


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии  
и биотехнологии  
протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Зав. кафедрой  / С.А. Башкатов

Согласовано:  
Председатель УМК  
биологического факультета

 / М.И. Гарипова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Молекулярная цитология  
Часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа специалитета**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки  
Биохимия

Квалификация  
Бакалавр

Разработчик (составитель):

Доцент кафедры биохимии и биотехнологии,  
к.б.н.

 / А.Б. Якупова

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г.

Составитель: к.б.н., доцент кафедры биохимии и биотехнологии А.Б. Якупова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / С.А. Башкатов

## Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-приемы работы с микроорганизмами и культурами клеток эукариот в стерильных условиях;</li> <li>- физико-химические методы выделения и исследования биополимеров;</li> <li>-методы статистической обработки результатов эксперимента;</li> <li>- основы биоинженерии;</li> </ul>	<p>ОПК-11 – владением приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов</p>	
	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы биоинформатики;</li> <li>-закономерности организации и функционирования геномов и протеомов;</li> <li>- основы биоинженерии и геномной инженерии</li> </ul>	<p>ПК-4 – способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	
Умения	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-поддерживать перевиваемые культуры;</li> <li>-проводить посев микробных культур с соблюдением условий стерильности;</li> <li>- применять критерии сравнения, проводить корреляционный и дисперсионный анализ;</li> <li>-получать генномодифицированные культуры косматых корней</li> </ul>	<p>ОПК-11 – владением приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов</p>	
	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков, рецепторов, гормонов;</li> <li>- выделять и исследовать белки, пептиды, нуклеиновые кислоты;</li> <li>-получать модифицированные</li> </ul>	<p>ПК-4 – способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	

	<p>организмы с целью их использования в биоинженерии;</p> <p>-грамотно излагать выводы исследований</p>		
<p>Владения (навыки / опыт деятельности)</p>	<p>Владеть:</p> <p>-методами микрклонального размножения растений</p> <p>-методами иммобилизации ферментов</p> <p>-гибридными технологиями</p> <p>-методами генной инженерии</p>	<p>ОПК-11 владением приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов</p>	
	<p>владеть:</p> <p>-навыками работы с биоинформационными ресурсами;</p> <p>- физико-химическими методами исследования макромолекул;</p> <p>-методами генной инженерии и биоинженерии;</p> <p>- навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ</p>	<p>ПК-4 – способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин</p>	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Клеточные технологии растений» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 5 курсе в 9 семестре.

Целью освоения дисциплины «Клеточные технологии растений» является создание у студентов теоретических знаний и практических навыков по применению современных методов клеточной и тканевой биотехнологии растений. Изучение дисциплины проводится в рамках образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки – 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, профиль подготовки «Молекулярная биоинженерия и биоинформатика», и направлено на подготовку обучающихся к научно-исследовательской, научно-производственной и проектной, организационно-управленческой, педагогической и информационно-биологической деятельности.

В процессе изучения дисциплины «Клеточные технологии растений», обучающиеся должны использовать, обогащать и систематизировать фундаментальные знания по биологии, цитологии, химии, биохимии, молекулярной биологии. Изучение этого предмета является важным для формирования научного мировоззрения специалиста биологического направления. Студенты должны получить практические навыки для работы с приборами и оборудованием, используемыми в различных отраслях науки и производства – биологии, химии, медицины, фармакологии и сельского хозяйства. Воспитательное значение курса «Клеточные технологии растений» связано с его ролью в формировании научного мировоззрения, познавательной активности студентов, с рассмотрением этических аспектов связанных с исследованиями и использованием достижений современной науки в области биологии растений.

Входит в цикл профессиональных дисциплин. Клеточные технологии растений представляет собой одну из основополагающих дисциплин в подготовке биоинженеров и биоинформатиков. После изучения данного модуля выпускник должен быть подготовлен к деятельности в биотехнологической лаборатории на биотехнологическом производстве, экологических организациях и т.п.

Обучающийся должен иметь представление о фундаментальных разделах биологии, биохимии и генетики. Эти знания будут способствовать осознанному восприятию о функционировании клетки и естественных процессах, в которых они принимают участие, преподносимых студентам на лекциях по Микрклональному размножению растений. Освоение основ модуля «Клеточные технологии растений» необходимо при изучении таких дисциплин, как биомониторинг, биотестирование, биотехнология.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-11 - владение приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Не зачтено	Зачтено
Первый этап (уровень)	Знать: -приемы работы с микроорганизмами и культурами клеток эукариот в стерильных условиях: - физико-химические методы выделения и исследования биополимеров; -методы статистической обработки результатов эксперимента; - основы биоинженерии;	Не знает -приемы работы с микроорганизмами и культурами клеток эукариот в стерильных условиях: - физико-химические методы выделения и исследования биополимеров; -методы статистической обработки результатов эксперимента; - основы биоинженерии;	Демонстрирует уверенное знание - приемов работ с микроорганизмами и культурами клеток эукариот в стерильных условиях: - физико-химические методы выделения и исследования биополимеров; -методы статистической обработки результатов эксперимента; - основы биоинженерии;
Второй этап (уровень)	Уметь: -поддерживать перевиваемые культуры; -проводить посев микробных культур с соблюдением условий стерильности; - применять критерии сравнения, проводить корреляционный и дисперсионный анализ; 1. -получать генномодифицированные культуры косматых корней	Не умеет -поддерживать перевиваемые культуры; -проводить посев микробных культур с соблюдением условий стерильности; - применять критерии сравнения, проводить корреляционный и дисперсионный анализ; -получать генномодифицированные культуры косматых корней	Понимает и умеет -поддерживать перевиваемые культуры; -проводить посев микробных культур с соблюдением условий стерильности; - применять критерии сравнения, проводить корреляционный и дисперсионный анализ; -получать генномодифицированные культуры косматых корней
Третий этап (уровень)	Владеть: -навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и	Не владеет -навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и	Владеет и демонстрирует самостоятельное применение - навыков работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами

	биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ
--	--	--	---

Код и формулировка компетенции ПК-4- способностью проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин

<b>Этап (уровень) освоения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</b>	<b>Не зачтено</b>	<b>Зачтено</b>
Первый этап (уровень)	Знать: - основы биоинформатики; -закономерности организации и функционирования геномов и протеомов; - основы биоинженерии и генной инженерии	Не знает - основы биоинформатики; -закономерности организации и функционирования геномов и протеомов; - основы биоинженерии и генной инженерии	Демонстрирует уверенное знание - основы биоинформатики; -закономерности организации и функционирования геномов и протеомов; - основы биоинженерии и генной инженерии
Второй этап (уровень)	Уметь: - использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков, рецепторов, гормонов; - выделять и исследовать белки, пептиды, нуклеиновые кислоты; -получать модифицированные организмы с целью их использования в биоинженерии; -грамотно излагать выводы исследований	Не умеет - использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков, рецепторов, гормонов; - выделять и исследовать белки, пептиды, нуклеиновые кислоты; -получать модифицированные организмы с целью их использования в биоинженерии; -грамотно излагать выводы исследований	Понимает и умеет - использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков, рецепторов, гормонов; - выделять и исследовать белки, пептиды, нуклеиновые кислоты; -получать модифицированные организмы с целью их использования в биоинженерии; -грамотно излагать выводы исследований



Третий этап (уровень)	Владеть: -навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	Не владеет -навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	Уверенно владеет -навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ
--------------------------	--	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

*для зачета*:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап  Знания	-приемы работы с микроорганизмами и культурами клеток эукариот в стерильных условиях; - физико-химические методы выделения и исследования биополимеров; -методы статистической обработки результатов эксперимента; - основы биоинженерии;	ОПК-11	коллоквиум
	- основы биоинформатики; -закономерности организации и функционирования геномов и протеомов; - основы биоинженерии и генной инженерии	ПК-4	
2-й этап  Умения	1. -поддерживать перевиваемые культуры; -проводить посев микробных культур с соблюдением условий стерильности; - применять критерии сравнения, проводить корреляционный и дисперсионный анализ; -получать генномодифицированные культуры косматых корней	ОПК-11	Индивидуальный опрос
	- использовать информацию, заключенную в базах данных по структуре геномов, белков, рецепторов, гормонов; - выделять и исследовать белки, пептиды, нуклеиновые кислоты; -получать модифицированные организмы с целью их использования в биоинженерии; -грамотно излагать выводы	ПК-4	
3-й этап  Владеть навыками	-методами микрклонального размножения растений -методами иммобилизации ферментов -гибридными технологиями -методами генной инженерии	ОПК-11	Проверка рабочей тетради по лабораторным работам
	-навыками работы с биоинформационными ресурсами; - физико-химическими методами исследования макромолекул; -методами генной инженерии и биоинженерии; - навыками написания отчетов и выпускных квалификационных работ	ПК-4	Проверка рабочей тетради по лабораторным работам

### Вопросы для подготовки к семинарам, коллоквиумам

1. Какие вещества входят в состав питательных сред, и какие функции они выполняют в культуре клеток и тканей растений *in vitro*?
2. Каковы особенности приготовления и хранения стоковых растворов основных компонентов питательных сред?
3. В чем заключается порядок приготовления культуральных сред?
4. Каким образом осуществляется стерилизация посуды и инструментов для работы с растительными объектами в условиях *in vitro*?
5. Перечислите способы стерилизации питательных сред, содержащих и не содержащих термолабильные компоненты.
6. Каким образом осуществляется подготовка к работе ламинар-бокса?
7. Назовите основные правила работы в условиях ламинар-бокса.
8. Охарактеризуйте основные этапы проведения стерилизации растительных объектов.
9. Дайте определение понятия «калусная ткань»?
10. Перечислите основные факторы необходимые для индукции процесса каллусогенеза?
11. Что такое дедифференциация? Какую роль играют ауксины и цитокинины в данном процессе?
12. Чем обусловлена необходимость пассирования каллусной культуры на свежую питательную среду?
13. С какой частотой обычно осуществляется субкультивирование каллусов?
14. Какие правила необходимо соблюдать при пересадке каллусной ткани на свежую питательную среду?
15. Как определяется индекс роста, удельная скорость роста и время удвоения биомассы каллусных культур?
16. Какие преимущества имеет использование удельной скорости роста для характеристики ростовой активности каллусных тканей по сравнению с учетом индекса роста?
17. Как взаимосвязаны удельная скорость роста и время удвоения биомассы каллусов?
18. Назовите основные способы получения суспензионных культур.
19. Какие требования предъявляются к каллусным тканям, используемым для инициирования суспензионных культур растительных клеток?
20. Какова средняя продолжительность ростового цикла суспензионных культур?
21. Каким образом осуществляется субкультивирование клеточных суспензий?
22. Каким образом можно определить жизнеспособности растительных клеток?
23. Назовите типы суспензионных культур в зависимости от степени их агрегированности.
24. Какие факторы оказывают влияние на степень агрегированности суспензионных культур?
25. Назовите основные типы дифференцировки в культуре клеток растений.
26. Какие факторы оказывают влияние на направление морфогенеза в культуре клеток и тканей растений?
27. Каково значение процессов стеблевого органогенеза и ризогенеза для регенерации растений *in vitro*?

#### ***Критерии оценки (в баллах):***

За ответы на вопросы студент может получить максимально 10 баллов. Всего содержится 3 вопроса. Оценивается весь ответ на все вопросы комплексно, а не на отдельный из них.

- 9-10 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.

- 5-8 баллов выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- 3-4 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов.

Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- 1-2 балла выставляется студенту, если ответ студент плохо ориентируется в вопросе, допускает грубые ошибки.

### **Вопросы для подготовки к индивидуальному опросу**

1. Условия асептики при выполнении работ по культивированию растительных объектов *in vitro*.
2. Методы и приемы стерилизации растительного материала при введении в культуру.
3. Питательные среды.
4. Регуляторы роста растений и их применение для культивирования растительных клеток и тканей *in vitro*.
5. Влияние физических факторов на физиологическое состояние изолированных клеток и тканей растений.
6. Каллусные культуры.
7. Роль каллусной ткани в интактном растении.
8. Получение каллусных тканей *in vitro*.
9. Молекулярно-физиологические основы процесса дедифференциации клеток.
10. Типы каллусных культур и их характеристика.
11. Субкультивирование каллусов.
12. Показатели роста каллусных культур.
13. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях и биотехнологии.
14. Суспензионные культуры.
15. Основные преимущества культивирования клеточных суспензий.
16. Способы получения суспензионных культур.
17. Типы клеточных суспензий.
18. Факторы, влияющие на степень их агрегированности.
19. Основные параметры суспензионных культур.
20. Способы культивирования клеточных суспензий.
21. Культивирование одиночных клеток.
22. Методы изолирования одиночных клеток.
23. Методы выращивания *in vitro* одиночных клеток (метод культуры – няньки, метод плейтинга, метод микрокультуры).
24. «Фактор кондиционирования».
25. Значение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.
26. Культуры гаплоидных клеток.
27. Методы получения гаплоидных растений.
28. Основные пути андрогенеза.
29. Факторы, влияющие на эффективность андрогенеза.
30. Метод культуры пыльников и метод культуры микроспор, их преимущества и недостатки.
31. Гиногенез *in vitro*.
32. Способы идентификации гаплоидов.
33. Культуры изолированных протопластов.
34. Использование изолированных протопластов для решения теоретических и прикладных проблем биологии.
35. Методы получения протопластов.
36. Условия и способы культивирования протопластов.
37. Методы слияния протопластов, механизм слияния протопластов.
38. Основные перестройки, происходящие при переводе клеток растений в культуру *in vitro*.
39. Сравнительная характеристика соматических клеток высших растений и клеток, культивируемых в условиях *in vitro*.
40. Морфологическая и генетическая гетерогенность популяций длительно культивируемых клеток высших растений.
41. Сохранение эпигенетических особенностей растения донора.

42. Асинхронность клеточных культур.
43. Рост клеток в культуре *in vitro*.
44. Характеристика фаз ростового цикла.
45. Способы синхронизации клеточных культур.
46. Дифференцировка клеток к культуре *in vitro*. Типы дифференцировки.
47. Молекулярно-физиологические основы процесса дифференциации.
48. Основные типы дифференцировки. Гистогенез.
49. Физиологические аспекты стимуляции флоэмо- и ксилемогенеза.
50. Морфогенез. Прямой и непрямой морфогенез. Морфофизиологическая характеристика ризогенеза, флорального и стеблевого органогенеза.
51. Факторы, определяющие возможность и направленность процесса органогенеза. Соматический эмбриогенез.
52. Регенерация растений.
53. Биотехнологии клонального микроразмножения и оздоровления растений. Преимущества клонального микроразмножения в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения растений.
54. Области применения микроразмножения.
55. Требования к объектам, используемым для клонального микроразмножения растений *in vitro*.
56. Способы микроразмножения растений. Характеристика основных этапов микроразмножения.
57. Физиологические особенности регенерантов и необходимость в создании особых условий их адаптации *ex vitro*.
58. Факторы, влияющие на эффективность процесса микроразмножения растений.
59. Методы получения безвирусного посадочного материала, возможности и перспективы их использования. Клеточные технологии получения экономически важных биологически активных веществ растительного происхождения.
60. Преимущества использования клеточных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ по сравнению с интактными растениями. О
61. Особенности вторичного метаболизма в культурах изолированных клеток высших растений. Факторы, влияющие на накопление вторичных метаболитов культивируемыми клетками растений.
62. Ферментерное выращивание биомассы клеток-продуцентов, конструктивные особенности биореакторов.
63. Режимы культивирования растительных клеток в биореакторах. Этапы работ по созданию промышленных технологий для получения биологически активных веществ с помощью культивируемых клеток растений.
64. Преимущества и перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах.
65. Основные направления использования культивируемых растительных клеток для биотрансформации. Культура изолированных клеток и тканей в селекции и генетической инженерии растений.
66. Общая характеристика технологий на основе культивируемых растительных клеток, применяемых в селекции и генетике растений.
67. Использование метода эмбриокультуры для преодоления *in vitro* прогамной и постгамной несовместимости при скрещивании таксономически отдаленных партнеров. Культивирование незрелых гибридных зародышей.
68. Экспериментальная гаплоидия. Основные преимущества и направления использования гаплоидов в генетической и селекционной работах.
69. Соматическая вариабельность растительных клеток и ее использование в биотехнологии.
70. Мутагенез и клеточная селекция растений в культуре *in vitro*. Гибридизация соматических клеток (межвидовая и межродовая) и ее роль в селекционном процессе. Цибридизация. Перенос клеточных органелл.
71. Генетическая трансформация растений.
72. Основные направления в создании трансгенных растений. Общие принципы разработки

- конструкций для генетической трансформации растений.
73. Характеристика методов введения экзогенного генетического материала в растительные клетки.
  74. Генетическая трансформация растений *in vitro* с помощью *Agrobacterium spp.*
  75. Баллистический метод генетической трансформации растений.
  76. Использование культур растительных клеток для сохранения генофонда высших растений. Необходимость и проблемы сохранения генофонда растений. Особенности методов сохранения растительных культур *in vitro*.
  77. Характеристика пересадочных коллекций. Депонирование культур клеток, тканей и органов растений.
  78. Основные этапы технологии криоконсервации растительных объектов.

### **Пример лабораторной работы: Лабораторная работа 1. Приготовление и стерилизация питательной среды Мурасиге-Скуга**

Для культивирования растительных клеток и тканей *in vitro* применяют жидкие и агаризованные (твердые) среды. Агаризованные среды готовят на основе агар-агара – полисахарида, входящего в состав морских водорослей, который образует с водой гель при pH 5,6 - 6,0. Обычно к среде добавляют 0,7-0,8 % агара. Иногда в качестве уплотнителя и заменителя агар-агара используют полиакриламидные гели (биогели).

Разработано много питательных сред, но большинство из них представляют модификации основных: Мурасиге-Скуга (МС), Уайта, Гамборга (В5) Чапека и др. Для искусственных питательных сред растворы макро- и микросолей готовят заранее и используют многократно. Это маточные (концентрированные) растворы. Их хранят в специальных условиях: макро- и микро- соли в холодильнике в сосудах с притертыми пробками при 0 -+4 оС. Витамины, фитогормоны, ферменты, растительные экстракты лучше хранить при -20 оС в небольших по 5 - 10 мл сосудах с пробками. Маточные растворы макросолей обычно превосходят рабочие по концентрации в 10 - 40 раз, микросолей – в 100 -1000 раз, витаминов – в 1000 раз. Для приготовления маточного раствора макро- и микросолей каждую соль растворяют в отдельном стаканчике при нагревании, затем сливают и доводят до нужного объема. В охлажденную смесь микросолей последним добавляют раствор солей молибдена, а в макросоли – раствор солей магния (для предотвращения выпадения осадка). Маточный раствор хелата железа готовят и хранят отдельно от других солей. Неправильное приготовление хелатного железа может привести к выпадению в осадок после автоклавирования фосфатов кальция и магния. Концентрированные растворы витаминов готовят каждый отдельно путем растворения соответствующих навесок в дистиллированной воде. Фитогормоны, как правило, плохо растворяются в воде. Поэтому предварительно 10 мг вещества растворяют в небольших количествах (0,5-1 мл) спирта (ауксины, гиббереллины), 0,5-1 н HCl или KOH (цитокнины), затем подогревают до полного растворения (кроме абсцизовой кислоты и цитокинина) и доводят до 10 мл объема (1 мл содержит 1 мг гормона). В холодильнике их можно хранить при температуре +4 °С не более 1 мес.

**Материалы и оборудование.** Химические стаканы, колбы, мерные цилиндры от 5 мл до 2 л, пробирки, пипетки от 0,01 мл до 10 мл или дозаторы, весы аналитические до 500 г, весы торсионные до 100 мг, пинцеты, ножницы, шпатели, электроплитки, магнитные мешалки, химические реактивы или готовые маточные растворы макро- и микросолей, витаминов, фитогормонов.

#### **1. Подготовительный этап.**

1. Подготовить помещение к работе – провести тщательную влажную уборку с использованием моющих средств.

2. Прокварцевать помещение в течение 1.5 – 2 ч. Запрещено заходить (находиться) в помещении во время кварцевания! Нельзя смотреть без защитных очков на лампу! После окончания кварцевания (выключения УФ-лампы) 10–15 минут подождать.

3. Подготовить чистую стерильную посуду и инструменты.

4. Непосредственно перед работой необходимо протереть внутренние поверхности ламинара 70 % раствором этилового спирта, разложить в нем необходимые инструменты и

материалы: спирт в закрытой посуде, спиртовку (горелку), спички, простерилизованный инструмент и посуду.

5. Все манипуляции с растительным материалом проводить либо на стерильной поверхности бокса, либо в простерилизованных чашках Петри за пламенем спиртовой горелки.

6. При работе с инструментами необходимо перед каждой манипуляцией помещать их (скальпель, препаровальную иглу, пинцет и т. д.) в стаканчик со спиртом, затем прожигать в пламени горелки. Каждый инструмент для манипуляции используется единоразово!!!

### **Критерии оценки (в баллах):**

За каждую выполненную работу студент может максимально получить по 5 баллов.

Задания оформляются в лабораторной тетради, которую студент лично сдает преподавателю. По ходу проверки преподаватель проводить индивидуальный опрос по теоретической и практической части работы.

- 5 баллов выставляется студенту, если он выполнил лабораторную работу, продемонстрировал уверенное владение методикой и теоретической частью. Ответил на все вопросы.
- 3-4 балла выставляется студенту, если он выполнил лабораторную работу, продемонстрировал владение методикой. Ответил на все вопросы. При ответе на вопросы допускает ошибки и неточности.
- 1-2 балла выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, не продемонстрировал владение методикой. Не ответил на вопросы. Допустил ошибки в оформлении лабораторной работы.
- 0 баллов выставляется студенту, если не выполнил лабораторную работу.

Лабораторная работа считается зачтенной, если студент выполнил лабораторную работу, продемонстрировал владение методикой. Ответил на все вопросы, хотя при ответе на вопросы мог допускать ошибки и неточности. В противном случае студенту необходимо заново подготовиться, внести исправления в рабочую тетрадь и защитить лабораторную работу снова.

Перед проведением **итогового контроля** преподаватель вычисляет **среднее значение** процента правильных ответов на вопросы всех типовых контрольных заданий, соответствующих проверке сформированности каждой компетенции в ходе учебного семестра.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Полевой, В. В. Физиология растений : учебник / В. В Полевой ; под ред. Н. А Соколова .— М. : Высшая школа, 1989 .— 464 с. — Библиогр.: с.458-464 .— ISBN 5-06-001604-8.
2. Дитченко Т. И. Культура клеток, тканей и органов растений: Метод. рекомендации к лабораторным занятиям, задания для самостоятельной работы и контроля знаний студентов / Т. И. Дитченко. – Минск: БГУ, 2007. – 46 с.
3. Кулуев, Б.Р. Генетически трансформированные (бородатые) корни [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Б.Р. Кулуев, А.Б. Якупова; Башкирский государственный университет; Институт биохимии и генетики УНЦ РАН. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. — Электрон. версия печ. публикации. — Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ. — <URL:[https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kuluev\\_Jakupov\\_Geneticheski\\_transformirovannye\\_korni\\_up\\_2017.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Kuluev_Jakupov_Geneticheski_transformirovannye_korni_up_2017.pdf)>.
4. Физиология растений. Под.ред. Ермакова И.П. М.: Академия,2010. -640 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Глик, Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М. : Мир, 2002. 589 с.

2. Молекулярная биология клетки «Molecular Biology of the Cell: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта / Брюс Альбертс и др./ - Москва; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»: Институт компьютерных исследований. - 2013.
3. Мокроносов А. Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты: учебник / А. Т. Мокроносов, В. Ф. Гавриленко, Т. В. Жигалова - М.: Академия, 2006 - 448 с.
4. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука, 2002. 249
5. Коничев А. С. . Молекулярная биология: учебник / А. С. Коничев - М.: Академия, 2005 - 400 с.
6. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. – М.: Изд. НИИ Биомедхимии РАМН. - 2000. – 372 с.

## **5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования Web of Science - <http://www.gpntb.ru>
9. Лекции по биологии факультета молекулярной и биологической физики Физико-технического университета: <http://bio.fizteh.ru/student/files/biology/biolections/>
10. «Биомолекула» — это научно-популярный сайт, посвященный молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.: <http://www.biomolecula.ru/about/>
11. Журнал общей биологии: Резюме статей: <http://elementy.ru/genbio/resume?artid=314>
12. Библиотека лекций и научных изданий на сайте «Элементы большой науки»: <http://elementy.ru/lib>
13. Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна»: Определители, справочники, Красные книги: <http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm>
14. Видеолекции ведущих ученых различных университетов мира (на английском языке): <http://www.academicearth.org/subjects/biology>,  
например: <http://www.academicearth.org/lectures/phylogeny-and-systematics>
15. Электронные варианты книг по биологии: <http://biofac21.narod.ru/>  
<http://www.biocyc.org/>  
<http://www.floranimal.ru/>  
<http://www.redbook.ru/>  
<http://ekolog-stud.ru>  
<http://dic.academic.ru/>  
do.gendocs.ru  
<http://www.xumuk.ru>  
<http://stud24.ru/botany/terpenoidy/215803-631302-page1>.  
<http://www.fito.nnov.ru>  
<http://window.edu.ru/resource/569/77569-> Воскресенская О.Л., Грошева Н.П., Сочилова Е.А. Физиология растений: Учебное пособие / Мар. гос. ун-т. - Йошкар-Ола, 2008. - 148 с.  
<http://window.edu.ru/resource/095/22095> - Андреева И.А., Хмелевская И.А. Вопросы и задания для самостоятельной работы и самоконтроля знаний студентов по физиологии растений. - Псков: ПГПИ, 1999. - 40 с.



<http://www.sifibr.irk.ru> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН (СИФИБР СО РАН)

<http://plantphys.bio.msu.ru/> кафедра физиологии растений Московского государственного университета

<http://www.ippras.ru/news/index.php> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН

[www.nkj.ru](http://www.nkj.ru) журнал «Наука и жизнь»

[www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org) журнал «Science»

<http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек. В поисковике отобраны лучшие библиотеки, в большинстве которых можно скачать материалы в полном объеме без регистрации. В список включены библиотеки иностранных университетов и научных организаций.

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> - Научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн научных статей и публикаций.

<http://6years.ru/index.php> - портал бесплатной медицинской информации, содержит большое количество книг, учебных пособий биологической направленности

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<p><b>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 232 (учебный корпус биофака), аудитория № 332 (учебный корпус биофака), аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 321, лаборатория молекулярной биотехнологии (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 324 (учебный корпус</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 232</b></p> <p>Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Panasonic PT-LB78VE, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 332</b></p> <p>Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Panasonic PT-LB78VE, экран настенный Classic Norma 244*183.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 321</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Лаборатория молекулярной биотехнологии</b></p> <p>Учебная мебель, лабораторный инвентарь, учебно-наглядные пособия, рН-метр ST2100-F, дозатор (пипетка) переменного объема ЛАЙТ – 10 шт., автоклав 23л МК, Tuttnauer, аквадистиллятор ДЭ-4М, усилитель многоканальный "Терцик", анализатор иммуноферментных реакций АИФР-01, аппарат для гель-электрофореза, бокс микробиологической безопасности БМБ-"Ламинар-С"-1,2, весы HL-200, видеоокуляр TourCam 5.1 МП, TourTek, водонагреватель «Oasis» 30 л, 2 кВт микроцентрифуга-Воргтекс 1.5 тыс. об/мин, сушильный шкаф 80 л, термостат 80 л, термостат твердотельный "Термит», транслюминатор ЕСХ-20 М, холодильник лабораторный ХЛ-340 "Позис", хроматографическая камера д/пластин, центрифуга MiniSpin Eppendorf, шейкер LOIP LS-110, шкаф вытяжной лабораторный ШВ-1,3-Ламинар-С.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 324</b></p> <p>Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук Acer Extensa 7630G-732G25Mi.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.</p>
---	--	--

<p>биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p><b>4. помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 327</b></p> <p>Учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран ClassicSolutionNorma настенный</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 329</b></p> <p>Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы Ohaus SPU-202, термостат TCO 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой – 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dехр ТМ-80, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Аудитория № 428</b></p> <p>Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma 200*200, моноблоки стационарные - 2 шт.</p> <p style="text-align: center;"><b>Читальный зал №1</b></p> <p>Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к электронным библиотечным системам (ЭБС) и БД, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 5 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт.</p>	
---	--	--

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

по дисциплине Клеточные технологии растений на 4 семестр

Рабочую программу  
осуществляют:

Лекции: к. биол. наук, ст. преп.  
А.Б. Якупова  
(должность, уч. степень, звание,  
ф.и.о.)

Практические занятия:  
к. биол. наук, ст. преп. А.Б.  
Якупова  
(должность, уч. степень, звание,  
ф.и.о.)

Зачетных единиц трудоемкости (ЗЕТ) 2

Учебных часов:

лекций (в т.ч. в интерактивных  
формах) 16

семинарских (в т.ч. в интерактивных формах) \_\_\_\_\_

практических (в т.ч. в интерактивных  
формах) \_\_\_\_\_

лабораторных 16

консультаций \_\_\_\_\_

зачет 9

семестр \_\_\_\_\_

экзамен \_\_\_\_\_

СР 39,8

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение Культура клеток, тканей и органов растений: предмет, задачи. История развития методов культивирования изолированных клеток, тканей и органов растений.	4			5	1, 2, 3,4  Дополнительная литература: 1,2,4	Значение культуры клеток, тканей и органов растений для решения фундаментальных проблем биологии. Культура клеток и тканей как основа биотехнологии растений	Индивидуальный опрос
2.	Гормональная регуляция в культуре клеток и тканей, суспензионные культуры	2			5	1, 2, 3,4  Дополнительная литература: 1,2,4	Подготовка к коллоквиуму по теме Характеристика растительной клетки. Особенности функционирования растительной клетки.	Коллоквиум
3.	Культура клеток растений - система для изучения синтеза вторичных метаболитов. Культуры соматических клеток. Морфофизиологическая характеристика каллусных тканей. Суспензионные культуры. Культивирование отдельных клеток. Культуры гаплоидных клеток.	4			5	1, 2, 3,4  Дополнительная литература: 1,2,4	Иммобилизация растительных клеток: необходимость, основные методы. Физиологические основы преимущества иммобилизованных растительных клеток перед традиционными способами культивирования. Системы культивирования иммобилизованных клеток	Индивидуальный опрос

4.	Приемы и методы стерилизации, работа в ламинарном боксе	2		6	5	1, 2, 3,4 Дополнительная литература: 1,2,4	Подготовка к индивидуальному опросу	Индивидуальный опрос, проверка рабочей тетради
5.	Стерилизация растительного экспланта, приготовление питательных сред	2		6	5	1, 2, 3,4 Дополнительная литература: 1,2,4	Подготовка к индивидуальному опросу	Индивидуальный опрос, проверка рабочей тетради
6.	Клональное микроразмножение растений. Методы клонального микроразмножения, оздоровление материала от вирусов Методы клонального микроразмножения.	2		2	5	1, 2, 3,4 Дополнительная литература: 1,2,4	Оздоровление посадочного материала от вирусов. Создание искусственных ассоциаций культивируемых клеток высших растений с микроорганизмами. Методы сохранения генофонда	Индивидуальный опрос, проверка рабочей тетради
7.	Клеточная селекция Методы клеточной селекции. Генетические основы применения культуры клеток в селекционных целях. Виды культуры клеток растений, использование в клеточной селекции. Этапы клонального микроразмножения.	2			5	1, 2, 3,4 Дополнительная литература: 1,2,4	Преимущества метода клеточной селекции in vitro. Преимущества микрклонального размножения. История метода. Факторы, влияющие на процесс микрклонального размножения.	Коллоквиум
8.	Клеточные технологии растений, получение каллусной ткани			2	4,8	1, 2, 3,4 Дополнительная литература: 1,2,4	Подготовка к тестированию	Индивидуальный опрос, проверка рабочей тетради
	<b>Всего часов:</b>	16		16	39,8			

