



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ИНСТИТУТ НАУК О ЖИЗНИ И БИОМЕДИЦИНЫ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
(ФИО)  
«20» декабря 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ  
Директор выпускающего структурного подразделения  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
(И.О. Фамилия)  
«20» декабря 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**Биотехнология растений**  
**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**  
Образовательная программа по профилю «Молекулярная биотехнология»  
**Форма подготовки: очная**

курс 4 семестр 8  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
самостоятельная работа 54 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
зачет - семестр  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 **Биотехнология**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021г. №736.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии протокол от «20» декабря 2021 г. № 1

Директор департамента  
медицинской биологии и биотехнологии канд. биол. наук В.В. Кумейко

Составитель: канд. биол. наук, доцент М.Т. Ханды

Владивосток  
2021

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии, протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель курса:** Курс биотехнологии растений необходим для приобретения студентами знаний о необходимости, возможности и перспективах использования достижений современной биологии для решения практических задач растениеводства и сельского хозяйства.

### **Задачи курса:**

1. Предоставить информацию о современных направлениях биотехнологии.
2. Ознакомить с вопросами становления и развития направлений биотехнологии, базирующихся на использовании методов культивирования *in vitro* растений.
3. Ознакомить с направлениями биотехнологии растений, ориентированными на увеличение и поддержание генетического разнообразия коммерчески ценных культур, и ускорение селекционного процесса.
4. Рассмотреть перспективы развития направлений биотехнологии растений и вопросы биобезопасности.

В результате изучения данной дисциплины у выпускников формируются следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ПК-14. Способность и готовность к использованию биологических процессов и объектов для производства экономически важных веществ и создания высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений, а также	ПК -14.1. Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для сохранения генофонда

	связанных с промышленным получением экономически важных продуктов с помощью культивируемых клеток растений, сохранением генофонда сельскохозяйственных сортов и дикорастущих растений	ПК -14.2. Решает проблемы масштабирования при переходе к промышленному культивированию растительной биомассы использует техноэкономические особенности биотехнологических процессов на различных стадиях производства инновационных лекарственных препаратов
		ПК-14.3. Использует факторы определяющие направленный синтез продуктов вторичного метаболизма в культуре растительных клеток <i>in vitro</i> , и технологии клеточной селекции культур-суперпродуцентов вторичных метаболитов
		ПК-14.4 Применяет методы глубокого замораживания для глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-14.1. Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для сохранения генофонда	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток, влияние различных компонентов на развитие клеток и процессы, протекающие в них.</li> <li>- особенности клеточной дифференциации, пути морфогенеза и регенерации растений или отдельных органов в культуре <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах</li> <li>- делать вывод о возможности использования технологии клеточных культур для получения ценных биотехнологических продуктов</li> </ul> <p>Владеть: методами приготовления питательных сред, культивирования клеток и тканей растений, микрклонального размножения, генетической инженерии растений,</p>
ПК-14.2. Решает проблемы масштабирования при переходе к промышленному культивированию	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные проблемы биотехнологии БАВ</li> <li>- технологические основы инновационной деятельности в производстве лекарственных веществ</li> </ul>

<p>растительной биомассы использует техноэкономические особенности биотехнологических процессов на различных стадиях производства инновационных лекарственных препаратов</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- делать обзор путей и методов получения, хранения и выращивания культур растительных и животных клеток, используемых для различных биотехнологических целей</li> <li>- оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах при проведении лабораторных занятий</li> <li>- осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ.</li> <li>- анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- применять на практике теоретические знания и практические навыки для подбора оптимальных условий культивирования изолированных клеток и тканей лекарственных растений на различных этапах <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами усовершенствования технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- методами разработки технологической документации в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического процесса получения лекарственных веществ</li> <li>- методами разработки новых путей получения лекарственных веществ</li> <li>- методологическими подходами управления морфогенезом и регенерацией при культивировании <i>in vitro</i> растительных клеток, тканей и органов, способностью критического анализа и обобщения полученных результатов</li> </ul>
<p>ПК-14.3. Использует факторы определяющие направленный синтез продуктов вторичного метаболизма в культуре растительных клеток <i>in vitro</i>, и технологии клеточной селекции культур-суперпродуцентов вторичных метаболитов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о роли фитогормонов в сигнальной регуляции роста и развития растений <i>in vivo</i> и особенностях применения фитогормонов для реализации тотипотентности растительной клетки в экспериментальных условиях <i>in vitro</i>;</li> <li>- теоретические знания о вторичном метаболизме в растениях и в культуре клеток.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить отбор клеток растений по различным признакам</li> <li>- характеризовать культуры клеток, проводить селекцию</li> <li>- культивировать растительные клетки</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа вторичных метаболитов</li> <li>- методами культивирования растительных клеток</li> <li>- методами выделения протопластов</li> <li>- методами трансформации растительных клеток</li> </ul>

ПК-14.4 Применяет методы глубокого замораживания для глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства	Знать: - принципы создания биологических коллекций - направления по сохранению генофонда растений - современные направления селекции растений, в том числе сельскохозяйственных растений Уметь: - работать в асептических условиях - работать с жидким азотом - проводить подготовку меристем и культур клеток к криосохранению - проводить эксперименты по выделению протопластов - проводить эксперименты по слиянию протопластов Владеть: - методом выделения меристем - методом длительного хранения семян - методами культивирования растительных клеток в пересадочных коллекциях
--	--

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
Лаб	Лабораторные работы
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации
	И прочие виды работ

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации	
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР		Конт роль

1	Введение в растительную биотехнологию	7	2	8	8				
2	Вторичный метаболизм	7	2	0	0				
3	Методы культивирования <i>in vitro</i> , применяемые в биотехнологии растений	7	10	14	14		27		
4	Генетическая инженерия растений	7	4	4	4				
	Итого:	7	18	36	36	-	27	27	Экзамен

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Лекции (18 часов)

#### **Тема 1. Введение в растительную биотехнологию (2 часа)**

Биотехнология, ее задачи, принципы и основные достижения. Задачи биотехнологии растений. Перспективы развития направлений биотехнологии растений и вопросы биобезопасности.

#### **Тема 2. Вторичный метаболизм (2 часа)**

Вторичные продукты биосинтеза. Функция вторичных продуктов биосинтеза. Технология получения биологически активных соединений на основе методов культивирования *in vitro*.

#### **Тема 3. Методы культивирования *in vitro*, применяемые в биотехнологии растений (10 часов).**

Исторические этапы развития методов культивирования *in vitro*. Доказательство тотипотентности растительной клетки. Источники питания растений в условиях *in vivo* и *in vitro*. Витамины. Минеральные вещества. Классы фитогормонов и их особенности. Действие фитогормонов в сигнальной регуляции роста и развития растений. Значение фитогормонов при проведении работ по культивированию *in vitro*.

Принципы проведения работ по культивированию *in vitro*. Принцип приготовления культуральных сред и особенности их состава. Культура изолированных клеток и клеточных суспензий. Каллусные и клеточные культуры. Особенности органогенеза и эмбриоидогенеза *in vivo* и *in vitro*. Технология получения искусственных семян. Соматоклональная изменчивость как альтернатива мутагенезу для увеличения генетического разнообразия культурных растений. Механизмы соматоклональной изменчивости. Практическое использование соматоклонов.

Культура изолированных зародышей, семяпочек, эндоспермов. Хромосомная инженерия растений. Генетические основы хромосомной

инженерии растений. Понятие интрогрессивной гибридизации. Значение интрогрессивной гибридизации в эволюции и селекции растений. роль ядерно-цитоплазматических взаимодействий. Методы генотипирования растений гибридного происхождения.

Биотехнологии ускорения селекционного процесса. Гаплоиды и необходимость их получения. Методы получения андрогенных и гиногенных гаплоидов. Роль гаплопродюсеров при получении гаплоидов и гомозиготных линий. Примеры практического использования гомозиготных линий при ускоренном создании сортов. Клеточная селекция и мутагенез. Биотехнологии клонального микроразмножения и оздоровления коммерчески ценных растений. Проблемы биобезопасности при использовании методов клонального микроразмножения.

Культура протопластов. Соматическая гибридизация. Методы слияния протопластов. Особенности продуктов слияния протопластов. Перспективы развития клеточной инженерии растений.

#### **Тема 4. Генетическая инженерия растений (4 часа).**

Генетическая интеграция растений и микроорганизмов (мутуалистические взаимоотношения у растений). Механизмы взаимодействия растений с агробактериями. Природные генные векторы у растений.

Принципы генной инженерии растений. Методы трансформации растительных клеток. Особенности трансгенных растений. Практическое использование трансгенных растений. Перспективы развития генной инженерии растений. Вопросы биобезопасности использования трансгенных растений.

### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

#### **Практические занятия (36 часов)**

#### **Занятие 1. Организация работы по биотехнологии растений (4 часа)**

Для организации биотехнологической лаборатории необходимы просторные, изолированные помещения, в которых возможно поддерживать стерильные (асептические) условия, современное оборудование и высококачественные реактивы. Биотехнологическая лаборатория должна включать: – моечную комнату; – комнату для приготовления питательных сред; – помещение для стерилизации (автоклавирования); – ламинарный бокс; – культуральную (световую) комнату.

1) Оборудование моечной комнаты: мойки с горячей и холодной водой; дистилляторы и бидистилляторы; сушильные шкафы с режимом работы для сушки посуды – до 100 – 130 °С, для инструментов – до 170 °С; шкафы для хранения чистой посуды и инструментов, ёмкости для хранения моющих средств, вытяжные шкафы с эксикаторами для хромпика ( $H_2SO_4$  98 % +  $K_2CrO_7$ ).

2) Оборудование комнаты для приготовления питательных сред: лабораторные столы; холодильники для хранения маточных растворов солей, гормонов и витаминов; аналитические и торсионные весы; ионметр; магнитные мешалки; газовые горелки; набор посуды (колбы, стаканы, мерные цилиндры, мензурки, пробирки и др.), необходимый набор химических реактивов надлежащей степени чистоты (ХЧ, Ч, ЧДА).

3) Оборудование помещения для стерилизации: автоклавы с режимом работы – давление 1–2 атмосферы и температура 120 оС; стеллажи для штативов с питательными средами; шкафы для хранения стерильных материалов. Данное помещение должно быть обязательно изолировано от других, оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и иметь канализационный слив для отвода конденсата из автоклава.

4) Оборудование комнаты для инокуляции растительных эксплантов на питательные среды: ламинар-боксы, лабораторные столы, стеллажи, бактерицидные лампы, шкафы для материалов и оборудования.

5) Оборудование культуральных (световых) комнат: световое отделение – источники освещения со спектром, близким к спектру дневного света (от 3 до 10 кЛк), кондиционер для регуляции температуры ( $25 \pm 2$  оС) и влажности воздуха (70 %), стеллажи для штативов с культу- 10 вируемым материалом; темновое отделение – с тем же оборудованием, исключая источники освещения. Для культивирования эксплантов в темноте желательно использовать термостаты или хладотермостаты, способные с высокой точностью поддерживать задаваемые режимы температуры и влажности воздуха. Необходимый набор посуды, инструментов и материалов в биотехнологической лаборатории: мерные колбы, колбы Эрленмейера, химические стаканы, мерные цилиндры, чашки Петри, пробирки, пипетки, стеклянные палочки, стеклянные и мембранные фильтры, ланцеты (в том числе глазные, хирургические, анатомические), ножницы, пинцеты, ножи, бритвенные лезвия, препаровальные иглы, шпатели, бумага (оберточная, пергаментная, фильтровальная), фольга алюминиевая, вата, марля, шпагат. Цель работы: ознакомиться с организацией работы в биотехнологической лаборатории, освоить режимы работы приборов и оборудования б/т лаборатории, пройти инструктаж по технике безопасности.

**Материалы и оборудование:** сушильный шкаф, термостат, дистиллятор, автоклав.

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с устройством биотехнологической лаборатории.
2. Под руководством преподавателя освоить принципы работы автоклава, сушильных шкафов, термостата, дистиллятора.
3. Пройти инструктаж по технике безопасности при работе в биотехнологической лаборатории.

**Занятие 2. Питательные среды и их компоненты (4 часа)**

**Занятие 3. Выступления студентов по теме СРС1 (4 часа)**

**Занятие 4. Образовательная ткань растений и культура проростков (4 часа)**

**Занятие 5. Каллусные и суспензионные культуры клеток (4 часа)**

**Занятие 6. Вторичная дифференциация и морфогенез в культуре каллусных тканей. Микрклональное размножение растений (4 часа)**

**Занятие 7. Анализ показателей роста растений (4 часа)**

**Занятие 8. Протопласты растений (4 часа)**

**Занятие 9. Исследование генома растений (4 часа)**

**Лабораторные работы (36 часов)**

**Лабораторная работа 1. Условия стерильной работы (4 часа)**

Все работы с культурой клеток и тканей *in vitro* в биотехнологической лаборатории проводят в стерильных (асептических) условиях в стерильном боксе или ламинар-боксе, стерильными инструментами, в стерильной посуде, на стерильных питательных средах.

Чаще всего для стерилизации помещений (боксов для пересадки тканей, культуральных комнат) используют ультрафиолетовое облучение в течение 0,5–2 часов (в зависимости от площади помещения). Облучение ультрафиолетовыми лучами (260 нм) – наиболее часто

используется в лабораториях для стерилизации помещений, настольных боксов. При длительном воздействии эти лучи вызывают гибель всех бактерий. Бактерии погибают очень быстро, а споры грибов значительно медленнее. Поэтому в боксах устанавливают бактерицидные лампы БУФ-15 или БУФ-30, которые включаются на 30 минут за 1 час до работы. Кроме того, рекомендуется проводить профилактическое облучение боксов. Работы в облученном помещении начинают через 15–20 минут после отключения бактерицидных ламп, так как под действием ультрафиолетового излучения двухатомный

кислород воздуха O<sub>2</sub> становится трехатомным озоном O<sub>3</sub> – газом, токсичным для человека. Для достижения максимальной стерильности перед обработкой УФ все поверхности тщательно отмываются моющими средствами, водой и растворами хлорсодержащих веществ, поверхности ламинар-бокса обрабатывают 70 % спиртом.

**Цель работы:** освоить методы подготовки помещений, материалов, инструментов, оборудования к работе с культурой растительных тканей.

**Материалы и оборудование:** посуда: химические стаканы (50, 100, 250 мл), штативы с пробирками, чашки Петри; инструменты (пинцеты, скальпели, препаровальные иглы), моющие средства (стиральный порошок), хромпик.

**Ход работы:**

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

2. Прокварцевать помещение в течение 1.5 – 2 ч. Соблюдать технику безопасности! 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. Посуду тщательно отмыть в растворах детергентов (стиральный порошок), промыть 8–10 раз проточной водой, поместить на 4–6 часов в хромпик (смесь серной кислоты с бихроматом калия), промыть теплой водой, затем дважды дистиллированной и бидистиллированной.

5. Чистую посуду поместить в сушильный шкаф на 2 часа при температуре 100 – 130 °С.

6. Стерильную посуду для хранения закрыть ватными пробками, фольгой, целлофаном.

7. Чистые инструменты завернуть в пергаментную бумагу и стерилизовать в сушильном шкафу 2 часа при температуре 100–130 °С.

**Работа в ламинарном боксе**

Все операции, связанные с разливом питательных сред, пересадкой (пассированием) каллусов, вычленением эксплантов ведут в специальных комнатах или ламинарных боксах, где обеспечиваются стерильные условия работы.

Ламинарный бокс (ламинар) – приспособление для работы в стерильных условиях. Асептические условия в ламинаре создаются с помощью тока воздуха. Ламинарное движение воздуха – движение, при котором струйки воздуха перемещаются параллельно, обтекая препятствие равномерными слоями. Воздух подаётся в ламинар через специальные

фильтры, которые очищают его от спор микроорганизмов, частичек пыли и т. д. Ток воздуха, проходя через ламинар, движется к исследователю, что позволяет освобождать внутреннее пространство ламинара от спор микроорганизмов.

**Цель работы:** освоить навыки проведения работ в ламинарном боксе (разлив среды культивирования в чашки Петри, вычленение эксплантов, пассирования каллюсной, суспензионной культур и т. д.).

**Материалы и оборудование:** ламинарный бокс, спиртовка, простерилизованные инструменты и посуда, флакон со спиртом.

**Ход работы:**

1. В биотехнологической лаборатории провести влажную уборку с дезинфицирующими агентами.

2. Для надежности стерилизации перед началом работы помещение лаборатории и внутреннее пространство ламинара облучить УФ-лучами (0,5 – 1 ч).

3. 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.

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

5. 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!!!

6. После окончания работы привести рабочее место в порядок: протереть поверхность бокса моющим средством (или спиртовым раствором). Внутри бокса, кроме стаканчика с инструментами и горелки, ничего не оставлять!

**Контрольные вопросы**

1. Что подразумевают под «методами *in vitro*»?
2. Какие направления использования методов *in vitro*?
3. Каково практическое применение технологий *in vitro* высших растений?
4. Какие помещения должна включать биотехнологическая лаборатория?

5. Какие основные принципы работы в биотехнологической лаборатории?

6. Какое оборудование, посуду, инструменты, материалы должна иметь биотехнологическая лаборатория?

7. Что необходимо подготовить для проведения работ с культурой *in vitro*?

8. Какие существуют способы подготовки химической посуды и инструментов для работы в биотехнологической лаборатории?

9. Что такое ламинарный бокс? Как проводят работы в ламинаре?

10. Какие требования техники безопасности необходимо соблюдать для работы в биотехнологической лаборатории?

**Лабораторная работа 2. Приготовление маточных растворов компонентов питательных сред для культивирования растительных эксплантов (4 часа)**

**Лабораторная работа 3. Приготовление и стерилизация питательной среды Мурасиге-Скуга для культивирования изолированных клеток и тканей (4 часа)**

**Лабораторная работа 4. Получение стерильных проростков в культуре изолированных зародышей (4 часа)**

**Лабораторная работа 5. Получение первичного каллуса из лекарственного растения (4 часа)**

**Лабораторная работа 6. Получение регенерантов в культуре каллусной ткани (4 часа)**

**Лабораторная работа 7. Подсчет плотности клеток, определение степени агрегированности и жизнеспособности в суспензионной культуре клеток (4 часа)**

**Лабораторная работа 8. Выделение и очистка изолированных протопластов высших растений (4 часа)**

**Лабораторная работа 9. Окрашивание хромасом (4 часа)**

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Требования к подготовке эссе по предложенной теме

В качестве самостоятельной работы по разделу 1 (тема 1.1. Современное состояние и достижения в области биотехнологии лекарственных средств на основе культур растительных клеток и тканей) студентам предлагается подготовить эссе.

Структура эссе

1. Титульный лист (заполняется по единой форме, см. образец):

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Название вуза

факультет

Кафедра

Эссе

**НАЗВАНИЕ ЭССЕ**

Выполнил: студент ..... гр.

ФИО

---

Проверил:

Уч. ст., уч. зван., Ф.И.О преподавателя

---

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Оценка \_\_\_\_\_

Город – 20...

2. Введение – суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически. На этом этапе очень важно правильно сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.

3. Основная часть – теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса. Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации. Именно в этой части необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы. В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий: причина – следствие,

общее – особенное, форма – содержание, часть – целое, постоянство – изменчивость. В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли. Хорошо проверенный (и для большинства – совершенно необходимый) способ построения любого эссе – использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков – не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. Заключение – обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Заключение подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе  
Доказательство – это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация – это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь. Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения. Тезис – это положение (суждение), которое требуется доказать.

Аргументы – это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. Вывод – это мнение, основанное на анализе фактов.

Оценочные суждения – это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. Аргументы обычно делятся на следующие группы:

#### Рекомендации по работе над эссе

1. В работе необходимо ссылаться на те источники литературы, которые прочитал автор эссе.

2. Используемые автором эмпирические данные из разных источников литературы должны служить подтверждением выдвинутых автором предположения.

3. Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как: – исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме);

– качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы);

– аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

#### Требования к оформлению эссе

Объем эссе должен составлять до 7 страниц машинописного текста, шрифт TimesNewRoman, шрифт – 14, интервал – 1,5. Поля: сверху и

снизу – 2 см, слева – 3 см, справа – 1,5 см. Текст пишется с одной стороны листа. Страницы должны быть пронумерованы и сброшюрованы.

Титульный лист не нумеруется. Каждый раздел работы начинается с новой страницы.

Оформление цитат. На каждый цитируемый или упоминаемый в работе источник делается сноска, которой присваивается номер.

Допускается построчная или сквозная нумерация сносок. Если приводится дословное цитирование, то в сноске указывается источник.

Оформление таблиц. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Нумерация может быть 2-х видов: 1) сквозная; 2) нумерация таблиц в пределах главы. В последнем случае номер таблицы состоит из номера главы и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Название таблицы следует помещать над таблицей слева без абзацного отступа одну строку. Если таблица заимствована из других источников, необходимо указать ссылку на источник информации.

Оформление рисунков, схем, графиков. Все рисунки, схемы, графики, приводимые в работе, должны иметь нумерацию. Нумерация ведется сплошная, арабскими цифрами. Нумерация и название помещаются под рисунком, схемой, графиком и, вне зависимости от разновидности изображаемого, носят название – рисунок. Например, «Рис. 1. Этапы

микрклонального размножения ...». Каждый рисунок, если он заимствован из другого источника, должен иметь ссылку на источник информации.

Ссылки на источники из Интернет-ресурсов. Студенты могут при написании работы использовать материал, размещенный на сайтах

Интернет-ресурсов. При этом следует указать название материала, а затем указать ссылку на сайт.

Ориентировочные темы эссе

1. Биотехнология растений на рубеже XX и XXI вв.: проблемы и перспективы.

2. Новейшие достижения в области биотехнологии лекарственных средств на основе культур растительных клеток и тканей.

3. Роль трансконтинентальных корпораций в развитии исследований в области биотехнологии лекарственных средств на основе культур растительных клеток и тканей.

4. Государственная политика в России, направленная на развитие новых направлений биотехнологии растений в области фармацевтики и медицины.

5. Современное состояние и достижения в области биотехнологии лекарственных средств на основе культур растительных клеток и тканей в отдельных странах и регионах (США, Китай, Индия, страны Западной Европы и др.).

6. Лекарственные средства и препараты, полученные *in vitro* на основе каллусных и суспензионных культур растений.

Требования к подготовке и представлению тематического сообщения

Тематическое сообщение студенты готовят для семинара по разделу 4 (Частные биотехнологии отдельных видов лекарственных растений), что позволит провести данный вид занятий более плодотворно с элементами дискуссии, поскольку разные виды лекарственных растений могут иметь сходные технологии культивирования *in vitro*. Продолжительность выступления не более 5-7 мин. После чтения доклада студентам предлагается обсудить затронутые в докладе проблемные вопросы. Студент при чтении доклада должен изложить переработанный материал в доступной и понятной форме. Как правило, студент не читает с листа, а излагает доклад своими словами, опираясь на предварительно составленный план доклада. Устное выступление должно сопровождаться презентацией, позволяющей визуализировать представляемый материал и сократить время мини-доклада. Тематическое сообщение студенты готовят самостоятельно, исходя из полученного опыта при выполнении проекта на лабораторных занятиях и с привлечением не столько учебной, сколько научной литературы.

Преподаватель информирует студентов, что данный вид работы будет им полезен при освоении последующего курса модуля

«Практикум по растительной биотехнологии», который также предусматривает реализацию исследовательских проектов, но уже не по одному виду (для всей группы студентов), а по отдельным видам лекарственных растений. Несмотря на ограничение по времени, выступление должно включать: вступление, основную часть и заключение. Вступление должно содержать: название, сообщение основной идеи, современную оценку предмета изложения, краткое перечисление рассматриваемых вопросов, живую интересную форму изложения, акцентирование внимания на важных моментах, оригинальность подхода.

Основная часть, в которой выступающий должен глубоко раскрыть суть затронутой темы, обычно строится по принципу отчета.

Задача основной части – представить достаточно данных для того, чтобы слушатели заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение – ясное, четкое обобщение и краткие выводы.

Для подготовки презентации рекомендуется использовать: Microsoft Power Point. Последовательность подготовки презентации:

1. Четко сформулировать цель презентации.
2. Определить формат презентации.
3. Отобрать всю содержательную часть для презентации и выстроить логическую цепочку представления.
4. Определить ключевые моменты в содержании текста и выделить их.
5. Определить виды визуализации (картинки) для отображения их на слайдах в соответствии с логикой, целью и спецификой материала.
6. Подобрать дизайн и форматировать слайды (количество картинок и текста, их расположение, цвет и размер).
7. Проверить визуальное восприятие презентации.

Примерные темы тематических сообщений

1. Ростовые и биосинтетические характеристики разных штаммов культур клеток растений рода *Polyscias*.
2. Оптимизация технологии получения тритерпеновых гликозидов в суспензионной культуре клеток женьшеня настоящего *Panax ginseng*.

3. Перспективы промышленного аппаратного выращивания суспензионной культуры стефании гладкой *Stephania glabra* для получения алкалоида стефарина.

4. Микрклональное размножение родиолы розовой.

Подготовка к выполнению практического задания

Практическое задание выполняется студентами непосредственно на лабораторном занятии (работают в парах) при освоении раздела 2 (Культивирование клеток и тканей лекарственных растений на искусственной питательной среде). После выполнения задания каждый студент должен представить отчет, объяснить результаты, полученные при его выполнении. Для выполнения практического задания студент должен подготовиться самостоятельно по теоретическому материалу, который оговаривается преподавателем ранее. Контроль осуществляется в форме тестирования. Для подготовки к тестированию обучающийся кроме темы, по которой будет проводиться контроль, получает примерный перечень вопросов, на которые следует обратить внимание при самостоятельном изучении материала.

Самостоятельная работа включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной литературой и конспектом лекций,
- 2) подготовку к практическим занятиям,
- 3) подготовку к тестированию и контрольному собеседованию (зачету),
- 4) работу с микропрепаратами в лаборатории.

5. Порядок выполнения самостоятельной работы студентами определен планом-графиком выполнения самостоятельной работы по дисциплине (см. ниже)

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения лабораторных занятий, устных опросов, собеседований и контрольных работ, в том числе путем тестирования

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины вытекают из тематического содержания дисциплины.

Текущий контроль результатов самостоятельной работы осуществляется в ходе проведения практических работ (устный опрос), проверки домашних заданий и тестирования. На основании этих результатов студент получает текущие и экзаменационные оценки, по которым выводится итоговая оценка. Промежуточная (семестровая) аттестация проводится в форме зачета

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Введение в растительную биотехнологию	ПК -14.1. Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для сохранения генофонда	Знать: - состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток, влияние различных компонентов на развитие клеток и процессы, протекающие в них. - особенности клеточной дифференциации, пути морфогенеза и регенерации растений или отдельных органов в культуре <i>in vitro</i> Уметь: - оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах - делать вывод о возможности использования технологии клеточных культур для получения ценных	Практическое и лабораторные занятия	Тестирование

			биотехнологических продуктов Владеть: методами приготовления питательных сред, культивирования клеток и тканей растений, микроклонального размножения, генетической инженерии растений		
2	Вторичный метаболизм	ПК -14.2. Решает проблемы масштабирования при переходе к промышленному культивированию растительной биомассы использует техноэкономические особенности биотехнологических процессов на различных стадиях производства инновационных лекарственных препаратов ПК-14.3. Использует факторы определяющие направленный синтез продуктов вторичного метаболизма в культуре растительных клеток <i>in vitro</i> , и технологии клеточной селекции культур-суперпродуцентов в вторичных метаболитов ПК-14.4	Знать: - современные проблемы биотехнологии БАВ - технологические основы инновационной деятельности в производстве лекарственных веществ Уметь: - делать обзор путей и методов получения, хранения и выращивания культур растительных и животных клеток, используемых для различных биотехнологических целей - оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах при проведении лабораторных	Практическое и лабораторные занятия	Тестирование
3	Методы культивирования <i>in vitro</i> , применяемые в биотехнологии растений			Практическое и лабораторные занятия	Тестирование

		<p>Применяет методы глубокого замораживания для глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства</p>	<p>занятий</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ.</li> <li>- анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- применять на практике теоретические знания и практические навыки для подбора оптимальных условий культивирования изолированных клеток и тканей лекарственных растений на различных этапах in vitro</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами усовершенствования технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- методами разработки технологической документации в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического</li> </ul>		
--	--	---	---	--	--

			<p>процесса получения лекарственных веществ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами разработки новых путей получения лекарственных веществ</li> <li>- методологически ми подходами управления морфогенезом и регенерацией при культивировании <i>in vitro</i> растительных клеток, тканей и органов, способностью критического анализа и обобщения полученных результатов</li> </ul> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о роли фитогормонов в сигнальной регуляции роста и развития растений <i>in vivo</i> и особенностях применения фитогормонов для реализации тотипотентности растительной клетки в экспериментальных условиях <i>in vitro</i>;</li> <li>- теоретические знания о вторичном метаболизме в растениях и в культуре клеток.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить отбор клеток растений</li> </ul>		
--	--	--	---	--	--

			<p>по различным признакам</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеризовать культуры клеток, проводить селекцию</li> <li>- культивировать растительные клетки</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа вторичных метаболитов</li> <li>- методами культивирования растительных клеток</li> <li>- методами выделения протопластов</li> <li>- методами трансформации растительных клеток</li> </ul>		
4	Генетическая инженерия растений	<p>ПК -14.1.</p> <p>Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток, влияние различных компонентов на развитие клеток и процессы, протекающие в них.</li> <li>- особенности клеточной дифференциации, пути морфогенеза и регенерации растений или отдельных органов в культуре <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать состав питательных сред для</li> </ul>	Практическое и лабораторные занятия	

		<p>сохранения генофонда ПК-14.4</p> <p>Применяет методы глубокого замораживания для глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства</p>	<p>культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах - делать вывод о возможности использования технологии клеточных культур для получения ценных биотехнологических продуктов</p> <p>Владеть: методами приготовления питательных сред, культивирования клеток и тканей растений, микроклонального размножения, генетической инженерии растений,</p>		
--	--	---	--	--	--

## **VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Загоскина, Н.В. Биотехнология: теория и практика: Учеб. пособие для вузов / Н.В. Загоскина, Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина. – М.: Оникс, 2010. – 496.
2. Клунова, С.М. Биотехнология: Учебник / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
3. Лутова, Л.А. Биотехнология высших растений: Учебник / Л.А. Лутова. – Изд. 2-е. СПб: Изд-во С.-Петербур. Ун-та, 2010. – 240 с. с.
4. Орехов, С.Н. Биотехнология: Учебник. / С.Н. Орехов, И.И. Чекалева, А.В. Катлинский. – М.: Академия, 2014. – 288 с. Дополнительная литература
5. Бутенко, Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учеб. пособие / Р.Г. Бутенко. – М.: ФБКПресс, 1999. – 160 с.

6. Диксон, В. Биотехнология растений: культура клеток / Пер. с англ. В.И. Негрука; Под ред. Р.Г. Бутенко. – М.: Агрпромиздат, 1989. – 280 с.

7. Калашникова, Е.А. Клеточная инженерия растений: Учебное пособие / Е.А. Калашникова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 318 с.

8. Курапов, П.Б. Многообразие вторичных метаболитов высших растений и их лечебные свойства / П.Б. Курапов, Е.Ю. Бахтенко. – М.: Изд. РГМУ, 2012. – 200 с.

9. Меньшутина, Н.В. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства. Т. 1. / Н.В. Меньшутина, Ю.В. Мишина, С.В. Алвес. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 328 с.

10. Меньшутина, Н.В. Инновационные технологии и оборудование фармацевтического производства. Т. 2. / Н.В. Меньшутина, Ю.В. Мишина, С.В. Алвес. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 480 с.

11. Минина, С.А. Химия и технология фитопрепаратов: Учебное пособие / С.А. Минина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 560 с.

12. Клетки / под ред. Б. Льюина и др.; пер с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 951 с.

13. Носов А. Использование клеточных технологий для промышленного получения биологически активных веществ растительного происхождения // Биотехнология. – 2010. – № 5. – С. 8–28.

14. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: Учебник / Под ред. В.С. Шевелухи. – Изд. 4-е. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 704 с.

15. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 325 с.

16. Biotechnology of Medicinal Plants: Vitalizer and Therapeutic / K.G. Ramawat (ed.) // USA: Science Publishers, 2004. – 316 p.  
<http://www.scipub.net/agriculture/biotechnology-medicinal-plants.html>

17. Medicinal plant biotechnology / R. Arora (ed.). UK, Oxfordshire: CAB International, 2010. – 357 p.

#### **Электронные и интернет-ресурсы**

1. <http://www.biotechnolog.ru/> – Кузьмина Н.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для студентов биологического факультета.

2. <http://bio-x.ru/> – Интернет-портал по биотехнологии 3. [www.cbio.ru/](http://www.cbio.ru/) – Интернет-портал о коммерческих биотехнологиях

4. <http://molbiol.ru/> – Интернет-портал по классической и молекулярной биологии

5. <http://www.biorosinfo.ru/press/что-такое-biotekhnologija/> – Сайт Общества биотехнологов России

#### **Перечень информационных технологий**

## и программного обеспечения

<b>Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Компьютерный класс Школы биомедицины ауд. М723, 15 рабочих мест	Microsoft Office Professional Plus 2013 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 16.04 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; AutoCAD Electrical 2015 – трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; ESET Endpoint Security 5 – комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии; WinDjView 2.0.2 – программа для распознавания и просмотра файлов с одноименным форматом DJV и DjVu; SolidWorks 2016 – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства Компас-3D LT V12 – трёхмерная система моделирования Notepad++ 6.68 – текстовый редактор

## VIII.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе изучения дисциплины «Биотехнологии растений» предлагаются разнообразные методы и средства освоения учебного содержания, включающие в себя активные методы обучения: лекция, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, тестирование, самостоятельная работа студентов.

### Лекции

**Лекция** – основная активная форма проведения аудиторных занятий, разъяснение основополагающих и наиболее трудных теоретических разделов молекулярной биологии и теории генной инженерии, которая предполагает интенсивную умственную деятельность студента и особенно важна для освоения предмета. Лекция всегда должна носить познавательный, развивающий, воспитательный и организующий характер. Конспект лекций помогает усвоить теоретический материал дисциплины. При слушании лекции надо конспектировать главную информацию, желательно собственными формулировками, что позволяет лучше запомнить материал. Конспект является полезным в том случае, когда он пишется студентом

самостоятельно.

В лекции преподаватель дает лишь небольшую долю материала по тем или другим темам, которые излагаются в учебниках. Кроме того, преподаватель информирует студентов о том, какие дополнительные сведения могут быть получены по обсуждаемым темам, и из каких источников. Поэтому при работе с конспектом лекций всегда необходимо использовать основные учебники, дополнительную литературу и другие рекомендованные источники по данной дисциплине. Именно такая серьезная работа студента с лекционным материалом позволяет достичь ему успехов в овладении новыми знаниями.

Для изложения лекционного курса по дисциплине «Биотехнология растений» в качестве форм активного обучения используются: лекция-беседа, лекция-визуализация, которые строятся на базе знаний, полученных студентами в рамках предшествующих курсу предметов. Для иллюстрации словесной информации применяются электронные презентации, таблицы, видеофайлы, схемы на доске. По ходу изложения лекционного материала ставятся проблемные вопросы или вопросы с элементами дискуссии.

#### **Лекция – визуализация**

Чтение лекции сопровождается показом таблиц, электронных презентаций, видеофайлов – подобное комбинирование способов подачи информации существенно упрощает ее освоение студентами. Словесное изложение материала должно сопровождаться и сочетаться с визуальной формой. Информация, изложенная в виде схем на доске, таблицах, слайдах, позволяет формировать проблемные вопросы, и способствуют развитию профессионального мышления будущих специалистов.

#### **Лекция – беседа**

Лекция-беседа, «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной формой активного обучения и позволяет вовлекать студентов в учебный процесс, так как возникает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Такой контакт достигается по ходу лекции, когда студентам задаются вопросы проблемного или информационного характера или когда им предлагается самим задать преподавателю вопросы. Вопросы предлагаются всей аудитории, и любой из студентов может предложить свой ответ; другой может его дополнить. В ходе учебного процесса это позволяет выявить наиболее активных студентов и активизировать тех, которые не участвуют в работе. Такая форма лекции позволяет вовлечь студентов в рабочий процесс, привлечь их внимание, стимулировать мышление, получить коллективный опыт, научиться формировать вопросы. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она

позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала, а также определять наиболее интересующие студентов темы, с целью возможной корректировки формы преподаваемого материала.

### **Практические занятия по дисциплине «Биотехнология растений»**

Практические занятия – коллективная форма рассмотрения учебного материала. Семинарские занятия, которые так же являются одним из основных видов практических занятий, предназначенных для углубленного изучения дисциплины, проходящие в интерактивном режиме. На занятиях по теме семинара разбираются вопросы и затем вместе с преподавателем проводят обсуждение, которое направлено на закрепление обсуждаемого материала, формирование навыков вести полемику, развивать самостоятельность и критичность мышления, на способность студентов ориентироваться в больших информационных потоках, вырабатывать и отстаивать собственную позицию по проблемным вопросам учебной дисциплины

В качестве методов активного обучения используются на семинарских занятиях: семинар-пресс-конференция, развернутая беседа, семинар-диспут.

**Развернутая беседа.** Для развернутой беседы преподаватель выбирает темы, имеющие важное значение для освоения материала предмета. Занятие проходит в формате «вопрос-ответ», основная роль принадлежит преподавателю, который разъясняет студентам важные аспекты тем. Также, другим вариантом занятия является коллоквиум.

**Семинар-диспут** может быть вызван преподавателем в ходе занятия или же заранее планируется им. Для обсуждения преподаватель выбирает и предлагает аудитории вопросы, вызывающие наибольший резонанс у студентов, и интересные для них как в общечеловеческом плане, так и как для будущих специалистов. Студентам предлагается высказывать свое личное мнение по данным вопросам, разрешается вступать в цивилизованную полемику друг с другом и с преподавателем, который выступает в качестве модератора такой дискуссии.

**Семинар-пресс-конференция.** Преподаватель поручает группам студентов подготовить краткие доклады. Затем участники групп делают доклад. После доклада студенты задают вопросы, на которые отвечают докладчик и другие члены экспертной группы. На основе вопросов и ответов развертывается творческая дискуссия вместе с преподавателем. При данном типе активности основная инициатива принадлежит студентам.

**Семинар-практикум.** Данное практическое занятие имеет своей целью продемонстрировать и обучить студентов различным практическим навыкам.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение дисциплины «Биотехнология растений» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: Мультимедийной аудитории, оснащенной широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерного класса. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ДВФУ и находятся в едином домене.

Для выполнения самостоятельной работы студенты в жилых корпусах ДВФУ обеспечены Wi-Fi.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
<p>Лабораторная аудитория, оснащенная мультимедийным комплексом г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, ауд. М104П, М424, М811П</p>	<p>Система глубокого оптического имиджинга биоматериалов FluoView FV1200MPE, Замораживающий микротом CM 1950, Leica , Микротом RM2265, Leica, Роботизированная система для автоматизированного культивирования клеток CompacT SelecT, Криохранилище лабораторное 24K, Taylor Wharton, Сортиер клеток высокоскоростной MoFlo Astrios EQ, Beckman Coulter, CO2 инкубатор Galaxy 130R, Eppendorf, Система для подготовки образцов для полногеномного секвенирования Ion Chef™ Instrument, Thermo Fisher Scientific, Система анализа последовательностей ДНК Ion S5™ XL System, Thermo Fisher Scientific, Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific, Система автоматизированная Biacore X100 System для анализа межмолекулярных взаимодействий, Система анализа реологических свойств биоматериалов HAAKE MARS III, Thermo Fisher Scientific, Микроскоп атомно-силовой (зондовый) BioScope Resolve, Bruker</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А – уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и</p>

	читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
--	--

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
<p>ПК-14.1. Применяет теоретические и методические принципы использования культивируемых клеток для получения важных метаболитов, для клонального микроразмножения и оздоровления растений, для преодоления несовместимости при отдаленной гибридизации, для получения гаплоидов в селекции на уровне клеток, для клеточной генетической инженерии, для сохранения генофонда</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток, влияние различных компонентов на развитие клеток и процессы, протекающие в них.</li> <li>- особенности клеточной дифференциации, пути морфогенеза и регенерации растений или отдельных органов в культуре <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах</li> <li>- делать вывод о возможности использования технологии клеточных культур для получения ценных биотехнологических продуктов</li> </ul> <p>Владеть: методами приготовления питательных сред, культивирования клеток и тканей растений, микроклонального размножения, генетической инженерии растений,</p>
<p>ПК-14.2. Решает проблемы масштабирования при переходе к промышленному культивированию растительной биомассы использует техноэкономические особенности биотехнологических процессов на различных стадиях производства инновационных лекарственных препаратов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные проблемы биотехнологии БАВ</li> <li>- технологические основы инновационной деятельности в производстве лекарственных веществ</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- делать обзор путей и методов получения, хранения и выращивания культур растительных и животных клеток, используемых для различных биотехнологических целей</li> <li>- оценивать состав питательных сред для культивирования растительных и животных клеток с точки зрения их использования в различных биотехнологических процессах при проведении лабораторных занятий</li> <li>- осуществлять сбор информации и её анализ о методах получения и выращивания новых культур растительных и животных клеток с целью получения БАВ.</li> <li>- анализировать отечественный и зарубежный опыт в области технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- применять на практике теоретические знания и практические навыки для подбора оптимальных условий культивирования изолированных клеток и тканей лекарственных растений на различных этапах <i>in vitro</i></li> </ul> <p>Владеть:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами усовершенствования технологий получения лекарственных веществ</li> <li>- методами разработки технологической документации в связи с оптимизацией и совершенствованием технологического процесса получения лекарственных веществ</li> <li>- методами разработки новых путей получения лекарственных веществ</li> <li>- методологическими подходами управления морфогенезом и регенерацией при культивировании <i>in vitro</i> растительных клеток, тканей и органов, способностью критического анализа и обобщения полученных результатов</li> </ul>
<p>ПК-14.3. Использует факторы определяющие направленный синтез продуктов вторичного метаболизма в культуре растительных клеток <i>in vitro</i>, и технологии клеточной селекции культур-суперпродуцентов вторичных метаболитов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- о роли фитогормонов в сигнальной регуляции роста и развития растений <i>in vivo</i> и особенностях применения фитогормонов для реализации тотипотентности растительной клетки в экспериментальных условиях <i>in vitro</i>;</li> <li>- теоретические знания о вторичном метаболизме в растениях и в культуре клеток.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить отбор клеток растений по различным признакам</li> <li>- характеризовать культуры клеток, проводить селекцию</li> <li>- культивировать растительные клетки</li> </ul> <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа вторичных метаболитов</li> <li>- методами культивирования растительных клеток</li> <li>- методами выделения протопластов</li> <li>- методами трансформации растительных клеток</li> </ul>
<p>ПК-14.4 Применяет методы глубокого замораживания для глубокого замораживания для сохранения генофонда растений и современные методы промышленного получения химических веществ из растений, а также методы создания новых форм растений, необходимых для сельского хозяйства</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы создания биологических коллекций</li> <li>- направления по сохранению генофонда растений</li> <li>- современные направления селекции растений, в том числе сельскохозяйственных растений</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать в асептических условиях</li> <li>- работать с жидким азотом</li> <li>- проводить подготовку меристем и культур клеток к криосохранению</li> <li>- проводить эксперименты по выделению протопластов</li> <li>- проводить эксперименты по слиянию протопластов</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методом выделения меристем</li> <li>- методом долговременного хранения семян</li> <li>- методами культивирования растительных клеток в пересадочных коллекциях</li> </ul>

### Примерные тестовые задания

**Выберите один правильный ответ из 5-ти предложенных:**

1. Термин «тотипотентность» в научную литературу впервые ввел:

- 1) Х. Фехтинг
- 2) Ф. Уайт
- 3) Г. Габерландт
- 4) С. Рехингер
- 5) А. Молиш

2. Практическое значение культур изолированных тканей и клеток растений:

- 1) «оздоровление» сортов ценных культурных растений
- 2) создание «банков» видов растений
- 3) быстрое клональное размножение растений
- 4) получение ценных БАВ
- 5) все вышеперечисленное

3. Растительные ткани и клетки растений могут успешно расти только при отсутствии:

- 1) механических включений
- 2) эндогенных ферментов
- 3) контаминации микроорганизмами
- 4) термолабильных веществ в питательной среде
- 5) всего выше перечисленного

4. В состав питательной среды для культивирования изолированных растительных клеток и тканей НЕ входят:

- 1) микроэлементы
- 2) фитогормоны
- 3) витамины
- 4) ферменты
- 5) углеводы

5. Способность изолированной растительной клетки перейти к выполнению программы развития, в результате которого из культивируемой соматической клетки возникает целое растение, называют:

- 1) тотипотентность
- 2) дедифференцировка
- 3) дифференцировка
- 4) регенерация
- 5) пролиферация

6. Стерилизация растительных объектов, впервые вводимых в культуру *in vitro*, производится:

- 1) текучим паром при  $t=100^{\circ}\text{C}$
- 2) паром под давлением  $t=120^{\circ}\text{C}$
- 3) бактерицидными облучателями
- 4) обработкой дезинфицирующими средствами
- 5) всеми вышеперечисленными методами

7. Стерилизация питательных сред осуществляется:

- 1) насыщенным паром
- 2) сухим воздухом
- 3) дезинфицирующими растворами
- 4) ультрафиолетовым облучением
- 5) паром под давлением

8. Стерилизация воздуха, поступающего в биореакторы, осуществляется:

- 1) нагреванием
- 2) фильтрацией
- 3) ультрафиолетовым облучением
- 4) рентгеновским облучением
- 5) дезинфицирующими веществами

9. В порядке возрастания эффективности биореакторы располагаются в следующем порядке:

- 1) с механическим перемешиванием – эрлифтные – барботажные
- 2) с механическим перемешиванием – барботажные – эрлифтные
- 3) эрлифтные – барботажные – с механическим перемешиванием
- 4) барботажные – с механическим перемешиванием – эрлифтные
- 5) барботажные – эрлифтные – с механическим перемешиванием

10. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

- 1) на холоду
- 2) в гипертонической среде
- 3) в среде с добавлением антиоксидантов
- 4) в анаэробных условиях
- 5) в среде с добавлением кумарина

11. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- 1) способствует их слиянию
- 2) предотвращает их слияние
- 3) повышает стабильность суспензии
- 4) предотвращает микробное заражение
- 5) предотвращает восстановление клеточной стенки

12. Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

- 1) в лаг-фазе
- 2) в стационарной фазе
- 3) в логарифмической фазе
- 4) в фазе замедленного роста
- 5) в фазе отмирания

13. Ауксины - термин, под которым объединяются специфические стимуляторы роста:

- 1) растительных тканей
- 2) актиномицетов
- 3) животных тканей
- 4) эубактерий
- 5) гибридом

14. Каллусные культуры нуждаются в освещении для:

- 1) для осуществления в клетках процессов фотосинтеза
- 2) для образования вторичных метаболитов
- 3) для осуществления процессов клеточной дифференциации
- 4) для инициации процессов деления клеток
- 5) для инициации процессов морфогенеза

15. Превращение дигитоксина в менее токсичный дигоксин осуществляется культурой клеток:

- 1) *Acremonium chrysogenum*
- 2) *Saccharomyces cerevisiae*
- 3) *Aspergillus niger*
- 4) *Papaver bracteatum*
- 5) *Digitalis lanata*

16. Выберите 1 правильный ответ из 4 предложенных: Первые успешные опыты по выращиванию изолированных растительных тканей были проведены на:

- а) синтетической питательной среде;
- б) растительных экстрактах;
- в) растительных соках;
- г) растворе сахарозы.

17. Фрагмент ткани или органа донорного растения, инкубируемый на питательной среде называется:

- а) эксплант;
- б) каллус;
- в) эмбриоид;
- г) регенерант.

18. Последовательность этапов при приготовлении питательных сред:

- а) приготовление раствора агара, добавление солей, определение pH, автоклавирование;
- б) приготовление раствора агара, добавление солей, автоклавирование, определение pH,
- в) приготовление раствора агара, определение pH, добавление солей, автоклавирование;
- г) приготовление раствора агара, автоклавирование; определение pH, добавление солей.

19. Для индукции каллусообразования следует использовать среды с соотношением ауксина и цитокинина:

- а) 1:1;
- б) 1:10;
- в) 10:1;
- г) все неверно.

20. Каллусная ткань развивается:

- а) из любой клетки;
- б) дифференцированной клетки;
- в) инициальной клетки с меристематическими признакам
- г) некротической клетки или ткани.

21. Эмбриоид – это:

- а) монополярная прорастающая структура;
- б) биполярная структура с сопряженным ростом корневого и стеблевого апексов;
- в) биполярная структура с ростом стеблевого апекса;
- г) биполярная структура с ростом корневого апекса.

22. Цибрид - продукт слияния:

- а) двух протопластов;
- б) группы протопластов;
- в) протопласта и цитопласта;
- г) двух цитопластов.

23. Соматическая гибридизация у растений осуществляется при слиянии:

- а) гамет;
- б) каллусных клеток;
- в) протопластов;
- г) цибридов.

24. Сомаклональная изменчивость клеток каллуса прежде всего проявляется в изменении:

- а) тотипотентности;
- б) пролиферации;
- в) ядерного и цитоплазматического геномов;
- г) регенерационных способностей.

25. По гипотезе Скуга и Миллера преобладание в среде стимуляторов роста ауксиновой природы стимулирует:

- а) рост корней;
- б) зачатков стеблей;
- в) эмбриоидогенез;
- г) активный неорганизованный рост клеток.

26. Исследования каллуса свидетельствуют, что для входящих в его состав клеток НЕ характерна:

- а) генетическая однородность;
- б) генетическая гетерогенность;
- в) физиологическая асинхронность;
- г) асинхронность делений.

27. Генетическая нестабильность каллусных клеток НЕ может быть обусловлена:

- а) генетической неоднородностью исходного материала;
- б) влиянием на генетический аппарат фитогормонов;
- в) нарушением коррелятивных связей при изолировании тканей растений;
- г) размером экспланта.

28. Изолированные протопласты НЕ используются для:

- а) получения трансгенных растений;
- б) получения соматических гибридов;
- в) изучения метаболизма клеток;
- г) изучения органогенеза.

29. Отличие соматических гибридов, полученных методом слияния протопластов, от гибридов, полученных половым путем, состоит в возможности:

- а) объединения разных ядерных геномов;
- б) получения растений разной ploидности;
- в) объединения цитоплазматических генов обоих родителей;
- г) передаче цитоплазматических генов только одного родителя

30. Воспроизведение растений в культуре *in vitro* НЕ может осуществляться путем:

- а) эмбриогенеза;
- б) гемморизогенеза;
- в) эмбриоидогенеза;
- г) ризогенеза.

31. К преимуществам клонального микроразмножения НЕ относится:

- а) высокий коэффициент размножения;
- б) оздоровление посадочного материала;
- в) сохранение редких и исчезающих видов;
- г) получение новых форм растений.

32. Клональное микроразмножение НЕ включает:

- а) стимуляцию развития пазушных почек;
- б) микрочеренкование побега;

- в) индукцию образования адвентивных почек;
- г) индукцию каллусогенеза.

33. Регенерация соматоклональных растений возможна из:

- а) проэмбрио;
- б) эмбриоида;
- в) семени;
- г) каллуса.

34. Изменение числа хромосом в растениях – соматоклонах не может быть обусловлено:

- а) полиплоидизацией;
- б) соматической редукцией;
- в) амитозом;
- г) мейозом.

35. Оптимальным приемом охлаждения при криосохранении материала *in vitro* является:

- а) быстрое охлаждение;
- б) медленное;
- в) дробное;
- г) двухступенчатое.

36. Для поверхностной стерилизации растительных объектов для культуры *in vitro* НЕ применяют:

- а) сулему (двуххлористая ртуть);
- б) хлорамин;
- в) перманганат калия;
- г) перекись водорода.

37. Обязательным условием дедифференцировки растительных клеток и превращением их в каллусные является присутствие в питательной среде:

- а) ауксинов;
- б) цитокининов;
- в) ауксинов и цитокининов;
- г) витаминов.

38. Размножение и оздоровление посадочного материала от патогенов осуществляют в культуре *in vitro* путем:

- а) микроклонирования;
- б) эмбриокультуры;
- в) органогенеза;
- г) каллусогенеза

39. Процесс корнеобразования обозначается термином:

- а) гистогенез;
- б) геммогенез;
- в) эмбриогенез;
- г) ризогенез.

40. Процесс почкообразования обозначается термином:

- а) гистогенез;
- б) геммогенез;
- в) эмбриогенез;
- г) ризогенез.

41. Развитие изолированной ткани в пробирках называется:

- а) *in vivo*;
- в) *in situ*;
- б) *in vitro*;
- г) *de novo*.

42. Укажите, какие из следующих утверждений правильные, а какие - нет. Если утверждение неверно, объясните почему.

1. Для получения протопластов используют смесь протеолитических ферментов.

2. Укоренение растений - регенерантов можно проводить на питательной среде без гормонов.

3. Скорость микроклонального размножения варьирует в зависимости от вида растения, но нередко из единичной почки получают до миллиона растений в год.

4. Металлические инструменты автоклавировать нельзя, их стерилизуют сухим жаром в термостатах с температурой 170–250о С в течении 1– 2 часов.

43. Установите соответствие:

Событие	Растение
1. Первое гаплоидное растение из пыльцы <i>in vitro</i>	А. Телорез

2. Первое гаплоидное растение в культуре женских генеративных структур	Б. Ячмень
3. Впервые культура каллусной ткани была получена Готре	В. Дурман
4. Впервые протопласты были выделены Клернером механическим путём	Г. Морковь

44. Установите соответствие:

Биологически активные вещества	Название
1. Ауксины	А. Зеатин
2. Цитокинины	Б. Мезоинозит
3. Витамины	В. $\alpha$ - НУК
	Г. 2,4 – Д Д. Никотиновая кислота
	Е. 6-БАП

45. Укажите правильную последовательность событий:

- А. Первое гаплоидное растение из пыльцы *in vitro*
- Б. Первое гаплоидное растение в культуре женских генеративных структур
- В. Впервые культура каллусной ткани была получена Готре
- Г. Впервые протопласты были выделены механическим путём Клернером

**Вопросы к экзамену по дисциплине «Биотехнология растений»**

1. Биологические системы, используемые в биотехнологии. Примеры использования микроорганизмов в биотехнологических процессах.
2. Основные понятия и определения «культура клеток, органов, тканей». Методы *in vivo* и *in vitro*.
3. Круг теоретических вопросов и прикладных проблем в биотехнологии, решаемых с
  4. применением методов культивирования *in vitro*.
  5. Тотипотентность растительной клетки.
  6. Основные этапы развития методов культивирования *in vitro*.
  7. Понятия и определения «культура клеток, органов, тканей».
  8. Источники питания растений в условиях *in vivo*.
  9. Компоненты питательных сред для культивирования изолированных органов, тканей, клеток и пртопластов растений.
  10. Классы фитогормонов, их основные свойства и функции.
  11. Роль фитогормонов *in vivo* и *in vitro*.
  12. Природные и синтетические ауксины (место синтеза, особенности передвижения и свойства).
  13. Гиббереллины, их роль в организме и прикладные аспекты их

применения.

14. Природные и синтетические цитокинины.
15. Природные ингибиторы роста и развития растений.
16. Характеристика каллусных и клеточных культур.
17. Цитогенетические характеристики культивируемых клеток
18. Основные требования при проведении работ по культивированию *in vitro*.
19. Фазы ростового цикла при накопительном культивировании клеточных суспензий.
20. Методы культивирования суспензионных клеток и их применение в биотехнологических процессах.
21. Соматический эмбриоидогенез и технология получения искусственных семян.
22. Методы *in vitro* для микроклонального размножения и оздоровления растений.
23. Соматическая изменчивость и ее практическое применение.
24. Задачи клеточной селекции и возможности ее практического применения.
25. Роль биологически активных соединений у растений.
26. Культура *in vitro* для получения биологически активных соединений.
27. Особенности синтеза и накопления вторичных продуктов биосинтеза у растений и в культуре *in vitro*.
28. Значение гомозиготных линий растений для генетики и селекции.
29. Технологии ускоренного создания гомозиготных рекомбинантных линий растений.
30. Культура изолированных пыльников для получения дигаплоидных линий.
31. Особенности получения гиногенных растений.
32. Использование гаплопродюсеров для получения дигаплоидных линий.
33. Методы культивирования изолированных зародышей и семяпочек и их применение в биотехнологии.
34. Роль интрогрессивной гибридизации в увеличении генетического разнообразия в природных популяциях и в экспериментальных условиях.
35. Направления и методы хромосомной инженерии.
36. Значение хромосомной инженерии для селекции растений.
37. Методы культивирования изолированных эндоспермов.
38. Культура протопластов.

39. Соматическая гибридизация растений.
40. Задачи клеточной инженерии.
41. Особенности трансформации растений.
42. Природные генные векторы у растений.
43. Примеры практического использования трансгенных растений.
44. Проблемы биотехнологической безопасности.
45. Мутуалистические взаимоотношения у растений и экспериментальные подходы к повышению их эффективности.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене/зачете  
по дисциплине «Биотехнология растений»**

<b>Оценка экзамена/зачета</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
«отлично»/ «зачтено»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;
«хорошо» / «зачтено»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;
«удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ;
«неудовлетворительно» / «не зачтено»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.