

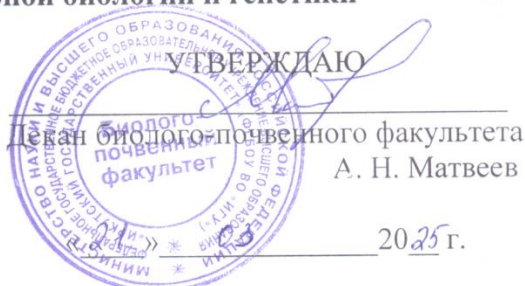


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики



Декан биолого-почвенного факультета
А. Н. Матвеев

2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.ДВ.1.5 Элективный модуль «Биохимия»

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.5.14 **«БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»**

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 5 от «24» 03 2025 г.
Председатель _____ А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8
От «06» 03 2025 г.
Зав. кафедрой _____ С. В. Осипова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	6
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	6
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
4.3 Содержание учебного материала	11
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	13
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	15
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	16
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	17
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
а) перечень литературы	17
б) периодические издания	18
в) список авторских методических разработок	18
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	18
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	18
6.2. Программное обеспечение	20
6.3. Технические и электронные средства обучения	20
VII. Образовательные технологии	20
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	21

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: формирование у студентов знаний и практических навыков работы в области биотехнологии растений, культивирования *in vitro* растений и их органов, и способности использовать полученные знания, умения, навыки для решения профессиональных задач.

Задачи:

- Изучение теоретических основ биотехнологии растений.
- Изучение базовых методов и получение практических навыков культивирования *in vitro* растительных объектов.
- Изучение подходов, используемых в селекционном процессе растений.
- Рассмотрение теоретических вопросов морфогенеза растений, соматического эмбриогенеза.
- Изучение принципов генетической инженерии растений, способов создания трансгенных форм растений, предназначенных для решения фундаментальных задач и улучшения качества жизни людей.
- Обзор практических подходов использования трансгенных растений и других живых систем для производства биофармацевтиков и генотерапии.
- Рассмотрение вопросов биологической безопасности, связанной с применением трансгенных растений.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.5.14 «Биотехнология растений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Общая биология; Ботаника; Биохимия; Генетика; Физиология растений; Генетически модифицированные организмы; Биотехнология; Биохимия, физиология и биотехнология микроводорослей.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Биохимия и физиология вторичного метаболизма; Биосистемы и загрязнения.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», элективному модулю «Биохимия»:

ПК-1: Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой;

ПК-2: Способен применять на практике основные методы и средства исследований биологических объектов, выбрать методы исследования в соответствии с поставленными задачами;

ПК-3: Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность по решению фундаментальных и прикладных задач в области биологии и смежных дисциплин.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<p align="center"><i>ПК-1</i></p> <p>Способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой</p>	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.1</i></p> <p>Использует знания о разнообразии организмов, их строении, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, экологии, а также их биотехнологическом потенциале для решения профильных научно-исследовательских и производственных задач</p>	<p>Знать: теоретические основы и методы клеточной и генетической инженерии растений, методы биотехнологии селекционного процесса, особенности клеточных культур растений, процессов дедифференциации и вторичной дифференциации, подходы, используемые в селекции растений, методы создания трансгенных форм растений, практические аспекты их использования;</p> <p>Уметь: использовать полученные теоретические знания для решения фундаментальных и прикладных задач биотехнологии растений.</p> <p>Владеть: терминологией, связанной с культивированием <i>in vitro</i> клеток растений, практическими навыками работы с растительными объектами в культуре <i>in vitro</i> для выполнения различных биотехнологических задач.</p>
	<p align="center"><i>ИДК ПК 1.2</i></p> <p>Применяет системный подход для разработки и проведения научного эксперимента</p>	<p>Знать: основные методы биотехнологии растений, применяемые для изучения растительных объектов.</p> <p>Уметь: использовать методические подходы культуры растений <i>in vitro</i> для решения профессиональных задач в области биохимии и молекулярной биологии.</p> <p>Владеть: приемами классических и современных методов культивирования клеток растений.</p>
<p align="center"><i>ПК-2</i></p> <p>Способен применять на практике основные методы и средства исследований биологических объектов, выбирать методы исследования в соответствии с поставленными задачами</p>	<p align="center"><i>ИДК ПК-2.1</i></p> <p>Применяет полевые и лабораторные методы исследования биологических объектов с использованием современного оборудования в соответствии с поставленными задачами</p>	<p>Знать: принципы методов культивирования растительных объектов.</p> <p>Уметь: использовать методические подходы культуры растений <i>in vitro</i> для решения профессиональных задач.</p> <p>Владеть: навыками поиска научной информации по вопросам применения методов биотехнологии растений для решения конкретных профессиональных задач.</p>
	<p align="center"><i>ИДК ПК-2.2</i></p> <p>Проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных, применяет на практике методы обработки экспериментальных данных, включая оценку достоверности результатов и биоинформатические</p>	<p>Знать: основные методы биотехнологии растений, применяемые для изучения растительных объектов.</p> <p>Уметь: использовать методические подходы культуры растений <i>in vitro</i> для решения профессиональных задач в области биохимии и молекулярной биологии.</p> <p>Владеть: приемами классических и современных методов культивирования клеток растений.</p>

	алгоритмы; знает нормативные документы по организации и технике безопасности работ и принципы составления отчетности	
<p><i>ПК-3</i></p> <p>Способен осуществлять научно-исследовательскую деятельность по решению фундаментальных и прикладных задач области биологии и смежных дисциплин</p>	<p><i>ИДК ПК-3.1</i></p> <p>Знает перспективы междисциплинарных исследований, основные понятия, идеи, достижения и современные направления развития биологии, основные методологические подходы и методы решения задач по тематике научных исследований</p>	<p>Знать: основные принципы методов культивирования растительных объектов.</p> <p>Уметь: осуществлять поиск научной литературы по теме исследования.</p> <p>Владеть: навыками критического анализа и изложения получаемой информации в данном направлении исследований.</p>
	<p><i>ИДК ПК-3.2</i></p> <p>Умеет использовать в профессиональной деятельности современные представления о процессах жизнедеятельности на всех уровнях организации биологических систем, правильно ставить задачи исследования, обосновывать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость исследования, выбирать и применять классические и современные методы, прогнозировать перспективы дальнейших исследований</p>	<p>Знать: требования к написанию и составлению отчетов по результатам экспериментальных исследований по биотехнологии растений.</p> <p>Уметь: осуществлять поиск научной литературы для анализа результатов экспериментальных исследований.</p> <p>Владеть: навыками написания и оформления отчетов по лабораторным работам, подготовки докладов и материалов к презентациям по определенным темам.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 24 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачёт.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Введение в биотехнологию растений. Тема 1.1. Введение. Устройство биотехнологической лаборатории. Тема 1.2. Развитие биотехнологии	8	7		2	4	-	1	Устный опрос Письменный опрос КСР
2	Раздел 2. Культура клеток высших растений и ее особенности. Тема 2.1. Общая схема культивирования каллусных клеток.	8	7,5		2	4	0,5	1	Устный опрос Письменный опрос КСР
3	Тема 2.2. Характеристика клеточных культур и культивирование каллусов.	8	10,5		2	6	0,5	2	Устный опрос Письменный отчет по лаб.работе

									КСР
4	Тема 2.3. Фитогормоны и регуляторы роста растений. Вторичная дифференциация <i>in vitro</i> .	8	12,5		2	8	0,5	2	Устный опрос Письменный отчёт по лаб.работе Доклад КСР
5	Тема 2.4. Микроклональное размножение растений.	8	22,5		2	16	0,5	4	Устный опрос Письменный отчёт по проекту с презентацией Доклад КСР
6	Раздел 3. Соматическая изменчивость <i>in vitro</i>. Тема 3.1. Изменчивость на уровне каллуса и растения-регенеранта. Тема 3.2. Механизмы соматической изменчивости	8	6		2	2	-	2	Устный опрос КСР
7	Раздел 4. Гаплоидия в системах <i>in vitro</i>. Тема 4.1. Получение гаплоидов. Тема 4.2. Проблемы регенерации гаплоидных растений.	8	6		2	2	-	2	Устный опрос КСР
8	Раздел 5. Генетическая инженерия растений. Тема 5.1. Способы получения трансгенных растений. Тема 5.2. Ядерная агробактериальная трансформация. Тема 5.3. Биолистик и пластидная трансформация с помощью генной пушки. Тема 5.4. Использование вирусных регуляторных элементов в биотехнологических работах. Тема 5.5. Создание трансгенных растений с помощью технологии CRISPR-Cas. Тема 5.6. Применение трансгенных растений.	8	28		10	6	-	12	Устный опрос Доклад КСР Защита проекта

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоём- кость (час.)		
8	Раздел 1. Введение в биотехнологию растений. Тема 1.1. Введение. Устройство биотехнологической лаборатории. Тема 1.2. Развитие биотехнологии	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка к словарному диктанту по основной терминологии.	1-2	1	Устный опрос Письменный опрос КСР	V. a) 1 (1-2) V. a) 2 (9-10)
8	Раздел 2. Культура клеток высших растений и ее особенности. Тема 2.1. Общая схема культивирования каллусных клеток.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	3-4	1	Устный опрос Письменный опрос КСР	V. a) 1 (1-2) V. a) 2 (9-10)
8	Тема 2.2. Характеристика клеточных культур и культивирование каллусов.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка отчёта по лабораторной работе.	3-4	2	Устный опрос Письменный отчёт по лаб.работе КСР	V. a) 1 (1-2) V. a) 2 (9-10)
8	Тема 2.3. Фитогормоны и регуляторы роста растений. Вторичная дифференциация <i>in vitro</i> .	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка обзорных докладов и презентаций по теме «Фитогормоны и регуляторы роста растений». Подготовка отчёта по лабораторной работе.	5-6	2	Устный опрос Письменный отчёт по лаб.работе Доклад КСР	V. a) 1 (1-2) V. a) 2 (9-10, 12)

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоем- кость (час.)		
8	Тема 2.4. Микрклональное размножение растений.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка отчёта по лабораторной работе.	7	4	Устный опрос Письменный отчёт по проекту с презентацией Доклад КСР	V. a) 1 (1-2) V. a) 2 (9-10)
8	Раздел 3. Соматональная изменчивость <i>in vitro</i>. Тема 3.1. Изменчивость на уровне каллуса и растения-регенеранта. Тема 3.2. Механизмы соматональной изменчивости	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	8	2	Устный опрос КСР	V. a) 1 (1-2, 4) V. a) 2 (9-10)
8	Раздел 4. Гаплоидия в системах <i>in vitro</i>. Тема 4.1. Получение гаплоидов. Тема 4.2. Проблемы регенерации гаплоидных растений.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.	9	2	Устный опрос КСР	V. a) 1 (1-2, 4) V. a) 2 (9-10)

Се- местр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоем- кость (час.)		
8	Раздел 5. Генетическая инженерия растений. Тема 5.1. Способы получения трансгенных растений. Тема 5.2. Ядерная агробактериальная трансформация. Тема 5.3. Биолистик и пластидная трансформация с помощью генной пушки. Тема 5.4. Использование вирусных регуляторных элементов в биотехнологических работах. Тема 5.5. Создание трансгенных растений с помощью технологии CRISPR-Cas. Тема 5.6. Применение трансгенных растений.	Подготовка к практическим занятиям с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы. Подготовка докладов и презентаций по темам раздела.	10-11	12	Устный опрос Доклад КСР Защита проекта по созданию трансгенных растений	V. а) 1 (1-3, 5) V. а) 2 (9-10)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 26						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 6						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение в биотехнологию растений.

Тема 1.1. Введение в предмет биотехнологии. Устройство биотехнологической лаборатории.

Растения как объект биотехнологии. Определение биотехнологии. Особенности растительных клеток. Что может дать биотехнология сельскому хозяйству. Технологии, ускоряющие и облегчающие традиционный процесс сельского хозяйства. Технологии, создающие генетическое разнообразие и позволяющие путем селекции на уровне соматических клеток проводить скрининг генотипов с важными сельскохозяйственными признаками. Клеточная и генетическая инженерия. Биоинженерия. Основные термины и понятия. Биотехнологическая лаборатория. Состав питательных сред в культуре клеток и тканей *in vitro*. Стерилизация питательных сред, посуды, дистиллированной воды, инструментов, помещения лаборатории. Способы стерилизации растительных эксплантов при введении в культуру *in vitro*.

Развитие биотехнологии (теоретические и методологические аспекты). История развития метода культуры клеток, тканей и органов. Биотехнолог Луи Пастер. Осповакцина Дженнера. Развитие биотехнологии в США, Японии, Китае и странах Западной Европы. Помощь достижений в биотехнологии фермерам, сельскохозяйственным кооперативам и потребителям: борьба с заболеваниями людей и укрепление их здоровья, борьба с заболеваниями животных, сражение с голодом путем повышения устойчивости растений к фитопатогенам, помощь в сохранении окружающей среды путем снижения использования пестицидов. Концепция Н. Борлоуга о перспективе биотехнологии в борьбе с голодом и болезнями. Биоэтика голодающих и развивающихся стран.

Тема 1.2. Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений. *Oriza sativa*, *Brachypodium distachyon*, *Arabidopsis thaliana*, *Lotus japonicus*.

Представление о гомологии и гомеологии, синтении и коллинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров.

Раздел 2. Культура клеток высших растений и ее особенности.

Тема 2.1. Общая схема культивирования каллусных клеток.

«Привыкшая ткань». Процессы, происходящие в клетках при культивировании. Характеристика каллусной ткани. Тотипотентность растительных клеток. Особенности пассируемых клеточных культур.

Тема 2.2. Характеристика клеточных культур и культивирование каллусов.

Гетерогенность клеточной культуры. Причины высокой степени изменчивости *in vitro*. Факторы, влияющие на уровень и частоту изменчивости. Клеточный штамм. Миксоплоидия. Характеристика штамма. Типы клеточных популяций. Причины гетерогенности популяции клеток. Стабильные популяции. Изменение ploидности в онтогенезе *in vivo*. Влияние фитогормонов на уровень ploидности популяции. Способы культивирования каллусов. Основные фазы ростового цикла каллуса. Морфология каллусов. Культуры каллусов в биотехнологии, генетике и селекции. Питательные среды для индукции каллусогенеза и культивирования каллусов. Получение каллусов из корешков фасоли.

Тема 2.3. Фитогормоны и регуляторы роста растений. Вторичная дифференциация *in vitro*.

Особенности фитогормонов. Химическая природа, синтез в растениях и физиологические эффекты фитогормонов. Стимуляция и ингибирование процессов роста и развития. Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей. Метаболизм и соотношение ауксина и цитокинина в регуляции роста *in vitro*. Влияние гормональной системы на генетический

аппарат клетки. Цитодифференциация каллусных тканей, возникших в ответ на поранение. Определяющие факторы индукции цитодифференцировки в каллусе. Типы морфогенеза *in vitro*. Корнеобразование. Практическое применение. Образование стеблевых и цветочных почек. Факторы, обуславливающие тип и интенсивность процессов органогенеза при регенерации. Ярусность. Влияние количественных соотношений между фитогормонами на развитие клеток. Побегообразование и прямая регенерация. Этапы укоренения. Соматический эмбриогенез. Регуляция индукции соматического эмбриогенеза и органогенеза. Факторы, определяющие тип регенерации. Фазы морфогенеза. Генетика процессов регенерации. Понятие регенерации у высших растений. Внутривидовые различия способности к регенерации. Наследование качества регенерации.

Тема 2.4. Микрклональное размножение растений.

Основные этапы микрклонального размножения. Получение безвирусного посадочного материала. Питательные среды для пролиферации побегов, индукции корнеобразования, культивирования меристем, получения микроклубней. Проверка посадочного материала на степень заражения вирусами. Микрклональное размножение растений томатов и картофеля

Раздел 3. Соматическая изменчивость *in vitro*.

Тема 3.1. Изменчивость на уровне каллуса и растения-регенеранта.

Селекция штаммов. Физиологическая, эпигенетическая и генетическая природа соматических изменений. Видовые различия по изменениям на генетическом уровне. Использование маркерных признаков у растений-регенерантов для изучения изменчивости *in vitro*. Хромосомные и генные мутации растений-регенерантов. Факторы, влияющие на уровень соматической изменчивости.

Тема 3.2. Механизмы соматической изменчивости.

Амплификация ДНК. Соматический кроссинговер и сестринские хроматидные обмены. Мобильные элементы. Изменения в характере метилирования ДНК культивируемых клеток растений. Транспозиционные взрывы. Генные мутации.

Раздел 4. Генетические методы селекции.

Тема 4.1. Генетические методы селекции растений. Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов.

Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС). Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур.

Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений. Ядерные и цитоплазматические мутации. Хромосомная инженерия растений.

Тема 4.2. Получение гаплоидов в системах *in vitro*. и проблемы регенерации гаплоидных растений.

Значение гаплоидии для селекции и генетики. Способы получения гаплоидов. Метод отдаленной гибридизации. Регенерация растений из неоплодотворенных половых клеток. Получение жизнеспособных фертильных дигаплоидов. Получение гаплоидных растений в культуре пыльников. Андрогенез. Факторы андрогенеза в культуре *in vitro*. Получение гаплоидов через элиминацию хромосом. Получение гаплоидов через культуру неоплодотворенных семян и завязей. Гиногенез.

Дигаплоидизация полученных гаплоидов. Основные способы получения гаплоидных и дигаплоидных растений-регенерантов. Теоретические аспекты и практическое значение гаплоидии.

Раздел 5. Генетическая инженерия растений.

Тема 5.1. Мобильные генетические элементы растений. Транспозонный мутагенез. Способы получения трансгенных растений.

Мобильные генетические элементы растений. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. МакКлинток до настоящего времени. Ac и Ds-элементы *Z. mays*. Типы транспозонов растений и их распространенность в геномах других растений. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов.

Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений. Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Использование систем Enhancer-Inhibitor system (En-I); Enhancer-Suppressor-mutator (Sp-m); Activator-Dissociation (Ac-Ds) для маркирования генома, картирования и установления функции гена.

Транспозонный мутагенез растений. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Инсерционный T-ДНК и транспозонный мутагенез как инструмент для создания трансгенных растений, используемых в качестве модели для изучения функции гена.

Транзитная и стабильная виды трансформации. Ограничения прямых и непрямых способов трансформации. Способы прямого переноса ДНК: электропорация, использование ПЭГ, кремниевые иглопочки. Микроинъекции. Использование электрофореза для введения ДНК. Транспортные системы нуклеиновых кислот и белков в растительных клетках.

Перенос нуклеиновых кислот с помощью транспозонов и ретровирусных элементов. Использование бактериофагов для транспорта биомолекул.

Тема 5.2. Ядерная агробактериальная трансформация.

Метод трансформации, опосредованный *Agrobacterium tumefaciens*. Строение T-ДНК, интеграция в растительный геном, мишеневые сайты в растительном геноме. Экспрессия и наследование чужеродных генов в трансгенных растениях. Бинарные векторы. Методы трансформации агробактерией. Рекальцитрантные растения. Освобождение от селективных и репортёрных маркерных генов. Наследование приобретённых целевых генов в растениях. Преимущества стабильной агробактериальной трансформации. Копийность трансгенов. Создание генетических конструкций на основе TДНК.

Тема 5.3. Биолистик и пластидная трансформация с помощью генной пушки.

История создания первой оригинальной генной пушки Сэнфордом и Кляйном. Факторы, влияющие на трансформацию, опосредованную генной пушкой. Объекты и мишени, служащие для трансформации с помощью генной пушки, подготовка материала. Судьба введённой ДНК: позиционный эффект, рекомбинация, замолкание. Пластидная трансформация. Создание пластидных векторов. Преимущества, копияность. Структура геномов пластид. Понятие «межгенные пространства» и оценка гомологии межгенных областей. Особенности создания экспрессивных конструкций для биотехнологических целей продукции ценных белков. Освобождение транспластомных растений, гомоплазматных по целевому гену, от «генетического мусора».

Тема 5.4. Использование вирусных регуляторных элементов в биотехнологических работах.

Проблемные вопросы синтеза белка. Теория сканирования М. Козак. Кэп-зависимая и кэп-независимая трансляция. Репликация вирусов и зависимость от трансляционного аппарата растений. Вирусная инфекция растений. Ближний и дальний транспорт вирусов

по растению. Использование плазмодесм для нужд транспорта вирусов. Влияние процесса РНК интерференции и замолкание вирусных генов. Белки–антисайленсеры. Изучение вируса табачной мозаики в системном распространении по растению. Механизмы вирусоустойчивости растений, связанные с нарушениями транспорта вирусов. Создание пакующихся ретровирусных векторов.

Тема 5.5. Создание трансгенных растений с помощью технологии CRISPR-Cas.

Открытие механизма антивирусной защиты у бактерий. Использование системы CRISPR-Cas для коррекции геномов других организмов. Использование CRISPR-технологии для улучшения свойств сельскохозяйственных растений.

Тема 5.6. Применение трансгенных растений.

Трансгенные растения для производства биофармацевтиков (мукозальных оральных вакцин, антител, РНК и ДНК вакцин, биологических добавок и т.д.) и генотерапии. Стоимость производства и биологическая безопасность различных систем экспрессии. Соблюдение норм биозтики и биобезопасности при коммерциализации биотехнологических разработок.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практич. подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Темы 1.1–1.2.	Введение. Основные термины. Развитие биотехнологии. Устройство биотехнологической лаборатории. Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений	8		Устный опрос Письменный опрос по терминам КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i>
2	Темы 2.1	Культура клеток высших растений и ее особенности. Общая схема культивирования каллусных клеток.	4		Устный опрос Письменный опрос КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i>
3	Темы 2.2	Характеристика клеточных культур и культивирование каллусов. Лабораторные работы «Техника приготовления питательных сред», «Получение каллусов из корешков фасоли»	6		Устный опрос Письменный отчет по лаб.работе КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> ПК-3 <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК 3.1</i>
4	Тема 2.3	Фитогормоны и регуляторы роста растений. Вторичная дифференциация in vitro. Лабораторная работа «Индукция морфогенеза в каллусной культуре»	8		Устный опрос Письменный отчет по лаб.работе Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> ПК-3 <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i> <i>ИДК ПК 3.3</i>

5	Тема 2.4	Микроклональное размножение растений. Проектная работа на основе проведения эксперимента в культуре <i>in vitro</i> .	16		Устный опрос Письменный отчёт по проекту с презентацией Доклад КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i> <i>ИДК ПК 2.2</i> ПК-3 <i>ИДК ПК 3.1</i> <i>ИДК ПК 3.2</i>
6	Темы 3.1-3.2	Соматоклональная изменчивость <i>in vitro</i> . Изменчивость на уровне каллуса и растения-регенеранта. Механизмы соматоклональной изменчивости	2		Устный опрос КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
7	Темы 4.1-4.2	Генетические методы селекции растений. Гаплоидия в системах <i>in vitro</i> . Получение гаплоидов. Проблемы регенерации гаплоидных растений.	2		Устный опрос КСР	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i>
8	Темы 5.1-5.6	Раздел 5. Генетическая инженерия растений. Тема 5.1. Способы получения трансгенных растений. Тема 5.2. Ядерная агробактериальная трансформация. Тема 5.3. Биолистик и пластидная трансформация с помощью генной пушки. Тема 5.4. Использование вирусных регуляторных элементов в биотехнологических работах. Тема 5.5. Создание трансгенных растений с помощью технологии CRISPR-Cas. Тема 5.6. Применение трансгенных растений.	2		Устный опрос Доклад КСР Представление проекта по созданию трансгенных растений	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> ПК-2 <i>ИДК ПК 2.1</i>

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

1. п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 2.3. Фитогормоны и регуляторы роста растений.	Изучить теоретический материал по вопросам: Фитогормоны и регуляторы роста растений.	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>

2.	Тема 5.1. Способы получения трансгенных растений.	Изучить теоретический материал по вопросам: Транзитная и стабильная трансформация. Прямые и непрямые способы трансформации. Транспортные системы нуклеиновых кислот и белков в растительных и животных клетках..	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>
3.	Тема 5.2. Ядерная агробактериальная трансформация.	Изучить теоретический материал по вопросам: Экспрессия и наследование чужеродных генов в трансгенных растениях. Рекальцитрантные растения. Освобождение от селективных и репортёрных маркерных генов. Наследование приобретённых целевых генов в растениях.	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>
4.	Тема 5.3. Биолистик и пластидная трансформация с помощью генной пушки.	Изучить теоретический материал по вопросам: Особенности создания экспрессивных конструкций для получения ценных белков. Освобождение транспластомных растений, гомоплазматических по целевому гену, от «генетического мусора».	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>
5.	Тема 5.4. Использование вирусных регуляторных элементов в биотехнологических работах.	Изучить теоретический материал по вопросам: Репликация вирусов и зависимость от трансляционного аппарата растений. Использование плазмодесм для нужд транспорта вирусов. Влияние процесса РНК интерференции и замолкание вирусных генов. Механизмы вирусоустойчивости растений, связанные с нарушениями транспорта вирусов.	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>
6.	Тема 5.5. Создание трансгенных растений с помощью технологии CRISPR-Cas.	Изучить теоретический материал по вопросам: Использование системы CRISPR-Cas для коррекции геномов организмов.	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>
7.	Тема 5.6. Применение трансгенных растений.	Изучить теоретический материал по вопросу: Трансгенные растения для производства биофармацевтиков.	ПК-1 ПК-2	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 2.1</i>

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Биотехнология растений» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.

- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Подготовка докладов.
- Подготовка к тестированию.
- Разработка проекта, его проведение, оформление и защита.
- Подготовка к зачету.

Письменные работы. Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. В рамках дисциплины «Биотехнология растений» также предусмотрено выполнение письменных работ, в которых студенты должны составить схему трофических отношений в различных микробных сообществах и схемы круговоротов ряда биогенных элементов (см. п. 4.3.2.). Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

Устный доклад – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Перечень литературы

1. Основная литература

1. Биотехнология [Текст] : в 2 ч. : учеб. и практикум для академ. бакалавриата / ред.: Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 24 см. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-074511-6. Ч. 1. - 2018. - 162 с. : вкл. л. цв. ил. – ISBN 978-5-534-07410-9 : 495.72 р. (35 экз.)
2. Биотехнология [Текст] : в 2 ч. : учеб. и практикум для академ. бакалавриата / ред.: Н. В. Загоскина, Л. В. Назаренко. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2018. - 24 см. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-074511-6. Ч. 2. - 2018. - 219 с. - Библиогр.: с. 214-218. - ISBN 978-5-534-07409-3 : 603.72 р. (26 экз.)
3. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность [Электронный ресурс]. - Минск : Беларуская навука, 2013. - 171 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-985-08-1592-7 : Б. ц.
4. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции [Текст]: учеб. для студ. вузов / С.Г. Инге-Вечтомов. - 2-е изд. - СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. - 718 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 686-696. - ISBN 978-5-94869-105-3 : 600.00 р. (44 экз.)
5. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений: научное издание / ред.: Вл.В. Кузнецов, В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 487 с. (2 экз.). [Электронный ресурс] Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. - ISBN 978-5-9963-0978-8.

2.Дополнительная литература

1. Белькова Н.Л. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике [Текст]: учеб.-метод. пособие : в 3 ч. / Н.Л. Белькова ; рец.: С.М. Попкова, Ю.М. Константинов ; Иркут. гос. ун-т, Биол.-почв. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0956-6. (39 экз.)
2. Хелдт Г.-В. Биохимия растений: учебник; пер. с англ. М.А. Брейгиной [и др.]; ред.: А. М. Носов, В. В. Чуб. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с. (3 экз.)

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>
5. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotechnologiya.html>
6. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Занятия проходят на базе Лаборатории биотехнологии растений Ботанического сада биолого-почвенного факультета ИГУ, в которой имеется всё необходимое оборудование и реактивы: стерилизатор паровой ГК-100-3; рН-метр ЭКСПЕРТ-рН; шкафы искусственного климата «БИОТРОН-4»; климатическая камера «Binder»; плита нагревательная

лабораторная ПЛ-1818; низкотемпературный холодильник MDF-193AT; весы лабораторные электронные; термостат электрический суховоздушный; облучатели-рециркуляторы воздуха ультрафиолетовые бактерицидные; аквадистиллятор электрический ДЭ-25 «СПб»; микроскоп люминесцентный светодиодный МИКРОМЕД 3 ЛЮМ LED; стерилизатор воздушный ГП-80 СПУ; стерилизатор воздушный медицинский ГП-20-СПУ; баня комбинированная лабораторная учебная БКЛ-М; шкаф вытяжной лабораторный ШВ-1,0; «Ламинар-С» (520,100).

На кафедре имеются пластиковые сосуды для выращивания культур растений *in vitro* (Sigma, США).

Кроме того, на биолого-почвенном факультете ИГУ имеется следующее материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: *специализированной (учебной) мебелью* на 12 посадочных мест,

техническими средствами обучения: Доска аудиторная меловая, Проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биотехнология растений»; Биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.); Раковина с тумбой - 1 шт., Деревянные тумбы для хранения реактивов - 2 шт., Шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ - 2 шт., Весы аналитические ГОСМЕТР Ленинград - 1 шт., Фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт., Аквадистиллятор электрический АЭ-14-«Я-ФП»-01 - 1 шт., Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ - 1 шт.;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине «Биотехнология растений» в количестве: таблицы – 3 шт., презентации по каждой теме программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест, Биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.); Раковина с тумбой - 1 шт., Деревянные тумбы для хранения реактивов - 2 шт., Шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ - 2 шт., Весы аналитические ГОСМЕТР Ленинград - 1 шт., Фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт., Аквадистиллятор электрический АЭ-14-«Я-ФП»-01 - 1 шт., Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ - 1 шт.;

оборудована *техническими средствами обучения*: Доска аудиторная меловая, Проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Биотехнология растений».

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория с неограниченным доступом к сети Интернет оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест;

техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA – 1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot; доска меловая.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована:

специализированной мебелью на 8 посадочных мест; шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ+вентилятор - 2 шт., стол двухтумбовый - 5 шт., стол одностумбовый - 4 шт., стол компьютерный - 1 шт., металлические тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 4 шт., деревянные тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 5 шт., шкаф-купе двухдверный - 1 шт., шкаф металлический - 1 шт., холодильник NORD ДХ-241-0-010 - 1 шт., электроплита Луч - 1 шт., раковина с тумбой - 1 шт., шкаф-купе трехдверный - 1 шт., шкаф книжный - 3 шт., микроскоп Биомед 2 Led - 7 шт., микроскоп Levenhuk D870T - 1 шт., микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр - 1 шт., микроскоп Микромед Р-1-LED - 1 шт., микроскоп МЛ-5-Б - 1 шт., микроскоп биологический МБ-1600Б - 1 шт., микроскоп Р-14 - 4 шт., микроскоп Levenhuk 2L NG - 5 шт., светильник ОИ-12 - 1 шт., Фазовый контраст КФ-3 - 1 шт., фазовый контраст КФС - 1 шт., рН-метр иономер универсальный ЭВ-74 - 1 шт., спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ - 1 шт., магнитная мешалка ММ-5 - 5 шт., весы аналитические ВЛР-200 - 1 шт., весы торсионные ВТП-500 - 4 шт., весы торсионные WAGA TORSYJNA-WT - 3 шт., проектор Оверхед GEHA ОНР Ecovision 24/3 - 1 шт., системный блок в комплекте ASUS - 1 шт., монитор BenQ DL2215 - 1 шт., ноутбук Lenovo G580 в комплекте - 1 шт., multifunctionальное устройство SAMSUNG M2070 - 1 шт., сканер HP Scanjet G2410 - 1 шт., принтер Canon LBP 2900 - 1 шт.

6.2. Программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;

Foxit PDF Reader 8.0;

LibreOffice 5.2.2.2;

Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Биотехнология растений» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать

внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Лабораторные занятия* – одна из эффективных форм проведения аудиторных занятий в вузе, углубляют и закрепляют теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, приобретают навыки самостоятельной работы с приборами и современным оборудованием. На лабораторных занятиях студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся умению наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения. Ведущей целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента, умение решать практические задачи путем постановки опыта. Для всех лабораторных работ, которые выполняют студенты, на ведущей кафедре составляются методические указания, содержащие описание работы, порядок ее выполнения и форму отчета. Лабораторное занятие проводится в составе профильной группы. Вводной частью занятия проводится знакомство студентов с содержанием предстоящей работы, показ способов выполнения отдельных операций, напоминание отдельных положений по технике безопасности. Основная часть лабораторного занятия заключается в проведении студентом лабораторной работы. Заключительная часть предусматривает подведение итогов выполненной лабораторной работы. По всем темам лабораторных работ письменный отчет выполняется студентами как самостоятельная работа.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Биотехнология растений» используются следующие технологии:

▪ интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения:

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по

дисциплине «Биотехнология растений», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Биотехнология растений» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос,
- письменные работы,
- доклады,
- защита лабораторных работ (оформление результатов лабораторных работ в виде отчета, анализ результатов),
- защита проектной работы на основе проведения эксперимента в культуре *in vitro* или по созданию трансгенных растений.
-

Разработка проекта создания ГМО

Предлагается следующий план оформления проекта:

- Актуальность проблемы (прикладная или фундаментальная задача, на решение которой направлен проект, современное состояние исследований, новизна).
- Цель и задачи работы.
- Предлагаемые методы и подходы, необходимые для достижения цели.
- Предполагаемые результаты.
- Оценка биологического риска при внедрении ГМО в производство.
- Области применения полученных результатов.

Для контроля самостоятельной работы студентов используются устные опросы, письменные работы, доклады, презентации проектной работы по лабораторной части дисциплины.

Фонд оценочных средств включает:

- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к семинарам,
- перечень тем докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы для зачёта,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 (см. п. III).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме зачёта.

Форма промежуточной аттестации - ***зачёт***.

Примерный список вопросов к зачёту

Теоретическая часть

1. Биотехнология растений как дисциплина. Особенности растительных клеток. **Клеточная и генетическая инженерия.** История развития метода культуры клеток, тканей и органов.

2. Структурно-функциональная организация генома одно- и двудольных растений
3. Общая схема культивирования каллусных клеток. «Привыкшая ткань». Процессы, происходящие в клетках при культивировании. Каллусная ткань. Тотипотентность. Особенности пассируемых клеточных культур.
4. Характеристика клеточных культур. Гетерогенность. Причины высокой степени изменчивости *in vitro*. Факторы, влияющие на уровень и частоту изменчивости. Клеточный штамм. Миксоплоидия.
5. Характеристика штамма. Типы клеточных популяций. Причины гетерогенности популяции клеток. Стабильные популяции. Изменение ploидности в онтогенезе *in vivo*. Влияние фитогормонов на уровень ploидности популяции.
6. Вторичная дифференциация *in vitro*. Цитодифференциация каллусных тканей, возникших в ответ на поранение. Определяющие факторы индукции цитодифференцировки в каллусе. Типы морфогенеза *in vitro*.
7. Корнеобразование. Практическое применение. Образование стеблевых и цветочных почек. Факторы, обуславливающие тип и интенсивность процессов органогенеза при регенерации. Ярусность. Влияние количественных соотношений между фитогормонами на развитие клеток. Побегообразование и прямая регенерация. Этап укоренения.
8. Соматический эмбриогенез.
9. Факторы, определяющие тип регенерации. Фазы морфогенеза. Генетика процессов регенерации. Понятие регенерации у высших растений. Внутривидовые различия способности к регенерации. Наследование качества регенерации.
10. Сомаклональная изменчивость *in vitro*. Изменчивость на уровне каллуса и растения-регенеранта. Селекция штаммов. Физиологическая, эпигенетическая и генетическая природа соматических изменений. Видовые различия по изменениям на генетическом уровне. Использование маркерных признаков у растений-регенерантов для изучения изменчивости *in vitro*.
11. Хромосомные и генные мутации растений-регенерантов. Факторы, влияющие на уровень соматической изменчивости. Механизмы соматической изменчивости. Амплификация ДНК. Соматический кроссинговер и сестринские хроматидные обмены. Мобильные элементы. Изменения в характере метилирования ДНК культивируемых клеток растений. Транспозиционные взрывы. Генные мутации.
12. Гаплоидия в системах *in vitro*. Значение этого процесса для селекции и генетики. Способы получения гаплоидов. Метод отдаленной гибридизации. Регенерация растений из неоплодотворенных половых клеток. Получение жизнеспособных фертильных дигаплоидов. Значение гаплоидии для селекции.
13. Получение гаплоидных растений в культуре пыльников. Андрогагенез. Факторы андрогагенеза в культуре *in vitro*. Получение гаплоидов через элиминацию хромосом. Получение гаплоидов через культуру неоплодотворенных семян и завязей. Гиногагенез.
14. Проблемы регенерации гаплоидных растений. Дигаплоидизация полученных гаплоидов. Основные способы получения гаплоидных и дигаплоидных растений-регенерантов. Теоретические аспекты и практическое значение гаплоидии.
15. Микрочлониальное размножение растений *in vitro*. Преимущества, применение. Факторы, влияющие на процесс микрочлониального размножения. Основные способы микрочлониального размножения *in vitro*. Этапы клониального размножения *in vitro*.
16. Особенности адаптации растений-регенерантов к условиям *ex vitro*. Пути решения проблем.
17. Практическое значение метода микрочлониального размножения. Оздоровление исходного растительного материала. Методы тестирования вирусов. Применение

- клонального микроразмножения для решения селекционных задач.
18. Преимущества системы *in vitro* как универсальной экспериментальной модели для изучения биохимических растительных мутантов. Суспензионные культуры клеток растений.
 19. Основные этапы клеточной селекции *in vitro*. Открытые и закрытые системы в периодическом и проточном режимах выращивания суспензионных культур клеток. Кривая роста. Выращивание изолированных клеток. «Фактор кондиционирования». Метод «ткани – няньки».
 20. Протопласты растительных клеток. Этапы выделения протопластов. Методы получения мутантов растений *in vitro* и их оценка. Исходный материал в клеточной селекции. Преимущества использования изолированных протопластов: Требования, предъявляемые к модельным объектам.
 21. Изменчивость клеточных культур *in vitro*. Мутагенез *in vitro*. Мутагены, используемые в клеточной селекции. Выживаемость растительных клеток после обработки мутагеном. Методы селекции мутантных клеток *in vitro*
 22. Генетическая инженерия растений. Агробактериальная трансформация: механизм, использование в качестве вектора для переноса целевых генов. Другие методы создания трансгенных растений. Применение трансгенных растений.
 23. Маркёр-ассоциированная селекция растений.
 24. Методы сохранения генетических ресурсов растений. Криосохранение. Проблема сохранения генетических ресурсов. Генетические банки. Методы хранения семян и их достоинства и недостатки. Растительный материал для криосохранения. Факторы, влияющие на жизнеспособность клеток после криосохранения. Причины генетической эрозии культурных растений.
 25. Мутагенез и клеточная селекция. Этапы мутационной селекции *in vitro*. Характеристика мутагенов. Методы выделения мутантов, их генетическая природа. Типы мутантов. Эффективность клеточного мутагенеза в сравнении с экспериментальным мутагенезом растений.

Вопросы по лабораторной части занятий

Тема 1.

1. Как устроена биотехнологическая лаборатория?
2. Как простерилизовать питательные среды, посуду, дистиллированную воду, инструменты, помещение лаборатории?
3. Какие стерилизующие растворы используются для растительных эксплантов?
4. Какие вещества входят в состав питательных сред, и какую функцию они выполняют в культуре клеток и тканей *in vitro*?
5. Как получают стерильные проростки и для чего их используют?

Тема 2.

6. Что такое микрклональное размножение растений: основные этапы?
7. Каковы основные способы микрклонального размножения?
8. Как получить безвирусный посадочный материал?
9. Какой из способов получения безвирусного посадочного материала Вы бы предпочли в своей работе?
10. Чем отличаются питательные среды для пролиферации побегов, индукции корнеобразования, культивирования меристем, получения микроклубней?
11. Как протестировать посадочный материал на степень заражения вирусами?

Тема 3.

12. Назвать основные способы культивирования каллусов.
13. Что такое дедифференциация и пролиферация клеток?
14. Чем характеризуются основные фазы ростового цикла каллуса?
15. Отличаются ли по морфологии каллусы различных видов растения?

16. Для каких целей используют культуру каллусов в биотехнологии, генетике и селекции?
17. Какие питательные среды используют для индукции каллусогенеза и культивирования каллусов?

Тема 4

18. Что такое фитогормоны, и какие процессы в растительных клетках и тканях они стимулируют?
19. Какие группы фитогормонов стимулируют и ингибируют рост и развитие растений?
20. Как осуществляется гормональная регуляция в культуре клеток и тканей?
21. Какова химическая природа фитогормонов, и в каких органах растения они синтезируются?
22. Каким образом гормональная система влияет на генетический аппарат клетки?

Разработчики:



(подпись)

доцент А. В. Третьякова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология» и элективному модулю «Биохимия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики

«06» 03 2025 г.

(наименование)

Протокол № 8 Зав. кафедрой



Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.