

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени А. С. ПУШКИНА»

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ГАОУ ВО ЛО
«Ленинградский
государственный университет
имени А.С. Пушкина»
Г.В.Двас



«26» октября 2023 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ
НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ
НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
1.5.6. БИОТЕХНОЛОГИЯ**

Санкт-Петербург
2023

Структура и содержание вступительного испытания

Вступительное испытание состоит из:

- устного ответа на вопросы экзаменационного билета;
- собеседования по реферату, представленному до даты завершения приема документов (приложение 1).

Критерии оценки вступительного испытания

Оценка	Критерии оценивания
5 (пять)	1. Дан правильный и развернутый ответ на все вопросы экзаменационного билета 2. Дан правильный и развернутый ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией. 3. Тема, представленная в реферате, раскрыта полностью, дан развернутый ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией по реферату.
4 (четыре)	1. Дан неполный ответ на все вопросы экзаменационного билета. 2. Дан правильный и развернутый ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией. 3. Тема, представленная в реферате, раскрыта полностью, дан развернутый ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией по реферату.
3 (три)	1. Дан правильный ответ хотя бы на один вопрос, представленный в экзаменационном билете. 2. Дан правильный ответ на один дополнительный вопрос, заданный экзаменационной комиссией. 3. Тема, представленная в реферате, не раскрыта полностью, не дан развернутый ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией по реферату.
2 (два)	1. Нет правильных ответов на вопросы экзаменационного билета. 2. Тема, представленная в реферате, не раскрыта полностью или не соответствует выбранной научной специальности, не дан ответ на дополнительные вопросы, задаваемые экзаменационной комиссией по реферату.

Содержание программы

Раздел 1. История развития биотехнологии и основные ее аспекты

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания – биологические (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных и др.), химические (химическая технология, физическая (биофизическая) химия, органическая химия, биоорганическая химия, компьютерная и комбинаторная химия и др.), технические (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов и др.).

Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.

Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

Раздел 2. Биологические аспекты биотехнологии

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода).

Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий.

Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).

Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости.

Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.

Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер.

Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии,

цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.

Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ. Физиология питания. Элементы питания, их значение для процесса биосинтеза. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолитотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами.

Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.

Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды.

Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов.

Смешанные культуры, консорциумы.

Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электронтранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение.

Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов. Окисление неорганических субстратов. Особенности бактериального фотосинтеза.

Биосинтетические процессы. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки.

Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции. Селекция микроорганизмов.

Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.

Понятие гена в классической и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной инженерии для биотехнологии.

Молекулярные основы наследственности.

Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген – один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза.

Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Половой фактор F, его строение и жизненный цикл. Роль фактора F в мобилизации хромосомного переноса. Образование доноров типа Hfr и F. Механизм конъюгации. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл.

Исследование структуры и функции гена.

Элементы генетического анализа. Цис-транс- комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена.

Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Основы генной инженерии.

Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.

Раздел 3. Химические аспекты биотехнологии

Методы исследования: химические, физические, физико-химические, биохимические.

Белки. Аминокислоты, как мономерные структурные единицы белков и пептидов. Стереохимия. Уровни структуры белков. Первичная структура: методы определения последовательности аминокислот, секвенаторы. Вторичная структура белков. Третичная и четвертичная (субъединичная) структуры белков. Роль водородных, ионных, дисульфидных связей, гидрофобных взаимодействий. Денатурация (обратимая, необратимая) белков. Понятие о регуляторных белках.

Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Структурные компоненты. Типы связей. Пространственная структура полимерных цепей. Двойная спираль ДНК. Комплементарность оснований. Методы определения нуклеотидной последовательности в нуклеиновых кислотах. Рестрикция, рестриктазы.

Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты биосинтеза. Понятие о транскрипции, обратная транскриптаза.

Углеводы. Моносахариды. Целлюлоза, крахмал, гликоген. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Гликопротеины, пептидогликаны, тейхоевые кислоты.

Липиды. Классификация липидов. Нейтральные липиды, фосфолипиды, сфинголипиды. Структурные компоненты липидов. Жирные кислоты. Понятие о строении биологических мембран. Липосомы.

Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины.

Антибиотики, как природные антиметаболиты. Пенициллины, цефалоспорины, тетрациклины, аминогликозиды, противоопухолевые антибиотики. Полусинтетические антибиотики.

Ферменты, и их биохимическая роль. Активные центры ферментов. Субстратная специфичность. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ. Роль металлов в функционировании ферментов.

Общие представления об анаболизме и катаболизме .

Биосинтез белков, роль нуклеиновых кислот. Рибосомный путь биосинтеза.

Принципы биоэнергетики. Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках. Аэробное дыхание.

Биосинтетические процессы в клетке. Биосинтез биополимеров: белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов. Основные этапы процессов, их организация в клетках эу- и прокариот

Фотосинтез. Основные типы процессов, доноры электронов. Бесхлорофильный фотосинтез. Фоторецептор.

Регуляция метаболизма. Определение, уровни регуляции. Регуляция репликации ДНК и биосинтеза белков. Регуляция транскрипции. Регуляция трансляции. Посттрансляционная модификация. Регуляция активности ферментов путем обратимой ковалентной модификации. Регуляция активности путем нековалентного взаимодействия с эффекторами. Регуляция клеточного деления. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста клеток.

Транспорт субстратов и продуктов. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, «облегченная» диффузия, первичный и вторичный активный транспорт. Организация транспортных систем. Секреция и экскреция. Мембранная регуляция. Регуляция на уровне генома.

Раздел 4. Технологические аспекты биотехнологии

Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений. Технологии генной инженерии растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям. Повышение продуктивности растений. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Проблемы и перспективы.

Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.

Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).

Биотехнологии бактериальных удобрений.

Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.

Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады).

Гибридная технология. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Производство пробиотиков. Производство ферментов медицинского назначения. Создание ферментов с помощью методов генной инженерии.

Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Полусинтетические антибиотики.

Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды. Органические ксенобиотики, соединения азота, серы, фосфора, тяжелые металлы и радионуклиды.

Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.

Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

1. История развития биотехнологии.
2. Полидисциплинарность современных биотехнологий.
3. Понятие биотехнологии.
4. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты.
5. Научные основы инженерного оформления биотехнологии.
6. Определение жизни и свойства живого.
7. Уровни организации живой материи.
8. Клетка как основа наследственности и воспроизведения.
9. Строение ядра и его роль в наследственности.
10. Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот).
11. Строение клеточной стенки бактерий.
12. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов.
13. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления.
14. Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности.
15. Наследственность и изменчивость.
16. Формы изменчивости.
17. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка.
18. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.
19. Молекулярные основы организации хромосомы.
20. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме.
21. Сцепление и кроссинговер.
22. Положение микроорганизмов среди других организмов.
23. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ.
24. Физиология питания.
25. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.
26. Физиология энергетического обмена: использование клетками энергодающих процессов, их эффективность и зависимость от условий среды.
27. Смешанные культуры, консорциумы.
28. Метаболизм микроорганизмов.
29. Анаэробное дыхание.
30. Аэробное дыхание.
31. Биосинтетические процессы.
32. Селекция, генетические основы селекции.
33. Понятие о генотипе и фенотипе.
34. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов.
35. Рекомбинация.
36. Биосфера и распространение микроорганизмов.

- 37.Молекулярные основы наследственности.
- 38.Особенности строения генетического материала про- и эукариот.
- 39.Транскрипция ДНК, ее компоненты.
- 40.Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
- 41.Мутационный процесс.
- 42.Внехромосомные генетические элементы.
- 43.Исследование структуры и функции гена.
- 44.Элементы генетического анализа.
- 45.Рестрикционный анализ.
- 46.Методы секвенирования.
- 47.Выявление функции гена.
- 48.Регуляция экспрессии генов.
- 49.Основы генной инженерии.
- 50.Белки.
- 51.Нуклеиновые кислоты.
- 52.ДНК и РНК.
- 53.Рестрикция, рестриктазы.
- 54.Биосинтез нуклеиновых кислот.
- 55.Углеводы.
- 56.Моносахариды.
- 57.Целлюлоза, крахмал, гликоген.
- 58.Углеводсодержащие смешанные биополимеры.
- 59.Гликопротеины, пептидогликаны, тейхоевые кислоты.
- 60.Классификация липидов.
- 61.Липосомы.
- 62.Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины.
- 63.Антибиотики, как природные антиметаболиты.
- 64.Ферменты, и их биохимическая роль.
- 65.Общие представления об анаболизме и катаболизме .
- 66.Биосинтез белков, роль нуклеиновых кислот.
- 67.Принципы биоэнергетики.
- 68.Биосинтетические процессы в клетке.
- 69.Фотосинтез.
- 70.Регуляция метаболизма.
- 71.Транспорт субстратов и продуктов.
- 72.Основные объекты биотехнологии.
- 73.Конструирование генно- инженерно- модифицированных (трансгенных) растений.
- 74.Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.
- 75.Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).
- 76.Биотехнологии бактериальных удобрений.
- 77.Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.
- 78.Достижения биотехнологии в области создания свободного от вредной микрофлоры посадочного материала (рассады).

79. Гибридная технология.
80. Полусинтетические антибиотики.
81. Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды.
82. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.
83. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.
84. Механизмы репарации ДНК
85. Методы получения «липких концов» в рекомбинантной технологии
86. Особенности получения трансгенных животных (в отличие от бактерий, растений)
87. Использование пробиотических микроорганизмов
88. Молекулярные механизмы спонтанного мутагенеза
89. Векторы в генной инженерии
90. Структура и функциональное назначение молекулы фермента

Литература:

1. Базарнова Ю. Г., Кузнецова Т. А., Иванченко О. Применение бактериальных заквасок, стартовых культур и биопрепаратов: Учебно-методическое пособие. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого. 2021. 114 с.
2. Белокурова Е. С., Иванченко О. Б. Биотехнология продуктов растительного происхождения: учебное пособие. Изд-во "Лань". 2022. 232с.
3. Великов В.А. Молекулярная биология. Практическое руководство. ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени. Н.Г. Чернышевского». Учебно-методическое пособие для студентов биологического факультета и факультета нано-и биомедицинских технологий. Саратов, 2013
4. Воронова Т. Д., Погорелова Н. А. Ферменты: строение, свойства и применение: учебное пособие. Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина. 2021. 134 с.
5. Келль Л. С. Экологическая биотехнология. Учебное пособие для вузов. 2022. Изд-во "Лань" 232 с.
6. Киселева О. В., Тарнопольская В. В., Миронов П. В. Биотехнология пищевого белка. Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва. Учебное пособие. 2021. 98 с.
7. Мохов А.А., Сушкова О.В. Генетические технологии и право в период становления биоэкономики. 2020. М.: Проспект, 632 с.
8. Музафаров Е.Н. Биотехнология. Основы биологии. Изд-во "Лань". Учебное пособие для вузов. 2022. 168 с.
9. Ревин В.В., Атыкян Н.А., Лияськина Е.В. с соавт. Общая биотехнология: учебник. Под общ. ред. акад. А.И. Мирошникова. - 3-е изд., доп. и перераб. - Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. - 416 с.
10. Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений. Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 49 с.
11. Шлейкин А.Г., Жилинская Н.Т. Введение в биотехнологию: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ. 2013. 95 с.
12. Шлейкин А.Г., Панова Н.Е. Мембранные процессы в биотехнологии: Учебно-методическое пособие. - СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 49 с.

ТРЕБОВАНИЯ **к реферату по предполагаемой теме научного исследования** **для поступающих в аспирантуру ЛГУ им. А.С. Пушкина**

Для поступления в аспирантуру и при подготовке к сдаче вступительного экзамена по научной специальности необходимо подготовить реферат. С его помощью экзаменационная комиссия оценивает уровень знаний потенциального аспиранта.

Реферат представляется не позднее срока завершения приема документов в отдел аспирантуры и докторантуры на бумажном носителе и в электронном виде на адрес aspirantura@lengu.ru до 18.00 (Московского времени).

Цель написания реферата по предполагаемой **теме научного исследования**

1. Показать, что поступающий в аспирантуру имеет необходимые теоретические и практические знания по выбранной научной специальности.
2. Продемонстрировать соответствующий уровень владения основами научной методологии.
3. Продемонстрировать наличие самостоятельного исследовательского мышления
4. Продемонстрировать наличие определенного уровня знаний по предполагаемой теме научного исследования.

Реферат должен быть квалифицированной работой по научной специальности, выбранной поступающим.

Тема реферата определяется поступающим самостоятельно, исходя из темы предполагаемого научного исследования.

Требования к структуре реферата

Реферат должен быть написан научным языком.

Объем реферата должен составлять 20-25 стр.

Структура реферата:

1. Содержание.

2. Аннотация (3-4 абзаца).

3. Введение (не более 3-4 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования, сформулировать выдвигаемые гипотезы, методологическую основу.

4. Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на

возможные пути ее решения.

5. Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются методы дальнейшего исследования (для эмпирических работ - методы сбора и анализа данных), а также предполагаемые научные результаты.

6. Список использованной литературы (не меньше 15 источников) в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет.

• Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению

- текст с одной стороны листа;
- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу - 2 см, слева - 3 см, справа 1.5 см;
- реферат должен быть представлен в сброшюрованном и электронном (на эл. почту отдела аспирантуры и докторантуры) виде;
 - титульный лист оформляется в соответствии с образцом;
 - библиографические ссылки, включенные в текст реферата, и библиографический список в конце работы должны быть составлены в соответствии с государственными требованиями к библиографическому описанию документа (см.: ГОСТ 7.1-2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления).

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
«Ленинградский государственный университет имени А.С. Пушкина»

(указывается тема реферата)

Реферат поступающего в аспирантуру по научной специальности

(указывается шифр и наименование научной специальности)

Выполнил:
Фамилия, имя, отчество (полностью)
Дата, подпись

Санкт-Петербург
2023