



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**

Проректор по учебной работе

Е.В. Хохлова

« 18 » сентября 2023 г.

### ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Генетика, селекция и семеноводство кормовых культур.  
Технологии ускоренной селекции растений»

Москва, 2023

## 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, цитогенетического анализа растений, цифровой селекции.

### 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-1опк Анализирует методы и способы решения исследовательских задач ИД-2опк Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в садоводстве ИД-3опк 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 перечень 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-1пкос Проводит поиск и анализ данных (в том числе с использованием методов биоинформатики), научной литературы для достижения поставленной	ПКос	- знает методы/технологии производства удвоенных гаплоидов в культуре изолированных микроспор, цитогенетического анализа, Основы цифровой селекции растений; -умеет производить операции в рамках технологии производства

цели научного исследования. ИД-4пкос Определяет комплекс традиционных и современных (полевых и лабораторных) методов исследования для решения научных задач.	удвоенных гаплоидов в культуре изолированных микроспор, проводить подготовку растений, приготовление цитологических препаратов, проводить цитогенетический анализ с использованием различных техник микроскопии; - умеет планировать работы в рамках производства линий удвоенных гаплоидов, цитогенетического анализа, цифровой селекции растений в научных проектах и селекционных программах
---	--

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план программы повышения квалификации «Генетика, селекция и семеноводство кормовых культур: технологии ускоренной селекции растений»

Категория слушателей: Специалисты селекционных проектов, желающие на практике познакомиться и освоить: технологию производства удвоенных гаплоидов в культуре изолированных микроспор, современные методы цитогенетического анализа, познакомиться с основами цифровой 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: 90 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	36	8	8	20	тестирование

2	Раздел 2. Цитогенетический анализ	36	8	8	20	тестирование
	Раздел 2. Цифровая селекция растений	18	4	4	10	тестирование
Итоговая аттестация		Зачёт, итоговая аттестация осуществляется на основании совокупности выполненных практических работ				

## 2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Генетика, селекция и семеноводство кормовых культур: технологии ускоренной селекции 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. Производство линий удвоенных гаплоидов	Лекция 1, 2 ак.ч. Технологии производства удвоенных гаплоидов (УГ) в селекции и генетических исследованиях	Термины и понятия «гаплоид», «удвоенный гаплоид», «дигаплоид» Ценность удвоенных гаплоидов Способы получения удвоенных гаплоидов. 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 термины и понятия «гаплоид», «удвоенный гаплоид», «дигаплоид», ценность удвоенных гаплоидов, способы получения удвоенных гаплоидов Знает методы производства удвоенных гаплоидов и их назначение в селекции F1-гибридов с/х растений, в исследованиях.
		Лекция 2, 2 ак.ч. <i>In situ</i> -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
		Лекция 3, 2 ак.ч. <i>In vitro</i> индукция	Макроспорогенез и макрогаметогенез	Знает макро- и макрогаметогенез,

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		УГ – гиногенез, культура пыльников, культура микроспор. Преимущества и ограничивающие факторы	Гиногенез: культура бутонов, культура завязей, культура семянпочек Микроспорогенез и микрогаметогенез Культура пыльников. Преимущества и недостатки Культура изолированных микроспор. Преимущества и недостатки	гиногенез, культуру пыльников, культуру изолированных микроспор, преимущества и недостатки
		Лекция 4, 2 ак.ч. Удвоенные гаплоиды. Методы оценки уровня плоидности, гомо-/гетерозиготности и 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
		Практическая работа № 1, 2 ак.ч. Организация биотехнологической лаборатории	Общелабораторное и специальное оборудование, приборы. Химические реактивы. Посуда. Инструменты и принадлежности Правила безопасной работы в биотехнологической лаборатории	Знает общелабораторное и специальное оборудование, приборы. Химические реактивы. Посуда. Инструменты и принадлежности Правила безопасной работы в биотехнологической лаборатории
		Практическая работа № 2, 2 ак.ч. Приготовление питательной среды для изоляции микроспор, стерилизация автоклавированием	Приготовление жидкой питательной среды B5 из стоковых растворов. Стерилизация автоклавированием.	Умеет готовить раствор жидкой питательной среды B5 из стоковых растворов, проводить стерилизацию автоклавированием.
		Практическая работа № 3, 3 ак.ч. Приготовление питательной	Приготовление жидкой питательной среды NLN-13 из стоковых растворов. Стерилизация фильтрованием.	Умеет готовить раствор жидкой питательной среды NLN-13 из стоковых растворов, проводить

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		среды для культивирования микроспор, стерилизация фильтрованием		стерилизацию фильтрованием.
		Практическая работа № 4, 3 ак.ч. Подготовка и изучение растительного материала для выделения микроспор 1	Изучение особенностей подготовки растений-доноров микроспор Изучение особенностей сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор Отбор бутонов Сбор растительного материала – молодых цветковых бутонов, цветков. Приготовление временных препаратов, окрашивание DAPI, микрофотографирование. Измерение длин бутонов, разделение на группы по размерам Приготовление препаратов, окрашивание DAPI, микрофотографирование Определение размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для инокуляции в питательную среду.	Знает особенности подготовки растений-доноров микроспор Знает особенности сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор Умеет отбирать цветковые бутоны Умеет отбирать растительный материал. Готовить временных препаратов, проводить окрашивание DAPI, микрофотографировать. Умеет измерять длины бутонов, разделение на группы по размерам, определять размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для инокуляции в питательную среду
		Практическая работа № 5, 4 ак.ч. Изоляция микроспор	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	Умеет отбирать бутоны с оптимальной стадией развития микроспор, проводить поверхностную стерилизацию бутонов Умеет изолировать микроспоры
		Практическая работа № 6, 3 ак.ч.	Определение плотности суспензии микроспор и необходимой степени	Умеет определять плотность суспензии микроспор. Умеет

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		Культивирование микроспор	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.	разливать суспензию микроспор в чашки Петри, задавать условия инкубирования.
		Практическая работа № 7, 3 ак.ч. Определение жизнеспособности микроспор, цитологический метод оценки уровня ploидности	Приготовление препаратов, окрашивание ацетокармином/FDA, микрофотографирование Отбор материала, приготовление препаратов, окрашивание раствором нитрата серебра, микрофотографирование	Умеет готовить препараты, окрашивать ацетокармином/FDA Умеет вести отбор материала, готовить препараты, окрашивание раствором нитрата серебра
2	Раздел 2. Цитогенетический анализ			
	Тема 2. Цитогенетический анализ	Лекция 5, 2 ак.ч. Клеточный цикл, деление клетки (митоз, мейоз)	Клеточный цикл, деление клетки (митоз, мейоз) Клеточный цикл и его регуляция Митоз и цитокinesis Фазы митоза	Знают Клеточный цикл, деление клетки (митоз, мейоз) Клеточный цикл и его регуляция Митоз и цитокinesis Фазы митоза
		Лекция 6, 2 ак.ч. Движение хромосом в митозе	Движение хромосом в митозе Поведение хромосомы при формировании веретена Схема работы кинетохора в анафазе	Знают Движение хромосом в митозе Поведение хромосомы при формировании веретена Схема работы кинетохора в анафазе
		Лекция 7, 2 ак.ч. История и методы микроскопии	Методы микроскопии Устройство микроскопа Флуоресцентная микроскопия Конфокальная микроскопия Электронная микроскопия Сканирующая электронная	Знают Методы микроскопии Устройство микроскопа Флуоресцентная микроскопия Конфокальная микроскопия

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			микроскопия Методы суперразрешения	Электронная микроскопия Сканирующая электронная микроскопия Методы суперразрешения
		Лекция 8, 2 ак.ч. Гистология, Техники микромирания	Гистология Техники микромирания, фиксаторы, красители в микроскопии	Знают Гистологию, Техники микромирания, фиксаторы, красители в микроскопии
		Практическая работа № 8, 2 ак.ч. Приготовление фиксатора Сбор корневых апексов и фиксация тканей корневых меристем	Приготовление фиксатора Сбор корневых апексов и фиксация тканей корневых меристем	Умеют готовить фиксатор, проводить сбор корневых апексов и фиксацию тканей корневых меристем
		Практическая работа № 9, 2 ак.ч. Приготовление цитологического препарата	Освобождение корневых меристем от фиксатора ополаскиванием Ферментативная обработка изолированных меристем корней Приготовление цитологических препаратов методом «SteamDrop» Окрашивание цитологических препаратов красителем «Гимза»	Умеют готовить цитологические препараты методом «SteamDrop»
		Практическая работа № 10, 3 ак.ч. Анализ микропрепаратов в с использованием световой микроскопии 1	Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии	Умеют проводить Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии
		Практическая работа № 11, 3 ак.ч. Анализ	Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии	Умеют проводить Анализ микропрепаратов с

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
		микропрепаратов в с использованием световой микроскопии 2		использованием световой микроскопии
		Практическая работа № 12, 2 ак.ч. Сбор и фиксация цветковых бутонов	Приготовление фиксатора Сбор цветковых бутонов	Умеют готовить фиксатор, проводить сбор цветковых бутонов
		Практическая работа № 13, 2 ак.ч. Приготовление цитологического препарата методом «распластывания»	Отбор пыльников, содержащих делящиеся клетки при ацетокарминовом окрашивании. Ферментативная обработка изолированных пыльников Приготовление цитологических препаратов методом «распластывания» Окрашивание цитологических препаратов красителем «Гимза»	Умеют готовить цитологические препараты методом «SteamDrop»
		Практическая работа № 14, 3 ак.ч. Анализ микропрепаратов в с использованием световой микроскопии 1	Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии	Умеют проводить Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии
		Практическая работа № 15, 3 ак.ч. Анализ микропрепаратов в с использованием световой микроскопии 2	Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии	Умеют проводить Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии
3	Раздел 3. Цифровая селекция растений			
	Тема 3. Цифровая селекция растений	Лекция 9, 2 ак.ч. Введение в биоинформатику	Введение в биоинформатику. Термины и определения Назначение биоинформатики и направления использования Омиксные данные, генерация	Знают термины и определения Назначение биоинформатики и направления использования

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1	2	3	4	5
			и биоинформатический анализ. Понятие омиксных данных	Омиксные данные, генерация и биоинформатический анализ. Понятие омиксных данных
		Лекция 10, 2 ак.ч. Источники и методы генерации омиксных данных	Источники и методы генерации омиксных данных. Методы и подходы биоинформатического анализа омиксных данных	Знают источники и методы генерации омиксных данных. Методы и подходы биоинформатического анализа омиксных данных
		Практическая работа № 16, 2 ак.ч. Основы цифровой селекции растений	Основы цифровой селекции растений. Big data в биологии	Знают основы цифровой селекции растений. Big data в биологии
		Практическая работа № 17, 2 ак.ч. Искусственный интеллект и машинное обучение в биологии	Искусственный интеллект и машинное обучение в биологии	Знают искусственный интеллект и машинное обучение в биологии
		Практическая работа № 18, 3 ак.ч. Основы программирования Python	Основы программирования Python	Владеют основами программирования Python
		Практическая работа № 19, 3 ак.ч. Основы программирования R	Основы программирования R	Владеют основами программирования R

### 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 №1-7 по разделу 1

Название	<p>Приготовление питательной среды для изоляции микроспор</p> <p>Приготовление питательной среды для культивирования микроспор</p> <p>Отбор бутонов для определения жизнеспособности и стадии развития микроспор</p> <p>Определение стадии развития микроспор</p> <p>Определение соответствия размеров бутонов растений разных генотипов определенным стадиям развития микроспор</p> <p>Отбор растительного материала для изоляции микроспор</p> <p>Изоляция микроспор</p> <p>Определение плотности суспензии микроспор</p> <p>Культивирование микроспор</p> <p>Изучение особенностей формирования эмбрионидов</p> <p>Определение жизнеспособности микроспор</p> <p>Приготовление питательной среды для индукции корне- и побегообразования</p> <p>Оценка уровня плоидности методом подсчета числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц</p> <p>Укоренение и адаптация растений-регенерантов</p>
Структура и содержание	<p>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</p>

	<p>особенностей сбора эксплантов для введения в культуру изолированных микроспор. Отбор бутонов. Сбор растительного материала – молодых цветковых бутонов, цветков. Приготовление временных препаратов, окрашивание DAPI, микрофотографирование. Измерение длин бутонов, разделение на группы по размерам. Приготовление препаратов, окрашивание DAPI, микрофотографирование. Определение размера бутонов, содержащих микроспоры стадии развития, оптимальной для введения в культуру.</p> <p>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 бинокля.</p> <p>Приготовление препаратов, окрашивание ацетокармином/FDA, микрофотографирование. 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, микрофотографирование. 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.</p>
Критерии оценивания	<p>Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p> <p>Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</p>
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Практическая работа 8-15 по разделу 2

<p>Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)</p>	<p>Клеточный цикл, деление клетки (митоз, мейоз). Клеточный цикл и его регуляция. Митоз и цитокinesis. Фазы митоза. Движение хромосом в митозе. Поведение хромосомы при формировании веретена. Схема работы кинетохора в анафазе. Методы микрофотографии. Гистология. Устройство микроскопа. Флуоресцентная микроскопия. Конфокальная микроскопия. Электронная микроскопия. Сканирующая электронная микроскопия. Методы суперразрешения. Техники микрофотографии, фиксаторы, красители в микроскопии.</p>
--	---

Структура и содержание	<p>Приготовление фиксатора. Сбор корневых апексов, цветковых бутонов, фиксация тканей и клеток. Освобождение тканей и клеток от фиксатора ополаскиванием. Ферментативная обработка изолированных тканей. Приготовление цитологических препаратов методом «SteamDrop», «распластывания». Окрашивание цитологических препаратов красителем «Гимза». Микрофотографирование окрашенных препаратов с масляной иммерсией. Анализ микропрепаратов с использованием световой микроскопии</p>
Критерии оценивания	<p>Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p> <p>Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</p>
Оценка	Зачтено/не зачтено

### Практическая работа 16-19 по разделу 3

<p>Название (проекта, разработки, сценария и т.д.)</p>	<p>Введение в биоинформатику. Термины и определения Назначение биоинформатики и направления использования Омиксные данные, генерация и биоинформатический анализ Понятие омиксных данных Источники и методы генерации омиксных данных Методы и подходы биоинформатического анализа омиксных данных</p>
Структура и содержание	<p>Основы цифровой селекции растений Big data в биологии Искусственный интеллект и машинное обучение в биологии Основы программирования Python и R</p>
Критерии оценивания	<p>Зачтено – студент освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнил все задания, предусмотренные программой; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p> <p>Не зачтено - студент не освоил знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.</p>
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 (компьютеры, 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 °С; +10 °С; +18 °С; +24 °С), 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 ультрафиолетовой очистки воды, лабораторный и стереомикроскопы (в т.ч. с флуоресценцией), 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 Rstudio, Python, 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<sub>1</sub>-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 F<sub>1</sub>-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.

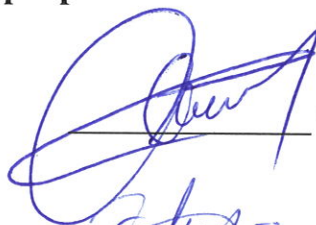


## Раздел 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

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,  
профессор (разделы 1, 2, 3)

  
\_\_\_\_\_ С.Г.Монахов

Ассистент кафедры (раздел 2)

  
\_\_\_\_\_ Э.Р.Мурзина

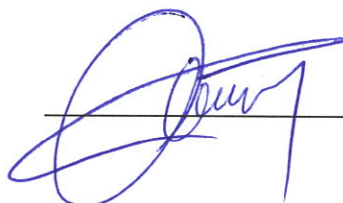
Ассистент кафедры (раздел 3)

  
\_\_\_\_\_ Д.Д.Лисовая

Разработана и утверждена на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений

Протокол №15 от «21» августа 2023 г.

Зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_ /С.Г.Монахов/



**Образцы тестовых заданий в Ходного тестирования****Биологические/генетические факторы воспроизведения растений**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Методы ускорения селекции: биотехнология, культура тканей и клеток**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Методы ускорения селекции: производство удвоенных гаплоидов**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Современные биотехнологические методы и клеточные технологии селекции растений для решения частных задач в рамках селекционных программ самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений, вегетативно размножаемых растений**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Методы молекулярной селекции растений:**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Методы/технологии молекулярной селекции растений, в том числе биоинформатические;**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Конструирование праймер-комбинаций амплифицируемых фрагментов ДНК**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Анализ результатов ДНК-амплификации с использованием электрофоретического разделения продуктов амплификации и данных ПЦР в реальном времени;**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

**Методы производства линий удвоенных гаплоидов в научных проектах и селекционных программах;**

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике

3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

Молекулярно-цитогенетические методы в сопровождении селекционного процесса.

1. Я знаком с данной темой и относящимися к ней методами, использую эти знания в практической работе
2. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Думаю, данная тема не имеет отношения к практике
3. Я изучал данную тему, но не использую в своей работе. Хочу освежить эту тему в памяти
4. Никогда не сталкивался с данной темой ни в теории, ни на практике

### Образцы тестовых заданий Выходного тестирования

Культуру клеток и тканей растений применяют для:

1. Размножения и оздоровления ценных генотипов
2. Получения новых генотипов
3. Получения ценных веществ

Удвоенные гаплоиды можно использовать в селекции в качестве

1. Векторов
2. Гетерозисных гибридов
3. Чистых линий

Ценность растения - удвоенного гаплоида в том, что это

1. Гомозиготное растение
2. Гетерозиготное растение
3. Устойчивое к болезням и вредителям растение
4. Свободное от вирусной инфекции растение

Выберите способы получения удвоенных гаплоидов

1. Культура микроспор
2. Культура меристем
3. Соматический эмбриогенез
4. Культура бутонов
5. Культура пыльников
6. Культура завязей
7. Культура неоплодотворенных семяпочек
8. Культура оплодотворенных семяпочек
9. Метод гаплопродюссера

Основной недостаток культуры пыльников

1. Возможность получения регенерантов только из гаплоидных клеток
2. Невозможность получения регенерантов
3. Возможность получения регенерантов не только из гаплоидных, но и из соматических клеток
4. Невозможность спонтанного удвоения числа хромосом

В результате культивирования пыльников можно получить

1. Клоны исходного растения
2. Гаплоиды
3. Удвоенные гаплоиды

Разработана технология получения удвоенных гаплоидов лука репчатого в культуре

1. Бутонов
2. Пыльников
3. Микроспор
4. Семяпочек

Для каких культур известна технология получения удвоенных гаплоидов в культуре изолированных микроспор?

1. Огурец
2. Кабачок
3. Свёкла
4. Капуста
5. Морковь
6. Баклажан
7. Лук

Факторы, влияющие на успех получения удвоенных гаплоидов в культуре микроспор:

1. Генотип донорного растения
2. Стадия развития донорного растения
3. Стадия развития микроспор
4. Условия выращивания донорного растения
5. Плотность суспензии культивируемых микроспор
6. Состав питательной среды при культивировании микроспор
7. Состав питательной среды для регенерации
8. Всё перечисленное

Стадию развития микроспор определяют по

1. Интенсивности окрашивания
2. Отзывчивости в культуре *in vitro*
3. Форме клеток и количеству ядер

У капустных культур оптимальной стадией развития микроспор для введения в культуру является

1. Тетрада
2. Ранняя одноядерная
3. Средняя одноядерная
4. Поздняя одноядерная
5. Двухядерная
6. Трехядерная

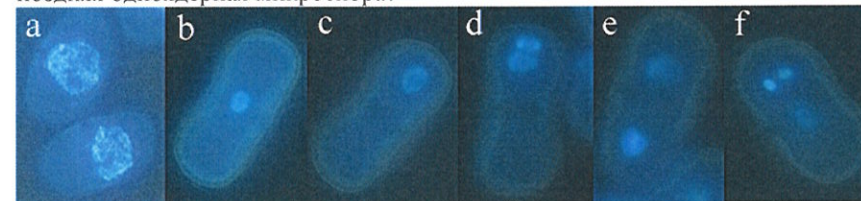
На какой стадии развития эмбриониды следует пересаживать на твердую питательную среду для прорастания/регенерации?

1. Глобулярная
2. Сердцевидная
3. Торпедо
4. Семядольная

При окрашивании флуоресцентным красителем DAPI в клетке трехядерной пыльцы можно увидеть

1. Три ярко окрашенных ядра
2. Два ярко окрашенных спермия и крупное слабо окрашенное вегетативное ядро
3. Три ядра и ярко окрашенную вакуоль

На рисунке представлены фотографии микроспор моркови. Какой буквой отмечена поздняя одноядерная микроспора?



1. a
2. b
3. c
4. d
5. e
6. f

Флуоресцентный краситель FDA используют для определения

1. Стадии развития микроспор
2. Жизнеспособности микроспор
3. Пloidности растений-регенерантов

Отбор бутонов капусты для выделения микроспор проводят по

1. Размеру бутонов
2. Размеру пыльников
3. Окраске микроспор экспресс-методом

Отбор бутонов для выделения микроспор разных культур проводят по

1. Размеру бутонов

2. Окраске бутонов
3. Размеру пыльников
4. Соотношению венчик/чашечка
5. Форме соцветий
6. По одному из перечисленных признаков в зависимости от культуры

Чем обусловлена необходимость соблюдения стерильности при культивировании изолированных клеток и тканей?

1. Вредоносностью фитопатогенов
2. Микроорганизмы подавляют рост эксплантов
3. Особенности физиологии клеток в условиях *in vitro*

Воздух во включенном ламинарном боксе постоянно стерилизуется

1. Фильтром
2. Ультрафиолетом
3. Высокой температурой

Методы стерилизации питательных сред

1. Автоклавирование
2. Обработка ультрафиолетом
3. Фильтрстерилизация
4. Обработка стерилизующими растворами

После поверхностной стерилизации экспланты трижды промывают автоклавированной водой, чтобы

1. Усилить действие стерилизующего раствора
2. Удалить остатки стерилизующего раствора
3. Облегчить выделение микроспор
4. Смыть погибших микроорганизмов

Центрифугирование при выделении суспензии микроспор нужно для

1. Очистки суспензии микроспор от тканей бутонов
2. Очистки суспензии микроспор от клеточного сока и осколков клеток
3. Очистки среды от суспензии микроспор

С помощью камеры Фукс-Розенталя определяют

1. Плотность клеточной суспензии
2. Концентрацию сахарозы в питательной среде
3. Стадию развития эмбриоидов
4. Жизнеспособность клеток

Воздействие температурным шоком на суспензию микроспор необходимо для

1. Стерилизации питательной среды

2. Перехода клеток с гаметофитного пути развития на спорофитный
3. Снижения вероятности гибели клеток от плазмолиза

Удвоение числа хромосом может быть

1. Спонтанным
2. Индуцированным
3. Популяционным
4. Варибельным

Для индукции удвоения числа хромосом используют

1. Кинетин
2. Индолил-уксусную кислоту
3. Колхицин
4. Активированный уголь

Косвенный метод определения ploидности растения

1. Определение интенсивности окраски листьев
2. Прямой подсчет количества хромосом в меристемах корня
3. Подсчет количества хлоропластов в замыкающих клетках устьиц

При адаптации растений-регенерантов важно

1. Тщательно отмыть корни от питательной среды
2. Накрыть регенеранты контейнером или пленкой для поддержания высокой влажности
3. Использовать стерильный торф

Оценить гомозиготность полученных регенерантов можно

1. По потомству
2. Молекулярно-генетическими методами
3. Подсчетом количества хлоропластов в замыкающих клетках устьиц
4. Невозможно оценить