

Національна академія наук України  
ІНСТИТУТ КЛІТИННОЇ БІОЛОГІЇ ТА ГЕНЕТИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**ПРОГРАМА  
ПІДСУМКОВОГО ІСПИТУ**  
для аспірантів 4-го року навчання

галузь Е Природничі науки, математика та статистика  
спеціальність Е1 Біологія та біохімія

Програма затверджена  
на засіданні Вченої ради  
ІКБГІ НАН України  
Протокол № 1 від 26 лютого 2026 р.



Голова вченої ради, акад. НАН України

  
Микола КУЧУК

Київ  
2026

## ВСТУП

Програма підсумкового іспиту для аспірантів ІКБГІ НАН України за спеціальністю «Біологія» розроблена на основі навчальних курсів, що входять до складу освітньо-наукової програми Інституту.

Метою підсумкового іспиту є визначення рівня набутих при навчанні в аспірантурі ІКБГІ НАН України знань та умінь за напрямками підготовки «біотехнологія», «клітинна біологія», «радіобіологія»; оцінка загального рівня готовності аспірантів до захисту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії та подальшої професійної роботи в науково-освітньому середовищі.

### ***ПИТАННЯ ЗА ОBOB'ЯЗKОВИМИ НАВЧАЛЬНИМИ КУРСАМИ***

#### **I. МОЛЕКУЛЯРНО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ**

Центральна догма молекулярної біології. Зберігання та передача генетичної інформації в живих системах. Будова і властивості основних макромолекул (нуклеїнові кислоти, білки, вуглеводи, ліпіди). Функції білків в живій клітині. Хімічна та просторова структура білків. Глобулярні та фібрилярні білки. Методи дослідження білків.

Структура ДНК та РНК. Принцип комплементарності азотистих основ та матричний синтез нуклеїнових кислот. Ферменти, що здійснюють синтез, розпад та модифікації нуклеїнових кислот як інструменти молекулярної біології. Методи дослідження нуклеїнових кислот. Нозерн блоттинг. Секвенування нуклеїнових кислот. Метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). ПЛР в комбінації зі зворотною транскрипцією. ПЛР в реальному часі.

Реплікація ДНК. Ферменти, які беруть участь в реплікації ДНК. Особливості реплікації теломер, теломераза. Сайт-специфічна, гомологічна та незаконна рекомбінація ДНК і транспозиція мобільних елементів. Системи репарації ДНК: пряма репарація, ексцизійна репарація основ і нуклеотидів, репарація некомплементарних пар основ, репарація без репарації (SOS-репарація), репарація дволанцюгових розривів.

Особливості організації генетичного матеріалу про- та еукаріотичних клітин. Генетичний код. Геноми вірусів, бактерій та еукаріот. Геноми органел – мітохондрій та пластид.

Транскрипція – перший етап реалізації генетичної інформації. РНК-полімераза прокариот. Транскрипційна одиниця, оперон, кластер генів. Процесинг РНК прокариот. Регуляція транскрипції катаболітних та анаболітних оперонів прокариотів.

Структура різних РНК-полімераз еукаріот. Структура еукаріотичних генів. Еукаріотичні промотори. Транскрипція генів, які кодують білки, за участю РНК-полімерази II. Процесинг мРНК еукаріот: кепування, видалення інтронів (сплайсинг), поліаденілювання, редагування. Малі ядерні РНК (snRNA) та сплайсома. Альтернативний сплайсинг, транс-сплайсинг, аутосплайсинг. Структура мРНК та інформосоми (мРНК-частинки). Транскрипція генів, які кодують рРНК та тРНК, за участю РНК-полімераз I та III. Процесинг тРНК. Первинна, вторинна та третинна структура тРНК. Процесинг рРНК та малі ядерцеві РНК (snoRNA). Первинна, вторинна та третинна структура рРНК. Регуляція транскрипції в еукаріотів. Енхансери та сайленсери. Деградація РНК та регуляторна роль цього процесу.

Регуляторні РНК: мікроРНК і короткі інтерферуючі РНК. Механізм РНК інтерференції. Транспозони, історія відкриття та класифікація.

Трансляція - синтез білків у клітинах. Три типи молекул РНК, які беруть участь в процесі трансляції. Транспортні РНК та аміноацил-тРНК-синтетази – молекули, які забезпечують реалізацію генетичного коду. Структура прокариотичних та еукаріотичних рибосом. Ділянки зв'язування рибосом та ініціація трансляції у про- та еукаріот.

Скануючий (кеп залежний) механізм ініціації трансляції еукаріот. Сайти внутрішньої посадки рибосоми та внутрішня ініціація трансляції у прокариот та еукаріотичних вірусів. Фактори ініціації, елонгації та термінації трансляції. Циклізація полірибосом. Регуляція трансляції. Пост-трансляційні модифікації білків в еукаріотичних клітинах. Фолдінг (згортання) білків. Утворення коректної просторової структури білків за допомогою шаперонів. Деградація білків. Пріони та пріонові хвороби.

## II. КЛІТИННА БІОЛОГІЯ

Будова та функції клітини. Структурно-функціональна організація клітин про- та еукаріот. Основні клітинні органели.

Клітинна оболонка рослинних клітин: клітинна стінка та плазматична мембрана - хімічна і молекулярна організація. Вакуолі та тонопласт.

Ендоплазматичний ретикулум. Типи та функції.

Апарат Гольджі – взаємозв'язок та перетворення мембран.

Мітохондрії. Будова. Шляхи здобуття енергії клітинами.

Пластиди. Організація хлоропласта. Гіпотези походження мітохондрій та хлоропластів.

Цитоскелет. Мікрофіламенти, мікротрубочки, проміжні філаменти - хімічний склад, будова та локалізація. Роль у механізмах руху, формоутворенні клітин та внутрішньоклітинних структур.

Ядро. Організація ядерних мембран, порових комплексів, нуклеоцитоплазматичний транспорт. Ламіна, ядерний матрикс. Хромосомні території. Градієнт транскрипційної активності. Інтерхроматиновий домен, компартменти інтерхроматинового домену.

Компактизація еукаріотичної ДНК. Структура хроматину. Хроматин – ультраструктура, рівні організації. Гістони та негістонові білки. Модифікація гістонових білків. Нуклеосома як одиниця структурної організації хроматину. Наднуклеосома упаковка хроматинової фібрили. Ремоделювання хроматину. Будова і функціональне значення хромосом. Уявлення про каріотип.

Ядерце. Структура ядерця, її зв'язок із функціональною активністю клітини. Сателітні хромосоми та рДНК. Етапи утворення рибосом.

Життєвий цикл клітини. Регуляція клітинного циклу. Мітоз: утворення мітотичного веретена та механізми руху хромосом під час мітозу, цитокінез. Конденсація і розходження хромосом в мітозі та мейозі. Особливості мітозу у вищих рослин і соматичних гібридів. Диференціювання клітин. Стовбурові клітини. Особливості будови рослинної клітини, її порівняння з будовою тваринної клітини.

## III. БІОТЕХНОЛОГІЯ

Поняття сучасної біотехнології, її основні напрями та досягнення. Методи сучасної біотехнології. Обмеження і можливості використання вищих рослин і тварин як об'єктів біотехнології.

Культура *in vitro* рослинних і тваринних клітин і тканин. Основні принципи культивування різних типів клітин.

Культури рослинних клітин у біотехнології: отримання асептичних культур, способи їх культивування. Основні компоненти живильних середовищ для вирощування рослинного матеріалу. Рослинні регулятори росту та їх використання в біотехнологічних дослідженнях та господарській практиці.

Мікроклональне розмноження рослин. Способи одержання безвірусного рослинного матеріалу.

Соматоклональна мінливість та індукований *in vitro* мутагенез.

Використання асептичних культур рослин як джерела вторинних метаболітів.

Застосування біотехнологічних підходів в програмах збереження біорізноманіття рослин.

Принципи і методи одержання трансгенних рослин. *Agrobacterium*-опосередкована генетична трансформація рослин. Методи прямої трансформації рослинних клітин. Трансформація *in planta*. Одержання трансгенних рослин із господарсько-корисними ознаками. Культури hairy roots та можливості їх практичного використання.

Клітинна інженерія рослин. Соматична гібридизація рослин; її можливості та обмеження.

Культури тварин клітин у біотехнології. Принципи культивування тваринних клітин. Клітинні лінії. Клонування тваринних організмів. Лімфоїдні гібридами; отримання, селекція, використання моноклональних антитіл. Можливості і перспективи одержання і використання трансгенних тварин.

Технологія рекомбінантних ДНК бактеріальних клітин; виділення індивідуальних генів, конструювання векторів, трансляція і селекція клонів. Технологія рекомбінантних ДНК рослинних клітин і трансгенні рослини: загальна схема переносу трансгенів.

Інженерна ензимологія; способи іммобілізації і практичне застосування. Характеристика і конструювання біосенсорів, області застосування. Загальна характеристика біотехнологічного виробництва.

Синтетична біологія. Біоінженерія. Вклад біоінформатики в біологію та біотехнологію.

#### IV. ГЕНЕТИКА

Історичні передумови становлення генетики. Закони Менделя. Статистична природа генетичних закономірностей. Відхилення від законів Менделя та їхні причини.

Молекулярні та цитологічні механізми спадковості. Мейоз і утворення гамет. Зчеплення генів у хромосомах. Кросинговер.

Генетичні основи селекції. Типи схрещувань та техніка їх проведення. Підбір пар. Інцухт і гетерозис. Гібридологічний аналіз. Віддалені схрещування. Взаємодії неалельних генів. Кількісні ознаки та особливості їхнього спадкування. Генетичні основи стійкості рослин до хвороб.

Генетична мінливість. Типи мінливості: спадкова (мутаційна), неспадкова (модифікаційна) мінливість, рекомбінаційна. Класифікація мутацій; їх еволюційне значення. Мутагенні фактори та молекулярні механізми мутацій. Мобільні генетичні елементи. Генетичні наслідки активності мобільних елементів. Горизонтальне перенесення генів. Епігенетична спадковість та її молекулярні механізми.

Цитоплазматична спадковість. Геноми мітохондрій і пластид; закономірності успадкування генів цих органел. Цитоплазматична чоловіча стерильність.

Генетика статі. Механізми визначення статі: про-, епі- і сингамний. Хромосомне визначення статі та його типи. Механізми визначення статі у ссавців, комах, рослин, бактерій. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю. Ознаки, залежні від статі та обмежені статтю. Компенсація дози генів. Генетичні системи самостерильності та самофертильності. Характерні відмінності рослинного, тваринного та прокаріотичного геномів.

Генетика популяцій. Популяція та її основні характеристики. Генетична структура популяцій. Поліморфність і гетерозиготність. Ідеальна (менделівська) популяція. Закон Харді-Вайнберга. Дрейф генів. Порушення панміксії, інбридинг і аутбридинг. Інбридинг – аналізатор генетичної структури популяцій. Мутаційний процес як фактор динаміки генетичної структури популяцій. Ізоляція популяцій та міжпопуляційні міграції. Добір як фактор динаміки генетичної структури популяцій, коефіцієнт добору. Спрямований, стабілізуючий і дизруптивний та інші види добору. Принципи видоутворення.

## V. РАДІОБІОЛОГІЯ.

Типи іонізуючих випромінювань: електромагнітне і корпускулярне іонізуюче випромінювання. Джерела іонізуючого випромінювання.

Ядерні перетворення. Генератори іонізуючих випромінювань. Ядерна енергетика. Радіаційні аварії, найнебезпечніші аварії в ядерній енергетиці. Внесок різних джерел іонізуючих випромінювань у формування дози опромінення людини.

Одиниці дози випромінювання та радіоактивності. Співвідношення між одиницями величин дози іонізуючого випромінювання. Доза опромінення. Експозиційна доза. Поглинута доза. Еквівалентна доза. Ефективна доза.

Методи реєстрації іонізуючих випромінювань. Типи детекторів ІВ.

Трек та його структура, просторовий розподіл актів взаємодії випромінювання в опроміненій речовині. Лінійна передача енергії (ЛПЕ) речовині в залежності від типу випромінювання. Крива Брегга.

Розвиток теоретичних уявлень про механізми уражуючої дії радіації.

Мішенні і немішенні радіобіологічні ефекти. Детерміністичні та стохастичні ефекти опромінення. Поняття «малих» доз. Нестабільність геному. Апоптоз. Гормезисні ефекти. Специфіка дії хронічного опромінення.

Пряма і непряма дія іонізуючого випромінювання на молекули. Продукти радіолізу води та їх роль у променевому ураженні біологічних макромолекул. Іонізовані атоми і молекули та вільнорадикальні стани молекул.

Участь кисню в радіаційно індукованих реакціях. Активні форми кисню.

Особливості дії іонізуючої радіації на макромолекули клітини (ДНК, білки, ліпиди).

Види репарації ДНК. Репарація одониткових розривів. Види репарації двониткових розривів.

Радіобіологічний ефект. Класифікація радіобіологічних ефектів. Криві «доза-ефект». Криві виживання.

Радіочутливість різних таксономічних одиниць тваринного і рослинного світу. Радіочутливість тканин рослинних і тваринних організмів. Критичні системи організму рослин, ссавців.

Післярадіаційне відновлення клітин від потенційно летальних та сублетальних пошкоджень. Післярадіаційне відновлення рослин і тварин.

Гостра та хронічна променева хвороба. Радіаційні синдроми. Кістково-мозкове кровотворення. Шлунково-кишковий синдром. Синдром ЦНС.

Поняття радіаційного ризику. Принципи протипроменевого захисту за різних умов та доз опромінення. Протирадіаційний біологічний захист і сенсibiliзація.

Поняття радіоекології та сільськогосподарської радіоекології. Шляхи міграції радіонуклідів в екосистемах. Мінімізація надходження радіонуклідів до організму людини.

Використання іонізуючих випромінювань у різних сферах життєдіяльності людини та в наукових дослідженнях.

### ***ПИТАННЯ ЗА ДОДАТКОВИМИ КУРСАМИ (ЗА ВИБОРОМ АСПІРАНТІВ)***

#### **«Біотехнологічні підходи до покращення здоров'я людини»**

Поняття «біофармацевтики», «біосиміляр», «біобеттер». Біофармацевтики на світовому ринку та ринку України, приклади, виробники.

Рослинні системи продукції рекомбінантних сполук.

Бактеріальні системи продукції біофармацевтиків. *Escherichia coli* як основна бактеріальна система продукції біофармацевтиків, приклади терапевтичних білків, що нею продукуються.

Посттрансляційні зміни білка та їх значення в продукції біофармацевтиків. Інженерія посттрансляційних модифікацій та її роль у створенні та продукції біофармацевтиків.

Культури тваринних клітин як продуценти біофармацевтиків, їх переваги і недоліки. Трансгенні тварини для продукції біофармацевтиків.

Дріжджові системи продукції біофармацевтиків, їх переваги і недоліки. *Saccharomyces cerevisiae* та *Pichia pastoris* як системи продукції біофармацевтиків. Безклітинні системи продукції.

### **«Механізми регуляції експресії генів в еукаріотичних клітинах та їх застосування в сучасній біотехнології»**

Принципи модульності та кооперативності при взаємодії факторів транскрипції з еукаріотичними промоторами.

Синтетичні промотори. Підходи, які використовуються при їх створенні.

Методи визначення «сили» промотора та рівня експресії перенесених генів в трансгенних рослинах.

Особливості організації генетичного матеріалу та експресії генів в пластидах та мітохондріях.

Сайти внутрішньої посадки рибосом (IRES послідовності) та їх використання в векторах для генетичної трансформації рослин.

Вірусні системи експресії генів та їх використання в біотехнології для синтезу рекомбінантних білків в рослинах.

MAR та S/MAR послідовності та їх вплив на експресію гетерологічних генів.

РНК-інтерференція: історія відкриття, механізм реалізації та практичне застосування в біотехнології.

Кільцеві РНК. Взаємодія кільцевих РНК з мікро РНК та короткими інтерферуючими РНК та їх вплив на експресію генів.

Метилування ДНК в рослинному геномі як механізм регуляції експресії генів.

### **«Молекулярне клонування, експресія гетерологічних генів та продукція рекомбінантних білків в рослинних системах»**

Біотехнологія, генетична та білкова інженерія рослин: основні завдання та шляхи їх досягнення.

Молекулярне клонування та створення генетичних конструкцій, які використовують для генетичної трансформації рослин.

Методи введення чужорідної ДНК в рослинні клітини.

Стабільна та транзйентна генетична трансформація позаядерних геномів.

Методи аналізу біотехнологічних рослин.

Використання рослинних систем *in vitro* в біотехнології.

Стабільна експресія чужинних генів в рослинних системах та застосування біотехнологічних рослин.

Рослинні системи експресії гетерологічних генів та продукції рекомбінантних білків.

Транзйентна експресія чужорідних генів в рослинних системах.

Шляхи підвищення ефективності експресії перенесених генів в рослинах.

Методи аналізу та виділення рекомбінантних білків із рослин.

### **«Біотехнологічні засади добору та використання живих організмів»**

Класичні методи селекції рослин, тварин і мікроорганізмів: добір, гібридизація, гетерозис, індукований мутагенез.

Застосування методів клітинної інженерії та клітинної селекції у рослинництві та тваринництві; медицині. Створення подвоєних гаплоїдів, цибридів тощо.

Значення технології рекомбінантних ДНК для створення генетично модифікованих організмів. Молекулярні маркери.

Застосування рекомбінантних мікроорганізмів у ролі біореакторів. Трансгенні тварини та рослини для науки і промисловості. Переваги та недоліки використання клонів. Біоетика та біобезпека, законодавство, закріплення інтелектуального права.

#### **«Лікарські рослини в біотехнологічних дослідженнях»**

Біотехнологія лікарських рослин: цілі та способи підвищення біопродуктивності.

Біотехнологічні методи, що використовуються для отримання трансгенних лікарських рослин.

Переваги використання трансгенних лікарських рослин.

Особливості трансгенних лікарських рослин порівняно з вихідними формами.

#### **«Біологія стресів»**

Дія факторів середовища на організм. Поняття фізіологічного оптимуму та відхилень від нього. Реактивність організму. Закон лімітуючого фактора Лібіха. Закон Шелфорда.

Поняття загального адаптаційного синдрому. Стадії розвитку адаптаційного синдрому.

Гормони стресу тварин (савців) і рослин.

«Гострий» та хронічний стрес. Ефекти стресових впливів: гормезис, геномна нестабільність, апоптоз.

Поняття гомеостазу. Гомеостатична крива.

Адаптація до дії стресових факторів.

Час розвитку адаптації: негайна адаптація, онтогенетична, філогенетична (мікроеволюція).

Стратегії екологічної адаптації.

Біотехнологічне застосування стресових реакцій рослин.

Індукція стресовими факторами змін у вторинному метаболізмі та їх характер.

#### **«Загальна і прикладна фітоімунологія»**

Збудники захворювань у рослин. Методи молекулярної діагностики в фітоімунології.

Основні механізми генетичної мінливості у фітопатогенних мікроорганізмів.

Типи стійкості рослин. Генетичні і фенотипічні відмінності між вертикальною і горизонтальною стійкістю.

Фактори неспецифічної стійкості рослин. Біохімічні фактори горизонтальної стійкості рослин.

Елісатори. Абіогенні елісатори. Неспецифічні та специфічні біогенні елісатори.

Патоген/мікроб-асоційовані молекулярні патерни (PAMPs/MAMPs) фітопатогенів. Ендогенні, рослинні або вторинні елісатори, DAMP.

Образрозпізнаючі рецептори природного імунітету рослин (PRR). Основні типи PRR у тварин та рослин.

Трансдукція сигналу в рослинних клітинах при розпізнаванні патогену.

Реакція надчутливості рослин.

Біохімічні фактори індукованої імунної відповіді у рослин.

Системна набута стійкість у рослин. Фактори системної стійкості.

Сенсibilізація, праймінг у рослин. Молекулярні механізми праймінгу. Практичне значення праймінгу.

Принципи і методи захисту рослин від патогенів. Селекція стійких сортів. Хімічний захист. Шляхи конструювання стійких рослин методами клітинної і генної інженерії. Технології CRISPR в захисті рослин. Імунізація рослин.