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 КОМПЕТЕНЦИЙ

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методической и воспитательной работе
_____ Е.В. Хохлова
«12» января 2022 г.

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Технология ускоренной селекции растений - производство линии удвоенных гаплоидов. Молекулярная селекция растений»

Москва, 2022

РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Совершенствование и/или приобретение новых профессиональных компетенций слушателями в области технологии ускоренной селекции растений, производства линий удвоенных гаплоидов, молекулярной селекции растений.

Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции и планируемые результаты обучения

№	Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции	Код компетенции	Знать/Уметь:
1.	Компетенция 1 (приобретаемая в результате обучения) Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы ИД-1$_{ОПК}$ Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ИД-2$_{ОПК}$ Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в садоводстве ИД-3$_{ОПК}$ Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач	ОПК	- знает современные биотехнологические методы и клеточные технологии селекции растений для решения частных задач в рамках селекционных программ самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений, вегетативно размножаемых растений; - умеет анализировать исходные данные, полученные из информационных ресурсов, и составлять перечь оборудования для организации приборной базы необходимой для реализации биотехнологических протоколов; - знает методы представления результатов исследования.
2.	Компетенция 2 (приобретаемая в результате обучения) Способен проводить полевые и лабораторные опыты с использованием традиционных и современных методов ИД-1$_{ПКос}$ Проводит поиск и анализ данных (в том числе с использованием методов биоинформатики), научной литературы для достижения поставленной цели научного исследования. ИД-4$_{ПКос}$ Определяет комплекс	ПКос	- знает методы/технологии молекулярной селекции растений, в том числе биоинформатические; -умеет анализировать данные (в том числе с использованием методов биоинформатики), научной литературы для достижения поставленной цели научного исследования;

	традиционных и современных (полевых и лабораторных) методов исследования для решения научных задач.		- умеет планировать работы молекулярно-генетического анализа, конструировать праймер-комбинации амплифицируемых фрагментов ДНК, анализировать результаты ДНК-амплификации с использованием электрофоретического разделения продуктов амплификации и данных ПЦР в реальном времени; - умеет использовать методы производства линий удвоенных гаплоидов в научных проектах и селекционных программах; - умеет использовать методы работы с геномом растений, методы молекулярной селекции, молекулярно-цитогенетические методы в сопровождении селекционного процесса.

РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план программы повышения квалификации «Технологии ускоренной селекции растений - производство линий удвоенных гаплоидов. Молекулярная селекция растений»

Категория слушателей: Специалисты селекционных проектов, имеющие опыт работы в клеточной биологии и молекулярной генетике растений, желающие на практике познакомиться и освоить: технологию производства удвоенных гаплоидов (в культуре изолированных микроспор или в культуре изолированных семязачатков), современные методы молекулярной селекции растений, имеющие высшее профессиональное образование в области агрономии, садоводства, биотехнологии, молекулярной генетики, селекции растений.

Форма обучения: очная (с использованием ДОТ или без)

Режим занятий: 10 часов в день, 5 раз в неделю

Срок освоения: 2 недели

Трудоемкость программы: 100 академических часов

№	Наименование разделов, тем	Всего ак.часов	В том числе			Формы аттестации, контроля
			Сам. работа	Лекции	Практ. занятия	
1	Раздел 1. Производство линий удвоенных гаплоидов	50	-	10	40	тестирование
2	Раздел 2. Молекулярная селекция растений	50	-	10	40	тестирование
Итоговая аттестация		Зачёт, итоговая аттестация осуществляется на сновании совокупности выполненных практических работ				

2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Технологии ускоренной селекции растений - производство линий удвоенных гаплоидов. Молекулярная селекция растений»

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
1	Раздел 1. Производство линий удвоенных гаплоидов			
	Тема 1. Технологии производства удвоенных гаплоидов (УГ) в селекции	Лекция 1, 2 ак.ч. Технологии производства удвоенных гаплоидов (УГ) в селекции	Термины и понятия «гаплоид», «удвоенный гаплоид», «дигаплоид» Ценность удвоенных гаплоидов Способы получения удвоенных гаплоидов	Знает термины и понятия «гаплоид», «удвоенный гаплоид», «дигаплоид», ценность удвоенных гаплоидов, способы получения удвоенных гаплоидов
		Практическая работа № 1, 2 ак.ч. Приготовление питательной среды для изоляции микроспор	Приготовление жидкой питательной среды В5 из стоковых растворов. Стерилизация автоклавированием.	Умеет готовить раствор жидкой питательной среды В5 из стоковых растворов, проводить стерилизацию автоклавированием.
		Практическая работа № 2, 2 ак.ч. Приготовление питательной среды для	Приготовление жидкой питательной среды NLN-13 из стоковых	Умеет готовить раствор жидкой питательной

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		культивирования микроспор	растворов. Стерилизация фильтрованием.	среды NLN-13 из стоковых растворов, проводить стерилизацию фильтрованием.
		Практическая работа № 3, 2 ак.ч. Отбор бутонов для определения жизнеспособности и стадии развития микроспор	Изучение особенностей подготовки растений-доноров микроспор у капустных культур Изучение особенностей сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор Отбор бутонов	Знает особенности подготовки растений-доноров микроспор у капустных культур Знает особенности сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор Умеет отбирать цветковые бутоны
		Практическая работа № 4, 2 ак.ч. Определение стадии развития микроспор	Сбор растительного материала – молодых цветковых бутонов, цветков. Приготовление временных препаратов, окрашивание DAPI, микроскопирование	Умеет отбирать растительный материал. Готовить временных препаратов, проводить окрашивание DAPI, микроскопировать
		Практическая работа № 5, 2 ак.ч. Определение соответствия размеров бутонов растений разных генотипов определенным стадиям развития микроспор	Измерение длин бутонов, разделение на группы по размерам Приготовление препаратов, окрашивание DAPI, микроскопирование Определение размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для введения в культуру	Умеет измерять длины бутонов, разделение на группы по размерам, определять размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для введения в

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
				культуру
	Тема 2. *In situ*-методы производства УГ, преимущества и недостатки	Лекция 2, 2 ак ч. *In situ*-методы производства УГ, преимущества и недостатки	Отдаленная гибридизация в производстве УГ Опыление облученной пыльцой того же вида для индукции УГ Использование гаплопродюсера для производства УГ	Знает о методе отдаленной гибридизации в производстве УГ, о пыление облученной пыльцой того же вида для индукции УГ, метод гаплопродюсера для производства УГ
		Практическая работа № 6, 2 ак.ч. Отбор растительного материала для изоляции микроспор	Отбор бутонов с оптимальной стадией развития микроспор с использованием штангенциркуля Поверхностная стерилизация бутонов	Умеет отбирать бутоны с оптимальной стадией развития микроспор, проводить поверхностную стерилизацию бутонов
		Практическая работа № 7, 2 ак.ч. Изоляция микроспор	Изоляция микроспор и очистка микроспор от обломков клеток Замена питательной среды для выделения микроспор на питательную среду для культивирования микроспор	Умеет изолировать микроспоры
		Практическая работа № 8, 2 ак.ч. Определение плотности суспензии микроспор	Определение плотности суспензии микроспор и необходимой степени разведения микроспор средой для культивирования Доведение суспензии микроспор до требуемой плотности	Умеет определять плотность суспензии микроспор
		Практическая работа № 9, 2 ак.ч. Культивирование микроспор	Розлив суспензии микроспор в чашки Петри для культивирования Установка чашек Петри с изолированными	Умеет разливать суспензию микроспор в чашки Петри, задавать условия инкубирования.

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			микроспорами в термостат для теплового шока при 32 С.	
		Практическая работа № 10, 2 ак.ч. Изучение особенностей формирования эмбриоидов	Особенности формирования и регенерации эмбриоидов. Изучение эмбриоидов с использованием бинокуляра	Знает особенности формирования и регенерации эмбриоидов.
	Тема 3. Удвоенные гаплоиды в практической селекции и генетических исследованиях	Лекция 3, 2 ак.ч. Удвоенные гаплоиды в практической селекции и генетических исследованиях	Интеграция методов производства удвоенных гаплоидов в генетико-селекционные схемы, примеры ускорения селекции F1-гибридов с/х растений Удвоенные гаплоиды в исследованиях, создание картирующих популяций, разработка молекулярно-генетических маркеров, генетическая инженерия	Знает методы производства удвоенных гаплоидов и их назначение в селекции F1-гибридов с/х растений, в исследованиях
		Практическая работа № 11, 2 ак.ч. Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 1	Выделение ДНК	Умеет выделять ДНК
		Практическая работа № 12, 2 ак.ч. Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 2	Подсушивание ДНК, приготовление реакционной смеси для ПЦР	Умеет подсушивать ДНК, готовить реакционную смеси для ПЦР
		Практическая работа № 13, 2 ак.ч. Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 3	Проведение ПЦР, приготовление агарозного геля	Умеет проводить ПЦР, готовить агарозный гель
		Практическая работа № 14, 2 ак.ч. Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 4	Проведение гель-электрофореза ПЦР-продуктов в агарозном геле	Умеет проводить гель-электрофорез ПЦР-продуктов в агарозном геле

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		Практическая работа № 15, 2 ак.ч. Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 5	Окрашивание разделенных фрагментов ДНК GelRed, визуализация в проходящем УФ-свете, анализ результатов генотипирования	Умеет окрашивать фрагменты ДНК флуоресцентным красителем GelRed и визуализировать проходящем УФ-свете
	Тема 4. *In vitro* индукция УГ – гиногенез, культура пыльников, культура микроспор. Преимущества и ограничивающие факторы	Лекция 4, 2 ак.ч. *In vitro* индукция УГ – гиногенез, культура пыльников, культура микроспор. Преимущества и ограничивающие факторы	Макроспорогенез и макрогаметогенез Гиногенез: культура бутонов, культура завязей, культура семяпочек Микроспорогенез и микрогаметогенез Культура пыльников. Преимущества и недостатки Культура изолированных микроспор. Преимущества и недостатки	Знает макро- и макрогаметогенез, гиногенез, культуру пыльников, культуру изолированных микроспор, преимущества и недостатки
		Практическая работа № 16, 2 ак.ч. Определение жизнеспособности микроспор	Приготовление препаратов, окрашивание ацетокармином/FDA, микроскопирование	Умеет готовить препараты, окрашивать ацетокармином/ FDA
		Практическая работа № 17, 2 ак.ч. Приготовление питательной среды для индукции корне- и побегообразования	Приготовление твердой питательной среды B5, пересадка созревших эмбриоидов из жидкой среды на твердую, индукция корне- и побегообразования	Умеет готовить твердую питательную среду, индуцировать корне- и побегообразование
		Практическая работа № 18, 2 ак.ч. Оценка уровня плоидности методом подсчета числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц	Отбор материала, приготовление препаратов, окрашивание раствором нитрата серебра, микроскопирование	Умеет вести отбор материала, готовить препаратов, окрашивание раствором нитрата серебра
		Практическая работа № 19, 2 ак.ч. Укоренение и адаптация растений-регенерантов	Отмывание от питательной среды и подрезание корней регенерантов Подготовка и пересадка	Умеет пересаживать сеянцы, укоренять и адаптировать

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			сеянцев в субстрат для укоренения и адаптации Обсуждение особенностей адаптации регенерантов	Знает особенности адаптации регенерантов
		Практическая работа № 20, 2 ак.ч. Дебрифинг	Тестирование. Дебрифинг. Подведение итогов. Анкетирование.	Закрепление знаний
	Тема 5. Методы оценки уровня плоидности, гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов	Лекция 5, 2 ак.ч. Методы оценки уровня плоидности, гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов	Спонтанное и индуцированное удвоение числа хромосом Цитологические методы оценки уровня плоидности, метод проточной цитометрии Методы молекулярно-генетического анализа гомо-/гетерозиготности	Знает о способах удвоения числа хромосом, цитологические методы оценки уровня плоидности, методы молекулярно-генетического анализа гомо-/гетерозиготности
2	Раздел 2. Молекулярная селекция растений			
	Тема 6. Молекулярные маркеры в селекции растений	Лекция 6, 2 ак.ч. Молекулярные маркеры в селекции растений	Преимущества молекулярных маркеров. Системы молекулярного маркирования: RAPD, RFLP, SSR, ISSR, AFLP, SCAR, SNP Современный молекулярный подход к селекции полигенных признаков: Локусы количественных признаков (QTL). Основы QTL картирования. Типы популяций для QTL картирования. Связь между QTL и различными локусами, несущими маркеры. Положение на карте QTL	Знает преимущества молекулярных маркеров, системы молекулярного маркирования, основы QTL картирования.
		Практическая работа № 21, 2 ак.ч. Биоинформатика: базовые инструменты	Устройство базы данных NCBI Принцип работы BLAST Работа с инструментом Galaxy	Знает устройство базы данных NCBI, принцип работы BLAST Умеет работать с

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
				инструментом Galaxy
		Практическая работа № 22, 2 ак.ч. Биоинформатика: дизайн праймеров	Работа с PrimerBLAST и Primer3Plus Основные принципы дизайна праймеров	Умеет работать с PrimerBLAST и Primer3Plus Знает основные принципы дизайна праймеров
		Практическая работа № 23, 2 ак.ч. Hight Resolution Melting (HRM) 1	Постановка ПЦР с анализом кривых плавления с высоким разрешением (HRM-анализ, High Resolution Melting) на амплификаторах в режиме реального времени	Знает HRM-анализ, High Resolution Melting на амплификаторах в режиме реального времени
		Практическая работа № 24, 2 ак.ч. Hight Resolution Melting (HRM) 2	Скрининг образцов ДНК на однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) Объяснение принципа HRM	Умеет проводить скрининг образцов ДНК на однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) Знает принцип HRM
		Практическая работа № 25, 2 ак.ч. Hight Resolution Melting (HRM) 3	Работа с программой LightCycler Software 4.1 Обработка результатов HRM-эксперимента	Умеет работать с программой LightCycler Software 4.1, анализировать результаты HRM-эксперимента
	Тема 7. Генетические карты и их использование в селекции	Лекция 7, 2 ак.ч. Генетические карты и их использование в селекции	Рекомбинация и расщепление. Группы сцепления. Количество групп сцепления и основное число хромосом вида. Построение генетических карт. Популяции для построения генетических карт. Использование маркеров для оценки рекомбинаций.	Знает основы построения генетических карт.

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			Генетическое сцепление как основа разработки генетических маркеров.	
	Тема 8. Методы молекулярно-генетических исследований	Лекция 8, 2 ак.ч. Методы молекулярно-генетических исследований	Секвенирование ДНК (по Сэнгеру, Illumina, PacBio, MinOn, HiC-seq)	Знает методы секвенирования ДНК
		Практическая работа № 26, 2 ак.ч. Приготовление препаратов хромосом давленным методом	Сбор растительного материала Обработка цитостатиками и фиксация	Умеет собирать растительный материал, обрабатывать цитостатиками и фиксировать
		Практическая работа № 27, 2 ак.ч. Приготовление препаратов хромосом давленным методом (продолжение)	Приготовление давленных препаратов Оценка качества приготовленных препаратов	Умеет готовить давленных препараты, оценивать их качество
		Практическая работа № 28, 2 ак.ч. Приготовление препаратов хромосом методом Steam Drop	Приготовление суспензии для метода Steam Drop	Умеет готовить суспензии для метода Steam Drop
		Практическая работа № 29, 2 ак.ч. Приготовление препаратов хромосом методом Steam Drop (продолжение)	Приготовление препаратов Steam Drop	Умеет готовить препараты Steam Drop
		Практическая работа № 30, 2 ак.ч. Приготовление препаратов хромосом методом Steam Drop (продолжение)	Оценка качества приготовленных препаратов	Оценка качества приготовленных препаратов
		Практическая работа № 31, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 1ый день протокола	Изучение протокола FISH	Знает протокол FISH
		Практическая работа № 32, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 1ый день протокола (продолжение)	Постановка Nick-Translation (приготовление меченной пробы)	Умеет ставить Nick-Translation
		Практическая работа № 33, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 1ый день протокола (продолжение)	Предобработка препаратов хромосом	Умеет предобрабатывать препараты хромосом
		Практическая работа № 34, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH –	Приготовление гибридизационной смеси	Умеет готовить гибридизационную смесь

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		1ый день протокола (продолжение)		
		Практическая работа № 35, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 1ый день протокола (продолжение)	Проведение гибридизации	Умеет проведить гибридизацию
	Тема 9. Геномное редактирование в селекции растений	Лекция 9, 2 ак.ч. Геномное редактирование в селекции растений	Система редактирования CRISPR/Cas9. Создание gRNA. Способы доставки в клетку системы редактирования. Проблема 'off-targets'.	Знает систему редактирования CRISPR/Cas9.
	Тема 10. Молекулярная цитогенетика в селекции растений	Лекция 10, 2 ак.ч. Молекулярная цитогенетика в селекции растений	Геномная in situ гибридизация (GISH) – мощный инструмент в межвидовой селекции. FISH маркеры для идентификации индивидуальных хромосом. Tyramida-FISH картирование генов на физической хромосоме.	Знает геномную in situ гибридизацию (GISH)
		Практическая работа № 36, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 2ой день протокола	Отмывка неспецифической гибридизации пробы на препаратах хромосом Иммунофлуоресцентная детекция пробы	Умеет отмывать неспецифическую гибридизацию пробы на препаратах хромосом
		Практическая работа № 37, 2 ак.ч. Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 2ой день протокола (продолжение)	Окрашивание ДНК хромосом DAPI Приготовление препаратов к эпифлуоресцентной микроскопии с использованием Vectashield для сохранения флуоресценции	Умеет окрашивать ДНК хромосом DAPI, микроскопировать с использованием Vectashield для сохранения флуоресценции
		Практическая работа № 38, 2 ак.ч. Микроскопия	Принцип работы эпифлуоресцентного микроскопа Zeiss Imager. M1	Знает принцип работы эпифлуоресцентного микроскопа Zeiss Imager. M1
		Практическая работа № 39, 2 ак.ч. Микроскопия (продолжение)	Визуализация результатов FISH	Умеет визуализировать результаты FISH

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		Практическая работа № 40, 2 ак.ч. Микроскопия (продолжение)	Работа с программой ZEN Blue	Умеет работать с программой ZEN Blue

Раздел 3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Входное тестирование

Форма проведения	ЗаОчно
Виды оценочных материалов	Тест из 10 заданий в электронной форме (Приложение 1)
Критерии оценивания	Не предусмотрено (тестирование проводится с целью определения уровня владения материалом)
Оценка	Не предусмотрено (тестирование проводится с целью определения уровня владения материалом)

Выходное тестирование

Форма проведения	Очно
Виды оценочных материалов	Тест из 30 заданий в электронной форме (Приложение 2)
Критерии оценивания	1 – правильный ответ; 0 – неправильный ответ. «Зачтено» выставляется слушателям, если они набрали 15 и более баллов
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа №1-5 по теме 1

Название	Приготовление питательной среды для изоляции микроспор Приготовление питательной среды для культивирования микроспор Отбор бутонов для определения жизнеспособности и стадии развития микроспор Определение стадии развития микроспор Определение соответствия размеров бутонов растений разных генотипов определенным стадиям развития микроспор
Структура и содержание	Приготовление жидкой питательной среды В5 из стоковых растворов. Стерилизация автоклавированием. Приготовление жидкой питательной среды NLN-13 из стоковых растворов. Стерилизация фильтрованием. Изучение особенностей подготовки растений-доноров микроспор у капустных культур. Изучение особенностей сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор. Отбор бутонов. Сбор растительного материала – молодых цветковых бутонов, цветков. Приготовление временных препаратов, окрашивание DAPI, микроскопирование. Измерение длин бутонов, разделение на группы по размерам.

	Приготовление препаратов, окрашивание DAPI, микроскопирование. Определение размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для введения в культуру.
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа №6-10 по теме 2

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Отбор растительного материала для изоляции микроспор Изоляция микроспор Определение плотности суспензии микроспор Культивирование микроспор Изучение особенностей формирования эмбриоидов
Структура и содержание	Отбор бутонов с оптимальной стадией развития микроспор с использованием штангенциркуля. Поверхностная стерилизация бутонов. Изоляция микроспор и очистка микроспор от обломков клеток. Замена питательной среды для выделения микроспор на питательную среду для культивирования микроспор. Определение плотности суспензии микроспор и необходимой степени разведения микроспор средой для культивирования. Доведение суспензии микроспор до требуемой плотности. Розлив суспензии микроспор в чашки Петри для культивирования. Установка чашек Петри с изолированными микроспорами в термостат для теплового шока при 32 С. Особенности формирования и регенерации эмбриоидов. Изучение эмбриоидов с использованием бинокуляра.
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 11-15 по теме 3

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Оценка гомо-/гетерозиготности растений-регенерантов, произведенных в культуре in vitro 1, 2, 3, 4, 5
Структура и содержание	Выделение ДНК. Подсушивание ДНК, приготовление реакционной смеси для ПЦР. Проведение ПЦР, приготовление агарозного геля. Проведение гель-электрофореза ПЦР-продуктов в агарозном геле. Окрашивание разделенных фрагментов ДНК GelRed, визуализация в проходящем УФ-свете, анализ результатов генотипирования.
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и

	теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 16-20 по теме 4

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Определение жизнеспособности микроспор Приготовление питательной среды для индукции корне- и побегообразования Оценка уровня плоидности методом подсчета числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц Укоренение и адаптация растений-регенерантов Дебрифинг
Структура и содержание	Приготовление препаратов, окрашивание ацетокармином/FDA, микроскопирование. Приготовление твердой питательной среды B5, пересадка созревших эмбриоидов из жидкой среды на твердую, индукция корне- и побегообразования. Отбор материала, приготовление препаратов, окрашивание раствором нитрата серебра, микроскопирование. Отмывание от питательной среды и подрезание корней регенерантов. Подготовка и пересадка сеянцев в субстрат для укоренения и адаптации. Обсуждение особенностей адаптации регенерантов. Дебрифинг. Подведение итогов.
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 21-25 по теме 6

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Биоинформатика: базовые инструменты. Биоинформатика: дизайн праймеров Hight Resolution Melting (HRM) 1, 2, 3
Структура и содержание	Устройство базы данных NCBI. Принцип работы BLAST. Работа с инструментом Galaxy. Работа с PrimerBLAST и Primer3Plus. Основные принципы дизайна праймеров. Постановка ПЦР с анализом кривых плавления с высоким разрешением (HRM-анализ, High Resolution Melting) на амплификаторах в режиме реального времени. Скрининг образцов ДНК на однонуклеотидные полиморфизмы (SNP). Объяснение принципа HRM. Работа с программой LightCycler Software 4.1. Обработка результатов HRM-эксперимента
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.

	Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 26-30 по теме 8

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Приготовление препаратов хромосом давленным методом Приготовление препаратов хромосом методом Steam Drop
Структура и содержание	Сбор растительного материала. Обработка цитостатиками и фиксация. Приготовление давленных препаратов. Оценка качества приготовленных препаратов. Приготовление суспензии для метода Steam Drop. Приготовление препаратов Steam Drop. Оценка качества приготовленных препаратов.
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 31-35 по теме 8

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH
Структура и содержание	Изучение протокола FISH Постановка Nick-Translation (приготовление меченной пробы) Предобработка препаратов хромосом Приготовление гибридизационной смеси Проведение гибридизации
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Практическая работа 36-40 по теме 10

Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)	Флуоресцентная *in situ* гибридизация FISH – 2ой день протокола Микроскопия
Структура и содержание	Отмывка неспецифической гибридизации пробы на препаратах хромосом Иммунофлуоресцентная детекция пробы Окрашивание ДНК хромосом DAPI Приготовление препаратов к эпифлуоресцентной микроскопии с использованием Vectashield для сохранения флуоресценции

	Принцип работы эпифлуоресцентного микроскопа Zeiss Imager. M1 Визуализация результатов FISH Работа с программой ZEN Blue
Критерии оценивания	Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.
Оценка	Зачтено/не зачтено

Итоговая аттестация

Форма итоговой аттестации	Зачет как совокупность выполненного итогового теста и практических работ
Требования к итоговой аттестации	Выполнение итогового теста и практических работ в соответствии с требованиями к каждой из работ
Критерии оценивания	Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании практических работ и итогового тестирования
Оценка	Зачтено/не зачтено

Раздел 4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	*2*	*3*
Аудитория	Лекции	мультимедийное оборудование (компьютер, интерактивная доска, мультимедиапроектор, WiFi и пр.)
Лаборатория	Лабораторные работы	комплекс научных приборов и оборудования для молекулярно-генетических и биотехнологических исследований, климатические установки точного контроля условий выращивания и климатические комнаты (+4 °C; + 10 °C; +18 °C; +24 °C), зимняя обогреваемая теплица. Перечень основного оборудования: набор центрифуг, в том числе с охлаждением, ДНК-амплификаторы, ДНК-концентратор, электрофоретическое оборудование для разделения и визуализации фрагментов ДНК, вытяжной шкаф, система ультратонкой очистки воды, лабораторный и стереомикроскопы (в т.ч. с флюоресценцией), спектрофотометры, ламинарные боксы для стерильной работы с культурой клеток и тканей, аналитические весы, автоклав, шейкер-инкубатор, термоинкубаторы, холодильники/морозильники. Реактивы, расходные материалы, одноразовая посуда.
Компьютерный класс	Практические и лабораторные занятия	компьютерные программы PrimerBLAST, Primer3Plus, LightCycler Software 4.1, ZEN Blue, презентации, учебно-методические и оценочные материалы

Раздел 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Основная литература:

1. Создание удвоенных гаплоидов моркови столовой (D. carota L.) в культуре изолированных микроспор: учебно-методическое пособие / Монахос С.Г., Чистова А.В. М.: Грифон, 2017. – 32 с.

2. Создание чистых линий – удвоенных гаплоидов капусты в культуре изолированных микроспор и селекция F_1-гибридов на основе современных методов биотехнологии: (Методические рекомендации)/ Монахос С.Г. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014 г., 44 с.

Дополнительная литература:

1. Создание чистых линий – удвоенных гаплоидов лука репчатого (Allium cepa L.) и селекция F1-гибридов на основе современных методов биотехнологии (Методические рекомендации)/ Монахос С.Г., Богданова В.Д., Ветчинкина Е.М. М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014 г., 45 с.

Интернет-ресурсы:

1. The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information - http://www.ncbi.nlm.nih.gov/

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) выходного тестирования по всем разделам программы.

Раздел 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

В программе используются: информационно-коммуникативные технологии (ИКТ), обеспечивающие активную информатизацию образовательного процесса, использование современных инструментов управления и организации обучения (открытый доступ к информации в Интернете, электронные гаджеты для учебы и т. д.); проектная технология, направленная на стимулирование интереса у учащихся через практическую реализацию теории, принятие самостоятельных решений и самостоятельного получения необходимых знаний; технология проблемного обучения с моделированием проблемных вопросов из профессиональной жизни, требующие для их решения командной работы; здоровьесберегающая технология, обеспечивающая безопасность образовательного процесса и условия для укрепления здоровья учащихся (положительный психологический климат, санитарные нормы и т. д.); кейс-технология основанная на методе обсуждения отдельных вопросов.

8. Составители программы

Доктор сельскохозяйственных наук,
доцент (раздел 1, 2, темы 1-10) С.Г.Монахос

Разработана и утверждена на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений
Протокол №17 от «10» августа 2021 г.

Зав. кафедрой _____/С.Г.Монахос/