

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ

А. С. Воронцов



20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Промышленная микробиология и биотехнология

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение - 2024.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, раздел учебного плана: Вариативная часть, блок: «Дисциплины специализации», реализуется в 6 семестре.

Дисциплина введена в учебный план с целью получения базовых теоретических знаний в области современных технологий геномного редактирования – о научных основах внесения генетических конструкций и методах отбора продуктивных штаммов. Рассмотрены научные достижения, лежащие в основе современных технологий геномного редактирования в получении штаммов продуцентов для решения инновационных задач промышленных и пищевых биотехнологий.

Разработанная программа дисциплины «Промышленная микробиология и биотехнология» предназначена для подготовки специалистов-биологов. Эта дисциплина формирует у будущего специалиста-биолога компетенцию в области применения фундаментальных знаний в научно-исследовательской деятельности в сфере конструирования и отбора промышленных штаммов микроорганизмов с заданными свойствами и функциями.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

ЗНАТЬ: основы клеточной биологии, генетики, биохимии, биофизики, микробиологии и биотехнологии

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
СПК-1. Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности	СПК-1.1. Анализирует стратегии развития генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, с учётом возможностей и современных требований	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования;

		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать стратегии современного конструирования штамма-производителя; • проводить филогенетический анализ последовательностей; • анализировать данные секвенирования <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с биологическими базами данных;
<p>СПК-2. Владеет методами базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и применяет их в практической деятельности</p>	<p>СПК-2.2 Применяет методы базовых лабораторных исследований в области генетической модификации микроорганизмов в практической деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • предмет, цели и задачи технологии микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов; • основы и теорию методов базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с базами данных генетических последовательностей; • анализировать эффективность трансфекции выращенных колоний; • выполнять анализ уровней экспрессии

		белка; анализировать данные ПЦР для подтверждения структуры вставки генетической последовательности <ul style="list-style-type: none"> • Владеет навыками: работы в области генетической модификации микроорганизмов; работы с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательности; • отбора рекомбинантного штамма по ферментативной активности
--	--	--

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 3 з.е. (108 ак.ч), из них 96 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях семинарского типа (семинары - 24 ак.ч, практические занятия – 72 ак.ч.). Самостоятельная работа обучающихся – 12 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – экзамен (6 семестр).

5. Формат обучения

Очный с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

6. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (ак.ч.)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)	Самостоятельная работа обучающегося,
Форма промежуточной аттестации по дисциплине			

		Виды контактной работы, ак.ч.			ак.ч.
		Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (Практические занятия)	всего	
Тема 1. Отбор продуктивных штаммов промышленных микроорганизмов.	4	2		2	2
Тема 2. Научные основы современных методов конструирования промышленных штаммов микроорганизмов.	28	18		18	10
Тема 3. Практические основы трансформации бактерий.	72		72	72	
Промежуточная аттестация – экзамен	4				
Итого:	108	96			12

6.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

Тема 1. Отбор продуктивных штаммов промышленных микроорганизмов.

Основы биотехнологии микроорганизмов. Перспективы использования микроорганизмов для промышленных и пищевых биотехнологий. Требования, предъявляемые к промышленным штаммам микроорганизмов. Методы отбора продуктивных штаммов.

Тема 2. Научные основы современных методов конструирования промышленных штаммов микроорганизмов.

Основные достижения генной инженерии микроорганизмов. Технология получения рекомбинантных ДНК. Ферменты генетической инженерии. Основные компоненты векторов для экспрессии. Конструирование экспрессирующих векторов и их функционирование. Векторы для трансформации прокариотических и эукариотических клеток. Биологические, химические, физические и механические методы введения рекомбинантных ДНК в клетки. Современные методы и инструменты геномного редактирования. Метод геномного редактирования с помощью CRISPR/Cas9. Системы экспрессии рекомбинантных генов. Методы очистки рекомбинантных белков. Генная инженерия прокариот. Создание штаммов-продуцентов рекомбинантных белков. Ферменты для промышленной биотехнологии, их идентификация, получение и области применения. Классическая селекция штаммов-продуцентов и метаболическая инженерия – конструирование штаммов с целенаправленно изменённым метаболизмом. Биотехнология дрожжей. Морфология дрожжевой клетки. Геномные исследования промышленных штаммов грибов.

Стратегии создания рекомбинантных промышленных штаммов грибов с улучшенными производственными характеристиками.

Тема 3. Практические основы трансформации бактерий.

Практическая работа призвана сформировать базовые навыки работы в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и дать представление о методах конструирования промышленных штаммов-продуцентов и технологиях микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов и ферментационных аппаратов.

Цель: научиться проводить трансфекцию плазмиды в клетку, оценивать компетентность клеток и эффективность трансфекции, скорость наработки белка, разрезать и сшивать молекулы ДНК, использовать метод ПЦР, работать с программами просмотра, анализа и редактирования плазмид, банками генетических последовательностей.

Задача работы состоит в обучении студентов практическим основам трансформации бактерий. Студентам предстоит трансфицировать в бактерию плазмиду, содержащую красный флуоресцентный белок. Необходимо будет оценить эффективность трансфекции, а также скорость наработки бактериями белка путем измерения сигнала флуоресценции. Во второй части цикла лабораторных работ студенты осваивают методы гель электрофореза ДНК, методы амплификации фрагмента ДНК с плазмиды методом ПЦР, методы разрезания и сшивания ДНК.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
<p>СПК-1. Способен осуществлять критический анализ информации в области генетических технологий, используемых в промышленных биотехнологиях, для применения в практической деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современное состояние методов «редактирования» геномов микроорганизмов • методы секвенирования и методы обработки данных секвенирования; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • разрабатывать стратегии современного конструирования штамма-продуцента; • проводить филогенетический анализ последовательностей; 	<ul style="list-style-type: none"> • Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устные опросы, доклады, кейс-задания вопросы к экзамену)

	<ul style="list-style-type: none"> • анализировать данные секвенирования <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками работы с биологическими базами данных; 	
<p>СПК-2. Владеет методами базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов и применяет их в практической деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • предмет, цели и задачи технологии микробного синтеза клеточных метаболитов с использованием генетически измененных микроорганизмов; • основы и теорию методов базовых лабораторных исследований в области генетической модификации промышленных микроорганизмов <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с базами данных генетических последовательностей; • анализировать эффективность трансфекции выращенных колоний; • выполнять анализ уровней экспрессии белка; анализировать данные ПЦР для подтверждения структуры вставки генетической последовательности • Владеет навыками: работы в области генетической модификации микроорганизмов; работы с программами просмотра, анализа и 	<ul style="list-style-type: none"> • Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (устные опросы, доклады, кейс-задания вопросы к экзамену)

	<p>редактирования плазмид, банками генетических последовательностей;</p> <ul style="list-style-type: none"> • отбора рекомбинантного штамма по ферментативной активности 	
--	---	--

7.2. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Примеры вопросов для проведения текущего контроля успеваемости

1. Назовите микроорганизмы, применяемые при производстве продуктов питания.
2. Раскройте понятие «промышленный штамм микроорганизмов».
3. Назовите основные требования к промышленному штамму микроорганизмов.
4. Назовите ферменты, применяемые в генетической инженерии.
5. Опишите свойства ДНК-полимераз.
6. Применение экзо- и эндонуклеаз в генетической инженерии.
7. Опишите типы концов ДНК, образующихся под действием рестриктаз.
8. Опишите механизм реакции, осуществляемой T4-ДНК-лигазой.
9. Назовите особенности векторов для трансформации прокариотических и эукариотических клеток.
10. Опишите принцип метода геномного редактирования с помощью CRISPR/Cas9.

Примеры вопросов для промежуточной аттестации (экзамен)

1. Современные направления промышленной микробиологии.
2. Классический мутагенез и селекция для получения штаммов продуцентов.
3. Методы отбора продуктивных штаммов промышленных микроорганизмов.
4. Продуценты ферментных препаратов для пищевой промышленности.
5. Технология рекомбинантной ДНК.
6. Системы геномного редактирования.
7. Вектора для клонирования. Плазмидные векторы. Особенности бактериальных плазмид, используемых при конструировании векторных молекул.
8. Введения в геном дрожжей экспрессионных кассет рекомбинантных белков.
9. Особенности использования CRISPR/Cas9 систем у различных видов микроорганизмов.
10. Разработка генетических конструкций для инактивации генов.

Примерные темы докладов

1. Достижения в использовании микроорганизмов для промышленных и пищевых биотехнологий.
2. Промышленный штамм микроорганизмов, какие требования мы к нему предъявляем.
3. Использование дрожжей в «традиционной» биотехнологии.
4. Предпосылки и этапы развития геномной инженерии.

Пример ситуационного кейс-задания

1. Выберите на официальном сайте научно-популярного издания сообщение о современном научном достижении, относящемся к тематике изучаемой дисциплины (используйте материалы разделов Новости, Статьи, Обзоры и др.).

2. Напишите рецензию на выбранное сообщение. В рецензии дайте критический анализ и оценку новостного сообщения о научном факте.
3. Представьте новостное сообщение и рецензию эксперту. При обсуждении рецензии отметьте перспективы научных исследований в данной области, выделите актуальные для практики аспекты рассмотренной проблемы.
4. Предложите свое видение проблемы, наметьте свои подходы поиску решений подобных задач.

7.3. Описание критериев и шкал оценивания

Описание показателей и критериев оценивания выполнения задания

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20
Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности	21-32
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-ти балльной шкале	Оценка на зачете
недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно	не зачтено
базовый	20-26	удовлетворительно	
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо	зачтено
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично	

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине (модулю)

(*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)

Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Рез-т обучения				
Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Альбертс Брюс, Брей Деннис, Хопкин Карен, Джонсон Александр, Льюис Джулиан, Рэфф Мартин, Робертс Кейт, Уолтер Питер. Основы молекулярной биологии клетки. М., Лаборатория знаний, 2018.
2. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. Гены по Льюину (перевод 10-го англ. издания). М., Лаборатория знаний, 2017.
3. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2004.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. — Москва: Мир, 2002. — 589 с.
5. Патрушев Л.И. Экспрессия генов. М. Наука, 2000
6. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1. Генная и белковая инженерия. М. Наука. 2004.
7. Современная микробиология. Прокариоты (ред.: Ленгелер Й., Древис Г., Шлегель Г.) в 2-х томах, М., Мир, 2005.

Дополнительная литература

1. В.Г. Дебабов, В.А. Лившиц. Биотехнология. В 8 книгах. Кн. 2. Современные методы создания промышленных штаммов микроорганизмов: учеб. пособие. М., Высшая школа, 2013.
2. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии - М.: Колос, 2004.-296 с. И.Ф. Жимулев. Общая и молекулярная генетика. Сибирское университетское издательство. Новосибирск. 2003

8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

8.4. Описание материально-технической базы

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных, семинарских и практических занятий, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - А. Помещения: аудитории для проведения лекционных/семинарских/практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
 - Б. Оборудование: наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, ученическая доска, компьютер, проектор, экран, доска.

9. Язык преподавания

Русский.

10 Преподаватели

Попов Владимир Олегович

доктор химических наук (29 апреля 1988 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

профессор по специальности биохимия (03 октября 1997 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ), академик РАН (Москва, 15 ноября 2019 года, общее собрание РАН)

Машко Сергей Владимирович

доктор биологических наук (18 марта 1988 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

профессор (18 августа 19897 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

Кочиева Елена Зауровна

доктор биологических наук (04 марта 2005 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

профессор по кафедре сельскохозяйственной биотехнологии (18 апреля 2007 года, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

Шайтан Алексей Константинович

доктор физико-математических наук (15 апреля 2021 года, присвоено решением Диссовета МГУ.03.02 при Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова)

член-корреспондент РАН (Москва, 02 июня 2022 года, общее собрание РАН)

Страховская Марина Глебовна

доктор биологических наук (06 мая 2011, присвоено решением ВАК Министерства образования РФ)

без ученого звания

11. Разработчики программы

Попов Владимир Олегович, заведующий кафедрой синтетической биологии биологического факультета МГУ

Шайтан Алексей Константинович, доцент кафедры биоинженерии биологического факультета МГУ

Страховская Марина Глебовна, доцент кафедры синтетической биологии биологического факультета МГУ.