

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
биологической и медицинской
физики**

Д.В. Кузьмин

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Биотехнологии безвирусного клонального микроразмножения
по направлению:	Биотехнология
профиль подготовки:	Биотехнология и биомедицинская информатика Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики кафедра биотехнологий и инженерии биосистем
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: А.Н. Федоров, заведующий кафедрой

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологий и инженерии биосистем 26.02.2025

Аннотация

Курс раскрывает передовые методы создания генетически идентичных, здоровых растений через технологии *in vitro*, исключая вирусные инфекции. Студенты изучат ключевые этапы работы: от стерилизации эксплантов и подбора питательных сред до диагностики патогенов и их элиминации. Программа объединяет теорию с практикой, обучая применению биотехнологий в сельском хозяйстве, селекции и сохранении редких видов.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- формирование у будущих специалистов теоретических знаний и практических навыков по применению современных методов в области биотехнологии в растениеводстве и агропромышленном комплексе.

Задачи дисциплины

- предоставить слушателям курса набор теоретических и практических знаний в области биотехнологии растений и получения безвирусного посадочного материала.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы ботаники высших растений, физиологии растений и биотехнологии;
- современные экспериментальные методы биологии;
- этапы клонального микроразмножения растений;
- факторы, влияющие на процесс микроразмножения растений в условиях *in vitro*;
- технологию приготовления питательных сред.

уметь:

- применять на практике полученные навыки;
- получать растительные экспланты, каллусные ткани, получать микропобеги и микроклубни;
- применять технику микроклонального размножения растений;
- применять технику адаптации микрорастений в условиях защищенного грунта.

владеть:

- навыками работы с современным оборудованием в лаборатории микроклонального размножения;
- биотехнологическими методами введения в чистую культуру, клонального микроразмножения и адаптации в вертикальной ферме на субстратной основе;
- общими навыками осуществления исследовательской деятельности в пределах сформированных компетенций.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Клеточная инженерия растения, основные направления исследований.		6		12
2	Каллусная ткань. Способы получения и культивирования.		6		12
3	Клональное микроразмножение и укоренение микропобегов в условиях in vitro.		6		12
4	Адаптация выращенных микрорастений к условиям ex vitro. Получение стандартных саженцев растений.		6		12
5	Современные инженерно-технические решения для биотехнологии клонального микроразмножения и адаптации микрорастений к условиям ex vitro. Организация лаборатории.		6		12
Итого часов			30		60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Клеточная инженерия растения, основные направления исследований.

Биология культивируемой клетки. Клеточная инженерия растений, основные направления исследований. Сущность и задачи клеточной инженерии растений.

Техники введения и культивирования изолированных клеток и тканей в условиях in vitro. История развития клеточной инженерии растений.

Основы проведения биотехнологических работ. Помещение, оборудование, лабораторная посуда и инструменты. Соблюдение стерильности. Основные правила техники безопасности.

2. Каллусная ткань. Способы получения и культивирования.

Культивирование каллусной ткани в условиях in vitro. Морфогенез каллусной ткани. Способы получения каллусной ткани. Практическое применение. Приготовление питательных сред и подбор оптимальных условий культивирования. Приготовление растворов солей (макро- и микроэлементов), витаминов, фитогормонов. Стерилизация ПС и лабораторной посуды. Методы стерилизации растительного материала. Получение стерильных эксплантов. Приготовление растворов стерилизаторов. Подбор оптимального режима стерилизации.

3. Клональное микроразмножение и укоренение микропобегов в условиях in vitro.

Этапы и методы клонального микроразмножения растений.

Техника культивирования первичных эксплантов на разных этапах клонального микроразмножения. Факторы, влияющие на клональное микроразмножение растений.

Техника введения в культуру и культивирования изолированных тканей, микроразмножения отдельных видов растений. Методика получения каллусных культур.

Клональное микроразмножение избранных видов растений листовыми (корневыми, почечными) эксплантами.

4. Адаптация выращенных микрорастений к условиям ex vitro. Получение стандартных саженцев растений.

Условия адаптации укорененных микрорастений в условиях защищенного грунта. Освещенность, субстрат, микроклимат.

Клональное микроразмножение избранных видов растений путем черенкования побегов (метод микрочеренков).

Адаптация микрорастений в закрытых условиях вертикальной фермы с управляемым LED-освещением. Подбор условий культивирования – субстрат, освещение, микроклимат, подкормки.

5. Современные инженерно-технические решения для биотехнологии клонального микроразмножения и адаптации микрорастений к условиям ex vitro. Организация лаборатории.

Современные технологии выращивания растений из in vitro материала. Способы адаптации. Принципы создания биотехнологической лаборатории и адаптационных установок.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое оборудование для практических занятий:

- оборудованная in vitro лаборатория (ламинарный бокс, автоклав, сушильный шкаф, лабораторный холодильник, световое оборудование (стеллажи с искусственным LED-освещением), дистиллятор, аналитические весы, pH-метр, электронные дозаторы и т.д.);
- лабораторная посуда (чашки Петри, пробирки, колбы, мерные цилиндры, химические стаканы (разных объемов), стеклянные палочки, шпатели, пинцеты, скальпели и т.д.);
- расходные материалы (крафт-бумага, фольга, наконечники для дозаторов, парафилм, маркеры, одноразовые маски, перчатки, халаты, бахилы, дезинфицирующие растворы и т.д.)

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Предоставляется на кафедре:

Основная литература:

1. Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-3 изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 161 с. – (Высшее образование).
2. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2025. – 315 с. – (Высшее образование).
3. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. – Москва : Издательство РГАУ-МСХА, 2016.
4. Лутова Л.А. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений / Л.А. Лутова, Т.В. Матвеева ; под редакцией И.А.7 Тихоновича. – Санкт-Петербург : Эко-Вектор, 2016.

Дополнительная литература

Предоставляется на кафедре:

Дополнительная литература:

1. Лабораторный практикум по сельскохозяйственной биотехнологии. – 2-е изд. – Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2014.
2. Лабораторный практикум по культуре тканей и клеток растений. – Москва : Изд-во РГАУ-МСХА, 2017.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://i-sole.fbras.ru>

<https://urait.ru>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Авторское программное обеспечение по управлению параметрами освещения в вертикальной ферме – i-Sole - <https://i-sole.fbras.ru>.
2. Образовательная платформа Юрайт - <https://urait.ru>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению: Биотехнология
профиль подготовки: Биотехнология и биомедицинская информатика
Физтех-школа Биологической и Медицинской Физики
кафедра биотехнологий и инженерии биосистем
курс: 1
квалификация: магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: А.Н. Федоров, заведующий кафедрой

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования самостоятельно или в составе научного коллектива
	ПК-2.2 Способен проводить апробацию результатов научно-исследовательской работы посредством публикации научных статей и участия в конференциях
ПК-3 Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПК-3.1 Понимает принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)
	ПК-3.2 Способен проводить эксперимент (моделирование) с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)
	ПК-3.3 Способен оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Биотехнологии безвирусного клонального микроразмножения» обучающийся должен:

знать:

- основы ботаники высших растений, физиологии растений и биотехнологии;
- современные экспериментальные методы биологии;
- этапы клонального микроразмножения растений;
- факторы, влияющие на процесс микроразмножения растений в условиях *in vitro*;
- технологию приготовления питательных сред.

уметь:

- применять на практике полученные навыки;
- получать растительные экспланты, каллусные ткани, получать микропобеги и микроклубни;
- применять технику микроклонального размножения растений;
- применять технику адаптации микрорастений в условиях защищенного грунта.

владеть:

- навыками работы с современным оборудованием в лаборатории микроклонального размножения;
- биотехнологическими методами введения в чистую культуру, клонального микроразмножения и адаптации в вертикальной ферме на субстратной основе;
- общими навыками осуществления исследовательской деятельности в пределах сформированных компетенций.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Во время текущего контроля студент должен уметь ответить на следующие вопросы:

1. Что означает термин *in vitro*, *ex vitro*?
2. Как называется метод, основанный на способности изолированных частей растения при благоприятных условиях питательной среды восстанавливать недостающие органы и, таким образом, регенерировать целые растения?
3. Какие вещества нужно добавить в питательную среду, чтобы значительно повысить морфогенетическую активность каллусных клеток?
4. Наиболее широко аэропонные установки применяются для получения безвирусных мини-клубней картофеля. Какие три этапа выращивания проходят растения картофеля в аэропонной установке?
5. Какими способами можно проводить реювенилизацию (омоложение)?
6. Какие способы применяются при освобождении растений от вирусов?

7. Как называется процесс, при котором клетки ранее образующейся ткани выделяют вещества, способные активизировать работу генов, необходимых для дифференциации другой ткани?
8. Какой температурный оптимум для большинства растительных тканей?
9. Из чего выделяют одиночные клетки?
10. Какой метод является одним из перспективных методов ускорения селекционного процесса?

Во время занятий могут проходить интерактивные обсуждения в чатах курса, что будет являться домашним заданием. Возможно выполнение патентного поиска в качестве самостоятельной задачи. Успешное выполнение всех заданий по курсу и выполнение контрольных срезов знаний дает преимущество на дифференцированном зачете.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Билеты составляются из типовых вопросов курса:

1. В какой стране в настоящее время соматический эмбриогенез хвойных пород широко применяется при производстве искусственных семян?
2. Что относится к основным преимуществам биотехнологических процессов над другими технологиями?
3. Клеточные культуры могут расти на различных углеводах. Что показывает лучший рост в большинстве случаев при добавлении в среду?
4. Как называется создание неполовых гибридов путем слияния изолированных протопластов, полученных из соматических клеток?
5. Как в культуре каллусных тканей называют возникновение организованных структур из неорганизованной массы клеток?
6. Расскажите существующие способы адаптации укорененных микрорастений. Плюсы и минусы.
7. В истории развития клеточной инженерии растений выделяется несколько этапов. Назовите их.
8. Какая страна является ведущим производителем оздоровленного посадочного материала цветочных растений?
9. В какой стране в настоящее время соматический эмбриогенез хвойных пород широко применяется при производстве искусственных семян?
10. Представьте аппаратурно-приборную базу современной биотехнологической лаборатории.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8 баллов) - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6 баллов) - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5 баллов) - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3 балла) - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2 балла) - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1 балл) - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном дифференцированном зачете не должен превышать одного астрономического часа.