

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Метаболическая инженерия в биотехнологии

Код модуля
1158080

Модуль
Метаболическая инженерия в биотехнологии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Безматерных Максим Алексеевич	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии органического синтеза

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- **Безматерных Максим Алексеевич, Доцент, технологии органического синтеза**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Метаболическая инженерия в биотехнологии**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Проектный продукт	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Метаболическая инженерия в биотехнологии**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
УК-2 -Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>Д-1 - Проявлять способность к поиску новой информации, умение принимать решения в нестандартных ситуациях</p> <p>Д-2 - Демонстрировать способность убеждать, аргументировать свою позицию</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание процессов управления проектом, планирования ресурсов, критерии оценки рисков и результатов проектной деятельности</p> <p>З-2 - Формулировать основные принципы формирования концепции проекта в сфере профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Составлять план проекта и график реализации,</p>	<p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Проектный продукт</p> <p>Экзамен</p>

	<p>разрабатывать мероприятия по контролю его выполнения и оценки результатов проекта</p> <p>П-2 - Выбирать оптимальные способы решения конкретных задач проекта на каждом этапе его реализации на основе анализа и оценки рисков и их последствий с учетом ресурсов и ограничений</p> <p>У-1 - Формулировать актуальность, цели, задачи, обосновывать значимость проекта, выбирать стратегию для разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы</p> <p>У-2 - Прогнозировать ожидаемые результаты и возможные сферы их применения в зависимости от типа проекта</p> <p>У-3 - Анализировать и оценивать риски и результаты проекта на каждом этапе его реализации и корректировать проект в соответствии с критериями, ресурсами и ограничениями</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		

2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 1		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>проектный продукт</i>	2,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-

оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)

3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Масштабирование процессов ферментации
2. Оптимизация состава питательных сред
3. Непрерывное культивирование микроорганизмов
4. Управление технологическими режимами периодических и непрерывных процессов ферментации

ферментации

5. Моделирование процессов клеточного роста и образования продуктов метаболизма

Примерные задания

Микробиологический препарат «Елена» используется для защиты сельскохозяйственных растений от грибных фитопатогенов и повышения урожайности. Действующее вещество препарата – живые клетки *Pseudomonas aureofaciens* обладающие полезными физиолого-биохимическими свойствами, высокой антагонистической активностью к комплексу возбудителей грибных и бактериальных болезней растений, повышающие урожайность и устойчивость к болезням и неблагоприятным воздействиям окружающей среды, стимулирующие рост и развитие растений.

Препарат применяют для посевной обработки семян и опрыскивания посевов в период вегетации. Широкий спектр действия и высокая эффективность препарата обеспечивается за счет его профилактических, защитных и лечебных механизмов действия.

Рассмотреть следующие вопросы:

- 1) Особенности культивирования бактерий *Pseudomonas aureofaciens*
- 2) Питательная среда для промышленного наращивания псевдомонад
- 3) Провести оптимизацию питательной среды
- 4) Провести статистическую оценку результатов
- 5) Рассмотреть адекватность математического описания процесса
- 6) Сделать общий вывод, оценить возможности дальнейшей оптимизации

Провести оптимизацию состава питательной среды для получения антибиотика эремомицина методом Бокса-Уилсона, рассчитать уравнение регрессии, определить значимые факторы, провести статистическую обработку результатов.

Исходные данные для проведения полнофакторного эксперимента для пяти анализируемых факторов

Наименование этапов работы	Наименование факторов (концентраций компонентов среды)					
	(S1), ИУК, г/л	(S2), НУК, г/л	(S3), БАП, г/л	(S4) Кинетин, г/л	(S5) 2,4-Д, г/л	
Основной уровень (Si) ₀	1	1,25	1	1,2	1,25	
Максимальный уровень (Si) _{max}	2	2	2	2	2	
Минимальный уровень (Si) _{min}	0,1	0,5	0,1	0,2	0,5	
Интервал варьирования,	0,2	0,3	0,2	0,25	0,3	
Матрица планирования	№ вар.					
	1	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,95
	2	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,95
	3	(-) 0,8	(+) 1,55	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,95
	4	(+) 1,2	(+) 1,55	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,95
	5	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,95
	6	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,95
	7	(-) 0,8	(+) 1,55	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,95
	8	(+) 1,2	(+) 1,55	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,95
	9	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,8	(+) 1,45	(-) 0,95
	10	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,8	(+) 1,45	(-) 0,95
	11	(-) 0,8	(+) 1,55	(-) 0,8	(+) 1,45	(-) 0,95
	12	(+) 1,2	(+) 1,55	(-) 0,8	(+) 1,45	(-) 0,95
	13	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,2	(+) 1,45	(-) 0,95
	14	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,2	(+) 1,45	(-) 0,95
	15	(-) 0,8	(+) 1,55	(+) 1,2	(+) 1,45	(-) 0,95
	16	(+) 1,2	(+) 1,55	(+) 1,2	(+) 1,45	(-) 0,95
	17	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,55
	18	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,55
	19	(-) 0,8	(+) 1,55	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,55
	20	(+) 1,2	(+) 1,55	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,55
	21	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,55
	22	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,55
	23	(-) 0,8	(+) 1,55	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,55
	24	(+) 1,2	(+) 1,55	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,55
	25	(-) 0,8	(-) 0,95	(-) 0,8	(+) 1,45	(+) 1,55
	26	(+) 1,2	(-) 0,95	(-) 0,8	(+) 1,45	(+) 1,55
	27	(-) 0,8	(+) 1,55	(-) 0,8	(+) 1,45	(+) 1,55
	28	(+) 1,2	(+) 1,55	(-) 0,8	(+) 1,45	(+) 1,55
	29	(-) 0,8	(-) 0,95	(+) 1,2	(+) 1,45	(+) 1,55
	30	(+) 1,2	(-) 0,95	(+) 1,2	(+) 1,45	(+) 1,55
	31	(-) 0,8	(+) 1,55	(+) 1,2	(+) 1,45	(+) 1,55
32	(+) 1,2	(+) 1,55	(+) 1,2	(+) 1,45	(+) 1,55	

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Проектный продукт

Примерный перечень тем

1. Моделирование технологических процессов получения продуктов пищевой биотехнологии

2. Оптимизация ферментационных сред для получения продуктов пищевой биотехнологии

3. Масштабирование процессов ферментации в пищевой биотехнологии

Примерные задания

1) Рассмотреть структурированные модели кинетики клеточного роста: компартментальные модели

2) Описать зависимость скорости роста микроорганизмов от температуры

3) Разработать:

Модели, основанные на концепции возраста культуры м/о

Модели кинетики образования продуктов метаболизма на основе механизмов молекулярных превращений (генетически структурированные модели)

Структурированные модели кинетики клеточного роста: метаболические модели

Химически структурированные модели

Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма

Модели клеточного роста в периодических процессах

Модели кинетики образования продуктов метаболизма

4) Описать

Кинетику клеточного роста в переходном состоянии.

Кинетику образования продуктов метаболизма

Кинетику образования продуктов метаболизма

5) Провести оптимизацию питательной среды на основе молочной сыворотки для культивирования микроорганизмов

6) Провести оптимизацию процесса сушки сухарей

7) Произвести поиск оптимальных условий культивирования алкалофильных бактерий *Bacillus mannanolyticus* – продуцента вязкого ЭПС

8) Провести определение наиболее эффективного состава питательной среды для глубинного культивирования *Laetiporus sulphureus*

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. 1. Метаболическая инженерия в решении проблемы создания новых продуктов микробиологического синтеза (на собственных примерах). 2. Метаболическая инженерия

в увеличении выхода биомассы или продуктивности клеток (на собственных примерах). 3. Оптимизация ферментационных сред. Традиционные методы изучения многофакторных зависимостей. Метод Бокса-Уилсона. Математические процедуры в методе Бокса-Уилсона. Многоуровневые планы экспериментов. 4. Структура кинетических моделей. Неструктурированные кинетические модели роста, простые структурированные модели. Компартаментальные модели. 5. Зависимость скорости роста микроорганизмов от концентрации субстрата: модели Кобозева, Блэкмана, Моно, Мозера, Перта, Андрюса. 6. Зависимость скорости роста микроорганизмов от концентрации продукта метаболизма: модели Хиншельвуда, Иерусалимского, Бергтера, частично стимулирующего продукта и частично ингибирующего продукта. 7. Хемостатный процесс культивирования, сравнение производительности периодического и непрерывного процесса. Отклонения от теории хемостата. Хемостатный процесс культивирования, лимитированный кислородом. Автоселекция в непрерывном процессе. Хемостат с рециркуляцией биомассы клеток. Двухстадийный хемостат и его основные особенности. Метод импульсных добавок для подбора оптимальной среды. Непрерывное культивирование с внешним регулированием параметров: турбидостат, рН-стат, теплостат, оксигеностат, респиростат. Основные преимущества и недостатки непрерывного культивирования. 8. Ступенчатые профили изменения режимных параметров периодической ферментации. Особенности регулирования концентрации субстрата в периодическом и полупериодическом процессе. Оптимизация времени завершения периодической ферментации. Преимущества и недостатки периодических и полупериодических процессов. 9. Масштабирование процессов ферментации. 10. Основные методы определения концентрации растворенного кислорода.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.