Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.10.2023 14:35:56
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии и биотехнологии
_____ / Белуков С.В. /
« 01 » сентября 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Промышленная биотехнология»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль
«Биотехнология»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Москва 2021 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **19.03.01 Биотехнология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 марта 2015 г. № 193 и основной образовательной программы высшего профессионального образования ООП ВО, разработанной в Московском политехническом университете

Программу составил:

доцент, к.б.н.  / Е.С. Горшина/

Программа дисциплины «Промышленная биотехнология» утверждена на заседании кафедры «ХимБиотех» 01 сентября 2021 г., протокол № 1

Зав. кафедрой «ХимБиотех» проф., д.б.н.  /Т.И. Громовых/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология»

Доцент, к.б.н.  / Е.С. Горшина/

« 1 » сентября 2021 г.

1. Цели освоения дисциплины

К основным целям освоения дисциплины «Промышленная биотехнология» следует отнести:

- формирование целостных представлений о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, имеющем в своей основе использование биотехнологических объектов (клетки микроорганизмов, растений, животных и т.п.) или молекул (нуклеиновые кислоты, белки, ферменты, углеводы, липиды в индивидуальном виде или в виде их смеси, комплексов и пр.) для использования в промышленном производстве, здравоохранении, в охране окружающей среды;

- подготовка студентов к решению инженерных и производственных вопросов биотехнологической отрасли в комплексе с ее достижениями и возможными технологическими решениями, а также экологическим проблемам биотехнологии;

- приобретение студентом практических знаний, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений при организации, проведении и обеспечении биотехнологических процессов.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Промышленная биотехнология» следует отнести:

- ознакомление с традиционными и современными методами биотехнологических производств;

- понимание блок-схем и аппаратурно-технологических схем биотехнологических производств, расчет материального баланса различных операций технологических процессов:

- закрепление знаний по фундаментальным наукам, связывая их с практической деятельностью в области биотехнологии.

Полученные на ее основе знания обеспечивают в дальнейшем более глубокую подготовку студента по любой из выбранных им дисциплин специализации специальности "Биотехнология".

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Промышленная биотехнология» относится к числу профессиональных учебных дисциплин базовой части Блока 1.1 «Дисциплины (модули)» программы бакалавриата.

Дисциплина «Промышленная биотехнология» является центральной дисциплиной в обучении студентов, структурирующей профессиональные

знания студентов. В ходе освоения дисциплины студенты учатся понимать междисциплинарные связи, использовать полученные в других дисциплинах знания в своей профессиональной области. Дисциплина логически и содержательно-методически связана с изучаемыми ранее или параллельно дисциплинами: «Общая биология и микробиология», «Биохимия», «Химия биологически активных веществ», «Основы биотехнологии», «Основы технологических процессов», «Клеточные технологии», «Основы разработки конструкторской и технологической документации», а также создает задел для последующих дисциплин, углубляющих знания в профессиональной области: «Процессы и аппараты биотехнологических производств», «Основы управления производством в биотехнологической отрасли», «Молекулярная и клеточная биотехнология», «Иммунология», «Прикладная энзимология», «Проектирование технологических линий», «Технология получения биотехнологических продуктов», «Методы сертификации и контроля в биотехнологическом процессе», «Агробиотехнология», «Медицинская биотехнология», «Пищевая биотехнология», «Экобиотехнология», «Фотобиотехнология».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-8	Способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	**Знать:** - общую принципиальную схему биотехнологических производств; - потребности в сырье для различных микробиологических продуктов; - способы выделения, очистки, сушки продуктов микробиологического синтеза; - основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств; - способы получения промышленных

		штаммов микроорганизмов; - принципиальные схемы получения: кормового белка, кормовых аминокислот, ферментов, антибиотиков, ксантана, молочной кислоты, молочнокислых заквасок, моноклональных антител, биомассы, деструкторов биодеградации ксенобиотиков; - способы применения в различных отраслях промышленности продуктов биотехнологических производств **Уметь:** - использовать полученные знания в практической деятельности; - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, парциального давления растворенного кислорода, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья. **Владеть:** - основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности.
ПК-8а	Владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области	**Знать:** - основные методы математического планирования экспериментов; **Уметь:** - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных экспериментальных данных **Владеть:** - навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии.
ПК-9	способностью проводить стандартные и	**Знать:** - основные виды и технологические

	сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов	характеристики сырья, готовой продукции; **Уметь** - определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, - определять соответствие готовой продукции производственному регламенту **Владеть** - основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единиц, т.е. **180** академических часов, из которых 164 часа – самостоятельная работа студентов.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Аудиторные занятия 16 часов. Лекции – 8 часов, лабораторные работы – 6 часов, семинарские занятия – 2 часа. Форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Предмет биотехнологии. Современное состояние и перспективы развития. Характеристика различных видов биотехнологической продукции (мировой объем производства в натуральном и денежном выражении) и ее основные потребители. Задачи промышленной биотехнологии.

2. Объекты промышленной биотехнологии

Микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, клеточные структуры, вирусы, ферменты. Отличительные особенности эукариотической и прокариотической клеток с позиции биотехнологии. Промышленные биообъекты (штаммы, расы, серовары, культуры клеток, тканей, ассоциации).

2.1. Получение промышленных микроорганизмов

Селекция промышленных штаммов и микробных ассоциаций. Генетика как теоретическая основа селекции микроорганизмов.

Молекулярные основы наследственности. Регуляция экспрессии генов. Мутационный процесс как источник генетической изменчивости. Основные закономерности мутагенеза. Направленный мутагенез. Мутантные штаммы – суперпродуценты.

Методы получения гибридов и отбора рекомбинантов у грибов. Слияние протопластов у микроорганизмов – метод создания гибридных штаммов.

Получение биологических агентов методами клеточной инженерии.

Получение трансгенных организмов. Создание рекомбинантных молекул ДНК. Выделение генов для переноса. Векторные системы для введения чужеродных генов в клетки прокариот и эукариот. Принцип конструирования и характеристика промежуточных (коинтегративных) векторов на основе плазмид. Характеристика вироидов как потенциальных векторов для трансформации растений. Методы введения генетической информации в растения с помощью агробактерий (трансформация изолированных растительных клеток, кокультивация, слияние бактериальных сферопластов и протопластов растительных клеток). Регуляция работы введенных генов. Технологии на основе генно-инженерных микроорганизмов. Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам, насекомым-вредителям, вирусам, стрессовым воздействиям, с измененным цветом лепестков цветка. Культуры клеток насекомых как объект генетической инженерии. Бакуловирусы насекомых как основа векторных систем. Бакмиды: принцип конструирования и использования

Системы для введения генетической информации в клетки млекопитающих на основе ретровирусов, аденовирусов, аденоассоциированных вирусов, вируса простого герпеса, микрохромосом, искусственных хромосом дрожжей. Невирусные системы доставки ДНК в клетки млекопитающих

2.2 Хранение промышленных микроорганизмов

Субкультивирование

Хранение под минеральным маслом

Хранение в воде и водно-солевых растворах

Хранение высушиванием, в том числе на твердых носителях

Хранение замораживанием при температурах ниже точки кристаллизации воды

Криоконсервация, в том числе с применением криопротекторов

Лиофилизация

Ревитализация культур после длительного хранения

2.3. Правовое положение промышленных микроорганизмов

Генетическая идентификация.

Паспорт штамма микроорганизма (для бактериальных культур, грибных культур), ассоциации микроорганизмов, бактериофагов, клеточной линии, гибридных культивируемых клеток животных.

Депонирование штамма.

Патентование промышленных микроорганизмов.

2.4. Требования безопасности, предъявляемые к промышленным микроорганизмам

Категории микроорганизмов по патогенности.

Иммунотропная активность промышленных штаммов.

Требования к микроорганизмам по безопасности (патогенность, аллергенность, токсигенность).

Понятие о ПДК.

3. Общие принципы разработки промышленной биотехнологии

1. Анализ научной и патентной информации по аналогичным или близким технологиям. Анализ лучших мировых достижений в исследуемой области (технических и экономических).

2. Выбор и отработка методик оценки эффективности биотехнологического процесса.

3. Выбор объекта.

4. Выбор сырья и оптимизация питательной среды.

5. Оптимизация условий культивирования.

6. Отработка технологии в лабораторных условиях с использованием биореакторов.

7. Разработка технологической схемы, аппаратурное оснащение.

8. Определение экономических показателей.

8. Разработка технологической документации.

9. Масштабирование процесса.

10. Создание опытной установки.

11. Отработка технологии и корректировка технической документации.

12 Постановка на производство в соответствии с ЕСКД.

4. Общие принципы промышленной биотехнологии

4.1. Сырьевая база промышленной биотехнологии

Источники углеродного питания. Источники азотного питания. Источники фосфора, макро и микроэлементов. Ростовые факторы. Витамины, аминокислоты и другие вещества, необходимые для роста.

4.2. Условия роста микроорганизмов с точки зрения промышленной биотехнологии.

4.3. Способы культивирования микроорганизмов.

Поверхностное культивирование.

Глубинное культивирование.

Периодическое культивирование. Фазы роста культуры при периодическом культивировании.

Непрерывное культивирование.

Тубулярный процесс.

Хемостатный процесс.

Многоциклические процессы.

Отъемно-доливные.

Периоические с подпиткой субстратом.

Полунепрерывное с подпиткой субстратом.

4.4. Кинетические параметры процесса культивирования

Скорость роста в фазах ускорения роста, экспоненциальной и замедления роста.

Удельная скорость роста (μ).

Влияние факторов внешней среды на кинетику клеточного роста

Уравнение кинетики клеточного роста МОНО

Макростехиометрические характеристики процесса формула биомассы

Расчет выхода биомассы на углеводный субстрат

Расчет тепла, выделяемого в процессе

4.5. Принципы масштабирования и оптимизация биотехнологических процессов.

4.6. Типовая аппаратура биотехнологических производств

Классификация оборудования биотехнологических производств. Формирование оптимальных структур технологических линий.

Вспомогательное оборудование. Оборудование для стерилизации питательных сред. Оборудование для стерилизации воздуха.
Оборудование для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах.

Аппаратура для глубинного культивирования культур микроорганизмов. Биореакторы (ферментеры) (пневматические, гидравлические, с механическим перемешианием). Барботеры. Перемешивающие устройства. Фотобиореакторы.

Аппаратурное оснащение процессов разделения и очистки продуктов биотехнологических производств.

Выделение жизнеспособных микроорганизмов (сублимационная сушка). Выделение продуктов метаболизма из биомассы (дезинтеграция, экстракция). Выделение продуктов метаболизма из культуральной жидкости (адсорбция, хроматография).

4.7. Основные типы биотехнологических процессов по фазе питательной среды

Твердофазное культивирование (поверхностное, глубинное)

Жидкофазная ферментация

Газофазная ферментация

4.8. Основные типы биотехнологических процессов по получаемому результату

Ферментация. Биосинтез. Целевой продукт – биомасса. Целевой продукт – вещество или фракция (целевой продукт экстрацеллюлярный, интрацеллюлярный).

Биодеградация.

Биотрансформация - химическая модификация вещества с помощью ферментов или клеток микроорганизмов (производство уксуса из этанола, производство стероидных препаратов и др.)

Биокатализ (химическое превращение вещества с помощью ферментов или клеток, содержащих ферменты).

4.7. Целевые продукты биотехнологического процесса

1. Газ (биогаз, кислород).
2. Культуральная жидкость целиком (закваски, пробиотики, молочно-кислые продукты, кж, содержащая выщелоченные металлы и др).
3. Концентрат культуральной жидкости (кормовые антибиотики, аминокислоты, технические ферменты).

4. Культуральная среда (жидкость, отделенная от биомассы путем фильтации, сепарации, осаждения), например, вино, пиво, квас, в нативном или концентрированном виде.
5. Биомасса живая (пекарские дрожжи) или инактивированная (кормовые дрожжи, кормовые мицелиальные культуры)
6. Биопрепарат (жизнеспособные микроорганизмы + среда для их сохранения).
7. Ослабленная биомассы микрооргаизмов (вакцины)
8. Переработанная биомасса (гидролизаты, ферментализаты, клеточные стенки и др).
9. Легкокипящая жидкость (этанол, бутанол, ацетон)
10. Высококипящая жидкость (липидные фракции).
11. Вещество (внутриклеточное, внеклеточное в высушенном или растворенном состоянии).
12. Сточные воды или почва, очищенная от загрязнений.

4.8. Основные типы биотехнологических процессов по отношению к кислороду

Аэробное культивирование. Способы подачи кислорода и удаления углекислого газа. Системы аэрации. Изменение потребности в кислороде в процессе роста культуры.

Анаэробное культивирование. Способы устранения кислорода из питательно среды.

4.9. Основные типы биотехнологических процессов по отношению к свету.

Фотобиотехнология. Аппаратура для проведения процессов культивирования фототрофных микроорганизмов. Культивирование фототрофных микроорганизмов в открытых водоёмах, Закрытые системы культивирования, их. Фотобиореакторы. Тонкослойные и пластинчатые фотобиореакторы. Фотобиореакторы трубчатого типа. Фотобиореакторы панельного типа. Фотобиореакторы глубинного типа. Промышленное проведение фотобиосинтетических процессов.

4.10. Основные типы биотехнологических процессов по механолабильности клеток

Порог травморезистентности для бактерий, одноклеточных грибов, мицелиальных грибов, нитчатых водорослей, клеток животных и человека, культур тканей.

Культивирование одноклеточных микроорганизмов.

Культивирование мицелиальных микроорганизмов. Современные биотехнологические процессы с использованием грибных продуцентов. Основные параметры, технологические и аппаратурные решения. Сырье для биотехнологий с использованием грибных продуцентов. Особенности стадии подготовки посевного материала. Биореакторы для культивирования механолабильных мицелиальных грибов. Параметры культивирования. Особенности стадии выделения и сушки. Контроль процесса производства и готовой продукции

Культивирование клеток и тканей растений, животных и человека.

4.11. Основные типы биотехнологических процессов по отношению к требованиям асептики

Асептическая ферментация, условно асептическая, не асептическая.

Принципы асептики в биотехнологических производствах. Влияние посторонней микрофлоры на эффективность микробиологических производств.

Основы химической, термической стерилизации, стерилизации ионизирующим излучением. Фильтрующая стерилизация. Герметизация оборудования и коммуникаций. Стерилизация воздуха. Термическая стерилизация жидкостей.

4.12. Основные стадии биотехнологического процесса биосинтеза (могут присутствовать не все)

1. Подготовительные стадии (предферментационные). Получение посевного материала, питательной среды.
2. Стадия культивирования (ферментации, биосинтеза).
3. Стадия разделения биомассы и культуральной среды.
4. Стадия выделения целевого продукта (внутриклеточного, внеклеточного).
5. Стадия очистки продукта.
6. Стадия концентрирования продукта.
7. Стадия сушки.
8. Стадия получения готовой формы продукта.

4.13. Общие принципы выделения биотехнологических продуктов

Выделение метаболитов из культуральной жидкости.

Метод упаривания продуктов ферментации.

Методы флотации и сепарации биомассы.

Концентрирование биомассы методами вакуум фильтрации и прессования. Характеристики биомассы продуцента, определяющие выбор метода.

Метод центрифугирования, центробежной сепарации.

Выделение метаболитов из биомассы.

Дезинтеграция биомассы. Механические, химические и комбинированные методы. Физические основы обработки ультразвуком, вращением лопасти или вибратора. Дезинтеграция со стеклянными бусами, продавливанием через узкое отверстие под давлением. Криодеструкция, осмотический шок, декомпрессия. Автолиз.

Фракционирование.

Высокоскоростное центрифугирование, фракционирование в градиенте плотности. Ультрацентрифугирование.

Очистка полупродуктов.

Осаждение органическими растворителями, высаливание.

Экстракция. Твердо-жидкофазная жидко-жидкофазная экстракция.

Адсорбция. Современные адсорбенты и аппараты. Иониты на основе природных и синтетических полимеров.

Хроматография. Ионообменная, гидрофобная и аффинная хроматография, гель-фильтрация, тонкослойная и колоночная хроматография. ВЭЖХ хроматография. Препаративные хроматографы.

Электрофорез. Метод анализа качества Возможности двумерного гель-электрофореза.

4.14. Получение готовых товарных форм препаратов

Биопрепараты жизнеспособных микроорганизмов: средства защиты растений, бактериальные удобрения, закваски для силосования кормов, биодеграданты, пробиотики.

Биопрепараты на основе инактивированной биомассы клеток и продукты ее переработки: кормовые дрожжи, грибной мицелий.

Биопрепараты на основе очищенных продуктов метаболизма микроорганизмов: витамины, аминокислоты, ферменты, антибиотики, биолипиды, полисахариды, продукты комплексной переработки микробных масс и метаболитов.

Лекарственные препараты для перорального применения.

Лекарственные препараты в инъекционной форме.

Готовые формы - жидкие концентраты, порошкообразные, гранулированные, капсулированные и таблетированные формы, процессы производства и технологическое оборудование.

Стадия фасовки и упаковка.

4.15. Контроль и управление биотехнологическими процессами

4.16. Санитарный контроль биотехнологического производства

4.17. Микробиологический контроль процесса культивирования и продукта

4.18. Очитка стоков и выбросов биотехнологического производства

4.19. Разработка конструкторской и технологической документации

4.20. Технологические регламенты и технические условия

4.21. Проектирование технологических линий

4.22. Проектирование, генеральное планирование и основные строительные решения биотехнологических производств

Задачи и стадии проектирования; типовые, индивидуальные и экспериментальные проекты; единая модульная система (ЕСМ); единая система конструкторской документации (ЕСКД), система проектной документации на строительство (СПДС); условные графические обозначения на чертежах: зданий и сооружений, площадок, элементов отопления, вентиляции, материалов; форматы чертежей и других документов; основные нормы проектирования промышленных предприятий СНиП 8-89-80; стройгенплан; системный подход к вопросам проектирования промышленных предприятий.

Факторы, влияющие на выбор района под застройку; санитарно-защитные зоны, построение «розы ветров»; схемы подачи сырья и материалов;

рельеф, вертикальная планировка; способы укрепления и повышения прочности грунта; особенности строительства в криолитозоне.

Виды транспорта; железные дороги и автодороги на территории предприятия; особенности транспортировки и хранения жидкого и газообразного сырья; габариты безрельсовых и рельсовых путей, уклоны, радиусы закругления.

Сети водопровода, канализации, теплофикации, газовые сети, электросети и молниезащита; воздуховоды; водоотводы с территории предприятия; требования к размещению, диаметр и материалы трубопроводов; мероприятия по предупреждению загрязнения окружающей среды, очистные сооружения.

Классификация промышленных зданий и сооружений; основной комплект рабочих чертежей архитектурных решений; расчет габаритов зданий и сооружений, выбор этажности; конструктивные схемы промышленных зданий. Групповое размещение предприятий, кооперирование по основному и вспомогательному производству.

Архитектурно- ландшафтные основы проектирования; озеленение и основные растения, используемые в благоустройстве промышленных зон; структура озеленения зон городов и предприятий; виды насаждений, экологические характеристики некоторых пород; структура защитных полос; декоративное оформление.

5. Направления промышленной биотехнологии по отраслям применения

5.1. Пищевая биотехнология. Принципиальные схемы производства, сырье, режимы культивирования, продуценты, способы выделения и очистки продуктов.

Молочные продукты. Закваски и правила их приготовления. Классификация кисломолочных продуктов в зависимости от вида закваски. Процессы, протекающие при ферментации молока. Технология получения сыра, йогурта, масла, кефира, творога, сметаны. Новые продукты.

Дрожжевое производство. Использование дрожжей в пищевой промышленности.

Производство спирта. Субстраты, использующиеся в спиртовом производстве. Сущность и основные стадии технологического процесса. Микроорганизмы, используемые в производстве спирта.

Пивоварение. Дрожжи, использующиеся в пивоварении. Биохимические основы процесса сбраживания пивного сусла. Сущность и основные стадии технологического процесса.

Виноделие. Дрожжи в виноделии. Биохимические основы процесса виноделия. Сущность и основные стадии технологического процесса.

Хлеб и другие продукты. Сущность технологического процесса. Основные микроорганизмы, использующиеся в хлебопекарном производстве.

Соевые продукты восточно-азиатской кухни.

Ферменты для пищевой промышленности (пектиназы, целлюлазы, глюкозооксидазы, протеазы, галактозидазы). Осахаривание заторов грибными

амилазами. Протеолитические ферменты препаратов плесневых грибов.

Глюкозо-фруктозные сиропы.

Пищевые добавки и ингредиенты.

Пищевые кислоты (молочная кислота, лимонная кислота, уксусная кислота). Загустители (ксантан, декстран)

Подсластители. Жиры и масла. Подкислители. Аминокислоты. Биотехнология производства аминокислот. Микроорганизмы – продуценты аминокислот. Витамины.

Пигменты. Усилители вкуса.

Пищевые консерванты (низин, дальвацин).

Пищевые волокна (мицелиальный хитин).

Производство подсластителей-заменителей сахара.

Пища будущего. Пищевой белок (белок одноклеточных микроорганизмов, мицелиальных, культура ткани животных, фототрофных микроорганизмов). Получение пищевой грибной биомассы (микопротеин). Изоляты белковых веществ. Получение липидов с помощью микроорганизмов.

5.2. Сельскохозяйственная (кормовая) биотехнология

Получение кормового белка. Принципиальная схема получения кормового белка из углеводного сырья.

Получение кормовых аминокислот на примере биосинтеза L –лизина.

Штаммы, сырье, выделение, требования к продукту. Принципиальная и аппаратурная схемы получения L –лизина. Биохимический путь синтеза при различных источниках углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза, мальтоза). Продуценты, сырье, выделение, очистка и сушка продукта.

Вакцины для животных.

Антибиотики.

Кормовые витамины.

Гормоны роста для животных и растений.

Закваски для силосования.

Пробиотики для животных.

Средства защиты растений (энтомапатогенные препараты, феромоны, элиситоры).

Бактериальные удобрения.

Безвирусная рассада, семена.

Корм для рыбохозяйств (астаксантин).

5.3. Инженерная энзимология

Получение ферментных препаратов для промышленности. Штаммы-продуценты. Особенности получения, применения ферментных препаратов. Типы ферментационных процессов. Технологический цикл и стадийность процесса производства ферментов. Методы выделения и очистки.

Иммобилизованные ферменты. Методы иммобилизации ферментов.

Применение иммобилизованных ферментов.

Деление ферментных препаратов на группы, ферменты. выделяемые из растительного и животного сырья.

Культивирование продуцентов ферментов (амилолитических и протеолитических) твердофазной и жидкостной ферментацией. Особенности основного оборудования, асептики, выделения и очистки в зависимости от способа культивирования. Используемое сырье, продуценты.

Получения ферментов с использованием бактериальных продуцентов.

Получения ферментов с использованием грибных продуцентов. Технология получения лакказы. Технология получения целлулазы. Технолгия получения пектиназ. Технология получения глюкоамилазы. Технология получения грибных протеаз.

Биокатализ.

5.4. Биотехнология для медицины

Основное оборудование медицинских биотехнологических производств. Проблемы и методы предварительной стерилизации технологического оборудования и поддержания асептических условий во время протекания процесса. Методы выделения и очистки продуктов биотехнологических производств Подготовка сырья, воздуха и посевного материала. Стерилизация и поддерживание асептических условий.

Антибиотики. Деление антибиотиков на группы, принципиальная схема получения на примере биосинтеза пенициллина. Биохимический путь синтеза пенициллина, полусинтетические антибиотики, потребности в индукторе. Используемое сырье, штаммы-продуценты, особенности выделения и очистки препаратов медицины. Принципиальные схемы производства, сырье, режимы культивирования, продуценты, способы выделения и очистки продуктов.

Ферменты (пищеварительные, тромболитические, ферменты для хирургии).

Гормоны (инсулин, другие гормоны).

Иммунобиологические препараты. Вакцины, антитоксины, анатоксины, иммуноглобулины, диагностикумы. Иммуноглобулинов, антисывороток и антител. Иммуномодуляторы (стумуляторы, супрессоры). Гибридомы и моноклональные антитела.

Производство генноинженерных интерферонов.

Диагностикумы, биосенсоры.

Иммуноферментный анализ. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) Диагностические микрочипы.

Стволовые клетки. Методы культивирования стволовых клеток.

Коферменты.

Пробиотики и пребиотики. Получение, применение.

Витамины.

Аминокислоты.

Биоразлагаемые полимеры для хирургии.

Нейропептиды.

Лекарственные средства, полученных на основе каллусных и

суспензионных культур клеток растений. Культура женьшеня

Косметические препараты (ботулотоксин).

5.5. Экологическая биотехнология

Биологическая очистка сточных вод

Очистные сооружения. Активный ил. Принципиальная схема биологической очистки сточных вод с аэротенком. Аэробная и анаэробная очистка. Ассоциации микроорганизмов очистных сооружений: активный ил, биопленка, гранулы.

Биосорбция тяжелых металлов и ксенобиотиков из стоков и почвы.

Биодеградация ксенобиотиков в стоках и почве.

Биодеградация нефтяных загрязнений (почва, водоемы).

Биодеградация пестицидов и инсектицидов.

Биодеградация промышленных стоков.

Биотехнологическая переработка твердых отходов. Аэробная и анаэробная переработка твердых бытовых отходов и отходов промышленности. Компостирование. Вермикомпостирование. Переработка растительных отходов в белок одноклеточных организмов. Силосование. Биодеградация соломы. Использование образующихся на свалках продуктов. Метаногенные ассоциации. Метановое брожение.

Фиторемедиация и микробная ремидиация.

Получение биогаза на отходах животноводства путем метанового брожения.

Снижение взрывоопасности в шахтах путем утилизации метана.

Биологическая очистка газовых выбросов (биофильтры).

Снижение выбросов диоксида серы путем биологического обессеривания нефти и газа.

Снижение концентрации углекислого газа и обогащение кислородом воздуха.

Производство биоразлагаемых полимеров.

5.6. Биоэнергетика

Биотопливо.

Этиловый спирт как топливо.

Биотехнологическое производство углеводородов (Botryococcus braunii) .

Получение биогаза из органических отходов.

Получение водорода биофотолизом воды.

Увеличение нефтедобычи и отдачи скважин.

Разработка фотоэлементов с использованием мембран фотосинтезирующих бактерий.

5.7. Биогеотехнология

Литотрофные микроорганизмы в земной коре и в природных водных экосистемах. Хемолитотрофные бактерии и условия их обитания в

месторождениях полезных ископаемых. Органотрофные бактерии, восстанавливающие сульфаты, железо и марганец. Силикатные микроорганизмы

Кучные и подземные биогеотехнологические процессы выщелачивания металлов из сульфидных рудных месторождений и отвалов (отходов обогащения руд). Технологические схемы процессов и основные реакции биоокисления минералов, содержащих цветные металлы.

Биогидрометаллургические процессы получения золота из сульфидных концентратов, основные реакции и технологическая схема.

Биогидрометаллургические процессы получения цветных металлов из сульфидных концентратов, технологические схемы получения меди и цинка. Промышленные биопроцессы получения цветных и благородных металлов из сульфидных концентратов. Исследования по интенсификации процессов биоокисления сульфидных минералов.

5.8. Получение технических продуктов для промышленности

Протеазы для стиральных порошков.

Получение растворителей (этанол, бутанол, ацетон).

Уксусная кислоты для технических целей.

Молочная кислота для технических целей, в том числе синтеза биоразлагаемых полимеров (полилактат).

Лимонная кислота, итаконовая кислота для технических целей.

Получение древесно-волокнистых плит с использованием ферментов.

Биокатализ (инженерная биотехнология). Биотрансформация как этап синтеза медицинских и других ценных веществ.

6. Вопросы биоэтики в биотехнологическом производстве

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Промышленная биотехнология» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной (самостоятельной) работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- входной контроль усвоения материала в ходе устных экспресс-опросов в начале лекции по материалу предыдущей лекции;
- контроль усвоения материала на защите лабораторных работ при ответе на контрольные вопросы, оценка практических навыков и умений с проверкой оформления протоколов выполненной работы и анализом результатов;
- контроль усвоения материала на приеме итогового экзамена по

дисциплине;

- интерактивные доклады по теме (доклад и его обсуждение с группой, проработка вопросов).

Оценка всех видов учебной деятельности проводится по 5-ти бальной системе

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение и защита доклада по теме.

Примерные темы докладов: «Промышленное производство инсулина», «Промышленное производство аминокислот на примере лизина», «Промышленное производство антибиотиков на примере эритромицина», «Биологическая очистка сточных вод».

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов приведены в приложении 2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-8	способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности
ПК-8а	основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области
ПК-9	способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-8 – обладать способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
Знать: - общую принципиальную схему биотехнологических производств; - потребности в сырье для различных микробиологических продуктов; - способы выделения, очистки, сушки продуктов микробиологического синтеза; - основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств; - способы получения промышленных штаммов микроорганизмов; - принципиальные схемы получения : кормового белка, кормовых аминокислот, ферментов, антибиотиков, ксантана, молочной кислоты, молочнокислых заквасок, моноклональных антител, биомассы деструкторов биодеградации ксенобиотиков; - способы применения в	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - общей принципиальной схемы биотехнологических производств	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - общей принципиальной схемы биотехнологических производств; - построение принципиальных схем получения продуктов основных биотехнологических производств. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при анализе особенностей технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - построение принципиальных схем получения продуктов основных биотехнологических производств, особенностей этапов получения основных групп продуктов микробиологического синтеза, экологическую безопасность биотехнологических производств, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения в анализе особенностей технологических процессов.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - построение принципиальных схем получения продуктов основных биотехнологических производств, особенностей этапов получения основных групп продуктов микробиологического синтеза, экологическую безопасность биотехнологических производств. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

различных отраслях промышленности продуктов биотехнологических производств				
Уметь: - использовать полученные знания в практической деятельности; - рассчитать основные характеристики и - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, парциального давления растворенного кислорода, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - рассчитать основные характеристики и - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, парциального давления растворенного кислорода, - рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - использовать полученные знания в практической деятельности; - рассчитать основные характеристики и - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, парциального давления растворенного кислорода, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: использовать полученные знания в практической деятельности; - рассчитать основные характеристики и - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, парциального давления растворенного кислорода, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом; - рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса, определить расходные коэффициенты по основным видам сырья. Свободно оперирует приобретенными умениями.

			оперировании умениями.	
Владеть: - навыками работы с культурой микроорганизмов-продуцентов биологически активных веществ на твердых и жидких питательных средах; - основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности.	Обучающийся владеет основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков .	Обучающийся частично владеет основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения.	Обучающийся в полном объеме владеет основными методиками контроля асептики процесса, - навыками расчета состава питательных сред, расходных коэффициентов основного сырья, определения основного оборудования для заданной производственной мощности. Свободно применяет полученные навыки.
ПК-8а- Владение основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области				
Знать: - основные методы математического планирования экспериментов;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основных методов математического планирования экспериментов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний основных методов математического планирования экспериментов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основных методов математического планирования экспериментов, но допускаются незначительные ошибки и неточности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний основных методов математического планирования экспериментов, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.		
Уметь: - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных экспериментальных данных	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных эксперименталь-ных данных.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных экспериментальных данных. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных экспериментальных данных. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности и затруднения в интерпретации полученных данных.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - определить критерий оптимальности, - проверить достоверность полученных экспериментальных данных. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии производств.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии производств	Обучающийся владеет навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии производств. Обучающимся допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет основными навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии производств. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения анализе	Обучающийся в полном объеме владеет навыками планирования и обработки результатов биотехнологических экспериментов, на основе которых разрабатываются технологии производств. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

			полученных результатов, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	
ПК – 9 - способность проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов				
Знать: - основные виды и технологические характеристики сырья, готовой продукции	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные виды и технологические характеристики сырья, готовой продукции	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные виды и технологические характеристики сырья, готовой продукции. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные виды и технологические характеристики сырья, готовой продукции, но допускаются незначительные ошибки и неточности.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные виды и технологические характеристики сырья, готовой продукции, свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: - определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, - определять соответствие готовой продукции производствен-ному регламенту	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, определять соответствие готовой продукции производственному регламенту	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, определять соответствие готовой продукции производственному регламенту Допускаются значительные ошибки, проявляется	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, определять соответствие готовой продукции производствен-ному регламенту Умения освоены, но	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - определять требования к сырью для конкретных технологических процессов, определять соответствие готовой продукции производственному

		недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	допускаются незначительные ошибки, неточности и затруднения при выборе нового сырья.	регламенту Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: - основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта.	Обучающийся владеет основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта. Обучающимся допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей.	Обучающийся частично владеет основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения анализе полученных результатов, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет основными методиками анализа, включая аналитические методики определения концентраций основных компонентов питательных сред, концентрации конечного продукта биосинтеза, контроля качества полученного продукта, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

6.1.3 Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации и ее описание

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».,

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Промышленная биотехнология» (прошли промежуточный контроль (контрольные работы), выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы,

	предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует не полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки. Применение приобретенных знаний, умений, навыков в ситуациях повышенной сложности вызывает затруднения.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература

1. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. - 296 с. Адрес хранения ул. П. Корчагина, 22.
2. Цымбаленко, Н.В. Биотехнология / Н.В. Цымбаленко ; Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена. – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2011. – Ч. 1. – 128 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428265

б) дополнительная литература

1. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». – Москва : Прометей, 2013. – Ч. I. Нанотехнологии в биологии. – 262 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486

2. Тихонов, Г.П. Основы биотехнологии / Г.П. Тихонов, И.А. Минаева ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва : Альтаир : МГАВТ, 2009. – 133 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430056

3. Слюняев, В.П., Плошко, Е.А. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии: учебное пособие [Электронный ресурс]/В.П.Слюняев.- Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2012.- 112с.- URL:https://e.lanbook.com/book/4531

4. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) / Г.П. Шуваева, Т.В. Свиридова, О.С. Корнеева и др. ; науч. ред. В.Н. Калаев ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 317 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028 (дата обращения: 17.10.2020). – Библиогр.: с. 311-312. – ISBN 978-5-00032-239-0. – Текст : электронный.

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотрено.

Перечень интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ
3. http://patft.uspto.gov/ - United States Patent and Trademark Office Бесплатная патентная база.
4. www.molbiol.ru - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайте практической молекулярной биологии.
5. www.scopus.com (Scopus) – единая реферативная и наукометрическая база данных (индекс цитирования) (доступ в библиотеке МАМИ)

6. www.scincedirect.com/ (Архивные коллекции журналов издательства Elsevier) – архивные коллекции различных тематик, в том числе Biochemistry, Engineering and Technology.
7. http://www.fp7-bio.ru - НКТ «Биотехнологии»
8. http://cyberleninka.ru/article/c/biotehnologiya - научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»
9. http://www.springerprotocols.com/ - доступ к базе данных SpringerLink
10. http://grebennikon.ru/ - электронная бибоиотека Grebennicon
11. http://login.webofknowledge.com/ - ресурсы на платформе Web of Knowledge

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных занятий № 5504 (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5404б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, весы лабораторные DX-2000, весы прецизионные AND, химическая мойка, ламинарный бокс Бавп-01-«Ламинар-С»-1,2, шкаф сушильно-стерилизационный Memmert, шейкер, плитка электрическая лабораторная Rommelsbacher RK 501, термостат 180твл, фотоэлектроколориметр КФК-2, холодильник для хранения культур, микроскоп Микмед 6, микроскоп, оснащенный камерой соединенной с компьютером, микроскопы учебные 15 штук, стереомикроскоп 2 шт., центрифуга, сушильный шкаф, автоклав ВК-75, автоматические пипетки, электрические насосы дл пипеток, магнитные мешалки, лабораторная посуда для проведения лабораторных занятий, стеллажи с научной литературой.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5405а,б (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1), оборудованная: лабораторные столы, вытяжной шкаф, весы прецизионные KERN, весы аналитические Vibra, аналитические весы Sartorius ENTRIS 224-1S, 220г/0,1Sartorius Group GmbH, спектрофотометр Shimadzu UV mini 1240, автоматизированная установка для разложения по Кьельдалю LOIP LK-100, лабораторная установка: хроматографические процессы разделения: тонкослойная хроматография (ТСХ) Phywe Systeme GmbH, магнитные мешалки, спектрофотометр ПВЭ-5300, pH-метр Эконикс, дистиллятор GFL 2001/4, химическая мойка, тумба для хранения ЛВЖ, камеры хроматографические для тонкослойной хроматографии, химические реактивы,

вытяжные шкафы, холодильник, лабораторная посуда для проведения лабораторно-практических занятий.

Лаборатория кафедры «ХимБиотех» Ав 5406а. (115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 строен. 1 (5 корпус)). Лабораторные столы, биореактор, установка баромембранной фильтрации, вакуумный сушильный шкаф, шейкер микробиологический, фотобиореактор, установка для культивирования фототрофов, шейкер-инкубатор IKA® KS 4000 i control.

Студенты на занятиях обеспечены индивидуальными микроскопами, автоматическими пипетками, лабораторной посудой, реактивами.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Дисциплина «Промышленная биотехнология» предусматривает лекции, лабораторные и семинарские занятия. Изучение дисциплины завершается экзаменом (5 семестр). Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо:

перед очередной лекцией просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков лабораторной техники, приобретения опыта ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в микробиологической лаборатории, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим/лабораторным занятиям студентам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического/лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Интерактивная форма образовательного процесса заключается в том, каждый студент выступает в роли докладчика и оппонента: выполняет доклад с презентацией по выбранной им теме практического занятия и выступает оппонентом материалов других докладов.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Студенты, пропустившие занятия и/или не сдавшие все лабораторные работы не допускаются к экзамену. Студент, пропустивший лабораторную работу по уважительной причине имеет право ее отработать в конце семестра (не более 3 лабораторных работ).

В рамках публичных презентаций и дискуссии после доклада, представляющего собой групповое обсуждение под руководством преподавателя широкого круга проблем преподаватель оценивает уровень знаний. Студентам предоставляется возможность логически последовательно и аргументированно высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему и продемонстрировать глубину знаний в рамках изученного материала.

9. Методические рекомендации для преподавателя

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Интерактивная форма образовательного процесса заключается в том, каждый студент выступает в роли докладчика и оппонента: выполняет доклад с презентацией по выбранной им теме практического занятия и выступает

оппонентом материалов других докладов.

В рамках публичных презентаций и дискуссии после доклада, представляющего собой групповое обсуждение под руководством преподавателя широкого круга проблем преподаватель оценивает уровень знаний. Студентам предоставляется возможность логически последовательно и аргументированно высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему и продемонстрировать глубину знаний в рамках изученного материала.

Наиболее эффективно формируются следующие навыки и компетенции студентов:

- осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладание высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;
- владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, быть способным в письменной и устной речи правильно (логически) оформить результаты мышления;
- умение слушать и активно взаимодействовать с другими участниками конференции, способность задавать конструктивные вопросы;

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

Студенты, пропустившие занятия и/или не сдавшие все лабораторные работы не допускаются к экзамену. Студент, пропустивший лабораторную работу по уважительной причине имеет право ее отработать в конце семестра (не более 3 лабораторных работ).

Интерактивная форма образовательного процесса заключается в том, каждый студент выступает в роли докладчика и оппонента: выполняет доклад с презентацией по выбранной им теме практического занятия и выступает

оппонентом материалов других докладов.

В рамках публичных презентаций и дискуссии после доклада, представляющего собой групповое обсуждение под руководством преподавателя широкого круга проблем преподаватель оценивает уровень знаний. Студентам предоставляется возможность логически последовательно и аргументированно высказать свою точку зрения на рассматриваемую проблему и продемонстрировать глубину знаний в рамках изученного материала.

Наиболее эффективно формируются следующие навыки и компетенции студентов:

- осознание социальной значимости своей будущей профессии, обладание высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности;
- владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, быть способным в письменной и устной речи правильно (логически) оформить результаты мышления;
- умение слушать и активно взаимодействовать с другими участниками конференции, способность задавать конструктивные вопросы;

При подготовке студенты используют материалы интернет-ресурсов, перечисленных в разделе 8.

Приложение 1 к

рабочей программе

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская

Кафедра: Химбиотех

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Промышленная биотехнология»

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
3. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации

Составители:

Доцент Горшина Е.С.

Москва, 2021

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Промышленная биотехнология					
ФГОС ВО **19.03.01 «Биотехнология»**					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **профессиональные компетенции**:					
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****	**Степени уровней освоения компетенций**
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**				
ПК-8	Способность работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности	**Знать:** - общую принципиальную схему биотехнологических производств; - способы выделения, очистки, сушки продуктов микробиологического синтеза; - основное и вспомогательное оборудование микробиологических производств; - принципиальные схемы получения : кормового белка, кормовых аминокислот, ферментов, антибиотиков, ксантана, молочной кислоты, молочнокислых заквасок, моноклональных антител, биомассы деструкторов биодеградации ксенобиотиков; - способы применения в различных отраслях промышленности продуктов биотехнологических производств **Уметь:** - использовать полученные знания в практической деятельности; - осуществлять процессы и поддерживать заданные параметры технологического процесса, используя датчики температуры, давления, pH, осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом;	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО, Д, К, К/Р Т, РТ	**Базовый уровень** - Способен работать с научно-технической информацией, **Повышенный уровень** - способен использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности

		- рассчитать материальные балансы различных операций технологического процесса. **Владеть*:*** - методами формулирования и реализации стратегий реализации методов разделения КЖ и биомассы, разделения белков, полисахаридов и других классов биомолекул			
ПК-8а	Владение основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области	**Знать:** - теоретические и практические подходы к выбору методов разделения КЖ и биомассы, разделения белков, полисахаридов и других классов биомолкул. **Уметь:** - оценивать эффективность методов разделения КЖ и биомассы, разделения белков, полисахаридов и других классов биомолкул. **Владеть:** - формулирования и реализации стратегий реализации методов разделения КЖ и биомассы, разделения белков, полисахаридов и других классов биомолкул	лекция, самостоятельная работа	УО, Д, К, К/Р Т, РТ	**Базовый уровень:** воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля **Повышенный уровень:** практическое применение полученных знаний в процессе подготовки к семинарам, к выступлению с докладом
ПК-9	способностью проводить стандартные и сертификационные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов	**Знать:** - теоретические и практические подходы к определению источников и механизмов потенциального нарушения процессов, качества готового продукта. **Уметь:** - оценивать эффективность использования различных систем управления качеством готового продукта, применять практические подходы к определению источников и механизмов потенциального нарушения процессов **Владеть:** - методами оценки эффективности систем управления качеством готового продукта, эффективности подходов к определению источников и механизмов потенциального нарушения процессов	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО, Д, К, К/Р Т, РТ	**Базовый уровень** оценивать эффективность использования различных систем управления качеством готового продукта, применять практические подходы к определению источников и механизмов потенциального нарушения процессов **Повышенный уровень** способен оценивать эффективность систем управления качеством готового продукта, эффективности подходов к определению источников и механизмов потенциального

					нарушения процессов

Приложение 2

к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине _____

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Защита лабораторных работ	Средство проверки владения методов работы в профессиональной области	Список лабораторных работ
3	Кейс-задача (К-З)	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально- ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи
3	Интерактивный доклад	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно- практической, учебно-исследовательской или научной темы. Совместная деятельность группы обучающихся и педагогического работника под управлением педагогического работника с целью решения учебных и профессионально - ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.	Темы докладов

3. Перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины:

Пример тестов для промежуточного контроля

1. Для выделения клеток из культуральной среды используют:
   А - флотацию;
   Б - седиментацию;
   В - сепарацию;
   Г - центрифугирование;
   Д - фильтрование.

2. Химический метод разрушения клеток используют при:
   А - устойчивости получаемого продукта к щелочной ереде;
   Б - нестабильности получаемого продукта в щелочной среде;
   В - термической устойчивости получаемого продукта;
   Г - термолабильности получаемого продукта;
   Д - любых условиях.

3. Баллистическая дезинтеграция клеток основана на:
   А - бомбардировке клеточной массы тяжелыми ядрами;
   Б - сдвиговых напряжениях поверхности инертных шариков, лопастей и реактора;
   В - ударном воздействии клеток о неподвижную поверхность;
   Г - обработке УЗ;
   Д - воздействии высокого давления.

4. Назначение защитных сред:
   А - защита от изменений в процессе замораживания;
   Б - защита от изменений в процессе высушивания и при последующем хранении;
   В - повышение устойчивости к антибиотическим веществам;
   Г - дополнительный источник питательных веществ;
   Д - защита от влияния продуктов метаболизма.

5. Функцию защитных сред способны выполнять:
   А - высококонцентрированные минеральние соли;

Б - ВМС (ПВП, декстран, желатин, пептон);

В - ПАВ (твин-80, спены);

Г - аэросил;

Д - низкомолекулярные и буферные компоненты (глютамат, трис-буфер).

Вопросы для подготовки к контрольным работам.

1. Назовите основные стадии типового биотехнологического производства.
2. Какие подготовительные стадии встречаются в различных биотехнологических производствах.
3. Назовите варианты процессов, реализующих основную – биотехнологическую – стадию производства.
4. Каковы сходство и различия в стадиях ферментации, биотрансформации и биокатализа?
5. Назовите варианты процессов, реализующих стадию разделения жидкости и биомассы.
6. Перечислите процессы, используемые на стадиях выделения внеклеточных и внутриклеточных продуктов метаболизма.
7. Опишите процесс биодеградации, его отличие от стерилизации микроорганизмов.
8. Назовите процессы, используемые при очистке биопродуктов от примесей.
9. Какие процессы применяют для концентрирования биопродуктов?
10. Расскажите о процессах получения готовых форм биопродуктов.
11. Как обычно изменяется концентрация целевого продукта на разных стадиях биотехнологического производства?
12. В чём заключается классификация биотехнологических производств по типам технологических схем?
13. Что такое блок-схема биотехнологического производства?
14. Объясните обобщённое стехиометрическое уравнение микробиологического процесса по аналогии с химической реакцией.
15. Как определить условную «формулу» биомассы из её элементного состава?
16. Поясните понятие С-моля биомассы.
17. Приведите формулу Стоутхамера для биомассы. Какова молекулярная масса С-моля?
18. Как рассчитать стехиометрический выход биомассы от

используемого углеродного субстрата?

19. Что такое «доступные электроны» в субстратах и в биомассе?

20. Как рассчитать степень восстановленности субстратов, биомассы и продуктов метаболизма?

21. Как рассчитать стехиометрические коэффициенты процесса ферментации, имея количество израсходованного субстрата и образовавшихся продуктов и биомассы?

22. Какова степень восстановленности воды, диоксида углерода, аммиака, метана?

23. Как определить скорость выделения тепла в процессе ферментации, зная скорости потребления субстрата и образования продуктов метаболизма и самой биомассы?

24. Как определить интенсивность тепловыделения в процессе ферментации на основании скорости потребления кислорода?

25. Как изменяется объём жидкости в процессах периодической, непрерывной, многоциклической и отъёмно-доливной ферментации?

26. Чем отличается лаг-фаза от стационарной фазы ферментации?

27. Связь времени генерации с удельной скоростью роста.

28. Укажите размерность удельной скорости роста и её примерные значения для бактерий, грибов, микроводорослей, растительных клеток.

29. Экономический коэффициент роста биомассы и способы его определения.

30. Макростехиометрические коэффициенты процесса ферментации.

31. Что такое затраты субстрата на поддержание жизнедеятельности?

32. Средняя производительность процесса ферментации и методы её графического определения.

33. Как найти время завершения периодического процесса ферментации, обеспечивающее оптимальное значение средней производительности процесса?

34. Приведите варианты уравнений кинетики роста микроорганизмов, в которых скорость роста зависит от концентрации субстрата.

35. Проведите анализ уравнения Моно и покажите зависимость формы зависимости от кинетических констант.

36. Методы Лайнуивера и Бэрка и Корниш-Боудена для определения констант уравнения Моно.

37. Модели Мозера, Перта и Андрюса, их отличия от модели Моно.

38. Как определить оптимальную концентрацию субстрата в модели

Андрюса по кинетическим константам уравнения?

39. Чем отличаются модели Хиншельвуда, Иерусалимского и Бергтера, в которых скорость роста микроорганизмов зависит от концентрации продукта метаболизма?

40. Назовите виды многофакторных кинетических уравнений.

41. Чем отличаются альтернативные многофакторные кинетические уравнения от мультипликативных и аддитивных?

42. Запишите уравнение Моно-Иерусалимского.

43. Приведите уравнение кинетики роста биомассы с конкурентным торможением вторым субстратом или продуктом метаболизма.

44. Приведите уравнение Контуа, учитывающее влияние «тесноты» культуры на удельную скорость роста микроорганизмов.

45. Запишите кинетические уравнения, учитывающие одновременный рост и диссимиляцию (отмирание) биомассы микроорганизмов.

46. Запишите варианты уравнений кинетики диссимиляции микроорганизмов по Герберту, Ферхюльсту или Рамкришна.

47. Методы математического описания влияния температуры и pH на кинетику роста микроорганизмов.

48. Уравнение Людекинга и Пайри для описания кинетики биосинтеза продуктов метаболизма.

49. Варианты математических моделей кинетики биосинтеза продуктов метаболизма с удельной скоростью роста биомассы как параметра-аргумента.

50. Системная модель, учитывающая одновременное образование продукта метаболизма и его инактивацию (разрушение).

51. Варианты кинетики инактивации продуктов метаболизма .

52. Варианты зависимости коэффициента поддержания жизнедеятельности от параметров процесса ферментации.

53. Тубулярный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов. В чём его сходство с периодическим процессом?

54. Хемостатный процесс непрерывного культивирования с одиночным биореактором.

55. Математический анализ хемостатного процесса на основе моднли Моно.

56. Как зависят концентрация биомассы и остаточная концентрация субстрата в хемостатном процессе от скорости разбавления и от концентрации субстрата в подаваемом потоке?

57. Покажите, что удельная скорость роста биомассы в хемостатном

процессе равна скорости разбавления.

58. При какой скорости разбавления в хемостате производительность по биомассе является максимальной?

59. Покажите, в каком процессе производительность по биомассе больше: в хемостатном или в периодическом процессе ферментации?

60. Что такое вымывание культуры из хемостата и при какой скорости разбавления оно происходит?

61. Автоселекция в хемостатном процессе и её математическое обоснование.

62. Что такое хемостат с внешним контуром регулирования?

63. Как работают турбидостат и оксистат ?

64. Что такое конкордантные и дискордантные факторы?

65. Как рассчитать субоптимальную ступенчатую программу поддержания конкордантного фактора в процессе ферментации?

66. Что такое масштабирование процесса ферментации?

67. Можно ли использовать текущую концентрацию растворённого кислорода как параметр масштабирования аэробных процессов ферментации?

68. Зависимость концентрации растворённого кислорода от коэффициента массопередачи газ – жидкость.

69. $\boldsymbol{K_L a}$ как параметр масштабирования аэробных процессов.

70. Как учесть при масштабировании разную высоту ферментёров?

71. Как учесть при масштабировании ингибирование процесса растворённым углекислым газом?

72. Как учесть при масштабировании воздействие механического перемешивания непосредственно на клетки микроорганизмов?

73. Какие значения окружной скорости мешалки допустимы для бактериальных клеток, дрожжей, растительных и животных клеток?

74. Приведите стехиометрические схемы одно- и двухсубстратных ферментативных реакций.

75. Вывод кинетического уравнения Михаэлиса-Ментен.

76. Способы определения констант уравнения Михаэлиса-Ментен.

77. Единицы активности фермента (размерность). Какова их связь с массой ферментного препарата?

78. Как учитывается в уравнении ферментативной кинетики деградация фермента в ходе биокаталитического процесса?

79. Удержание фермента в зоне реакции с помощью мембранного

биореактора. Недостатки этого способа.

80. В чём заключается принцип иммобилизации ферментов?

81. Каковы основные методы иммобилизации ферментов?

82. Иммобилизованные мёртвые и живые клетки микроорганизмов.

83. Каковы диффузионные ограничения в гранулах иммобилизованных ферментов и клеток?

84. Причина искажения макрокинетики ферментативных реакций в гранулах иммобилизованного биокатализатора.

85. Что такое критерий Дамкёлера для гранул иммобилизованных клеток? Связь степени искажения макрокинетики с критерием Дамкёлера.

86. Что такое иловый индекс?

87. Как определяется сепарируемость культуральных жидкостей?

88. По какому показателю сравнивают между собой сепараторы и центрифуги?

89. В чём суть фильтрации с использованием фильтровальных порошков?

90. Что обеспечивает возможность высоких скоростей микрофильтрации при достаточно высоких концентрациях микробных суспензий?

91. На чём основана флотация микроорганизмов?

92. Сравнение пневматической, напорной и электрофлотации.

93. Поясните отличие дезинтеграции микроорганизмов от стерилизации и измельчения.

94. Опишите баллистическую и декомпрессионную дезинтеграцию.

95. Ферментативные методы дезинтеграции микроорганизмов.

96. В чём заключается метод создания эффективной межфазной поверхности при экстрагировании компонентов из биомассы микроорганизмов?

97. Что даёт экстрагирование «суперкритическими» жидкостями?

98. Назовите вещества, используемые в качестве «суперкритических» экстрагентов биомассы, и параметры их критических точек по температуре и давлению.

99. Особенности жидкофазной экстракции лабильных продуктов биотехнологии.

100. Почему при экстракции пенициллина используют центробежные экстракторы?

101. Чем отличаются ионообменные колонны открытого и закрытого типа?

102. Назовите термины, используемые для участвующих в процессе ионного обмена веществ на стадиях сорбции и десорбции.

103. Можно ли использовать ионообменное выделение продукта непосредственно из суспензии микроорганизмов?

104. Чем отличается адсорбция микропористыми сорбентами от ионного обмена?

105. Какая основная характеристика используется для оценки качества микропористых сорбентов?

106. Чем хроматография отличается от десорбции? Какие существуют разновидности хроматографии?

107. Основные механизмы биосорбции металлов.

108. Разновидности биосорбции металлов с деструкцией и с регенерацией клеток микроорганизмов.

109. Тангенциальная микрофильтрация – в чём её преимущества?

110. Что такое диафильтрация, какие задачи она решает?

111. Что является движущей силой процесса диализа?

112. Электродиализ – для каких целей этот процесс используется?

113. Движущая сила процесса ультрафильтрации.

114. Причины концентрационной поляризации при ультрафильтрации и способы борьбы с нею.

115. При каких давлениях протекают процессы микро-, ультра-, нано-фильтрации и процесс обратного осмоса?

Пример контрольной работы

Вариант 1

1. Элементы, слагающие биотехнологию. Субстраты. Питательные среды.
2. Особенности иммобилизованных ферментов.
3. Принцип действия аэротенков. Состав активного ила.

Вариант 2

1. Характеристика основных стадий биотехнологических процессов.
2. Элементы, слагающие биотехнологию. Продукты.
3. Биометаногенез.

Вариант 3

1. Элементы, слагающие биотехнологию. Биологические агенты.
2. Ферменты. Специфичность, активность ферментов.

3. Принцип действия биофильтров. Состав биопленки.

Вариант 4

1. Клеточная инженерия, принципы, возможности.
2. Вакцины. Виды, получение.
3. Микробное выщелачивание и биогеотехнология металлов.

Вариант 5

1. Получение биоэтанола.
2. Биологическая деградация ксенобиотиков.
3. Пробиотики и пребиотики. Получение, назначение.

Задания для решения кейс-задач

Кейс-задача 1

Ферментер 63м^3, коэффициент заполнения 0,7.

Определить количество компонентов основной ферментационной среды в кг при следующем составе:

Меласса	20 %
Кукурузный экстракт	4,5 %
$(NH_4)_2SO_4$	3,0 %
KH_2PO_4	15,0 г/л
$MgSO_4$	7,0 г/л

Кейс-адача 2

Определить расход зерна (пшеница) на получение 10т продукта, если коэффициент конверсии РВ в продукт равен 48%, а выход ферментолизата крахмала с содержанием РВ 50% из зерна – 1,2м^3 из 1т зерна.

Кейс-задача 3

Определить состав питательной среды в процентах и г/л, если для приготовления 125м3 среды ушло:

Сахар-сырец-	10 000 кг
Кукурузный экстракт	550 кг
$(NH_4)_2SO_4$	500 кг
KH_2PO_4	250 кг
$MgSO_4$	150 кг

Кейс-адача 4

Культуральная жидкость содержит 45г/л АСБ биомассы. Объем слива – 250м^3.

Сколько кг биомассы получится после ее отделения фильтрацией, если влажность биомассы после фильтрации 79%.

Кейс-задача 5

Сколько необходимо 100% соляной кислоты (концентрация HCl 24%) для перевода 10т L-лизина в лизин монохлоргидрат, если молекулярная масса L-лизина равна 164мол.ед.

Кейс-задача 6

Культуральная жидкость содержит 60г/л продукта. Объем к.ж равен 150м^3. Какова концентрация продукта в фильтрате после отделения биомассы, если потери продукта с биомассой составляют 12%, а объем фильтрата 95м^3.

Кейс-задача 7

Культуральная жидкость содержит 95г/л АСБ биомассы. Объем слива – 250м^3.

Сколько кг биомассы получится после ее отделения фильтрацией, если влажность биомассы после фильтрации 75%.

Кейс-задача 8

Ферментер 120м^3, коэффициент заполнения 0,75.

Определить количество компонентов основной ферментационной среды в кг при следующем составе:

Меласса	20 %
Кукурузный экстракт	4,5 %
$(NH_4)_2SO_4$	3,0 %
KH_2PO_4	15,0 г/л
$MgSO_4$	7,0 г/л

Кейс-задача 9

Культуральная жидкость содержит 150г/л продукта. Объем к.ж равен 300м^3. Какова концентрация продукта в фильтрате после отделения биомассы, если потери продукта с биомассой составляют 8%, а объем фильтрата 200м^3.

Кейс-задача 10

Определить состав питательной среды в процентах и г/л, если для приготовления 250м3 среды ушло:

Сахар-сырец- 25 000 кг

Кукурузный экстракт	12 000 кг
$(NH_4)_2SO_4$	700 кг
KH_2PO_4	500 кг
$MgSO_4$	250 кг

Кейс-задача 11

Определить расход зерна (пшеница) на получение 25т продукта, если коэффициент конверсии РВ в продукт равен 53%, а выход ферментолизата крахмала с содержанием РВ 50% из зерна – 1,2м^3 из 1т зерна.

Кейс-задача 12

Определить состав питательной среды в процентах и г/л, если для приготовления 350м3 среды ушло:

Сахар-сырец-	35 000 кг
Кукурузный экстракт	17 500 кг
$(NH_4)_2SO_4$	950 кг
KH_2PO_4	550 кг
$MgSO_4$	250 кг

Кейс-задача 13

Какое количество воздуха с содержанием углекислого газа 4,0% регенерируют фотосинтезирующие микроорганизмы (хлорелла) за 24 часа, если концентрация хлореллы в культуральной жидкости 20г/л, а 1г хлореллы потребляет в час 1,2г CO_2.

Кейс-задача 14

Определить количество ферментного препарата, необходимого на первой стадии ферментативного гидролиза крахмала, если активность ферментного препарата равна 500Е/мл, на 1г крахмала расходуется 2,0Е/г крахмала, а гидролизу подвергается 10л суспензии крахмала с концентрацией крахмала 40%.

Кейс-задача 15

Для гидролиза 25л суспензии крахмала использован препарат амилолитического фермента с активностью 500Е/мл. Оптимальная концентрация ферментного препарата в суспензии – 0,5Е/г крахмала. Определить концентрацию крахмала в суспензии, если для ферментативного гидролиза суспензии использовано 2,5мл ферментного препарата.

Кейс-задача 16

Определить количество ферментного препарата, необходимого на первой стадии ферментативного гидролиза крахмала, если активность ферментного препарата равна 500Е/мл, на 1г крахмала расходуется 2,0Е/г крахмала, а гидролизу подвергается 40л суспензии крахмала с концентрацией крахмала 30%.

Кейс-задача 17

Определить расход зерна (пшеница) на получение 40т продукта, если коэффициент конверсии РВ в продукт равен 51%, а выход ферментолизата крахмала с содержанием РВ 50% из зерна – 1,2м^3 из 1т зерна.

Проверочные работы

Тема «Культивирование микроорганизмов»

Вариант 1. Как долго надо проводить процесс культивирования указанных микроорганизмов, чтобы в предположении экспоненциального развития их количество увеличилось в 200 тысяч раз? Какие выводы можно сделать?

№	μ, 1/ч	Название микроорганизма
1	1,6	*Bac. megaterium*
2	2,0	*Bac. subtilis*
3	2,4	*E. coli*
4	0,5	*Candida scotti*

Вариант 2. Как долго необходимо проводить процесс культивирования микроорганизмов, чтобы количество клеток контаминантов (1,2,3) и целевой культуры (4) стали равны? Количество клеток вначале N нач = 1. Какие выводы можно сделать?

№	μ, 1/ч	Название микроорганизма
1	1,6	*Bac. megaterium*
2	2,0	*Bac. subtilis*
3	2,4	*E. coli*

4	0,5	*Candida scotti*

Вариант 3. Определить объем культуральной жидкости $V_р$, м3, если известно, что время генерации контаминантов t=0,3 час, время культивирования τ= 22 час. Концентрация контаминанта к концу процесса $C_{кк}=10^7$ кл/мл. В начале культивирования в ферментер попала 1 клетка контаминанта, которая пройдя лаг-фазу $\tau_{лф}$=7 час, в дальнейшем развивалось по экспоненциальному закону.

Тема «Асептика»

Вариант 1. Определить частоту λ (кл/час) проникновения посторонней микрофлоры в ферментер с загрузкой питательной среды в непрерывном процессе культивирования. Рабочий объем $V_р$=100 м3. Коэффициент разбавления D=0,05 1/час. Начальная концентрация контаминантов $c_н=10^5$ кл/мл.

Вариант 2. Определить частоту λ (кл/час) проникновения посторонней микрофлоры в ферментер с загрузкой питательной среды, прошедшую стерилизацию с критерием стерилизации 6,9 в непрерывном процессе культивирования. Рабочий объем Vp=10м3. Коэффициент разбавления D=0,005 1/час. Начальная концентрация контаминантов $c_н=10^6$ кл/мл.

Тема «Вероятность загрязнения посторонней микрофлорой»

Вариант 1. Определить вероятность наличия $Q_3\leq$ 3 клеток посторонней микрофлоры в загрузке питательной среды объемомо 10 $м^3$, проходящие деконтаминацию с критерием стерилизации 23,457. Начальная концентрация $c_н=10^3$ кл/мл.

Распределение Пуассона

$Q_{(q)} =exp\ (-N)*(N_q/q!)$

Вариант 2. В результате неосторожности на пол помещения, в котором приготавливаются порошки для изготовления мягких лекарственных форм, было пролито V = 45 мл раствора с культурой содержащей неспорообразующие тест-микроорганизмы, с концентрацией $C_к$=20 кл/мл. Была залита поверхность пола S=0,9 $м^2$. Какова вероятность того, что анализ покажет выход степени микробной загрязненности помещения за пределы нормы, которая составляет H<A = 12 кл/$дм^2$.

Вариант 3. В ферментере объемом Vp=27,77 $м^3$ развивается целевая культура по экспоненциальному росту со скоростью μ=0,8 1/час, $\tau_{лф}$=7час, начальная концентрация целевой культуры $x_н$=0,01 г/$см^3$, удельный расход аэрирующего воздуха Vгу=2$м^3$/($м^3_{кж}$ *мин). На линии подачи воздуха установлены фильтры с

задерживающей способностью η=99,99999%. Средняя концентрация контаминантов в воздухе до фильтра $C_н$=3000 кл/м^3. определить вероятность $P_{(n-1)}$ того, что к моменту, когда концентрация целевой культуры достигнет $x_к$=0,012 г/см^3, в ферментер с воздухом проникнет менее n=7 клеток контаминанта.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Определение биотехнологии, условное деление на группы, примеры биотехнологических процессов по группам
2. Пищевая биотехнология. Характеристика процессов, применяемых в пищевой биотехнологии: микроорганизмы, ферменты, иммобилизованные системы. Аэробные и анаэробные процессы. Примеры.
3. Принципиальная технологическая схема асептического биотехнологического производства.
4. Получение фенилпенициллина. Краткая характеристика процесса культивирования (аэробный, источник углерода, основные компоненты и дополнительные компоненты питательной среды).
5. Типы процессов культивирования, применяемые в биотехнологических процессах (периодический, с подпиткой, полунепрерывный и др.). Характеристика, примеры получаемых продуктов.
6. Получение антибиотиков пенициллинового ряда (основные стадии технологического процесса).
7. Общие потребности микроорганизмов (макроэлементы и микроэлементы). Прототрофы и ауксотрофы.
8. Применение продуктов биотехнологического производства в сельском хозяйстве. Примеры.
9. Способы получения новых штаммов-продуцентов биологически активных веществ.
10. Медицинская биотехнология. Примеры применения биотехнологических процессов в медицине. Особенности медицинской биотехнологии (особые требования к процессам культивирования и выделения продуктов).
11. Классификация биотехнологических производств
12. Культивирование фотосинтезирующих микроорганизмов. Потребности фототрофов. Типы аппаратов для культивирования фототрофов.
13. Типовые аппаратурно-технологические схемы
14. Экологическая биотехнология. Общий подход к созданию ассоциаций микроорганизмов. Способы утилизации микроорганизмов-деградантов ксенобиотиков.

15. Документы, характеризущие штаммы-продуценты, используемые в биотехнологических производствах.
16. Использование фототрофов в биотехнологии (примеры процессов, в которых используются фотосинтезирующие микроорганизмы).
17. Глубинная ферментация, особенности, преимущества.
18. Применение ферментов. Основные крупнотоннажные производства ферментных препаратов. Сырье для получения ферментов.
19. Типовые схемы и основные стадии биотехнологических производств.
20. Получение молочно-кислых заквасок (общая технологическая схема). Применение молочно-кислых заквасок в пищевой промышленности.
21. Получение промышленных микроорганизмов
22. Характеристика основных стадий биотехнологических процессов
23. Промышленные биообъекты (штаммы, расы, серовары, культуры клеток, тканей, ассоциации).
24. Микробиологическое производство лекарственных средств
25. Хранение промышленных микроорганизмов
26. Получение технических продуктов для промышленности
27. Штаммы для пищевой промышленности
28. Сходство и различия в стадиях ферментации, биотрансформации и биокатализа
29. Назовите варианты процессов, реализующих стадию разделения жидкости и биомассы.
30. Перечислите ферменты, применяемые при ферментативном гидролизе биомакромолекул
31. Перечислите процессы, используемые на стадиях выделения внеклеточных и внутриклеточных продуктов метаболизма.
32. Биоэнергетика.
33. Основные типы биотехнологических процессов по механолабильности клеток
34. Биогеотехнология.
35.Требования безопасности, предъявляемые к промышленным микроорганизмам
36. Целевые продукты биотехнологического процесса
37. Тубулярный процесс непрерывного культивирования микроорганизмов.
38. Общие принципы разработки промышленной биотехнологии.
39. Хемостатный процесс непрерывного культивирования с одиночным биореактором
40. Промышленное культивирование фототрофных микроорганизмов

Приложение 3.

Структура и содержание дисциплины «Промышленная биотехнология» по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» (бакалавр)

Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов						Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Рефер.	К/р	конс	Э	З
Введение. Современное состояние и перспективы развития биотехнологии.	5	1	1			10		10							
Сельскохозяйственная (кормовая) биотехнология. Получение кормового белка, получение кормовых аминокислот на примере биосинтеза L –лизина.	5	2,3	1			10		10				+			
Пищевая биотехнология. Получение этанола, молочной кислоты, ксантана, молочно-кислых заквасок.	5	4,5	1	1		10		10							
Получение ферментных препаратов для пищевой, кормовой и медицинской промышленности.	5	6,7	1			10		10							
Производство антибиотиков.	5	8,9	2	1		25		25				+			
Получение моноклональных антител, культивирование клеток тканей животного и растительного происхождения.	5	10	2			15		15							

Экологическая биотехнология.	5	11	2									+			
Лабораторная работа «Культивирование продуцента астаксантина *Phaffia rhodozyma* ВКПМ Y-2228 на ферментационных средах с гидролизатом зерновых оболочек в качестве источника углеводов».	5	11,12			2	20		20							
Лабораторная работа «Культивирование продуцента ксантана *Xanthomonas campestris* ВКПМ B-2228 на ферментационных средах с ферментолизатом крахмала в качестве источника углеводов».	5	13,14			2	20		20							
Лабораторная работа «Культивирование продуцента молочной кислоты *Lactococcus lactis»*	5	15,16			2	20		20							
Лабораторная работа «Культивирование продуцента внеклеточных полисахаридов *Lactococcus lactis* var *cremoris*»	5	17,18			2	22		22							
Форма аттестации	5	19-21												6	
Всего часов по дисциплине		144	8	2	8	162		162						6	