

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Биологический факультет



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

(для осуществления приема на обучение по
образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре)

1.5.6. Биотехнология

кафедра синтетической биологии биологического факультета МГУ

Программа рассмотрена и одобрена
Ученым советом факультета
(протокол № 6 от 26 мая 2022 г.)

Москва - 2022

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа предназначена для организации приема вступительного экзамена в аспирантуру по биотехнологии и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания (все темы и вопросы должны быть не выше ФГОС ВО магистратуры и специалитета)

II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

Основы молекулярной биологии

Молекулярная биология как фундаментальная основа биотехнологии. Влияние достижений молекулярной биологии на фундаментальную биологию, медицину и промышленность.

Структура и свойства нуклеиновых кислот

ДНК и РНК как носители генетической информации. Первичная структура нуклеиновых кислот. Номенклатура нуклеиновых кислот и их компонентов. Строение и типы нуклеотидов. Межнуклеотидные связи. Схема полинуклеотидной цепи. Различие строения и свойств РНК и ДНК. Химическая неравноценность 3'- и 5'- концевых групп. Химические и энзиматические методы деградации нуклеиновых кислот. ДНК-азы и РНК-азы.

Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двухцепочечные нуклеиновые кислоты. Пары оснований, полярность и комплементарность цепей. Положение Чаргаффа. Двойная спираль ДНК. Различные формы двухцепочечных молекул, их конформационные характеристики и взаимные переходы. Денатурация и ренатурация двойных спиралей. Одноцепочечные нуклеиновые кислоты. Сходство и отличия конформационных свойств РНК и ДНК.

Структура и свойства белков

Аминокислоты. Номенклатура, строение и свойства. Механизм образования пептидной связи. Общая стратегия определения структуры белков. Пространственная структура белков. Основные типы взаимодействий, определяющие пространственную структуру полипептидов. Связь пространственной структуры белка с последовательностью аминокислотных остатков. Вторичная структура пептидов и белков. Третичная структура белков. Понятие о доменах. Денатурация и ренатурация. Четвертичная структура белков. Биологическая роль белков. Ферменты. Классификация. Представление о биокатализе.

Структура хромосом

Два уровня организации упаковки ДНК в живой природе: "свободная" (вирусы, бактерии) и нуклеопротеидная (высшие организмы) форма. Структурная организация генетического материала в эукариотических клетках. Хромосома как клеточный дезоксинуклеопротеид (ДНП). Типы гистонов.

Структурная организация молекул гистонов. Негистоновые белки. Организация нуклеосомных фибрилл. Конденсация хроматина. Доменная организация хроматина. Метафазные хромосомы. Регуляторные белки хроматина. Структура, активного хроматина.

Репликация ДНК

Матричный синтез ДНК. ДНК-полимеразы. Точность синтеза ДНК и механизм коррекции. Основные принципы репликации. Репликационная вилка. Инициаторные белки. Кооперативность действия белков репликационной вилки. Точки начала репликации. ДНК-хеликазы и дестабилизирующие белки. ДНК-токоизомеразы. Прерывистый синтез ДНК. Фрагменты Оказаки. Репликация кольцевых молекул ДНК.

Рекомбинация и репарация ДНК

Гомологичная рекомбинация. (Общая рекомбинация). Типы генетической рекомбинации у бактерий и фагов. Сайт-специфическая рекомбинация. Основные принципы различных реакций репарации. Фотореактивация и другие виды «прямой» репарации. Фотолиаза. Репарация однонитевых разрывов ДНК. Эксцизионная репарация. Репарация неспаренных оснований. Пострепликативная и рекомбинационная репарация. SOS-репарация. Ферменты репарации. Роль процессов репарации в эволюции жизни на Земле.

Транскрипция

Структура РНК-полимераз прокариот и эукариот. Цикл транскрипции. Инициация, элонгация и терминация синтеза РНК. Антибиотики - ингибиторы транскрипции. Регуляция транскрипции у бактерий. Схема оперона Жакоба-Мано. Индукция и репрессия синтеза ферментов. Репрессор. Эффекторы. Оператор. Катаболитная репрессия. Циклическая АМР и белок-репрессор цАМР. Регуляция синтеза рибосомных РНК и белков. Факторы терминации транскрипции.

Процессинг первичных транскриптов

Процессинг у прокариот. Процессинг у эукариот. Интроны и экзоны. Сплайсинг. Процессинг РНК, синтезируемой с помощью РНК-полимеразы II эукариот. Модификация 5'-конца РНК и сплайсинг. Кэп-сайт. Процессинг 3'-конца транскрипта. Полиаденилирование.

Структура рибосомы и биосинтез белка

Общая схема биосинтеза белка. Информационная РНК и генетический код. Открытие мРНК. Расшифровка кода. Свойства кода. Структура мРНК. Первичная структура. Функциональные участки. Инициаторные кодоны. Понятие об моноцистронных и полицистронных мРНК. Терминаторные кодоны. Транспортные РНК и аминоацил-тРНК-синтетазы. Структура тРНК.

Аминоцилирование тРНК. Реакция акцептирования аминокислоты. Специфичность аминоацилирования тРНК. Сверхспецифичность по отношению к аминокислоте и к тРНК.

Структура рибосомы. Малая и большая субчастицы. Диссоциация и реассоциация рибосомы. Рибосомные РНК и рибосомные белки. Значение рибосомной РНК. Виды рибосомных РНК. Структурные домены и компактная самоукладка молекулы РНК. Взаимодействие рибосомных белков с рибосомными РНК.

Функциональные активности и функциональные участки рибосомы

Рабочий цикл рибосомы. Функции связывания. Связывание и удержание матричного полинуклеотида (мРНК - связывающий участок). Удержание пептидил - мРНК или деацетилированной - мРНК (мРНК-связывающий Р-участок). Связывание аминоацил-мРНК (мРНК-связывающий А-участок). Е-участок и его функции. Связывание белковых факторов трансляции и ГТФ (факторсвязывающий участок). Каталитические функции. ГТФ-аза. Пептидилтрансфераза. Функции перемещений лигандов (транслокация).

Трансляция

Этапы трансляции: инициация трансляции, элонгация терминация. Инициация трансляции и ее регуляция у прокариот. Инициирующие кодоны. Белковые факторы инициации и их функции. Образование начального комплекса (ассоциация рибосомы) с матричным полинуклеотидом. Последовательность событий в процессе инициации. Инициация трансляции и ее регуляция у эукариот. Особенности эукариотической мРНК. Информосомы. Особенности инициации в эукариотических системах. Инициаторная тРНК. Белковые факторы инициации и ГТФ.

Элонгация. Кодон - антикодоновое взаимодействие. Факторы элонгации трансляции. Участие фактора элонгации (EF-Tu или EF-l) в связывании аминоацил-тРНК. EF-Tu и его взаимодействия. Связывание тройственного комплекса с рибосомой. Этапы элонгации полипептидной цепи и молекулярные механизмы. Блокирование элонгации токсинами бактериального и растительного происхождения. Терминация трансляции. Кодоны терминации. Белковые факторы терминации. Последовательность событий в процессе терминации.

Генная инженерия

Предмет генной инженерии. Предпосылки и этапы развития генной инженерии. Основные направления генной инженерии. Генная инженерия микроорганизмов. Основные достижения генной инженерии микроорганизмов (фармацевтика, вакцины суперпродуценты и биодеграданты, продуценты низкомолекулярных соединений, ферменты для молекулярной биологии и генной инженерии). Генная инженерия животных. Генотерапия человека. Генная инженерия растений. Основные направления получения трансгенных растений устойчивых к биотическим и абиотическим факторам, с измененным качественным и количественным составом питательных веществ.

Методы выделения и очистки нукleinовых кислот. Методы выделения ДНК и РНК. Особенности выделения ДНК из прокариотических и

эукариотических организмов. Методы количественного и качественного анализа нуклеиновых кислот.

Рекомбинантная ДНК. Технология получения рекомбинантных ДНК. Ферменты генной инженерии

Использование ДНК-зависимые ДНК-полимераз в генной инженерии. Реп Свойства ДНК-полимераз. ДНК-полимераза I E coli и фрагмент Кленова. Методы введения в ДНК меченых нуклеотидов. Термостабильные ДНК-полимеразы.

Полимеразная цепная реакция (PCR). Свойства Таq-ДНК-полимеразы. Компоненты реакционной среды и их влияние на специфичность и эффективность реакции. Праймеры для ПЦР, принципы дизайна. Различные типы полимеразной цепной реакции и особенности их использования.

РНК-зависимые ДНК-полимеразы (ревертазы). Использование РНК- зависимые ДНК-полимераз для синтеза кДНК.

Нуклеазы. Типы нуклеаз. Применение экзо- и эндонуклеаз в генной инженерии. Ферменты рестрикции и модификации нуклеиновых кислот. Механизмы реакции рестрикции. Классификация систем рестрикции и модификации. Номенклатура и характеристика. Рестриктазы II типа и их использование в генной инженерии. Условия действия рестриктаз. Изоизомеры, изокаудомеры, неоизомеры. Типы концов ДНК, образующихся под действием рестриктаз. ДНК-лигазы и РНК-лигазы. Механизм реакции, осуществляющей Т4-ДНК-лигазой. Использование в генной инженерии полинуклеотидкиназ, трансфераз, фосфатаз, ДНК-метилаз и ДНК-гликозилаз.

Клонирование

Этапы клонирования ДНК. Понятие вектора. Типы векторов. Вектора для клонирования. Емкость вектора. Плазмидные векторы. Особенности бактериальных плазмид, используемых при конструировании векторных молекул. Векторы для клонирования продуктов ПЦР. Векторы на основе бактериофага. Способы упаковки рекомбинантной ДНК в фаговые частицы. Космидные и фазмидные векторы. Сверхъемкие векторы YAC, BAC и PAC. Особенности клонирования в сверхъемких векторах. Искусственные хромосомы животных и человека. Интегрирующие и бинарные векторы. Идентификация рекомбинантных клонов.

Векторы для экспрессии. Основные компоненты векторов для экспрессии. Типы используемых промоторов. Особенности промоторов. Конструирование экспрессирующих векторов и их функционирование. Методы очистки рекомбинантных белков. Векторы для трансформации прокариотических и эукариотических клеток. Векторы для трансформации клеток растений и животных.

Биологические, химические, физические и механические методы введения рекомбинантных ДНК в клетки. Компетентность бактериальных клеток. Трансформация и трансфекция бактериальных клеток. Способы введения ДНК в культивируемые клетки животных и растений. Микроинъекции и биобалистика клеток.

Геномные библиотеки (клонотеки). Библиотеки геномной ДНК и кДНК. Способы их получения. Оценка репрезентативности библиотек. Случайные и упорядоченные библиотеки. Скрининг библиотек. ДНК\ДНК и ДНК\РНК гибридизация. Саузерн- и Нозерн блот гибридизация. Зонд. Получение меченых последовательностей нуклеиновых кислот. Гомологичные и гетерологичные зонды. Использование антител для отбора клонов в экспрессирующих клонотеках. Клонирование *in silico*. Позиционное клонирование. Повторный скрининг клонотек и субклонирование рекомбинантных ДНК.

Системы экспрессии рекомбинантных генов. Бесклеточные белоксинтезирующие системы. Бактериальные системы для экспрессии. Клетки дрожжей как экспрессирующие системы. Системы экспрессии, основанные на культуре клеток млекопитающих.

Экспрессия генов. Виды РНК прокариот и эукариот. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции. Изменение уровней экспрессии генов. Транскриптом и методы его изучения. Нозерн-блоттинг. Тканеспецифические и органспецифические кДНК библиотеки. Вычитание библиотек.

Малые интерферирующие РНК (siRNA) и их роль в регуляции экспрессии.

Белковая инженерия. Два основных направления исследований в белковой инженерии: рациональный дизайн белковых молекул и их направленная эволюция. Основные этапы проектирования новых белков и ферментов.

Механизмы белкового сплайсинга. Использование белкового сплайсинга для получения рекомбинантных белков. Методика отбора белков с заданными свойствами. Понятие молекулярного дисплея: фаговый дисплей; клеточный дисплей; рибосомный дисплей и мРНК-дисплей.

Исследование белок-белковых взаимодействий с использованием tandemной аффинной очистки и масс-спектрометрии. Гибридные системы в исследовании белков. Дрожжевая дигибридная система оценки белок-белковых взаимодействий.

Методы направленного мутагенеза

Методы введения случайных мутаций. Получение делеций и вставок. Мутагенез с использованием олигонуклеотидов: метод ПЦР с перекрывающимися праймерами; мегапраймеры в направленном мутагенезе; получение нескольких мутаций в последовательных раундах ПЦР.

Биотехнологии клеток позвоночных

Биотехнологии в медицинской генетике

Ассоциативные исследования с использованием высокоплотных микроматриц ДНК. Однонуклеотидные полиморфизмы, как маркеры сцепления. Моногенные и полигенные заболевания человека. Методические основы анализа данных по ассоциативным исследованиям. Учет этнического фона пациентов. Евразийские этнические карты. Персональная геномика будущего.

Биотехнология в эпигенетике

Эпигенетика. Краткий экскурс в историю эпигенетики. Деминуция хроматина. Основные эпигенетические характеристики клеток позвоночных. Современные биотехнологии для определения спектра экспрессирующихся генов клетки/ткани. Современные биотехнологии для определения метилирования ДНК, статуса гистоновых модификаций и профиля связывания транскрипционных факторов. Определение метилирования ДНК с однонуклеотидным разрешением. Диплоидный геном с фазированными аллелями, как идеальная модель изучения взаимосвязи генетических и эпигенетических факторов. Эпигенетические отличия в ДНК монохориальных и дихориальных гомозиготных близнецов.

Биотехнологии соматических клеток позвоночных

Клетки позвоночных, как фабрики для производства ценных белков. Моноклональные и поликлональные антитела. Получение, характеристика, стратегия использования. Специфическое выключение генов позвоночных (короткие интерферирующие РНК и блокаторы трансляции). Современные методы инактивации генов с применением энхансерных, генных и промоторных ловушек. Системы сайт-специфической рекомбинации Cre/Lox.

Биотехнологии стволовых клеток

Эмбриональные стволовые клетки. Стволовые клетки взрослого организма. Индуцированные плюрипотентные стволовые клетки. Проблемы канцерогенеза при индуцировании плюрипотентности. Трансгенные животные, нокауты (knock-out) и нокины (knock-in). Нокаутные мыши, как модели изучения функционирования отдельных генов и модели заболеваний.

Трансгенные животные, как биофабрики. Основные способы получения трансгенных животных (инъекция ДНК в пронуклеусы яйцеклеток после оплодотворения, использование стволовых клеток; применение рекомбинантных вирусов для заражения эмбриональных клеток зародыша). Клонирование организма. Основные проблемы клонирования. Заместительная клеточная терапия у животных и человека. Химерное терапевтическое клонирование с использованием животных оплодотворенных яйцеклеток и ядер клеток человека. Подходы к генотерапии наследственных и приобретенных заболеваний.

Биотехнология растений

Понятие о клеточной инженерии. Культура изолированных клеток, тканей и органов растений в биотехнологии. Основные направления исследований в клеточной инженерии.

Тотипатентность клеток. Особенности пролиферация в культуре клеток. Морфогенез в культуре изолированных клеток, тканей и органов растений: гистогенез, эмбриогенез, органогенез (корневой, стеблевой, флоральный). Индукция морфогенеза с помощью фитогормонов и физических факторов. Генетические и эпигенетические основы морфогенеза.

Каллусная ткань. Цитоморфологические особенности и фазы ростового цикла каллусных клеток. Цитологические и физиологические изменения, происходящие в клетке при ее дедифференцировке. Генетическая гетерогенность каллусных клеток, культивируемых *in vitro*. Гормоны, индуцирующие дедифференцировку и переход клетки к делению. Использование культуры каллусных клеток в клеточной селекции и генной инженерии. Использование супензионных культур для получения вторичных метаболитов.

Оплодотворение *in vitro* в целях преодоления программной несовместимости растений. Культура изолированных семяпочек и зародышей в целях преодоления постгамной несовместимости, восстановления растительного разнообразия, получения искусственных семян.

Получение гаплоидных растений. Культивирование изолированных пыльников, пыльцы и микроспор. Способы получения гаплоидных, дигаплоидных и автодигаплоидных линий растений. Андрогенез, партеногенез, гиногенез.

Использование генетической вариабельности клеток в культуре *in vitro* для получения сомаклональных вариантов. Генетические и эпигенетические изменения признаков у сомаклональных вариантов. Получение индуцированных мутантов на клеточном уровне. Клеточная селекция. Современные методы клеточной селекции для получения биотехнологических форм растений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам. Изолированные протопласты растений, их получение и культивирование. Способы слияния изолированных протопластов и с скринингом соматических гибридов. Генетические изменения клеток в процессе соматической гибридизации. Элиминация и сегрегация ядер, хромосом, цитоплазматических геномов. Технология получения безвирусных растений.

Генная инженерия растений

Объект и методы исследований. Направления исследований генной инженерии растений. История развития генной инженерии.

Клонирование, вектора для клонирования, экспрессии, трансформации. Клонирование с помощью PCR. Типы векторных систем для клонирования. Особенности их организации. Особенности геномных библиотек растений. Вектора для экспрессии. Особенности экспрессионных растительных векторов. Проблемы гетерологичной экспрессии.

Вектора для трансформации растений. Механизм образования неоплазий у растений. Типы агробактериальных плазмид. Строение Ti-плазмид и Ri – плазмид. Строение Т-ДНК. Молекулярные механизмы трансформации растительной клетки и роль Т-ДНК и генов vir-области. Типы векторов для трансформации растений: векторы на основе Ti- и Ri- плазмид агробактерий, векторы на основе хлоропластной ДНК, вирусов растений, транспозонов растений. Основные элементы векторов для трансформации. Маркерные гены и гены-репортеры. Системы контроля экспрессии рекомбинантных генов у растений. Бинарные и коинтегративные вектора.

Проблемы экспрессии трансформированных генов. Экспрессия прокариотических и эукариотических генов.

Трансформация растительных клеток. Методы трансформации. Методы прямой трансформации (биобаллистика, вакуумная инфильтрация, микроинъекция, электропорация). Механизмы трансформации методом биобаллистики. Трансформация пластид. Методика проведения агробактериальной трансформации. Сайт-направленная трансформация. Сравнительная характеристика методов и возможности их применения для трансформации однодольных и двудольных растений.

Получение трансгенных растений. Методы анализа трансгенных растений. Доказательство трансгенной природы трансформированных растений. Экспрессия генов в растениях. Процессинг мРНК, Проблемы гетерологичной экспрессии в геноме растений. Транзиентная экспрессия.

Трансгенные растения

Растения-биофабрики, введение в промышленную биотехнологию. Получение трансгенных растений устойчивых к биотическим факторам среды – к насекомым вредителям, к вирусной, грибной, бактериальной инфекциям. Получение трансгенных растений устойчивых к абиотическим факторам среды – к гербицидам, стрессовым воздействиям, например засоление, засуха, температура. Получение трансгенных растений с измененным составом белков, жиров, сахаров и органических кислот. Использование достижений биотехнологии растений в сельском хозяйстве.

Транспластомные растения

Преимущества использования пластид растений для экспрессии трансгенов. Пластидная трансформация как альтернатива трансформации ядерного генома растений. Биология пластид. Специфика пластомного генома. Специфика векторных конструкций для пластомной трансформации. Необходимость оптимизации кодонов. Методы трансформации пластидного генома (биобаллистика, трансформация, с помощью полиэтиленгликоля, микроинъекции с использованием галистана). Современное использование транспластомных растений.

Биотехнология прокариот

Организация генома прокариот, плазмиды, вирусы бактерий. Методы изучения структуры генома прокариот. Репликация ДНК прокариот, мобильные элементы. Генная инженерия прокариот: типы векторов клонирования и экспрессии, особенности регуляции транскрипции и трансляции, создание штаммов-продуцентов рекомбинантных белков.

Ферменты для промышленной биотехнологии, их идентификация, получение и области применения. Классическая селекция штаммов-продуцентов и метаболическая инженерия – конструирование штаммов с целенаправленно изменённым метаболизмом.

Биотехнология дрожжей и мицелиальных грибов

Морфология дрожжевой клетки; Таксономия и жизненный цикл сахаромицетов. Использование дрожжей в «традиционной» биотехнологии; Антибиотики и другие фармацевтически важные вторичные метаболиты грибов – механизмы биосинтеза и транспорта. Методы генетического манипулирования с мицелиальными грибами.

Стратегии создания рекомбинантных промышленных штаммов грибов с улучшенными производственными характеристиками. Геномные исследования промышленных штаммов грибов.

Анализ геномов как основа постгеномной биотехнологии

Структурная, функциональная и сравнительная геномика. Структурная геномика. Геном. Исследование структурно-функциональной организации генома. Особенности строения генома прокариот и эукариот. Уникальные и повторяющиеся последовательности. Представленность различных типов последовательностей в геномах. Строение генов. Типы инtronов, эволюция инtronов. Семейства генов и псевдогены, дивергенция генных семейств. Типы повторяющихся последовательностей генома. Мобильные элементы. Типы мобильных элементов прокариот и эукариот. Мини- и микросателлитные последовательности. Роль мобильных элементов и повторяющихся последовательностей в эволюции генов и геномов. Ядерный геном. Пластидный и митохондриальные геномы. Особенности строения митохондриального генома животных и растений. Использование пластидной и митохондриальной ДНК для таксономических и филогенетических исследований.

Функциональная и сравнительная геномика. Сравнительная характеристика геномов бактерий, архей и эукариот. Методы анализа генома. Понятие маркера. Мономорфизм и полиморфизм. Типы маркеров. Белковые маркеры. Молекулярные маркеры. Принципы выбора последовательностей для анализа. Монолокусный и мультилокусный анализ. Генетические и физические карты генома. Построение генетических карт сцепления. Использование хромосомных перестроек и синтеза геномов для построения карт сцепления. Цитогенетический и псевдогенетический анализ генома. Методы гибридизации *in situ* (FISH и GISH методы). Физические карты низкого и высокого разрешения. Метод «Прогулки по хромосоме» и метод дробовика. Рестриктный анализ. Методы мультилокусного анализа ДНК. AFLP метод анализа и его использование в картировании. Анализ полиморфизма мини- и микросателлитных последовательностей (VNTR, DAMD-PCR и SSR анализ). Аллельная вариабельность гена. EST-маркеры (маркеры экспрессирующихся последовательностей) и их использование для построения карт кДНК. Детекция точковых мутаций и инделей. Точковый нуклеотидный полиморфизм (SNP). SNP-маркеры, их ассоциация с наследственными заболеваниями. ДНК-диагностика и генотипирование. Методы TILLING и EcoTILLING. Определение аллельного статуса гена у полиплоидов методом пиресевенирования.

Методы секвенирование геномов. Определение первичной последовательности ДНК. Методы ферментативного (метод Сэнгера) и химического (метод Максама-Гилберта) секвенирования. Секвенирование и микроматрицы ДНК. Современные технологии секвенирования ДНК.. Микроматрицы ДНК. Основные геномные проекты.

Системная биология. Методы получения и анализа данных в системной биологии, принципы системного подхода, стратегиях моделирования биологических систем.

III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПОДГОТОВКИ

Реферат по избранной специальности подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

IV. ПРИМЕРЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ

Билет №1

Вопрос 1. Организация нуклеосомных фибрилл. Конденсация хроматина. Доменная организация хроматина. Метафазные хромосомы. Регуляторные белки хроматина. Структура активного хроматина.

Вопрос 2. Использование дрожжей в «традиционной» биотехнологии; Антибиотики и другие фармацевтически важные вторичные метаболиты грибов – механизмы биосинтеза и транспорта. Методы генетического манипулирования с мицелиальными грибами.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

Билет №2

Вопрос 1. Структура мРНК. Первичная структура. Функциональные участки. Инициаторные кодоны. Понятие об моноцистронных и полицистронных мРНК. Терминаторные кодоны. Транспортные РНК и аминоацил-тРНК-синтетазы.

Вопрос 2. Биологические, химические, физические и механические методы введения рекомбинантных ДНК в клетки. Компетентность бактериальных клеток. Трансформация и трансфекция бактериальных клеток.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ОСНОВНАЯ

Альбертс Брюс, Брей Деннис, Хопкин Карен, Джонсон Александр, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уолтер Питер. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний. 2018.

Франк-Каменецкий М. Д. Самая главная молекула. От структуры ДНК к биомедицине XXI века. М., Альпина нон-фикшн. 2018.

Современная микробиология. Прокариоты (ред.: Ленгелер Й., Древс Г., Шлегель Г.) в 2-х томах, М., Мир. 2005.

Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину (перевод 10-го англ. издания). М., Лаборатория знаний. 2017.

Лутова Л. А. Биотехнология высших растений. СПбГУ. 2019.

Льюин Б. Гены. М., Бином. 2011.

Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издаательство. Новосибирск. 2004.

Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — Москва: Мир. 2002.

Патрушев Л.И. Экспрессия генов. М. Наука. 2000.

Патрушев Л.И.. Искусственные генетические системы. Т.1. Генная и белковая инженерия. М. Наука. 2004.

Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. Санкт-Петербург. 2002.

Сингер М., Берг П. Гены и Геномы. М.:Мир.1998.

Егорова Т.А. Основы биотехнологии. М.: Академия. 2005.

Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. М.: Колос, 2004.

Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издаательство. Новосибирск. 2003.

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

Дебабов В.Г., Лившиц В.А. Биотехнология. В 8 книгах. Кн. 2. Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов: учеб. пособие. М.: Высшая школа. 2013.

Новое в клонировании ДНК. Методы. Под редакцией Д. Гловера. М.: Мир. 1989.

Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Методы генетической инженерии: Молекулярное клонирование. Пер. с англ. М.: Мир. 1984.

Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х томах. М.: Мир. 1989.

Биотехнология. Принципы и применение. Под редакцией Н. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонсона. М.:Мир. 1988.

Лутова Л. А, Ежова Т. А., Додуева И. Е., Осипова М. А.. Генетика развития растений: для биологических специальностей университетов. Под ред. С. Г. Инге-Вечтомова 2-е изд. перераб. и доп. СПб.: "Изд-во Н-Л", 2010.

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале. При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше.

VI. АВТОРЫ

1. Попов Владимир Олегович, д.х.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой синтетической биологии.
2. Машко Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, профессор кафедры синтетической биологии.
3. Страховская Марина Глебовна, д.б.н., доцент кафедры синтетической биологии.