



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Утверждаю
Зав. кафедрой
промышленной биотехнологии
 А.С. Сироткин

Программа вступительного испытания по программе подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по специальности 1.5.6 «Биотехнология»

Казань, 2025

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

1. Вопросы вступительного испытания

1. Понятие биотехнологии как области знаний, основанной на интеграции естественных и инженерных наук для реализации потенциала организмов или биомолекул для создания и модификации продуктов или процессов различного назначения.

2. Основные области применения современной биотехнологии.

3. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы,

клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы.

4. Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности.

5. Питательные среды, их компонентный состав и критерии выбора питательных сред.

6. Разнообразие и усвояемость субстратов для культивирования микроорганизмов.

7. Способы стерилизации жидкостей, твердых субстратов и воздуха. Термическая стерилизация.

8. Культивирование клеток. Конструктивный обмен. Лимитирование и ингибирования клеточного роста элементами питания.

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

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

11. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, отъемно-доливное, с иммобилизацией клеток и ферментов).

12. Показатели эффективности культивирования микроорганизмов. Экономический коэффициент и его связь с условиями роста. Метаболический коэффициент.

13. Влияние условий культивирования продуцента на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата.

14. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение.

15. Аэробное дыхание. Энергетика процессов дыхания.

16. Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов.

17. Ферменты, и их биохимическая роль. Классификация и номенклатура.

18. Термодинамические расчеты биохимических реакций. Теплота и свободная энергия, влияние температуры, pH и природы растворителей. Самопроизвольные и сопряженные реакции в процессах метаболизма.

19. Кинетические основы ферментативных процессов. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлиса-Ментен.

20. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость ферментативных реакций.

21. Температурная и pH-зависимость активности ферментов, инактивация ферментов.

22. Стехиометрия процессов культивирования микроорганизмов. Основные принципы стехиометрии ферментативных реакций.

23. Формула биомассы микроорганизмов. Молекулярный вес биомассы (биомоль). Формула «усредненной» биомассы Стоутхамера.

24. Характеристика и классификация процессов метаболизма. Понятие о первичных и вторичных метаболитах.

25. Биосинтез низкомолекулярных веществ и биополимеров. Биосинтез аминокислот.

26. Биосинтез жирных кислот и нуклеотидов.

27. Транспорт веществ через клеточные мембраны. Функции транспортных процессов. Способы транспорта веществ через клеточные мембраны.

28. Регуляция биосинтеза первичных и вторичных метаболитов в процессах культивирования микроорганизмов. Понятие направленного биосинтеза и сверхпродукции микробных продуктов обмена веществ.

29. Направленный биосинтез аминокислот на примере биосинтеза лизина.

30. Направленный биосинтез антибиотиков.

31. Кинетические основы микробиологических процессов. Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Модель Моно для описания микробного роста.

32. Кинетическое описание смешанных культур. Кинетика гибели микроорганизмов. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами.

33. Характеристика роста культуры микроорганизмов в периодических условиях. Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов.

34. Полунепрерывный процесс культивирования.

35. Непрерывный процесс культивирования в хемостате.

36. Турбидостатное культивирование. Автоселекция в турбидостате.

37. Отделение биомассы от культуральной жидкости. Нативный раствор.

38. Типовые технологические приемы стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза.

39. Методы анализа биомассы микроорганизмов.

40. Методы анализа целевых и побочных продуктов метаболизма.

41. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.

42. Основное ферментационное оборудование, его виды и предварительный подбор.
43. Массообменные характеристики ферментационного оборудования.
44. Аэрация в процессах культивирования микроорганизмов. Роль кислорода в процессах аэробного биосинтеза.
45. Потребление кислорода микроорганизмами. Массопередача кислорода в процессах периодического и непрерывного культивирования.
46. Биореакторы периодические и непрерывно действующие, полного смешения, полного вытеснения и промежуточного типа.
47. Классификация биореакторов по способу ввода энергии: аппараты с механическим перемешиванием, барботажный, эрлифтный.
48. Методы определения величины коэффициента массопередачи в биореакторах различной конструкции.
49. Основы моделирования биореакторов. Этапы моделирования.
50. Автоматизация биотехнологических процессов. Основные параметры автоматизации.
51. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы – биодеструкторы. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов.
52. Биологическая очистка сточных вод и отходящих газов. Основные процессы и технологические подходы.
53. Биологическая переработка твердых коммунальных отходов.
54. Биоремедиации природных и техногенных сред. Методы биоремедиации.
55. Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге.

2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

2.1. Литература

а) основная литература:

1. Чечина, О.Н. Общая биотехнология / О.Н. Чечина. – М.: Издательство Юрайт, 2020. - 266 с.
2. Ревин, В.В. Общая биотехнология / В.В. Ревин, Н.А. Атыкян, Е.В. Лияськина [и др.] – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – 416 с.
3. Биотехнология. В 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум / под общ. ред. Н.В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. М. : Издательство Юрайт, 2018. – 162 с.
4. Луканин, А.В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств: учеб. пособие – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 312 с.
5. Нетрусов, А.И. Введение в биотехнологию: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. "Биология" и смеж. спец. – М. : Академия, 2014. – 280 с.
6. Прикладная экобиотехнология: учеб. пособие: в 2-х тт. / А.Е.Кузнецов [и др.] - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 1114 с.
7. Шулаев, М.В. Основы микробиологии и экобиотехнологии / М.В. Шулаев, Е.О. Михайлова, С.В. Степанова, И.Г. Шайхиев. - Казань: Казан. техн. унив-т, 2011.- 318 с.
8. Островский, Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. Оптимизация технических систем: Учебное пособие / Г.М. Островский, Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева. – М.: КНОРУС, 2010. – 526 с.
9. Биотехнология / И.В. Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др. Под ред. Е.С. Воронина. – СПб.: ГИОРД, 2008. – 704 с.
10. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС: Химия, 2004. –296 с.

11. Квеситадзе, Г. И. Введение в биотехнологию / Г. И. Квеситадзе, А. М. Безбородов; РАН. Ин-т биохимии им. А.Н. Баха. – М.: Наука, 2002. – 283 с.

12. Гамаюрова, В.С. Ферменты: учеб. пособие для студ. вузов. – СПб.: Проспект Науки, 2011. – 254 с.

б) дополнительная литература:

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / ред. К. Уилсон и Дж. Уолкер. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 848 с.

2. Сироткин, А.С. Биочистота сточных вод [Учебники] : учеб. Пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Биотехнология" / Казанский нац. исслед. технол. ун-т. – Казань, 2014. – 169 с.

3. Манаков М.Н., Победимский Д.Г. Теоретические основы технологии микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.

4. Кантере В.М. Теоретические основы технологии микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.

5. Варфоломеев С.Д., Калужный С.В. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов. – М.: Высшая школа, 1990. – 296 с.

6. Грачева И.М., Иванова Л.А., Кантере В.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот и биоэнергия. – М.: Колос, 1992. – 383 с.

7. Бирюков В.В., Кантере В.М. Оптимизация периодических процессов микробиологического синтеза. – М.: Наука, 1985. – 292 с.

8. Ферментационные аппараты для процессов микробиологического синтеза / А. Ю. Винаров, Л. С. Гордеев, А. А. Кухаренко, В. И. Панфилов; под ред. В.А. Быкова. – М.: ДеЛи Принт, 2005. – 278 с.

9. Минкевич, И.Г. Материально-энергетический баланс и кинетика роста микроорганизмов / И. Г. Минкевич. – Москва–Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; институт компьютерных исследований, 2005. – 352 с.

10. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х частях. Ч. 2 – М.: Мир, 1989. – 590 с.

2.2. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Современные проблемы и методы биотехнологии [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс по дисциплине / Т.Г. Волова, С.В. Маркова, Л.А. Франк [и др.]. – Электрон. дан. (120 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – (Современные проблемы и методы биотехнологии: УМКД № 1323-2008 / рук. творч. коллектива Т. Г. Волова). – 1 электрон. опт. диск (DVD)

2. Кузьмина, Н. А. Основы биотехнологии [Электронный ресурс] / Н.А. Кузьмина. – Режим доступа: www.biotechnolog.ru.

3. Федоренко Б.Н. Промышленная биоинженерия: технологическое оборудование биотехнологических производств [Электронный ресурс] : Инженерное сопровождение биотехнологических производств / Б.Н. Федоренко. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Профессия, 2016. – 518 с.-

4. BioWorld [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cbio.ru>

5. Повестка дня XXI в. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.un.org/russian/conferen/wssd/agenda21

6. Информационный центр по биотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bioinform.ru>

7. Российские биотехнологии и биоинформатика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: портал. <http://rusbiotech.ru>

8. Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obolensk.org>

9. Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biorosinfo.ru>

10. Электронный учебник «Биотехнология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biotechnolog.ru>

3. Критерии оценки

Оценка знаний проводится в форме устного/письменного ответа на вопросы экзаменационной комиссии. Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по стобалльной системе.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – «60».

Билет вступительного испытания включает два вопроса. Каждый из вопросов билета оценивается баллами от 0 до 50 в соответствии с таблицей.

Критерии	Баллы
Ответ полный, логичный, конкретный, продемонстрированы полные знания	50-41
Ответ полный, с незначительными замечаниями и ошибками	40-31
Ответ неполный, существенные замечания, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях	30-21
Неполный ответ, наличие ошибок и пробелов в знаниях	20-11
Ответ на поставленный вопрос не дан или несодержателен	10-0