

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт «Умные материалы и технологии»

УТВЕРЖДЕНО:
Директор Института «Умные
материалы и технологии»
И.А. Курзина

Оценочные материалы по дисциплине

Процессы и аппараты биотехнологического производства

по направлению подготовки

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки:
**Tomsk International Science Program, с профессиональным модулем Молекулярная
инженерия / Molecular Engineering**

Форма обучения
Очная

Квалификация
Инженер

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
И.А. Курзина

Председатель УМК
Г.А. Воронова

1 Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-2. Способен решать профессиональные задачи на основе знаний в сфере биотехнологии и молекулярной инженерии на основе знаний естественных, математических и технических наук, а также математических методов и моделей.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-2.1. Знает существующие подходы к решению профессиональных задач, в том числе на основе математических методов и моделей.

РОПК-2.2. Умеет планировать, выбирать методы и способы решения профессиональных задач, в том числе с использованием математических методов и моделей.

2 Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- тест;
- реферат;
- отчет по лабораторной работе.

2.1 Примеры тестовых заданий:

1. Ферментация в промышленной биотехнологии – это:
 - a) взаимодействие продуцента с субстратом в биореакторе, сопровождающееся его ростом и образование целевых продуктов
 - b) процесс получения ферментов из различного сырья
 - c) реакция, катализируемая ферментами

2. Непрерывная ферментация это:
 - a) выращивание микроорганизмов на протяжении нескольких часов или суток без добавления свежей питательной среды
 - b) выращивание микроорганизмов в периодической культуре с добавлением свежей питательной среды
 - c) выращивание микроорганизмов длительный период времени (несколько месяцев) с добавлением свежей питательной среды и удалением продуктов

3. Предферментационная стадия включает следующие процессы (выберите все верные ответы)
 - a) Сепарирование культуральной жидкости
 - b) Получение чистой культуры продуцента
 - c) Взаимодействие микроорганизма с субстратом с образованием продукта
 - d) Приготовление и стерилизация питательной среды
 - e) Масштабирование культуры для инокулята
 - f) Очистка и стабилизация продукта
 - g) Стерилизация ферментера
 - h) Подготовка технологической воды и воздуха

4. Метод культивирования, при которой постоянство концентрации клеточной биомассы в ферментере поддерживается с помощью изменения концентрации питательного субстрата называется:
 - a) Периодический

- b) Хемостатный
 - c) Отъемно-доливной
5. В микробиологическом производстве экономическая эффективность процесса оценивается прежде всего через
- a) скорость роста микроорганизма в биореакторе
 - b) количество продукта, получаемого из данного количества субстрата
 - c) скорость потребления субстрата микроорганизмом в биореакторе
 - d) количество потребленного субстрата микроорганизмом в ходе ферментации
6. В эрлифитных биореакторах перемешивание осуществляется
- a) с помощью механической мешалки
 - b) с помощью потока воздуха через среду
 - c) с помощью потока воздуха через среду и механической мешалки
7. Дайте определение конвективному теплообмену (теплоотдаче):
- a) теплообмен между двумя подвижными средами;
 - b) сложный теплообмен между твердой поверхностью тела и окружающей средой;
 - c) сложный теплообмен между двумя подвижными средами при наличии твердой разделяющей перегородки.
8. Какие процессы получили название массообменных процессов?
- a) процессы, связанные с удалением влаги из твердых, жидких или газообразных веществ;
 - b) процессы, связанные с переносом вещества из одной фазы в другую в различных агрегатных состояниях;
 - c) процессы, связанные с конденсацией паров отдельных веществ.
9. Лиофильная сушка – это:
- a) сушка из замороженного состояния под вакуумом
 - b) сушка с помощью адсорбентов
 - c) сушка с помощью нагревания токами высокой частоты
 - d) сушка при высоком давлении
10. Флотация основана на:
- a) отделении клеток от культуральной жидкости на пористой перегородке
 - b) осаждении клеток под действием силы тяжести
 - c) отделении клеток от культуральной жидкости под действием центробежных сил
 - d) всплытию клеток в результате их низкой смачиваемости

Критерии оценивания.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если студент выполнил все лабораторные работы и правильно ответил на оба вопроса билета.

2.2 Примеры тем для выполнения рефератов:

1. Промышленное глубинное культивирование микроорганизмов – его технологические особенности и аппаратная реализация.
2. Промышленное поверхностное культивирование микроорганизмов – его технологические особенности и аппаратная реализация.

3. Непрерывное культивирование микроорганизмов – его технологические особенности и аппаратное обеспечение
4. Аппараты для крупномасштабного культивирования клеток растений, их технологические особенности
5. Аппараты для крупномасштабного культивирования клеток животных и человека, их технологические особенности
6. Аппараты для крупномасштабного культивирования культуры hairy root, их технологические особенности
7. Критерии выбора способа и аппаратуры для стерилизации питательных сред и субстратов
8. Особенности постферментационных процессов в зависимости от типа биотехнологических продуктов
9. Процессы и аппараты для разделения компонентов культуральной жидкости
10. Типы сушки и критерии выбора аппаратуры для сушки в зависимости от типа продукта
11. Современные способы мойки и стерилизации ферментеров, их технологические особенности.

Критерии оценивания.

Выполнение реферата должно иметь логически-обусловленную последовательность:

1. Определение темы.
2. Поиск, изучение и систематизация отобранных материалов.
3. Составление плана работы.
4. Написание текста.
5. Оформление реферата

Порядок защиты реферата:

- сообщение студента об основных положениях и результатах работы (тема, задачи, используемые методы, основные результаты, выводы и практические предложения)

- до

10 минут.

• Ответы на вопросы преподавателя и присутствующих, обсуждение реферата - до 5 минут.

- Подведение итогов и выставление соответствующей оценки.

Критерии оценивания реферативной работы студента:

Критерий	Балл
Соответствие реферата теме	2
Глубина и полнота раскрытия темы, языковая грамотность	2
Адекватность передачи содержания первоисточника	2
Логичность, связность, доказательность текста реферата	2
Структурная упорядоченность и оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования и т. д.)	2
Итого максимальный балл	10

2.3 Лабораторные работы

1. Особенности сушки биологически активных веществ и клеток и оборудование для сушки
2. Способы культивирования микроорганизмов
3. Основные типы промышленных ферментеров.
4. Оборудование и процессы при приготовлении питательных сред.
5. Оборудование для стерилизации и пастеризации.

После завершения работы необходимо представить преподавателю отчет о выполнении лабораторной работы. Отчет необходимо напечатать шрифтом Times New Roman 14. После этого студент отвечает на контрольные вопросы. По итогам преподаватель выставляет полученную студентом сумму баллов, максимальное значение которой определено в рейтинг-плане дисциплины.

Критерии оценивания:

- Правильность формулировки выводов – 5 б.
- Точность и аккуратность выполнения всех записей и рисунков – 2 б.
- Соблюдение правил техники безопасности при выполнении работ – 3 б.

3 Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзамен в пятом семестре проводится в форме тестирования. Экзаменационный тест состоит из 20 вопросов. Первая часть теста (10 вопросов) проверяют РОПК-2.1.. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора верного ответа из списка предложенных, либо выбором вариантов ответа «правда»/ «ложь»,

Вторая часть теста (10 вопросов), проверяют РОПК-2.2. Ответы на вопросы второй части даются в развернутой форме или в виде множественного выбора ответов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

3.1 Перечень теоретических вопросов, выносимых на экзамен:

1. Отличительные особенности биотехнологических производств.
2. Специфические требования к оборудованию биотехнологических производств
3. Основные группы оборудования по функциональным признакам.
4. Принципы подхода к проектированию технологических линий биотехнологических производств
5. Классификация и типы подъемно-транспортного оборудования.
6. Классификация насосов и их типы
7. Виды и устройство дозаторов.
8. Роль асептики в биотехнологических производствах. Способы создания асептических условий. Стерилизация и пастеризация.
9. Классификация аппаратов для стерилизации питательных сред и принципы их работы
10. Стерилизаторы горизонтального типа для твердых питательных сред
11. Устройство и принципы действия установок для непрерывной стерилизации жидких питательных сред.
12. Устройство и принципы действия кожухотрубных теплообменных аппаратов.
13. Устройство и принципы действия пластинчатых теплообменников.

14. Предферментационная стадия, основные процессы и аппаратура
15. Принципы и способы стерилизации воздуха, подаваемого в ферментер
16. Мойка и стерилизация ферментационного оборудования
17. Устройство и принципы действия автоматических фильтрующих комплексов.
18. Среда и субстраты, применяемые в микробиологическом производстве, технологические особенности их подготовки
19. Способы ферментации в биотехнологических производствах
20. Периодическое культивирование и его технологическая реализация
21. Периодическая культура с добавлением субстрата и ее технологическая реализация
22. Непрерывная культура и ее технологическая реализация
23. Устройство ферментера, его основные компоненты и их назначение.
24. Термостатирование и пеногашение в ходе ферментации
25. Принципы контроля процесса ферментации и аппаратура.
26. Классификация и типы биореакторов.
27. Способы перемешивания в биореакторах
28. Виды и характеристики оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах.
29. Устройство и принципы работы камерных растительных установок.
30. Устройство ферментера с механическим перемешиванием барботажного типа
31. Устройство и принципы работы ферментеров с пневматическим перемешиванием и аэрированием среды.
32. Кривая роста микробной культуры и использование ее закономерностей в микробиологическом производстве
33. Оценка эффективности ферментации. Факторы, влияющие на эффективность ферментации
34. Принципы оптимизации процессов ферментации
35. Постферментационная стадия, основные процессы в зависимости от типа получаемого продукта.
36. Оборудование для экстрагирования, отжима, фильтрации и флотации, назначение и принципы работы
37. Классификация оборудования для сушки, его назначение и принципы работы
38. Классификация оборудования для концентрирования сырья и продуктов, его назначение и принципы работы
39. Критерии эффективности биотехнологического производства и принципы их оптимизации.
40. Технично-экономические характеристики, учитываемые при выборе промышленных ферментеров.

Примеры тестовых вопросов:

1. Продукт ферментации выделяется микроорганизмом в питательную среду. Какие из перечисленных методов возможно применить для его выделения из культуральной жидкости? (выберите все верные варианты)
 - a) флотация
 - b) адсорбция
 - c) лиофильная сушка
 - d) экстракция
 - e) ферментативная дезинтеграция
 - f) сушка в кипящем слое

- g) осаждение
 - h) сепарирование
2. Пневматические одноступенчатые флотаторы используют для следующих целей:
- a) концентрирование бактериальных суспензий
 - b) осветление культуральных жидкостей
 - c) очистка сточных вод
 - d) концентрирование дрожжевых суспензий
3. Выберите все варианты, соответствующие технологии непрерывного культивирования полного вытеснения
- a) Содержимое ферментера гомогенно, концентрация продуцента в ферментере $[X] = \text{const}$ во всем объеме
 - b) Скорость роста продуцента не регулируется
 - c) Скорость роста продуцента регулируется только скоростью поступления субстрата S
 - d) Скорость роста продуцента регулируется скоростью поступления субстрата S , продуцента X и отведения культуральной жидкости с продуцентом и продуктами
 - e) Содержимое ферментера гетерогенно, концентрация продуцента X в разных местах ферментера неодинакова
4. К оборудованию для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах не относятся:
- a) установки колонного типа с объемным аэрированием
 - b) ферментаторы эрлифтного типа
 - c) механизированные растительные установки с вертикально расположенными перфорированными кюветами
 - d) ленточно-конвейерные установки циклического и непрерывного действия
5. Теплообменные аппараты типа «труба в трубе» применяются для:
- a) рекуперации тепла
 - b) охлаждения стерильных питательных сред в потоке
 - c) предварительного нагрева питательных сред перед стерилизацией
 - d) выдерживания питательных сред при температуре стерилизации
6. При увеличении концентрации субстрата скорость роста микроорганизма будет возрастать прямо пропорционально на протяжении всего культивирования
- a) Правда
 - b) Ложь
7. Что понимают под продуктивностью в микробиологическом производстве?
- a) Максимальную скорость роста микроорганизма в биореакторе
 - b) Максимальную скорость потребления субстрата микроорганизмом в биореакторе
 - c) Количество продукта, получаемого на единицу объема биореактора в единицу времени
 - d) Количество продукта, получаемого из данного количества субстрата
8. Коротко опишите как изменяются концентрации субстрата S , продуцента X и продукта P внутри ферментера в ходе периодического культивирования в \log фазе. Поясните, почему так происходит.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Итоговая оценка по дисциплине, состоит из оценки за работу в течение семестра (текущий контроль), и экзамена в тестовой форме (промежуточная аттестация). По каждому из видов заданий текущего контроля выставляется оценка в баллах.

Планируемое максимально возможное количество баллов оглашается заранее и соответствует 100% (максимально возможное количество правильных ответов (вопросы и задачи), разделы и их планируемое содержание. К экзамену допускаются студенты, успешно сдавшие все обязательные задания текущей аттестации и набравшие суммарно не менее 60% от максимально возможной суммы баллов. При формировании тестового экзаменационного ответа обучающимся необходимо продемонстрировать знания, полученные как во время лекционной части курса, так и во время практических и лабораторных занятий и при самостоятельном проработке тем курса, представленных в рефератах, проектах, решении ситуационных и практических задач и ответах на вопросы текущего контроля.

Оценка «отлично» выставляется студенту, показавшему всестороннее и глубокое изучение программного материала, умение свободно выполнять задания по программе, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, и знакомому с дополнительной литературой, проявившему творческие способности в понимании, изложении и применении учебно-программного материала, набравшему в ходе выполнения экзаменационного теста 86-100% правильных ответов.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, показавшему полное знание программного материала, усвоившему основную литературу, рекомендованную программой, способному к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, набравшему в ходе выполнения экзаменационного теста 72-85% правильных ответов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, показавшему знание программного материала в объеме, необходимом для дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомому с основной литературой по программе, но допустившему погрешности в ответе на экзамене, обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, набравшему в ходе выполнения экзаменационного теста 60-71% правильных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, показавшему пробелы в знании программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, набравшему в ходе выполнения экзаменационного теста менее 60% правильных ответов.

4 Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Тестовые вопросы (РОПК-2.1., РОПК-2.2.)

1. Что изучает курс «Процессы и аппараты биотехнологического производства»?
 - + Основы функционирования биотехнологических процессов
 - Историю биотехнологии
 - Социальные аспекты биотехнологии
 - Этические вопросы биотехнологии
2. Какова цель курса?
 - + Изучение технологий производства биопродуктов
 - Обсуждение моральных аспектов
 - Анализ биотехнологического рынка
 - Описание профессий в биотехнологии
3. Какие существуют основные классы процессов биотехнологического производства?
 - + Основные и вспомогательные
 - Химические и физические
 - Альтернативные и традиционные

- Теоретические и практические
4. Какое оборудование является центральным в биотехнологическом производстве?
 - + Ферментеры
 - Лабораторные посуды
 - Устройства для транспортировки
 - Системы очистки
 5. Какой процесс описывает перемещение сырья в биотехнологии?
 - + Логистика
 - Контроль качества
 - Разработка продукта
 - Ферментация
 6. Какова основная задача процессов перемещения в биотехнологическом производстве?
 - + Обеспечение непрерывности процесса
 - Сокращение издержек
 - Увеличение производительности
 - Снижение потерь
 7. Что понимается под асептикой в биотехнологии?
 - + Поддержание стерильности в процессе
 - Понимание биологических процессов
 - Изучение микробиологии
 - Сбор данных о загрязнении
 8. Почему асептика важна в биотехнологии?
 - + Для предотвращения контаминации
 - Для улучшения качества биопродуктов
 - Для сокращения времени производства
 - Для увеличения выходов продукции
 9. Что является первым этапом в подготовке питательных субстратов?
 - + Смешивание компонентов
 - Анализ состава
 - Ферментация
 - Охлаждение
 10. Какое оборудование обычно используется для подготовки питательных субстратов?
 - + Смешивающие установки
 - Холодильники
 - Вакуумные насосы
 - Дозаторы
 11. Что такое ферментация в биотехнологии?
 - + Процесс преобразования органических веществ
 - Процесс хранения продуктов
 - Фаза очистки
 - Этап упаковки
 12. Какой фактор влияет на скорость ферментации?
 - + Температура
 - Время хранения
 - Упаковка
 - Методы транспортировки
 13. Какой тип ферментера наиболее распространен в промышленности?
 - + Бродильный ферментер
 - Лабораторный ферментер
 - Статический ферментер

- Мини-ферментер
14. Какое характеристическое свойство имеет ферментер?
- + Возможность регулирования температуры
 - Способность к механической обработке
 - Цена на оборудование
 - Размеры ферментера
15. Какова основная задача постферментационной стадии?
- + Очистка и стабилизация продукта
 - Ферментация
 - Сборка оборудования
 - Контроль качества
16. Какое оборудование используется на постферментационной стадии?
- + Установки для фильтрации
 - Системы смешивания
 - Печи для сушки
 - Охладители
17. Какое определение лучше всего описывает биотехнологическое производство?
- + Сложная многоуровневая система
 - Простая цепочка процессов
 - Линейная система управления
 - Замкнутая система производства
18. Какое свойство характеризует сложные системы в биотехнологии?
- + Взаимозависимость процессов
 - Отсутствие связи между элементами
 - Простота моделирования
 - Ясность управления

Информация о разработчиках

Мохаммед Юсуф, PhD, доцент Институт «Умные материалы и технологии» ТГУ