

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

А.В. Толстиков

2022 г.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

Рабочая программа

для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология
форма обучения (очная)

Боме Н.А. Биотехнология. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология, форма обучения (очная). Тюмень, 2022.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов). Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Рабочая программа дисциплины (модуля) Биотехнология опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины «Биотехнология» – ознакомление аспирантов с фундаментальными основами современной биотехнологии и практическими приложениями в биологии; с методологическими приемами, используемыми в сельскохозяйственном производстве, экологической биотехнологии, пищевой и легкой промышленности, медицинской биотехнологии, а также с основными способами переноса и экспрессии генов в клетках, тканях и органах. Основная задача дисциплины – формирование у аспирантов представлений о биотехнологии в окружающей среде как новой отрасли биологической науки, овладение знаниями основных методов. Программа дисциплины соответствует паспорту специальности 1.5.6. Биотехнология.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

В результате освоения дисциплины аспирант должен освоить следующие компетенции:

- **УК-1** - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- **УК-5** - способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;

- **ОПК-1** – способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

- **ПК-7** – понимает современные проблемы биотехнологии и использует фундаментальные представления о генетической и клеточной инженерии в сфере профессиональной деятельности;

- **ПК-8** – знает и использует основные теории, концепции и принципы в области биотехнологии, расширяющие общепрофессиональную, фундаментальную подготовку;

- **ПК-9** – способен к системному мышлению, демонстрирует знание методологии использования живых организмов, культур клеток и биологических процессов в производстве полезных продуктов для народного хозяйства, медицины, ветеринарии, улучшающих воздействие на окружающую среду и формирующих экологически доброкачественную среду обитания человека и животных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: современные проблемы биотехнологии и использовать фундаментальные представления о структуре и функционировании живых систем в сфере профессиональной деятельности, использовать основные теории, концепции и принципы в области биотехнологической деятельности, обладать способностью к системному мышлению, демонстрировать знание истории и методологии биологических наук, расширяющие общепрофессиональную, фундаментальную подготовку.

Уметь: применять полученные знания в процессе научной, учебной и производственной деятельности, выстраивать собственные исследования в фундаментальные проблемы биотехнологии.

Владеть: методами сбора и анализа информации об основных биотехнологических процессах, навыками решения конкретных задач по биотехнологии и биоинженерии с использованием современной аппаратуры.

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы.)
			5
Общая трудоемкость	зач. ед.	4	4
	час	144	144
Из них:			
Часы аудиторной работы (всего):		32	32
Лекции		16	16
Практические занятия		16	16
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося		76	76
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		36	Кандидатский экзамен 36

4. Система оценивания

4.1. Обучающиеся, сдают экзамен в устной форме по 5-балльной системе. Форма кандидатского экзамена – устный экзамен.

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контак- тной работы
			Лекции	Практи- ческие занятия	Лаборатор- ные/ практиче- ские занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Биотехнология растений как научное направление	2	2	0	0	0
2.	Классические методы создания сортов культурных растений (достоинства и недостатки)	4	0	4	0	0
3.	Теоретическое и практическое значение клонального	4	0	4	0	0

	микроразмножения. Питательные среды культивирования					
4.	Мутационный процесс	2	2	0	0	0
5.	Особенности популяций культивируемых клеток in vitro. Синтез вторичных метаболитов	2		2	0	0
6.	Гибридизация соматических клеток растений для преодоления барьера несовместимости при отдаленной гибридизации	2	2	0	0	0
7.	Гаплоидия и дигаплоидия растений в системах in vitro	2	2	0	0	0
8.	Культивирование незрелых зародышей семян для преодоления стерильности у отдаленных гибридов. Соматоклональная и гаметоклональная изменчивость	2	0	2	0	0
9.	Методы сохранения биологических объектов	2	2	0	0	0
10.	Роль методов биотехнологии в повышении устойчивости растений к стрессовым воздействиям	4	4	0	0	0
11.	Биологическое разнообразие трансгенных растений. Основные направления трансгеноза	2	2	0	0	0
12.	Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений	4	0	4	0	0
13.	Консультация перед кандидатским экзаменом	2	0	0	0	2

14.	Кандидатский экзамен	34	0	0	0	34
15.	Итого (часов)	68	16	16	0	36

5.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

1. Лекция. Введение. Биотехнология растений как научное направление

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания – биологические, химические, технические.

Бионанотехнология как сочетание биологических и нанотехнологических подходов к созданию новых систем. История возникновения нанотехнологии и бионанотехнологии. Понятие о наночастицах и наноматериалах, их основные характеристики. Наноструктуры на основе ДНК, белков, вирусов, клеток животных и микроорганизмов. Основные сферы применения достижений бионанотехнологии.

Необходимость и эффективность использования современных методов биотехнологии наряду с классическими методами. Возможность ускорения селекционного процесса. Ускоренное размножение ценных форм растений. Получение безвирусного посадочного материала.

2. Практическое занятие. Классические методы создания сортов культурных растений (достоинства и недостатки)

Проектный семинар

Рекомбинационная селекция. Подбор родительских пар для скрещиваний. Типы скрещиваний. Внутривидовая и отдаленная гибридизация.

Экспериментальный мутагенез. Мутагены (химические, физические, биологические), дозы. Гетерозис. Теории, объясняющие механизм гетерозиса. Эффект гетерозиса в различных поколениях гибридов. Отбор, методы отбора, применяемые в селекции.

Задание: достоинства и недостатки классических методов (творческое задание).

3. Практическое занятие. Теоретическое и практическое значение клонального микроразмножения. Питательные среды культивирования.

Исследовательский семинар

Клональное микроразмножение растений. Оздоровление посадочного материала от вирусов. Преимущество клонального микроразмножения над обычным вегетативным. Выбор эксплантов. Использование меристемных тканей для получения безвирусного материала. Этапы микроклонального размножения. Влияние факторов как генетических, так и факторов окружающей среды (трофических, гормональных, физических) на морфогенез растений. Прямой соматический эмбриогенез. Практическое значение метода.

Составы питательных сред для выращивания клеток растений. Основные требования к лаборатории биотехнологических исследований. Методы стерилизации жидких и твердых питательных сред. Стерилизация посуды. Стерилизация растительного материала.

Задание: составить схему оздоровления посадочного материала с использованием меристемной ткани (на примере картофеля). Дать описание каждого этапа. При описании обратить внимание на следующее: особенности меристемной ткани и ее использование для оздоровления посадочного материала; в каких случаях используют термотерапию и хемотерапию; основные факторы, влияющие на эффективность процесса оздоровления.

4 Лекция. Мутационный процесс

Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов. Супрессия:

внутригенная, межгенная и фенотипическая. Мутагенез и клеточная селекция. Сравнительная характеристика клеточного мутагенеза *in vitro* и экспериментального мутагенеза растений (преимущества и недостатки). Методические аспекты мутагенной обработки растительных клеток в условиях *in vitro*. Этапы мутационной селекции. Методы выделения мутантов, их генетическая природа. Типы клеточных мутантов и вариантов, индуцированных при культивировании *in vitro*.

5. Практическое занятие. Особенности популяций культивируемых клеток *in vitro*. Синтез вторичных метаболитов.

Исследовательский семинар.

Особенности популяций культивируемых клеток *in vitro*. Морфологическая гетерогенность растительных тканей *in vitro*. Цитогенетическая гетерогенность растительных клеток. Причины и механизмы. Глубинное культивирование клеток высших растений. Суспензионная культура клеток высших растений. Получение культуры клеток из каллусной ткани. Основные принципы глубинного выращивания культур клеток. Необходимая аппаратура. Физико-биохимические особенности поведения клеточных популяций в цикле периодического выращивания. Использование метода культуры изолированных клеток и тканей в синтезе вторичных метаболитов. Культуры клеток и тканей растений как источники ценных вторичных метаболитов. Иммуобилизация клеток и тканей растений.

Задание: предложите технологии получения лекарственных препаратов растительного происхождения с конкретными примерами, обращая внимание на специфику растительных клеток, фазы роста, питательные среды, условия ферментации и типы биореакторов (презентация, доклад).

6. Лекция. Гибридизация соматических клеток растений для преодоления барьера несовместимости при отдаленной гибридизации.

Гибридизация соматических клеток растений. Методические аспекты выделения, культивирования и гибридизации протопластов растений. Морфологические и функциональные особенности протопластов, изолированных из клеток высших растений. Методы селекции гибридных клеток. Эффективность применения метода слияния протопластов для преодоления барьера несовместимости при отдаленной гибридизации.

7. Лекция. Гаплоидия и дигаплоидия растений в системах *in vitro*.

Теоретическое и практическое значение для селекции гаплоидии и дигаплоидии в системах *in vitro*. Понятие андрогенеза, гиногенеза, партеногенеза. Этапы получения гаплоидных растений из репродуктивных клеток при культивировании пыльников (на примере различных видов растений). Факторы, влияющие на процесс андрогенеза. Перевод гаплоидов на гомодиплоидный уровень. Значение гаплоидии и дигаплоидии для селекции растений.

8. Практическое занятие. Культивирование незрелых зародышей семян для преодоления стерильности у отдаленных гибридов. Соматическая и гаметоклональная изменчивость. Семинар.

Способы преодоления стерильности у отдаленных гибридов *in vitro*. Проблемы получения межвидовых и межродовых гибридов растений традиционными методами гибридизации. Метод культивирования незрелых зародышей и получение гибридных растений-регенерантов. Техника опыления, вычленения и культивирования зародышей на питательной среде. Получение растений-регенерантов и их оценка по показателям фертильности и жизнеспособности.

Задание: описать этапы культивирования в условиях *in vitro* с целью получения жизнеспособных растений-регенерантов незрелых зародышей (на конкретных примерах скрещивания растений, относящихся к различным видам).

Соматоклональная и гаметоклональная изменчивость. Происхождение терминов «соматоклональная и гаметоклональная изменчивость». Генетические изменения, возникающие в клетках каллуса или суспензии, а в дальнейшем у растений-регенерантов.

9. Лекция. Методы сохранения биологических объектов.

Методы сохранения биологических ресурсов. Криосохранение. Генетические банки. Методы хранения семян и их достоинства и недостатки. Растительный материал для криосохранения. Методы криосохранения. Этапы процесса криосохранения. Факторы, влияющие на жизнеспособность клеток после криосохранения. Тесты для определения жизнеспособности.

Стратегии - Статичная, Динамичная. *Ex situ* сохранение. *In situ* сохранение. Технология низкотемпературного хранения семенных коллекций. Технология восстановления всхожести семенных коллекций. Криопротекторы и их значение в снижении повреждающего действия химических факторов при криоконсервации. Программы охлаждения. Определение жизнеспособности клеток после размораживания. Хранение генетических ресурсов растений *in vitro*.

10. Лекция. Роль методов биотехнологии в повышении устойчивости растений к стрессовым воздействиям.

Устойчивость растений к стрессам: солевой, температурный, кислотный, водный. Фоны для оценки исходного материала (провокационные, инфекционные, селективные и др.). Оценка и способы повышения стрессоустойчивости растений. Оценка растений на естественном и инфекционном фонах. Методика создания инфекционного фона в полевых и лабораторных условиях. Выявление источников устойчивости к патогенам – возбудителей болезней растений.

11. Лекция. Биологическое разнообразие трансгенных растений. Основные направления трансгеноза.

Молекулярная биология растительной клетки. Агробактерии в качестве векторной системы в генной инженерии растений. Конструирование векторов, Векторы на основе ДНК- и РНК-содержащих вирусов растений. Векторы для прямого переноса ДНК. Экспрессия чужеродных генов в клетках высших растений. Генная инженерия растительных органелл. Применение методов генной инженерии в молекулярно-генетическом исследовании высших растений. Проблемы биобезопасности работ с трансгенными растениями и их использования. Задачи, решаемые методами генной инженерии растений в сельском хозяйстве и в современной биотехнологии. Основные направления конструирования трансгенных растений. Устойчивость к вредителям, гербицидам, патогенам, к стрессорам. Улучшение качества продукции. Изменение вкуса и внешнего вида. Получение «съедобных» вакцин. Генетически трансформированные клетки и ткани растений как биотехнологические объекты. Использование генноинженерной биотехнологии и проблема защиты окружающей среды.

12. Практическое занятие. Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений. Исследовательский семинар.

Возможность интеграции адаптивной системы селекции и генетической инженерии. Практические аспекты генной инженерии. Современные проблемы и основы практического использования достижений генной инженерии. Получение и опыт применения растительных геномодифицированных объектов.

Занятие построено на основе обсуждения сообщений аспирантов по предложенным вопросам.

Вопросы для обсуждения:

1. Трансгенные растения картофеля устойчивые к колорадскому жуку.
2. Эффективность применения трансгенных растений в мире.
3. Значение генетической инженерии в получении форм растений, устойчивых к стрессовым воздействиям.
4. Достоинства и недостатки методов сохранения растительного материала в неконтролируемых и контролируемых условиях.
5. Проблемы риска и биобезопасности использования генетически модифицированных продуктов.
6. Основные направления конструирования трансгенных растений, устойчивых к болезням.
7. Генетическая инженерия растений – «за» и «против».
8. Применение генетической трансформации в биотехнологии и селекции растений.
9. Методы переноса генетической информации между объектами.
10. Основные мировые тенденции в развитии производства биотоплива.
11. Роль генетической инженерии в решении экологических проблем.
12. Анализ научно-технической и патентной информации в области генетической инженерии растений.
13. Направленный мутагенез и генная инженерия.
14. Причины утраты и уменьшения разнообразия генофонда диких растений, животных и микроорганизмов при выращивании ГМ-растений.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Введение. Биотехнология растений как научное направление	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к проектному семинару.
2.	Классические методы создания сортов культурных растений (достоинства и недостатки)	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
3.	Теоретическое и практическое значение клонального микроразмножения. Питательные среды культивирования	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
4.	Мутационный процесс	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками подготовка доклада и презентации.
5.	Особенности популяций культивируемых клеток <i>in vitro</i> . Синтез вторичных метаболитов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к проектному семинару.

6.	Гибридизация соматических клеток растений для преодоления барьера несовместимости при отдаленной гибридизации	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
7.	Гаплоидия и дигаплоидия растений в системах <i>in vitro</i>	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, схема этапов культивирования.
8.	Культивирование незрелых зародышей семян для преодоления стерильности у отдаленных гибридов. Соматическая и гаметоциальная изменчивость	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
9.	Методы сохранения биологических объектов	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, доклада и презентации.
10.	Роль методов биотехнологии в повышении устойчивости растений к стрессовым воздействиям	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
11.	Биологическое разнообразие трансгенных растений. Основные направления трансгеноза	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками, подготовка к исследовательскому семинару (презентация, сообщение).
12.	Сочетание методов адаптивной системы селекции и генетической инженерии растений	Проработка лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, работа с Интернет-источниками.
13.	Консультация перед кандидатским экзаменом	Подготовка к экзамену
14.	Кандидатский экзамен	Устные ответы на экзаменационные вопросы

7. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

7.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Контрольные вопросы к кандидатскому экзамену:

Раздел 1. История, современное состояние, перспективы развития биотехнологии и основные теоретические и прикладные аспекты

1. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающееся на междисциплинарные знания.
2. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты.
3. Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности.
4. Обмен веществ как совокупность пластического и энергетического обменов. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз).

5. Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости.
6. Основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина, ее отличия от теории Ламарка. Формы отбора, типы видообразования, основные пути эволюции.
7. Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер. Рекомбинация у бактериофагов.
8. Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.
9. Механизм поступления в клетки эукариотов и прокариотов экзогенных веществ.
10. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования.
11. Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Понятие «биологическое окисление». Особенности электрон транспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение.
12. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.).
13. Особенности бактериального фотосинтеза. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация.
14. Основные мономеры конструктивного метаболизма. Пути образования и дальнейшего их использования. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме.
15. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Практическое значение этих процессов. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе. Практическое использование.
16. Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции.
17. Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.
18. Понятие гена в «классической» и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии геной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение геной инженерии для биотехнологии.
19. Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом.
20. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.
21. Мутационный процесс. Роль биохимических мутантов в формировании теории «один ген – один фермент». Классификация мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Классификация мутагенов. Молекулярный механизм мутагенеза. Идентификация и селекция мутантов.
22. Супрессия: внутригенная, межгенная и фенотипическая.
23. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене.

24. Исследование структуры и функции гена.
25. Элементы генетического анализа. Цис-транс- комплементационный тест. Генетическое картирование. Физический анализ структуры гена. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования. Выявление функции гена.
26. Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов.
27. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
28. Роль биотехнологии в практике и познании фундаментальных основ организации и функционирования растительного генома. Преимущество селекции с использованием методов по сравнению с традиционной при одинаковой конечной цели – получение новых сортов.
29. Клональное микроразмножение растений, основные этапы, факторы, влияющие на процесс. Роль генотипа и экспланта в эффективности микроразмножения. Каллусная ткань, нежелательные явления при ее формировании, «опухолевые» и «привыкшие» ткани. Причины генетической неоднородности каллусных клеток
30. Основные компоненты питательных сред, наиболее часто используемых для каллусогенеза, различных типов морфогенеза и клонального микроразмножения.
31. Значение биотехнологических методов в получении отдаленных гибридов растений. Культивирование незрелых зародышей в условиях *in vitro*. Получение протопластов у растений, слияние. Восстановление клеточной оболочки, деление протопластов и регенерация растений.
32. Андрогенез и гиногез. Получение гаплоидных растений в культуре пыльников и пыльцы. Факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на протекание андрогенеза. Дигаплоидизация полученных гаплоидов. Теоретические аспекты и практическое использование гаплоидов.
33. Этапы мутационной селекции растений в условиях *in vitro*. Различие между генетической и эпигенетической природой индуцированных мутаций. Основные типы мутаций, индуцированных в условиях *in vitro*. Причины возникновения самоклональной и гаметоклональной изменчивости и ее практическое использование.
34. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).
35. Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза.
36. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата. Автоселекция в хемостате.
37. Полунепрерывные (*fed batch culture*) и периодические процессы культивирования. Кинетическое описание периодического культивирования. Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов. Понятие о *C_m*-моде биомассы. Влияние затрат субстрата на поддержание жизнедеятельности, на величину кажущегося экономического коэффициента.
38. Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде.

39. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Диффузионные ограничения при использовании иммобилизованных ферментов и клеток.

40. Методы контроля специфических параметров процесса ферментации. Типовые технологические приемы стадии выделения и очистки продуктов биосинтеза.

41. Флотация клеток и белковых продуктов из культуральной жидкости. Экстрагирование продуктов биосинтеза из биомассы микроорганизмов жидкостями и сверхкритическими жидкостями. Центробежная экстракция лабильных продуктов из культуральной жидкости.

42. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов. Тестирование биологически активных веществ по типовым схемам. Вопросы надежности и безопасных условий эксплуатации, контроля биопроцесса, охраны окружающей среды.

Раздел 2. Области применения современной биотехнологии

1. Агробактерии в качестве векторной системы в генной инженерии растений. Конструирование векторов.
2. Векторы на основе ДНК- и РНК-содержащих вирусов растений.
3. Векторы для прямого переноса ДНК.
4. Экспрессия чужеродных генов в клетках высших растений.
5. Генная инженерия растительных органелл. Применение методов генной инженерии в молекулярно-генетическом исследовании высших растений.
6. Проблемы биобезопасности работ с трансгенными растениями и их использования.
7. Задачи, решаемые методами генной инженерии растений в сельском хозяйстве и в современной биотехнологии.
8. Основные направления конструирования трансгенных растений.
9. Устойчивость к вредителям, гербицидам, патогенам, к стрессорам.
10. Улучшение качества продукции.
11. Генетически трансформированные клетки и ткани растений как биотехнологические объекты.
12. Использование генно-инженерной биотехнологии и проблема защиты окружающей среды.
13. Горизонтальный перенос трансгенов в биоту, возникновение мутантных организмов с непредсказуемыми свойствами.
14. Появление резистентных к антибиотикам, гербицидам, Вt-энтмотоксину форм организмов (суперсорняков, суперпаразитов, суперпатогенов).
15. Повышение концентрации пестицидов в окружающей среде при выращивании ГМрастений.
16. Утрата и уменьшение разнообразия генофонда диких растений. Уменьшение сортового и видового разнообразия культурных растений.
17. Идентификация ГМИ в пищевых продуктах. Стандарты. Методы. Маркировка продуктов, содержащих ГМИ.
18. Государственный контроль и государственное регулирование в области генноинженерной деятельности.
19. Промышленные штаммы-продуценты. Сырьевая база. Требования, предъявляемые к качеству готового продукта.
20. Микробиологическое производство кормовых антибиотиков, концентратов витаминов кормового назначения, вакцин и пробиотиков для животноводства.
21. Биотехнологии бактериальных и грибных средств защиты растений от вредных насекомых (инсектициды, фунгициды).

22. Использование микроорганизмов для контроля фитопатогенов. 23. Биотехнологии антибиотиков против болезней растений, бактериальных удобрений, стимуляторов роста растений гормональной природы. 24. Стимуляция роста растений бактериями: синтез фитогормонов и изменение гормонального статуса.
23. Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты), ферментных препаратов для пищевой промышленности.
24. Использование ферментов для текстильных, кожевенных технологий, при производстве стиральных порошков.
25. Использование методов иммобилизации биообъектов в медицинских биотехнологиях и в диагностике заболеваний.
26. Основы современной иммунобиотехнологии. Гибридная технология. Использование антител для очистки биологических жидкостей.
27. Типы вакцин и их конструирование. Культуральные и генно-инженерные вакцины. Производство сывороток.
28. Препараты на основе живых культур микроорганизмов (нормофлоры и пробиотики). Иммуносенсоры.
29. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Другие генноинженерные лекарства и препараты.
30. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов.
31. Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана, биоконверсией органических отходов и растительного сырья.
32. Источники биомассы для выработки топлива.
33. Интенсификация фотосинтеза методами биотехнологии.
34. Получение биогаза.
35. Биофотолиз и получение водорода.
36. Геомикробиология и экология нефте- и угледобычи.
37. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи. Воздействие микроорганизмов на нефть, торф, уголь.
38. Подавление биокоррозии нефтепроводов.
39. Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.
40. Участие микроорганизмов в деструкции органических остатков в почве (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и т.д.).
41. Обезвреживание отходов биотехнологических производств.
42. Схема биологической очистки сточных вод.
43. Биодеграляция ксенобиотиков в окружающей среде.
44. Понятие о малоотходных и безотходных технологиях. Основные методы и принципиальные конструкции установок.
45. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред.
46. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием генномодифицированных микроорганизмов.
47. Биологическая переработка твердых отходов.
48. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Тузова Р.В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия: монография / Тузова Р.В., Ковалев Н.А. — Минск: Белорусская наука, 2010. — 395 с. — ISBN 978-985-08-1186-8. — Текст:

электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/10115.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: учебно-справочное пособие / Щелкунов С.Н. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2017. — 514 с. — ISBN 978-5-379-02024-8. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/65273.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Долгих С.Г. Учебное пособие по генной инженерии в биотехнологии растений: учебное пособие / Долгих С.Г. — Алматы: Нур-Принт, 2014. — 141 с. — ISBN 978-601-278-045-1. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67169.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2. Дополнительная литература:

1. Ребриков, Д. В. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов; под редакцией Д. В. Ребрикова. — 8-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 226 с. — ISBN 978-5-00101-794-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151583> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Генетические основы селекции растений. Частная генетика растений. Том 2: монография / А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева, В. А. Ленеш [и др.]; под редакцией А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. — Минск: Белорусская наука, 2013. — 579 с. — ISBN 978-985-08-1127-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/12296.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Генетические основы селекции растений. Том 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия / В. С. Анохина, О. Г. Бабак, Д. П. Бажанов [и др.]; под редакцией А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева. — Минск: Белорусская наука, 2012. — 490 с. — ISBN 978-985-08-1392-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/29441.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Зибарева Л.Н. Алкалоиды - вторичные метаболиты растений: учебное пособие / Зибарева Л.Н. — Томск: Издательство Томского государственного университета, 2022. — 32 с. — ISBN 978-5-907572-09-6. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125526.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Сиволапов, А. И. Методы синтетической селекции: учебное пособие / А. И. Сиволапов, А. И. Чернодубов. — Воронеж: ВГЛУ, 2014. — 32 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64156> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Миронов П.В. Биотехнология пищевых и кормовых продуктов: учебное пособие / Миронов П.В., Алаудинова Е.В., Тарнопольская В.В. — Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2017. — 94 с. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94875.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7. Биологическая безопасность. Современные методические подходы к оценке качества пищевой, фармакологической и сельскохозяйственной продукции / С.Е. Дромашко [и др.]. — Минск: Белорусская наука, 2015. — 220 с. — ISBN 978-985-08-1872-0. — Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50801.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.3 Интернет-ресурсы:

Электронная библиотека ТюмГУ <https://library.utmn.ru/>

ЭБС «Znanium.com» <https://znanium.com>

ЭБС «IPRbooks» <https://www.iprbookshop.ru/>

ЭБС «Лань» <https://e.landbook.com/>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

– Лицензионное ПО: MS Office, платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональный компьютер.

Аудитория для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, мультимедийное проекционное и акустическое оборудование, персональные компьютеры.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает проработку лекций, чтение обязательной и дополнительной литературы, написание реферата, подготовка к кандидатскому экзамену.

При проработке лекций рекомендуется обратиться к конспектам лекционного материала (кратко, схематично, последовательно зафиксированным основным положениям, выводам, формулировкам, обобщениям), проверить использованные в лекции термины и понятия с помощью словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

При чтении обязательной и дополнительной литературы рекомендуется смысловое чтение, аннотирование и конспектирование. При аннотировании рекомендуется отметить те идеи, положения, которые могут быть использованы в собственном диссертационном исследовании. При конспектировании – определить цель, ознакомиться с полным текстом источника, определить его логическую структуру, зафиксировать основное содержание структурных компонентов; также рекомендуется фиксировать собственные вопросы, суждения, умозаключения по содержанию конспектируемого источника.

Кроме обязательной и дополнительной литературы, определенной автором рабочей программы, рекомендуется самостоятельный поиск и проработка дополнительных источников, в том числе аналитического характера (научные статьи, диссертационные исследования);

Также рекомендуется составить перечень основных понятий и терминов (*гlossарий*) и проанализировать их с использованием словарей (толковые, словари иностранных слов, энциклопедические словари, отраслевые словари и др.), в результате чего должны быть отобраны определения, в наибольшей степени отражающие признаки рассматриваемых явлений.

При подготовке к опросу и дискуссии на практических занятиях рекомендуется ознакомление с планами семинарских занятий, прочтение основной и дополнительной литературы, интернет-ресурсов по дисциплине, самостоятельный поиск источников по теме, анализ содержания лекционного материала.

При написании реферата рекомендуется выбрать тему, провести подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками, составить план реферата, изучить отобранные источники, оформить текст реферата.

Рекомендуется подбирать литературу, освещающую как теоретическую, так и практическую стороны проблемы. Предварительное ознакомление с отобранной литературой необходимо для того, чтобы выяснить, насколько содержание того или иного источника соответствует избранной теме. Кроме того, предварительное ознакомление позволит получить полное представление о круге вопросов, охватываемых темой. После составления плана, следует приступить к детальному изучению отобранных источников. При их изучении, как правило, составляются конспекты, характер которых определяется возможностью и формой использования изучаемого материала в будущей работе. Это могут быть выписки (цитаты), краткое изложение мыслей, фактов или характеристика прочитанного материала в виде подробного плана тех мест работы, которые могут потребоваться при написании текста реферата. Во всех случаях при конспектировании литературы необходимо записывать название источника, издательство и страницы, откуда заимствованы записи, чтобы в дальнейшем сформировать библиографический список и при написании работы иметь возможность делать ссылки на использованные источники.

Большое значение имеет систематизация получаемых сведений по основным разделам реферата, предусмотренным в плане. Прочитав тот или иной источник, следует продумать то, в каком разделе могут быть использованы сведения из него. Подобная систематизация позволяет на основе последующего анализа отобранного материала более глубоко и всесторонне осветить основные вопросы изучаемой темы.

Во введении должна быть обозначена цель написания реферата, указаны задачи, которые ставит перед собой автор. Кратко следует коснуться содержания отдельных разделов работы, охарактеризовать в общих чертах основные источники, которые нашли свое отражение в работе.

В текстовой части рассматриваются основные вопросы реферата. Основная часть может состоять из двух или более параграфов; в конце каждого параграфа делаются краткие выводы.

Изложение материала должно быть последовательным и логичным. Оно также должно быть конкретным и полностью оправданным. При этом важно не просто переписывать первоисточники, а излагать основные позиции по рассматриваемым вопросам.

В заключении следует сделать общие выводы и кратко изложить изученные положения (представить содержание реферата в тезисной форме).

После заключения необходимо привести список литературы.

При оформлении реферата необходимо соблюдать общие требования, предъявляемые к оформлению учебно-исследовательских и научно-исследовательских работ.

При подготовке к экзамену в форме устного собеседования рекомендуется актуализация и анализ содержания материала лекционных и практических занятий; чтение обязательной и дополнительной литературы; самостоятельный поиск информации по отдельным вопросам с использованием различных видов источников.