

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Биотехнология растений

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

19.04.01 - Биотехнология

---

Направленность образовательной программы

Общая биотехнология

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.02 Биотехнология растений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции  |  | Наименование оценочного средства  |                                 |
|--|--|--|---|---------------------------------|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)   | Результаты обучения по дисциплине  | Для текущего контроля успеваемости  | Для промежуточной аттестации    |
| ПК-2: Способен анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований, научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок | ПК-2.1: Понимает и может описать правила оформления отчетных материалов по результатам исследований и разработок<br>ПК-2.2: Может анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований и разработок<br>ПК-2.3: Выбирает и применяет оптимальные технологические решения для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок | ПК-2.1:<br>Знает правила оформления полученных результатов, методики получения и культивирования растений in vitro<br><br>ПК-2.2:<br>Умеет подбирать, находить, разрабатывать наиболее эффективные технологии культивирования растительных клеток, микрклонального размножения растений.<br><br>ПК-2.3:<br>Владеет навыками культивирования и размножения растений биотехнологическими методами, основами генетической модификации растений. | Контрольная работа<br>Доклад-презентация<br>Отчет по лабораторным работам | Экзамен:<br>Контрольные вопросы |

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
|                                 | <b>очная</b> |
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b> | <b>4</b>     |
| <b>Часов по учебному плану</b>  | <b>144</b>   |
| в том числе                     |              |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                             |
| - занятия лекционного типа   | <b>36</b>                   |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | <b>48</b>                   |
| - КСР  | <b>2</b>                    |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>22</b>                   |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>36</b><br><b>Экзамен</b> |

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование разделов и тем дисциплины   | Всего<br>(часы) | в том числе  |  |             |   |
|--|-----------------|--|--|-------------|---|
|  |                 | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них |  |             | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|  |                 | Занятия лекционного типа   | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего       |   |
|  | о<br>ф<br>о     | о<br>ф<br>о  | о<br>ф<br>о  | о<br>ф<br>о | о<br>ф<br>о                               |
| Тема 1 Введение. История развития и направления биотехнологии растений.  | 3               | 2  |  | 2           | 1   |
| Тема 2 Принципы культивирования in vitro клеток и тканей высших растений. Условия, необходимые для выращивания растений. | 10              | 4  | 4  | 8           | 2   |
| Тема 3 Состав питательных сред для биотехнологии растений.   | 12              | 4  | 6  | 10          | 2   |
| Тема 4 Фитогормоны растений, их применение в биотехнологии.  | 10              | 4  | 4  | 8           | 2   |
| Тема 5 Культивирование растительных клеток. Каллусная культура. Культура протопластов, культуры одиночных клеток.        | 14              | 4  | 8  | 12          | 2   |
| Тема 6 Микрклональное размножение растений.  | 14              | 4  | 8  | 12          | 2   |
| Тема 7 Биотехнологические приемы создания искусственных систем культивирования растений с другими организмами            | 6               | 2  | 2  | 4           | 2   |
| Тема 8 Геномы растительных клеток  | 10              | 4  | 4  | 8           | 2   |
| Тема 9 Методы трансформации растений   | 6               | 2  | 2  | 4           | 2   |
| Тема 10 Технология получения генетически модифицированных растений   | 10              | 2  | 6  | 8           | 2   |
| Тема 11 Направления создания генетически модифицированных растений   | 11              | 4  | 4  | 8           | 3   |
| Аттестация   | 36              |  |  |             |   |
| КСР  | 2               |  |  |             | 2   |
| Итого  | 144             | 36   | 48   | 86          | 22  |

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Введение. История развития и направления биотехнологии растений.

Три основных способа культивирования растительных клеток in vitro. История биотехнологии растений.

Связь биотехнологии с другими науками. Направления биотехнологии растений. Тотипотентность. Меристемы. Использование различных тканей в биотехнологии растений. Способность растений к культивированию *in vitro*.

Тема 2 Принципы культивирования *in vitro* клеток и тканей высших растений. Условия, необходимые для выращивания растений.

Условия, необходимые для выращивания растений. Стерилизация экспланта и методы асептики.

Стерилизующие вещества. Окисление липидов и белков при стерилизации. Физические и химические факторы, необходимые для культивирования растений *in vitro*. Типы сигналов воспринимаемых клеткой. Схема работы сигнальных систем. Основные типы рецепторов растений. Физические факторы.

Освещение. Свет для растений. Спектральный состав света. Фоторецепторы. Источники освещения в биотехнологии растений. Физические факторы.

Тема 3 Состав питательных сред для биотехнологии растений.

Содержание минеральных элементов в тканях растений. Поглощение минеральных веществ из почвы у растений. Транспорт воды и минералов в тканях. Питательные среды. Наиболее часто используемые питательные среды для биотехнологии растений.

Тема 4 Фитогормоны растений, их применение в биотехнологии.

Классификация. Принцип действия. Критерии фитогормонов. Группы фитогормонов. Рецепция и усиление фитогормонального сигнала. Фосфатидилинозитольная сигнальная система (кальциевая). МАРК-киназная система. Компоненты комплекса SCF. Ауксины. Опыты по открытию ауксинов.

Природные и синтетические аналоги ИУК. Конъюгаты и транспорт ИУК. Рецепторы ИУК. Гены, отвечающие на ауксин. Физиологические эффекты ИУК. Рост клеток растений растяжением. Аттрагирующий эффект ИУК. Апикальное доминирование. Тропизмы. Цитокинины. История открытия.

Представители цитокининов. Синтетические аналоги цитокининов. Конъюгаты и транспорт цитокининов. Рецепторы цитокининов. Гены, отвечающие на цитокинины. Физиологические эффекты цитокининов. Гиббереллины. Разнообразие гиббереллинов. Рецепция и передача ГК сигнала. Ген  $\alpha$ -амилазы – ген первичного ответа на гиббереллин. Влияние гиббереллинов на процессы роста и развития. Брассиностероиды. Разнообразие брассиностероидов. Рецепция и передача брассиностероидного сигнала. Синтетические брассиностероиды. Рецепция брассиностероидов. Физиологические эффекты брассиностероидов. Абсцизовая кислота. Этилен. Жасмоновая и салициловые кислоты. Пептидные гормоны растений.

Тема 5 Культивирование растительных клеток. Каллусная культура. Культура протопластов, культуры одиночных клеток.

Регуляция деления клеток растений. Каллусы. Суспензионная культура. Одиночные клетки. Протопласты.

Тема 6 Микрклональное размножение растений.

Преимущества микрклонального размножения растений перед традиционными способами размножения растений. Экспланты для МКР. Этапы размножения. Правило Скуга-Миллера. Выделение меристем для получения безвирусного материала. Методы микрклонального размножения.

Криосохранение в биотехнологии растений.

Тема 7 Биотехнологические приемы создания искусственных систем культивирования растений с другими организмами

Тема 8 Геномы растительных клеток

Тема 9 Методы трансформации растений

Тема 10 Технология получения генетически модифицированных растений

Тема 11 Направления создания генетически модифицированных растений

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 12 ч.

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

не предусмотрен, .

Открытые онлайн-курсы MOOC:

не предусмотрен, .

Иные учебно-методические материалы:

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

Самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ, подготовку к контрольным работам, практическим заданиям, подготовка доклада с презентацией.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Подробно описан ход работы, приведены описания составов используемых питательных сред, методов стерилизации растительного материала, особенностей работы по конкретной методике. Раздел “Результаты” должен включать фотографии или зарисовки растений, первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

Требования по подготовке доклада с презентацией

Тему, которой будет посвящен доклад, выбирает сам студент по согласованию с преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин. Для подготовки докладов с

презентациями обязательно использование рекомендованных преподавателем баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 5ти) из научных журналов. Презентация и содержание доклада (не более 5 листов) со списком использованных источников информации оформляется в электронном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра. Презентация должна иметь до 10 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамена.

Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Биотехнология растений».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2:**

Вариант 1

- 1. Критерии и группы фитогормонов
- 2. Предложите варианты содержания фитогормонов в питательной среде для получения каллуса

Вариант 2

- 1. Перечислите четыре группы фитогормонов, используемых в биотехнологии растений?
- 2. Назовите три основных способа культивирования растительных клеток и тканей *in vitro*?

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)**

| Оценка       | Критерии оценивания                                      |
|--------------|--|
| превосходно  | 100 % правильно выполненных заданий контрольной работы   |
| отлично      | 91-99 % правильно выполненных заданий контрольной работы |
| очень хорошо | 76-90 % правильно выполненных заданий контрольной работы |

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| хорошо              | 61-75% правильно выполненных заданий контрольной работы     |
| удовлетворительно   | 50-60% правильно выполненных заданий контрольной работы     |
| неудовлетворительно | менее 50 % правильно выполненных заданий контрольной работы |
| плохо               | менее 25% правильно выполненных заданий контрольной работы  |

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Организация лаборатории биотехнологии растений.
2. Восприятие света растением. Источники освещения в биотехнологии растений.
3. Микрклональное размножение однодольных растений.
4. Каллусные культуры растительных клеток. Получение и использование.
5. Суспензионных культуры растительных клеток. Получение вторичных метаболитов.
6. Агробактериальная трансформация растений.
7. Направления получения генетически модифицированных растений.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

| Оценка  | Критерии оценивания  |
|---------|--|
| зачтено | Доклад-презентация подготовлен студентом и с учетом рекомендаций, указанных в п.4, самостоятельно. Материалы сданы на проверку преподавателю не позднее, чем за день до семинарского занятия, на котором делается доклад-презентация. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя. Доклад-презентация оценивается по: 1) Степени разработки темы. Представлено максимальное количество аспектов (сторон) современного состояния знаний по теме доклада-презентации. 2) Полноте охвата научной литературы и использования новейшего фактологического и статистического материала. В основном (не менее 5 источников) использована литература, изданная не позднее чем за 10 лет до подготовки доклада-презентации. 5) Соответствие содержания работы её названию. Содержание работы соответствует ее названию. 6) Грамотность, логичность изложения материала в целом и выводов по работе, в частности. Материал изложен логично, грамотно, сделаны адекватные материалу выводы. 7) Качество оформления презентации. Презентация оформлена качественно, информация на слайдах соответствует изложенному материалу 8) Свободный стиль изложения. На занятии доклад-презентация изложен в свободном, грамотном, стиле, без использования письменного источника (не читая). 9) Способность |

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
|            | студента отвечать на вопросы преподавателя и студентов. Даны исчерпывающие ответы на вопросы по теме доклада от преподавателя и студентов.   |
| не зачтено | Доклад-презентация не подготовлен, не учтены рекомендации, указанные в п.4. Материалы не сданы на проверку преподавателю или сданы менее, чем за день до семинарского занятия, на котором делается доклад-презентация. Использовано не достаточное количество источников, или они все изданы более 10 лет назад. Содержание работы частично или полностью не соответствует названию, нарушена логика изложения материала. В тексте содержится большое количество грамматических и лексических ошибок, выводы не соответствуют изложенному материалу. Презентация не соответствует содержанию работы или выполнена некачественно. На занятии доклад-презентация изложен студентом с использованием письменного источника (читал), автор плохо ориентируется в теме. Отсутствуют исчерпывающие ответы на вопросы по теме доклада от преподавателя и студентов. |

### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Темы отчетов по лабораторным работам:

1. Приготовление питательных сред для биотехнологии растений.
2. Способы стерилизации и внесения фитогормонов в питательную среду для культивирования растений.
3. Культивирование растительных клеток. Каллусная культура.
4. Индукция органогенеза на различных растительных эксплантах.
5. Микроклональное размножение растений.
6. Введение растений в стерильную культуру .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

| Оценка     | Критерии оценивания  |
|------------|--|
| зачтено    | Отчеты оформлены согласно требованиям п.4, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем занятии).   |
| не зачтено | Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя. Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются. |



## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций) | плохо   | неудовлетворительно  | удовлетворительно  | хорошо  | очень хорошо   | отлично   | превосходно  |
|--|---|--|--|---|--|---|--|
|  | не зачтено  |  | зачтено  |   |  |   |  |
| <u>Знания</u>  | Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                          | Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок                              | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.  | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <u>Умения</u>  | Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа              | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| <u>Навыки</u>  | Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа                | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки  | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами                                      | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами   | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов   | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов  | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач  |

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка     |                     | Уровень подготовки   |
|------------|---------------------|--|
| зачтено    | превосходно         | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |
|            | отлично             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|            | очень хорошо        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|            | хорошо              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|            | удовлетворительно   | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»                                     |
| не зачтено | неудовлетворительно | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|            | плохо               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. История биотехнологии растений
2. Связь биотехнологии с другими науками
3. Тотипотентность
4. Меристемы
5. Направления биотехнологии растений
6. Условия, необходимые для выращивания растений
7. Стерилизация экспланта и методы асептики
8. Ламинарные шкафы (боксы)
9. Условия стерилизации инструментов, посуды и питательных сред
10. Физические факторы выращивания
11. Химические факторы (состав питательной среды)
12. Минеральные элементы
13. Органические добавки, источник углерода
14. Наиболее часто используемые питательные среды для биотехнологии растений
15. Критерии фитогормонов
16. Группы фитогормонов
17. Рецепция и усиление фитогормонального сигнала
18. Фосфатидилинозитольная сигнальная система
19. Ауксины, открытие, природные и синтетические соединения
20. Синтез ИУК в растениях
21. Транспорт и рецепция ауксинов
22. Физиологические эффекты ауксинов

23. Цитокинины, открытие, природные и синтетические соединения
24. Синтез цитокининов в растении
25. Транспорт и рецепция цитокининов
26. Физиологические эффекты цитокининов
27. Гиббереллины, открытие, природные и синтетические соединения
28. Синтез гиббереллинов в растении
29. Транспорт и рецепция гиббереллинов
30. Физиологические эффекты гиббереллинов
31. Брассиностероиды, открытие, природные и синтетические соединения
32. Синтез брассиностероидов в растении
33. Транспорт и рецепция брассиностероидов
34. Физиологические эффекты брассиностероидов
35. АБК и этилен, открытие, природные и синтетические соединения
36. Синтез АБК и этилена в растении
37. Транспорт и рецепция АБК и этилена
38. Физиологические эффекты АБК и этилена
39. Применение фитогормонов в биотехнологии растений
40. Принципы культивирования растительных клеток
41. Кривая роста клеточной популяции
42. Каллусные клетки, история изучения, возможности использования
43. Механизм образования каллусной ткани, роль ауксинов и цитокининов
44. Морфофизиологическая характеристика каллусных тканей Особенности каллусных тканей
45. Суспензионная культура, условия получения и культивирования
46. Морфологические характеристики суспензионной культуры
47. Параметры роста суспензионной культуры
48. Виды систем глубинного культивирования суспензионных растительных клеток
49. Факторы, влияющие на выход продуктов вторичного метаболизма.
50. Методики культивирования одиночных растительных клеток
51. Методы иммобилизации, применяемые к клеткам растений
52. Гипотеза о «факторе кондиционирования»
53. Культуры гаплоидных клеток растений, их значение для генетики и селекции
54. Условия получения жизнеспособных протопластов
55. Условия культивирования протопластов.
56. Теория и принципы клонального микроразмножения растений
57. Преимущества микроклонального размножения растений перед традиционными способами размножения растений
58. Перспектива и ограничения микроклонального размножения растений
59. Принципы и этапы микроклонального размножения растений
60. Особенности получения стерильных эксплантов, трудности и их решения
61. Второй этап микроклонального размножения – непосредственное размножение стерильных микрорастений
62. Укоренение эксплантов при микроклональном размножении
63. Адаптация микрорастений
64. Методы микроклонального размножения, Активация развития уже существующих в растении меристем
65. Индукция возникновения адвентивных почек непосредственно тканями экспланта (прямой морфогенез)
66. Дифференциация адвентивных почек в каллусной ткани (непрямой морфогенез)
67. Соматический эмбриогенез

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| превосходно         | Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей, приводит собственные примеры.                                      |
| отлично             | Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом полный ответ, демонстрирующий системные знания, с некоторыми неточностями, умение применить теоретические знания, владение информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей.  |
| очень хорошо        | Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Владение главной информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей с небольшими неточностями |
| хорошо              | Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей с неточностями и негрубыми ошибками                                  |
| удовлетворительно   | В основном знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение со значительной помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ.   |
| неудовлетворительно | Недостаточно знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при значительной помощи преподавателя   |
| плохо               | Не знает и не понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений.  |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

## Основная литература:

1. Ланкина Е. П. Биотехнология в защите растений: тестовые задания для самостоятельной работы / Ланкина Е. П. - Красноярск : КрасГАУ, 2015. - 60 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КрасГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782009&idb=0>.
2. Биотехнология растений : учебник и практикум / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 161 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-05619-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843249&idb=0>.
3. Егорова Татьяна Алексеевна. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология". - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - ISBN 5-7695-2808-7 : 144.21., 24 экз.
4. Медведев Сергей Семенович. Физиология растений : учеб. для студентов и аспирантов биол. фак. ун-тов / С.-Петерб. гос. ун-т. - СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. - 336 с. - ISBN 5-288-03347-1 : 109.00., 55 экз.

## Дополнительная литература:

1. Биотехнология сельскохозяйственных растений / пер. с англ. В. И. Негрука ; предисл. Р. Г. Бутенко. - М. : Агропромиздат, 1987. - 301 с. : ил. - 4.10., 2 экз.
2. Биотехнология растений: культура клеток : пер. с англ. В. И. Негрука ; под ред. и с предисл. Р. Г. Бутенко. - М. : Агропромиздат, 1989. - 279,[1] с. : ил. - ISBN 5-10-001257-9 : 4.40., 3 экз.
3. Культура клеток растений и биотехнология : [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. Р. Г. Бутенко. - М. : Наука, 1986. - 285 с. : ил. - 1.30., 1 экз.
4. Биология культивируемых клеток и биотехнология растений : [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. Р. Г. Бутенко. - М. : Наука, 1991. - 279, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-004079-7 : 4.40., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.biotechnolog.ru>

<http://practice.biotechnolog.ru>

<http://bio-x.ru/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Лаборатория: лабораторная мебель, доска, центрифуга лабораторная, шкаф вытяжной, термостат твердотельный программируемый, спектрофотометр, термостат, стерилизатор, микроскоп лабораторный, дозаторы лабораторные. Лаборатория: лабораторная мебель, доска, автоклав, микроскоп лабораторный, дозаторы лабораторные, изолированный бокс для пересадки и выращивания растений, вытяжной шкаф,

водяная баня, иономер, сухожаровой шкаф, стеллажи с освещением, термостаты, орбитальные шейкеры, лабораторные весы. Лаборатория для проведения стерилизации: раковина, автоклав, ультрафиолетовый облучатель. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 19.04.01 - Биотехнология.

Автор(ы): Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук, доцент  
Агеева Мария Николаевна.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.