

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по научной специальности 1.5.6. Биотехнология

Ставрополь, 2024

Введение

Программа кандидатского экзамена по научной специальности «Биотехнология» разработана для аспирантов и соискателей. Изучение «Биотехнологии» и последующая сдача экзамена являются обязательными для каждого соискателя ученой степени кандидата наук, позволяя соблюсти единый минимум требований к уровню знаний в области биотехнологии. Аспирант подтверждает степень освоения подготовкой и защитой реферата. Без сдачи рефератов аспирант (соискатель) не допускается к кандидатскому экзамену.

Порядок сдачи кандидатского экзамена по физиологии человека и животных

Порядок организации приема кандидатских экзаменов определяется соответствующими нормативными документами и предусматривает обязательное написание реферата по соответствующей научной специальности. Цель экзамена – установить глубину профессиональных и научных знаний аспиранта или соискателя ученой степени. В экзаменационный билет включаются 3 вопроса. Для подготовки по билету отводится 45 минут. При подготовке к ответу аспиранту или соискателю предоставляется право пользования программой кандидатского экзамена.

Подготовка реферата по научной специальности

Отдельным этапом является подготовка аспирантом или соискателем реферата по научной специальности. Аспирант на базе самостоятельного изучения материала готовит реферат по научной специальности, соответствующей направлению его научного исследования. Проверку подготовленного реферата проводит научный руководитель. При наличии оценки «зачтено» по реферату аспирант или соискатель допускается к сдаче кандидатского экзамена.

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно

справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение. Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения в применении теоретических положений на практике. Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, не может увязывать теорию с практикой

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Основные направления и задачи современной биотехнологии. Биотехнология как область деятельности общества для получения полезных продуктов с использованием биобъектов: клеток микроорганизмов, растений, животных их компонентов и ферментов. Краткий исторический очерк развития биотехнологии. Особенности новейшего этапа развития биотехнологии: получение рекомбинантной ДНК и разработка методов генетической и клеточной инженерии для получения новых продуцентов. Основные направления современной биотехнологии и мировые тенденции в развитии биотехнологий. Результаты и достижения в области развития биотехнологий в Российской Федерации. Полидисциплинарность современных технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные биологические знания. Биотехнология в решении глобальных проблем на современном этапе развития человеческого общества. Решение теоретических

и практических проблем методами биотехнологии

Раздел 2. Основные элементы биотехнологических процессов.

Продуценты биотехнологических процессов: прокариоты, эукариоты, ферментные препараты, культуры клеток и тканей растений и животных. Особенности метаболизма микроорганизмов: преимущества для использования в биотехнологических процессах. Современные методы генетической и клеточной инженерии для получения новых продуцентов. Проблемы безопасности использования генно-инженерных штаммов в научных исследованиях и в промышленной биотехнологии. Биотехнология растений. Характеристика культур клеток и тканей растений как продуцентов для биотехнологических процессов. История выделения и получения полезных продуктов с использованием суспензионных культур клеток и тканей растений. Характеристика культур клеток животных, используемых в биотехнологиях. История выделения и получения полезных продуктов с использованием суспензионных культур клеток и тканей животных. Гибридные технологии: получение моноклональных и поликлональных антител. Биокатализ. Ферментные препараты в биотехнологических процессах. Имобилизованные ферменты. Современные биотехнологии с использованием инженерной энзимологии. Сырье и питательные среды в биотехнологических производствах: минеральное, органического происхождения, синтезированное химическим путем.

Раздел 3. Основные стадии и технологические режимы культивирования микроорганизмов, культур тканей и клеток растений и животных. Классификации процессов ферментации по фазе, асептике, источнику углерода, отношению к свету, числу продуцентов, организации ферментации. Фазы роста в периодической ферментации. Основные стадии технологического режима выращивания продуцентов: приготовление питательной среды, подготовка аппаратуры, получение инокулята; культивирование продуцентов; выделение целевого продукта; очистка целевого продукта. Этапы выделения продукта: фильтрация, флотирование,

сепарирование, автолиз, осаждение, экстракция, кристаллизация, центрифугирование, ультрафильтрация.

Раздел 4. Процессы и аппараты микробиологического синтеза и биокатализа. Разработка теории моделирования, оптимизации и масштабирования процессов и аппаратов микробиологического синтеза.

Характеристика процессов в промышленной микробиологии: биосинтез, биотрансформация, культивирование. Целевые продукты: первичные и вторичные метаболиты (нуклеиновые кислоты, ферменты, аминокислоты, антибиотики, нуклеозиды, нуклеотиды; алкалоиды, гибберелины, гликаны, гликонъюгаты, органические кислоты, спирты, липиды, пептидные гормоны). Аппаратурное оформление микробиологических производств. Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы (центрифуги осадительного и фильтрующего типа с периодической и непрерывной выгрузкой осадка; суперцентрифуги, сепараторы для фильтрования и отжима осадков). Оборудование для концентрирования культуральных жидкостей и нативных растворов вакуум-выпариванием. Оборудование для проведения процессов осаждения. Оборудование для проведения процессов экстракции из твердой фазы и органическим растворителем. Оборудование для баромембранного разделения и очистки продуктов биосинтеза и воздуха (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, селективность баромембранных процессов). Оборудование для хроматографического концентрирования и разделения компонентов нативного раствора (ионный обмен и гельфильтрация, очистка продуктов биосинтеза на гидрофобных сорбентах). Оборудование для сушки биотехнологической продукции (сушилки распылительные, сублимационные, вакуумные и др.).

Раздел 5. Области применения современной биотехнологии

Биотехнологии для пищевой промышленности. Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты). Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности: (амилазы, ренниноподобные

протеиназы, глюкоизомеразы, бета-галактозидазы, бета-фруктофуранозидазы); производство подсластителей-заменителей сахара (глюкозо-фруктозные сиропы, аспартам). Производство биологически активных добавок, пробиотиков и пребиотиков. Производство кисломолочных продуктов.

Биотехнологии получения энергоносителей для энергетики. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Микробиологическое производство водорода.

Биотехнологии для нефте- и горнодобывающей и обогащательной промышленности. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов из растворов. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи с использованием биополимеров и биомасс. Удаление метана из угольных пластов. Подавление биокоррозии нефтепроводов. Производство био- и фоторазлагаемых конструкционных пластмасс для промышленной энергетики.

Природоохранные биотехнологии (экологическая биотехнология). Биологические препараты для биodeградации органических ксенобиотиков, соединения азота, серы, фосфора, извлечение тяжелых металлов и радионуклидов. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Биоремедиация почвы и воды от нефтезагрязнений с использованием генно-инженерномодифицированных микроорганизмов. Разработка биоразлагаемых полимеров. Биологическая очистка сточных вод. Принципиальные схемы очистных сооружений. Основные принципы работы, методы и сооружения аэробной и анаэробной биологической очистки сточных вод и переработки промышленных отходов. Утилизация диоксида углерода с помощью микроорганизмов. Биологические методы очистки воздуха.

Агrobiотехнология (сельскохозяйственная биотехнология). Создание

растений, устойчивых к болезням и вредителям. Повышение продуктивности растений. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные). Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых и болезней (инсектициды, фунгициды). Биотехнологии бактериальных удобрений для повышения плодородия почв. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы. Биотехнологии кормового белка с использованием белка одноклеточных микроорганизмов. Промышленные штаммы-продуценты. Сырьевая база. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта. Биомасса промышленных микроорганизмов как сырье для получения широкой гаммы продуктов различного назначения. Микробиологическое производство ферментных препаратов для кормопроизводства. Микробиологическое производство индивидуальных L-аминокислот кормового назначения, кормовых антибиотиков, витаминов кормового назначения. Производство вакцин для животноводства. Производство пробиотиков для животноводства.

Медицинская биотехнология и бионаномедицина.

Иммунобиопрепараты. Вакцины: классификация вакцин. Новые поколения вакцин. Биотехнология препаратов на основе живых культур микроорганизмов (пробиотики). Иммуносенсоры. Производство биосенсоров на основе ферментов. Классификация биосенсоров. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований. Энзимодиагностика, энзимопатология и энзимотерапия. Производство генно-инженерных белков: инсулин, соматотропина, конструирование продуцентов и получение готового препарата. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов. Биотехнология антибиотиков медицинского назначения. Полусинтетические антибиотики. Микробиологическое производство витаминов и гормонов для медицины. Биополимеры для медицины: понятие биодеградация и биорезорбция.

Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену

1. История развития биотехнологии и основные ее аспекты.
2. Особенности новейшего этапа развития биотехнологии.
3. Основные направления современной биотехнологии и мировые тенденции в развитии биотехнологий.
4. Результаты и достижения в области развития биотехнологий в Российской Федерации.
5. Продуценты биотехнологических процессов.
6. Современные методы генетической и клеточной инженерии.
7. Проблемы безопасности использования генно-инженерных штаммов в научных исследованиях и в промышленной биотехнологии.
8. Биотехнология растений.
9. Характеристика культур клеток животных, используемых в биотехнологиях.
10. Гибридомные технологии.
11. Биокатализ. Ферментные препараты в биотехнологических процессах.
12. Имобилизованные ферменты.
13. Современные биотехнологии с использованием инженерной энзимологии.
14. Сырье и питательные среды в биотехнологических производствах.
15. Основные стадии и технологические режимы культивирования микроорганизмов.
16. Характеристика процессов в промышленной микробиологии.
17. Целевые продукты: первичные и вторичные метаболиты.
18. Аппаратурное оформление микробиологических производств. Общая характеристика.
18. Характеристика оборудования для разделения, концентрирования, осаждения и экстракции.
19. Характеристика оборудования для баромембранного и хроматографического разделения.
20. Характеристика оборудования для сушки биотехнологической продукции.
21. Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот.
22. Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности.
23. Производство биологически активных добавок, пробиотиков и пребиотиков.
24. Производство кисломолочных продуктов.
25. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии.
26. Микробиологическое производство водорода.
27. Биотехнологии для нефте- и горнодобывающей и обогачительной промышленности.
28. Биологические препараты для биodeградации.
29. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ.

30. Разработка биоразлагаемых полимеров.
31. Биологическая очистка сточных вод.
32. Биологические методы очистки воздуха.
33. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям. Повышение продуктивности растений. Создание растений с улучшенными питательными свойствами.
34. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные).
35. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых и болезней (инсектициды, фунгициды).
36. Биотехнологии бактериальных удобрений для повышения плодородия почв. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.
37. Биотехнологии кормового белка с использованием белка одноклеточных микроорганизмов.
38. Производство вакцин для животноводства.
39. Производство пробиотиков для животноводства.
40. Иммунобиопрепараты. Вакцины. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов.
41. Биотехнология препаратов на основе живых культур микроорганизмов (пробиотики).
42. Иммуносенсоры.
43. Диагностические средства *in vitro* для клинических исследований.
44. Производство генно-инженерных белков.
45. Биотехнология антибиотиков медицинского назначения.
46. Микробиологическое производство витаминов и гормонов для медицины.
47. Биополимеры для медицины: понятие биодеградация и биорезорбция.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Смятская, Ю. А. Современная биотехнология: учебное пособие для вузов / Ю. А. Смятская, А. Туми. — Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2024. — 156 с. — ISBN 978-5-6049611-3-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/136768.html>
2. Чхенкели, В. А. Биотехнология : учебное пособие / В. А. Чхенкели. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 335 с. — ISBN 978-5-906109-06-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80077.html>
3. Иммуно- и нанобиотехнология: учебное пособие / Э. Г. Деева, В. А.

Галынкин, О. И. Киселев [и др.]. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 215 с. — ISBN 978-5-903090-16-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79980.html>

4. Терентьев, В. И. Биотехнология очистки воды / В. И. Терентьев, Н. М. Павловец. — 2- изд. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 267 с. — ISBN 978-5-906109-82-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/138596.html>

5. Головина, А. И. Основы пищевой биотехнологии : учебное пособие / А. И. Головина. — Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2023. — 136 с. — ISBN 978-5-43770168-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128367.html>

6. Курашов, В. И. Методологические принципы биотехнологии: монография / В. И. Курашов. — Казань: Издательство КНИТУ, 2022. — 84 с. — ISBN 978-5-7882-3201-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129142.html>

7. Милехина, Н. В. Сельскохозяйственная биотехнология : учебно-методическое пособие для лабораторно-практических занятий / Н. В. Милехина, В. Ю. Симонов. — Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2022. — 53 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/138515.html>

8. Саткеева, А. Б. Молекулярная биотехнология: учебное пособие / А. Б. Саткеева, К. А. Сидорова. — Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. — 116 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107596.html>

9. Темникова, О. Е. Молекулярная биотехнология : лабораторный

практикум / О. Е. Темникова, Я. В. Малолеткова. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 116 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/105031.html>

Дополнительная литература

1. Чечина, О. Н. Научно-методические основы применения математических методов в биотехнологии : монография / О. Н. Чечина. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 158 с. — ISBN 978-5-7964-2089-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90642.html>
2. Алаудинова, Е. В. Методологические основы исследований в биотехнологии: учебное пособие / Е. В. Алаудинова, П. В. Миронов. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2018. — 98 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94888.html>
3. Теоретические и практические аспекты использования биотехнологии и генной инженерии : учебное пособие / Г. В. Максимов, В. Н. Василенко, А. И. Клименко [и др.]. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 471 с. — ISBN 978-5-4486-0278-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/73635.html>
4. Федорова, О. С. Пищевая микробиология : учебное пособие для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» всех форм обучения / О. С. Федорова. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2018. — 116 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94897.html>
5. Миронов, П. В. Моделирование и масштабирование

биотехнологических процессов : учебное пособие для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» всех форм обучения / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2017. — 114 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94889.html>

6. Основы биотехнологии: курс лекций / Г. К. Жайлибаева, Ж. Б. Махатаева, М. С. Исабекова, Р. М. Турпанова. — Алматы : Нур-Принт, 2016. — 57 с. — ISBN 978-601-263-304-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67114.html>

7. Основы биотехнологии: учебное пособие / А. Ю. Просеков, О. В. Кригер, И. С. Милентьева, О. О. Бабич. — Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2015. — 214 с. — ISBN 978-5-89289-911-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/61271.html>

8. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие / К. Б. Бияшев, Б. К. Бияшев, Ж. С. Киркимбаева, А. Ж. Макбуз. — Алматы : Нур-Принт, 2015. — 164 с. — ISBN 978-601-241-184-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67117.html>

Интернет-ресурсы

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека.
2. <http://www.genetika.ru/journal/> – журнал «Биотехнология».
3. <https://www.fbras.ru/> – ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН.
4. <http://bioagrotech.bionet.nsc.ru/> – биотехнология растений.
5. <http://www.agrobiology.ru/> – сельскохозяйственная биология.