Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 12:41:15
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Промышленная биотехнология»

Направление подготовки
19.03.01 «Биотехнология»

Профиль

«Биотехнология»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г

Разработчики:
доцент, к.б.н. /Е.С. Горшина/

доцент, к.б.н /И.И. Тулунина/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «ХимБиотех»
д.с-х.н. /Н.В. Мясищева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата....4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....7
3.2 Тематический план изучения дисциплины 8
3.3 Содержание дисциплины....9
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....10
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....11
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 12
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 12
4.2. Основная литература 12
4.4. Электронные образовательные ресурсы 14
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 14
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 14
5. Материально-техническое обеспечение дисциплины 14
6. Методические рекомендации....15
6.1 Методические рекомендации преподавателю по организации обучения....15
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....15
7. Фонд оценочных средств 17
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....17
7.3 Оценочные средства....19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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

- Получение теоретических и практических навыков студентами по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» в области создания промышленных продуктов на основе биотехнологических процессов

- Формирование компетенций в решении профессиональных задач будущего выпускника с учетом современного уровня развития биотехнологической промышленности

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

- Ознакомление с современным состоянием и перспективами развития основных направлений промышленной биотехнологии

- Получение практических и теоретических знаний использования биотехнологических процессов в получении первичных метаболитов, микробных и других биомасс, сельскохозяйственной, пищевой и медицинской промышленности

- получение навыков в способах получения продуцентов, проведения процессов проведении процессов о существующих технологиях получения этанола, органических кислот, белков, витаминов, БАВ и газов.

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 «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», «Иммунобиотехнология», «Прикладная энзимология», «Проектирование технологических линий», «Технология получения биотехнологических продуктов», «Методы сертификации и контроля в биотехнологическом процессе», «Агробиотехнология», «Медицинская биотехнология», «Пищевая биотехнология», «Экобиотехнология», «Фотобиотехнология».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц, т.е. **108** академических часов, из которых 18 часов – самостоятельная работа студентов.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Аудиторные занятия 90 часов. Лекции – 36 часов, лабораторные работы – 18 часов, семинарские занятия – 36 часов. Форма контроля – экзамен.

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
ОПК-7	Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы	ИОПК-7.1. Знает базовые математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы, применяемые в биотехнологии ИОПК-7.2. Владеет основными методами экспериментальных исследований и испытаний в биотехнологии ИОПК-7.3. Готов по заданной методике проводить экспериментальные исследования и испытания, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные
ПК-5.	Способен проводить подготовительные работы для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ	ИПК-1.1. Знает технологию получения БАВ; правила работы с культурами микроорганизмов, клетками растений и животных; методы приготовления питательных сред; требования производственной санитарии, асептики, пожарной безопасности и охраны труда; методы поддержания чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента; правила работы с автоклавом; требования к стерилизации питательных сред; правила эксплуатации биотехнологического оборудования ИПК-1.2 Умеет производить работы по стерилизации лабораторной посуды и инструментов; отбирать образцы микроорганизмов,клеток растений и животных из природной среды; производить посев биологического материала с целью получения накопительной культуры для проведения биотехнологического процесса; производить предварительную обработку сырья, используемого для приготовления питательных сред; производить пересев инокулянта с целью выделения чистой культуры штамма микроорганизма-продуцента для проведения биотехнологического процесса; проверять однородность чистой культуры штамма

		микроорганизма-продуцента по морфологическим и физиологическим признакам; производить работы по восстановлению лиофилизированной эталонной культуры и поддерживать ее жизнеспособность ИПК-1.3 Владеет методами подготовки биотехнологической посуды и оборудования для проведения биотехнологического процесса; биологических объектов и материалов для биотехнологического процесса; приготовления питательных сред для культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений заданного состава; метолами выделения и поддержания чистых культур микроорганизмов – продуцентов БАВ; оживления культур микроорганизмов, проведения посевов микроорганизмов-продуцентов на твердые и жидкие питательные среды
ПК-6	Способен проводить биотехнологические процессы с использованием культур микроорганизмов, клеточных ультур растений и животных	ИПК-6.1. Знает методы получения продуктов биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ ИПК-6.2. Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции ИПК-6.3 Владеет методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение

		очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
1	**Аудиторные занятия**	**90**	**90**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36	
1.3	Лабораторные занятия	54	54	
2	**Самостоятельная работа**	**18**		
	В том числе:			
2.1	Подготовка докладов	**18**		
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**		
	Итого	**144**		

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в промышленную биотехнологию**		**6**	**4**			
1.1	Тема 1. Современное состояние и перспективы развития промышленной биотехнологии		2	2			
1.2	Тема 2. Питательные среды. Оборудование		2	2			
1.3	Тема 3. Продуценты. Принципы составления питательных сред		2				
2	**Раздел 2. Промышленная биотехнология в сельском хозяйстве**		**8**	**4**	**6**		
2.1	Тема 4. Биотехнология в сельском хозяйстве, кормовой белок		2				
2.2	Тема 5. Технология получения кормового белка		2	2			
2.3	Тема 6. Твердофазная ферментация в наращивании биомассы грибов		2	2			
2.4	Тема 7. Биопестициды		2	4	6		
3.	**Раздел 3. Пищевая промышленность**		**10**		**8**		
3.1	Тема 8. Получение этанола с использованием технологии первого поколения		2		4		
3.2	Тема 9. Производство биоэтанола. Технология второго пи третьего поколения		2				
3.3	Тема 10. Органические кислоты. Получение лимонной кислоты микробным синтезом		2	2	4		
3.4	Тема 11. Органические кислоты. Получение молочной кислоты микробным синтезом		2				
3.5	Тема 12. Получение уксусной кислоты микробным синтезом		2	2			
4.	**Раздел 4. Промышленное получение метаболитов микробных клеток**		**8**	**4**	**4**		
4.1	Тема 13. Биокатализ. Иммобилизация клеток и ферментов. Методы,		2	2			

	применение, особенности						
4.2	Тема 14. Получение аминокислот биотрансформацией		2	2			
4.3	Тема 15. Получение витаминов группы В микробиологическим синтезом		2		4		
4.4	Тема 16. Получение антибиотиков		2				
5.	**Раздел 6. Промышленная биотехнология в экологической повестке**		**4**	**2**			
	Тема 17. Получение биогаза		2				
	Тема 18. Технология очистки сточных вод микробиологическим методом		2	2			

3.3 Содержание дисциплины

Содержание разделов дисциплины

1. Введение. Современное состояние и перспективы развития промышленной биотехнологии. Объекты промышленной биотехнологии. Требования, предъявляемые к промышленным микроорганизмам, скрининг промышленных штаммов. Понятие фактор фаголизиса продуцентов.
2. Биотехнология в сельском хозяйстве. Промышленная биотехнология для сельского хозяйства. История развития отрасли. Мировой опыт. Продуценты. Сырье.
3. Принципиальная технологическая схема получения микробных белковых препаратов. Получение дрожжей на углеводном сырье. Получение дрожжей на мелассной и спиртовой барде. Характеристика готового продукта.
4. История отечественной спиртовой промышленности. Технологии первого поколения. Продуценты этанола. Технология производства спирта из зерна и картофеля. Технология получения спирта из мелассы
5. История развития гидролизной промышленности. Технология второго поколения. Технология третьего поколения. Продуценты для гидролизного производства. Не пищевые субстраты для ферментации. Технология получения спирта на древесных отходах.
6. Получение органических кислот. История получения лимонной кислоты микробным биосинтезом. Физические и химические свойства лимонной кислоты. Продуценты. Сырье. Технология производства.
7. История открытия уксусной кислоты. Продуценты уксусной кислоты. Сырье для получения уксусной кислоты. Технология получения уксусной кислоты с использованием микроорганизмов

8. История открытия молочной кислоты. Физические и химические свойства молочной кислоты. Применение. Продуценты молочной кислоты. Сырье для производства молочной кислоты. Технология получения молочной кислоты

9. Биокатализ в промышленной биотехнологии. Иммобилизованные клетки микроорганизмов и их применение. Носители для иммобилизованных ферментов. Методы иммобилизации биообъектов. Особенности живых иммобилизованных клеток микроорганизмов. Применение иммобилизованных ферментов.

10. Получение биомасс грибов твердофазной ферментацией. Традиционные и нетрадиционные субстраты. Технология выращивания вешенки.

11. Получение биомасс биопестицидов и биофунгицидов. Классификация биофунгицидов и биоинсектицидов. Основные стадии процесса, формы биопрепаратов биопестицидов.

12. Общая характеристика витаминов. Витамины группы В. Технология промышленного получения цианокобаламина.

13. Получение аминокислот. Продуценты аминокислот, методы скрининга продуцентов: ауксотрофные мутанты и рекомбинанты. Регуляторные ауксотрофные мутанты. Пути биосинтеза аминокислот в клетке.

14. Промышленное получение аминокислот на примере лизина. Условия биосинтеза, двухфазность процессов. Производство триптофана и глутамина. Продуценты. Условия биосинтеза, двухфазность процессов. Методы очистки аминокислот.

15. Биологическая очистка сточных вод. Технология.

16. Получение биогаза. Характеристика микробиоты, участвующей в биометаногенезе. Субстраты для производства биогаза. Мировые практики внедрения биогазовых установок.

17. Полифункциональные микробные смеси. Биоэнергетические установки промышленного масштаба и для частного использования. Одностадийный способ жидкофазного получения биогаза. Двухстадийный способ жидкофазного получения метана. Твердофазный способ получение биогаза. Целлюлозосодержащие субстраты. Перспективы внедрения биогазовых установок на территории России.

18. Обобщение, заключение.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Темы докладов для практических занятий по дисциплине «Промышленная биотехнология»

Промышленное получение:

1. Азотобакетрина
2. Псевдобактерина
3. Низин
4. Пенициллин
5. Стрептомицин
6. Грамицидин
7. Гризеофульвин
8. Инсулина
9. Вакцин против вируса ящура
10. Бактериофаговых препаратов
11. Спортивного питания
12. Пробиотиков
13. Лизина
14. Триптофана
15. Треонина
16. Ксантана
17. Альгинатов
18. Полиоксиалканатов
19. Циклодекстринов
20. Ацетона, бутанола
21. Бактериальной целлюлозы
22. Йогурта
25. Биотоплива

3.4.2. Лабораторные занятия

1. Влияние различных режимов стерилизации на гибель микроорганизмов
2. Определение биотехнологических показателей процесса ферментации. Накопление биомассы
3. Определение биотехнологических показателей процесса ферментации. Утилизация субстрата
4. Определение биотехнологических показателей процесса ферментации. Накопление продукта
5. Получение лимонной кислоты микробиологических синтезом штамма yarrowia lipolytica
6. Получение спирта из сахаросодержащего сырья методом микробной ферментации

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) Не

предусмотрено учебным планом

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

Нет

4.2. Основная литература

1. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. – М.: КолосС, 2004. - 296 с. Адрес хранения ул. П. Корчагина, 22.
2. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. Москва: Мир, 1978
3. Воробьева Л.И. Промышленная микробиология, Изд МГУ, 1989
4. Промышленная микробиология. под ред. Н.С. Егорова, Москва: Высшая школа, 1989
5. 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

4.3 Дополнительная литература

6. Моисеев, Д.В., Лукашов, Р.И., Веремчук, О.А., Моисеева, А.М. Фармацевтическая биотехнология : пособие / Д.В. Моисеев, Р.И. Лукашов, О.А. Веремчук, А.М. Моисеева // под ред. Д.В. Моисеева. – Витебск: ВГМУ, 2019. – 293 с
7. Промышленная биотехнология : учебное пособие / составители В. М. Безгин [и др.]. — Курск : Курская ГСХА, 2017. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/134849 (дата обращения: 20.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Слюняев, В. П. Основы биотехнологии. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие / В. П. Слюняев, Е. А. Плошко. — СанктПетербург : СПбГЛТУ, 2012. — 56 с. — ISBN 978-5-9239-0488-8.
   — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/45316 (дата обращения: 20.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Фаустов, А. С. Лизин – одна из важнейших незаменимых аминокислот в обеспечении полноценного питания / А. С. Фаустов, М. И. Чубирко, О. Бобрешова. – Воронеж: ВГУ, 2013. – 87 с.

10. Неверова, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения / О. А. Неверова − Новосибирск:Сиб. университет, 2017. – 415 с.
11. Иванова, Л. А. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья. − Москва: Колосс, 2018. – 472 с.
12. Биотехнология получения белков и биологически активных веществ: краткий курс лекций для студентов I курса направления подготовки 19.04.01 «Биотехнология» / Сост.: Л.В. Карпунина // ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. – Саратов, 2016. – 87 с.
13. Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. - М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. 6: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В. А. Быков, И. А. Крылов, М. Н. Манаков и др. - М. : Высш. шк., 1987. - 142,[1] с. : ил.
14.. Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. - М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. Проблемы и перспективы / Н. С. Егоров, А. В. Олескин, В. Д. Самуилов. - М. : Высш. шк., 1987. - 159 с. : ил
15. Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. -М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. Автоматизация биотехнологических исследований / Д. В. Зудин, В. М. Кантере, Г. А. Угодчиков. - М. : Высш. шк., 1987. - 110,[2] с., [4] л. ил. : ил.
16. Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. -М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. Иммобилизованные ферменты / И. В. Березин, Н. Л. Клячко, А. В. Левашов и др. - М. : Высш. шк., 1987. - 158,[1] с. : ил.
17. Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов / В. Г. Дебабов, В. А. Лившиц. - М. : Высш. шк., 1988. -206,[2] с. : ил.
18. Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. -М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. 3: Клеточная инженерия / Р. Г. Бутенко, М. В. Гусев, А. Ф. Киркин и др. - М. : Высш. шк., 1987. - 127 с. : ил.
19.1Биотехнология : В 8 кн. / Под ред. Н. С. Егорова, В. Д. Самуилова. -М. : Высш. шк., 1987-. - 22 см. 5: Производство белковых веществ / В. А. Быков, М. Н. Манаков, В. И. Панфилов и др. - М. : Высш. шк., 1987. - 140,[2] с. : ил.
20. Основы биотехнологии : учебное пособие / Н. Е. Павловская, И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, А. Ю. Гаврилова. — Орел : ОрелГАУ, 2014. — 208 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/71477 (дата обращения: 20.09.2022).

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Курс: Промышленная биотехнология (mospolytech.ru)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено программой

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://www.brenda-enzymes.org/ - Это всеобъемлющая информационная база данных о ферментах, которая предоставляет функциональные данные о стабильности, специфичности, кинетических параметрах ферментов, кофакторах, ингибиторах и активаторах у различных видов с соответствующими ссылками
2. https://www.rcsb.org/#Category-welcome - свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов.
3. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed - База научных данных в области биомедицинских наук.
4. http://isir.ras.ru/ - Интегрированная Система Информационных Ресурсов РоссийскойАкадемии Наук.
5. http://www.viniti.ru/ - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
6. EAWAG BBD/PPS (ethz.ch) - содержит информацию о микробных биокаталитических реакциях и путях биоразложения, в первую очередь для ксенобиотиков. EAWAG-BBD предоставляет информацию о реакциях, катализируемых микробными ферментами, которые важны для этой области биотехнологии. Отдельные реакции и метаболические пути представлены информацией о начальных и промежуточных химических соединениях, организмы, которые преобразуют соединения, ферменты и соответствующие гены.

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Аудитория для практических занятий № 5505 (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. Интерактивная доска.

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, 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 8 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

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации преподавателю по организации обучения

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

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Промышленная биотехнология» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается экзаменом. 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 подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, 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.

самостоятельная работа студентов по программе дисциплины;

– проработка материала программы с СДО;

– контроль процесса обучения путем промежуточного тестирования с СДО;

– подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине;

– подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;

Предусмотрена возможность использования электронного обучения, дистанционных образовательных технологий. Все материалы размещаются в СДО Московского Политеха (https://lms.mospolytech.ru/).

Лабораторная работа подразумевает самостоятельное выполнение студентом (группой студентов) практических действий по определённой теме, Цель выполнения и написания отчета по лабораторно работе –формирование у студента навыков документирования действий и представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к отчетам.

В отчете должны быть представлены:

- название и номер лабораторной работы;
- тема и актуальность (краткий обзор для чего нужен данный метод и/или изучаемый процесс, БАВ и т.д);
- введение (объясняется принципов метода; ее значимость, актуальность; указываются цель и задачи мини-исследования; могут быть перечислены некоторые источники информации);
- основная часть: Ход работы (отражены действия по достижению поставленных задач), результаты (зафиксированы результаты, выполнены необходимые расчеты);
- заключение (краткие выводы);

Шрифт: Time, 14 пт. Межстрочный интервал: 1,5. Абзац: 1.25 (или 1,27). Выравнивание текста: по ширине. Перенос: автоматический. Титульный лист в соответствии с требованиями кафедры к оформлению учебной документации. Допускается оформление на листе с обеих сторон, кроме титульного листа.

Лабораторные работы оцениваются «зачтено» и «не зачтено» при условии выполненной на занятии работы, оформления в установленном порядке и «защиты» работы в виде ответов преподавателю по сути и содержанию работы. 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).

7. Фонд оценочных средств

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). В течение прохождения образовательной программы студенты должны изучить лекционный материал, посещать и участвовать в обсуждении на практических занятиях , выполнить и защитить все лабораторные работы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

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.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

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 минеральные 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. ***KLa*** 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 – 1,2$м^3$ 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 Vр, 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 Vр=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 Vр=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$м^3$/($м^3$ 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.

7.3.2 Промежуточная аттестация

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 фенилпеннициллина. 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