

**АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»
(АНОО ВО «УНИВЕРСИТЕТ «СИРИУС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор АНОО ВО «Университет «Сириус»



Л.Г. Кирьянова

2024 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступающих на обучение по образовательной программе,
высшего образования – программе магистратуры
«Генетика и биотехнология растений»
по направлению подготовки 06.04.01 Биология

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора
по образовательной деятельности

Е.В. Саврук

Исполнительный директор
Научного центра генетики и наук о жизни

А.Э. Сазонов

Руководитель
Приемной комиссии

Б.Е. Кадлубович

Федеральная территория «Сириус», 2024

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры «Генетика и биотехнология растений» по направлению подготовки 06.04.01 Биология (далее – образовательная программа).

В программу вступительных испытаний включено описание форм и процедур вступительных испытаний, представлено содержание тем и критерии оценки.

Цель проведения вступительных испытаний – отбор наиболее подготовленных поступающих на обучение по образовательной программе, в том числе определение уровня их готовности к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Основные задачи вступительных испытаний:

- выявление и оценка уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций поступающего;
- определение уровня готовности к научно-исследовательской и проектной деятельности, работе в составе научно-исследовательских коллективов;
- выяснение познавательной и мотивационной сферы поступающего;
- выявление научных интересов;
- определение уровня научно-технической эрудиции и языковой подготовки поступающего.

Вступительные испытания проводятся в форме письменного экзамена и собеседования. Каждое вступительное испытание оценивается по стобалльной шкале. Язык (языки) проведения письменного экзамена – русский, собеседования – русский и английский.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 90 минут.

Продолжительность собеседования: 15 – 30 минут.

1. ТЕМЫ, ВКЛЮЧЕННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

- 1.1 Общая генетика;
- 1.2 Молекулярные основы генетики;
- 1.3 Основы генетической и геномной инженерии;
- 1.4 Биоинформатика и основы геномики;
- 1.5 Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус»;
- 1.6 Нормативные правовые акты Российской Федерации, определяющие направления развития науки и отраслей экономики.

2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕМ

2.1 Общая генетика: Предмет генетики. Наследственность и изменчивость. Ген, генотип и фенотип. Место генетики среди биологических дисциплин. Значение генетики для решения задач биотехнологии, экологии и селекции. Методы генетики. Модельные объекты в генетике растений. Роль модельных объектов в развитии генетики и генетических технологий. Растения как объект генетических исследований: преимущества и недостатки. Основные направления исследований в генетике растений. Генетика растений - фундаментальная и прикладная наука. Генетическая информация. Доказательство генетической роли нуклеиновых кислот. Центральная догма молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты, их структура, свойства и функции. Генетический код. Локализация генов в хромосомах. Роль цитоплазматических органелл в передаче наследственной информации. Деление клетки. Митоз. Мейоз. Гаметогенез. Кариотип. Цитологические основы законов наследования. Генетический анализ. Наследственный признак. Признаки качественные и количественные. Моногибридное и полигибридное скрещивания. Аллели и типы их взаимодействий. Множественный аллелизм. Статистический характер расщеплений. Условия выполнения менделевских закономерностей наследования признаков. Взаимодействие генов: комплементарность, эпистаз, полимерия (кумулятивная и некумулятивная). Особенности наследования количественных признаков (полигенное наследование). Представление о генотипе как сложной системе взаимодействующих генов. Плейотропия. Сцепленное наследование признаков. Группы сцепления. Кроссинговер. Интерференция. Линейное расположение генов в хромосомах. Генетические карты. Митотический кроссинговер. Хромосомная теория наследственности и роль Т. Моргана в ее формировании. Критерии нехромосомного наследования. Материнский эффект. Пластидная наследственность. Митохондриальная наследственность. Взаимодействие ядерных и неядерных генов. Понятие о наследственной и ненаследственной изменчивости. Модификационная изменчивость. Взаимодействие генотипа и окружающей среды. Норма реакции генотипа. Пенетрантность и экспрессивность. Мутационная изменчивость. Геномные изменения: полиплоидия (эуплоидия и анеуплоидия). Автополиплоидия. Аллополиплоидия. Межвидовая гибридизация. Хромосомные перестройки. Внутри- и межхромосомные перестройки: делеции, дупликации, инверсии, транслокации, транспозиции. Генные мутации. Классификация генных мутаций. Мутации в соматических и генеративных клетках. Генетическая регуляция процессов онтогенеза. Онтогенез как реализация наследственно детерминированной программы развития. Действие генов в раннем эмбриогенезе. Группы генов, действующие в раннем онтогенезе на примере дрозофилы и мыши. Гомеозисные гены. Тканеспецифическая активность генов.

Генетические процессы в популяциях. Вид и популяция. Частоты фенотипов, генотипов, генов и аллелей. Математические модели в популяционной генетике. Закон Харди-Вайнберга. Генетическая гетерогенность популяций. Факторы динамики генетического состава популяции: ограничение численности (дрейф генов, эффект «бутылочного горлышка»), мутации, миграции, естественный отбор. Взаимодействие факторов динамики генетической структуры в природных популяциях. Внутрипопуляционный генетический полиморфизм.

2.2 Молекулярные основы генетики: Структура ДНК. Модель репликации по Уотсону и Крику - полуконсервативный способ репликации ДНК. Роль генетического анализа в исследовании сложных биологических процессов. Особенности организации и репликации хромосом про- и эукариот. Основные принципы репликации: матричный процесс, комплементарный, полуконсервативный, однонаправленный (направления роста и полярности цепей ДНК), полунепрерывный - отстающая и лидирующая цепи, необходимость в праймерах. Представление о функциях основных белков, принимающих участие в репликации ДНК. Репликация и метилирование ДНК. Компартиментализация эукариотического ядра. Ядрышко и другие ядерные компартменты. Транскрипционные и репликационные фабрики. Позиционирование интерфазных хромосом в клеточном ядре. Транскрипция и посттранскрипционные преобразования РНК. Транскрипционные факторы. "Эукариотические элементы" в регуляции транскрипции. Процессинг РНК. Особенности процессинга, интроны, сплайсинг. Классификация интронов. Биосинтез и посттрансляционная модификация белков. Общая схема биосинтеза белка. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки. Расшифровка и общие свойства генетического кода. Рибосомы, их локализация в клетке. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Стадии трансляции. Морфология рибосом, рибосомные РНК, их виды, структура. Значение рибосомной РНК. Рибосомные белки, их разнообразие, белковые комплексы, их взаимодействие с рибосомальной РНК. Фолдинг белков. Роль шаперонов. Посттрансляционные модификации белков. Механизм белкового сплайсинга. Биологическое значение белкового сплайсинга. Молекулярные механизмы регуляции действия генов. Уровни регуляции экспрессии генов. Хроматин. Эухроматин и гетерохроматин. Метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов. Регуляция на уровне транскрипции. Принципы регуляции действия генов у прокариот. Принципы негативного и позитивного контроля; регуляторные белки, индукторы, корепрессоры и ингибиторы. Схема строения и функционирования прокариотического гена. Оперонные системы регуляции (теория Жакоба и Моно). Принципы негативного и позитивного контроля на примере лактозного оперона *E.coli*. Генетический анализ лактозного оперона. Полярные мутации у прокариот и их связь с оперонной организацией генов и особенностью

транскрипции и трансляции. Принципы регуляции действия генов у эукариот. Схема строения и функционирования эукариотического гена, кодирующие и некодирующие гены. Эпигенетическая регуляция экспрессии генов – изменение экспрессии генов, вызванных механизмами, не затрагивающими последовательности ДНК. Молекулярные механизмы эпигенетических изменений. Метилирование ДНК. Модификации гистонов. Ремоделирование хроматина. Прионы. МикроРНК (miРНК). Регуляторные РНК у бактерий. Некодирующие РНК у эукариот. РНК-интерференция и РНК-сайленсинг. РНК-интерференция: основные свойства и механизм. Источники двухцепочечной РНК и биологическая роль РНК-интерференции. Малые регуляторные РНК (siRNA и miRNA) у эукариот. Биологическая роль miРНК. Молекулярные основы генетической рекомбинации. Типы рекомбинации: гомологичная или общая рекомбинация (кроссинговер), сайт-специфическая рекомбинация, транспозиция, незаконная рекомбинация. Общая схема кроссинговера. Транспозиция. Схема строения мобильных элементов и их инсерции в ДНК-мишень. Мобильные элементы эукариот: транспозоны и ретротранспозоны. Автономные и неавтономные мобильные элементы. Транспозоны: строение и механизм транспозиции. Биологическая роль мобильных элементов в онтогенезе и филогенезе. Использование мобильных элементов в генетической инженерии. Генетический контроль мутационного процесса. Точковые мутации, миссенс-мутации нейтральные (неконсервативные) и радикальные (неконсервативные), нонсенс-мутации, мутации со сдвигом рамки считывания (frameshift). Индуцированный мутагенез. Генетический контроль репарационных процессов. Основные ферменты, участвующие в репарации (эндонуклеазы, экзонуклеазы, ДНК-полимеразы, ДНК-лигаза, хеликазы).

2.3 Основы генетической и геномной инженерии: теоретические основы генетической инженерии. Задачи и методология генетической инженерии. Схема типичного эксперимента. Системы рестрикции и модификации ДНК. Характеристика рестриктаз II типа. Рестрикционные фрагменты. Синтез и клонирование кДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Основы ПЦР. Использование ПЦР для получения и анализа рекомбинантных молекул ДНК. Клонирование ПЦР-фрагментов. Векторы для клонирования ПЦР-фрагментов. Использование ПЦР для секвенирования ДНК. Применение ПЦР в генетическом анализе. Методы отбора и анализа рекомбинантных молекул ДНК. Понятие о векторах. Методы, основанные на гибридизации нуклеиновых кислот. Принципы гибридизации нуклеиновых кислот. Способы переноса нуклеиновых кислот на мембранные фильтры: гибридизация в пятнах (“dot-blotting”, гибридизация колоний и фаговых бляшек *in situ*, гибридизация ДНК по Саузерну (Southern- blotting) и РНК (Northern-blotting) на мембранах. Способы введения метки в нуклеиновые кислоты. Радиоактивные и нерадиоактивные метки. Методы выявления меченных

нуклеиновых кислот. Гибридизация белков на мембранах (Western-blotting). Иммунологические методы анализа. Первичные и вторичные антитела. Методы введения рекомбинантных молекул в клетки различных организмов. Основы генетической инженерии растений. Ti-плазмиды *Agrobacterium tumefaciens*: структурно-функциональная организация и использование для трансформации клеток растений. Технология получения трансгенных растений. Основы генетической инженерии животных. Векторы клонирования для животных. Введение генов в зародышевые и соматические клетки животных. Методические подходы получения трансгенных животных. Трансгенные растения и животные как биореакторы. Направленное изменение структуры и экспрессии гена. ПЦР как метод введения направленных мутаций в ДНК. Методы инактивации генов эукариот. Использование транспозонного мутагенеза для инактивации гена у эукариот. Нокаун гена – инактивация гена на посттранскрипционном уровне с использованием РНК-интерференции. Тканеспецифичное «выключение» гена. Общие представления о методах геномного редактирования. Значение генетической инженерии для решения задач биотехнологии, сельского хозяйства, медицины и различных отраслей народного хозяйства. Использование методов генетической инженерии для изучения фундаментальных проблем генетики и других биологических наук. Социальные аспекты генетической инженерии. Этические проблемы получения и использования трансгенных животных. Генетически модифицированные продукты питания – проблема ГМО.

2.4 Биоинформатика и основы геномики: Биологические базы данных. Центры биологических баз данных. Реферативные базы данных и поиск научной литературы. Базы данных нуклеотидных последовательностей. Базы данных белковых последовательностей. Базы данных результатов секвенирования. Таксономические базы данных. Методы определения первичной структуры ДНК. Автоматическое секвенирование ДНК. Современные методы секвенирования геномов – NGS (next generation sequencing). Сравнение технологий секвенирования NGS. Транскриптомика. Протеомика.

2.5 Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус»: миссия, цели и задачи университета. Основные принципы деятельности. Приоритетные направления развития.

2.6 Нормативные правовые акты Российской Федерации, определяющие направления развития науки, технологий и приоритетных отраслей экономики:

Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;

Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;

Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;

Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»;

Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»);

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утв. Правительством Российской Федерации;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 – 2030 годы)»;

Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 313 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество»»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.11.2013 № 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года».

Рекомендуемая литература:

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Санкт-Петербург: Издательство Н-Л, 2015.
2. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство, 2007 г.
3. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюису М.: Лаборатория знаний, 2017.
4. Альбертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. В 3 т. R&D Dynamics, 2013.
5. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. Издательство СПбГТУ, 1999.
6. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство. 2004.
7. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. Издательство: Эко-Вектор, 2016 г.
8. Леск А. Введение в биоинформатику/ М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2017.

9. Лутова Л.А., Матвеева Т.А. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений. Издательство – Эко-Вектор, 2016.

10. Стратегия развития Университета «Сириус»: <https://siriusuniversity.ru/about/concept>.

3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ПИСЬМЕННОГО ЭКЗАМЕНА

3.1. Тестовые задания (оцениваются максимально в 2 балла каждый):

1. Сколько генотипических классов будет в потомстве от скрещивания AaBBccDd x AaBbCcdd?

А. 81

Б. 54

В. 36

Г. 24

2. Что может привести к нарушению закона независимого наследования признаков?

А. Расположение генов в разных хромосомах

Б. Расположение генов в одной хромосоме

В. Наличие у гена более двух аллелей

Г. Полимерное взаимодействие генов

3. Аллели:

А. Это результат дупликации гена

Б. Это варианты одного гена

В. Могут быть только у диплоидных организмов

Г. Находятся на одной хромосоме

4. Явление, при котором несколько локусов однонаправленно влияют на формирование признака, называется

А. Полимерия

Б. Полиморфизм

В. Пенетрантность

Г. Плейотропия

5. Кроссинговер может происходить:

А. В профазе первого деления мейоза

Б. В профазе второго деления мейоза

В. Только между несестринскими хроматидами

Г. В митозе

6. У мыши мужской пол будут иметь особи с кариотипом:

А. XX

Б. XY

В. ХХУ

Г. Х0

7. При сцеплении гена с X-хромосомой будет наблюдаться:

А. Наследование "от отца к сыну"

Б. Наследование "от матери к дочери"

В. Крисс-кросс наследование в одном из реципрокных скрещиваний

Г. В одном из реципрокных скрещиваний минимальный фенотипический класс F2 будет представлен только особями гетерогаметного пола

8. При полимерном взаимодействии двух генов во втором поколении от скрещивания чистых линий возможно расщепление:

А. 12:3:1

Б. 15:1

В. 9:3:3:1

Г. 9:7

9. Панмиксия предполагает:

А. Наличие ассортативности

Б. Наличие апомиксиса

В. Равновероятность встречи гамет и образования зигот независимо от генотипа и возраста родителей

Г. Равновероятность появления потомства с разными генотипами

10. Реципиентом при конъюгации у *Escherichia coli* может выступать штамм:

А. F+

Б. F'

В. F-

Г. Hfr

11. Основные ферменты, принимающие участие в репликации у *Escherichia coli*:

А. ДНК-полимеразы I и II

Б. ДНК-полимеразы I и III

В. ДНК-полимераза II, гириза и топоизомераза

Г. ДНК-полимераза II, лигаза, гириза и топоизомераза

12. К мобильным элементам прокариот относятся:

А. Инсерционные элементы, ДНК-транспозоны и ретротранспозоны

Б. ДНК-транспозоны

В. ДНК-транспозоны и ДКП-ретротранспозоны

Г. Инсерционные элементы и неДНК-ретротранспозоны

13. Отсутствие экспрессии генов лактозного оперона при культивировании клеток *Escherichia coli* на среде с глюкозой - это результат:

А. Индукции

- Б. Позитивной регуляции
- В. Катаболической репрессии
- Г. Конкурентной репрессии

14. Молекулярная гибридизация – это метод, позволяющий

- А. Гибридизовать между собой молекулы белков
- Б. Гибридизовать между собой одноцепочечные молекулы ДНК
- В. Гибридизовать между собой одноцепочечные молекулы ДНК и РНК
- Г. Верны все приведенные выше утверждения

15. Частота встречаемости какого сайта рестрикции будет наибольшей (при условии равной встречаемости нуклеотидов в геноме)?

- А. GGATCC
- Б. GGCC
- В. AAGTAC
- Г. TTAAA

16. Вектор для клонирования фрагмента ДНК, может быть основан на:

- А. Бактериальной плазмиде
- Б. Последовательности вируса
- В. Кольцевой РНК
- Г. Слияния с флуоресцентным белком

17. Полимеразная цепная реакция может быть использована для

- А. Введения мутаций в амплифицируемый фрагмент
- Б. Выявления мутаций в амплифицируемом фрагменте
- В. Амплификации фрагмента ДНК
- Г. Верны все приведенные выше утверждения

18. Метод инактивации работы гена, основанный на применении коротких олигонуклеотидов, комплементарных соответствующей мРНК, носит название:

- А. Нокаут
- Б. Нокдаун
- В. Репрессия
- Г. Нозерн

19. Какие из перечисленных свойств плазмидных векторов являются основными:

- А. Наличие селективного маркера
- Б. Наличие ориджина репликации
- В. Мультикопийность
- Г. Совместимость с другими плазмидами клетки

20. В состав реакционной смеси для полимеразной цепной реакции входят:

- А. Дидезоксирибонуклеозидтрифосфаты
- Б. Праймеры и ДНК-полимераза

В. ДНК-матрица и буфер, содержащий ионы магния

Г. Верны все приведенные выше утверждения

3.2. Вопрос с развернутым ответом (оценивается максимально до 20 баллов каждый):

1. Сцепленное наследование признаков. Группы сцепления. Кроссинговер. Интерференция.

2. Информационная РНК, ее структура, функциональные участки.

3. Генетический контроль репарационных процессов. Основные ферменты, участвующие в репарации ДНК.

4. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

При оценке ответов поступающего экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

- способность структурировать и аргументировать свои высказывания;
- способность к анализу и интерпретации фактов и явлений;
- понимание сущности научно-исследовательской деятельности;
- понимание концепции Стратегии развития Университета «Сириус»;
- понимание роли и задач науки и технологий в достижении целей национального развития России, повышении безопасности и качества жизни граждан, в том числе в выбранной сфере профессиональной деятельности;
- уровень имеющихся к данному моменту общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- публикационная активность поступающего;
- умение определить область научных интересов и планы, связанные с осуществлением дальнейших научных исследований в Университете «Сириус»;
- способность поступающего сделать краткую презентацию своих научных интересов и (или) поддержать беседу на научную тему на английском языке.