

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра екобіотехнології та біорізноманіття

**"ЗАТВЕРДЖУЮ"**

Т.в.о. декана факультету захисту рослин,  
біотехнологій та екології

\_\_\_\_\_ Коломієць Ю.В.  
«15» червня 2020 р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

На засіданні кафедри екобіотехнології та  
біорізноманіття

Протокол № 16 від «9» червня 2020 р.

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Патика М.В.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**“МОЛЕКУЛЯРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ”**

спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія  
освітня програма Біотехнології та біоінженерія  
Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології  
Розробники: д.с.-г.н., доцент Коломієць Ю.В.

Київ – 2020 р.

## 1. Опис навчальної дисципліни «Молекулярна біотехнологія»

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступень</b>		
Галузь знань	16 «Хімічна та біоінженерія»	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітній ступень	Бакалавр	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Форма контролю	Іспит	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання</b>		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	4	5
Семестр	8	9
Лекційні заняття	30 год.	6 год.
Лабораторні заняття	30 год.	8 год.
Практичні, семінарські заняття	-	-
Самостійна робота	60 год.	-
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	4 год.	

## 2. Мета та завдання дисципліни

**Метою** даного курсу є ознайомлення студентів з сучасним станом наукових досліджень і сферами практичного використання даної дисципліни.

**Завдання** курсу полягає у формуванні у студентів уявлення про єдність біологічних систем, що проявляється в подібності структурної і хімічної організації, а також фундаментальних молекулярно-біологічних процесів, що відрізняють їх від об'єктів неживої природи. Особлива увага приділяється механізмам, які забезпечують збереження і реалізацію генетичної інформації в клітині, яка є основною структурою будь-якого організму.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- задачі молекулярної біотехнології як науки, основні методи досліджень;
- принципи будови і функціонування макромолекул (нуклеїнових кислот і білків);
- загальну характеристику процесів транскрипції ДНК;
- основні принципи реплікації, репарації ДНК;
- структури та функції хромосом, нуклеосом та окремих генів;
- спеціалізовані системи рекомбінації;
- регуляторні елементи генів і регуляцію транскрипції;
- структуру геномів про- і еукаріот;
- рухливі елементи геному еукаріот;
- ДНК мітохондрій і хлоропластів;
- механізми регуляції синтезу білка;
- механізми перебудови генів.

### **вміти:**

- характеризувати механізми функціонування макромолекул (нуклеїнових кислот і білків);
- визначати базові процеси реплікації, репарації ДНК;
- конструювати регуляторні елементи генів;
- визначати шляхи природної і спрямованої зміни спадковості;
- використовувати рухливі елементи геному еукаріот.

Набуття компетентностей:

#### **загальні компетентності (ЗК):**

Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Здатність виявляти ініціативу та підприємливість

#### **фахові (спеціальні) компетентності (ФК):**

Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.

Здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу та оптимізації біотехнологічних процесів, управління виробництвом, мати навички практичного впровадження наукових розробок.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Реплікація

#### Тема лекційного заняття 1. Структура нуклеїнових кислот

Основні закони спадковості. Типи нуклеїнових кислот (ДНК, РНК) і їх розповсюдження в природних біологічних системах. Докази генетичної функції ДНК. Принцип комплементарності. Фізичні параметри конформаційних форм ДНК. Хімічний

склад нуклеїнових кислот. Закономірності нуклеотидного складу ДНК і правила Чаргаффа. Принцип будови і функціонування ДНК. Структурна модель ДНК Дж. Уотсона і Ф. Кріка. Суперспіралізація. Топоізомерази і топоізмери ДНК. Типи топоізомераз.

### **Тема лекційного заняття 2. Реплікація основної частини**

Точність відтворювання ДНК. Полімерази, які приймають участь в реплікації, їхня ферментативна активність. Вилка реплікації, що відбувається на відстаючому ланцюзі. Ферменти в реплікаційній вилці. ДНК-полімераза кишкової палочки. Поняття про процесивність. Роль димерної структури в координації синтезу ДНК на комплементарних ланцюгах. Особливості ДНК-полімераз еукаріот. Регуляція ініціації реплікації у *E. coli*. Структура ділянки старту реплікації (origin). Структурні переходи ДНК в районі старту реплікації. Поняття про реплікатор. Роль метилювання в регуляції реплікації. Термінація реплікації у бактерій. Особливості регуляції реплікації плазмід.

### **Тема лекційного заняття 3. Реплікони у еукаріот**

Реплікони у еукаріот, їхня мінливість. Поняття про стаціонарні „реплікативні фабрики”. Огі у дріжджів, їхня структурно-функціональна організація. Молекулярні механізми, які зв'язують клітинний цикл і реплікацію ДНК. Цикліни і протеїнази. Протоонкогени, які приймають участь в регуляції клітинного циклу. Розклад реплікації ділянок хромосом в клітинному циклі. Проблема реплікації лінійного незамкнутого фрагмента ДНК. Теломера. Теломераза, особливості структурної організації (РНК-компонент). Теорія старіння в зв'язку з динамікою структури теломери. Неканонічні структури ДНК в районі теломерних послідовностей. ДНК в районі центромери, особливості структурної організації. Реплікативне метилювання ДНК. Модифікації 5-метилцитозина і мутації. Метилаза у еукаріот. 5-азацитидин як інгібітор метилювання. Імпринг. Біологічні послідовності. Докази ролі метилювання в розвитку хребетних.

### **Тема лекційного заняття 4. Локальна ампліфікація ділянок ДНК**

Локальна ампліфікація ділянок ДНК в розвитку, що забезпечує переваги росту. Можливі механізми локальної ампліфікації. Амплікон. Уявлення про еволюцію мультигенних родин. Реплікація за типом „рухомого обруча” (плазмідна, фагова ДНК).

### **Тема лекційного заняття 5. Помилки реплікації**

Помилки реплікації, обумовлені ковзанням ланцюгів при реплікації. Механізм утворення коротких повторів. Мікро- і мінісателіти. Короткі тандемні повтори, які визначають геномний рестрикційний поліморфізм. „Експансія триплетів”, хромосомні хвороби і рак.

### **Тема лекційного заняття 6. Транскрипція у прокаріот**

Особливості структури РНК-полімерази.  $\sigma$ -фактори. Стадії транскрипційного циклу. Реплікація і транскрипція. Суперспіралізація і транскрипція. Сигма 54. „Еукаріотичні елементи” в регуляції транскрипції. Термінація транскрипції. Полярні мутації. Негативна і позитивна регуляція транскрипції. CAP-білок. Регуляція транскрипції в розвитку фага  $\lambda$ . Принципи впізнавання ДНК регуляторними білками. Атенуація транскрипції.

### **Тема лекційного заняття 7. Промотор у еукаріот**

Базальна транскрипція. Фактори транскрипції. Поняття про *cis*-діючі елементи. Трансактивація транскрипції. Енхансери і сайленсери. „Модулі” послідовностей ДНК, які впізнаються специфічними білками. Роль „зворотньої генетики” в розвитку уявлення про регуляцію транскрипції у еукаріот. Білкові домени, які впізнають специфічні послідовності ДНК. Гомеодомен і гени-селектори. „Лейцинова молнія”, „цинкові пальці”. Рецептори гормонів, їх типи і особливості впізнавання ДНК. Рецептори-сироти. Ретиноева кислота.

Елементи консерватизму в системах регуляції транскрипції. Зовнішні сигнали, які активують транскрипцію генів. Система передачі сигналів. Родина проонкогенів Jun, Fos. Альтернативи при виборі шляхів розвитку: диференціація/проліферація. Ap1 і CRE сайти в промоторах. Транскрипційні фактори в розвитку багатоклітинних організмів. Поняття про морфогени, приклади. ДНК-зв'язуючі домени. Просторово обмежені морфогенетичні градієнти. Особливості структури промоторів генів, які приймають участь у встановленні рисунку експресії факторів транскрипції.

### **Тема лекційного заняття 8. Хроматин**

Структурна організація нуклеосом. Нуклеосоми і транскрипція. Модифікація гістонів і динамічна структура хроматину. Зборка нуклеосом, її етапи, нуклеоплазмін. Закономірності розташування нуклеосом відносно промоторів і „оріджинів” початку реплікації („фейзинг” нуклеосом). Уявлення про „перемодельовання” хроматину. Активне перемодельовання. Роль нуклеосомних структур в активації експресії гена. Особливості структури хроматину статевих хромосом в зв'язку з компенсацією різниці числа генів X-хромосом у різних статей. Уявлення про петльову організацію хромосом. Ядерний матрикс. Локус-контролюючі райони і „інсулятори”. Внутрішньоядерна архітектура хромосом. Уявлення трансекції.

### **Тема лекційного заняття 9. Процесінг РНК**

Визначення процесінгу. Інтрони, сплайсінг. Класифікація інтронів. Інтрони групи 1. Особливості структури і механізми сплайсінгу. Рибозими, їх специфічність. Можливості використання для „нокауту” мРНК і хіміотерапії. Інтрони групи 2, механізм сплайсінгу. Інтрони груп 1 і 2 у різних організмів (еволюційні зв'язки). Сплайсінг пре-мРНК в ядрі. Роль малих ядерних РНК і білкових факторів. Сплайсосома. Особливості процесінгу тРНК і рРНК у бактерій. Особливості процесінгу рРНК в ядерці. РНКазы Р як рибозим. Транс-сплайсінг, його розповсюдження. Альтернативний сплайсінг, приклади. Біологічні наслідки альтернативного сплайсінгу. Редагування РНК. Молекулярні механізми. Типи редагування (приклади). Редагування і проблеми встановлення біологічного коду.

### **Тема лекційного заняття 10. Зворотня транскрипція**

Роль зворотної транскриптази в еволюції і мінливості геному. Ретротранспозони, їх типи. Роль в підтримці інтактності теломер. Ретротранспозони, які містять довгі кінцеві повтори. Ту-елемент дріжджів. Псевдогени. Можливі джерела зворотної транскриптази.

## **Змістовий модуль 2. Рекомбінація**

### **Тема лекційного заняття 1. Репарація ДНК**

Пряма репарація тимінових димерів і метилювання гуаніну. Глікозилази. Урацилглікозилаза. Екзцизійна репарація, ферменти. Механізм репарації транскрибованих генів. Хвороби, обумовлені дефектами репарації. Механізм репарації неспарених нуклеотидів. Роль метилювання. SOS-репарація.

### **Тема лекційного заняття 2. Рекомбінація**

Поняття про загальну (гомологічну) і сайтспецифічну рекомбінації. Різниця молекулярних механізмів загальної і сайтспецифічної рекомбінації. Модель рекомбінації, яка передбачає дволанцюговий розрив і репарацію розриву. Роль рекомбінації в постреплікативній репарації. Структури Холлідея в моделі рекомбінації. Міграція гілки, гетеродуплекси, розмах структур Холлідея (ферменти). Ензимологія рекомбінації у *E. coli*. RecBCD комплекс. RecA білок. Пресинаптичний філамент, параметри його молекулярної структури. Обмін ланцюгами при синапсі. Особливості міграції гілки. Рекомбінація у вищих еукаріот. Метод „нокауту” генів.

### **Тема лекційного заняття 3. Генна конверсія**

Генна конверсія, асиметричність генної конверсії. Продукти рекомбінаційного акту, який супроводжується обміном флангами. Постмейотична сегрегація у дріжджів як доказ гетеродуплексу при рекомбінації. Регуляція експресії локусу спарювання у дріжджів. Розмноження інтронів і генна конверсія. „Білкові” інтрони, молекулярний механізм їх розповсюдження.

### **Тема лекційного заняття 4. Сайтспецифічна рекомбінація**

Типи хромосомних перебудов, які відбуваються при сайтспецифічній рекомбінації. Молекулярний механізм дії „рекомбіназ”. Роль сайтспецифічної рекомбінації в експресії генів у фагів. Інтеграція фага  $\lambda$ . Сайтспецифічна рекомбінація дволанцюгової плазмиди дріжджів. Використання даної системи при аналізі генів в розвитку багатоклітинних еукаріот. Особливості рекомбінації при утворенні генів імуноглобулінів і рецепторів Т-клітин. Сигнали рекомбінації. Молекулярні механізми „програмованих помилок” при злитті варіабельних і константних ділянок генів. Матричні і нематричні механізми добудови зшиваємих фрагментів.

### **Тема лекційного заняття 5. Рухливі елементи геномів**

Рухливі елементи геномів про- і еукаріот. IS-послідовності, їхня структура. IS-послідовності як компонент F-фактору бактерій, який визначає здатність передачі генетичного матеріалу при кон'югації. Транспозон бактерій (Tn3, Tn5, Tn9, Tn10). Механізми транспозиції. Резольваза, функції резольвази. Роль суперспіралізації при транспозиції. Регуляція транспозиції Tn10. Транспозони у еукаріот. Двокомпонентна система транспозонів. Повний (активний) і дефектний транспозони. Вплив транспозонів на активність генів у рослин і просторовий рисунок експресії. Уявлення про горизонтальне перенесення транспозонів.

## **Змістовий модуль 3. Трансляція**

### **Тема лекційного заняття 1. Загальна схема біосинтезу білка**

Роль РНК в цьому процесі. „Світ РНК”, гіпотеза про роль РНК в походженні життя. Інформаційна РНК, її структура і функціональні ділянки. Розшифровка генетичного коду. Основні властивості генетичного коду. Особливості кодового словника.

### **Тема лекційного заняття 2. Відкриття транспортних РНК**

Їхня первинна, вторинна і третинна структура, роль модифікованих нуклеотидів. Аміноацилювання тРНК. Аміноацил-тРНК-синтетази, їх структура і механізм дії. Специфічність аміноацилювання. Рибосоми, їх локалізація в клітині. Прокаріотичні і еукаріотичні типи рибосом. Послідовне зчитування мРНК рибосомами, полірибосоми. Стадії трансляції: ініціація, елонгація і термінація. Безклітинні системи трансляції. Хімічні реакції і загальний енергетичний баланс біосинтезу білка. Морфологія рибосоми. Розмір, зовнішній вигляд, розділення на дві субодиниці. Детальна форма рибосомних субодиниць, об'єднання субодиниць в цілу рибосому. Рибосомні РНК, їх види, первинні і вторинні структури. Структурні домени і компактна самоукладка молекул РНК. Значення рибосомної РНК.

### **Тема лекційного заняття 3. Рибосомні білки**

Рибосомні білки, їх різноманіття і номенклатура. Первинні і просторові структури. Білкові комплекси. Взаємодія з рРНК. Периферичне розміщення білків на ядрі рРНК. Топографія білків: визначення сусідніх білків, визначення дистанції між білками. Імунна електронна мікроскопія. Топологія рРНК, її прив'язка до топографії білків. Четвертинна структура рибосоми. Структурні перетворення рибосом *in vitro*. Дисоціація хромосом на субодиниці. Розвертання субодиниць. Розбирання і зворотнє збирання субодиниць.

Робочий цикл рибосоми. Функції зв'язування, мРНК-зв'язуюча ділянка, тРНК-зв'язуючі А, Р і Е ділянки, фактор зв'язуюча ділянка. Каталітичні функції: пептидилтрансфераза і ГТРаза. Функції переміщення лігандів.

#### **Тема лекційного заняття 4. Ініціація трансляції**

Загальні принципи, значення, основні етапи ініціації. Ініціація трансляції у прокаріот. Ініціюючі кодони і сайт зв'язування рибосом на мРНК. Ініціаторна тРНК і білкові фактори ініціації. Послідовність подій.

Ініціація трансляції у еукаріот. Особливості еукаріотичної мРНК. Cap-структура і ініціюючі кодони. Внутрішній сайт зв'язування рибосом. Особливості ініціаторної тРНК. Білкові фактори, взаємодіючі з рибосомою і з мРНК. Вплив на ініціацію трансляції структур на 3'-конці мРНК. Послідовність подій.

#### **Тема лекційного заняття 5. Елонгація**

Перший етап – доставка аміноацил-тРНК в рибосому. Концепція антикодона, кодон-антикодона взаємодія, адапторна гіпотеза і її доказ. Гіпотеза нестрогої відповідності (wobble-гіпотеза). Стереохімія кодон-антикодона спарювання.

Участь фактору елонгації 1 (EF-Tu або EF-1) в зв'язуванні аміноацил-тРНК. Структура EF-1 і його взаємодія, зв'язування потрійного комплексу з рибосомою. Роль гідролізу РТФ.

Інгібітори першого етапу елонгації: тетрацикліни, аміноглікозидні антибіотики, непряме інгібування (тіострептон, кірроміцин, рослинні токсини).

Помилкове кодування: основні типи, рівень помилок в нормальних умовах, кінетичні механізми помилкового кодування і його корекції.

Загальна послідовність подій і молекулярні механізми.

Другий етап елонгації – транспептидація. Хімія і енергетичний баланс реакції. Інгібітори. Стереохімія транспептидації, переміщення продуктів реакції.

Третій етап елонгації – транслокація. Експериментальні тести, участь фактору елонгації 2 (EF-G або EF-2), роль гідролізу РТФ. Послідовність подій, інгібітори. Енергетика і молекулярний механізм транслокації.

Швидкість елонгації і її регуляція. Транзитний час. Нерівномірність елонгації: паузи, модулюючі кодони, вплив структури мРНК і ростучих пептидів. Вибіркова регуляція елонгації на різних мРНК. Регуляція загальної швидкості елонгації: фосфорилування EF-2; модифікації EF-1. Механізм дії токсинів.

Термінація трансляції: термінуючі кодони, білкові фактори термінації, гідроліз пептидил-тРНК.

#### **Тема лекційного заняття 6. Регуляція трансляції у прокаріот**

Різна "сила" ініціації мРНК. Спряжена і послідовна трансляція поліцистронних матриць. Репресія трансляції на прикладі РНК бактеріофага MS2. Регуляція трансляції мРНК рибосомних білків. Ауторегуляція синтезу треоніл-тРНК-синтетази. Регуляція трансляції мРНК бактеріофага T4. "Antisense" -регуляція.

#### **Тема лекційного заняття 7. Регуляція трансляції у еукаріот**

Загальні механізми регуляції: модифікації факторів ініціації, формування мРНП (інформосом). Вибіркова дискримінація мРНК, модуляція дискримінації. Регуляція з участю коротких відкритих рамок зчитування. Трансляційна репресія: регуляція трансляції ферритиновою мРНК, мРНК орнітин-декарбоксілази і рибосомних білків.

Маскування мРНК. Масковані мРНК ооцитів і сперматоцитів. Демаскування мРНК в процесі ембріонального розвитку і клітинного диференціювання. Можливі механізми і моделі маскування.





(робота) з												
(якщо є в робочому навчальному плані)												
Усього годин		39	39		42			6	8		11	2

#### 4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.
<b>Змістовий модуль 1.</b>		
1	Якісне визначення білка в біологічному матеріалі	2
2	Біуретовий метод	2
3	Метод Лоурі	2
4	Фракціонування білків	2
5	Електрофоретичне розділення білків	2
6	Розділення білків методом хроматографії	2
7	Визначення молекулярної маси білків	2
8	Електрофорез в поліакриламідному гелі в присутності додецилсульфата натрію. Метод Леммлі	2
9	Визначення амінокислотного складу білків і пептидів	1
10	Гідроліз білків і пептидів	1
<b>Змістовий модуль 2.</b>		
1	Гідроліз білків до пептидів	2
2	Ферментативний гідроліз	2
3	Визначення функціональних груп в білках і пептидах	1
4	Вільні NH <sub>2</sub> -групи білків і пептидів	1
5	Якісне визначення нуклеїнових кислот в біологічному матеріалі	2
<b>Змістовий модуль 3.</b>		
1	Виділення нуклеїнових кислот	2
2	Виділення і очистка за методом Мармура	2
3	Виділення препаратів ДНК і РНК фенольним методом	2
4	Виділення РНК із рибосом	2
5	Фракціонування нуклеїнових кислот	2
6	Адсорбційна хроматографія нуклеїнових кислот	1
7	Ферментативне розщеплення нуклеїнових кислот	2

#### 6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.
	Не передбачено робочим навчальним планом	

#### 7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

№ з/п	Контрольні питання
1	Принцип будови і функціонування ДНК.
2	Будова полінуклеотидних ланцюгів РНК і ДНК.

3	Третинна структура ДНК – три рівня: нуклеосоми, соленоїди, петлі.
4	Регуляція ініціації реплікації у <i>E. coli</i>
5	Теломераза, особливості структурної організації (РНК-компонент).
6	Фізико-хімічні властивості ДНК: величина молекул, розчинність.
7	Можливі механізми локальної ампліфікації.
8	Виділення і очистка нуклеїнових кислот.
9	Мікро- і міні-сателіти.
10	Негативна і позитивна регуляція транскрипції.
11	Хвороби, обумовлені дефектами репарації.
12	Будова тРНК. Функції окремих ділянок.
13	Будова рибосом про- і еукаріот.
14	Ензимологія рекомбінації у <i>E. coli</i> .
15	Розмноження інтронів і генна конверсія.
16	Основні властивості генетичного коду
17	Інгібітори синтезу білка.
18	Нематричний синтез поліпептидів на прикладі грамцидіна С.
19	Значення рибосомної РНК
20	Загальна генетична рекомбінація <i>E. coli</i> . Hfr-клітини
21	Структурні перетворення рибосом <i>in vitro</i>
22	Ініціація трансляції у еукаріот

## 8. Методи навчання

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

**Пояснювально-ілюстративний метод.** Студенти 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.

### 9. Форми контролю

Контроль знань і умінь студентів (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 студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент 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 студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент 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 засвоєності 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.

### 10. Розподіл балів, які отримують студенти

Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни  $R_{\text{дис}}$  (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи  $R_{\text{нр}}$  (до 70 балів):  $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$ .

## 11. 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 студентів.

## 12. Рекомендована література

### Базова

1. Мельничук М.Д., Новак Т.В., Кунах В.А. Біотехнологія рослин. К., Поліграфконсалтинг, 2003. – 520 с.
2. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. Перевод с англ, в 2-х томах. / М.: Мир, 2002. – 764 с.
3. Введение в генетику, биоинформатика, ДНК-технология, генная терапия, ДНК-экология, протеомика, метаболика: Навч. посіб. / В.И. Глазко, Г.В. Глазко; Ин-т агроэкологии и биотехнологии УААН. – 2-е изд., испр. и доп. – К.: КВІЦ, 2003. – 640 с.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002 – 589 с.
5. А.А. Спири́н (ред.). Молекулярная биология, В 2-х томах, 1990 и 1986, Высшая школа.
6. Агол В.И. и др. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. Под ред. А.С.Спирина. М., Высшая школа, 1990г.

### Допоміжна

1. Альберте Б. и др. Молекулярная биология клетки. М., Мир, 1994.
2. Льюин Б. Гены. М., Мир, 1987 г.
3. УотсонД. Молекулярная биология гена. М., Мир, 1978 г.
4. Хесин Р.Б. Непостоянство генома. М., "Наука", 1984 г.
5. Корнберг А. Синтез ДНК. М.: Мир, 1977.
6. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. М.: Мир, 1978.
7. Стент Г., Кэлиндар Р. Молекулярная генетика. М.: Мир, 1981.
8. Инге-Вечтомов С. Г. Введение в молекулярную генетику. М.: Высш. шк., 1983.
9. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. М.: Мир, 1987. Т. 1–2.

## 13. Інформаційні ресурси

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.
2. [http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?CMD=Web&PAGE\\_TYPE=BlastHome](http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?CMD=Web&PAGE_TYPE=BlastHome)

