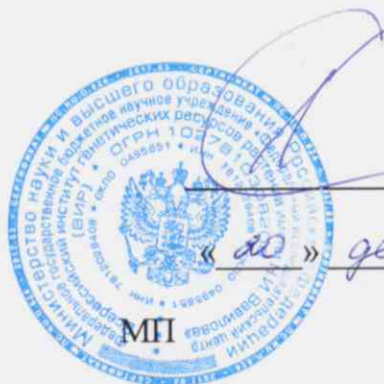


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ
ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ имени Н.И. ВАВИЛОВА
(ВИР)



УТВЕРЖДАЮ
Директор ВИР
профессор РАН
Хлесткина Е.К.

« 20 » декабря 2022 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
программа повышения квалификации

ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

(72 академических часа)

Форма обучения: **очная**

Руководитель программы:

Хлесткина Е.К., д.б.н., профессор РАН, директор

Разработчики программы:

Заварзин А.А., к.б.н., заместитель директора по научно-организационной работе

Ухатова Ю.В., к.б.н., заместитель директора по научно-организационной работе

Леншин А.А., ведущий специалист отдела управления проектами, и.о. зав. Аспирантурой

Иванова Т.В., ведущий специалист отдела управления проектами

Рассмотрена на заседании Ученого совета Федерального исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова
Протокол № 20 от «15» ноября 2022 г.

1. Общая характеристика дополнительной профессиональной программы

1.1. Цель дополнительной профессиональной программы «Генетика и биотехнология растений»:

Совершенствование профессиональной компетенции педагогических работников в области реализации дополнительных общеобразовательных программ генетической направленности в результате освоения теоретического материала и инновационных экспериментальных методов в области биотехнологии растений, генетики и генетических технологий, формирование знаний в области агробиотехнологии и селекции следующего поколения (Next Generation Breeding), формирования у обучающихся системы фундаментальных знаний о молекулярно-генетических механизмах, определяющих особенности культивирования *in vitro*, криоконсервации, а также о молекулярной основе клеточной и генной инженерии, генетического редактирования, на основе профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых».

1.2. Категория слушателей:

Уровень образования: высшее образование.

Направление подготовки: педагогическое образование естественнонаучной направленности в области генетики.

Область профессиональной деятельности: основное общее образование

1.3. Программа реализуется в очной форме.

1.4. Объем дополнительной профессиональной программы: 72 часа.

2. Планируемые результаты освоения дополнительной профессиональной программы «Генетика и биотехнология растений»:

Вид деятельности	Соответствующая трудовая функция из профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых».	Практический опыт	Умения	Знания
Педагогическая деятельность в дополнительном образовании и детей и взрослых	Преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	Планирование занятий и (или) циклов занятий, направленных на освоение знаний генетики, биотехнологии и современных методах исследования	Осуществлять выбор метода исследования, подбор биологического материала. Пользоваться научным оборудованием, необходимым для конкретного метода. Готовить методические разработки и протоколы для обучающихся по использованию того или иного метода исследований. Оформлять научные	Теоретического материала и инновационных экспериментальных методов в области прямой и обратной генетики растений, биотехнологии растений и генетических технологий, агробиотехнологии и селекции следующего поколения (Next Generation Breeding), практической

			работы. Обобщать полученные результаты. Планировать образовательный процесс с учетом особенностей образовательной программы. Находить, анализировать возможности использования и использовать источники необходимые для планирования профессиональной информации.	генетики и селекции растений. Генетических основах наследования и изменчивости на всех уровнях организации живой материи, о молекулярно-генетических механизмах, определяющих особенности культивирования in vitro, криоконсервации, а также о молекулярной основе клеточной и генной инженерии, генетического редактирования. Ключевые методы генетических биотехнологических исследований.
--	--	--	--	---

3. Содержание программы

3.1. Учебный план (структура дополнительной профессиональной программы «Генетика и биотехнология растений»)

Наименование разделов (тем) дисциплины	Лекционные занятия, ч	Практические (семинарские) занятия, ч	Лабораторные занятия, ч	Промежуточная аттестация, ч	Самостоятельная работа, ч	Всего, ч	Форма текущего контроля / промежуточной аттестации
Введение	2					2	
Модуль 1. Основы генетики растений							
Тема 1.1. Генетические ресурсы растений – основа для открытия новых генов-мишеней и селекции следующего поколения	2					2	Опрос в начале лекции

Тема 1.2. Методы прямой и обратной генетики для исследования культурных растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.3. Генетика развития растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.4. Модельные растения как основа расшифровки программ развития и создания новых биотехнологий	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.5. Генетический контроль типа роста и сроков спелости у различных культур	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.6. Полногеномный анализ ассоциаций в агрогенетике растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.7. Вклад генов и локусов количественных признаков в урожайность	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.8. Молекулярно-генетические механизмы устойчивости к болезням и вредителям у основных двудольных культур		2			2	4	Опрос
Тема 1.9. Генетические механизмы устойчивости к болезням и вредителям у основных однодольных культур		2			2	4	Опрос
Тема 1.10. Гены, влияющие на качество и биохимический состав продукции растительного происхождения	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 1.11. Изучение структурно-функциональной организации и маркирование генов; применение ДНК-маркеров в изучении генетических ресурсов растений и в селекции		2			2	4	Дискуссия
Тема 1.12. Генетические основы	2					2	Опрос

гибридной селекции							
Модуль 2. Биотехнология растений							
Тема 2.1. Направления биотехнологии растений, практическое значение для селекции	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.2. Хромосомная инженерия растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.3. Методы культивирования и молекулярно-генетические и физиологические механизмы, определяющие особенности культивирования <i>in vitro</i> для сохранения генетических ресурсов растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.4. Микрклональное размножение растений. Оздоровление культур.	2	2				4	Дискуссия
Тема 2.5. Криоконсервация и криохранение	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.6. Подходы <i>сryo in vitro</i> для различных растительных культур		2			2	4	Опрос
Тема 2.7. Генная инженерия растений и ее роль в фундаментальных исследованиях по генетике растений	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.8. Подходы генной инженерии для различных растительных культур		2			2	4	Дискуссия
Тема 2.9. Классические методы редактирования геномов: гомологичная рекомбинация (gene targeting), сайт-специфическая рекомбинация	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.10. Программируемые эндонуклеазы: мегануклеазы, нуклеазы с цинковыми пальцами, нуклеазы TALEN, система CRISPR/Cas9	2					2	Опрос в начале лекции
Тема 2.11. О разнообразии задач, для которых применяется Cas.	2					2	Опрос в начале

Cas-опосредованная модуляция экспрессии генов и окрашивание хромосом							лекции
Тема 2.12. Новые технологии – новая система контроля	2					2	Опрос
Тема 2.13. ПЦР-диагностика трансгенной природы растений		2			2	4	Дискуссия
Итоговая аттестация дифференцированный зачет				6		6	Круглый стол
Итого	40	14	X	6	12	72	

3.2. Учебная программа

Тема	Виды учебных занятий/работ	Содержание
Введение	Лекция 2 часа	
Модуль 1. Основы генетики растений		
Тема 1.1. Генетические ресурсы растений – основа для открытия новых генов-мишеней и селекции следующего поколения	Лекция 2 часа	Современная парадигма изучения генетических ресурсов растений. Основные задачи по управлению и сохранению генетических ресурсов растений, биотехнологические подходы к расширению генетического разнообразия; сохранение генетических ресурсов растений и их эффективное использование в селекции
Тема 1.2. Методы прямой и обратной генетики для исследования культурных растений	Лекция 2 часа	Методы прямой генетики. Методы обратной генетики Методы генетики для исследования культурных растений
Тема 1.3. Генетика развития растений	Лекция 2 часа	Особенности генома растений. Генетические основы селекции. Гибридизация у растений. Гетерозис, полиплоидизация. Методы геномного анализа.
Тема 1.4. Модельные растения как основа расшифровки программ развития и создания новых биотехнологий	Лекция 2 часа	Основные характеристики модельных растений Особенности геномов модельных объектов Применение модельных растений в молекулярно-генетических исследованиях и новых направлениях биотехнологии
Тема 1.5. Генетический контроль типа роста и сроков спелости у различных культур	Лекция 2 часа	Генетический контроль детерминантного и индетерминантного типов роста на примере зернобобовых культур (TFL, LF) Возможность механизированной уборки. Генетический контроль сроков спелости на примере зерновых культур (VRN).
Тема 1.6. Полногеномный анализ ассоциаций в агрогенетике растений	Лекция 2 часа	GWAS как метод в генетике количественных признаков.

		Формирование выборки и полевое фенотипирование. Генотипирование выборки в GWAS анализе. Поиск ассоциаций между генотипом и фенотипом.
Тема 1.7. Вклад генов и локусов количественных признаков в урожайность	Лекция 2 часа	Фенотипирование по признакам урожайности в полевых условиях. Выявление snp маркеров ассоциированных с признаками урожайности
Тема 1.8. Молекулярно-генетические механизмы устойчивости к болезням и вредителям у основных двудольных культур	Семинар 2 часа	Освоение общих молекулярных механизмов генетических процессов. Молекулярно-генетические механизмы устойчивости к болезням и вредителям у основных двудольных культур
	Самостоятельная работа 2 часа	Основные заболевания у сельскохозяйственных культур
Тема 1.9. Генетические механизмы устойчивости к болезням и вредителям у основных однодольных культур	Семинар 2 часа	Выявление генов связанных к устойчивостью к болезням
	Самостоятельная работа 2 часа	Генетические механизмы устойчивости к болезням
Тема 1.10. Гены, влияющие на качество и биохимический состав продукции растительного происхождения	Лекция 2 часа	Изучение биосинтеза основных питательных веществ. Выявление генов ассоциированных с качеством продукции
Тема 1.11. Изучение структурно-функциональной организации и маркирование генов; применение ДНК-маркеров в изучении генетических ресурсов растений и в селекции	Практическое занятие 2 часа	Структурно-функциональная организация генов. Маркирование генов. Днк-маркеры
	Самостоятельная работа 2 часа	Применение ДНК-маркеров в изучении генетических ресурсов растений и в селекции
Тема 1.12. Генетические основы гибридной селекции	Лекция 2 часа	Значение наследственной изменчивости организмов для селекционного процесса и эволюции. Роль частной генетики отдельных видов организмов в селекции. Отдаленная гибридизация. Особенности межвидовой и межродовой гибридизации; скрещиваемость, фертильность и особенности расщепления у гибридов. Пути преодоления нескрещиваемости. Явление гетерозиса и его генетические механизмы. Использование простых и двойных межлинейных гибридов в растениеводстве и животноводстве. Перспективы методов генетической и клеточной инженерии в селекции и биотехнологии.
Модуль 2. Биотехнология растений		
Тема 2.1. Направления биотехнологии растений, практическое значение для селекции	Лекция 2 часа	Развитие биотехнологии растений и ее основные направления. Практическое значение для селекции. Биотехнологические подходы для сохранения генетических ресурсов.

Тема 2.2. Хромосомная инженерия растений	Лекция 2 часа	Основные хромосомные модификации, используемые в селекции Замещенные линии на примере пшеницы
Тема 2.3. Методы культивирования и молекулярно-генетические и физиологические механизмы, определяющие особенности культивирования <i>in vitro</i> для сохранения генетических ресурсов растений	Лекция 2 часа	Культивирование растительных клеток и их особенности. История развития метода культуры клеток, тканей и органов. Источники питания растений в условиях <i>in vitro</i> . Основные компоненты питательных сред. Введение образцов в культуру <i>in vitro</i> . Каллусогенез.
Тема 2.4. Микрклональное размножение растений. Оздоровление культур.	Лекция 2 часа	Методы <i>in vitro</i> для оздоровления и размножения растений. Тестирование микрорастений на наличие инфекций. Криотерапия.
	Практическое занятие 2 часа	Подготовка растительного материала, стерилизация эксплантов. Микроразмножение и укоренение растений в культуре <i>in vitro</i>
Тема 2.5. Криоконсервация и криохранение	Лекция 2 часа	Подготовка растительного материала Подготовка сред для криоконсервации Криоконсервация растительных культур с применением криопротекторов для длительного сохранения в жидком азоте
Тема 2.6. Подходы <i>сryo in vitro</i> для различных растительных культур	Практическое занятие 2 часа	Подходы <i>сryo in vitro</i> . Состав питательных сред для различных растительных культур и их приготовление. Подготовка и стерилизация инструментов
	Самостоятельная работа 2 часа	Отработка одного из методов по криоконсервации растений
Тема 2.7. Генная инженерия растений и ее роль в фундаментальных исследованиях по генетике растений	Лекция 2 часа	География распространения трансгенных растений. Примеры трансгенных растений – устойчивость к гербицидам, к биотическим и абиотическим факторам среды, ГМО с улучшенными свойствами – золотой рис, с измененными сроками созревания и др.
Тема 2.8. Подходы генной инженерии для различных растительных культур	Практическое занятие 2 часа	<i>In silico</i> анализ – поиск таргетных генов для редактирования растений
	Самостоятельная работа 2 часа	Знакомство с основными методами генной инженерии
Тема 2.9. Классические методы редактирования геномов: гомологичная рекомбинация (gene targeting), сайт-специфическая рекомбинация	Лекция 2 часа	Классические методы редактирование геномов растений Гомологичная рекомбинация Сайт-специфическая рекомбинация
Тема 2.10. Программируемые эндонуклеазы: мегануклеазы, нуклеазы с цинковыми пальцами, нуклеазы TALEN, система CRISPR/Cas	Лекция 2 часа	Основные виды мегануклеаз Система CRISPR/Cas 9: история открытия; применение в генетическом редактировании растений

Тема 2.11. О разнообразии задач, для которых применяется Cas. Cas-опосредованная модуляция экспрессии генов и окрашивание хромосом	Лекция 2 часа	Применение системы Cas в генетике растений. Cas-опосредованная модуляция экспрессии генов и окрашивание хромосом
Тема 2.12. Новые технологии – новая система контроля	Лекция 2 часа	Система контроля редактированных трансгенных и нетрансгенных растений
Тема 2.13. ПЦР-диагностика трансгенной природы растений	Семинар 2 часа	Анализ трансгенных растений. Идентификацию трансгена методом ПЦР с последующим анализом результатов транскриптома.
	Самостоятельная работа 2 часа	Трансгенные растения
Итоговая аттестация	6 часов	
Итого:	72 часа	

4. Календарный учебный график

Программа повышения квалификации «Генетика и биотехнологии растений» предусматривает изучение всех разделов, представленных в учебном плане.

Для всех видов занятий устанавливается академический час продолжительностью 45 минут.

4.1. Календарный учебный график

График обучения Форма обучения	Ауд. часов в день	Дней в неделю	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
Очная	6	5	10 дней

Календарный учебный график формируется по мере комплектации групп.

Обучение по программе завершается итоговой аттестацией в форме круглого стола

По окончании учебного процесса осуществляется подведение итогов, отчисление обучающихся, оформление и выдача документов о повышении квалификации слушателям, успешно освоившим программу обучения.

5. Формы аттестации и оценочные материалы

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется преподавателем, который фиксирует результаты прохождения разделов, учитывая участие слушателей в различных мероприятиях программы (работа во время дискуссии, ответы на вопросы, активность на занятиях), осуществляет консультирование слушателей и корректировки подачи материала программы.

Примерный перечень вопросов для текущего контроля:

1. Опишите основные особенности организации пластидных геномов.
2. Перечислите важнейшие типы фитохромов и их отличительные особенности.
3. Опишите специфику гаметофитной самонесовместимости у покрытосеменных.
4. В чем заключается специфика генотрофных изменений?
5. Роль генов PPR во взаимодействии ядерных, митохондриальных и пластидных геномов у растений.
6. Что такое кодоминирование?

7. Микрклональное размножения растений путем микрочеренкования.
8. Получения безвирусного материала с помощью культуры верхушечных меристем.
9. Метод получения гаплоидных форм растений с помощью культуры пыльников.
10. Использование суспензионных культур клеток растений для производства продуктов вторичного метаболизма.
11. Методы долгосрочного хранения растительного материала in vitro.
12. Понятие о соматклональной изменчивости растений;
13. Отбор к культуре in vitro.
14. Что такое микроразмножение растений?
15. Как криохранение используется в современных генетических технологиях?
16. Использование протопластов растений для соматической гибридизации.
17. Получение растений с чужеродным генетическим материалом.
18. Основные методы доказательства трансгенной природы растений.
19. Состав питательных сред для биотехнологии растений.

5.2. Итоговая аттестация

Осуществляется в формате круглого стола. Круглый стол проводится в формате дискуссии - мини конференции. Слушатели получают заранее перечень тем для обсуждения. Готовят устное сообщение с мультимедийной презентацией, иллюстрирующей основные разделы по теме. Далее слушатель выступает с докладом перед аудиторией не более 7 минут. Преподаватель проводит дискуссию по каждому выступлению с вовлечением всех слушателей в обсуждение.

Примерный перечень тем, выносимых на итоговую аттестацию в виде круглого стола:

1. Генетические банки растений: проблемы формирования, сохранения и использования.
2. Стратегия сохранения диких сородичей культурных растений.
3. Методы криосохранения генетических ресурсов растений.
4. Биотехнология томата.
5. Соматическая гибридизация картофеля.
6. Методы биохимические исследования генетических ресурсов растений.
7. Поиск подходов к ускорению созревания плодов винограда *Vitis vinifera*.
8. Метаболомный анализ.

5.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения:

Итоговая аттестация осуществляется в конце цикла обучения и завершает изучение программы. Форма промежуточной аттестации по дополнительной профессиональной программе «Генетика и генетические технологии растений» является дифференцированный зачет на основании проведения круглого стола. К круглому столу допускаются слушатели, успешно справившиеся с изучением дисциплины: посетившие все занятия, выполнявшие различные мероприятия текущего контроля, предусмотренные программой.

Критерии выставления оценок

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дополнительной	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	по дополнительной профессиональной программе и ШКАЛА оценивания				
	2 Или «неудовлетв орительно»	3 Или «удовлетворительно»	4 Или «хорошо»	5 Или «отлично»	

	Отсутствие знаний	Общие, но не структурированные знания специальных разделов современных научных достижений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы специальных разделов современных научных достижений	Сформированные систематические знания специальных разделов современных научных достижений	Текущий контроль Круглый стол
--	-------------------	---	---	---	----------------------------------

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

5.4.1 Критерии для текущего контроля в форме ответов на вопросы:

- активное участие на семинаре и практических занятиях;
- формулирование полного и правильного ответа на вопрос на семинаре;
- выстраивание логичной структуры излагаемого материала;
- самостоятельное выполнение практических работ;
- умение обозначить проблемные вопросы в соответствующей области, проанализировать их и предложить варианты решений, дать исчерпывающие ответы на уточняющие и дополнительные вопросы.

5.4.2. Критерии оценки практической работы:

- Умение самостоятельно решать поставленную задачу
- Умение работать в коллективе и распределять роли внутри микрогруппы
- Знание необходимых методик постановки опыта

5.4.3. Критерии экспертной оценки итоговой аттестации в виде круглого стола:

- соответствие содержания заявленной теме доклада;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соответствие содержания заявленной теме проекта;
- полнота и глубина знаний по теме;
- обоснованность способов и методов работы с материалом;
- умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме);
- грамотная речь и культура речи.
- соответствие решений поставленным задачам проекта;
- ответы на вопросы членов комиссии;

6. Организационно-педагогические условия реализации программы.

6.1 Требования к квалификации педагогических кадров, представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Кадровый состав реализуемой ДПП «Генетика и биотехнология растений» формируется в соответствии с потребностями образовательной программы. Все педагогические и/или научно-педагогические работники имеют соответствующую предмету программы подготовку и квалификацию.

6.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы.

Основная литература:

1. Лутова, Л. А. (2010). *Биотехнология высших растений*. Издательство Санкт-Петербургского университета
2. Л.А. Лутова, Н.А. Проворов, О.Н. Тиходеев, И.А. Тихонович, Л.Т. Ходжайова, С.О. Шишкова *Генетика развития растений*/// Центр «Интеграция», 2000
3. Лутова, Л. А., Ежова, Т. А., Додуева, И. Е., & Осипова, М. А. (2010). *Генетика развития растений: учебное пособие для студентов высших учебных заведений*. (2-е изд., перераб. и доп. ed.) Под ред. С.Г. Инге-Вечтомова //СПб.: Издательство Н-Л.
4. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. Том 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны. Изд-во Санкт-Петербургского университета. 2010. 367 с.
5. Медведев С.С. Физиология растений. Изд-во СПбГУ. СПб. 2004. Учебник для университетов.

Дополнительная литература:

1. Редактирование генов и геномов (в 3-х томах). отв. ред. С.М. Закиян, С.П. Медведев, Е.В. Дементьева, Е.А. Покушалов, В.В. Власов – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2018, 386 с., ISBN 978-5-7692-1580-3
2. Редактирование генов и геномов. отв. редакторы С.М. Закиян, С.П. Медведев, Е.В. Дементьева, В.В. Власов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016 г. ISBN 978-5-7692-1489-9.
3. Хлесткина Е.К., Шумный В.К. Перспективы использования прорывных технологий в селекции: система CRISPR/Cas9 для редактирования генома растений. *Генетика*. 2016. том 52. № 7. Стр 774 – 787. DOI: 10.7868/S0016675816070055.
4. Герасимова С.В., Хлесткина Е.К., Кочетов А.В., Шумный В.К. Система CRISPR/Cas9 для редактирования геномов и особенности ее применения на однодольных растениях // *Физиология растений*. 2017. Т. 64. №2. С. 92-108.
5. Короткова А.М., Герасимова С.В., Шумный В.К., Хлесткина Е.К. Гены сельскохозяйственных растений, модифицированные с помощью системы CRISPR/Cas. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(2):250-258. DOI 10.18699/VJ17.244
6. Тихонова Н.Г., Хлесткина Е.К. Генетическое редактирование для улучшения плодовых и ягодных культур. *Садоводство и виноградарство*. 2019;(4):10-15. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-4-10-15>
7. Стрыгина К. В., Хлесткина Е. К. Редактирование генов пшеницы, ячменя и кукурузы с использованием системы CRISPR/Cas. *Биотехнология и селекция растений*. 2020;3(1): 46-56. DOI: 10.30901/2658-6266-2020-1-o2.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы слушателей:

1. Жимулев И.Ф. *Общая и молекулярная генетика*. Сибирское университетское издательство, 2007 г.
2. Лутова, Л. А. (2010). *Биотехнология высших растений*. Издательство Санкт-Петербургского университета
3. Иванов В.И. *Генетика*. М.: Академкнига ИКЦ, 2008.
4. Инге-Вечтомов С.Г. *Генетика с основами селекции*. Санкт-Петербург: Издательство Н-Л, 2015.
5. Лутова Л.А., Ежова Т.А., Додуева И.Е., Осипова М.А. *Генетика развития растений*. Изд-во Н-Л, 2010. 432 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
2. <https://www.clarivate.ru/products/web-of-science/>
3. <https://www.vir.nw.ru/>
4. <http://www.vir.nw.ru/trudy/>
5. <http://www.vir.nw.ru/vavilovia/>
6. <http://www.vir.nw.ru/pbi/>

6.3. Материально-технические условия реализации программы

№ п.п.	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Модуль 1. Основы генетики растений			
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Стол преподавателя - 1 шт. Кресло преподавателя - 1 шт. Конференц кресло мягкое с пюпитром - 104 шт., Стулья – 80 шт. Ноутбук с доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет - 1 шт. Мультимедийный видеопроектор - 1 шт. Экран – 1 шт.	Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.
2.	Аудитория (лабораторный комплекс) для проведения практических (лабораторных) занятий Лаборатория постгеномных исследований	Весы ВК-1500 Масса-К (НПВ 1500г. дискретность 0,02 внешняя калибровка 2 класс, платформа 136*162 мм) - 1 шт. Весы CE224-C (220г/0,01г, 0,1мг/1мг, класс точности 1, встроенная калибровка) – 1 шт.; Система водоочистительная лабораторная Synergy, Millipore Франция – 1 шт.; Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, вариант: исполнения: Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific (Applied Biosystems) – 1 шт.; Камера для горизонтального электрофореза (150*150 мм), в комплекте – 3 шт.; Источник питания для лабораторий PowerPac Basic Power Supply 041BR303953 – 3 шт.; Гребенки для электрофоретических камер – 8 шт. в ассортименте; Система гель-документирования Gel Doc XR+ - 1 шт.; Трансиллюминатор ECX – F20.L– 1 шт.; Вортекс Multi Vortex V-32 – 2 шт.; Аквадистиллятор ДЭ-4М – 1 шт.; Спектрофотометр NanoDrop OneC – 1 шт.; Генетический анализатор (Амплификатор T-100 BioRad - 3 шт.; Термоциклер CFX96 , Bio-Rad (амплификатор с детекцией в режиме реального времени) – 1 шт.; ПЦР-бокс – 1 шт.; Центрифуга Multi-spin FV-2400 – 2 шт.;	Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.

		Высокоскоростная мини-центрифуга Microspin 12 – 1 шт.; Центрифуга 5424R для микропробирок, с охлаждением, 15000 об/мин, 21130 g, Eppendorf, - 1 шт.; Центрифуга-вортекс для ПЦР планшетов CVP-2 – 1 шт.; Диспергатор универсальный IKA Ultra Turrax Tube Drive с комплектом бус (стеклянные, металлические) – 1 шт.; Микроволновая печь DEXP B25BSDWG – 1 шт.; Термостат твердотельный типа "Драй-блок" – 2 шт.; Вертикальный низкотемпературный холодильник Innova-U101 – 1 шт.; Морозильник ATLANT M 7203-100 – 2 шт.; Холодильник ATLANT XM 4208-000 – 1 шт.; Генератор льда Hugaan HKN-GB20 – 1 шт.; Дезар-Кронт-802 настенный облучатель рециркулятор бактерицидный – 2 шт.; Бактерицидный облучатель Доктор Ультрафиолет 20 м ЕСО – 2 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 1-10 мкл, "Блэк" - 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 2-20 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 10-100 мкл, "Блэк" – 2 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 20-200 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, одноканальные 100-1000 мкл, "Блэк" – 4 шт.; Дозаторы пипеточные, восьмиканальные 5-50 мкл, "Блэк" – 1 шт.; Подставка для пипеток на 5 мест. – 4 шт.; Штатив для пробирок в ассортименте – 5 шт.	
Модуль 2. Биотехнология растений			
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Стол преподавателя - 1 шт. Кресло преподавателя - 1 шт. Конференц кресло мягкое с подлокотником - 104 шт., Стулья – 80 шт. Ноутбук с доступом к информационно-телекоммуникационной сети Интернет - 1 шт. Мультимедийный видеопроектор - 1 шт. Экран – 1 шт.	
2.	Аудитория (лабораторный комплекс) для проведения практических (лабораторных) занятий Центр генетических технологий ВПР	Препараторская: Аквадистиллятор электрический ДЭ-10М 1 шт Водонагреватель DELUXE электрический (50 л) - 1 шт.; Ванна ультразвуковая ВУ-09-Я-ФП-03 - 1 шт.; Весы аналитические - 1 шт.; Весы прецизионные РА-4102С - 1 шт.; Магнитная мешалка с подогревом US-1550D - 1 шт.; рН-метр OHAUSST 3100-F - 1 шт.; Инкубатор-шейкер INNOVA 40 - 1 шт.; Спектрофотометр NanoPhotometer N50-Touch, сканирование 200-650 нм, сенсорный экран - 1 шт.; Настольный паровой автоклав Tuttnauer 3850EL-D - 1 шт.; Термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот 1000,	Комплект лицензионного программного обеспечения: MS Windows 10 Лицензия № 66236852, MS Office 2016 Лицензия № 66236852.

	исполнения C1000 Touch в комплекте с модулем реакционным оптическим CFX96 - 1 шт.; Центрифуга лабораторная с охлаждением LMC -4200R - 1 шт.; Флуориметр Qubit 3.0 Расширенный стартовый комплект (RT; +4 C) - 1 шт.; Электроплитка бытовая ВЕСТА мощность 2400 Вт - 1 шт.; Персональная центрифуга Z 130 M, Hermle Labortechnik, (230 В, 50-60 Гц) - 1 шт.; Стенд сушильный KARTELL 630*450*110 мм колбодерж. - 72 шт.; поддон - 1шт.; шланг - 1 шт.; Вертикальный низкотемпературный морозильник MDF-U3386S-PE Panasonic - 1 шт.; Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 0,1-2,5 мкл) - 1 шт.; Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 10-100мкл) - 1 шт.; Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 100-1000 мкл) - 1 шт.; Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 2-20 мкл) - 1 шт.; Дозатор пипеточный Eppendorf Research Plus с принадлежностями, вариант исполнения: дозатор механический переменного объема одноканальный (объем 20-200 мкл) - 1 шт.; Дозаторы механические одноканальные - 8 шт.; Мойка для лабораторной посуды ПГЛ ПМЗ - Ламинарная комната №1 Стереомикроскоп МСП-1-2СД, с гибким встроенным осветителем бокового света - 2 шт.; Стерилизатор Steri 250 (STERILIZER, DRY HEAT WITH GLASS BEAD, ST) - 1 шт.; Стол инструментальный AT-B15 650*450*900 мм нерж. сталь, 3 полки -1 шт.; Бокс микробиологической безопасности БМБ-П "Ламинар-С"- 1,2 (221.120) - 1 шт.; Лаборат. двухкамерный холодильник Liebherr LCexv 4010 - 2 шт.; Холодильник с морозильной камерой Liebherr LCexv 4010 Температурный диапазон, С +2+8 и -9-30 объем камер, л 254 л холодильной и 107 морозильной - 1 шт.; Микроскоп Микромед 3 ЛЮМ LED - 1 шт.; Флуоресцентный микроскоп ZOE - 1 шт.; Ламинарная комната №2 Стерилизатор Steri 250 (STERILIZER, DRY HEAT WITH GLASS BEAD, ST) - 2 шт.; Бокс микробиологической безопасности БМБ-П «Ламинар-С» - 2 шт.;	
--	---	--

		Стереомикроскоп МСП-1-2СД, с гибким встроенным осветителем бокового света 1 шт.; Фармацевтический холодильник Polair DM107-S - 1 шт.; Шкаф холодильный Solo SN G -0.75C - 1 шт.; Фармацевтический холодильный шкаф Polair DM114Sd-S - 1 шт.	
--	--	--	--

6.4 Методические указания для обучающихся по освоению программы

Изучать программу рекомендуется в соответствии с той последовательностью, которая обозначена в ее содержании. На лекциях преподаватель озвучивает тему, знакомит с перечнем литературы по теме, обосновывает место и роль этой темы в данной дисциплине, раскрывает ее практическое значение. Практические (семинарские) занятия по своему содержанию связаны с тематикой лекционных занятий.