

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Інститут високих технологій

Затверджено
Вченою Радою Інституту високих технологій
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
протокол №9 від 11 березня 2019 р

Голова Вченої Ради Ільченко В. В.

ПРОГРАМА

**вступних іспитів до аспірантури
зі спеціальності**

091 - біологія

Київ – 2019

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма вступного іспиту для підготовки аспірантів складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії за спеціальністю 091 «Біологія» і відображає основні компоненти дисциплін, що входять до загального курсу підготовки біологів. Метою вступного іспиту є визначення рівня теоретичної та практичної підготовки абітурієнта, визначення відповідності знань, умінь і навичок вимогам навчання в аспірантурі за обраним напрямом підготовки, їх готовності освоїти вибрану програму підготовки, виявити наукові інтереси і потенційні можливості у сфері науково-дослідної роботи. Завдання програми - дати уявлення вступникам до аспірантури про необхідний об'єм і зміст розділів і тем, які необхідні для вивчення і підготовки.

Вступний іспит до аспірантури складається з 2-х етапів. 1-й етап проводиться в письмово-усній формі. Вступнику пропонується 4 запитання в межах наведеної нижче програми, на які він/вона дає письмові відповіді, і потім усно захищає ці відповіді у співбесіді з екзаменаційною комісією. Максимальна кількість балів за 1-й етап -80. Критерії оцінювання:

0-39 балів («незадовільно»): Вступник допускає грубі помилки у володінні навчальним матеріалом, має фрагментарні знання без системного розуміння вивченого, не в змозі робити узагальнення, висновки, адекватно застосовувати теоретичні знання при розв'язанні задач.

40-60 балів («задовільно»): Вступник в цілому володіє основним змістом навчального матеріалу, може застосовувати теоретичні знання при розв'язанні задач, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому суттєві неточності та помилки; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого, виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання узагальнень та висновків. Практичні/розрахункові завдання більш як наполовину вирішені.

60-70 балів («добре»): Вступник достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, але при аналізі складних питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Практичні/розрахункові завдання вирішені більш як на 75 відсотків. Вступник здатен виділяти суттєві ознаки вивченого, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями, але може допускати окремі несуттєві помилки.

70-80 балів («відмінно»): Вступник в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних/розрахункових завдань, здатен виділяти суттєві ознаки вивченого, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями. Правильно вирішені усі розрахункові/практичні завдання.

2-й етап-презентація **дослідницької пропозиції**, яка оцінюється до 20 балів.

Дослідницька пропозиція – це авторський текст обсягом 4-5 стор., у якому викладено бажану тематику індивідуального дисертаційного дослідження вступника в аспірантуру, обґрунтовується його актуальність, коротко описується стан розробки у вітчизняній та зарубіжній науці; можливі шляхи розв'язання поставлених задач тощо. Дослідницька пропозиція оцінюватиметься за критеріями наукової новизни і оригінальності (60%), суспільно-економічної важливості або перспективності (20%), обґрунтованості та реальності її виконання за наявної матеріально-технічної бази (20%)

Максимальна сумарна кількість балів за вступний іспит (1 та 2 етап) становить 100 балів.

Вступ. Історичні відомості. Центральна догма молекулярної біології.

Структура білків. Властивості амінокислот та їх класифікація. Вторинна структура. Природа водневого зв'язку. Природа гідрофобних взаємодій. Конформаційна рухливість білкової глобули як основа для функціонування білків. Аллостерична регуляція. Основи ферментативного каталізу. Використання енергії нуклеозидтрифосфатів для здійснення енергетично невідгідних молекулярних процесів у біологічних системах.

Нуклеїнові кислоти. Структура ДНК. Хімічні компоненти ДНК. Полінуклеотидний ланцюг. Класифікація азотистих основ. Подвійна спіраль, її основні структурні риси. Антипаралельність ланцюгів подвійної спіралі. Фізико-хімічні властивості ДНК. Конформаційна інформація, що записана в послідовності нуклеотидів. Основні відомості з топології циркулярної ДНК.

Організація ДНК у клітинах. Хромосома прокаріот. Структура хроматину еукаріот. Корові гістони: їх класифікація, особливості первинної структури, гістонові димери та комплекси більш високого порядку. Структура нуклеосоми. Нуклеосомний повтор. Лінкерна ДНК та її доступність до нуклеаз. Позиціонування нуклеосом відносно послідовності. Посттрансляційні модифікації гістонів: метилування, фосфорилування, ацетилювання. Наднуклеосомна укладка хроматину: фібрила 30 нм. Петельний рівень організації хроматину, взаємодія хроматинової фібрили з ядерним матриксом.

Організація генома і структура гена. Основні риси організації геномів вірусів, бактерій, мітохондрій, еукаріот. Класифікація послідовностей ДНК, Типи транспозонів. Псевдогени. Тандемні повтори, переважні місця їхнього розташування в хромосомах. Перекриття генів у геномах вірусів. Оперонний принцип організації генів прокаріот. Мозаїчна структура генів еукаріот. Кластери генів еукаріот. Узагальнена схема гена еукаріот.

Транскрипція в клітинах прокаріот. Етапи транскрипції. Структура РНК-полімерази. Мінімальний фермент та холофермент, роль σ -фактора. Робочий цикл РНК-полімерази. Організація типового промотору. Ініціація транскрипції. Елонгація транскрипції. Механізм термінації транскрипції. Регуляція транскрипції на прикладі *lac*-оперону *E. coli*. Регуляція транскрипції на прикладі фага λ . Основні принципи регуляції транскрипції.

Транскрипція в клітинах еукаріот. Типи й спеціалізація РНК-полімераз. Особливості промоторів РНК-полімераз I та III. Промотор РНК-полімерази II, класифікація та роль його елементів. Структура РНК-полімерази II, гомологія з іншими РНК-полімеразами та РНК-полімеразою прокаріот, домен STD. Фактори транскрипції та загальний механізм їхньої дії. Базальні фактори транскрипції, їхня класифікація. Формування преініціаторного комплексу PIC. Роль білка TBP, його структура та взаємодія з ДНК. Особливості білків типу TAF. Формування PIC на промоторах, що не містять ТАТА-бокса. Робочий цикл РНК-полімерази II. Елонгація транскрипції. Різниця між базальною транскрипцією та такою, що регулюється.

Шляхи регуляції транскрипції завдяки факторам транскрипції: проксимальні елементи, модель рекрутування активаторів, енхансери та

основний механізм їхньої дії. Регуляція транскрипції у відповідь на зовнішні сигнали: тепловий шок, гормональна регуляція, роль протеїназа у регуляції транскрипції. Метилування ДНК як механізм регуляції транскрипції, принципи впливу метилування на транскрипцію. Регуляція транскрипції на рівні структури хроматину: загальні принципи; роль ацетилювання гістонів в активації генів; роль позиціонування нуклеосом у регуляції транскрипції, зони гіперчутливості до нуклеаз у хроматині, передвстановлені гени та такі, що ремодельовуються; фактори ремодельовання хроматину, їх принципова дія та механізми ремодельовання. Структура хроматину при елонгації транскрипції. Еухроматин та гетерохроматин.

Процесінг мРНК. Формування та хімічна структура кепу. Поліаденилування мРНК, його механізм та зв'язок із термінацією транскрипції. Загальна синхронізація транскрипції та процесінгу. Послідовність хімічних реакцій сплайсингу. Організація сплайсоми. Механізм каталізу реакцій сплайсингу, поняття про рибозим. Білки-регулятори сплайсингу, загальний механізм їхньої дії. Альтернативний сплайсинг. Транспорт мРНК у цитоплазму. Узагальнена первинна структура мРНК, її характерні елементи.

Рекрутування амінокислот до білкового синтезу. Генетичний код. Основні риси коду (триплетність, неперекривання кодонів, виродження). Універсальність коду. Захист коду від пошкоджень. Змістовна нерівнозначність позицій нуклеотидів у складі кодона. Узагальнена структура тРНК: первинна структура, вторинна структура (лист конюшини), просторова структура. Процесінг тРНК. Ізоакцепторні тРНК. Аміноацил-тРНК-синтетази (АРСази), їх типи та структура. Комплекс АРСаз - кодосома. Реакції, що каталізуються АРСазами: активування та акцептування амінокислоти. Хімічна структура аміноацил-тРНС (aa-тРНК). Поняття активованого хімічного зв'язку. Послідовність взаємодії АРСази із субстратами (пінг-понг механізм). Схема функціонування АРСази з двома наборами активних центрів. Специфічність АРСаз до амінокислот, механізм редагування помилок. Специфічність АРСаз до тРНК.

Структура рибосоми. Склад та номенклатура елементів рибосом прокариот та еукариот. Загальна форма субодиниць та взаємодія між ними. Типи рРНК, їхня структура та роль в організації рибосоми. Рибосомні білки та збірка рибосоми. Активні центри рибосоми, їхня номенклатура та локалізація. Розділення функцій між субодиницями рибосоми

Елонгація трансляції. Зв'язування aa-тРНК з А-сайтом рибосоми, його механізм, послідовність подій, роль та структура фактора EF-Tu. Роль гідролізу GTP у процесі зв'язування aa-тРНК, поняття про каталіз конформаційних перетворень. Транспептидація, її хімічна сутність. Пептидил-трансферазний центр, основні риси його організації. Рибосома як рибозим: механізм каталізу транспептидації. Транслокація рибосоми згідно моделі гібридних сайтів. Фактор транслокації EF-G, його структура та механізм дії. Еукаріотичні аналоги факторів елонгації. Енергетичний баланс одного циклу елонгації. Рибосома як молекулярна машина.

Ініціація трансляції у прокариот: загальний механізм, роль 16s рРНК, фактори ініціації, послідовність подій при ініціації, ініціаторна тРНК. Ініціація трансляції в еукариот: загальний механізм, фактори ініціації, послідовність подій при ініціації. Ініціаторний кодон та його впізнання.

Термінація трансляції. Стоп-кодони. Фактори термінації та механізм їхньої дії. Звільнення поліпептиду з рибосоми. Звільнення компонентів білок-синтезуючої машини та дисоціація рибосоми. Особливості термінації в еукариот,

Регуляція трансляції. Загальні особливості білкового синтезу у про- та еукариот. Регуляція трансляції на рівні ініціації, поняття про силу матриці. Регуляція на рівні елонгації. Час життя мРНК, фактори, що на нього впливають, та його роль у регуляції трансляції.

Самоорганізація білкової глобули. Структура тунелю, через який виходить із рибосоми синтезований поліпептид. Загальні відомості про самоорганізацію білкової структури. Роль рибосоми в самоорганізації білку. Шаперони та механізм їхньої дії. Пріони та механізм їх утворення.

Загальні особливості реплікації ДНК. Напівконсервативний механізм реплікації. Репликативна вилка. Реплікони. Лідируючий ланцюг та ланцюг, що запізнюється, фрагменти Оказаки. Загальні властивості ДНК-полімерази, типи ДНК-полімерази *E. coli*. Джерело помилок при реплікації та механізм їх редагування.

Молекулярна машина реплікації ДНК. Структура ДНК-полімерази та її перебудови у процесі роботи. Схема реакції приєднання нуклеотиду. Механізм каталізу формування фосфодієфірного зв'язку. Реплісома та її компоненти: хеліказа, *ssb*-білки, праймаза, лігаза та механізм її дії, урацил-ДНК-глікозидаза, топоізомерази. Просторова будова реплісоми. Холофермент ДНК-полімерази: кор-фермент, ковзний обруч, модуль завантаження ковзного обруча. Просторова організація холоферменту в реплісомі. Структура, механізм дії та збірка ковзного обруча.

Особливості реплікативної машини в еукариот. Ініціація реплікації у про- і еукариот. Реплікація й структура хроматину. Збірка хроматину в процесі реплікації. Реплікація кінців хромосом: теломераза й механізм її дії.

Молекулярні механізми репарації ДНК. Фотореактивація та інші типи прямої репарації. Експізіційна репарація. Репарація неспарених основ. SOS-репарація. Реконбінаційна репарація. Репарація дволанцюгових розривів.

Молекулярні механізми реконбінації ДНК. Гомологічна реконбінація, Сайт-специфічна реконбінація, її механізм. Формування генів імуноглобулінів. Транспозиції. Функціональна роль транспозонів. Незаконна реконбінація.

Список літератури

Основний Сингер М., Берг П, Гены и геномы: в 2т.- М., Мир, 1998.

Льюин Дж. Гены. - М., Мир, 1988, 868 с. Альбертс Б. й др. Молекулярная биология клетки: в 3 т. - М., Мир, 1993.

Додатковий Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. - М., Мир, 1978, 720 с. Lewin B. Genes VII. Oxford University Press, 2000, 990 pp.

