

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ УФИМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

РЕКОМЕНДОВАНО

Директор УИБ УФИЦ РАН

 Д.С. Веселов

«18» май 2025 г.



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель УФИЦ РАН

 В.Б. Мартыненко

«12» май 2025 г.



**ПРОГРАММА-МИНИМУМ
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

**по научной специальности
1.5.6 Биотехнология**

Программа составлена в соответствии с научной специальностью и отраслью науки, предусмотренными номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени (утверждена Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118).

Уфа – 2025

Разработчик (и)


_____ д-р биол. наук, Т.Ю. Коршунова


_____ канд. биол. наук, Т.Ф. Бойко

Согласовано:
Заведующий отделом аспирантуры УФИЦ РАН


_____ /М.Ю. Тимофеева

Ученый секретарь УФИЦ РАН


_____ /Р.В. Уразгильдин

СОДЕРЖАНИЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Биотехнология

1. Промышленная биотехнология.

Объекты микробной биотехнологии. Принципы культивирования микроорганизмов. Выделение конечных продуктов ферментации. Получение продуктов брожения, органических кислот, антимикробных веществ, аминокислот, витаминов, стимуляторов и регуляторов роста растений, микробных полимеров, ферментных препаратов, пробиотиков, биоудобрений и биофунгицидов. Биопластики как альтернатива синтетическим полимерам.

2. Инженерная энзимология.

Инженерная энзимология, ее задачи. Имобилизованные ферменты. Носители для иммобилизации ферментов. Методы иммобилизации ферментов. Иммобилизация клеток. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток. Биосенсоры на основе иммобилизованных ферментов. Иммобилизованные ферменты в медицине.

3. Клеточная инженерия.

Культура клеток и тканей. Техника введения в культуру *in vitro* и культивирование изолированных клеток и тканей. Культура каллусных тканей, клеточных суспензий, одиночных клеток. Морфогенез в каллусных тканях. Получение и использование гомо-, гетеро- и синкариотических гибридов. Коллекционные центры клеточных культур и их роль в сохранении генофонда.

4. Генетическая инженерия. Бионанотехнологии.

Биотехнология рекомбинантных ДНК. Конструирование рекомбинантных ДНК. Экспрессия чужеродных генов. Клонирование и экспрессия генов в различных организмах. Генетически модифицированные организмы. Диагностические системы на основе наночастиц (биосенсоры). Использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов.

Раздел 2. Агробиотехнология

1. Использование биотехнологической продукции в сельском хозяйстве.

Понятие об экологически безопасном земледелии. Использование естественных экологических механизмов для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и их защиты от болезней и вредителей.

2. Биологические средства защиты растений.

Грибные патогены сельскохозяйственных культур, особенности биологии и экологии. Антагонистические отношения между фитопатогенными грибами и бактериями ризосферы и филосферы, их механизм и возможность практического использования. Влияние RGPB – бактерий на рост и развитие растений. Биологические препараты – биофунгициды и стимуляторы роста растений. Технологии и перспективы применения.

3. Биологические удобрения.

Влияние микроорганизмов на баланс биогенных элементов в почве. Микробная азотфиксация. Влияние микроорганизмов на доступность соединений фосфора. Участие микроорганизмов в трансформации органических веществ в почве. Создание биологических препаратов, влияющих на плодородие почв.

4. Использование микроорганизмов для переработки отходов сельского хозяйства.

Использование микроорганизмов для компостирования растительных остатков. Получение биогаза из сельскохозяйственных отходов. Биоконверсия растительного сырья. Использование отходов сельского хозяйства в качестве питательных субстратов в биотехнологии.

Раздел 3. Экобиотехнология

1. Биологическая очистка почв и водных поверхностей.

Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды. Биологические методы рекультивации нарушенных территорий. Микробные сообщества и их роль в процессах очистки загрязненных почв и водоемов. Использование растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв. Особенности биотестирования и биоиндикации.

2. Биопрепараты – деструкторы ксенобиотиков.

Микроорганизмы – деструкторы ксенобиотиков. Метаболические пути разложения ксенобиотиков в микробной клетке. Различные подходы к созданию биопрепаратов, содержащих микроорганизмы – деструкторы. Технологии использования биопрепаратов. Очистка загрязненных сред от нефти и нефтепродуктов.

3. Очистка сточных вод и переработка органических отходов.

Аэробная микробиологическая очистка сточных вод. Анаэробная микробиологическая очистка сточных вод. Принципиальные схемы очистных сооружений. Биологическая очистка и дезодорация воздушных выбросов. Переработка твердых органических отходов. Метантенки. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов. Компостирование. Вермикультура. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред. Основные подходы

Раздел 4. Биотехнологическое производство микробных препаратов для растениеводства

Микробные препараты для растениеводства.

Биопрепараты, их классификация. Продуценты. Методы поиска и селекции активных продуцентов. Биохимические и физиологические особенности микроорганизмов-продуцентов. Лабораторное культивирование. Отбор промышленных штаммов-продуцентов. Препаративные формы. Особенности механизма действия и функции. Условия для применения микробных препаратов на практике. Правила хранения, перевозки, реализации, применения и утилизации.

Стадии производства микробных препаратов для растениеводства. Культивирование.

Общая схема проведения биотехнологических процессов, подготовка сырья, оборудования. Методы входного контроля. Исходные сырье и энергетические ресурсы для получения микробных препаратов. Технология и оборудование производства микробных препаратов. Характеристика питательных сред для культивирования микроорганизмов. Принципиальная схема поверхностного культивирования. Культивирование микроорганизмов, способы, условия. Глубинный и поверхностный способы культивирования микроорганизмов. Принципиальная схема глубинного культивирования. Основные этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в биореакторах. Значение аэрации при культивировании микроорганизмов глубинным способом. Основные типы ферментационной аппаратуры для поверхностного и глубинного культивирования.

Стадии производства микробных препаратов для растениеводства. Выделение, концентрирование, сушка.

Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов концентрирования, выделения и очистки микроорганизмов. Физико-химические свойства культуральной жидкости и выделяемого продукта. Требования к конечной форме продукта. Технологические и технико-экономические показатели (выход продукта, производительность оборудования, необходимость дальнейшей обработки). Методы и оборудование для выделения, концентрирования и очистки при производстве микробных препаратов. Технология сушки биопрепаратов. Сушка биологических препаратов.

Сублимационная, распылительная и другие виды сушки. Факторы инактивации микроорганизмов при высушивании. Роль стабилизирующих сред. Способы оценки качества сухих биопрепаратов. Измельчение и гранулирование сухих биопрепаратов.

Контроль, сертификация, отходы производства микробных препаратов для растениеводства.

Контроль и сертификация биопрепаратов. GMP. Основы внедрения системы GMP в практику производства микробных препаратов. Методы биотехнологических микробиологических исследований. Методы определения концентрации микроорганизмов. Методы определения влажности сухих биопрепаратов. Методы контроля активности биопрепаратов. Методы контроля безвредности микробиологических препаратов. Требования к архивному хранению образцов готовой продукции. Классификация отходов биотехнологических производств. Безотходные производства. Биологическая переработка отходов. Отходы биотехнологических производств, их обезвреживание и утилизация. Биологическая переработка промышленных отходов.

Раздел 5. Биотехнологическое производство микробных препаратов для экологии

Микробные препараты для экологии.

Биопрепараты, их классификация. Продуценты. Методы поиска и селекции активных продуцентов. Биохимические и физиологические особенности микроорганизмов-продуцентов. Лабораторное культивирование. Отбор промышленных штаммов-продуцентов. Препаративные формы. Особенности механизма действия и функции. Условия для применения микробных препаратов на практике. Правила хранения, перевозки, реализации, применения и утилизации.

Стадии производства микробных препаратов для экологии. Культивирование.

Общая схема проведения биотехнологических процессов, подготовка сырья, оборудования. Методы входного контроля. Исходные сырье и энергетические ресурсы для получения микробных препаратов. Технология и оборудование производства микробных препаратов. Характеристика питательных сред для культивирования микроорганизмов. Принципиальная схема поверхностного культивирования. Культивирование микроорганизмов, способы, условия. Глубинный и поверхностный способы культивирования микроорганизмов. Принципиальная схема глубинного культивирования. Основные этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов в биореакторах. Значение аэрации при культивировании микроорганизмов глубинным способом. Основные типы ферментационной аппаратуры для поверхностного и глубинного культивирования.

Стадии производства микробных препаратов для экологии. Выделение, концентрирование, сушка.

Физико-химические основы и аппаратное оформление процессов концентрирования, выделения и очистки микроорганизмов. Физико-химические свойства культуральной жидкости и выделяемого продукта. Требования к конечной форме продукта. Технологические и технико-экономические показатели (выход продукта, производительность оборудования, необходимость дальнейшей обработки). Методы и оборудование для выделения, концентрирования и очистки при производстве микробных препаратов. Технология сушки биопрепаратов. Сушка биологических препаратов. Сублимационная, распылительная и другие виды сушки. Факторы инактивации микроорганизмов при высушивании. Роль стабилизирующих сред. Способы оценки качества сухих биопрепаратов. Измельчение и гранулирование сухих биопрепаратов.

Контроль, сертификация, отходы производства микробных препаратов для экологии.

Контроль и сертификация биопрепаратов. GMP. Основы внедрения системы GMP в практику производства микробных препаратов. Методы биотехнологических микробиологических исследований. Методы определения концентрации микроорганизмов. Методы определения влажности сухих биопрепаратов. Методы контроля активности биопрепаратов. Методы контроля безвредности микробиологических препаратов. Требования к архивному хранению образцов готовой продукции. Классификация отходов биотехнологических производств. Безотходные производства. Биологическая переработка отходов. Отходы биотехнологических производств, их обезвреживание и утилизация. Биологическая переработка промышленных отходов.

Раздел 6. Биогеотехнология

Понятие биогеотехнологии и микроорганизмы в геологических процессах

Введение, история развития биогеотехнологии. Серобактерии, тионовые бактерии, фототрофные бактерии, тиобациллы. Окисление сероводорода и других соединений серы.

Биогеотехнология выщелачивания металлов

Области применения биогеотехнологий. Окисляющие сульфиды литоавтотрофные микроорганизмы, видовое разнообразие, свойства, экологические ниши. Технологии биологического выщелачивания сульфидных руд и отходов. Кучное выщелачивание. Чановое выщелачивание. Подземное выщелачивание. Технологическая схема опытно-промышленной установки по бактериальному выщелачиванию. Биовыщелачивание золота.

Биогеотехнология обессеривания углей, борьба с метаном в угольных шахтах

Биогеотехнология обессеривания углей, механизмы воздействия тиобацилл на серу, механизмы окисления серы и сульфита бактериями. Работы по удалению пиритной серы из угля микробиологическим путем в различных странах мира. Предпосылки развития биогеотехнологических методов борьбы с метаном. Характеристика, свойства метанооксилющих бактерий. Их распространение в природе. Природные источники метанооксилющих бактерий. Процесс выращивания метанооксилющих микроорганизмов в лабораторных условиях. Сущность биогеотехнологического метода снижения концентрации метана в угольных шахтах. Схема окисления метана. Пути подачи метанооксилющих бактерий в шахты и способы активизации их роста. Реакции окисления метана при дефиците по метану и кислороду.

Биогеотехнология и повышение нефтеотдачи пластов и биосорбция металлов

Пути биотехнологического повышения нефтеотдачи. Основные принципы биогеотехнологического способа повышения нефтеотдачи. Характеристика и свойства углеводородоксилющих бактерий. Характеристика и свойства метанобразующих бактерий. Коферменты метанобразующих бактерий.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. *Goodsell D.S.* Bionanotechnology. Lessons from nature. John&Sons Publishing, USA, 2004. 340p.
2. *Jonathan Pevsner.* Bioinformatics and Functional Genomics. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
3. *Баллюзек Ф.В., Куркаев А.С., Сенте Л.* Нанотехнологии для медицины. С.Пб., 2008. 103с.
4. Биогеотехнология металлов: Практическое руководство/ Под ред. Каравайко Г.И., Росси Дж., Агате А., Грудев С., Авакян З.А. – М.: ЦМП ГКНТ, 1989. – 378с.
5. Биологическая защита растений / Под ред. М.В. Штерншис. М.: Колос, 2004.-264 с.
6. Биотехнология/ Под ред. Е.С. Воронина. СПб.: ГИОРД, 2005. 792с.
7. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. М.: КолосС, 2004. - 295 с.
8. Винаров А.Ю. Ферментационные аппараты для процессов микробиологического синтеза - М. : ДеЛи Принт, 2005. - 278 с.
9. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М. : Мир, 2002. – 590 с.

10. Голованов А. И., Зимин Ф. М., Сметанин В. И. Рекультивация нарушенных земель М.: Издательство "КолосС", 2007,- 325с.
11. Дурбин Р., Эдди Ш., Крэг А., Митчисон Г. Анализ биологических последовательностей. М.-Ижевск, 2006.
12. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. М.: Изд. центр «Академия», 2005. 208с.
13. Елинов Н.П. Основы биотехнологии. СПб.: Изд. фирма «Наука», 1995. 600с.
14. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: Учебник для вузов. М.: Дрофа, 2005.– 448 с.
15. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД «Альянс», 2014.- 753с.
16. Киреева Н.А., Бакаева М.Д. Рекультивация нарушенных земель. Уфа: РИО БашГУ, 2005. 208с.
17. Клонирование. Н.Дягтерев. СПб. Невский проспект. 2002.128 с.
18. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. М.: Мир, 2006. – 504 с.
19. Логинов О.Н. Бактерии *Pseudomonas* и *Azotobacter* как объекты сельскохозяйственной биотехнологии. М.: Наука, 2005. -166 с.
20. Логинов О.Н., Мелентьев А.И., Силищев Н.Н., Галимзянова Н.Ф., Бойко Т.Ф., Свешникова Е.В. Роль бактерий-антагонистов фитопатогенов в защите сельскохозяйственных растений от болезней. Уфа: Изд-во «Гилем», 2001. – 66с.
21. Логинов О.Н., Силищев Н.Н., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф. Биорекультивация. Микробиологические технологии очистки нефтезагрязненных почв и техногенных отходов. М.: Наука, 2009. 112 с.
22. Мелентьев А.И. Аэробные спорообразующие бактерии *Vacillus Cohn* в агроэкосистемах. М.: Наука, 2007.- 147 с.
23. Минкевич И.Г. Материально-энергетический баланс и кинетика роста микроорганизмов. - Ижевск : «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 152 с.
24. Молекулярная биотехнология. Глик, Пастернак. Учебник. М. Мир, 2002. 589 с.
25. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / под ред. Вл. В. Кузнецова, В.В. Кузнецова, Г.А. Романова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 487 с. : ил. – (Методы в биологии).
26. Нанотехнологии. Л.Уильямс,У.Адамс; (пер. с англ. Ю.Г.Гордиенко). М. ЭКСМО.2009. 368 с.
27. Нетрусов А.И. Экология микроорганизмов М:ИЦ «Академия».- 2004.- 288 с.
28. Основы биотехнологии. Учебник. Егорова, Клунова, Живухина. М.:«Акад.» , 2005. -208 с.
29. Пак И.В., Цой Р.М. Введение в биотехнологию. Тюмень: ТюмГУ, 2002. 188с.
30. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения - М: Бином лаборатория знаний.- 2007.- 203 с.
31. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. 2-е изд. 2012. 304 с.
32. Прикладная экобиотехнология / Под ред. Н.Б. Градовой. Том 1. М: БИНОМ, 2010.- 629с.
33. Прикладная экобиотехнология/ Под ред. Н.Б. Градовой. Том 2. М: БИНОМ, 2010. 485с.
34. Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Биотехнология. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 256с.
35. Саловарова В.П. Биотехнология биологически активных веществ. М.: НПО Элевар, 2006. – 568 с.
36. Самуйленко А.Я., Рубан Е.А. Основы биотехнологии. М.: АН РФ, 2012. 460с.
37. Северин Е.С. Биохимия.-2008.- Учебник для университетов.
38. Сельскохозяйственная биотехнология / Под ред. В.С. Шевелухи. М.: Высш. школа, 2008.- 710 с.
39. Сидоренко О.Д. и др. Микробиология: Учебник для вузов. М.: Инфра-М, 2005. – 287 с.
40. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель - М: КолосС.- 2003 .- 96с.
41. Смирнов В.В. и др. Споробразующие аэробные бактерии – продуценты биологически активных веществ. Киев: Наук. думка, 1982.- 280 с.
42. Смирнов В.В., Киприанова Е.А. Бактерии рода *Pseudomonas*. Киев: Наук. думка, 1990.- 264 с.
43. Терентьев В.И., Павловец Н.М. Биотехнология очистки воды ч.1. - Спб: Гуманистика, 2003.- 272 с.
44. Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. М.: Изд-во МГУ, 2015.- 136 с.
45. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию; 2005 М. Академкника- 495С.
46. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2004. 496с.
47. Экологическая биотехнология. Пер. с англ. / Под ред. К.Ф. Форстера, Дж. Вейза. Л.: Химия, 1990. 384с.

Дополнительная литература

1. Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2004. 223с.
2. Безбородов А.М., Загустина Н.А., Попов В.О. Ферментные процессы в биотехнологии. М.: Наука, 2008. 335с.
3. Биотехнология / Под ред. Ю. О. Сазыкина, С. Н. Орехова, И. И. Чакалева. - М. : Академия, 2006. - 256 с.
4. Биотехнология биологически активных веществ / под ред. И.М. Грачевой и Л.А. Ивановой - М.: Изд-во НПО «Элевар», 2006 – 453 с.

5. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии - М.: КолосС, 2004. - 295 с.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2016 год
7. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. М.: Элевар, 2000. 512с.
8. Другов Ю.С., Зенкевич И.Г., Родин А.А. и др. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды, почвы и биосред (практическое руководство). М: Бином.- Физмат.- 2005.- 233с.
9. Дятлова К.Д. Микробные препараты в растениеводстве//Соросовский образовательный журнал.- 2001.- Т.7, № 5.- С.17-22.
10. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. М.: Дрофа, 2005. 445с.
11. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2007. – 508 с.
12. Звягинцев Д.Г. Почвы и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987. 256с.
13. Каравайко Г.И., Дубинина Г.А., Кондратьева Т.Ф. Литотрофные микроорганизмы окислительных циклов серы и железа // Микробиология. – 2006. – Т.75, № 5. – С. 593 – 629.
14. Картель Н.А. Кильчевский А.В. Биотехнология в растениеводстве - Минск: Тэхналогія, 2005. – 178 с.
15. Кондратьева Т.Ф., Пивоварова Т.А., Цаплина И.А., Фомченко Н.В., Журавлева А.Е., Муравьев М.И., Меламуд В.С., Булаев А.Г. Разнообразие сообществ ацидофильных микроорганизмов в природных и техногенных экосистемах // Микробиология. – 2012. – Т. 81. № 1. – С 3 – 27.
16. Леск А. Введение в биоинформатику. М., Бином, 2009.
17. Лутова Л.А. Биотехнология высших растений. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010. 240с.
18. Микробная биотехнология/ Под ред. И.Б. Лещинской. Казань: Унипресс ДАС, 2000. 368с.
19. Монастырский О.А. Современные проблемы и решения создания биопрепаратов для защиты сельскохозяйственных культур от возбудителей болезней//Агро XXI.- 2009.- № 7-9.- С.3-5.
20. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. М.: Академия, 2006. 356 с.
21. Пашкевич Е.Б. Биологическое обоснование создания и особенности применения биопрепаратов, содержащих *Bacillus subtilis*, для защиты растений от фитопатогенов// Проблемы агрохимии и экологии.- 2009.- № 2.- С.41-47.
22. Практикум по микробиологии: учебное пособие для высших учебных заведений / Под ред. А.И. Нетрусова. – М: Академия, 2005. – 608 с.
23. Промышленная микробиология. / Под ред. Н.С.Егорова. - М.: Высшая школа. – 1989. – 688с.
24. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. 522с.
25. Саловарова В.П. Козлов Ю.П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. М.: Издательский дом «Энергия», 2007. – 544 с.
26. Современные проблемы и методы биотехнологии / Под ред. Т.Г. Волова - Красноярск: изд-во СФУ, 2009. - 424 с.
27. Тривен М. Иммуобилизованные ферменты. М.: Мир, 1983. 213с.
28. Туров Ю.П., Гузниева М.Ю. Многомерный анализ данных в нефтяной геохимии и химии окружающей среды. Ханты-Мансийск: Печатное дело, 2010. — 202 с.
29. Штерншис М.В., Томилова О.Г., Андреева И.В. Биотехнология в защите растений. Новосибирск: ИГАУ, 2003. – 153 с.

Периодические издания (журналы):

Биология внутренних вод
 Биология моря
 Ботанический журнал
 Вестник РАН
 Генетика
 Доклады Академии наук
 Журнал общей биологии
 Известия АН. Серия биологическая
 Лесоведение
 Микробиология
 Молекулярная биология Палеонтологический журнал Океанология
 Онтогенез
 Почвоведение
 Радиационная биология и радиоэкология
 Экология
 Почвоведение
 Физиология растений
 Сибирский экологический журнал
 Растительные ресурсы

Примерные экзаменационные вопросы (кандидатский экзамен)

1. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические).
2. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Кинетическое описание периодического культивирования. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами.
3. Ферменты. Классификация ферментов. Функционирование ферментов. Активные центры ферментов. Представление о строении активного центра и механизме действия ферментов. Кофакторы ферментов. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Регуляция ферментативной активности. Ингибирование. Кинетика ферментативных реакций. Уравнения Михаэлиса-Ментен и Бриггса-Холдейна.
4. Оборудование для разделения микробных суспензий, жидкой и твердой фазы (центрифуги осадительного и фильтрующего типа с периодической и с непрерывной выгрузкой осадка; суперцентрифуги; сепараторы для фильтрования и отжима осадков).
5. Аминокислотные остатки – мономеры белковых цепей. Различные типы аминокислот и их строение. Определение аминокислотной последовательности. Пептидная связь. Полипептидная связь. Гидролитическое расщепление белка с помощью протеолитических ферментов. Разделение пептидов.
6. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов.
7. Нуклеотиды – мономеры нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Различные типы нуклеотидов. Специфичность количественных соотношений азотистых оснований в нуклеиновых кислотах. Нуклеотидная последовательность нуклеиновых кислот. Химическая деградация нуклеиновых кислот. Щелочной и кислотный гидролиз. Ферментативная деградация нуклеиновых кислот. Экзонуклеазы и эндонуклеазы. ДНКазы и РНКазы. Ультрафиолетовое поглощение (спектр оптического поглощения) нуклеиновых кислот и его применение для их определения.
8. Оборудование для очистки газо-воздушных выбросов и сточных вод (трубы Вентури, скрубберы мокрой очистки, отстойники, биофильтры, аэротенки, окситенки, метантенки).
9. Классификация и структура белков. Гемоглобин. Механизм его взаимодействия с молекулами кислорода. Денатурация белков. Разрушение нативной конформации белков при изменении температуры, pH, при обработке мочевиной. Действие детергентов, спиртов, электролитов. Значение четвертичной структуры белков.
10. Оборудование для сушки биотехнологической продукции (сушилки распылительные, вальцово-ленточные, барабанные, кипящего слоя, пневматические, сублимационные, вакуумные).
11. Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие “биологическое окисление”. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация.
12. Классификация биореакторов по способу ввода энергии: аппараты с механическим перемешиванием, барботажный, эрлифтный. Биореакторы периодические и непрерывно действующие, полного смешения, полного вытеснения и промежуточного типа.
13. Законы Менделя. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости. Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Селекция микроорганизмов.
14. Проверка гомогенности препаратов белков. Электрофорез в полиакриламидном геле с додецилсульфатом. Изоэлектрофокусирование в полиакриламидном геле. Аналитическое ультрацентрифугирование. Диск-электрофорез. Хроматография.
15. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы — биодеструкторы. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ. Физиология питания. Разнообразие типов питания микроорганизмов
16. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений. Производство стимуляторов роста растений гормональной природы.
17. Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Антропогенные факторы химического и биологического загрязнения окружающей среды. Органические ксенобиотики, соединения азота, серы, фосфора, тяжелые металлы.
18. Биологическая очистка сточных вод. Аэробная и анаэробная биологическая очистка сточных вод.
19. Сетевое взаимодействие и ресурсная централизация в профессиональном образовании (идея сетевого взаимодействия).
20. Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических

факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов. Норма и стресс, проблема сохранения способности к сверхсинтезам.

21. Биологическая переработка твердых отходов. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов. Компостирование. Вермикультура.

Критерии оценивания

Ответ аспиранта на экзамене оценивается на закрытом заседании экзаменационной комиссии по кандидатскому минимуму, представляет собой среднее арифметическое всех оценок, полученных на каждом этапе аттестационного испытания, с учетом среднеарифметической оценки и оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» «неудовлетворительно».

Дополнительные критерии оценки устного ответа

Критериями оценки качества знаний будут выступать:

- полнота – количество знаний об изучаемом объекте, входящих в программу;
- глубина – совокупность осознанных знаний об объекте;
- конкретность – умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний (доказать на примерах основные положения);
- системность – представление знаний об объекте в системе, с выделением структурных ее элементов, расположенных в логической последовательности;
- развернутость – способность развернуть знания в ряд последовательных шагов;
- осознанность – понимание связей между знаниями, умение выделить существенные и несущественные связи, познание способов и принципов получения знаний.

Результаты кандидатского экзамена объявляются устно председателем экзаменационной комиссии по окончании закрытого заседания экзаменационной комиссии, заполнения экзаменационной ведомости, подписания протоколов.