

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института экономики, финансов и
управления в АПК
Гунько Юлия Александровна

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

**Б1.В.01.19 Проектирование инновационных биотехнологических
процессов**

38.03.01 Экономика

Биоэкономика

бакалавр

очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен разрабатывать и внедрять систему мероприятий по управлению, планированию организации биотехнологических процессов на предприятиях сельского хозяйства и пищевой промышленности	ПК-1.1 Разрабатывает экономические механизмы управления биотехнологическим производством с учетом технологических особенностей	знает основные технологические особенности биотехнологических процессов, влияющие на организацию и планирование производства; структуру биотехнологического процесса, включая upstream-стадии, основную стадию биоконверсии и downstream-стадии; виды сырья, субстратов, биологических агентов и целевых продуктов; основные технологические параметры биопроцессов, режимы их проведения, принципы построения технологических схем и аппаратурного оформления.
		умеет анализировать биотехнологический процесс как систему взаимосвязанных стадий; определять сырьевые, промежуточные и конечные потоки; выявлять технологические факторы, влияющие на организацию процесса, продолжительность производственного цикла, потребность в оборудовании и ресурсах; выбирать и обосновывать последовательность технологических операций, параметры процесса и основные группы оборудования с учетом специфики получаемого биотехнологического продукта.
		владеет навыками навыками анализа технологической структуры биотехнологического процесса; навыками построения и описания технологических схем инновационных биотехнологических процессов; навыками определения ключевых стадий, параметров, материальных потоков и аппаратурного оформления; навыками учета технологических особенностей биопроцесса при разработке решений по организации, планированию и управлению биотехнологическим производством.
ПК-2 Способен к планированию и экономическому обоснованию деятельности организаций в сфере биоэкономики, включая подготовку стратегических и оперативных планов с учетом специфики биотехнологических	ПК-2.2 Участвует в разработке, корректировке и обосновании оперативных производственных-финансовых планов с учетом влияния	знает технологические особенности биотехнологических процессов в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, влияющие на оперативное планирование производства; основные стадии получения продукции глубокой переработки растительного и животного сырья; особенности биологических циклов растений, животных и микроорганизмов, определяющие продолжительность и режимы технологических процессов; факторы, влияющие на выход целевого продукта, потребность в сырье, субстратах, биологических агентах, оборудовании и вспомогательных материалах.

процессов в сфере сельского хозяйства и производства продуктов питания	биологических циклов растений и животных, технологических особенностей производства и конъюнктуры на рынке продукции глубокой переработки с высокой добавленной стоимостью	умеет анализировать технологическую структуру биотехнологического процесса с позиции его влияния на оперативное производственное планирование; определять стадии процесса, требующие учета при планировании загрузки оборудования, потребности в сырье, длительности производственного цикла и последовательности операций; выявлять технологические ограничения, связанные с биологическими циклами, сезонностью сырья, режимами биоконверсии, выделением и обработкой целевого продукта; использовать сведения о технологических особенностях процесса при подготовке исходных данных для производственно-финансового планирования.
		владеет навыками навыками технологического анализа биотехнологических процессов для целей оперативного планирования; навыками определения ключевых стадий, параметров и материальных потоков, влияющих на организацию производства продукции глубокой переработки; навыками подготовки технологически обоснованных исходных данных для разработки и корректировки оперативных производственных планов; навыками учета специфики биологических объектов, сырья и технологических режимов при планировании деятельности организаций в сфере биоэкономики.

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Раздел 1. Биотехнологический процесс как проектируемая система			
1.1.	Тема 1.1. Архитектура инновационного биотехнологического процесса	7		
1.2.	Тема 1.2. Типы инновационных биотехнологических процессов	7		
1.3.	Тема 1.3. Биологический агент и субстрат как основа проектирования	7		Устный опрос
2.	2 раздел. Раздел 2. Проектирование технологической цепочки биопроцесса			
2.1.	Тема 2.1. Upstream-стадии: подготовка сырья, среды и инокулята	7		
2.2.	Тема 2.2. Основная стадия биопроцесса: ферментация, биокатализ, культивирование	7		
2.3.	Тема 2.3. Downstream-стадии: выделение, разделение и концентрирование продукта	7		Устный опрос
3.	3 раздел. Раздел 3. Инженерное оформление и масштабирование биотехнологического процесса			

3.1.	Тема 3.1. Технологические схемы и материальные потоки	7		
3.2.	Тема 3.2. Аппаратурное оформление биотехнологических процессов	7		
3.3.	Тема 3.3. Масштабирование и управление параметрами биопроцесса	7		Устный опрос
4.	4 раздел. Экзамен			
4.1.	Экзамен	7		
	Промежуточная аттестация			Эк

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
Для оценки знаний			
1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			
2	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Проектирование инновационных биотехнологических процессов"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости
к оценочному средству «Устный опрос»

Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится в форме устного опроса в рамках трёх контрольных точек. Каждая контрольная точка соответствует одному разделу дисциплины и оценивается максимально в 10 баллов.

Контрольная точка 1

Раздел 1. Биотехнологический процесс как проектируемая система

Оценочное средство: устный опрос

Максимальное количество баллов: 10

Вопросы для устного опроса

1. Биотехнологический процесс как объект проектирования: сырьё, биологический агент, технологические стадии, целевой продукт и побочные потоки.
2. Структура биотехнологического процесса: входные потоки, основная стадия, выходные потоки.
3. Отличие лабораторного биотехнологического опыта от промышленного технологического процесса.
4. Upstream-стадии биотехнологического процесса: назначение и основные операции.
5. Основная стадия биотехнологического процесса: ферментация, биокатализ, культивирование.
6. Downstream-стадии биотехнологического процесса: выделение, разделение и обработка целевого продукта.
7. Сырьевые, промежуточные, продуктовые и побочные потоки в биотехнологическом процессе.
8. Целевой продукт биотехнологического процесса и его отличие от побочных продуктов.
9. Микробная ферментация как тип биотехнологического процесса.
10. Аэробная ферментация: особенности процесса, требования к кислороду, аэрации и перемешиванию.
11. Анаэробная ферментация: особенности процесса и примеры применения.
12. Ферментативный биокатализ как тип инновационного биотехнологического процесса.
13. Отличие ферментативного процесса от микробной ферментации.
14. Культивирование микроорганизмов для получения биомассы.
15. Получение внеклеточных метаболитов в микробных биотехнологических процессах.
16. Биологический агент в биотехнологическом процессе: микроорганизмы, ферменты, клеточные культуры.
17. Влияние свойств биологического агента на выбор температуры, pH и продолжительности процесса.
18. Субстрат в биотехнологическом процессе: состав, доступность питательных веществ и технологические ограничения.
19. Пара «субстрат — биологический агент» как основа проектирования биотехнологического процесса.
20. Выбор биологического агента для получения молочной кислоты.
21. Выбор биологического агента для получения ферментного препарата.
22. Выбор субстрата для получения микробной биомассы.
23. Особенности использования молочной сыворотки как субстрата для биотехнологического процесса.
24. Особенности использования растительного сырья как субстрата для ферментации.
25. Особенности использования белково-коллагенового сырья как субстрата для ферментативной обработки.

Контрольная точка 2

Раздел 2. Проектирование технологической цепочки биопроцесса

Оценочное средство: устный опрос

Максимальное количество баллов: 10

Вопросы для устного опроса

1. Назначение upstream-стадий в структуре биотехнологического процесса.

2. Подготовка сырья перед биоконверсией: очистка, измельчение, смешивание, гидротермическая обработка.
3. Подготовка питательной среды для микробной ферментации.
4. Подготовка инокулята для микробного биотехнологического процесса.
5. Стерилизация питательной среды, оборудования и воздуха в биотехнологическом процессе.
6. Корректировка pH среды перед основной стадией биопроцесса.
7. Подготовка растительного сырья к ферментации.
8. Подготовка зернового сырья к получению ферментируемого субстрата.
9. Подготовка животного сырья к ферментативной обработке.
10. Подготовка белково-коллагенового сырья к получению коллагенового гидролизата.
11. Основная стадия биотехнологического процесса: ферментация, биокатализ, культивирование.
12. Периодический режим проведения биотехнологического процесса.
13. Подпиточный режим проведения биотехнологического процесса.
14. Непрерывный режим проведения биотехнологического процесса.
15. Температура как управляемый параметр биотехнологического процесса.
16. pH как управляемый параметр биотехнологического процесса.
17. Продолжительность процесса как фактор получения целевого продукта.
18. Аэрация в аэробных биотехнологических процессах.
19. Перемешивание в ферментёре и его значение для равномерности среды.
20. Концентрация субстрата и ингибирование биотехнологического процесса.
21. Downstream processing: назначение и состав операций после биореакции.
22. Отделение биомассы от культуральной жидкости фильтрацией.
23. Отделение биомассы от культуральной жидкости центрифугированием.
24. Выделение внеклеточного продукта из культуральной жидкости.
25. Выделение внутриклеточного продукта с разрушением клеток.
26. Концентрирование биотехнологических продуктов мембранными методами.
27. Концентрирование биотехнологических продуктов вакуум-выпариванием.
28. Сушка биотехнологических продуктов распылительным способом.
29. Лиофильная сушка пробиотических культур и ферментных препаратов.
30. Downstream-цепочка получения белкового гидролизата: инактивация фермента, фильтрация, концентрирование, сушка.

Контрольная точка 3

Раздел 3. Инженерное оформление и масштабирование биотехнологического процесса

Оценочное средство: устный опрос

Максимальное количество баллов: 10

Вопросы для устного опроса

1. Технологическая схема биотехнологического процесса: назначение и основные элементы.
2. Блок-схема биотехнологического процесса.
3. Аппаратурно-технологическая схема биотехнологического процесса.
4. Схема материальных потоков биотехнологического процесса.
5. Переход от описания биопроцесса к технологической схеме.
6. Отражение сырья, воды, питательной среды, инокулята, биомассы и продукта в технологической схеме.
7. Отражение побочных потоков и отходов в технологической схеме биопроцесса.
8. Аппаратурное оформление upstream-стадий биотехнологического процесса.
9. Оборудование для измельчения и подготовки сырья.
10. Оборудование для приготовления и стерилизации питательной среды.
11. Оборудование для подготовки и подачи стерильного воздуха.
12. Биореактор и ферментёр: назначение и основные элементы.
13. Мешалка ферментёра и её технологическая функция.
14. Рубашка теплообмена ферментёра и её технологическая функция.
15. Система аэрации ферментёра и её технологическая функция.

16. Датчики pH, температуры и растворённого кислорода в ферментёре.
17. Пеногаситель и контроль пенообразования при ферментации.
18. Оборудование downstream-стадий: фильтры, центрифуги, мембранные установки.
19. Оборудование для концентрирования биотехнологических продуктов.
20. Оборудование для сушки биотехнологических продуктов.
21. Аппаратурная цепочка получения сухого ферментного препарата.
22. Аппаратурная цепочка получения сухого белкового ингредиента.
23. Масштабирование биотехнологического процесса: лабораторный, опытный и производственный уровни.
24. Проблемы перехода от лабораторного ферментёра к аппарату большего объёма.
25. Неравномерность перемешивания при масштабировании биотехнологического процесса.
26. Ухудшение аэрации и массообмена при увеличении объёма ферментёра.
27. Проблемы теплообмена при масштабировании биотехнологического процесса.
28. Пенообразование при масштабировании аэробной ферментации.
29. Контроль температуры, pH, растворённого кислорода, перемешивания и подачи воздуха при масштабировании.
30. Полная технологическая цепочка получения сухого коллагенового гидролизата из вторичного сырья птицепереработки.

Порядок проведения устного опроса

Устный опрос проводится по вопросам соответствующей контрольной точки. Обучающийся отвечает на вопросы, относящиеся к изученному разделу дисциплины.

Контрольная точка 1 проводится по разделу 1 «Биотехнологический процесс как проектируемая система».

Контрольная точка 2 проводится по разделу 2 «Проектирование технологической цепочки биопроцесса».

Контрольная точка 3 проводится по разделу 3 «Инженерное оформление и масштабирование биотехнологического процесса».

Максимальная оценка за каждую контрольную точку составляет 10 баллов.

Примерные оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен) по итогам освоения дисциплины (модуля)

Задания для проведения промежуточной аттестации – экзамен по итогам освоения дисциплины «Проектирование инновационных биотехнологических процессов»

Экзаменационный билет № 1

1. Биотехнологический процесс как объект проектирования: сырьё, биологический агент, технологические стадии, целевой продукт и побочные потоки.
2. Объясните различие между лабораторным опытом и технологическим процессом на примере ферментативного гидролиза белкового сырья.
3. Для получения белкового гидролизата из костного остатка птицы укажите последовательность стадий: измельчение сырья, подготовка к гидролизу, ферментативная обработка, отделение нерастворимого остатка, концентрирование и сушка.

Экзаменационный билет № 2

1. Архитектура биотехнологического процесса: upstream-стадии, основная биореакция и downstream-стадии.
 2. Раскройте назначение upstream-, bioreaction- и downstream-блоков на примере производства молочнокислой закваски.
 3. Для производства сухой пробиотической культуры *Lactobacillus* укажите: подготовку питательной среды, стерилизацию, внесение посевного материала, культивирование, отделение клеток, стабилизацию и сушку.
-

Экзаменационный билет № 3

1. Входы и выходы биотехнологического процесса: сырьевые, промежуточные, продуктовые и побочные потоки.
2. Объясните, почему при проектировании биопроцесса необходимо отдельно учитывать сырьё, воду, питательную среду, биомассу, культуральную жидкость и отходы.
3. Для процесса получения молочной кислоты из углеводсодержащего сырья укажите основные входные потоки, промежуточные продукты и выходные потоки.

Экзаменационный билет № 4

1. Микробная ферментация как тип биотехнологического процесса.
2. Сравните аэробную и анаэробную ферментацию по требованиям к кислороду, перемешиванию, оборудованию и контролируемым параметрам.
3. Для получения лимонной кислоты микробной ферментацией укажите сырьё, биологический агент, режим проведения процесса, основные параметры и операции выделения продукта.

Экзаменационный билет № 5

1. Ферментативный биокатализ как тип инновационного биотехнологического процесса.
2. Объясните, чем ферментативная обработка сырья отличается от микробной ферментации по участию биологического агента, длительности процесса и требованиям к стерильности.
3. Для ферментативного гидролиза растительного белка укажите: субстрат, ферментный препарат, температуру, pH, продолжительность обработки, инактивацию фермента и способ получения конечного продукта.

Экзаменационный билет № 6

1. Культивирование клеток и получение микробной биомассы в биотехнологическом процессе.
2. Объясните различие между процессом получения микробной биомассы и процессом получения внеклеточного метаболита.
3. Для получения кормовой микробной биомассы на молочной сыворотке укажите стадии подготовки среды, культивирования, отделения биомассы, промывки, концентрирования и сушки.

Экзаменационный билет № 7

1. Биологический агент в биотехнологическом процессе: микроорганизмы, ферменты, клеточные культуры.
2. Объясните, как свойства биологического агента определяют температуру, pH, продолжительность процесса, необходимость стерильности и состав среды.
3. Для получения молочной кислоты выберите биологический агент и укажите, какие условия необходимо обеспечить для его работы: источник углерода, pH, температура, анаэробность или ограниченный доступ кислорода.

Экзаменационный билет № 8

1. Субстрат в биотехнологическом процессе: состав, доступность питательных веществ, наличие ингибиторов и предварительная подготовка.
2. Объясните, почему разные виды сырья требуют разной предварительной обработки перед биоконверсией.
3. Для зернового сырья, используемого как субстрат для ферментации, укажите стадии подготовки: измельчение, водно-тепловая обработка, осахаривание, охлаждение и внесение культуры микроорганизмов.

Экзаменационный билет № 9

1. Пара «субстрат — биологический агент» как основа проектирования биотехнологического процесса.
2. Объясните, почему выбор биологического агента невозможен без учёта химического состава и физического состояния сырья.

3. Для переработки молочной сыворотки предложите пару «субстрат — биологический агент» и укажите возможный целевой продукт: молочная кислота, микробная биомасса или ферментированный напиток.

Экзаменационный билет № 10

1. Upstream-стадии биотехнологического процесса: назначение и состав операций.
2. Объясните, зачем перед основной биореакцией проводят измельчение, растворение, фильтрацию, корректировку pH, стерилизацию и охлаждение среды.
3. Для производства ферментного препарата микробного происхождения укажите upstream-операции: подготовка питательной среды, стерилизация, подготовка посевного материала, подача стерильного воздуха и загрузка ферментёра.

Экзаменационный билет № 11

1. Подготовка растительного сырья к биотехнологической переработке.
2. Раскройте назначение измельчения, гидротермической обработки, ферментативной предобработки и фильтрации при подготовке растительного сырья.
3. Для получения ферментируемого субстрата из зерна укажите последовательность операций: очистка, измельчение, смешивание с водой, разваривание, осахаривание, охлаждение и направление на ферментацию.

Экзаменационный билет № 12

1. Подготовка животного и белково-коллагенового сырья к биотехнологической переработке.
2. Объясните, почему при переработке костного остатка, кожи, соединительной ткани и другого белкового сырья важны измельчение, обезжиривание, промывка и регулирование pH.
3. Для получения коллагенового гидролизата из вторичного сырья птицепереработки укажите upstream-стадии: сортировка сырья, измельчение, обезжиривание, промывка, подготовка водной среды и внесение ферментного препарата.

Экзаменационный билет № 13

1. Основная стадия биотехнологического процесса: ферментация, биокатализ и культивирование.
2. Сравните периодический, подпиточный и непрерывный режимы проведения биопроцесса.
3. Для получения молочной кислоты укажите режим проведения процесса, контролируемые параметры pH и температуры, способ внесения субстрата и момент завершения ферментации.

Экзаменационный билет № 14

1. Температура и pH как управляемые параметры биотехнологического процесса.
2. Объясните, как отклонение температуры и pH влияет на активность ферментов, рост микроорганизмов и образование целевого продукта.
3. Для ферментативного гидролиза белкового сырья составьте технологическую карту параметров: температура, pH, продолжительность, дозировка фермента, соотношение сырья и воды, способ остановки реакции.

Экзаменационный билет № 15

1. Аэрация и перемешивание в аэробных биотехнологических процессах.
2. Объясните, почему при культивировании аэробных микроорганизмов необходимо контролировать подачу воздуха, растворённый кислород, скорость перемешивания и пенообразование.
3. Для аэробной ферментации в ферментёре укажите технологические параметры: расход стерильного воздуха, скорость мешалки, температура, pH, уровень пены и продолжительность процесса.

Экзаменационный билет № 16

1. Концентрация субстрата, дозирование и ингибирование биотехнологического процесса.
2. Объясните, почему избыток сахара, солей, азотистых веществ или продуктов реакции может подавлять рост микроорганизмов или активность ферментов.
3. Для подпиточного режима ферментации укажите схему внесения субстрата малыми дозами, параметры контроля концентрации субстрата и признаки перегрузки процесса.

Экзаменационный билет № 17

1. Downstream processing: назначение и место в структуре биотехнологического процесса.
2. Объясните различие downstream-схем для внеклеточного продукта, внутриклеточного продукта и продукта, связанного с твёрдой фазой.
3. Для получения внеклеточного ферментного препарата из культуральной жидкости укажите стадии: отделение биомассы, фильтрация, концентрирование, стабилизация и сушка.

Экзаменационный билет № 18

1. Отделение биомассы и твёрдой фазы в биотехнологических процессах.
2. Сравните фильтрацию и центрифугирование по назначению, применимости и месту в технологической схеме.
3. Для культуральной жидкости после ферментации укажите, когда целесообразно применять фильтрацию, а когда центрифугирование, с учётом размера частиц, вязкости среды и требуемой скорости разделения.

Экзаменационный билет № 19

1. Внутриклеточные и внеклеточные продукты биотехнологического процесса.
2. Объясните, почему для внутриклеточного продукта требуется разрушение клеток, а для внеклеточного продукта процесс выделения обычно начинается с отделения биомассы.
3. Для получения внутриклеточного фермента укажите последовательность стадий: культивирование, отделение биомассы, разрушение клеток, извлечение фермента, осветление раствора и концентрирование.

Экзаменационный билет № 20

1. Концентрирование и стабилизация биотехнологических продуктов после биореакции.
2. Раскройте назначение мембранного концентрирования, вакуум-выпаривания, осаждения, сушки и охлаждения при получении белковых, ферментных и пробиотических продуктов.
3. Для белкового гидролизата после ферментативной обработки укажите конкретную downstream-цепочку: инактивация фермента нагреванием, фильтрация нерастворимого остатка, мембранное концентрирование или вакуум-выпаривание, распылительная сушка, фасование.

Экзаменационный билет № 21

1. Технологическая схема биотехнологического процесса: назначение, виды и основные элементы.
2. Объясните различие между блок-схемой, аппаратно-технологической схемой и схемой материальных потоков.
3. Для производства сухого ферментного препарата составьте текстовое описание технологической схемы: подготовка среды, стерилизация, ферментация, отделение биомассы, концентрирование, сушка и фасование.

Экзаменационный билет № 22

1. Материальные потоки в биотехнологическом процессе.
2. Объясните, какие потоки необходимо выделять в технологической схеме: сырьё, вода, питательная среда, инокулят, культуральная жидкость, биомасса, целевой продукт и отходы.
3. Для процесса получения белкового гидролизата укажите входные, промежуточные и выходные потоки на стадиях подготовки сырья, гидролиза, фильтрации, концентрирования и сушки.

Экзаменационный билет № 23

1. Логика перехода от описания биопроцесса к технологической схеме.
2. Объясните, почему при составлении схемы необходимо показывать не только основные

стадии, но и вспомогательные операции: подачу воды, воздуха, фермента, теплоносителя, отвод побочных потоков.

3. Для процесса получения пробиотической культуры составьте текстовую схему материальных потоков: питательная среда, посевной материал, культуральная жидкость, клеточная суспензия, защитная среда, сухой препарат.

Экзаменационный билет № 24

1. Аппаратурное оформление upstream-стадий биотехнологического процесса.
2. Объясните, как операции подготовки сырья связаны с выбором оборудования.
3. Для подготовки растительного сырья к ферментации выберите оборудование по стадиям: измельчитель, смеситель, аппарат тепловой обработки, фильтр, стерилизатор, ёмкость для подготовленной среды.

Экзаменационный билет № 25

1. Биореакторы и ферментёры: назначение, основные элементы и технологические функции.
2. Раскройте назначение мешалки, рубашки теплообмена, системы аэрации, датчиков pH, температуры, растворённого кислорода и пеногасителя.
3. Для аэробной микробной ферментации укажите состав аппаратурного оформления: ферментёр, компрессор, фильтр стерильного воздуха, система перемешивания, система охлаждения, датчики контроля, пеногаситель.

Экзаменационный билет № 26

1. Оборудование downstream-стадий биотехнологического процесса.
2. Объясните, как свойства целевого продукта и среды определяют выбор оборудования для выделения, концентрирования и сушки.
3. Для получения сухого белкового ингредиента после биореакции выберите аппаратурную цепочку: фильтр или центрифуга, мембранная установка, вакуум-выпарной аппарат, распылительная сушилка, фасовочное оборудование.

Экзаменационный билет № 27

1. Масштабирование биотехнологического процесса: лабораторный, опытный и производственный уровни.
2. Объясните, почему параметры лабораторного процесса нельзя механически переносить на аппарат большего объёма.
3. Для перехода от лабораторного ферментёра 5 л к опытно-промышленному аппарату 500 л укажите технологические проблемы: неравномерность перемешивания, ухудшение аэрации, перегрев среды, пенообразование, увеличение времени нагрева и охлаждения.

Экзаменационный билет № 28

1. Основные проблемы масштабирования биотехнологического процесса: перемешивание, теплообмен, массообмен, аэрация и пенообразование.
2. Объясните, почему при увеличении объёма ферментёра сложнее поддерживать одинаковые условия во всём объёме среды.
3. Для аэробного культивирования микроорганизмов в аппарате увеличенного объёма укажите параметры, которые необходимо контролировать: растворённый кислород, скорость мешалки, расход воздуха, температура, pH и уровень пены.

Экзаменационный билет № 29

1. Управление параметрами биотехнологического процесса.
2. Объясните, какие параметры нужно контролировать в ходе ферментации и почему: температура, pH, растворённый кислород, скорость перемешивания, подача субстрата и пенообразование.
3. Для процесса культивирования аэробного микроорганизма составьте перечень контролируемых параметров по стадиям: подготовка среды, стерилизация, засев, ферментация и завершение процесса.

Экзаменационный билет № 30

1. Полная логика проектирования инновационного биотехнологического процесса.
2. Раскройте последовательность перехода от целевого продукта к технологической схеме: продукт, сырьё, биологический агент, upstream-стадии, основная биореакция, downstream-стадии, оборудование и контролируемые параметры.
3. Для получения сухого коллагенового гидролизата из вторичного сырья птицепереработки составьте полную технологическую цепочку: измельчение, обезжиривание, подготовка водной среды, ферментативный гидролиз, инактивация фермента, фильтрация, концентрирование, сушка и фасование.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Темы письменных работ

эссе, рефератов, аналитических обзоров и иных письменных работ

1. Биотехнологический процесс как объект проектирования: структура, стадии и основные элементы.
2. Архитектура инновационного биотехнологического процесса: upstream-стадии, основная биореакция и downstream-стадии.
3. Отличие лабораторного биотехнологического опыта от промышленного технологического процесса.
4. Сырьевые, промежуточные, продуктовые и побочные потоки в биотехнологическом процессе.
5. Микробная ферментация как основа получения биотехнологических продуктов.
6. Аэробные и анаэробные ферментационные процессы: технологические особенности и области применения.
7. Ферментативный биокатализ в проектировании инновационных биотехнологических процессов.
8. Культивирование микроорганизмов для получения биомассы и биологически активных продуктов.
9. Биологический агент как ключевой элемент биотехнологического процесса.
10. Субстрат в биотехнологическом процессе: состав, доступность, подготовка и технологические ограничения.
11. Пара «субстрат — биологический агент» как основа выбора технологической схемы.
12. Подготовка растительного сырья к биотехнологической переработке.
13. Подготовка животного и белково-коллагенового сырья к биотехнологической переработке.
14. Подготовка питательной среды и инокулята в микробных биотехнологических процессах.
15. Стерилизация среды, оборудования и воздуха в биотехнологическом производстве.
16. Основная стадия биопроцесса: ферментация, биокатализ и культивирование.
17. Периодический, подпиточный и непрерывный режимы проведения биотехнологических процессов.
18. Температура и pH как управляемые параметры биотехнологического процесса.
19. Аэрация и перемешивание в аэробных биотехнологических процессах.
20. Концентрация субстрата и ингибирование биотехнологического процесса.
21. Downstream processing: выделение, разделение и обработка целевого продукта.
22. Отделение биомассы и твёрдой фазы в биотехнологических процессах.
23. Внутриклеточные и внеклеточные продукты: различия в схемах выделения.
24. Концентрирование биотехнологических продуктов: мембранные методы, выпаривание, осаждение.
25. Стабилизация биотехнологических продуктов: охлаждение, замораживание, сушка, лиофилизация.
26. Технологическая схема биотехнологического процесса: назначение, виды и правила построения.
27. Материальные потоки в проектировании биотехнологического процесса.
28. Аппаратурное оформление upstream-стадий биотехнологического процесса.

29. Биореакторы и ферментёры: основные элементы и технологические функции.
30. Оборудование downstream-стадий: фильтрация, центрифугирование, концентрирование, сушка.
31. Масштабирование биотехнологического процесса от лабораторного к опытно-промышленному уровню.
32. Проблемы масштабирования биопроцессов: перемешивание, теплообмен, массообмен, аэрация и пенообразование.
33. Управление параметрами биотехнологического процесса при ферментации.
34. Проектирование технологической цепочки получения сухого ферментного препарата.
35. Проектирование технологической цепочки получения белкового гидролизата из вторичного сырья птицепереработки.
36. Проектирование технологической цепочки получения пробиотической культуры.
37. Проектирование технологической цепочки получения молочной кислоты из углеводсодержащего сырья.
38. Проектирование технологической цепочки получения микробной биомассы на молочной сыворотке.
39. Проектирование технологической цепочки получения коллагенового гидролизата из белково-коллагенового сырья.
40. Инновационные элементы в биотехнологическом процессе: новое сырьё, новый биологический агент, новый режим, новое аппаратное решение.