

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Кафедра біології, здоров'я людини та фізичної терапії**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
ВК 15 КЛІТИННА БІОТЕХНОЛОГІЯ ТА ГЕННА ІНЖЕНЕРІЯ**

Спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)  
Освітня програма «Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)»

Інститут психології і педагогіки  
психолого-природничий факультет

2020 – 2021 навчальний рік


Робоча програма «Клітинна біотехнологія та генна інженерія» для студентів II курсу магістратури за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Мова навчання: українська

Розробник: Трохимчук І.М, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії

Робоча програма затвердження на засіданні кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії  
Протокол від «31» серпня 2020 №1

Завідувач кафедри біології, здоров'я людини та фізичної терапії

  
\_\_\_\_\_ (проф. Марциновський В.П.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено навчально-методичною комісією факультету  
Протокол від «2» вересня 2020 року № 4

Голова навчально-методичної комісії психолого-природничого факультету

  
\_\_\_\_\_ (доц. Сяська І.О.)

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань <b>01 Освіта/ Педагогіка</b>	<b>Вибіркова</b>	
Модулів – 2	Спеціальність: <b>014 Середня освіта (Біологія та основи здоров'я)</b>	Рік підготовки	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: підготовка презентацій по змістових модулях		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		3-й	3-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 7	Освітній ступінь: <b>магістр</b>	14 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		16 год.	6 год.
		Лабораторні	
		Самостійна робота	
		60 год.	80 год.
		Індивідуальні завдання:	
		9 год.	
Вид контролю:			
зал.	зал.		
Передумови для вивчення дисципліни (Генетика з основами селекції, Біохімія, Молекулярна біологія, Методика навчання біології та основ здоров'я.)			

## 2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна дисципліна „Клітинна біотехнологія та генна інженерія” – це область наукових досліджень, в основі яких лежить перенесення одиниць спадковості (генів) з одного організму в інший, здійснюваний методами генної інженерії (технології рекомбінантних ДНК). В більшості випадків метою такого переносу є створення нового продукту або отримання вже відомого продукту в промислових масштабах. Значну частину біотехнологічних досліджень займають процеси бродіння з використанням бактерій, дріжджів, пліснявих грибів, водоростей, а також культур клітин тварин і рослин, метаболізм і біосинтетичні можливості яких забезпечують вироблення специфічних речовин.

Вивчення розділів клітинної біотехнології та генної інженерії носить комплексний характер та включає вивчення таких розділів: історія розвитку науки; біологічні системи, які використовуються в біотехнології; технологія рекомбінантних ДНК; хімічний синтез ДНК, полімеразна ланцюгова реакція; отримання рекомбінантних білків за допомогою еукаріотичних систем; впровадження принципів безперервної біологічної освіти в інтересах сталого розвитку.

Навчальна дисципліна „Клітинна біотехнологія та генна інженерія” передбачає вивчення науки про генетичну модифікацію організмів, яка традиційно є однією із складових дисциплін при підготовці сучасних фахівців у галузі біології, психології та середньої освіти. Клітинну біотехнологію та генну інженерію можна визначити як вчення про основні біотехнологічні процеси, що використовуються для отримання різних біологічно-активних сполук, про принципи та методи конструювання об'єктів біотехнології, про концепції молекулярної біотехнології і методології рекомбінантних ДНК, генноінженерні методи, про основні закономірності генетичних процесів трансгенних організмів рослин, тварин та мікроорганізмів, генну терапію, а також розуміння значення біотехнологічних досягнень в розвитку сучасної науки та промисловості.

**Метою** викладання навчальної дисципліни „Клітинна біотехнологія та генна інженерія” є надання можливості студенту оволодіти знаннями про основні способи вдосконалення кінцевих продуктів за допомогою методів модифікації генів шляхом їх клонування та забезпечення функціонування в організмі нового господаря, оптимізації роботи клонованих генів в про- та еукаріотичних системах.

**Завдання** навчальної дисципліни „Клітинна біотехнологія та генна інженерія” полягає в розумінні студентами технологій прямого генетичного впливу на живі організми, методик отримання в промислових масштабах цінних низькомолекулярних речовин і макромолекул, які в природних умовах синтезуються в мінімальних кількостях, а також організмів з наперед визначеними спадковими характеристиками. Біотехнологічні знання необхідні для підготовки студентів як майбутніх вчителів біології сучасної

загальноосвітньої школи. Послідовність викладу матеріалу відображає основні етапи розвитку клітинної біотехнології.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні **набути таких компетентностей:**

- ЗК 3. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- ЗК 4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, застосовувати знання в практичних ситуаціях.
- ЗК 9. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК 10. Здатність працювати в команді й уміння виявляти міжособистісну взаємодію.
- СК 2. Здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі фундаментальних розділів біології для дослідження біологічних явищ і процесів, уміння знаходити, збирати і узагальнювати фактичний матеріал, формулюючи обґрунтовані висновки.
- СК 3. Здатність аналізувати біологічні явища та процеси з точки зору сучасних наукових досліджень.
- СК 4. Здатність застосовувати елементи теоретичного та експериментального дослідження в професійній діяльності.

#### **Програмні результати навчання:**

ПРН 4. Розуміти сучасну методологію наукового пошуку, сутність наукового пізнання, сучасні методи дослідження, а також інформаційні технології в обсязі, необхідному для реалізації наукових досліджень у галузі біологічної науки та освіти, вирішення наукових і практичних завдань професійної діяльності.

ПРН 6. Знати особливості реалізації генетичної інформації на різних рівнях і етапах розвитку організму.

ПРН 9. Розв'язувати складні задачі і проблеми, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної / недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ПРН 20. Використовувати навички роботи з комп'ютером та знання й уміння в галузі сучасних інформаційних технологій для вирішення експериментальних і практичних завдань у галузі біологічної освіти та науки.

### **3. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

У результаті освоєння повного курсу навчальної дисципліни студенти повинні мати глибокі міцні і системні знання з усього теоретичного курсу, а саме: чіткі уявлення про методи виділення гена або системи чи групи генів з геномів одних видів організмів і перенесення та включення їх у роботу

у складі геномів інших видів організмів, штучний синтез генів *in vitro*, розмноження виділеного або синтезованого гена чи генетичних структур, виділення автономних від хромосом клітин-господарів таких генетичних елементів, як плазміди, епісоми і переорієнтація напрямків їх функції, сполучення і створення нових функціональних систем шляхом поєднання геномів від різних таксономічних видів організмів, генну терапію *ex vivo* та *in vivo*, проблеми генетики людини та можливості їх розв'язання, нормативні положення та міжнародні угоди щодо питання про клонування людини.

Вільно володіти понятійним апаратом, знати основні проблеми навчальної дисципліни, її мету та завдання. Оволодіти методологією досліджень геному і вміти грамотно інтерпретувати їхні результати. Мати системні знання про теоретичні основи та методологічні особливості застосування системного підходу у вивченні генетичних процесів модифікації живих організмів та отриманні рекомбінантних ДНК.

## **4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ**

#### **Тема 1. Промислові мікроорганізми.**

Бактерії, дріжджі, цвільові гриби та мікроскопічні водорості, що використовуються в біотехнології. Продукти, що синтезуються промисловими мікроорганізмами. Переваги мікроорганізмів, в порівнянні з вищими організмами, для синтезу біологічно активних речовин. Вимоги до промислових штамів мікроорганізмів. Виділення продуцентів з природних джерел. Принципи використання мутагенів в селекції мікроорганізмів. Принципи отримання мутантів мікроорганізмів з порушеною регуляцією синтезу метаболітів.

**Практична робота 1.** Використання мутантів в селекції.

**Практична робота 2.** Гібридизація в селекції промислових мікроорганізмів.

**Тема 2. Векторні молекули ДНК. Конструювання і селекція рекомбінантних молекул ДНК.**

Вимоги до векторних молекул. Плазмідні вектори (pBR322, pUC19). Фагові вектори, косміди, фагміди (pBluescriptIISK+). Методи конструювання рекомбінантних ДНК. Фенотипова селекція клонів клітин, що містять рекомбінантні ДНК. Методи селекції рекомбінантних ДНК за допомогою гібридизації нуклеїнових кислот та імунологічних методів. Конструювання бібліотек геномів. Стратегії секвенування геномів. Структурна та функціональна геноміка.

**Практична робота 3.** Ферменти генетичної інженерії.

**Практична робота 4.** Молекулярна діагностика спадкових захворювань.

**Практична робота 5.** Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).

**Тема 3. Мікробіологічні виробництва.**

Схема мікробіологічного виробництва. Періодичні та безперервні мікробіологічні процеси. Принцип будови та функціонування ферментерів. Етапи промислового мікробіологічного процесу. Контроль та регулювання процесів ферментації. Екологічні проблеми в промисловій мікробіології. Біотехнологія харчових продуктів, продуктів бродіння та органічних кислот. Мікробіологічний синтез біологічно активних речовин. Мікробіологічний синтез полісахаридів та ліпідів. Властивості основних типів полісахаридів і ліпідів мікробного походження, та їх практичне використання. Біотехнологія отримання мікробного білка. Біотехнологія отримання водню, метану, вуглеводнів, паливного етанолу. Біотрансформації та біогеотехнологія. Біотехнологічна переробка відходів та ксенобіотиків. Бактерійні добрива і засоби захисту рослин. Мікробні та вірусні ентомогенні препарати та засоби захисту рослин.

**Практична робота 6.** Промислові процеси з використанням іммобілізованих ферментів і клітин.

**Практична робота 7.** Імуноферментний аналіз: отримання моноклональних та поліклональних антитіл.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. КЛІТИННА ТА ГЕНЕТИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ**

### **Тема 4. Клітинні культури та клітинна інженерія.**

Культури тваринних і рослинних тканин та їх використання для виробництва інтерферону, вакцин, алкалоїдів. Трансплантація тваринних ембріонів. Регенерація рослин з клітинних культур. Парасексуальна гібридизація шляхом злиття протопластів у мікроорганізмів та вищих рослин. Гібридизація соматичних клітин тварин. Кріобанки. Безвірусний садівний матеріал у рослинництві.

**Практична робота 8.** Експресія генів в складі рекомбінантних молекул ДНК.

### **Тема 5. Маніпуляції з молекулами нуклеїнових кислот *in vitro*.**

Основні етапи генно-інженерного експерименту. Ендонуклеази рестрикції, використання рестриктаз для побудови фізичних карт та молекулярної діагностики спадкових захворювань. ДНК-полімерази, їх використання в генній інженерії. Методи введення в нуклеїнові кислоти радіоактивних і нерадіоактивних міток та способи їх виявлення. Методи ДНК-ДНК та ДНК-РНК гібридизації, використання гібридизації нуклеїнових кислот в молекулярній діагностиці. ДНК-лігази. Методи хімічного синтезу одониткових олігодезоксирибонуклеотидів, етапи синтезу дволанцюгових фрагментів ДНК. Зворотня транскриптаза, синтез кДНК. Направлений мутагенез молекул ДНК *in vitro*. "Нокаут" генів. Принципи використання антисенс-РНК.

### **Тема 6. Конструювання і селекція рекомбінантних молекул ДНК.**

Вимоги до векторних молекул. Плазмідні вектори (pBR322, pUC19). Фагові вектори, косміди, фагміди (pBluescriptIISK+). Методи конструювання рекомбінантних ДНК. Фенотипова селекція клонів клітин, що містять рекомбінантні ДНК. Методи селекції рекомбінантних ДНК за допомогою

гібридизації нуклеїнових кислот та імунологічних методів. Конструювання бібліотек геномів. Стратегії секвенування геномів. Структурна та функціональна геноміка.

#### **Тема 7. Генетична та клітинна інженерія промислово важливих мікроорганізмів**

Принципи конструювання промислових мікроорганізмів за допомогою методів клітинної та генної інженерії. Злиття протопластів. Клонування генів, що контролюють лімітуючі стадії шляхів метаболізму. Генно - інженерне конструювання продуцентів незамінних амінокислот. Проблеми та досягнення генної інженерії псевдомонад, стрептоміцетів, бацил, коренебактерій, дріжджів. Технологічні процеси з використанням мікроорганізмів, сконструйованих генно-інженерними методами.

### **4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						Заочна форма					
	денна форма						усього					
	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
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ</b>												
Тема 1. Промислові мікроорганізми.	14	2	4			8	10	2	2			6
Тема 2. Векторні молекули ДНК. Конструювання і селекція рекомбінантних молекул ДНК.	16	2	6			8	18	2	2			14
Тема 3. Мікробіологічні виробництва.	14	2	4			8	16					16
Разом за змістовим модулем 1.	44	6	14			24	44	4	4			36
<b>Змістовий модуль 2. КЛІТИННА ТА ГЕНЕТИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ</b>												
Тема 4 Клітинні культури та клітинна інженерія.	12	2	2			8	12		2			10
Тема 5.	12	2				10	12					12



Маніпуляції з молекулами нуклеїнових кислот <i>in vitro</i> .												
Тема 6. Конструювання і селекція рекомбінантних молекул ДНК.	12	2				10	14					14
Тема 7. Генетична та клітинна інженерія промислово важливих мікроорганізмів	10	2				8	8					8
Разом за змістовим модулем 2	46	8	2			36	46		2			44
<b>Модуль 2</b>												
ІНДЗ					9						9	
<b>Усього годин</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>16</b>		<b>9</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>9</b>	<b>80</b>

**6. ТЕМИ СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ  
7. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ з.п.	Назва теми	Год.
<b>Змістовий модуль 1. МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ</b>		
1.	Використання мутантів в селекції.	2
2.	Гібридизація в селекції промислових мікроорганізмів.	2
3.	Ферменти генетичної інженерії.	2
4.	Молекулярна діагностика спадкових захворювань.	2
5.	Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).	2
6.	Промислові процеси з використанням іммобілізованих ферментів і клітин.	2
7.	Імуноферментний аналіз: отримання моноклональних та поліклональних антитіл.	2
	<b>Всього за модуль</b>	<b>14</b>
<b>Змістовий модуль 2. КЛІТИННА ТА ГЕНЕТИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ</b>		
8.	Експресія генів в складі рекомбінантних молекул ДНК.	2
	<b>Всього за модуль</b>	<b>2</b>
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>16</b>

## 8. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

### 9. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з.п.	Назва теми	Год.
<b>Змістовий модуль 1. МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ</b>		
1.	Вимоги до промислових штамів мікроорганізмів.	4/6
2.	Підготовка до виробничого процесу, тривале зберігання і підтримання в активному стані промислових мікроорганізмів.	4/6
3.	Культивування клітин. Культури еукаріотичних клітин.	2/4
4.	Технологічні схеми отримання амінокислот шляхом мікробіологічного синтезу.	2/8
5.	Ферменти як лікарські препарати.	6/6
6.	Мультиферментні аналітичні системи.	6/6
	<b>Всього за модуль</b>	<b>24/36</b>
<b>Змістовий модуль 2. КЛІТИННА ТА ГЕНЕТИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ</b>		
7.	Клонування структурних генів еукаріот.	6/8
8.	Генетична трансформація прокариот.	6/6
9.	Селективні маркери в трансгенозі тварин.	6/8
10.	Будова Ті - плазмід та їх роль в генетичній трансформації рослин.	6/10
11.	Генотерапія людини.	6/6
12.	Основні підходи до HIV-терапії.	6/6
	<b>Всього за модуль</b>	<b>36/44</b>
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>60/80</b>

### 10. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Індивідуальне науково-дослідне завдання з курсу „Клітинна біотехнологія та генна інженерія” передбачає підготовку презентацій по змістових модулях, що включає наступні види робіт:

- складання опорно-логічних схем відповідно до вивченого теоретичного матеріалу;
- підготовка та захист науково-інформаційних матеріалів;
- підготовка бібліографії сучасних напрямів досліджень в галузі клітинної біотехнології та генної інженерії.

### 11. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ:

- залік;
- модульний контроль;

- тести;
- захист практичних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

## 12. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.

В університеті діє накопичувальна кредитно-трансферна система оцінювання програмних результатів навчання студентів, що реалізується в ході виконання і захисту практичних/лабораторних робіт, виконання ІНДЗ та модульного контролю, для яких визначено мінімальну кількість балів, яку слід набрати для формування рейтингового балу студента та виставлення його у залікову книжку і відомість успішності студентів з відповідними оцінками за національною та Європейською кредитно-трансферною системами на рівні 60% від запланованого.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73	задовільно	
60-63		
33-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## 11. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

- усне опитування під час практичних занять та захист звітів за результатами виконання завдань практичних робіт;
- контроль рівня теоретичних знань студентів у формі модульної контрольної роботи;
- контроль за самостійною роботою студентів у формі колоквиуму;
- перевірка індивідуальних науково-дослідних завдань;
- перевірка рефератів.

## 13. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ

*Модуль 1,2 (залік)*

Поточне тестування та самостійна робота	Залік	Сума
---	-------	------

Змістовий модуль № 1			Змістовий модуль № 2				ІНДЗ		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7			
10	10	10	10	10	10	10	20	10	<b>100</b>

#### 14. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Самостійна робота студентів над теоретичним та практичним матеріалом навчальної дисципліни здійснюється в таких формах:

- вивчення теоретичного матеріалу, що викладений на лекційних заняттях та призначеного для самостійного опрацювання;
- індивідуальне та групове виконання навчальних завдань, розв'язування евристичних задач із реальної предметної області.

В якості навчально-методичного забезпечення самостійної роботи студентів використовується базова та додаткова література з дисципліни, інтернет-ресурси, матеріал лекцій, методичні рекомендації для виконання завдань практичних робіт та виконання самостійної роботи.

#### 15. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

##### Основна література:

1. Глазко В.И., Глазко Г.В. Введение в генетику, биоинформатика, ДНК-технологии, геновая терапия, ДНК-экология, протеомика, метаболика. Київ, КВІЦ, 2003. 640 с.
2. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение : Пер. с англ. Москва, 2002. 589 с.
3. Пирог Т.П., Антонюк М.М., Скроцька О.І., Кігель Н.Ф. Харчова біотехнологія: підручник. Київ, Ліра-К, 2016. 408 с.
4. Рекомбинантные ДНК. Краткий курс. / Уотсон Дж. И др. Москва: Мир, 1986.
5. Сидоров В. А. Биотехнология растений. Клеточная селекция. Киев, 1990. 280 с.
6. Трохимчук І.М., Плюта Н.В., Логвиненко І.П., Сачук Р.М. Біотехнологія з основами екології. Навчальний посібник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с.

##### Додаткова

7. Биотехнология. Кн. 3: Клеточная инженерия / Р.Г. Бутенко, М.В. Гусев, А.Ф. Киркин и др. Москва, 1987. 127 с.

8. Біотехнологія: Навчальний посібник для студентів вузів / Ю.О. Сазикін та ін.; за ред. А.В. Катлінського. М.: Академія, 2006.
9. Вієстур У.Е., Шміт І.А., Жілевіч А.В. Біотехнологія. «Біологічні агенти, технологія, апаратура». Рига: Зінатне, 1987.
10. Галактионов С.Г. Биологически активные. Москва: Мол. гвардия, 1988. 270 с.
11. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвєєра. Біотехнологія охорони довкілля. *Вісник НАН України*. 2003. № 3. С. 29-36.
12. Герасименко В.Г. Біотехнологічний словник. Київ: Вища школа, 1991.
13. Глеба Ю. Ю., Сытник К. М. Клеточная инженерия растений. Киев, 1984. 159 с.
14. Денис Р., Ботстайн Д., Рот Дж. Методы генетической инженерии. Генетика бактерий. Пер.с англ. Москва: Прогресс, 1984.
15. Елинов Н.П. Основы биотехнологии. СПб.: Наука, 1995. 600 с.
16. Єгоров Н. С., Олескін А. В., Самуїлов В. Д. Біотехнологія: Проблеми і перспективи. Москва, 1987. 159 с.
17. Єгоров Н.С. Основы вчення про антибіотики. Москва: Наука, 2004. 528 с.
18. Жученко А. А. Адаптивный потенциал культурных растений (Эколого-генетические основы). Кишинев, 1988. 767 с.
19. Іншина Н.М. Біотехнологія. Суми : Видавництво СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2009. 171 с.
20. Картель Н. А. Биоинженерия: методы и возможности. Минск, 1989. 143 с.
21. Картель Н. А., Кильчевский А. В. Биотехнология в растениеводстве: учебник. Минск, 2005. 310 с.
22. Качура В.С. Клітинна та генетична інженерія в тваринництві. Київ : Знання, 1987. 15 с.
23. Клонирование ДНК. Методы. / Под ред. Гловера Д. Москва: Мир, 1988. 538с.
24. Молекулярная биология клетки / Албертс Б. и др. В 5-ти томах. Москва: Мир, 1986.
25. Основы сельскохозяйственной биотехнологии / Г.С. Муромцев, Р.Г. Бутенко, Т. И. Тихоненко, М. И. Прокофьев. Москва, 1990. 384 с.
26. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. Москва: Наука, 2000. 830 с.
27. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія: Підручник. Київ: НУХТ, 2009. 336 с.
28. Рис Э., Стернберг М. Введение в молекулярную биологию. Москва: Мир, 2002.
29. Сельскохозяйственная биотехнология / Шевелуха В.С., Калашникова Е.А, Воронин Е.С и др. Москва, 2003. 467 с.

## 16. Інформаційні (інтернет) ресурси

1. <https://school.home-task.com/genna-inzheneriya-ta-biotexnologiya>
2. <https://www.ozon.ru/context/detail/id/25391859/>  
<https://www.ozon.ru/context/detail/id/25391859/>
3. <http://mrmarker.ru/p/page.php?id=8924>  
<http://mrmarker.ru/p/page.php?id=8924>
4. <https://refdb.ru/look/1798970.html>
5. <http://dspace.ltsu.org/bitstream/123456789/3126/2/Matsayi.pdf>  
<http://dspace.ltsu.org/bitstream/123456789/3126/2/Matsayi.pdf>
6. <http://www.rshu.edu.ua/kafedry-ppf/kafedra-biolohii-i-medychnoi-fiziolohi>

**17. ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
( за потреби)**