

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Биотехнология микроорганизмов

Направление подготовки	06.04.01 Биология
Направленность (Профиль)	Клеточные и генетические технологии
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026 г.
Изучается в 1 семестре	

ВВЕДЕНИЕ

Цель методических рекомендаций

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины «Биотехнология микроорганизмов»: формирование у студентов соответствующего набора профессиональных, общекультурных компетенций будущего магистра по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Задачи освоения дисциплины:

- Получение знаний о биохимических, биофизических, мембранных и молекулярных основах биотехнологических процессов с использованием микроорганизмов. – Приобретение навыков разработки и управления биотехнологическими процессами с применением микроорганизмов в различных отраслях хозяйственной деятельности

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа №1.

Биотехнология как наука и отрасль промышленности. История развития биотехнологии. Место микроорганизмов в биотехнологии. Классификация и разнообразие микроорганизмов, используемых в биотехнологии.

Цель работы – Ознакомление с биотехнологией как наукой и отраслью промышленности, изучение истории её развития, а также роли и значения микроорганизмов в биотехнологических процессах; приобретение знаний о классификации, морфологическом и физиологическом разнообразии микроорганизмов, применяемых в различных направлениях биотехнологии; формирование практических навыков микроскопического наблюдения, описания и предварительной идентификации микробных культур.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Биотехнология как наука и отрасль промышленности. История развития биотехнологии. Место микроорганизмов в биотехнологии. Классификация и разнообразие микроорганизмов, используемых в биотехнологии." по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, связанных с изучением фундаментальных основ биотехнологии, её исторического становления, роли микроорганизмов в биотехнологических процессах, а также классификации и разнообразия микроорганизмов, применяемых в данной отрасли. В рамках лабораторного занятия студенты должны ознакомиться с понятием биотехнологии как науки, охватывающей междисциплинарные подходы к использованию биологических систем и организмов для получения полезных продуктов и услуг. В начале работы преподаватель кратко излагает основные этапы развития биотехнологии от древних процессов брожения до современных генно-инженерных и молекулярно-биологических методов. Далее особое внимание уделяется роли микроорганизмов в биотехнологии: студенты изучают, как бактерии, грибы, дрожжи и вирусы используются в производстве антибиотиков, ферментов, витаминов, биотоплива, органических кислот и других ценных продуктов. Разъясняется понятие «продуцент» и основные критерии отбора микроорганизмов-продуцентов. После теоретической части начинается практическая часть лабораторного занятия. Студенты знакомятся с основами микробиологической техники и проводят визуальное и микроскопическое изучение различных микроорганизмов, применяемых в биотехнологии. В качестве объектов изучения могут использоваться культуры *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus spp.*, *Aspergillus niger*, *Escherichia coli* и другие типичные представители промышленных штаммов. Студенты осматривают морфологические особенности микроорганизмов с использованием светового микроскопа, фиксируют различия в строении клеток, размерах и форме, проводят окраску по Граму или другим методикам в зависимости от поставленных задач. Кроме того, обучающиеся анализируют классификационные признаки микроорганизмов, включая домен, тип, род и вид, а также обсуждают методы их идентификации и сохранения в условиях лаборатории и промышленности. В завершение лабораторного занятия студентам предлагается ответить на контрольные вопросы, закрепляющие теоретические знания, а также оформить отчёт по лабораторной работе, включающий цель, оборудование, методику выполнения, результаты наблюдений и сделанные выводы. Данная лабораторная работа способствует формированию у студентов целостного представления о биотехнологии как научной и прикладной дисциплине, подчеркивает значимость микроорганизмов в современных биотехнологических процессах и развивает навыки микробиологической работы, необходимых для дальнейшего изучения

дисциплины и профессиональной деятельности.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизма.
2. Основы микробиологической техники
3. Классификационные признаки микроорганизмов

Контрольные вопросы

1. Что такое биотехнология? Назовите основные направления современной биотехнологии.
2. Назовите ключевые этапы развития биотехнологии как науки и отрасли.
3. В чём заключается роль микроорганизмов в биотехнологических процессах?
4. Что такое продуцент? Какие характеристики должен иметь промышленно значимый штамм?
5. Перечислите основные группы микроорганизмов, используемых в биотехнологии.
6. Приведите примеры продукции, получаемой с помощью микроорганизмов.
7. Какие методы классификации микроорганизмов вы знаете?
8. Какие морфологические признаки используются для идентификации микроорганизмов?
9. В чём заключается значение окраски по Граму при работе с бактериями?
10. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с микробиологическими культурами?

Перечень основной литературы:

– Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа № 2

Биотехнологический потенциал микроорганизмов. Продукты и процессы, осуществляемые с помощью микроорганизмов. Области применения биотехнологии микроорганизмов: пищевая промышленность, сельское хозяйство, медицина, охрана окружающей среды, энергетика.

Цель работы – изучение биотехнологического потенциала микроорганизмов различных таксономических групп; знакомство с основными продуктами, получаемыми с использованием микроорганизмов; освоение направлений применения микробных технологий в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, экологии и энергетике; развитие навыков микроскопического анализа и оценки морфологических характеристик культур микроорганизмов; формирование умения анализировать соответствие биологических свойств микроорганизмов их практическому применению.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Биотехнологический потенциал микроорганизмов. Продукты и процессы, осуществляемые с помощью микроорганизмов. Области применения биотехнологии микроорганизмов: пищевая промышленность, сельское хозяйство, медицина, охрана окружающей среды, энергетика" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов представлений о практическом значении микроорганизмов в различных отраслях человеческой деятельности, освоение понятий «биотехнологический потенциал» и «продуцент», а также закрепление навыков идентификации и морфологического анализа микроорганизмов. В теоретической части занятия преподаватель раскрывает понятие биотехнологического потенциала как способности микроорганизмов синтезировать необходимые человеку вещества или выполнять целевые функции в технологических процессах. Рассматриваются примеры биотехнологически значимых продуктов: ферменты (амилазы, протеазы), органические кислоты (молочная, уксусная, лимонная), антибиотики, аминокислоты, витамины, этанол, биогаз, полисахариды и др. Далее подробно обсуждаются основные направления использования микроорганизмов: в пищевой промышленности (производство хлеба, йогуртов, сыров, ферментация), сельском хозяйстве (микробиологические удобрения, стимуляторы роста, биопестициды), медицине (антибиотики, вакцины, пробиотики), экологии (очистка сточных вод, разложение нефтепродуктов, биоремедиация), энергетике (производство биогаза, биоэтанола). Отдельно акцентируется внимание на типичных продуцентах, используемых в этих отраслях: *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus spp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas spp.*, *Aspergillus niger*, *Clostridium spp.*, *Escherichia coli* и других. В практической части лабораторной работы студенты знакомятся с представителями различных групп микроорганизмов, используемых в биотехнологии, проводят микроскопирование, морфологическое описание и оценку пригодности данных микроорганизмов к промышленному применению. Проводятся наблюдения за культурами на твёрдых и жидких питательных средах, проводится сравнение колоний по форме, цвету, консистенции и другим признакам. Также обучающиеся анализируют литературные или справочные данные о возможностях каждого штамма синтезировать определённые вещества. При наличии оборудования возможна демонстрация (или моделирование) процесса ферментации или выделения продукта жизнедеятельности микроорганизмов.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизма
2. Примеры биотехнологически значимых продуктов

3. Основные направления использования микроорганизмов

Контрольные вопросы

- 1) что такое биотехнологический потенциал микроорганизмов?
- 2) какие продукты могут быть получены с использованием микроорганизмов?
- 3) какие группы микроорганизмов наиболее активно применяются в промышленной биотехнологии?
- 4) назовите примеры применения микроорганизмов в пищевой промышленности;
- 5) как используются микроорганизмы в сельском хозяйстве?
- 6) какую роль играют микроорганизмы в медицине?
- 7) что такое биоремедиация и какие микроорганизмы в ней участвуют?
- 8) как осуществляется получение биоэнергетических ресурсов с помощью микробных культур?
- 9) какие морфологические признаки изучаются при микроскопировании культур?
- 10) как определить пригодность микроорганизма для промышленного применения?

Перечень основной литературы:

– Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа № 3

Основные группы микроорганизмов, используемых в биотехнологии: бактерии, дрожжи, микроскопические грибы, водоросли.

Цель работы – изучение морфологических и физиологических особенностей основных групп микроорганизмов, применяемых в биотехнологии; освоение методов микроскопии и морфологической диагностики; формирование знаний о разнообразии микроорганизмов и направлениях их практического использования в различных отраслях

промышленности.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Основные группы микроорганизмов, используемых в биотехнологии: бактерии, дрожжи, микроскопические грибы, водоросли" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, связанных с изучением морфологических и физиологических особенностей различных групп микроорганизмов, применяемых в биотехнологических процессах. Лабораторная работа служит основой для понимания многообразия микробиологического мира и его значения в производстве ферментов, витаминов, антибиотиков, органических кислот, белков, биотоплива и других ценных продуктов. В теоретической части занятия преподаватель знакомит студентов с основными характеристиками и отличиями между четырьмя основными группами микроорганизмов: бактериями, дрожжами, микроскопическими грибами и микроводорослями. Рассматриваются особенности их строения, размножения, метаболизма, устойчивости к внешним условиям, а также биотехнологическое значение каждой группы. Обсуждаются примеры видов, активно используемых в промышленности: *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus spp.* среди бактерий; *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* среди дрожжей; *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum* среди микроскопических грибов; *Chlorella vulgaris*, *Spirulina platensis* среди водорослей. Подчеркивается разнообразие направлений использования каждой группы: бактерии — в производстве антибиотиков, органических кислот, пробиотиков и вакцин; дрожжи — в хлебопечении, пивоварении, виноделии, производстве биоэтанола; грибы — в ферментативной и фармацевтической промышленности; водоросли — в пищевой, косметической, фармацевтической промышленности, в системах очистки воды и получения биомассы. В практической части лабораторной работы студенты получают культуры представителей каждой группы микроорганизмов и проводят их микроскопическое изучение. Выполняется приготовление мазков, окрашивание (например, по Граму для бактерий), определение морфологических признаков: форма клеток, размеры, тип клеточной стенки, наличие спор или капсул. При наличии культур на питательных средах производится макроскопическая оценка колоний: форма, цвет, рельеф, консистенция, характер роста. Студенты фиксируют наблюдения в виде зарисовок или фотографий с микроскопа и сравнивают морфологические различия между представителями разных групп. Также проводится краткий анализ потенциала каждого из исследованных микроорганизмов в конкретных биотехнологических отраслях.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Особенности строения, размножения, метаболизма, устойчивости к внешним условиям, а также биотехнологическое значение каждой группы микроорганизмов.
3. Отличиями между четырьмя основными группами микроорганизмов: бактериями, дрожжами, микроскопическими грибами и микроводорослями

Контрольные вопросы

1. Как приготовить фиксированный препарат бактерий?
2. С чем связано различие бактерий в окраске по Граму?
3. В чем заключается метод окраски по Граму?
4. Как определить размер микроорганизмов?
5. Как определить количество живых и мертвых клеток микроорганизмов методом окраски метиленовой синью?

Перечень основной литературы:

– Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа № 4

Морфология и структура клеток микроорганизмов. Питание микроорганизмов. Типы питания. Требования микроорганизмов к факторам роста. Метаболизм микроорганизмов. Катаболизм и анаболизм. Основные метаболические пути.

Цель работы – изучение морфологии и структуры клеток различных микроорганизмов, освоение классификации типов питания, определение требований микроорганизмов к условиям роста, понимание различий между катаболическими и анаболическими путями, а также изучение основных метаболических процессов, лежащих в основе микробной жизнедеятельности и их применения в биотехнологии.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Морфология и структура клеток микроорганизмов. Питание микроорганизмов. Типы питания. Требования микроорганизмов к факторам роста. Метаболизм микроорганизмов. Катаболизм и анаболизм. Основные метаболические пути" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов базовых знаний о строении микробных клеток, особенностях их питания, метаболизма и зависимости жизнедеятельности от внешних условий. Лабораторная работа предназначена для углублённого изучения морфологических и структурных особенностей прокариотических и эукариотических микроорганизмов, а также их метаболических способностей, лежащих в основе биотехнологических процессов. В теоретической части преподаватель раскрывает строение клеток бактерий, дрожжей, микроскопических грибов и

водорослей, акцентируя внимание на таких структурах, как клеточная стенка, мембрана, цитоплазма, нуклеоид (или ядро у эукариот), рибосомы, включения, споры, жгутики и капсулы. Студенты изучают типы питания микроорганизмов: автотрофное (фототрофы и хемотрофы) и гетеротрофное (сапротрофы, паразиты, симбионты), а также усваивают понятие об органических и неорганических источниках углерода и энергии. Подробно рассматриваются требования микроорганизмов к факторам роста: температура, pH, содержание кислорода (аэробы, анаэробы, факультативные анаэробы), влажность, наличие необходимых питательных веществ и ионов. В рамках изучения метаболизма объясняется разница между катаболизмом (энергетический обмен, расщепление веществ с выделением энергии) и анаболизмом (пластический обмен, синтез биомолекул). Особое внимание уделяется основным метаболическим путям: гликолизу, циклу трикарбоновых кислот (цикл Кребса), пентозофосфатному пути, дыхательной цепи и брожению. Преподаватель подчёркивает биотехнологическое значение метаболизма в синтезе целевых продуктов. В практической части лабораторного занятия студенты проводят микроскопическое изучение клеток микроорганизмов, выполняют окраску (например, по Граму), определяют форму, размеры, тип клеточной стенки, наличие спор, капсул или жгутиков. Также возможно проведение демонстрационного опыта по влиянию различных факторов на рост микробных культур, например, выращивание бактерий или дрожжей на питательных средах с разным pH или температурой инкубации. Студенты наблюдают различия в росте и делают выводы о предпочтениях организмов к условиям среды. При наличии возможностей проводится исследование брожения с использованием глюкозы, где оцениваются процессы катаболизма по выделению газа или изменению pH.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Основные метаболические пути
3. Типы питания микроорганизмов

Контрольные вопросы

- 1) каковы основные структурные элементы клетки бактерий и грибов?
- 2) какие типы питания характерны для микроорганизмов?
- 3) чем отличается автотроф от гетеротрофа?
- 4) какие факторы окружающей среды влияют на рост микроорганизмов?
- 5) в чём разница между аэробами и анаэробами?
- 6) что такое катаболизм и анаболизм?
- 7) какие основные процессы входят в энергетический обмен?
- 8) какова роль гликолиза и цикла Кребса в клеточном метаболизме?
- 9) какие метаболические процессы лежат в основе биотехнологического производства?
- 10) как морфология и метаболические особенности определяют область применения микроорганизмов в промышленности?

Перечень основной литературы:

- Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.
- Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.
- Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1]

с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа № 5

Генетика микроорганизмов. Структура и репликация ДНК. Транскрипция и трансляция. Методы изучения физиологии и генетики микроорганизмов.

Цель работы: изучение структуры и функций ДНК, механизмов репликации, транскрипции и трансляции у микроорганизмов; ознакомление с основами молекулярной генетики и методами изучения генетического материала; формирование представлений о наследственности и изменчивости микроорганизмов, а также развитие навыков экспериментальной работы с микробными клетками в генетических и физиологических исследованиях.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Генетика микроорганизмов. Структура и репликация ДНК. Транскрипция и трансляция. Методы изучения физиологии и генетики микроорганизмов" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов базовых знаний о молекулярно-генетических процессах, происходящих в клетках микроорганизмов, а также на ознакомление с методами изучения физиологии и генетики микробов, применяемыми в научных и производственных целях. В процессе выполнения лабораторной работы студенты получают представление о структуре наследственного материала, механизмах передачи и реализации генетической информации, а также осваивают основные приёмы микробиологической и молекулярной диагностики. В теоретической части преподаватель подробно раскрывает строение ДНК у прокариотических и эукариотических микроорганизмов, акцентируя внимание на двойной спирали, принципе комплементарности оснований, значении генов и некодирующих участков. Далее рассматриваются этапы репликации ДНК, включая участие ферментов — ДНК-полимеразы, геликазы, праймазы, лигазы. Следующий блок посвящён транскрипции — процессу синтеза РНК на матрице ДНК — и трансляции — сборке белков на рибосомах по матрице иРНК. Объясняются различия между прокариотами и эукариотами на уровне регуляции этих процессов. Студенты знакомятся с понятием генетического кода, структуры оперонов, регуляторных белков, мутаций, плазмид и мобильных генетических элементов. Отдельное внимание уделяется биотехнологической значимости генетики микроорганизмов: роли в генной инженерии, производстве белков, антибиотиков, ферментов и других продуктов. Также рассматриваются

методы изучения физиологии и генетики: окрашивание нуклеиновых кислот, использование питательных сред с различным составом, определение роста и активности клеток, ПЦР (при возможности демонстрации), электрофорез, трансформация, конъюгация, мутагенез, а также определение активности ферментов и метаболитов. В практической части лабораторной работы студенты проводят микроскопическое наблюдение за окрашенными нуклеиновыми кислотами с использованием красителей (например, метиленовый синий или акридиновый оранжевый), готовят препараты клеток, изучают морфологические изменения, связанные с делением. При наличии возможности выполняются простейшие генетические эксперименты: введение плазмид в клетки (трансформация), определение роста мутантных форм на селективных средах или наблюдение за колониями, обладающими разными генетическими признаками (например, по цвету, форме, устойчивости к антибиотикам). Также возможно выполнение опыта по определению активности ферментов, синтезируемых в результате экспрессии определённых генов.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Методы изучения физиологии и генетики
3. Мутантные формы

Контрольные вопросы:

- 1) как устроена молекула ДНК у микроорганизмов?
- 2) что такое репликация ДНК и какие ферменты участвуют в этом процессе?
- 3) в чём заключается суть транскрипции и трансляции?
- 4) как осуществляется регуляция экспрессии генов у прокариот?
- 5) что такое плазмиды и какова их роль в генетике бактерий?
- 6) какие бывают типы мутаций и как они влияют на функции клеток?
- 7) что такое трансформация, конъюгация и трансдукция?
- 8) какие методы используются для изучения генетики микроорганизмов?
- 9) как определить наличие определённых генов или признаков у микроорганизмов?
- 10) как применяются знания о генетике микроорганизмов в биотехнологии?

Перечень основной литературы:

- Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF->

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа № 6

Питательные среды для культивирования микроорганизмов. Классификация питательных сред. Требования к питательным средам. Приготовление питательных сред. Стерилизация.

Цель работы: изучение классификации и назначения питательных сред, освоение принципов приготовления и стерилизации, формирование практических умений по приготовлению жидких и твёрдых микробиологических сред, а также понимание роли среды в обеспечении жизнедеятельности микроорганизмов.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Питательные среды для культивирования микроорганизмов. Классификация питательных сред. Требования к питательным средам. Приготовление питательных сред. Стерилизация" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов знаний о типах, составе и назначении различных питательных сред, применяемых в микробиологической практике, а также развитие практических навыков по их приготовлению, разливу, стерилизации и использованию для выращивания микроорганизмов. В процессе выполнения лабораторной работы студенты изучают теоретические основы питания микробных клеток, знакомятся с классификацией питательных сред по назначению, составу и агрегатному состоянию, а также осваивают базовые технологии приготовления и стерилизации микробиологических сред. В теоретической части преподаватель знакомит студентов с понятием питательной среды как искусственно созданной смеси веществ, обеспечивающей рост и развитие микроорганизмов. Рассматриваются основные компоненты питательных сред: источники углерода, азота, минеральные соли, вода, буферные системы, а также добавки — витамины, аминокислоты, индикаторы, антибиотики и другие факторы роста. Дается классификация сред: по агрегатному состоянию — жидкие, полужидкие, твёрдые; по химическому составу — синтетические (определённого состава), полусинтетические и сложные (натуральные); по назначению — универсальные, элективные, селективные, дифференциально-диагностические, консервирующие, транспортные и специальные среды для определённых групп микроорганизмов. Объясняются требования к питательным средам: стерильность, оптимальный pH, осмотическое давление, питательная ценность, стабильность компонентов. Отдельно рассматриваются принципы приготовления питательных сред: от взвешивания компонентов и растворения до корректировки pH и стерилизации. Объясняются способы стерилизации — автоклавирование, фильтрация, прогрев в сухожаровом шкафу, пастеризация, а также особенности хранения готовых сред. В практической части лабораторного занятия студенты самостоятельно готовят наиболее распространённые питательные среды, такие как мясо-пептонный бульон, агар, глюкозо-пептонную среду, среды с индикаторами, селективные среды. Проводится точное взвешивание компонентов на лабораторных весах, растворение в дистиллированной воде, доведение до нужного объёма, контроль и корректировка pH, разлив по пробиркам и чашкам Петри. Затем выполняется стерилизация сред в автоклаве с соблюдением температурного режима и времени

экспозиции. После остывания студенты осматривают среды на предмет однородности, прозрачности, отсутствия осадка и загрязнений. При возможности проводится пробный посев модельного штамма для проверки качества среды.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Классификация сред
3. Стерилизация сред
4. Приготовление сред

Контрольные вопросы:

- 1) что такое питательная среда и каково её назначение?
- 2) какие компоненты входят в состав типичной питательной среды?
- 3) как классифицируются питательные среды по составу и назначению?
- 4) что такое селективная и дифференциально-диагностическая среда?
- 5) какие требования предъявляются к качественной питательной среде?
- 6) как определяется и корректируется pH среды?
- 7) какие существуют способы стерилизации и в каких случаях применяется каждый из них?
- 8) какова температура и продолжительность автоклавирования питательных сред?
- 9) каковы признаки некачественно приготовленной или загрязнённой среды?
- 10) как осуществляется контроль стерильности и пригодности питательных сред?

Перечень основной литературы:

- Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа 7

Основные методы генетической инженерии: получение рекомбинантных ДНК,

трансформация, трансдукция, конъюгация.

Цель работы - ознакомление студентов с основными методами генной инженерии и способами переноса генетического материала между микроорганизмами; изучение механизмов трансформации, трансдукции и конъюгации; освоение техники получения рекомбинантной ДНК и методов отбора трансформантов; развитие умений применять данные методы в биотехнологической практике.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Основные методы генетической инженерии: получение рекомбинантных ДНК, трансформация, трансдукция, конъюгация" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов базовых знаний о молекулярно-генетических механизмах, лежащих в основе генетической модификации микроорганизмов, а также на развитие практических навыков, связанных с применением методов генной инженерии в микробиологических исследованиях и биотехнологическом производстве. В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с ключевыми этапами получения рекомбинантной ДНК, изучают механизмы передачи генетического материала между клетками, а также осваивают базовые техники лабораторной генетики микроорганизмов. Теоретическая часть занятия включает разбор понятий «рекомбинантная ДНК», «вектор», «донор» и «реципиент», а также описание основных этапов получения рекомбинантной молекулы: выделение ДНК, расщепление с помощью рестриктаз, лигирование фрагментов с помощью ДНК-лигазы и введение в клетку-реципиент. Особое внимание уделяется методам переноса генетического материала. Трансформация — это процесс, при котором клетки принимают «голую» ДНК из окружающей среды; трансдукция осуществляется с участием бактериофагов, переносящих гены от одной бактерии к другой; конъюгация представляет собой контактный способ передачи ДНК через пили, характерный для бактерий. Объясняется роль этих процессов в естественной изменчивости бактерий и их использование в лабораторных и промышленных условиях для получения штаммов с новыми свойствами. Также рассматриваются примеры практического применения методов генной инженерии — создание ГМО, синтез рекомбинантных белков (инсулина, интерферона, ферментов), производство вакцин, ферментативных препаратов и биосенсоров. В практической части лабораторной работы студенты получают возможность смоделировать процессы генной инженерии с использованием безопасных лабораторных штаммов бактерий. При наличии оборудования проводится трансформация *Escherichia coli* плазмидой, содержащей маркер устойчивости к антибиотику (например, ампициллину), с последующим высевом на селективную среду. Студенты наблюдают рост трансформированных колоний и делают вывод о успешности переноса гена. Также может быть продемонстрирована модельная конъюгация между двумя штаммами бактерий с различными маркерами, где после слияния на селективных чашках возможно наблюдать рекомбинантные формы. При невозможности выполнения всех процедур вживую, преподаватель проводит имитационные практикумы или видео-демонстрации.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Понятия «рекомбинантная ДНК», «вектор», «донор» и «реципиент»
3. Создание ГМО, синтез рекомбинантных белков (инсулина, интерферона, ферментов), производство вакцин, ферментативных препаратов и биосенсоров

Контрольные вопросы

- 1) что такое рекомбинантная ДНК и как она создаётся?

- 2) в чём заключается суть трансформации, трансдукции и конъюгации?
- 3) какие ферменты используются при получении рекомбинантной ДНК?
- 4) что такое плаزمид и какова её роль в генной инженерии?
- 5) какие существуют методы введения ДНК в клетку?
- 6) как определить, произошла ли трансформация?
- 7) чем трансдукция отличается от конъюгации?
- 8) какие маркеры используются для отбора трансформированных клеток?
- 9) какие биотехнологические продукты создаются с помощью генно-инженерных методов?
- 10) какие меры биобезопасности необходимо соблюдать при работе с рекомбинантными микроорганизмами?

Перечень основной литературы:

– Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа 8

Векторы для генетической инженерии микроорганизмов: плазмиды, бактериофаги, транспозоны. Конструирование штаммов-продуцентов с заданными свойствами. Методы отбора рекомбинантных штаммов.

Цель занятия – изучение структуры и роли векторов в генной инженерии микроорганизмов; освоение методов конструирования штаммов-продуцентов; развитие практических навыков по применению селективных методов для отбора рекомбинантных форм; понимание принципов и этапов генно-инженерной модификации клеток для получения целевых биопродуктов.

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Векторы для генетической инженерии микроорганизмов: плазмиды, бактериофаги, транспозоны. Конструирование штаммов-продуцентов с заданными свойствами. Методы отбора рекомбинантных штаммов" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков, связанных с использованием векторов в генной инженерии, разработкой генетически модифицированных штаммов микроорганизмов и применением селективных методов для выявления рекомбинантных форм. В рамках лабораторного занятия студенты получают представление о типах векторов, механизмах переноса и встраивания генетического материала, особенностях функционирования векторов в клетках, а также об алгоритме построения штамма-продуцента, обладающего полезными биотехнологическими свойствами. В теоретической части преподаватель раскрывает сущность и значение векторов как носителей генетической информации, используемых для клонирования, экспрессии и переноса генов. Рассматриваются основные типы векторов: плазмиды — кольцевые внехромосомные молекулы ДНК, обладающие репликатором, генами-маркерами и сайтами клонирования; бактериофаги — вирусы бактерий, применяемые как векторы для доставки крупных фрагментов ДНК; транспозоны — мобильные элементы генома, способные к перемещению и введению чужеродных генов. Студенты изучают структуру и функции векторов, принципы выбора подходящего вектора для конкретной задачи, а также особенности взаимодействия векторов с клеткой-реципиентом. Далее рассматривается процесс создания штаммов-продуцентов: выбор гена-мишени, подбор вектора, вставка гена с помощью рестриктаз и лигаз, введение конструкции в микроорганизм, отбор трансформантов, экспрессия гена и контроль продукции. Обсуждаются примеры полученных рекомбинантных штаммов, продуцирующих инсулин, интерфероны, ферменты, витамины, аминокислоты, биосурфактанты и другие вещества. Отдельное внимание уделяется методам отбора рекомбинантных штаммов: использование маркеров устойчивости к антибиотикам, цветовых индикаторов (например, система LacZ/X-Gal), селективных сред, а также молекулярных методов — ПЦР, электрофореза, анализа белков. В практической части лабораторного занятия студенты работают с безопасными модельными штаммами *Escherichia coli*, содержащими плазмиды с генами-маркерами. Проводится высеивание бактерий на селективные питательные среды с антибиотиками (например, ампициллин), где рост колоний указывает на успешную трансформацию. Также возможна демонстрация использования хромогенных индикаторов для оценки активности ферментов, кодируемых вставленным геном. При наличии условий проводится наблюдение за колониями, различающимися по цвету, форме или скорости роста, с целью выявления рекомбинантов. Студенты проводят подсчёт количества трансформантов, анализируют эффективность отбора и делают выводы о стабильности и активности конструкции.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. Структура и функции векторов
3. Процесс создания штаммов-продуцентов

Контрольные вопросы

- 1) что такое вектор и какие типы векторов применяются в генетической инженерии микроорганизмов?
- 2) в чём заключается отличие плазмид от бактериофагов и транспозонов?
- 3) какие элементы содержат векторы, используемые для клонирования?
- 4) как осуществляется создание рекомбинантной ДНК с использованием рестриктаз и лигаз?
- 5) что такое трансформация и какие методы используются для введения вектора в клетку?
- 6) как происходит отбор рекомбинантных штаммов?
- 7) что такое гены-маркеры и как они используются при селекции?

- 8) какие среды применяются для отбора трансформированных бактерий?
9) как можно подтвердить наличие нужного гена в клетке-реципиенте?
10) какие примеры штаммов-продуцентов с заданными свойствами используются в промышленной биотехнологии?

Перечень основной литературы:

- Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1] с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа 9

Создание рекомбинантных штаммов микроорганизмов: клонирование генов, трансформация, селекция. Анализ рекомбинантных штаммов: рестрикционный анализ, ПЦР, секвенирование.

Цель занятия:

Порядок выполнения работы

Методическая рекомендация к выполнению лабораторной работы по теме "Создание рекомбинантных штаммов микроорганизмов: клонирование генов, трансформация, селекция. Анализ рекомбинантных штаммов: рестрикционный анализ, ПЦР, секвенирование" по дисциплине "Биотехнология микроорганизмов" направлена на формирование у студентов целостного представления о процессе получения рекомбинантных микроорганизмов с использованием современных методов молекулярной биологии и генной инженерии, а также на развитие практических навыков по анализу полученных штаммов с целью подтверждения вставки, локализации и активности целевых генов. В ходе лабораторного занятия студенты изучают этапы создания рекомбинантных конструкций, методы их введения в клетки, способы селекции трансформантов и методы верификации успешного клонирования. Теоретическая часть включает рассмотрение основных этапов генно-инженерного конструирования: выделение гена-мишени, амплификация его с помощью ПЦР, подготовка вектора (например,

плазмиды) с использованием рестриктаз, лигирование фрагмента ДНК в вектор, введение рекомбинантной ДНК в клетку-реципиент методом трансформации, а также отбор успешно трансформированных клеток по селективным признакам (устойчивость к антибиотикам, активность ферментов-индикаторов и др.). Студенты знакомятся с понятием экспрессионного вектора, узнают, какие регуляторные элементы обеспечивают экспрессию вставленного гена (промотор, оператор, сайт инициации трансляции и др.). Далее преподаватель подробно объясняет методы анализа рекомбинантных штаммов: рестрикционный анализ (расщепление вектора ферментами и проверка длины фрагментов на геле), полимеразная цепная реакция (ПЦР) как способ амплификации и детекции вставленного гена, секвенирование как метод точного определения нуклеотидной последовательности для подтверждения точности клонирования. В практической части лабораторного занятия студенты проводят трансформацию безопасного лабораторного штамма *Escherichia coli* плазмидой, содержащей целевой ген и маркер устойчивости к антибиотику. После посева на селективную среду проводится инкубация и анализ роста колоний. Отбираются предполагаемые рекомбинантные клоны, из которых выделяется плазмидная ДНК. Далее студенты проводят рестрикционный анализ: расщепление плазмидной ДНК рестриктазами с последующим разделением фрагментов методом электрофореза в агарозном геле. При наличии оборудования проводится ПЦР-анализ с использованием праймеров к целевому гену, а также может быть показан пример секвенирования с анализом полученной последовательности.

Содержание отчета

1. Латинское название микроорганизмов
2. ПЦР-анализ
3. Этапы создания рекомбинантных конструкций
4. Способы селекции трансформантов и методы верификации успешного клонирования

Контрольные вопросы

- 1) что такое клонирование генов и каков его биотехнологический смысл?
- 2) какие этапы включает процесс получения рекомбинантного штамма?
- 3) что такое трансформация и какие методы её проведения существуют?
- 4) какие гены-маркеры используются для отбора трансформантов?
- 5) как проводится рестрикционный анализ и для чего он нужен?
- 6) как работает ПЦР и как она применяется в анализе рекомбинантных конструкций?
- 7) что такое секвенирование и какие задачи оно решает?
- 8) как отличить успешную трансформацию от неудачной?
- 9) что такое экспрессионный вектор и чем он отличается от обычного?
- 10) какие возможны ошибки на каждом этапе создания и анализа рекомбинантного микроорганизма и как их избежать?

Перечень основной литературы:

- Луканин А. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : Учебное пособие / Российский университет дружбы народов. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 304 с.. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=124174>.

– Основы микробиологии и экологической биотехнологии: Учебное пособие/ Б.С.Ксенофонтов - Москва : ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с.

– Егорова Т. А. Основы биотехнологии : [учебное пособие для вузов по специальности "Биология"] / Т. А. Егорова, С. М. Клунова, Е. А. Живухина. - М. : Академия, 2003. - 207, [1]

с.: ил. - (Высшее образование)

Перечень дополнительной литературы:

– Органическая химия в пищевых биотехнологиях: учебник / Ю.И. Блохин, Т.А. Яркова, О.А. Соколова ; под ред. д-ра хим. наук, проф. Ю.И. Блохина. — Москва: ИНФРА-М, 2018. — 252 с.

– Чечина О. Н. Сельскохозяйственная биотехнология : Учебное пособие Для СПО / Чечина О. Н.. - Москва : Юрайт, 2022. - 266 с - (Профессиональное образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/494504>. URL: <https://urait.ru/book/cover/EC30698A-BF8E-4BBF-A10DFD71543ECBE9>

– Якупов Т. Р. Молекулярная биотехнология / Якупов Т. Р., Фаизов Т. Х.. - СанктПетербург : Лань, 2021. - 160 с.. URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>. URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/179623.jpg>

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Биотехнология микроорганизмов

Направление подготовки	06.04.01 Биология
Направленность (Профиль)	Клеточные и генетические технологии
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	Очная
Год начала обучения	2026 г.
Изучается в 1 семестре	

Введение

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов (СРС) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения.

Ведущая цель организации и осуществления СРС совпадает с целью обучения студента – формирование набора общенаучных, профессиональных и специальных компетенций будущего специалиста.

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

К основным видам самостоятельной работы студентов относятся:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание индивидуальных творческих заданий;
- подготовка к семинарам, практическим и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- выполнение учебно-исследовательских работ, проектная деятельность;

- подготовка практических разработок и рекомендаций по решению проблемной ситуации;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин;
- выполнение выпускной квалификационной работы и др.

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Методические рекомендации по работе с литературой

Одной из форм самостоятельной внеаудиторной подготовки к занятиям является работа с литературой. Работа с литературой подразумевает умение студента осмысленно пользоваться источниками.

Существует несколько методов работы с литературой. При использовании метода повторения, прочитанный текст заучивается наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно полученные при этом сведения легко забываются.

Метод кодирования подразумевает основательную обработку прочитанного текста. При этом необходимо провести некоторые мыслительные операции: прокомментировать и оценить значение новых данных; сопоставить полученные сведения с ранее известными; установить осмысленные связи; структурировать новые сведения.

При изучении научной учебной и иной литературы рекомендуется вести рабочие записи. Наиболее краткой и доступной формой записей является план. План - первооснова, каркас какой-либо письменной работы, определяющие последовательность изложения материала. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме.

Методические рекомендации по составлению конспекта

Результатом самостоятельной работы является составление конспекта. Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

Запись конспекта должна быть систематической, логической, связной. Для составления конспекта необходимо:

1. Внимательно прочитать текст, определить цель составления конспекта. Уточнить в справочной литературе непонятные слова, записать название конспектируемого произведения (или его части) и его выходные данные;
2. Выделить главное, составить план;
3. Кратко сформулировать основные положения текста;
4. Законспектировать материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании необходимо выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. При цитировании использовать лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Методические рекомендации при подготовке к коллоквиумам

Изучение основных разделов дисциплины «Клеточная инженерия» заканчивается проведением контрольных занятий, на которых обобщается весь материал по данной части учебной программы.

Коллоквиум представляет собой не только одну из форм текущего контроля, но и одну из активных форм учебных занятий, проводимых как в виде беседы преподавателя со студентами, так и в виде семинара, посвященного обсуждению определенной темы. Целями коллоквиума являются: выяснение у студентов знаний, их углубление (повышение) и закрепление по той или иной теме курса; формирование у студентов навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

Основная задача коллоквиума – пробудить у студента стремление к чтению и использованию дополнительной литературы. На коллоквиум могут выноситься как проблемные (нередко спорные теоретические вопросы), так и вопросы, требующие самостоятельного изучения, а также более глубокой проработки.

Методические рекомендации по написанию научных текстов (проектов, научных статей и т.д.)

Перед тем, как приступить к написанию научного текста, важно разобраться, какова цель вашего научного исследования.

Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Проект - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов.

Проект не должен состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в Проекте должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки Проекта студентом.

Выполнение Проекта начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;

- составление предварительного плана.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания Проекта. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать работу.

Рабочий вариант текста Проекта предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки Проект сдается на кафедру для его оценивания руководителем.

Требования к написанию Проекта

Написание 1 Проекта является обязательным условием выполнения плана СРС по любой дисциплине профессионального цикла.

Тема Проекта может быть выбрана студентом из предложенных в рабочей программе или фонде оценочных средств дисциплины, либо определена самостоятельно, исходя из интересов студента (в рамках изучаемой дисциплины). Выбранную тему необходимо согласовать с преподавателем.

Проект должен быть написан научным языком.

Объем Проекта должен составлять 10-15 стр.

Структура Проекта:

- Введение (не более 2-3 страниц). Во введении необходимо обосновать выбор темы, ее актуальность, очертить область исследования, объект исследования, основные цели и задачи исследования.

- Основная часть состоит из 2-3 разделов. В них раскрывается суть исследуемой проблемы, проводится обзор мировой литературы и источников Интернет по предмету исследования, в котором дается характеристика степени разработанности проблемы и авторская аналитическая оценка основных теоретических подходов к ее решению. Изложение материала не должно ограничиваться лишь описательным подходом к раскрытию выбранной темы. Оно также должно содержать собственное видение рассматриваемой проблемы и изложение собственной точки зрения на возможные пути ее решения.

- Заключение (1-2 страницы). В заключении кратко излагаются достигнутые при изучении проблемы цели, перспективы развития исследуемого вопроса

- Список использованной литературы (не меньше 10 источников), в алфавитном порядке, оформленный в соответствии с принятыми правилами. В список использованной литературы рекомендуется включать работы отечественных и зарубежных авторов, в том числе статьи, опубликованные в научных журналах в течение последних 3-х лет и ссылки на ресурсы сети Интернет.

- Приложение (при необходимости).

Требования к оформлению:

- текст с одной стороны листа;

- шрифт Times New Roman;
- кегль шрифта 14;
- межстрочное расстояние 1,5;
- поля: сверху 2,5 см, снизу – 2,5 см, слева - 3 см, справа 1,5 см;
- Проект должен быть представлен в сброшюрованном виде.

Порядок защиты Проекта:

Защита Проекта проводится на практических занятиях, после окончания работы студента над ним и исправления всех недочетов, выявленных преподавателем в ходе консультаций. На защиту Проекта отводится 5-7 минут времени, в ходе которого студент должен показать свободное владение материалом по заявленной теме. При защите Проекта приветствуется использование мультимедиа-презентации.

Оценка Проекта

Проект оценивается по следующим критериям:

- соблюдение требований к его оформлению;
- необходимость и достаточность для раскрытия темы приведенной в тексте Проекта информации;
- умение студента свободно излагать основные идеи, отраженные в Проекте;
- способность студента понять суть задаваемых преподавателем и сокурсниками вопросов и сформулировать точные ответы на них.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если в проекте студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует для написания проекта современные научные материалы; анализирует полученную информацию; проявляет самостоятельность при написании проекта.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если качество выполнения проекта достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы по теме проекта.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если материал проекта излагается частично, но пробелы не носят существенного характера, студент допускает неточности и ошибки при защите проекта, дает недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не подготовил проект или допустил существенные ошибки. Студент неуверенно излагает материал проекта, не отвечает на вопросы преподавателя.

Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55.

Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Что такое биотехнология и каково её значение в современной науке и промышленности?
2. Какие этапы развития прошла биотехнология микроорганизмов?
3. Какие микроорганизмы считаются основными объектами биотехнологии и почему?
4. Что такое продуцент и каковы его характеристики?
5. Как классифицируются микроорганизмы, применяемые в биотехнологии?
6. Какие группы бактерий чаще всего используются в биотехнологии и для каких целей?

7. В чём заключается биотехнологическая ценность дрожжей?
8. Назовите примеры микроскопических грибов-продуцентов и области их применения.
9. Какие виды водорослей применяются в биотехнологии и для чего?
10. Что такое культуральная среда и какие бывают типы питательных сред?
11. Какие требования предъявляются к качественным питательным средам?
12. Как стерилизуют питательные среды и лабораторное оборудование?
13. Что такое асептика и почему она важна при работе с микроорганизмами?
14. Какие меры биологической безопасности применяются в микробиологических лабораториях?
15. Опишите структуру бактериальной клетки.
16. В чём заключаются особенности строения дрожжевых клеток?
17. Что такое клеточная стенка и как она различается у грамположительных и грамотрицательных бактерий?
18. Каковы основные типы питания микроорганизмов?
19. Чем отличается автотрофное питание от гетеротрофного?
20. Что такое анаэробы, аэробы и факультативные анаэробы?
21. Как влияют физико-химические факторы (рН, температура, кислород) на рост микроорганизмов?
22. Опишите основные стадии роста микробной популяции.
23. Как происходит размножение бактерий и дрожжей?
24. Какие существуют методы культивирования микроорганизмов?
25. Что такое биореактор и каковы его основные элементы?
26. Опишите основные этапы метаболизма у микроорганизмов.
27. Что такое катаболизм и анаболизм?
28. Какие процессы относятся к аэробному и анаэробному дыханию?
29. Какую роль играют ферменты в метаболизме микроорганизмов?
30. Какие продукты получают с использованием микроорганизмов в пищевой промышленности?
31. Как используются микроорганизмы в сельском хозяйстве?
32. В чём заключается применение микроорганизмов в медицине?
33. Что такое биоремедиация и какие микроорганизмы её осуществляют?
34. Как применяется биотехнология в производстве биоэнергетических ресурсов?
35. Опишите структуру ДНК и РНК у прокариот.
36. Что такое репликация, транскрипция и трансляция?
37. Как регулируется экспрессия генов у бактерий?
38. Что такое мутация и какие бывают типы мутаций?
39. Какие существуют методы горизонтального переноса генов у бактерий?
40. Что такое трансформация, трансдукция и конъюгация?
41. Какие векторы используются в генной инженерии микроорганизмов?

42. Что такое плазида и какую роль она играет в создании ГМО?
43. Как создаются рекомбинантные штаммы микроорганизмов?
44. Какие методы применяются для отбора трансформированных клеток?
45. Что такое рестрикционный анализ и как он проводится?
46. В чём суть метода ПЦР и как он используется в анализе штаммов?
47. Что такое секвенирование и какие задачи оно решает?
48. Как обеспечивается контроль качества в производстве биотехнологических продуктов?
49. Какие существуют международные требования и нормы при работе с ГМО?
50. Перечислите основные направления развития современной микробной биотехнологии.

Вопросы для экзамена

1. Дайте определение биотехнологии микроорганизмов.
2. Какие группы микроорганизмов наиболее востребованы в биотехнологии?
3. Назовите основные этапы развития биотехнологии микроорганизмов.
4. Каковы основные направления применения микроорганизмов в биотехнологии?
5. В чем отличие прокариот от эукариот в биотехнологических процессах?
6. Какие методы используются для введения чужеродной ДНК в бактериальные клетки?
7. Опишите принцип работы плазмидных векторов.
8. Какие типы промоторов используются для экспрессии генов в бактериях?
9. Что такое селективные маркеры и для чего они нужны?
10. Как работает система CRISPR-Cas9 в геномном редактировании?
11. Какие проблемы могут возникнуть при трансформации грамположительных бактерий?
12. Как можно повысить стабильность рекомбинантных плазмид в клетке?
13. Какие методы используются для интеграции генов в бактериальный геном?
14. В чем преимущество индуцибельных систем экспрессии перед конститутивными?
15. Как можно добиться секреции рекомбинантного белка в культуральную среду?
16. Какие основные типы питательных сред используются в биотехнологии?
17. Опишите фазы роста бактериальной культуры в периодическом культивировании.
18. В чем разница между периодическим и непрерывным культивированием?
19. Какие параметры контролируют в биореакторе?
20. Как влияет pH на рост микроорганизмов?
21. Какие стресс-факторы могут влиять на продуктивность штаммов?
22. Какие методы используют для стерилизации питательных сред?
23. Как оптимизируют состав среды для максимального выхода целевого продукта?
24. Какие ингибиторы роста могут присутствовать в культуральной среде?
25. Как проводят масштабирование процесса от лабораторных условий до промышленных?
26. Дайте определение пробиотиков.
27. Какие микроорганизмы чаще всего используются в качестве пробиотиков?

28. Какие свойства должны иметь штаммы-пробиотики?
29. Как оценивают адгезивную способность пробиотиков?
30. Какие механизмы обеспечивают антагонистическую активность пробиотиков?
31. Как можно усилить пробиотические свойства с помощью генной инженерии?
32. Какие проблемы возникают при использовании пробиотиков в ЖКТ?
33. Как создают штаммы с направленной иммуномодулирующей активностью?
34. Какие методы используют для стабилизации пробиотиков при хранении?
35. Каковы перспективы использования ГМ-пробиотиков в медицине?
36. Какие ферменты наиболее востребованы в промышленности?
37. Как получают рекомбинантные ферменты в бактериальных системах?
38. Какие методы используют для очистки микробных ферментов?
39. Как можно повысить термостабильность ферментов?
40. Какие бактерии используются для производства амилаз?
41. Как оптимизируют экспрессию гетерологичных ферментов?
42. Какие векторы используют для клонирования генов ферментов?
43. Как проводят иммобилизацию ферментов?
44. Какие ферменты применяются в пищевой промышленности?
45. Каковы перспективы использования ферментов в биотопливе?
46. Какие микроорганизмы продуцируют антибиотики?
47. Как проводят скрининг штаммов-продуцентов антибиотиков?
48. Какие методы используют для увеличения выхода антибиотиков?
49. Как получают полусинтетические антибиотики?
50. Какие бактерии используются для производства витамина B12?
51. Как оптимизируют биосинтез лизина в промышленных штаммах?
52. Какие микроорганизмы продуцируют молочную кислоту?
53. Как получают уксусную кислоту микробиологическим способом?
54. Какие метаболические пути регулируют для повышения выхода целевых продуктов?
55. Каковы перспективы синтетической биологии в создании штаммов-продуцентов?
56. Какие микроорганизмы способны разлагать нефтепродукты?
57. Как проводят очистку сточных вод с помощью бактерий?
58. Какие ферменты участвуют в деградации ксенобиотиков?
59. Как можно усилить деградиционную активность штаммов?
60. Какие методы используют для биоремедиации почв?
61. Какие бактерии разлагают пластики?
62. Как проводят иммобилизацию микроорганизмов для биоремедиации?
63. Какие факторы влияют на эффективность биodeградации?
64. Каковы перспективы использования ГМ-микроорганизмов в биоремедиации?

65. Какие законодательные ограничения существуют для применения биодеструкторов?
66. Какие типы биореакторов используют в промышленности?
67. Как проводят стерилизацию промышленного оборудования?
68. Какие методы используют для выделения целевых продуктов?
69. Как контролируют качество продукции в биотехнологическом производстве?
70. Какие проблемы возникают при масштабировании процессов?
71. Как оптимизируют выход продукта в промышленных условиях?
72. Какие методы используют для концентрирования микробной биомассы?
73. Какие микроорганизмы используют для производства биогаза?
74. Как получают биополимеры (например, PHB) с помощью бактерий?
75. Каковы экономические аспекты промышленной биотехнологии?
76. Какие риски связаны с использованием ГМ-микроорганизмов?
77. Как контролируют распространение ГМ-штаммов в окружающей среде?
78. Какие международные нормы регулируют работу с патогенными микроорганизмами?
79. Какие методы используют для инактивации ГМ-микроорганизмов после применения?
80. Каковы этические аспекты использования ГМО в пищевой промышленности?
81. Какие альтернативы антибиотикорезистентным маркерам существуют?
82. Как оценивают потенциальную аллергенность рекомбинантных белков?
83. Какие методы используют для детекции ГМ-микроорганизмов в окружающей среде?
84. Каковы перспективы создания «замкнутых» биотехнологических систем?
85. Какие организации регулируют использование ГМ-микроорганизмов?
86. Какие новые методы редактирования генома появились после CRISPR-Cas9?
87. Как синтетическая биология изменяет подходы к конструированию штаммов?
88. Какие перспективы у микробных биосенсоров?
89. Как искусственный интеллект применяется в биотехнологии микроорганизмов?
90. Каковы перспективы создания полностью синтетических микроорганизмов?
91. Как можно использовать бактерии для производства электроэнергии?
92. Какие новые антибиотики разрабатывают на основе метагеномики?
93. Каковы перспективы персонализированных пробиотиков?
94. Как можно использовать бактерии для синтеза наноматериалов?
95. Какие технологии позволяют ускорять селекцию промышленных штаммов?
96. Каковы перспективы использования архей в биотехнологии?
97. Как метаболический инжиниринг меняет производство биопродуктов?
98. Какие альтернативные хозяева (кроме *E. coli*) перспективны для экспрессии белков?
99. Какие технологии позволяют снизить себестоимость биотехнологических процессов?
100. Какие глобальные вызовы может решить биотехнология микроорганизмов?

Литература:

Перечень основной литературы:

1. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 160 с. — ISBN 978-5-507-53208-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/478241>

2. Резяпкин, В. И. Генная инженерия: практикум : учебное пособие / В. И. Резяпкин. — 7-е изд., перераб. — Гродно : ГрГУ им. Янки Купалы, 2024. — 65 с. — ISBN 978-985-582-603-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/433241>

Перечень дополнительной литературы:

1. Тузова, Р. В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия / Р. В. Тузова, Н. А. Ковалев. — Минск : Белорусская наука, 2010. — 395 с. — ISBN 978-985-08-1186-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90451>

2. Генетические основы селекции растений : монография : в 4 томах. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 4 : Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия — 2014. — 653 с. — ISBN 978-985-08-1791-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90618>

3. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия : учебно-справочное пособие / С. Н. Щелкунов. — Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — ISBN 978-5-379-02024-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65273.html>

4. Кизиченко, Н. В. Молекулярная биология : учебник с упражнениями и задачами / Н. В. Кизиченко, А. Г. Жукова, Л. Г. Горохова. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. — 267 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606>