



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

---

---

## ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИИ



УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
Е.В. Хохлова  
«17» октября 2023г.

## ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА  
РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

г. Москва, 2023

## **РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **1.1. Цель реализации программы**

Развитие профессиональных компетенций в области современных биотехнологических методов, используемых в производстве растениеводческой продукции

#### **Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции и планируемые результаты обучения**

| <b>№</b> | <b>Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции</b>  | <b>Код компетенции</b> | <b>Знать/Уметь</b>   |
|----------|--|------------------------|--|
| 1.       | Способен планировать и проводить эксперимент в области агробиотехнологии, в соответствии с существующими методами и технологиями разработанные в мире.                     | ОПК                    | Знать основные принципы организации научных исследований в области клеточной и генной инженерии сельскохозяйственных растений.<br>Знать основные правила организации биотехнологической лаборатории для проведения селекции сельскохозяйственных растений <i>in vitro</i> .<br>Уметь планировать эксперимент, в соответствии с существующими разработками в мире, и его проводить. |
| 2.       | Способен использовать методы биотехнологии на практике   | ПКос                   | Знать особенности применения биотехнологических методов в растениеводстве. Уметь использовать методы биотехнологии на практике. Уметь организовывать и самостоятельно проводить исследования.  |
| 3        | Способен использовать современное оборудование при проведении работ по клеточной, генной инженерии растений, а также при проведении молекулярно-генетических исследований. | ПКос                   | Знать методические подходы для реализации биотехнологических процессов в области растениеводства. Уметь использовать современное оборудование при проведении работ по клеточной, генной инженерии сельскохозяйственных растений, а также при проведении молекулярно-генетических исследований.   |

## **РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Учебный план программы повышения квалификации**

#### **«Современные методы биотехнологии производства растениеводческой продукции»**

Категория слушателей: научные сотрудники научно-исследовательских

учреждений, селекционно-опытных станций, селекционных холдингов и корпораций, учебных учреждений.

Форма обучения: очно-заочная с использованием дистанционных образовательных технологий.

Срок освоения: 2 недели.

Трудоемкость программы: 72 академических часа.

| №<br>п/п                   | Наименование<br>разделов, тем  | Всего<br>ак. ч. | В том числе  |        | Формы<br>аттестации,<br>контроля                         |
|----------------------------|--|-----------------|--|--------|--|
|                            |  |                 | Самостоятельная<br>работа/<br>практическая<br>работа | Лекции |  |
| 1                          | <b>Раздел 1</b><br>Теоретические и практические основы клеточной биотехнологии сельскохозяйственных культур <i>in vitro</i>  | 20              | 12   | 8      | Выполнение индивидуальных заданий, выходное тестирование |
| 2                          | <b>Раздел 2</b><br>Теоретические и практические основы генетической инженерии сельскохозяйственных   | 20              | 12   | 8      | Выполнение индивидуальных заданий, выходное тестирование |
| 3                          | <b>Раздел 3</b><br>Теоретические и практические основы применения молекуллярно-генетических исследований при проведении селекционных работ с сельскохозяйственным и культурами | 20              | 12   | 8      | Выполнение индивидуальных заданий, выходное тестирование |
| 4                          | <b>Раздел 4</b> Экскурсии в научные лаборатории и центры   | 12              | -  | 12     | Устный опрос   |
| <b>Итого</b>               |  | 72              | 36   | 36     | -  |
| <b>Итоговая аттестация</b> |  |                 | <b>Зачёт</b>   |        |  |

**2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации**  
**«Современные методы биотехнологии производства растениеводческой продукции»**

| №<br>п/п | № раздела  | Виды учебных<br>занятий, кол-<br>во ак. ч. | Содержание   | Препода-<br>тель                                 | Планируемый<br>результат   |
|----------|--|--|--|--|--|
| 1        | 2  | 3  | 4  |  | 5  |
| 1.       | <b>Раздел 1</b> Теоретические и практические основы клеточной биотехнологии сельскохозяйственных культур <i>in vitro</i> |  |  |  |  |
|          | Тема 1.<br>Применение методов клеточной биотехнологии в растениеводстве  | Лекция 1.<br>(2 ак. ч.)                    | Основные направления исследований в клеточной инженерии сельскохозяйственных культур. Методы и объекты исследований                                | Калашникова Е.А.<br>Киракосян Р.Н.<br>Гущин А.В. | Знать основные и вспомогательные методы клеточной инженерии растений для ускорения получения растениеводческой продукции.                      |
|          |  | Лекция № 2.<br>(2 ак. ч.)                  | Клонирование сельскохозяйственных культур  |  | Знать методы создания в условиях <i>in vitro</i> гаплоидных растений.  |
|          |  | Лекция № 3.<br>(2 ак. ч.)                  | Вспомогательные методы клеточной инженерии, направленные на ускорение селекционного процесса сельскохозяйственных культур                          |  | Знать технологии создания банка <i>in vitro</i> растительных объектов.   |
|          |  | Лекция № 4<br>(2 ак. ч.)                   | Основные методы клеточной инженерии, направленные на ускорение селекционного процесса сельскохозяйственных культур                                 |  | Знать методы получения гибридов путем слияния изолированных протопластов,  |
|          |  | Практическая<br>работа № 1.<br>(2 ак. ч.)  | Приготовление маточных растворов и питательных сред  |  | Знать методы клеточной селекции для создания сельскохозяйственных растений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды. |
|          |  | Практическая<br>работа № 2.<br>(2 ак. ч.)  | Технология введения в культуру <i>in vitro</i> семян сельскохозяйственных растений. Получение асептических культур (пшеница, люпин, лен, соя и др) |  |  |
|          |  | Практическая<br>работа № 3.<br>(2 ак. ч.)  | Технология введения в культуру <i>in vitro</i> вегетирующих частей растений (почек, побегов, листьев) сельскохозяйственных культур                 |  |  |
|          |  | Практическая<br>работа № 4.<br>(2 ак. ч.)  | Клональное микроразмножение сельскохозяйственных культур. Микрочеренкование, индук-  |  |  |

| №<br>п/п | № раздела  | Виды учебных<br>занятий, кол-<br>во ак. ч. | Содержание  | Преподава-<br>тель                                 | Планируемый<br>результат  |
|----------|--|--|---|--|---|
| 1        | 2  | 3  | 4   |  | 5   |
|          |  |  | ция образования аден-<br>тивных почек.  |  | <b>Уметь</b> применять<br>полученные зна-<br>ния в проведении<br>исследований по<br>клеточной инже-<br>нерии растений.<br><b>Уметь</b> готовить<br>маточные раство-<br>ры, питательные<br>среды, проводить<br>стерилизацию<br>растительного<br>материала, пра-<br>вильно культиви-<br>ровать в условиях<br><i>in vitro</i> различные<br>первичные экс-<br>планты растений<br><b>Уметь</b> анализи-<br>ровать полушен-<br>ные результаты |
| 2.       | <b>Раздел 2</b> Теоретические и практические основы генетической инженерии сельскохозяй-<br>ственных культур <i>in vitro</i> |  |   |  |   |
|          | Тема 2.<br>Примене-<br>ние мето-<br>дов генной<br>инженерии<br>в селекции<br>сельскохо-<br>зайствен-<br>ных куль-<br>тур     | Лекция № 5.<br>(3 ак. ч.)                  | Цели и задачи генной<br>инженерии растений. Ме-<br>тоды трансформации.<br>Экспрессия чужеродных<br>генов в геноме растений.<br>Факторы, влияющие на<br>регенерационную спо-<br>собность трансформиро-<br>ванных клеток. |  | <b>Знать</b> методы и<br>технологии агробактериаль-<br>ной трансфор-<br>мации растений<br><i>in vitro</i><br><b>Знать</b> агробак-<br>териальной<br>трансформации<br>двудольных и<br>однодольных<br>растений<br><b>Знать</b> достиже-<br>ния в области<br>генной инжене-<br>рии растений,<br>недостатки агробактериаль-<br>ной трансфор-<br>мации и нере-<br>шенные про-<br>блемы генной<br>инженерии                                   |
|          |  | Лекция № 6.<br>(3 ак. ч.)                  | Доказательство транс-<br>формации растений. Молекулярные методы ана-<br>лиза генома растений.   |  |   |
|          |  | Лекция № 7.<br>(2 ак. ч.)                  | Нерешенные проблемы<br>генной инженерии расте-<br>ний.  |  |   |
|          |  | Практическая<br>работа № 7.<br>(3 ак. ч.)  | Технология культивиро-<br>вания <i>Agrobacterium</i><br><i>tumefaciens</i>  | Чередни-<br>ченко<br>М.Ю.,<br>Хлебнико-<br>ва Д.А. |   |
|          |  | Практическая<br>работа № 8.<br>(3 ак. ч.)  | Инокуляция и кокульти-<br>вация эксплантов сусpen-<br>зии <i>Agrobacterium</i>  |  | <b>Знать</b> особен-<br>ности проведе-  |

| №<br>п/п | № раздела  | Виды учебных<br>занятий, кол-<br>во ак. ч. | Содержание  | Преподава-<br>тель | Планируемый<br>результат  |
|----------|--|--|---|--------------------|---|
| 1        | 2  | 3  | 4   |                    | 5   |
|          |  |  | tumefaciens   |                    | ния агробакте-<br>риальной<br>трансформации<br>сельскохозяй-<br>ственных куль-<br>тур.<br><b>Уметь</b> приме-<br>нить получен-<br>ные знания в<br>проведении ис-<br>следований по<br>генетической<br>инженерии рас-<br>тений.<br><b>Уметь</b> готовить<br>маточные рас-<br>творы, пита-<br>тельный среды,<br>проводить сте-<br>рилизацию рас-<br>тительного ма-<br>териала, пра-<br>вильно культи-<br>вировать в ус-<br>ловиях <i>in vitro</i><br><i>Agrobacterium</i><br><i>tumefaciens</i> .<br><b>Уметь</b> оптими-<br>зировать техно-<br>логию транс-<br>формации рас-<br>тительных кле-<br>ток, их клони-<br>рования и по-<br>лучения из них<br>трансгенных<br>растений.<br><b>Уметь</b> приме-<br>нить на практи-<br>ке методы ПЦР-<br>анализа для до-<br>козательства<br>трансгенной<br>природы расте-<br>ний. |
|          |  | Практическая<br>работа № 9.<br>(3 ак. ч.)  | Культивирование экс-<br>плантов на селективной<br>питательной среде для<br>индукции процессов<br>морфогенеза и элимина-<br>ции агробактерий |                    |   |
|          |  | Практическая<br>работа № 10.<br>(3 ак. ч.) | Подтверждение наличия<br>генов в геноме методом<br>ПЦР-анализа  |                    |   |
| 3.       | Раздел 3 Теоретические и практические основы применения молекулярно-генетических исследований при проведении селекционных работ с сельскохозяйственными культурами |  |   |                    |   |

| №<br>п/п | № раздела   | Виды учебных<br>занятий, кол-<br>во ак. ч. | Содержание   | Преподава-<br>тель                               | Планируемый<br>результат  |
|----------|---|--|--|--|---|
| 1        | 2   | 3  | 4  |  | 5   |
|          | Тема 3.<br>Молеку-<br>лярно-<br>генетиче-<br>ские иссле-<br>дований в<br>получении<br>растение-<br>водческой<br>продукции | Лекция № 8.<br>(4 ак.ч.)                   | Молекулярно-<br>генетические методы в<br>селекции растений. Молекулярная биология и<br>молекулярная генетика –<br>фундаментальная основа<br>генетической инженерии | <b>Поливано-<br/>ва О.Б.,<br/>Сумин<br/>А.В.</b> | <b>Знать</b> основы<br>молекулярной<br>биологии и молекулярной ге-<br>нетики. Основные методы<br>молекулярно-<br>генетического анализа  |
|          |   | Лекция № 9.<br>(4 ак.ч)                    | Конструирование реком-<br>бинантных ДНК  |  | <b>Знать</b> строение<br>ДНК, РНК; ме-<br>тоды конструи-<br>рования реком-<br>бинантных<br>ДНК  |
|          |   | Практическая<br>работа № 11.<br>(2 ак. ч.) | Выделение тотальной<br>ДНК из тканей сельско-<br>хозяйственных растений  |  | <b>Уметь</b> приме-<br>нять на практи-<br>ке полученные<br>знания в прове-<br>дении исследо-<br>ваний по моле-<br>кулярному мар-<br>кированию<br>ценных сортов,<br>гибридов рас-<br>тений.                                |
|          |   | Практическая<br>работа № 12.<br>(2 ак. ч.) | Выделение тотальной<br>РНК из тканей сельско-<br>хозяйственных растений  |  | <b>Знать</b> особен-<br>ности проведе-<br>ния молекуляр-<br>но генетиче-<br>ских иссле-<br>дований растений<br>разных таксо-<br>номических<br>групп.  |
|          |   | Практическая<br>работа № 13.<br>(4 ак. ч.) | Электрофорез ДНК в ага-<br>розном геле   |  | <b>Уметь</b> готовить<br>буферные рас-<br>творы, выде-<br>лять тотальную<br>ДНК и РНК из<br>растительных<br>эксплантов,<br>проводить<br>электрофорез в<br>агарозном геле,<br>проводить ре-<br>стрикционный<br>анализ ДНК. |
|          |   | Практическая<br>работа № 14.<br>(2 ак. ч.) | Рестрикционный анализ<br>ДНК   |  |   |
|          |   | Практическая<br>работа № 15.<br>(3 ак. ч.) | Получение рекомбинант-<br>ных ДНК  |  |   |

| №<br>п/п | № раздела  | Виды учебных<br>занятий, кол-<br>во ак. ч. | Содержание   | Преподава-<br>тель | Планируемый<br>результат   |
|----------|--|--|--|--------------------|--|
| 1        | 2  | 3  | 4  |                    | 5  |
| 4.       | Тема 6.<br>Экскурсии<br>в НИИ и<br>научные<br>центры | Лекция № 10.<br>(6 ак.ч.)                  | Научные<br>исследования<br>ВНИИСБ  | Киракосян<br>Р.Н.  | Знать направ-<br>ления исследо-<br>ваний, структу-<br>ру института       |
|          |  | Лекция № 11.<br>(6 ак.ч.)                  | Приборная база Центра<br>Коллективного пользова-<br>ния РГАУ-МСХА имени<br>К.А. Тимирязева |                    | Знать прибор-<br>ную базу ЦКП<br>РГАУ-МСХА<br>имени К.А. Ти-<br>мирязева |

### Раздел 3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### Итоговое тестирование

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Форма итоговой<br>аттестации        | Зачет как совокупность выполненного итогового теста   |
| Требования к<br>итоговой аттестации | Выполнение итогового теста  |
| Критерии<br>оценивания              | Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании<br>итогового тестирования (не менее 15 правильных ответов на тестовые<br>задания из 30 предложенных) |
| Оценка                              | Зачтено/не зачтено  |

### Раздел 4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Для реализации программы используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева ([sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru)), которые позволяют слушателям самостоятельно осваивать содержание программы или отдельных ее разделов, используются МООК, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

| Наименование специали-<br>зированных аудиторий,<br>кабинетов, лабораторий | Вид занятий             | Наименование оборудования,<br>программного обеспечения  |
|---|-------------------------|---|
| Аудитория   | лекции                  | мультимедийное<br>оборудование<br>(компьютер, интерактивная доска,<br>мультимедиапроектор и пр.)      |
| Лаборатория кафедры<br>биотехнологии РГАУ-МСХА<br>имени К.А.Тимирязева    | Практические<br>занятия | Презентации, учебно-методические и<br>оценочные материалы. Приборы, реак-<br>тивы, оборудование и др. |

|  |                      |  |
|--|----------------------|--|
| LMS Moodle (дистанционная образовательная платформа ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева | Практические занятия | Sdo.timacad.ru Доступ в сеть интернет, компьютеры и программное обеспечение, поддерживающее работу сайта |
|--|----------------------|--|

## **Раздел 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **Основная литература:**

1. Калашникова, Е.А., Киракосян Р.Н. Культура тканей и клеток растений. Учебник./ Москва, 2023, Изд-во КноРус.
2. Калашникова, Е.А. Клеточная инженерия растений. /Е.А. Калашникова. - М.: Изд-во Юрайт, 2020. - 364 с.
3. Калашникова Е.А., Чередниченко М.Ю., Киракосян Р.Н. Основы биотехнологии / Москва, 2022, Изд-во КноРус.

### **Дополнительная литература:**

1. Калашникова, Е.А. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: практикум / Калашникова Е.А., Чередниченко М.Ю., Киракосян Р.Н., Кошиева Е.З., Зайцева С.М., Карсункина Н.П., Халилуев М.Р. — Москва: Русайнс, 2019. — 240 с. — ISBN 978-5-4365-4229-4.
2. Лабораторный практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, Е.З. Кошиева, С.М. Зайцева, Н.П. Карсункина, М.Р. Халилуев. – М.: РУ-САЙНС, 2021. – 240 с.
3. Калашникова Е.А., Киракосян Р.Н., Зайцева С.М., Чередниченко М.Ю. Культура тканей и клеток растений. Практикум/ Москва, 2023, Изд-во КноРус.

## **Раздел 6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Оценка качества освоения программы осуществляется на основе результатов итоговой аттестации. Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (от «15» до «30» баллов) по результатам итогового тестирования.

## **Раздел 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

В программе используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева ([sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru)), которые позволяют слушателям самостоятельно осваивать содержание программы или отдельных ее разделов, используются МООК, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

**8. Составители программы**

Калашникова Е.А., д. б. н., профессор

(подпись)

Киракосян Р.Н., к.б.н., доцент

(подпись)

Разработана и утверждена на кафедре биотехнологии  
Протокол № 49 от «7» апреля 2023 г.

И.о. зав. кафедрой

/Чередниченко М.Ю./