

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет естественно-географический
Кафедра биологии и химии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-
методической работе

 С.Н. Титов

« 25 » июля 2021 г.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Программа учебной дисциплины модуля биотехнологии и лабораторной
диагностики

основной профессиональной образовательной программы высшего
образования – программы магистратуры по направлению подготовки
06.04.01 Биология

направленность (профиль) образовательной программы
Биотехнология с основами нанотехнологий

(очная форма обучения)

Составитель: Соловьев А.В., к.б.н.,
доцент кафедры биологии и химии

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета естественно-
географического факультета, протокол от «22» июня 2021 г. №7

Ульяновск, 2021

Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биотехнология» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) модуля «Биотехнология и лабораторная диагностика» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 06.04.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Биотехнология с основами нанотехнологий», очной формы обучения.

Дисциплина опирается на результаты обучения, сформированные в рамках ряда дисциплин учебного плана: «Современные проблемы биологии», «Современная экология и глобальные экологические проблемы», «История и методология биологии и информационных систем», «Компьютерная геномика», «Многомерный статистический анализ в биологии».

Результаты изучения дисциплины «Биотехнология» являются теоретической и методологической основой для изучения дисциплин: «Эмбриотехнологии с основами биологии развития», «Биотехнология растений», «Основы белковой и генетической инженерии», «Нанотехнологии», «Геномика, протеомика», а также для прохождения научно-исследовательской работы, практики по профилю профессиональной деятельности, преддипломной практики; для защиты ВКР.

1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Биотехнология» является - формирование современных представлений об уровне научных достижений в области биоинженерии и биотехнологии, клеточной и генетической инженерии, энзимологии; знакомство с современными промышленными биотехнологическими процессами.

Задачами освоения дисциплины являются: изучение биотехнологического производства, как системы взаимосвязанных элементов, потоков и процессов превращений, для получения продуктов технически, экономически и социально целесообразным путем. Изучение основных производств - их организации, режимов и функционирования; современных методах и приемах оптимальной организации процессов, анализа, разработки и создания; спроса, использования продукции биотехнологий.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Биотехнология» (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

| Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине | Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины) | | |
|---|---|-------|---------|
| | знает | умеет | владеет |
| ПК 4 Поиск и разработка новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, программного обеспечения. | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>ИПК 4.1. Применяет знания стандартных и иных методик отбора, транспортировка и пробоподготовки проб согласно руководящей документации.</p> | | <p>ОР-1 Применяет знания методик отбора и транспортировка отобранных проб</p> | |
| <p>ИПК 4.2. Владеет базовыми и специализированным и методами, в зависимости от типа биоматериала и поставленных задач, в области генетического конструирования, молекулярно-генетическими методами, методами в области клеточных технологий, согласно руководящей документации.</p> | | <p>ОР-2 Владеет базовыми и специализированным и методами, в зависимости от типа биоматериала и поставленных задач, в области генетического конструирования, молекулярно-генетическими методами</p> | |
| <p>ИПК 4.3. Проводит анализ современной литературы, последних достижений с целью разработки самостоятельных протоколов по созданию биотехнологических продуктов.</p> | | <p>ОР-3 Проводит анализ современной литературы, последних достижений с целью разработки самостоятельных протоколов по созданию биотехнологических продуктов.</p> | |
| <p>ИПК 4.4. Умеет применять знания в области ИТ-технологий для решения задач анализа, прогнозирования, оптимизации лабораторных протоколов и методов исследования.</p> | | <p>ОР-4 Умеет применять знания в области ИТ-технологий для решения задач анализа, прогнозирования, оптимизации лабораторных протоколов и методов исследования.</p> | |

| | | | |
|--|--|--|---|
| ИПК 4.5. Владеет навыками разработки ПО, анализа полученных данных, статистической обработки, хранения и документации результатов. | | | ОР-5 Владеет навыками анализа полученных данных, статистической обработки, хранения и документации результатов. |
|--|--|--|---|

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Номер семестра | Учебные занятия | | | | | | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|-----------------|------|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | Всего | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные занятия, час | Самостоят. работа, час | |
| | Трудоемк. | | | | | | |
| | Зач. ед. | Часы | | | | | |
| 3 | 6 | 216 | 6 | 48 | - | 135 | экзамен |
| Итого: | 6 | 216 | 6 | 48 | - | 135 | экзамен |

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

3.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий:

| Наименование раздела и тем | Количество часов по формам организации обучения | | | |
|------------------------------------|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 3 семестр | | | | |
| Тема 1. Предмет биотехнологии | 1 | 4 | | 14 |
| Тема 2. Генная инженерия | 1 | 4 | | 18 |
| Тема 3. Промышленная микробиология | 1 | 10 | | 16 |
| Тема 4. Клеточные технологии | 0 | 4 | | 18 |

| | | | | |
|--|----------|-----------|--|------------|
| Тема 5. Инженерная энзимология | 1 | 4 | | 16 |
| Тема 6. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья | 0 | 10 | | 16 |
| Тема 7. Биотехнология и экология | 1 | 6 | | 18 |
| Тема 8. Сельскохозяйственная биотехнология | 0 | 2 | | 14 |
| Тема 9. Перспективы развития биотехнологии | 1 | 4 | | 5 |
| ИТОГО: | 6 | 48 | | 135 |

3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

Краткое содержание курса

Тема 1. Предмет биотехнологии

Связь биотехнологии с естественными науками. Краткий исторический очерк развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве. Биотехнология и природные ресурсы. Биотехнология и энергетика. Биогаз. Применение биотехнологических методов в горнодобывающей, и нефтеперерабатывающей промышленности.

Реализация достижений молекулярной генетики, молекулярной биологии и биоорганической химии в развитии биотехнологии.

Химическая технология и биотехнология. Комбинирование биосинтеза и органического синтеза при получении и производстве современных лекарств.

Биотехнология и новые методы анализа и контроля.

Объекты биотехнологии: бактерии, растения, животные и человек, вирусы, вещества биологического происхождения (ферменты, нуклеиновые кислоты и др.), молекулы.

Цитологические и молекулярные основы наследственности. Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

Тема 2. Генная инженерия

Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез. Введение гена в вектор и их клонирование. Лигирование. Методы трансформации животных и растительных клеток. Скрининг – отбор клеток, в которые встроился ген. Экспрессия генов. Вылавливание генных продуктов. Метод рекомбинантных ДНК.

Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии. Биосинтез инсулина, соматотропина в клетках кишечной палочки *E. coli*. Вакцины.

Производство вакцин против гепатита В.

Интерактивная форма: «Эвристическая беседа».

Тема 3. Промышленная микробиология

Особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Важность и разнообразие микробных продуктов. Разнообразие микроорганизмов. Отбор штаммов микроорганизмов, и работа с ними. Приготовление посевной микробной культуры. Приготовление и стерилизация питательных сред. Ферментация в твердых средах. Культивирование микроорганизмов в покоящемся состоянии без аэрации. Технология промышленного культивирования анаэробных микроорганизмов. Периодические и хемостатные системы культивирования микроорганизмов. Особенности биотехнологии культивирования вирусов.

Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания. Первичные метаболиты. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота). Производство

органических кислот (уксусная, молочная кислоты). Вторичные метаболиты. Антибиотики. Виды антибиотиков. Механизм устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. Получение полусинтетических антибиотиков. Производство белков одноклеточных организмов.

Производство ферментов. Интерактивная форма: «Учебная дискуссия».

Тема 4. Клеточные технологии

Культивирование тканей и клеток человека и животных. Клеточный продукт. Законодательство в области применения клеточного продукта.

Основные направления клеточной инженерии растений: оздоровление и размножение генетически ценных растений, получение от культивируемых каллусных тканей веществ вторичного синтеза и криосохранение. Метод вегетативного клонирования растений.

Культивирование каллусных тканей.

Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

Тема 5. Инженерная энзимология

Ферментные препараты, применяемые в промышленности. Гидролитические ферменты. Протеолитические ферменты. Ферментные смеси и пектиновые ферменты. Ферментные препараты, особенности получения, применения. Продуценты и среды. Типы ферментационных процессов твердофазное поверхностное и глубинное. Аппаратура. Технологический цикл и стадийность процесса производства ферментов. Методы выделения и очистки.

Технологические процессы с участием ферментов: гидролиз крахмала в декстрины, мальтозу и глюкозу; получение инвертного сахара из сахарозы; изомеризация глюкозы во фруктозу; разделение рацемических смесей аминокислот.

Иммобилизованные ферменты. Методы иммобилизации ферментов. Адсорбция, включение в гели, химическая сшивка и присоединение. Характеристика применяемых подложек. Техника иммобилизации. Свойства иммобилизованных ферментов.

Особенности процессов на основе иммобилизованных ферментов. Типы реакционных аппаратов. Процессы получения целевых продуктов на основе иммобилизованных ферментов. Биологические микроустройства. Типы ферментных электродов.

Биолюминесцентный микроанализ

Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

Тема 6. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья

Биотехнология в решении энергетических проблем. Получение биогаза, спирта из промышленных и сельскохозяйственных отходов. Микробное выщелачивание и биогеотехнология металлов. Химизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами. Методы извлечения металлов (подземное, кучное, чановое).

Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых. Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

Тема 7. Биотехнология и экология

Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии. Переработка и утилизация промышленных отходов. Очистка промышленных стоков. Принципы биологических методов аэробной и анаэробной переработки отходов. Детоксикация и биodeградация ксенобиотиков. Прогрессивность биотехнологии в экологическом аспекте. Биотехнология преобразования солнечной энергии. Биотехнологические методы переработки городских стоков. Промышленные биофильтры и аэротенки. Применения биотехнологических методов для очистки газо-воздушных выбросов и деградации ксенобиотиков.

Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.

Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.

Экологические системы и экологические ниши. Микрофлора водоемов, воздуха, почвы. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений.

Биологические методы очистки стоков. Общие показатели загрязненности сточных вод. Перманганатная и дихроматная окисляемость (ХПК). Биохимическое потребление кислорода (БПК). Аэробные процессы очистки сточных вод биотехнологических и промышленных предприятий. Основные параметры, влияющие на биологическую очистку. Биофильтры, аэротенки, окситенки. Одноступенчатая схема очистки сточной воды.

Анаэробные процессы очистки стоков. Септиктенки, анаэробные биофильтры. Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

Тема 8. Сельскохозяйственная биотехнология

Энтомопатогенные препараты. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфоробактерин). Технология получения биологических удобрений. Продуценты, среды, ферментационная техника. Особенности применения. Нитрагин. Азотобактерин. Биологические методы и препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных. Технология получения биологических препаратов (бактериальных, грибных, вирусных). Интерактивная форма: «Эвристическая беседа».

Тема 9. Перспективы развития биотехнологии

Новые направления биотехнологии. Выбор, распространение и применение биотехнологии. Предотвращение риска.

Интерактивная форма: работа с интерактивным оборудованием.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Общий объем самостоятельной работы магистрантов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения тестовых заданий по дисциплине, лабораторных работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах подготовки к устным опросам, к докладу, контрольной работе, лабораторным работам.

Пример контрольной работы (тестовые задания)

1. Для разрушения клеточной стенки растений используют фермент
 1. пектиназу
 2. целлюлазу

2. При косвенной регенерации в культуре пыльников образуется
 1. каллус
 2. эмбриониды

3. Гаплоидные растения
 1. фертильны
 2. стерильны

4. В экзосимбиотических ассоциациях *Rhizobium* с клетками бобовых растений бактериониды
 1. образуются
 2. не образуются

5. Для растительных клеток оптимальна рН среды культивирования

1. 5.0 – 5.5
2. 6.5 – 7.0
3. 9.0 – 10.0

6. Свойство тотипотентности растительной клетки лежит в основе получения

1. биологически активных веществ
2. растений-регенерантов

7. Суспензионные культуры характеризуются

1. высокой агрегированностью
2. образованием групп из 5-10 клеток
3. одиночными клетками

8. Для создания кормящего слоя используют

1. суспензию клеток
2. каллусную ткань
3. богатую питательную среду

9. Для уменьшения размера вакуолей в среду предкультивирования перед замораживанием добавляют

1. маннит
2. аминокислоты
3. диметилсульфоксид

10. Для увеличения проницаемости мембран перед замораживанием в среду добавляют

1. маннит
2. аминокислоты
3. диметилсульфоксид

11. Образование внутриклеточного льда происходит при охлаждении

1. быстро
2. медленно

12. Для быстрого замораживания характерна

1. однофазность
2. двухфазность

13. К гормональным ингибиторам роста относится

1. сорбит
2. хлорхолинхлорид
3. полиэтиленгликоль

14. Для обеспечения генетической стабильности клонируемого материала в качестве экспланта предпочтительнее брать ткани

1. старые
2. молодые

15. В качестве экспланта при микроклональном размножении лучше использовать органы, содержащие

1. паренхиму
2. меристему
3. продвигаясь пучки

4. паренхиме с проводящими пучками

16. К ауксинам принадлежит

1. БАП
2. НУК
3. АБК

17. Протопласты растительных клеток энзиматическим путем впервые выделил:

1. Сэлтон
2. Коккинг
3. Клеркер
4. Готре

18. Методом клонального размножения не является метод:

1. снятия апикального доминирования
2. индукции возникновения адвентивных почек
3. соматического эмбриогенеза
4. прямой регенерации соматического зародыша

19. Протопластом является клетка:

1. лишённая клеточной оболочки
2. лишённая цитоплазматической мембраны
3. лишённая ядра
4. лишённая ядерной мембраны

20. В культуре пыльцы появление диплоидных растений:

1. возможно
2. невозможно

Темы мини-выступлений

1. История развития биотехнологии в России и в мире. Выдающиеся ученые биотехнологи.
2. Использование микроскопических грибов в получении кормового белка.
3. Биотехнология преобразования солнечной энергии.
4. Фотопроизводство водорода.
5. Носители для иммобилизации ферментов.
6. Механизмы рекомбинации. Молекулярные модели кроссинговера. Факторы, влияющие на кроссинговер.
7. Иммобилизованные ферменты в медицине и ветеринарии.
8. Устойчивость трансгенных растений.
9. Типы культуры клеток и тканей.
10. Биотехнологии в сельском хозяйстве.
11. Биотестирование летучих токсических веществ, воды, вытяжки из почвы, пестицидов.
12. Криосохранение.

Тематика рефератов

1. История биотехнологического производства пенициллина.
2. Биотехнологическое производство кисломолочных продуктов.
3. Биотехнологическое производство аминокислот.
4. Биотехнологические способы очистки водных объектов.
5. Генная инженерия.

6. Трансгенные растения.
7. Трансгенные животные.

Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:

1. Соловьев А.В. Генная инженерия: учебно-методическое пособие. Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова», 2017. 69 с.

5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Организация и проведение аттестации магистранта

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у магистранта компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки магистрантов необходимо использовать как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

Цель проведения аттестации – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: групповые обсуждения, практические работы, рефераты с презентациями. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

| № п/п | СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ, используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции | Образовательные результаты дисциплины |
|-------|---|--|
| | <p>Оценочные средства для текущей аттестации</p> <p>ОС-1 Групповое обсуждение, Реферат с презентацией</p> <p>ОС-2, ОС-3 Лабораторная работа</p> <p>Учебная дискуссия</p> <p>ОС-4 Тестовые задания</p> <p>ОС-5, ОС-9, ОС-10, ОС-11, ОС-12 Реферат с презентацией</p> <p>ОС-6 Устный опрос</p> <p>ОС-7 Тестирование</p> <p>ОС-8 Письменное задание</p> | <p>ОР-1 Применяет знания методик отбора и транспортировка отобранных проб</p> <p>ОР-2 Владеет базовыми и специализированными методами, в зависимости от типа биоматериала и поставленных задач, в области генетического конструирования, молекулярно-генетическими методами</p> <p>ОР- 3 Проводит анализ современной литературы, последних достижений с целью разработки самостоятельных протоколов по созданию биотехнологических продуктов.</p> <p>ОР-4 Умеет применять знания в области IT-технологий для</p> |
| | <p>Оценочные средства для промежуточной аттестации</p> <p>ОС-9 Экзамен в форме устного собеседования по вопросам</p> | |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>решения задач анализа, прогнозирования, оптимизации лабораторных протоколов и методов исследования.</p> <p>ОР-5 Владеет навыками анализа полученных данных, статистической обработки, хранения и документации результатов.</p> |
|--|--|---|

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а также процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Биотехнология».

Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

**ОС-13 Экзамен в форме устного собеседования по вопросам
Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Связь биотехнологии с естественными науками.
2. История развития биотехнологии. Основные направления современной биотехнологии.
3. Роль биотехнологии в промышленности и сельском хозяйстве.
4. Объекты биотехнологии.
5. Генная инженерия.
6. Получение генов: химический синтез, рестрикционный метод, ферментативный синтез, химико-ферментативный синтез.
7. Прямые методы переноса чужеродной генетической информации в клетки про- и эукариот.
8. Векторные молекулы ДНК. Требования, предъявляемые к векторам для клонирования. Плазмидные векторы.
9. Векторы на основе бактериофагов. Гибридные векторы (космиды и фазмиды).
10. Методы трансформации животных и растительных клеток.
11. Получение фармакологических препаратов с помощью методов генной инженерии.
12. Промышленная микробиология.
13. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания.
14. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).
15. Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты).
16. Производство белков одноклеточных организмов. Производство ферментов.
17. Клеточная инженерия растений.
18. Инженерная энзимология.
19. Ферментные препараты, применяемые в промышленности.
20. Технологические процессы с участием ферментов.
21. Имобилизованные ферменты. Особенности процессов на основе имобилизованных ферментов.

22. Билюминесцентный микроанализ.
23. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья.
24. Биотехнология в решении энергетических проблем.
25. Получение биогаза, спирта из промышленных и сельскохозяйственных отходов.
26. Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых.
27. Биотехнология и экология. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии.
28. Переработка и утилизация промышленных отходов. Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.
29. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.
30. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений.
31. Сельскохозяйственная биотехнология.
32. Энтомопатогенные препараты. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин).
33. Технология получения биологических удобрений.
34. Перспективы развития биотехнологии.

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы магистрантов на лекционных и лабораторных занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине

Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

| | | Посещение лекций | Посещение практических занятий | Работа на практических занятиях | Экзамен |
|------------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 3 семестр | Разбалловка по видам работ | 3 x 1=3 балла | 24 x 1=24 балла | 410 баллов | 160 баллов |
| | Суммарный макс. балл | 3 балла max | 27 баллов max | 440 баллов max | 600 баллов max |

Критерии оценивания работы обучающегося

| | Баллы (6 ЗЕ) |
|------------------------|---------------------|
| «отлично» | более 541 |
| «хорошо» | 421-540 |
| «удовлетворительно» | 301-420 |
| «не удовлетворительно» | 300 и менее |

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В этом разделе приводятся планы практических (семинарских) и лабораторных занятий и методические указания по их организации и проведению, подготовке, в том числе с указанием вопросов для самостоятельного изучения. А также методические рекомендации по подготовке письменных работ, требования к их содержанию и оформлению.

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель

оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удастся осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу магистрантов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Подготовка к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям магистрант должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, магистранту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит магистрантов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задание. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных работ, собеседование со студентом.

Результаты выполнения лабораторных работ оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

Подготовка к устному докладу.

Доклады делаются по каждой теме с целью проверки теоретических знаний обучающегося, его способности самостоятельно приобретать новые знания, работать с информационными ресурсами и извлекать нужную информацию.

Доклады заслушиваются в начале лабораторного занятия после изучения соответствующей темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5 минут. Тему доклада студент выбирает по желанию из предложенного списка.

При подготовке доклада магистрант должен изучить теоретический материал, используя основную и дополнительную литературу, обязательно составить план доклада (перечень рассматриваемых им вопросов, отражающих структуру и последовательность материала), подготовить раздаточный материал или презентацию. План доклада необходимо предварительно согласовать с преподавателем.

Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к простому воспроизведению текста, не допускается простое чтение составленного конспекта доклада. Выступающий также должен быть готовым к вопросам аудитории и дискуссии.

Подготовка к тесту.

При подготовке к тесту необходимо изучить теоретический материал по дисциплине. С целью оказания помощи студентам при подготовке к тесту преподавателем проводится групповая консультация с целью разъяснения наиболее сложных вопросов теоретического материала.

Планы лабораторных занятий

Лабораторное занятие № 1. Тема 1. Предмет биотехнологии

Цель занятия: изучить особенности биотехнологии как науки, её прикладное и фундаментальное значение.

Содержание работы:

Темы рефератов:

1. Роль биотехнологии в промышленности.
2. Роль биотехнологии в сельском хозяйстве.
3. Перспективы развития биотехнологии.
4. Основные направления современной биотехнологии.
5. Биотехнология в медицине.
6. Приоритетные направления биотехнологии.
7. Законодательство в области биотехнологии и биотехнологического производства.

Требования к реферату:

Реферат готовится по одной из представленных тем.

Объем – 15-20 страниц

Основной текст – 12 кегль, гарнитура Times New Roman, полуторный интервал

Наличие структуры реферата (титульная страница, содержание, оформленный по ГОСТ Р 7.0.5–2008 список литературы – не менее 20 источников). Наличие иллюстраций.

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме. 2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Лабораторное занятие № 2. Тема 2. Генная инженерия

Цель работы: Проведение дизайна генетической конструкции целевого гена (на выбор) в бактериальную плазмиду pET-15b, знакомство с основными биоинформационными базами данных, основными методами генной инженерии.

Ход выполнения работы:

1. Изучить особенности бактериальной плазмиды pET-15b на основе информации, представленной в сети Интернет; изучить карту плазмиды, основные структурнофункциональные области.

2. С помощью ресурса Национальный центр биотехнологической информации (National Center for Biotechnology Information) (www.ncbi.nlm.nih.gov) найти и скачать нуклеотидную последовательность плазмиды и целевого гена, кодирующий целевой белок эукариот (на выбор).

3. Предложить схему получения структуры гена, пригодной для вставки, провести дизайн лигирования гена в плазмиду под промотор, описать механизм индукции биосинтеза целевого белка. Дизайн векторной конструкции со вставкой провести в программах Mega (<http://www.megasoftware.net>) или Unipro UGENE (<http://ugene.net/ru>) (бесплатно распространяющееся программное обеспечение). Для дизайна используйте частоты встречаемости кодонов у разных групп организмов, структурно-функциональные особенности организации генов про- и эукариот. Для анализа частот встречаемости кодонов используйте любой доступный ресурс (например, от GenScript: <https://www.genscript.com/tools/codon-frequency-table>).

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме. 2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Форма представления отчета: отчет о выполнении лабораторной работы.

Лабораторное занятие № 3. Тема 2. Генная инженерия

Цель работы: проведение трансформации бактериальных клеток, скрининг.

Расходные материалы и реактивы:

1. плазмиды pET-15b

- штамм TG1 / MC / BL21(DE3)
- чашки Петри с агаризованной средой LB и добавленными xGal и ампициллином
- жидкая среда LB
- пипетки Пастера (от 100 мкл)
- дозатор с наконечниками (0,5 мкл)
- среда LB
- CaCl₂ 1 М
- лед
- формочка для льда
- пробирки 1,5 мл
- вортекс
- центрифуга
- термостат (37–42°C)

Ход выполнения работы:

- 2 мл LB + 200 мкл ночной культуры *E. coli* (MC / TG1, BL21).
- Рост при 37°C до OD = 0,2–0,3 (в термостате-качалке / шейкере-инкубаторе)
- Центрифугирование 14000 rpm, 30''-1', максимально слить супернатант
- К осадку добавить раствор охлажденного CaCl₂ (сток – 1 М, финальная концентрация – 100 мМ), пробы поместить в лёд, пипетировать раствор.
- Центрифугирование при 14000 rpm, 30''; слить супернатант, оставить около 50100 мкл; пробы поместить в лёд.
- Добавить 0,5 мкл плазмид (pET-15b), перемешать пипетированием.
- Инкубация 1 ч во льду
- Инкубация при 42°C, 2'
- Добавить 1 мл среды LB
- Инкубация при 37°C, 30'
- Центрифугирование 14000 rpm, 30''-1', слить супернатант, оставить около 100 мкл.
- Произвести высеивание на чашку Петри с агаризованной средой LB (все 100 мкл). К среде предварительно добавлены маркеры: xGal (40-50 мг/мл) и/или ампициллин. Высеиваются отдельно нетрансформированные клетки, плазмиды и трансформанты.
- Инкубация при 37°C до появления колоний.

Рекомендации к самостоятельной работе.

- Лекционный материал по теме.
- Соответствующие главы рекомендованных учебников.

Форма представления отчета: отчет о выполнении лабораторной работы.

Лабораторное занятие № 4. Тема 3. Промышленная микробиология

Цель занятия: изучить особенности культивирования микроорганизмов, в том числе в промышленных объёмах, применение на практике и в производстве.

Содержание работы:

Вопросы для обсуждения:

- Особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Приготовление посевной микробной культуры. Приготовление и стерилизация питательных сред.
- Технология промышленного культивирования анаэробных микроорганизмов.
- Особенности биотехнологии культивирования вирусов.
- Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).
- Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты).
- Производство спиртов.

7. Антибиотики, основные способы получения. Механизмы устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. Получение полусинтетических антибиотиков.

8. Производство ферментов.

Рекомендации к самостоятельной работе. 1. Соответствующие главы рекомендованной литературы.

Лабораторное занятие № 5. Тема 4. Клеточные технологии

Цель занятия: изучить подходы клеточных технологий и перспективы использования.

Содержание работы:

Вопросы для обсуждения:

1. Метод вегетативного клонирования растений.
2. Культивирование каллусных тканей.
3. Культивирование клеток животных.
4. Культивирование клеток человека. Перспективы.
5. Законодательство в области клеточных технологий.

Рекомендации к самостоятельной работе. 1. Соответствующие главы рекомендованной литературы.

Лабораторное занятие № 6. Тема 5. Инженерная энзимология

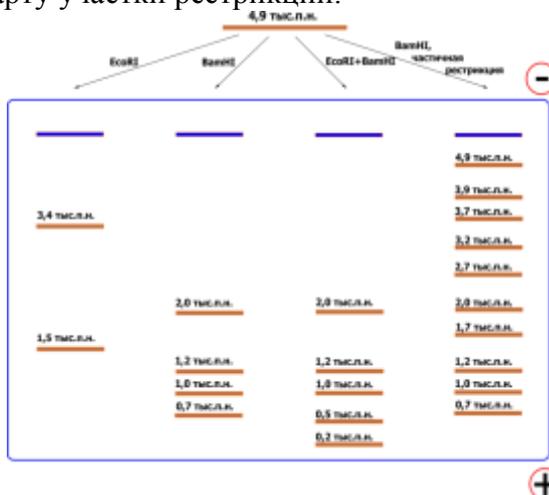
Цель занятия: изучить особенности инженерной энзимологии и основные подходы.

Содержание работы:

Задание 1. В результате обработки эндонуклеазами рестрикции EcoRI и HindIII фрагмента ДНК были получены следующие фрагменты: EcoRI: 2 000 п.н. и 3 000 п.н.; HindIII: 1 000 п.н. и 4 000 п.н.; HindIII + EcoRI: 2 000 п.н., 2 000 п.н. и 1 000 п.н.. Постройте рестрикционную карту.

Задание 2. Предложите схемы, как с помощью ПЦР и системы праймеров возможно:
- соединить 2 фрагмента ДНК; - встроить новый участок в ДНК;
- удалить внутренний фрагмент ДНК.

Задание 3. На рисунке изображены результаты гель-электрофореза участка ДНК длиной 4,9 тыс. п.н., который был обработан разными эндонуклеазами рестрикции. Необходимо нанести на карту участки рестрикции.



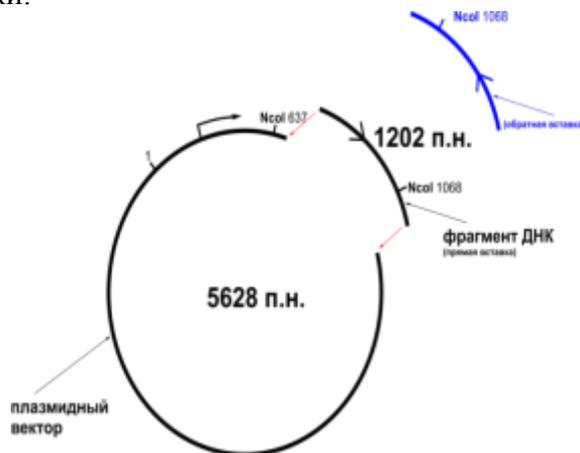
Задание 4. Вставка фрагмента ДНК в плазмидный вектор возможна в двух ориентациях. На рисунке изображена прямая ориентация. Для проверки (скрининга)

результатов лигирования (вставки) проведен анализ фрагментов рестрикции с помощью эндонуклеазы рестрикции NcoI.

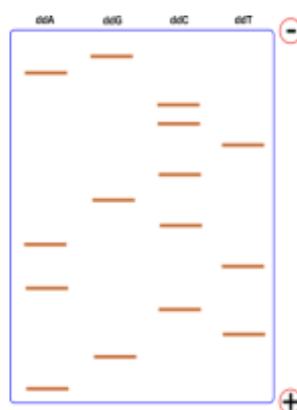
Необходимо установить, фрагменты какой длины образуются в случае: а) лигирования вектора самого на себя, без вставки;

б) прямой вставки;

в) обратной вставки.



Задание 5. На рисунке представлен секвенирующий гель-электрофорез. Определите последовательность матричной цепи от 5' конца к 3' концу.



Рекомендации к самостоятельной работе. 1. Соответствующие главы рекомендованной литературы.

Лабораторное занятие № 7. Тема 6. Технологическая биоэнергетика и биологическая переработка минерального сырья

Цель занятия: изучить особенности технологической биоэнергетики и биологической переработки минерального сырья.

Содержание работы:

Темы рефератов:

1. Биотехнология в решении энергетических проблем.
2. Получение биогаза, спирта из промышленных и сельскохозяйственных отходов.
3. Микробное выщелачивание и биогеотехнология металлов.
4. Химизм процесса микробного взаимодействия с минералами и горными породами.
5. Использование микроорганизмов в процессах добычи полезных ископаемых.

Требования к реферату:

Реферат готовится по одной из представленных тем.

Объем – 15-20 страниц

Основной текст – 12 кегль, гарнитура Times New Roman, полуторный интервал

Наличие структуры реферата (титульная страница, содержание, оформленный по ГОСТ Р 7.0.5–2008 список литературы – не менее 20 источников). Наличие иллюстраций.

Рекомендации к самостоятельной работе. 1. Соответствующие главы рекомендованной литературы.

Лабораторное занятие № 8. Тема 7. Биотехнология и экология

Цель занятия: изучить биотехнологические методы и подходы в решении экологических проблем.

Содержание работы:

Темы для рефератов:

1. Пути решения проблем экологии и охраны окружающей среды методами биотехнологии. Переработка и утилизация промышленных отходов.
2. Очистка промышленных стоков. Принципы биологических методов аэробной и анаэробной переработки отходов.
3. Детоксикация и биодegradация ксенобиотиков.
4. Биотехнология преобразования солнечной энергии.
5. Биотехнологические методы переработки городских стоков.
6. Промышленные биофильтры и аэротенки.
7. Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами.
8. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений.
9. Биологические методы очистки стоков.

Рекомендации к самостоятельной работе. 1. Соответствующие главы рекомендованной литературы.

Лабораторное занятие № 9. Тема 8. Сельскохозяйственная биотехнология

Цель занятия: изучить особенности и методики сельскохозяйственной биотехнологии.

Содержание работы:

Темы рефератов:

1. Энтомопатогенные препараты.
2. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфоробактерин).
3. Технология получения биологических удобрений.
4. Нитрагин.
5. Азотобактерин.
6. Биологические методы и препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных.
7. Технология получения биологических препаратов (бактериальных, грибных, вирусных).

Лабораторное занятие № 10. Тема 9. Перспективы развития биотехнологии

Цель занятия: рассмотреть перспективы развития биотехнологии в России и мире.

Содержание работы:

Тематика докладов:

1. Новые направления биотехнологии.
2. Биотехнология лекарственных препаратов.

3. Генная терапия.
4. Моделирование биотехнологических процессов.
5. Оптимизация свойств ферментов.
6. Биотехнология и решение современных глобальных проблем человечества.

Требования к докладу:

Доклад готовится по одной из представленных тем.

Время выступления – 5-10 минут, 5 минут – вопросы и обсуждение.

Наличие мультимедийной презентации.

Наличие списка использованной литературы (не менее 20 литературных источников).

Рекомендации к самостоятельной работе.

1. Лекционный материал по теме. 2. Соответствующие главы рекомендованных учебников.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов : монография / общ. ред. и сост. А. Н. Ножевниковой, А. Ю. Каллистова, Ю. В. Литти, М. В. Кевбрина. - Москва : Университетская книга, 2020. - 320 с. - ISBN 978-5-98699-166-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1211596>

2. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) : учебное пособие : / Г. П. Шуваева, Т. В. Свиридова, О. С. Корнеева и др. ; науч. ред. В. Н. Калаев ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 317 с. : табл., граф., ил. ISBN 978-5-00032-239-0. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482028>

Дополнительная литература

1. Жимулёв И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов. – 4-е изд., стер. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 479 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=57409

2. Слюняев, В. П. Основы биотехнологии. Научные основы биотехнологии : учебное пособие / В. П. Слюняев, Е. А. Плошко. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. — 112 с. — ISBN 978-5-9239-0487-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45315>