

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
агрономии, агрохимии и экологии



Пичутин А.П.
« 20 » мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.04 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Направление подготовки: 35.03.04 – «Агрономия»

Направленность (профиль): Селекция и генетика сельскохозяйственных культур

Квалификация выпускника: бакалавр

Факультет: Агрономии, агрохимии и экологии

Кафедра: Селекции, семеноводства и биотехнологии

Разработчики рабочей программы: профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии, доктор биологических наук Тороп Елена Александровна, ассистент Холтобин В.С.

Воронеж – 2026 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, утвержденный приказом Минобрнауки России от 26 июля 2017 г. № 699, с изменениями, внесенными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. № 83 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 марта 2021 г., регистрационный № 62739).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии (протокол № № 9 от 06.05.2026 г.)

Заведующий кафедрой, доктор с.-х. наук

Голева Г.Г.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета агрономии, агрохимии и экологии (№ 9 от 18.05.2026 г.)

Председатель методической комиссии

Несмеянова М.А.

Рецензент - главный научный сотрудник лаборатории маркер-ориентированной селекции ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», доктор биологических наук Федулова Т. П.

1. Общая характеристика дисциплины

Дисциплина «Молекулярные и биотехнологические методы в селекции растений» – прикладная биологическая дисциплина, изучающая современные клеточные, генно-инженерные и молекулярно-генетические технологии, применяемые для создания, идентификации и воспроизводства селекционного материала сельскохозяйственных растений. Дисциплина является логическим продолжением дисциплины Б1.О.04.17 «Сельскохозяйственные биотехнологии» и обеспечивает переход от общих биотехнологических представлений к решению конкретных задач селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, возделываемых в Российской Федерации.

1.1. Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы знаний, умений и навыков в области молекулярных и биотехнологических методов, применяемых в селекции растений, необходимых для разработки технологий микрклонального размножения селекционно-ценного материала и выполнения молекулярно-генетического анализа растительного материала при создании сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, их идентификации, паспортизации и сортовом контроле в семеноводстве.

1.2. Задачи дисциплины

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о теоретических основах клеточных технологий *in vitro* в селекции растений: каллусогенез, органогенез, соматический эмбриогенез, микрклональное размножение, депонирование и криосохранение коллекций;
- формирование знаний о методах получения гаплоидов и удвоенных гаплоидов, соматической гибридизации, клеточной селекции на устойчивость к стрессовым факторам и о технологии ускоренной селекции (Speed breeding);
- формирование знаний о методах генетической инженерии растений, векторных системах, экспрессии и клонировании генов, системах геномного редактирования, требованиях биобезопасности и законодательства Российской Федерации в области ГМО;
- формирование знаний о принципах генетического маркирования, биохимических и ДНК-маркерах, полимеразной цепной реакции, электрофорезе, секвенировании и биоинформатических ресурсах;
- обучение практическим приёмам подбора и модификации питательных сред, расчёта концентраций фитогормонов, стерилизации эксплантов и ведения полного цикла клонального микроразмножения;
- формирование умений подбирать и применять маркеры для генотипирования, идентификации сортов и гибридов, паспортизации, оценки генетического полиморфизма и контроля гибридности семенного материала;

- формирование навыков самостоятельного выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа растительного материала, интерпретации электрофореграмм, документирования и статистической обработки полученных данных;
- формирование представлений о схемах маркер-опосредованного отбора (MAS), маркер-опосредованного беккроссирования и геномной селекции, а также об экономической эффективности их применения в селекционных программах.

1.3. Предмет дисциплины

Предмет дисциплины – молекулярно-генетические и биотехнологические методы работы с селекционным материалом растений: культура клеток, тканей и органов *in vitro*, микрклональное размножение, гаплоидия и ДН-технологии, клеточная селекция, генетическая инженерия и геномное редактирование, биохимические, цитогенетические и ДНК-маркеры, полимеразная цепная реакция, электрофорез, секвенирование и биоинформатический анализ, а также схемы маркер-опосредованного отбора в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.В.04 «Молекулярные и биотехнологические методы в селекции растений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, направленность (профиль) «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур». Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре очной формы обучения. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 часов). Форма промежуточной аттестации – экзамен. Заочная форма обучения по данной образовательной программе не реализуется.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Изучение дисциплины «Молекулярные и биотехнологические методы в селекции растений» опирается на знания, умения и навыки, сформированные при освоении дисциплин: «Ботаника», «Физиология и биохимия растений», «Общая генетика», «Цитология с основами цитогенетики», «Сельскохозяйственные биотехнологии», «Основы селекции», «Растениеводство».

Освоение дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин «Частная генетика и селекция сельскохозяйственных культур», «Семеноводство с основами семеноведения», «Сортоведение и государственное сортоиспытание», а также для прохождения научно-исследовательской работы, преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций и индикаторов их достижения, определённых образовательной про-

граммой по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, направленность (профиль) «Селекция и генетика сельскохозяйственных культур»:

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-15	Способен разрабатывать технологии микроклонального размножения растений	<u>Обучающийся должен знать:</u>	
		ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микроклонального размножения: этапы (введение в культуру, микро-размножение, укоренение, адаптация), типы эксплантов, питательные среды (состав, регуляторы роста), методы стерилизации и факторы, влияющие на эффективность клонирования (генотип, физиологическое состояние донорного растения, условия культивирования)
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов для индукции каллусогенеза, прямого органогенеза и соматического эмбриогенеза, а также проводить паспортизацию полученных растений-регенерантов и оценку стабильности генетического материала
ПК-16	Способен выполнять мо-	<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микроклонального размножения растений (от стерилизации эксплантов до высадки растений-регенерантов в грунт), включая оценку эффективности размножения (коэффициент мультипликации, процент укоренения, адаптационная способность)
ПК-16	Способен выполнять мо-	<u>Обучающийся должен знать:</u>	

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
	лекулярно-генетический анализ растительного материала	ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа растительного материала: принципы ПЦР (обычной и в реальном времени), электрофореза, ДНК-маркеров, секвенирования, а также методы выделения и оценки качества нуклеиновых кислот
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять соответствующие молекулярные маркеры для решения конкретных задач селекции и семеноводства: генотипирование, идентификация сортов и гибридов, паспортизация, выявление генетических модификаций, оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей растительных образцов
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки самостоятельного выполнения протокола полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофоретический анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	8	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	4 / 144	4 / 144
Общая контактная работа, ч	64,75	64,75
Общая самостоятельная работа, ч	79,25	79,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	64,00	64,00
лекции	32	32,00
практические-всего	32	32,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	61,50	61,50
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,75	0,75
групповые консультации	0,50	0,50

экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	17,75	17,75
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

3.2. Заочная форма обучения

Не предусмотрена

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. Современные биотехнологические методы создания исходного селекционного материала

Подраздел 1.1. Клеточные технологии *in vitro* в селекции растений Место биотехнологических и молекулярных методов в системе современной селекции. Организация биотехнологической лаборатории, асептика, зонирование помещений, техника безопасности. Типы эксплантов и теоретические основы морфогенеза *in vitro*. Стерилизация растительного материала и введение его в культуру. Питательные среды (MS, B5, WPM, N6 и др.): состав, сравнительная характеристика, принципы выбора. Фитогормоны: ауксины, цитокинины, гиббереллины; управление морфогенезом через соотношение ауксин/цитокинин. Каллусные и суспензионные культуры, культура протопластов. Прямой органогенез и соматический эмбриогенез. Клональное микроразмножение селекционно-ценных генотипов: этапы, коэффициент мультипликации, расчёт выхода микрорастений, проектирование технологической схемы. Адаптация растений-регенерантов к нестерильным условиям. Депонирование и криосохранение коллекций *in vitro*. Соматическая изменчивость и контроль стабильности генетического материала.

Подраздел 1.2. Гаплоидия, соматическая гибридизация, клеточная селекция и Speed breeding Производство линий удвоенных гаплоидов (DH-технологии): андрогенез в культуре пыльников и изолированных микроспор, гиногенез, гаплоиндукторы при отдалённой гибридизации. Факторы эффективности андрогенеза. Удвоение числа хромосом и создание гомозиготных линий. Методы идентификации гаплоидов и оценки плоидности: морфологические и антоциановые маркеры, подсчёт хлоропластов в замыкающих клетках устьиц, проточная цитометрия и цитофлуориметрия. Соматическая гибридизация: слияние протопластов, отбор гибридных клеток, цибриды и перенос ЦМС. Преодоление несовместимости при отдалённой гибридизации: эмбриокультура, спасение зародышей, культура завязей и семян; выделение зародышей семян сельскохозяйственных культур. Клеточная селекция на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам. Технология Speed breeding: принципы, режимы, интеграция с DH-технологиями и маркерным отбором.

Раздел 2. Генетическая инженерия и геномное редактирование в селекции растений

Подраздел 2.1. Методы трансформации, векторные системы, экспрессия и клонирование генов.

Задачи генетической инженерии в селекции. Векторные системы: Ti- и Ri-плазмиды, бинарные, вирусные векторы. Агробактериальная трансформация: механизм переноса и интеграции Т-ДНК, вир-гены, ко-культивирование эксплантов. Прямые методы трансформации: биобаллистика, электропорация, ПЭГ-опосредованная трансформация протопластов. Роль культуры клеток и тканей *in vitro* в получении трансформантов. Селективные и репортёрные гены; безмаркерные технологии. Экспрессия чужеродных генов: промоторы, терминаторы, кодоновая оптимизация, сайленсинг. Теоретические основы и алгоритм клонирования генов. Нокаут и нокдаун генов: РНК-интерференция, антисмысловые конструкции, инсерционный мутагенез, TILLING.

Подраздел 2.2. Геномное редактирование, биобезопасность и детекция ГМО Технология CRISPR: Cas-нуклеаза, гид-РНК, PAM-мотив, механизм двухцепочечного разрыва, пути репарации NHEJ и HDR. Дизайн гид-РНК и оценка off-target эффектов. Типы правок: нокаут, нокин, base editing, prime editing. Системы ZFN и TALEN, их сравнение с CRISPR/Cas9. Практические результаты редактирования сельскохозяйственных культур, получение безтрансгенных отредактированных линий. Регуляторные отличия трансгенеза, цисгенеза и геномного редактирования. Биобезопасность и законодательство Российской Федерации в области генно-инженерной деятельности. ПЦР-детекция ГМО: промотор CaMV35S, терминатор NOS, схема анализа и интерпретация результатов.

Раздел 3. Теоретические основы генетического маркирования

Подраздел 3.1. Принципы маркирования.

Биохимические маркеры и электрофорез белков. Основные понятия генетического маркирования: признак, генотип, фенотип, локус, аллельные гены. Формы взаимодействия генов и значение кодоминирования для маркерного анализа. Классификация и характеристики генетических маркеров, критерии идеального маркера. Биохимические маркеры: изоферменты и запасные белки семян (глиадины, глютенины, гордеины, зеины, секалины). Принцип метода электрофореза белков, классификация методов электрофореза. Методика вертикального электрофореза: экстракция, подготовка гелей и буферных систем, разделение, фиксация, окрашивание, документирование. Применение электрофореза запасных белков в селекции и семеноводстве: идентификация генотипов, сортовая чистота, гибридность семян, паспортизация. Масс-спектрометрия (MALDI-TOF) в анализе белков и метаболитов растений.

Подраздел 3.2. Геном растений, ПЦР и типы ДНК-маркеров.

Геном растений: ядерная, митохондриальная и пластидная ДНК; хромосомная организация генов, повторы, мобильные элементы, влияние полиплоидии на маркерный анализ. Полимеразная цепная реакция: компоненты реакционной смеси, стадии, стандартная процедура; ДНК-амплификаторы. ПЦР в реальном времени и ОТ-ПЦР: количественный анализ и оценка уровня экспрессии генов; мультиплексная ПЦР. Типы ДНК-маркеров: RFLP, ДНК-фингерпринт, RAPD, STS, SSR, ISSR, AFLP, CAPS, SNP, iPBS – принципы, доминантность и кодоминантность, сравнительная характеристика, области применения. Цитогенетическое

маркирование: FISH и GISH; изучение хромосомных аномалий и поведения родительских геномов в межвидовых гибридах.

Раздел 4. Технология молекулярно-генетического анализа и биоинформатика

Подраздел 4.1. Полный цикл лабораторного анализа: от пробы до электрофореграммы.

Организация молекулярно-генетической лаборатории: зонирование, предотвращение контаминации ампликонами, лабораторная документация. Отбор и подготовка растительных проб, особенности неразрушающего отбора селекционного материала. Экстракция и очистка ДНК/РНК: ЦТАБ-метод, колоночные и магнитные наборы, экспресс-протоколы массового скрининга. Оценка качества и количества нуклеиновых кислот: спектрофотометрия (A260/A280, A260/A230), флуориметрия, электрофоретический контроль. Подбор праймеров: правила дизайна, расчёт температуры отжига, работа в Primer-BLAST и базах NCBI. Оптимизация протоколов амплификации: реакционная смесь, температурно-временной профиль, градиентная ПЦР, система контролей. Агарозный и полиакриламидный гель-электрофорез, гель-документирование. Разработка и модификация методик, оформление протокола и заключения.

Подраздел 4.2. Секвенирование, биоинформатика и базы данных маркеров. Секвенирование по Сэнгеру и фрагментный анализ; капиллярный электрофорез и определение размеров аллелей. Высокопроизводительное секвенирование (NGS) в селекции: GBS, RAD-seq, ресеквенирование, GWAS, геномная селекция. Идентификация мутаций: делеции, инсерции, однонуклеотидные замены, структурные варианты; аннотация вариантов. Анализ данных секвенирования в биоинформатических программах (SnapGene, UGENE, BLAST): выравнивание, сборка контигов, работа с хроматограммами. Создание SCAR-маркеров и их валидация. Базы данных молекулярно-генетических маркеров (GenBank/NCBI, Gramene, GrainGenes): алгоритмы поиска и обработки информации. Интерпретация результатов: информативность маркера (PIC), генетические дистанции, дендрограммы, анализ структуры популяции.

Раздел 5. Маркер-ориентированная селекция (MAS)

Подраздел 5.1. Теоретические основы и схемы маркер-опосредованного отбора

Маркер-опосредованный отбор: понятие, предпосылки, преимущества перед традиционной селекцией; виды MAS. Отбор селекционно-ценных и контрастных генотипов по фенотипическим признакам. Идентификация ассоциаций «маркер–признак»: картирующие популяции (F2, RIL, DH, NIL, беккроссные), построение карт сцепления, QTL-картирование, блоки сцепленных генов и неравновесие по сцеплению. Этапы принятия решений и оценка маркеров: валидация, диагностическая ценность, воспроизводимость, стоимость. Совокупный сегрегационный анализ. Маркерная помощь при беккроссировании генотипов с моногенным признаком: отбор по целевому локусу и по генетическому фону. Перенос хромосомного сегмента с QTL, сцепленный нежелательный груз (linkage drag) и рекомбинантный отбор. Маркерная помощь при отборе по потомству. Рекуррентный отбор, основанный только на маркерах, и по аддитивному значению, прогнозируемому маркерами. Комбинированный отбор по фенотипу и маркерам, результаты проверочного моделирования. Выбор между использованием маркеров и увеличением числа повторностей. Пирамидирование генов устойчивости.

Подраздел 5.2. Прикладное использование маркеров в селекции и семеноводстве

Изучение генетических ресурсов растений методами молекулярно-генетического маркирования, идентификация зародышевой плазмы, оценка генетического разнообразия коллекций, формирование core-коллекций, выявление дублетов. Подбор родительских компонентов для гибридизации с использованием SSR- и SNP-маркеров, прогнозирование генетической совместимости и эффекта гетерозиса. Отбор генотипов с генами устойчивости к биотическим и абиотическим факторам, QTL-локусы адаптивности и продуктивности. Генотипирование и паспортизация сортов и гибридов, создание ДНК-паспортов, установление гибридности и родительских форм. Защита новых сортов и охрана прав селекционера, разрешение спорных вопросов авторства. Использование биохимических и ДНК-маркеров в семеноводстве и сортовом контроле. Молекулярно-цитогенетическое сопровождение селекционного процесса. Прикладные примеры применительно к основным группам сельскохозяйственных культур, возделываемых в Российской Федерации: зерновым, зернобобовым, техническим, масличным, кормовым и овощным.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Современные биотехнологические методы создания исходного селекционного материала	8	—	8	12
Подраздел 1.1. Клеточные технологии in vitro в селекции растений	4	—	4	6
Подраздел 1.2. Гаплоидия, соматическая гибридизация, клеточная селекция и Speed breeding	4	—	4	6
Раздел 2. Генетическая инженерия и геномное редактирование в селекции растений	4	—	4	12
Подраздел 2.1. Методы трансформации, векторные системы, экспрессия и клонирование генов	2	—	2	6
Подраздел 2.2. Геномное редактирование, биобезопасность и детекция ГМО	2	—	2	6
Раздел 3. Теоретические основы генетического маркирования	8	—	8	12
Подраздел 3.1. Принципы маркирования. Биохимические маркеры и электрофорез белков	4	—	4	6
Подраздел 3.2. Геном растений, ПЦР и типы ДНК-маркеров	4	—	4	6
Раздел 4. Технология молекулярно-генетического анализа и биоинформатика	8	—	8	12

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Подраздел 4.1. Полный цикл лабораторного анализа: от пробы до электрофореграммы	4	–	4	6
Подраздел 4.2. Секвенирование, биоинформатика и базы данных маркеров	4	–	4	6
Раздел 5. Маркер-ориентированная селекция (MAS)	4	–	4	13,5
Подраздел 5.1. Теоретические основы и схемы маркер-опосредованного отбора	2	–	2	6
Подраздел 5.2. Прикладное использование маркеров в селекции и семеноводстве	2	–	2	7,5
Всего	32	–	32	61,50

4.2.2. Заочная форма обучения

Не предусмотрено.

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Организация самостоятельной работы по дисциплине осуществляется в соответствии с методическими указаниями: Основы биотехнологии [Электронный ресурс] : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Т. Г. Ващенко] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 303 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10474.pdf>>.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	Клеточные технологии in vitro в селекции: питательные среды, каллусные и суспензионные культуры, регенерация. Микроклональное размножение селекционно-ценных генотипов, расчёт выхода микрорастений. Депонирование и криосохранение коллекций in vitro	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная	6	–

		инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство		
--	--	---	--	--

		Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
2	Гаплоидия и ДН-технологии: андрогенез, гиногенез, гаплоиндукторы, удвоение хромосом. Методы идентификации гаплоидов и оценки плоидности (цитофлуориметрия, подсчёт хлоропластов в замыкающих клетках устьиц)	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4.	6	–

		Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
3	Соматическая гибридизация, слияние протопластов, цибриды и ЦМС. Преодоление несовместимости при отдалённой гибридизации: эмбриокультура, спасение зародышей. Клеточная селекция на устойчивость к стрессам. Технология Speed breeding	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для	6	–

		вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаиров. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
4	Генетическая инженерия растений: векторные системы, агробактериальная трансформация, прямые методы, экспрессия чужеродных генов. Клонирование и нокаут генов, RNAi, TILLING	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.:	6	–

		Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
--	--	---	--	--

5	Геномное редактирование CRISPR/Cas9: дизайн гид-РНК, типы правок, off-target эффекты. Биобезопасность, законодательство Российской Федерации, ПЦР-детекция ГМО	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное посо-	6	–
---	--	---	---	---

		бие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
6	Классификация генетических маркеров. Биохимические маркеры: изоферменты и запасные белки семян. Методика вертикального электрофореза белков и её применение в семеноводстве и сортовом контроле	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN	6	–

		978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
7	Геном растений и типы ДНК-маркеров (RFLP, RAPD, STS, SSR, ISSR, AFLP, CAPS, SNP, iPBS): принципы, возможности, ограничения. ПЦР классическая и в реальном времени. Цитогенетическое маркирование (FISH, GISH)	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. –	6	–

		URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
8	Полный цикл молекулярно-генетического анализа: выделение и	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко,	6	—

	оценка качества ДНК/РНК, дизайн праймеров в Primer-BLAST/NCBI, оптимизация амплификации, гель-электрофорез, документирование и интерпретация результатов	Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус,		
--	---	--	--	--

		2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
9	Секвенирование по Сэнгеру и NGS, GWAS и геномная селекция, идентификация мутаций, SCAR-маркеры, базы данных маркеров, биоинформатика (SnapGene, UGENE, BLAST)	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный	6	–

		практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
10	Маркер-ориентированная селекция: схемы беккроссирования, перенос QTL, рекуррентный и комбинированный отбор, пирамидирование генов. Изучение генетических ресурсов, подбор родительских пар по SSR/SNP, генотипирование и паспортизация сортов, маркеры в семеноводстве	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура	7,5	–

		тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2 Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федурев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование)		
	Всего		61,50	–

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	
Подраздел 1.1. Клеточные технологии in vitro в селекции растений	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
Подраздел 1.2. Гаплоидия, соматическая гибридизация, клеточная селекция и Speed breeding	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	-
		Н	-
Подраздел 2.1. Методы трансформации, векторные системы, экспрессия и клонирование генов	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	-
		Н	-
Подраздел 2.2. Геномное редактирование, биобезопасность и детекция ГМО	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 3.1. Принципы маркирования. Биохимические маркеры и электрофорез белков	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 3.2. Геном растений, ПЦР и типы ДНК-маркеров	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 4.1. Полный цикл лабораторного анализа: от пробы до электрофореграммы	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	
		З	У
Подраздел 4.2. Секвенирование, биоинформатика и базы данных маркеров	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 5.1. Теоретические основы и схемы маркер-опосредованного отбора	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 5.2. Прикладное использование маркеров в селекции и семеноводстве	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	З	-
		У	-
		Н	ИД3 _{ПК-16}

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Обучающийся показал полные и глубокие знания программного материала (З – ИД-1ПК-15, ИД-1ПК-16), логично и аргументированно отвечает на вопросы, свободно подбирает питательные среды и молекулярные маркеры под конкретную селекционную задачу (У – ИД-2ПК-15, ИД2ПК-16, самостоятельно выполняет полный цикл микрклонального размножения и молекулярно-генетического анализа, корректно интерпретирует и документирует результаты (Н – ИД3ПК-15, ИД-

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
	ЗПК-16).
Хорошо, продвинутый	Обучающийся твёрдо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей, самостоятельно решает типовые задачи по подбору сред и маркеров, выполняет экспериментальные процедуры с несущественными погрешностями при интерпретации результатов.
Удовлетворительно, пороговый	Обучающийся показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, решает стандартные задачи с помощью преподавателя, выполняет экспериментальные процедуры под контролем, испытывает затруднения при интерпретации результатов анализа.
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Обучающийся не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен подобрать методику под поставленную задачу и выполнить экспериментальные процедуры даже с помощью преподавателя.

Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90 %
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75 %
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50 %
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50 %

Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, чётко формулирует свою точку зрения, приводит примеры из практики биотехнологической и молекулярно-генетической лаборатории.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе.
Зачтено, пороговый	Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах, требует наводящих вопросов.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах.

Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся уверенно знает методику и алгоритм решения задачи (расчёт состава среды и концентраций фитогормонов, коэффициента мультипликации, состава реакционной смеси, интерпретация электрофореграммы и SSR-профилей), не допускает ошибок при её выполнении.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок.
Зачтено, пороговый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибки, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки, не способен исправить их даже с помощью преподавателя.

Критерии оценки рефератов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Структура, содержание и оформление реферата полностью соответствуют предъявляемым требованиям; материал изложен логично, использованы современные научные источники, сделаны самостоятельные выводы, обучающийся свободно отвечает на вопросы по теме.
Зачтено, продвинутый	Структура, содержание и оформление реферата полностью соответствуют предъявляемым требованиям, однако при защите обучающийся допускает отдельные неточности.
Зачтено, пороговый	Структура, содержание и оформление реферата в целом соответствуют предъявляемым требованиям, тема раскрыта поверхностно, выводы носят описательный характер.
Не зачтено, компетенция не освоена	Структура, содержание и оформление реферата не соответствуют предъявляемым требованиям, тема не раскрыта.

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
1	Место биотехнологических и молекулярных методов в системе современной селекции растений.	ПК-15	ИД1ПК-15

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	Организация биотехнологической лаборатории: зонирование, асептика, техника безопасности.		
2	Теоретические основы морфогенеза растений <i>in vitro</i> . Типы эксплантов и факторы, влияющие на эффективность культивирования.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Питательные среды для культивирования изолированных клеток и тканей (MS, B5, WPM, N6): состав, сравнительная характеристика, принципы выбора для различных культур.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
4	Фитогормоны в культуре <i>in vitro</i> : ауксины, цитокинины, гиббереллины. Соотношение ауксин/цитокинин как инструмент управления каллусогенезом, органогенезом и соматическим эмбриогенезом.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
5	Стерилизация растительного материала и введение его в культуру. Каллусные и суспензионные культуры, культура протопластов: получение и применение в селекции.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
6	Клональное микроразмножение селекционно-ценных генотипов: этапы, коэффициент мультипликации, расчёт выхода микрорастений, проектирование поэтапной технологической схемы. Адаптация растений-регенерантов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
7	Депонирование и криосохранение коллекций <i>in vitro</i> . Соматическая изменчивость: причины, селекционная ценность, контроль стабильности генетического материала регенерантов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
8	Производство линий удвоенных гаплоидов (ДН-технологии): андрогенез в культуре пыльников и изолированных микроспор, факторы эффективности.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
9	Гиногенез и гаплоиндукция при отдалённой гибридизации. Удвоение числа хромосом и создание гомозиготных линий.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
10	Методы идентификации гаплоидов и оценки уровня плоидности: морфологические и антоциановые маркеры, подсчёт хлоропластов в замыкающих клетках устьиц, проточная цитометрия и цитофлуориметрия.	ПК-15, ПК-16	ИД1 _{ПК-15}
11	Соматическая гибридизация: получение и слияние протопластов, отбор гибридных клеток, регенерация. Цибриды и перенос цитоплазматической мужской стерильности.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
12	Преодоление несовместимости при отдалённой гибридизации: эмбриокультура, спасение заро-	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	дышей, культура завязей и семяпочек. Вычленение зародышей семян сельскохозяйственных культур и введение их в культуру <i>in vitro</i> .		
13	Клеточная селекция на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам: селективные системы и схемы отбора. Технология Speed breeding: принципы, режимы, интеграция с ДН-технологиями и маркерным отбором.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
14	Задачи генетической инженерии в селекции растений. Векторные системы: Ti- и Ri-плазмиды, бинарные и вирусные векторы.	ПК-16	ИД1 _{ПК-15}
15	Агробактериальная трансформация: механизм переноса и интеграции Т-ДНК, вир-гены, ко-культивирование эксплантов. Роль культуры клеток и тканей <i>in vitro</i> в получении трансформантов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
16	Прямые методы трансформации растений: биобаллистика, электропорация, ПЭГ-опосредованная трансформация протопластов. Селективные и репортёрные гены, безмаркерные технологии.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
17	Экспрессия чужеродных генов в растениях: промоторы, терминаторы, кодоновая оптимизация, сайленсинг. Алгоритм клонирования генов. Нокаут и нокаун генов: RNAi, антисмысловые конструкции, TILLING.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
18	Технология CRISPR: компоненты системы (Cas-нуклеаза, гид-РНК, PAM-мотив), механизм двухцепочечного разрыва, пути репарации NHEJ и HDR.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
19	Дизайн гид-РНК и оценка off-target эффектов. Типы правок: нокаут, нокин, base editing, prime editing. Системы ZFN и TALEN в сравнении с CRISPR/Cas9.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
20	Практические результаты геномного редактирования сельскохозяйственных культур. Получение безтрансгенных отредактированных линий. Регуляторные отличия трансгенеза, цисгенеза и геномного редактирования; законодательство Российской Федерации.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
21	ПЦР-детекция ГМО в селекционном и семенном материале: промотор CaMV35S, терминатор NOS, схема анализа, система контролей и интерпретация результатов.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
22	Основные понятия генетического маркирования: признак, генотип, фенотип, локус, аллельные ге-	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	ны. Формы взаимодействия генов и значение кодоминирования для маркерного анализа.		
23	Классификация и характеристики генетических маркеров: морфологические, биохимические, цитогенетические, молекулярные. Критерии идеального маркера.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
24	Биохимические маркеры: изоферменты и запасные белки семян (глиадины, глютенины, гордеины, зеины, секалины). Возможности и ограничения метода.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
25	Принцип метода электрофореза белков, классификация методов электрофореза. Методика проведения вертикального электрофореза: экстракция, гели и буферные системы, разделение, окрашивание, документирование.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
26	Использование электрофореза запасных белков в селекции и семеноводстве: идентификация генотипов, сортовая чистота, гибридность семян, паспортизация. Масс-спектрометрия в анализе белков растений.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
27	Геном растений: ядерная, митохондриальная и пластидная ДНК. Хромосомная организация генов, повторы, мобильные элементы, влияние полиплоидии на маркерный анализ.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
28	Полимеразная цепная реакция: компоненты реакционной смеси, стадии, стандартная процедура. ДНК-амплификаторы: устройство и виды.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
29	ПЦР в реальном времени и ОТ-ПЦР: принципы, количественный анализ, оценка относительного уровня экспрессии генов. Мультиплексная ПЦР.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
30	Типы ДНК-маркеров: RFLP и ДНК-фингерпринт, RAPD, ISSR, STS, SSR, AFLP, CAPS, SNP, iPBS. Принципы, доминантность и кодоминантность, сравнительная характеристика и области применения.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
31	Цитогенетические методы маркирования: FISH и GISH. Изучение хромосомных аномалий и поведения родительских геномов в межвидовых гибридах.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
32	Организация молекулярно-генетической лаборатории: зонирование, предотвращение контаминации ампликонами, лабораторная документация. Отбор и подготовка растительных проб для анализа.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
33	Экстракция и очистка ДНК/РНК из тканей растений: ЦТАБ-метод, колоночные и магнитные	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	наборы, экспресс-протоколы массового скрининга.		
34	Оценка качества и количества нуклеиновых кислот: спектрофотометрия (A260/A280, A260/A230), флуориметрия, электрофоретический контроль целостности.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
35	Подбор праймеров: правила дизайна, расчёт температуры отжига, проверка на димеры и неспецифичность. Работа в Primer-BLAST и базах NCBI.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
36	Оптимизация протоколов амплификации: состав реакционной смеси, температурно-временной профиль, градиентная ПЦР, система контролей. Агарозный и полиакриламидный гель-электрофорез и гель-документирование.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
37	Секвенирование по Сэнгеру и фрагментный анализ: принципы, капиллярный электрофорез, определение размеров аллелей.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
38	Высокопроизводительное секвенирование (NGS) в селекции: GBS, RAD-seq, ресеквенирование, GWAS, геномная селекция.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
39	Идентификация мутаций (делеции, инсерции, однонуклеотидные замены, структурные варианты) и анализ данных секвенирования в биоинформатических программах (SnapGene, UGENE, BLAST).	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
40	Создание SCAR-маркеров на основе секвенированных полиморфных фрагментов и их валидация на селекционном материале. Базы данных молекулярно-генетических маркеров и алгоритмы поиска информации.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
41	Интерпретация и документирование результатов молекулярно-генетического анализа: чтение профилей аллелей, информативность маркера (PIC), генетические дистанции, дендрограммы, анализ структуры популяции.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
42	Маркер-опосредованный отбор (MAS): понятие, предпосылки, преимущества перед традиционной селекцией. Виды маркер-опосредованного отбора.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
43	Идентификация ассоциаций «маркер–признак»: картирующие популяции (F2, RIL, DH, NIL, бек-кроссные), построение карт сцепления, QTL-картирование, неравновесие по сцеплению. Совокупный сегрегационный анализ.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
44	Этапы принятия решений по идентификации ассоциаций «маркер–признак». Оценка маркеров: валидация, диагностическая ценность, воспроизводимость, стоимость анализа.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
45	Маркерная помощь при беккроссировании генотипов с моногенным признаком: отбор по целевому локусу и по генетическому фону. Перенос хромосомного сегмента с QTL, linkage drag и рекомбинантный отбор.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
46	Маркерная помощь при отборе по потомству. Рекуррентный отбор по маркерам и по аддитивному значению, комбинированный отбор по фенотипу и маркерам. Выбор между использованием маркеров и увеличением числа повторностей. Пирамидирование генов устойчивости.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
47	Изучение генетических ресурсов растений методами молекулярно-генетического маркирования: идентификация зародышевой плазмы, оценка генетического разнообразия, формирование core-коллекций, выявление дублетов.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
48	Подбор родительских компонентов для гибридизации с использованием SSR- и SNP-маркеров. Прогнозирование генетической совместимости и эффекта гетерозиса. Отбор генотипов с генами устойчивости и QTL-локусами адаптивности.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
49	Генотипирование и паспортизация сортов и гибридов: создание ДНК-паспортов, установление гибридности и родительских форм. Защита новых сортов и охрана прав селекционера.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
50	Использование биохимических и ДНК-маркеров в семеноводстве и сортовом контроле. Молекулярно-цитогенетическое сопровождение селекционного процесса. Прикладные примеры маркерной селекции основных групп сельскохозяйственных культур, возделываемых в Российской Федерации.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

5.3.1.2. Задачи к экзамену

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
1	Рассчитайте массу навесок макро- и микросолей для приготовления 2 л питательной среды MS по стандартной прописи. Укажите последовательность приготовления, доведения	ПК-15	ИД2 _{ПК-15} ИД3 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
	рН и режим стерилизации среды.		
2	Подберите состав питательной среды и концентрации фитогормонов для трёх этапов микроразмножения селекционной линии сельскохозяйственной культуры: собственно размножение, укоренение, дорастивание. Обоснуйте соотношение ауксин/цитокинин на каждом этапе.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
3	Составьте протокол поверхностной стерилизации незрелых зародышей селекционного образца с использованием 70 % этанола и 3 %-го раствора гипохлорита натрия. Укажите экспозиции, число промывок и способ контроля контаминации.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15} ИД3 _{ПК-15}
4	Спроектируйте поэтапную технологическую схему микрклонального размножения ценной линии-донора с плановым выходом 10 000 адаптированных растений за год. Рассчитайте необходимое число исходных эксплантов при коэффициенте мультипликации 4 за пассаж (28 суток), потерях на укоренении 10 % и приживаемости 85 %.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
5	В опыте по андрогенезу заложено 400 пыльников; получено 36 эмбриоидов, из них регенерировало 22 растения, диплоидными оказались 9. Рассчитайте частоту эмбриоидогенеза, частоту регенерации и долю спонтанных удвоенных гаплоидов. Предложите меры повышения выхода ДН-линий.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15} ИД3 _{ПК-15}
6	При оценке плоидности регенерантов сельскохозяйственной культуры подсчёт хлоропластов в замыкающих клетках устьиц дал среднее 8,4 у контрольного диплоида и 4,6 у изучаемого образца. Сделайте вывод об уровне плоидности образца и предложите подтверждающий инструментальный метод.	ПК-15, ПК-16	ИД3 _{ПК-15} ИД2 _{ПК-16}
7	Составьте схему клеточной селекции на устойчивость к засолению: подбор селективного агента и его концентраций, число пассажей, схема проверки устойчивости регенерантов в потомстве.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
8	Через 4 недели культивирования из 40 эксплантов получено 260 микропобегов, пригодных для черенкования, 4 экспланта поражены микроорганизмами. Рассчитайте коэффициент мультипликации и процент контаминации; спрогнозируйте выход микрорастений через три пассажа.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
9	Составьте протокол выделения тотальной ДНК из листьев селекционного образца ЦТАБ-методом. Опишите этапы, критические точки и критерии	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
	оценки качества полученного препарата.		
10	По результатам спектрофотометрии получено: $A_{260} = 0,415$; $A_{280} = 0,205$; $A_{230} = 0,380$. Рассчитайте концентрацию ДНК (мкг/мл), оцените соотношения A_{260}/A_{280} и A_{260}/A_{230} и сделайте вывод о пригодности препарата для постановки ПЦР.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}
11	Рассчитайте состав реакционной смеси для 20 реакций ПЦР объемом 25 мкл каждая (10× буфер, дНТФ 0,2 мМ, $MgCl_2$ 2,5 мМ, праймеры по 0,4 мкМ, Taq-полимераза 1 ед., матрица 20 нг). Составьте таблицу мастер-микса с учётом 10 % запаса.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
12	Для праймера 5'-GTCAGGCTTAGCAGTCCATG-3' рассчитайте GC-состав и ориентировочную температуру отжига. Оцените пригодность праймера и предложите корректировку протокола при появлении неспецифичных продуктов амплификации.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
13	На электрофореграмме продуктов ПЦР в отрицательном контроле присутствует ампликон целевого размера. Определите вероятные причины и предложите порядок действий по устранению контаминации и повторной постановке анализа.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
14	Разработайте схему молекулярной паспортизации гибрида F1 сельскохозяйственной культуры по 10 SSR-локусам: отбор проб, выделение ДНК, амплификация, разделение фрагментов, форма представления результата. Приведите образец таблицы аллельных вариантов.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}
15	Интерпретируйте результаты SSR-генотипирования: материнская линия – 180/180, отцовская – 196/196, пять растений потомства – 180/196, 180/180, 180/196, 196/196, 180/196. Определите истинные гибриды и рассчитайте процент гибридности партии.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}
16	По результатам анализа 12 сортообразцов изучаемой культуры SSR-локус выявил 4 аллеля с частотами 0,45; 0,25; 0,20 и 0,10. Рассчитайте показатель информативности маркера (PIC) и оцените пригодность локуса для паспортизации.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
17	По результатам ПЦР-детекции ГМО в пробе выявлен продукт, соответствующий промотору CaMV35S, при отрицательном результате по терминатору NOS и положительном внутреннем контроле. Сформулируйте заключение и	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
	предложите порядок подтверждающего анализа.		
18	Составьте план маркер-опосредованного бек-кроссирования для переноса моногенного гена устойчивости в сорт-реципиент: число поколений, схема отбора по целевому локусу и по генетическому фону, требуемое число маркеров, ожидаемая доля генома рекуррентного родителя по поколениям.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
19	Обоснуйте экономическую целесообразность применения MAS: сравните вариант с двумя дополнительными полевыми повторностями (стоимость одной делянки 800 руб., 600 делянок) и вариант ДНК-скрининга 600 образцов (стоимость одного анализа 350 руб.). Сформулируйте вывод для селекционной программы.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
20	По матрице генетических дистанций восьми селекционных линий, рассчитанной по 15 SSR-локусам, определите наиболее перспективные комбинации скрещиваний для получения гетерозисных гибридов. Обоснуйте выбор и предложите форму представления результата в виде дендрограммы.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}

5.3.1.3. Вопросы к зачёту с оценкой

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен).

5.3.1.4. Вопросы к зачёту

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен).

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен).

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен).

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Что представляет собой эксплант в культуре тканей растений? 1) Синтетическая питательная среда для каллусогенеза;	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	2) Готовый регенерант после адаптации; 3) Изолированный фрагмент ткани или органа растения, вводимый в культуру in vitro; 4) Раствор фитогормонов для стерилизации.		
2	Какая питательная среда является наиболее широко используемой базовой средой в культуре тканей растений, разработанной Мурасиге и Скугом? 1) Среда MS; 2) Среда B5; 3) Среда WPM; 4) Среда N6.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Питательная среда B5 (Gamborg) чаще всего применяется для культивирования каких объектов? 1) Древесных и древесно-кустарниковых пород; 2) Злаковых культур в культуре пыльников; 3) Клубнеплодных культур при микроклонировании; 4) Клеточных суспензий и протопластов бобовых культур.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
4	Среда WPM (Woody Plant Medium) была разработана специально для культивирования: 1) Злаковых культур; 2) Клеточных суспензий корнеплодных культур; 3) Древесных растений; 4) Гаплоидных линий злаковых культур.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
5	Среда N6 преимущественно применяется при культивировании тканей и каллуса каких культур? 1) Древесных растений; 2) Злаковых (зерновых) культур; 3) Клеток корнеплодных культур; 4) Пыльников паслёновых культур.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
6	Какое соотношение фитогормонов ауксин/цитокинин в питательной среде преимущественно стимулирует органогенез побегов? 1) Низкое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание цитокинина); 2) Высокое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание ауксина); 3) Полное отсутствие обоих типов гормонов; 4) Равное соотношение гиббереллина и абсцизовой кислоты.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
7	Какое соотношение фитогормонов ауксин/цитокинин в среде преимущественно стимулирует ризогенез (образование корней)?	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	1) Низкое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание цитокинина); 2) Отсутствие ауксинов при высоком уровне цитокининов; 3) Высокое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание ауксина); 4) Равное соотношение азота и калия в среде.		
8	Что представляет собой каллус в культуре тканей растений? 1) Дифференцированная сосудистая ткань стебля; 2) Зрелый зародыш семени; 3) Слой эпидермальных клеток листа; 4) Неорганизованная масса недифференцированных пролиферирующих клеток.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
9	В чём заключается ключевое отличие суспензионной культуры клеток от каллусной культуры? 1) Суспензионная культура растёт только на твёрдой агаризованной среде без перемешивания; 2) Суспензионная культура представляет собой клетки и их агрегаты, диспергированные в жидкой питательной среде при постоянном перемешивании; 3) Суспензионная культура состоит исключительно из целых органов растения; 4) Суспензионная культура не способна к делению клеток.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
10	Что такое протопласт растительной клетки? 1) Клетка, лишённая клеточной стенки ферментативным путём, окружённая только плазматической мембраной; 2) Клетка с утолщённой вторичной клеточной стенкой; 3) Полностью дифференцированная клетка ксилемы; 4) Спора со специализированной оболочкой.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
11	Соматический эмбриогенез в культуре тканей растений представляет собой процесс: 1) Слияния мужской и женской гамет в пробирке; 2) Опыления цветков в контролируемых условиях теплицы; 3) Формирования зародышеподобных структур из соматических клеток без слияния гамет; 4) Прививки черенка на подвой.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
12	Коэффициент мультипликации при микроклональном размножении отражает: 1) Процент растений, погибших после высадки в	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	грунт; 2) Концентрацию сахарозы в питательной среде; 3) Число хромосом в клетках регенеранта; 4) Среднее число новых побегов, образующихся из одного эксплантата за один цикл субкультивирования.		
13	Адаптация регенерантов, полученных <i>in vitro</i> , к условиям <i>ex vitro</i> (грунт, теплица) необходима прежде всего для: 1) Увеличения числа хромосом в клетках растения; 2) Постепенного перехода растений от гетеротрофного питания и высокой влажности к автотрофному фотосинтезу и естественному водному режиму; 3) Индукции соматоклональных мутаций; 4) Стерилизации корневой системы растений.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
14	Криосохранение коллекций <i>in vitro</i> при сверхнизких температурах (обычно в жидком азоте) применяется для: 1) Ускорения роста каллусной ткани; 2) Повышения частоты соматической гибридизации; 3) Долгосрочного сохранения генетического материала без риска накопления соматоклональной изменчивости; 4) Стимуляции цветения растений-регенерантов.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
15	Соматоклональная изменчивость, возникающая при длительном культивировании тканей <i>in vitro</i> , обусловлена главным образом: 1) Строгим соблюдением стерильности культуральных сосудов; 2) Использованием дистиллированной воды для приготовления среды; 3) Постоянством фотопериода в климатической камере; 4) Генетическими и эпигенетическими изменениями, накапливающимися в культивируемых клетках при пассировании.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
16	Какой из перечисленных факторов является определяющим при выборе метода стерилизации эксплантов? 1) Тип и физиологическое состояние исходной ткани (степень лигнификации, наличие эндофитной микрофлоры);	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	2) Цвет питательной среды; 3) Марка используемого автоклава; 4) Время года проведения анализа ДНК.		
17	Что представляет собой андрогенез в культуре пыльников <i>in vitro</i> ? 1) Развитие растения из клеток семяпочки после опыления чужеродной пылью; 2) Развитие гаплоидного растения из микроспоры или незрелого пыльцевого зерна; 3) Слияние двух соматических протопластов разных видов; 4) Формирование каллуса из клеток корня взрослого растения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
18	Гиногенез в технологиях получения гаплоидов реализуется через культивирование: 1) Пыльников с незрелой пылью; 2) Изолированных протопластов листа; 3) Каллуса, индуцированного из корневой ткани; 4) Неоплодотворённых завязей и семяпочек с последующим развитием гаплоида из клеток женского гаметофита.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
19	Линии-гаплоиндукторы в селекции сельскохозяйственных культур применяются для: 1) Индукции образования гаплоидных зародышей при скрещивании с исследуемыми линиями; 2) Ускорения полового созревания растений; 3) Повышения устойчивости к засухе; 4) Увеличения массы 1000 семян.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
20	Удвоение числа хромосом у полученных гаплоидов для получения дигаплоидных (DH) линий чаще всего проводят обработкой: 1) Аскорбиновой кислотой; 2) Индолилуксусной кислотой; 3) Колхицином; 4) Бензиладенином.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
21	Какой морфологический признак традиционно используют для предварительной идентификации гаплоидных семян при работе с маркерными генами антоциановой окраски? 1) Увеличенный размер семени; 2) Отсутствие антоциановой окраски (пигментации) зародыша и эндосперма; 3) Ускоренное прорастание семени; 4) Изменение формы листовой пластинки.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
22	Подсчёт числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц применяется как экспресс-метод	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	для: 1) Предварительной оценки уровня плоидности растений (гаплоид/диплоид); 2) Определения интенсивности транспирации листа; 3) Измерения концентрации хлорофилла в мезофилле; 4) Оценки степени поражения листа патогеном.		
23	Проточная цитометрия (цитофлуориметрия) в анализе плоидности растительного материала основана на измерении: 1) Электропроводности клеточного сока; 2) Скорости деления клеток под микроскопом в реальном времени; 3) Интенсивности дыхания изолированных митохондрий; 4) Интенсивности флуоресценции ДНК, окрашенной специфическим красителем, пропорциональной содержанию генетического материала в ядре.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
24	Соматическая гибридизация растений осуществляется путём: 1) Традиционного полового скрещивания в поле; 2) Прививки черенка одного вида на подвой другого; 3) Слияния протопластов двух родительских форм с последующей регенерацией гибридного растения; 4) Инъекции пыльцы в завязь пестика.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
25	Цибриды, получаемые при соматической гибридизации, представляют собой клетки (растения) с: 1) Полным набором хромосом обоих родителей в ядре; 2) Ядром одного родителя и цитоплазмой (в том числе органеллами) другого родителя; 3) Утроенным набором хромосом одного родителя; 4) Отсутствием митохондриальной ДНК.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
26	Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС), часто связанная с митохондриальным геномом, используется в селекции для: 1) Повышения устойчивости растений к засолению почвы; 2) Ускорения прохождения растением стадии яровизации;	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) Увеличения числа семязачатков в завязи; 4) Получения гибридных семян без затрат на ручную кастрацию материнских растений		
27	Эмбриокультура (культура изолированных зародышей) применяется в селекции прежде всего для: 1) Спасения гибридных зародышей от абортирования при отдалённой гибридизации; 2) Массового клонального размножения элитных сортов; 3) Индукции полиплоидии у соматических клеток; 4) Стерилизации семенного материала перед посевом.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
28	Культуру изолированных зародышей при работе с трудногерминирующими и недоразвитыми семенами применяют преимущественно для: 1) Повышения качества продукции в текущем поколении; 2) Определения группы спелости образца; 3) Сокращения периода получения потомства и ускорения селекционного процесса при работе с трудногерминирующими или недоразвитыми семенами; 4) Диагностики вирусных инфекций семени.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
29	Клеточная селекция на устойчивость к стрессовым факторам (засоление, засуха, токсины патогенов) проводится путём: 1) Механического отбора наиболее крупных семян; 2) Обработки растений в поле раствором стимулятора роста; 3) Прививки устойчивого подвоя на неустойчивый привой; 4) Культивирования клеточных линий (каллуса или суспензии) на селективных средах с повышающимся уровнем стрессового фактора и отбора выживающих клонов.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
30	Технология Speed breeding направлена главным образом на: 1) Увеличение числа хромосом в клетках зародыша; 2) Сокращение продолжительности жизненного цикла растений за счёт удлинённого фотопериода и оптимизации температурного режима для ускорения смены поколений ;	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) Получение гаплоидных линий без использования гаплоиндукторов; 4) Полное исключение стадии полового размножения из селекционного процесса.		
31	Основное практическое преимущество дигаплоидных (DH) линий в селекционном процессе заключается в: 1) Достижении полной гомозиготности генотипа за одно поколение вместо нескольких циклов инбридинга; 2) Автоматическом повышении урожайности по сравнению с исходной популяцией; 3) Полном исключении необходимости фенотипической оценки; 4) Увеличении числа аллелей в каждом локусе.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
32	Какой из перечисленных методов относится к прямым способам идентификации уровня ploидности растительного материала, а не к косвенным морфологическим признакам? 1) Подсчёт устьиц на единицу площади листа; 2) Визуальная оценка высоты растения; 3) Проточная цитометрия; 4) Определение окраски венчика цветка.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
33	Ti-плазида <i>Agrobacterium tumefaciens</i> в генетической инженерии растений используется как естественный вектор для: 1) Переноса T-ДНК с целевыми генами в геном растительной клетки; 2) Синтеза белков в бесклеточной системе; 3) Амплификации ДНК методом ПЦР; 4) Разделения фрагментов ДНК по электрофоретической подвижности.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
34	Ri-плазида <i>Agrobacterium rhizogenes</i> индуцирует у растений формирование: 1) Опухолевидных наростов (галлов) на стебле; 2) Бородатых (волосовидных) корней (hairy roots); 3) Дополнительных семядолей; 4) Клубней на подземных побегах.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
35	Бинарная векторная система для агробактериальной трансформации отличается от коинтегративной тем, что: 1) T-ДНК область полностью отсутствует; 2) Используется только для трансформации бактериальных клеток; 3) T-ДНК область и гены вирулентности (vir)	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	расположены на двух отдельных, физически разделённых плазмидах; 4) Она не содержит селективного маркерного гена.		
36	Какой метод прямой генетической трансформации предполагает введение ДНК в клетку с помощью частиц золота или вольфрама, ускоряемых давлением газа? 1) Биобаллистика (генная пушка, biolistic-метод); 2) Электропорация; 3) ПЭГ-опосредованная трансформация протопластов; 4) Агробактериальная трансформация.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
37	Электропорация как метод прямого переноса генов основана на: 1) Механическом разрыве клеточной стенки иглой; 2) Использовании бактерии-переносчика Т-ДНК; 3) Слиянии протопластов полиэтиленгликолем; 4) Кратковременном повышении проницаемости клеточной мембраны под действием электрического импульса.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
38	Селективные гены (например, гены устойчивости к антибиотикам или гербицидам) в конструкциях для трансформации служат для: 1) Придания растению новой окраски цветков; 2) Отбора трансформированных клеток и растений на селективной среде; 3) Ускорения деления клеток каллуса; 4) Подавления экспрессии целевого гена.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
39	Репортёрный ген <i>gus</i> (бета-глюкуронидаза) или <i>gfp</i> используется в генно-инженерных конструкциях для: 1) Прямого повышения урожайности трансгенного растения; 2) Замены промотора в целевой конструкции; 3) Визуальной оценки эффективности трансформации и локализации экспрессии встроенного гена; 4) Синтеза устойчивого к гербицидам белка.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
40	Промотор в генетической конструкции для экспрессии чужеродного гена в растении отвечает за: 1) Инициацию и регуляцию транскрипции целевого гена ;	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	2) Терминацию (остановку) синтеза белка на рибосоме; 3) Расщепление мРНК на короткие фрагменты; 4) Упаковку ДНК в нуклеосомы.		
41	Явление сайленсинга (посттранскрипционного или транскрипционного подавления гена) в трансгенных растениях может приводить к: 1) Обязательному увеличению числа копий трансгена; 2) Автоматическому переносу трансгена в другой локус; 3) Повышению устойчивости к гербицидам без встройки гена; 4) Снижению или полному прекращению экспрессии целевого трансгена .	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
42	Технология RNAi (РНК-интерференция) для нокдауна гена основана на: 1) Физическом вырезании гена из хромосомы с помощью нуклеазы; 2) Деградациии специфичной мРНК под действием малых интерферирующих РНК, комплементарных её последовательности ; 3) Встраивании дополнительной копии гена с сильным промотором; 4) Метилировании белков гистонов в области промотора.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
43	Метод TILLING (Targeting Induced Local Lesions IN Genomes) применяется для выявления: 1) Полного набора хромосом организма; 2) Уровня метилирования всего геном; 3) Точковых мутаций в целевом гене, индуцированных химическим мутагенозом, с помощью специфичных ферментов и последующего скрининга; 4) Структуры третичного белка.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
44	В системе CRISPR/Cas9 функцию фермента, осуществляющего разрезание двухцепочечной ДНК в целевом локусе, выполняет: 1) Cas9-нуклеаза; 2) Гид-РНК (sgRNA); 3) ДНК-полимераза; 4) Обратная транскриптаза.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
45	Гид-РНК (sgRNA) в системе CRISPR/Cas9 обеспечивает: 1) Каталитическое расщепление белков-гистонов; 2) Синтез комплементарной цепи ДНК	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	при репликации; 3) Специфическое узнавание и направление комплекса Cas9 к целевой последовательности ДНК ; 4) Разделение фрагментов ДНК по электрофоретической подвижности.		
46	РАМ-последовательность (Protospacer Adjacent Motif), необходимая для работы системы CRISPR/Cas9, представляет собой: 1) Ген устойчивости к антибиотику в векторной конструкции; 2) Промоторную область эукариотического гена; 3) Участок связывания праймера при ПЦР; 4) Короткий консервативный участок ДНК, непосредственно прилегающий к целевому сайту, необходимый для узнавания и связывания Cas9 .	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
47	Репарация двухцепочечного разрыва ДНК по механизму негомولوجичного соединения концов (NHEJ) после действия Cas9 обычно приводит к: 1) Точному внесению заданной точковой замены нуклеотида; 2) Случайным вставкам или делециям (инделам), вызывающим сдвиг рамки считывания и нокаут гена; 3) Полному удалению всей хромосомы; 4) Обратной транскрипции целевой мРНК.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
48	Репарация по механизму гомологичной рекомбинации (HDR) при геномном редактировании применяется, когда необходимо: 1) Внести точную заданную последовательность (замену, вставку) с использованием донорной матрицы ДНК; 2) Просто инактивировать ген без внесения определённой последовательности; 3) Ускорить деление клетки без изменения генома; 4) Провести амплификацию целевого фрагмента ДНК.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
49	Off-target эффекты при использовании системы CRISPR/Cas9 представляют собой: 1) Плановое редактирование строго заданного локуса; 2) Увеличение экспрессии целевого гена без изменения его последовательности; 3) Нежелательные разрезы ДНК в участках ге-	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	ном, сходных, но не идентичных целевой последовательности ; 4) Повышение эффективности трансформации агробактерией.		
50	Технология base editing (редактирование оснований) отличается от классического CRISPR/Cas9-редактирования тем, что: 1) Всегда требует использования донорной матрицы ДНК большого размера; 2) Полностью исключает применение гид-РНК; 3) Применяется только для редактирования митохондриальной ДНК; 4) Позволяет вносить точковую замену одного нуклеотидного основания на другое без внесения двухцепочечного разрыва ДНК .	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
51	Prime editing как метод геномного редактирования нового поколения позволяет: 1) Работать исключительно с РНК-транскриптами, не затрагивая ДНК; 2) Вносить широкий спектр точных изменений (замены, небольшие вставки и делеции) без образования двухцепочечного разрыва и без донорной ДНК-матрицы; 3) Полностью заменить необходимость в гид-РНК; 4) Проводить только полногеномное секвенирование.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
52	Цинковые пальцы-нуклеазы (ZFN) и TALEN относятся к более ранним, по сравнению с CRISPR/Cas9, системам геномного редактирования, в которых специфичность узнавания ДНК определяется: 1) Белковыми доменами, инженерно сконструированными для связывания определённой последовательности ДНК; 2) Молекулой гид-РНК, комплементарной целевому участку; 3) Случайной интеграцией Т-ДНК агробактерии; 4) Химическим мутагенным агентом.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
53	Безтрансгенные (cisgenic-free / null-segregant) отредактированные линии растений, полученные методами геномного редактирования, характеризуются тем, что: 1) В геноме постоянно присутствует ген устойчивости к антибиотику; 2) Растение получено исключительно классиче-	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	ским половым скрещиванием без редактирования; 3) В финальном растении отсутствуют встроенные чужеродные генетические конструкции (Cas9, гид-РНК выведены путём скрещивания или переходной экспрессии); 4) Такие линии по определению нельзя зарегистрировать как сорт.		
54	Стандартный подход к ПЦР-детекции генетически модифицированных организмов (ГМО) основан на выявлении в геноме растения последовательностей: 1) Собственных интронов исследуемого вида без каких-либо вставок; 2) Митохондриальной ДНК растения дикого типа; 3) Хлоропластной рибосомальной РНК растения дикого типа; 4) Промотора CaMV35S и терминатора NOS, часто входящих в состав генетических конструкций.	ПК-16	ИД ₂ ПК-16
55	В генетическом маркировании locus определяется как: 1) Совокупность всех хромосом организма; 2) Определённое положение (участок) гена или иной специфической последовательности на хромосоме; 3) Молекула белка, синтезируемая на рибосоме; 4) Метод разделения фрагментов ДНК в геле.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
56	Аллель в контексте генетического маркирования – это: 1) Один из альтернативных вариантов гена или маркерного локуса, занимающих одинаковое положение на гомологичных хромосомах; 2) Полный гаплоидный набор хромосом клетки; 3) Фермент, катализирующий репликацию ДНК; 4) Метод амплификации целевого фрагмента ДНК.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
57	Кодоминирование маркерных аллелей означает, что у гетерозиготной особи: 1) Проявляется фенотипически только доминантный аллель, рецессивный полностью подавлен; 2) Оба аллеля полностью взаимно уничтожают друг друга; 3) Проявляются и одновременно различимы продукты (полосы, сигналы) обоих аллелей; 4) Определить генотип по такому маркеру прин-	ПК-16	ИД ₁ ПК-16

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	ципиально невозможно.		
58	Какой из перечисленных критериев не относится к требованиям, предъявляемым к идеальному генетическому маркеру? 1) Зависимость результата анализа от фазы развития и условий выращивания растения; 2) Высокий уровень полиморфизма между генотипами; 3) Кодоминантный характер наследования; 4) Равномерное распределение по геному.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
59	Изоферменты как биохимические маркеры представляют собой: 1) Единственную неизменную форму ферментного белка у всех генотипов вида; 2) Множественные молекулярные формы одного и того же фермента, различающиеся по электрофоретической подвижности, но катализирующие одну реакцию; 3) Продукты прямой амплификации ДНК методом ПЦР; 4) Фрагменты РНК, образующиеся при сплайсинге.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
60	Проламины (глиадины, гордеины, зеины, секалины) представляют собой: 1) Ферменты дыхания прорастающего семени; 2) Спирторастворимые запасные белки семян злаковых культур, используемые как биохимические маркеры генотипа; 3) Мембранные транспортные белки; 4) Продукты ферментативной деградации крахмала.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
61	Электрофоретический спектр запасных белков семени пригоден для сортовой идентификации, поскольку он: 1) Полностью определяется условиями выращивания; 2) Генетически детерминирован и практически не изменяется под влиянием факторов среды; 3) Одинаков у всех сортов одного вида; 4) Закономерно меняется в течение вегетации.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
62	Биохимические маркеры на основе запасных белков семян позволяют прежде всего: 1) Выявлять точечные мутации в некодирующих участках генома; 2) Оценивать сортовую чистоту и гибридность партий семян;	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) Определять содержание нитратов в продукции; 4) Устанавливать уровень плоидности без цитологического анализа.		
63	Принцип электрофоретического разделения молекул (белков, фрагментов ДНК) в геле основан на их движении в электрическом поле в зависимости от: 1) Размера, массы и заряда молекулы, определяющих скорость её миграции через поры геля; 2) Температуры окружающей среды в лаборатории; 3) Цвета используемого красителя для визуализации; 4) Времени, прошедшего с момента выделения образца.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
64	Методика вертикального электрофореза белков в семеноводстве и сортовом контроле позволяет главным образом: 1) Напрямую определить урожайность сорта в поле; 2) Идентифицировать сорт и оценить его генетическую чистоту по спектру запасных белков семени; 3) Измерить массу 1000 семян; 4) Оценить устойчивость сорта к засухе.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
65	Масс-спектрометрия MALDI-TOF в анализе растительных белков применяется для: 1) Прямого разделения фрагментов ДНК по размеру в геле; 2) Визуального подсчёта числа хромосом в клетке; 3) Определения молекулярной массы и идентификации белков по характеру их ионизации и времени пролёта в масс-анализаторе; 4) Измерения концентрации сахарозы в питательной среде.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
66	Классификация генетических маркеров традиционно включает морфологические, биохимические и молекулярные (ДНК) маркеры; их принципиальное различие заключается прежде всего в: 1) Стоимости используемых реактивов без каких-либо иных отличий; 2) Обязательной привязке ко времени года проведения анализа; 3) Использовании исключительно ручных мето-	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	дов без приборов; 4) Уровне организации признака, на котором фиксируются различия между генотипами (внешний вид, белковый продукт или сама последовательность ДНК) .		
67	Применение биохимических (белковых) маркеров в семеноводстве и сортовом контроле ограничено по сравнению с ДНК-маркерами главным образом тем, что белковый спектр может: 1) Зависеть от условий выращивания, стадии развития и фазы созревания семени ; 2) Полностью совпадать у всех видов растений без исключения; 3) Определяться только методом ПЦР в реальном времени; 4) Не иметь никакой связи с генотипом растения.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
68	Геном растительной клетки представлен ядерной, митохондриальной и пластидной (хлоропластной) ДНК; отличительной особенностью пластидной и митохондриальной ДНК по сравнению с ядерной является: 1) Полное отсутствие каких-либо генов у пластид и митохондрий; 2) Преимущественно материнский (однородительский) тип наследования у большинства видов; 3) Обязательно линейная, а не кольцевая структура молекулы; 4) Отсутствие способности к репликации.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
69	Полиплоидия растительного генома выражается в: 1) Полном отсутствии повторяющихся последовательностей ДНК; 2) Утрате митохондриального генома; 3) Наличии в клетке более двух полных гаплоидных наборов хромосом; 4) Слиянии двух разных видов ДНК-полимераз.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
70	Полимеразная цепная реакция (ПЦР) представляет собой метод, позволяющий: 1) Многократно амплифицировать (умножить) определённый фрагмент ДНК in vitro за счёт циклов денатурации, отжига и элонгации; 2) Напрямую секвенировать полный геном без предварительной амплификации; 3) Синтезировать белок на матрице ДНК без участия рибосом;	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) Разделить хромосомы по размеру центрифугированием.		
71	Обязательными компонентами реакционной смеси для стандартной ПЦР являются матричная ДНК, праймеры, термостабильная ДНК-полимераза, дезоксинуклеотидтрифосфаты и буферный раствор с ионами: 1) Железа (Fe^{2+}); 2) Магния (Mg^{2+}); 3) Кальция (Ca^{2+}); 4) Натрия (Na^{+}).	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
72	Прибор, обеспечивающий циклическое изменение температуры реакционной смеси для проведения ПЦР, называется: 1) Спектрофотометр; 2) Центрифуга; 3) Ламинарный бокс; 4) Амплификатор (термоциклер).	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
73	Отличительной особенностью Real-Time PCR (ПЦР в реальном времени) от классической ПЦР является: 1) Полное отсутствие необходимости в праймерах; 2) Использование исключительно РНК как матрицы без обратной транскрипции; 3) Возможность количественного мониторинга накопления продукта амплификации непосредственно в ходе каждого цикла реакции с помощью флуоресцентных красителей или зондов; 4) Проведение реакции без термоциклера.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
74	ОТ-ПЦР (ПЦР с обратной транскрипцией) применяется, когда исходным материалом для анализа является: 1) РНК, которую предварительно превращают в комплементарную ДНК (кДНК) с помощью обратной транскриптазы; 2) Геномная ДНК без каких-либо модификаций; 3) Белковый экстракт растительной ткани; 4) Полисахаридный экстракт клеточной стенки.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
75	Мультиплексная ПЦР позволяет в рамках одной реакции: 1) Амплифицировать только один фрагмент, но с удвоенной скоростью; 2) Полностью исключить использование ДНК-полимеразы; 3) Определить последовательность нуклеотидов	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	без электрофореза; 4) Одновременно амплифицировать несколько разных целевых фрагментов ДНК с использованием нескольких пар праймеров .		
76	RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) как метод ДНК-маркирования основан на выявлении полиморфизма по: 1) Числу tandemных повторов в микросателлитном локусе; 2) Длине фрагментов ДНК, образующихся при обработке рестрикционными эндонуклеазами; 3) Единичной замене нуклеотида, выявляемой секвенированием; 4) Интенсивности флуоресценции хлорофилла.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
77	SSR-маркеры (микросателлиты, простые повторяющиеся последовательности) отличаются высокой информативностью благодаря: 1) Полному отсутствию полиморфизма между сортами одного вида; 2) Строго доминантному типу наследования без исключений; 3) Значительной вариабельности числа tandemных повторов коротких мотивов ДНК в одном и том же локусе у разных генотипов; 4) Отсутствию необходимости в праймерах при их выявлении.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
78	RAPD-маркеры (Randomly Amplified Polymorphic DNA) получают путём амплификации геномной ДНК с использованием: 1) Одного короткого праймера произвольной (случайной) последовательности; 2) Пары строго специфичных праймеров, комплементарных известной последовательности гена; 3) Зонда, меченного радиоактивным изотопом, без ПЦР; 4) Ферментов рестрикции без праймеров.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
79	SNP-маркеры (Single Nucleotide Polymorphism) отражают полиморфизм, представляющий собой: 1) Вставку крупного мобильного генетического элемента протяжённостью в тысячи пар нуклеотидов; 2) Различия в единичном нуклеотиде в определённой позиции геномной последовательности между особями одного вида ; 3) Изменение числа хромосом в кариотипе;	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) Полное удаление хромосомного плеча.		
80	AFLP-анализ (Amplified Fragment Length Polymorphism) как метод ДНК-маркирования сочетает в себе этапы: 1) Только гибридизации меченого зонда без использования рестриктаз; 2) Исключительно секвенирования по Сэнгеру без амплификации; 3) Расщепления ДНК рестриктазами, лигирования адаптеров и последующей селективной ПЦР-амплификации фрагментов; 4) Только флуориметрической оценки концентрации ДНК.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
81	Цитогенетические методы FISH и GISH (флуоресцентная и геномная гибридизация in situ) применяются для: 1) Количественного определения концентрации белка в экстракте; 2) Амплификации целевого фрагмента ДНК методом ПЦР; 3) Определения активности ферментов антиоксидантной защиты; 4) Визуализации локализации специфических последовательностей ДНК или целых геномов непосредственно на хромосомах.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
82	Организация работы ПЦР-лаборатории по принципу зонирования (раздельные помещения для выделения ДНК, приготовления реакционной смеси и электрофореза) необходима прежде всего для: 1) Экономии электроэнергии на освещение; 2) Предотвращения перекрёстной контаминации образцов и продуктов амплификации; 3) Увеличения скорости работы термоциклера; 4) Снижения стоимости расходных реактивов.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
83	Отбор растительных проб для последующей экстракции ДНК следует проводить с обязательным соблюдением требования: 1) Использования чистого инструмента для каждого образца и немедленной маркировки для исключения перекрёстного загрязнения и путаницы образцов; 2) Обязательного высушивания ткани при температуре выше 100 градусов Цельсия; 3) Хранения всех образцов исключительно в одной ёмкости без разделения;	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) Полного исключения охлаждения образца до момента экстракции.		
84	ЦТАБ-метод (СТАВ) экстракции нуклеиновых кислот из растительного материала основан на применении: 1) Только механического гомогенизирования без каких-либо реагентов; 2) Катионного детергента цетилтриметиламмония бромид для лизиса клеток и осаждения полисахаридов; 3) Исключительно ферментативного гидролиза белков протеиназой без детергентов; 4) Радиоактивного мечения образца.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
85	Колоночные наборы для выделения ДНК на основе силикагелевых мембран используют принцип: 1) Селективного связывания нуклеиновых кислот с силикагелем в присутствии хаотропных солей и последующей отмывки от примесей; 2) Прямого секвенирования образца без предварительной очистки; 3) Электрофоретического разделения ДНК по размеру; 4) Ферментативной амплификации целевого фрагмента.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
86	Магнитные наборы для выделения нуклеиновых кислот отличаются от колоночных тем, что связывание ДНК происходит на поверхности: 1) Стеклянного капилляра при центрифугировании; 2) Бумажного фильтра при вакуумной фильтрации; 3) Парамагнитных частиц (микрофер), удерживаемых на стенке пробирки внешним магнитом; 4) Агарозного геля при электрофорезе.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
87	Показатель отношения оптической плотности A260/A280 при спектрофотометрической оценке качества выделенной ДНК характеризует главным образом степень загрязнения препарата: 1) Полисахаридами; 2) Солями хаотропных реагентов; 3) Остатками этанола; 4) Белками.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
88	Показатель отношения оптической плотности A260/A230 при оценке качества препарата ДНК преимущественно отражает степень загрязнения:	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	1) Остаточными солями, фенолом и полисахаридами; 2) Белками с ароматическими аминокислотами; 3) Продуктами амплификации ПЦР; 4) РНК высокой молекулярной массы.		
89	Флуориметрия как метод количественной оценки концентрации ДНК в образце, в отличие от спектрофотометрии, обладает преимуществом: 1) Полного отсутствия необходимости в калибровке прибора; 2) Более высокой специфичности и чувствительности за счёт использования красителей, связывающихся именно с двухцепочечной ДНК; 3) Возможности определить последовательность нуклеотидов образца; 4) Отсутствия влияния примесей белка на результат в принципе.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
90	Дизайн праймеров для ПЦР с использованием инструмента Primer-BLAST на платформе NCBI позволяет проверить: 1) Специфичность подобранных праймеров к целевой последовательности геном и отсутствие значимой гомологии с иными участками; 2) Точную трёхмерную структуру синтезируемого белка; 3) Уровень метилирования целевого гена; 4) Скорость роста культуры клеток in vitro.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
91	Градиентная ПЦР, при которой в разных пробирках устанавливается разная температура отжига праймеров, применяется для: 1) Увеличения общего объёма реакционной смеси; 2) Оптимизации (подбора) оптимальной температуры отжига для конкретной пары праймеров; 3) Одновременного секвенирования нескольких образцов; 4) Замены термостабильной полимеразы на менее термостабильную.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
92	Включение отрицательного контроля (без матричной ДНК) в постановку ПЦР необходимо для выявления возможной: 1) Контаминации реакционной смеси посторонней ДНК; 2) Недостаточной концентрации праймеров в смеси; 3) Слишком высокой активности ДНК-	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	полимеразы; 4) Неправильной калибровки спектрофотометра.		
93	Агарозный гель-электрофорез продуктов ПЦР, в отличие от полиакриламидного, обычно применяется для разделения фрагментов ДНК: 1) Исключительно одноцепочечной РНК без ДНК; 2) Только белковых молекул без нуклеиновых кислот; 3) Большого размера, при этом обладает меньшей разрешающей способностью для мелких различий; 4) Только митохондриальных геномов целиком.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
94	Гель-документирование результатов электрофореза продуктов ПЦР проводят с использованием: 1) Обычного оптического микроскопа в проходящем свете; 2) Пламенного фотометра; 3) Титрования кислотой до изменения окраски раствора; 4) Ультрафиолетового трансиллюминатора и системы видеофиксации после окрашивания геля интеркалирующим красителем (например, бромидом этидия).	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
95	Протокол молекулярно-генетического анализа при документировании результатов должен обязательно включать сведения о: 1) Использованных реактивах, условиях реакции, праймерах и полученных результатах с возможностью воспроизведения эксперимента; 2) Личных предпочтениях исследователя в оформлении отчёта; 3) Погодных условиях в день проведения анализа; 4) Стоимости оборудования лаборатории.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
96	Секвенирование по методу Сэнгера основано на использовании в реакции синтеза ДНК: 1) Только рестрикционных эндонуклеаз без синтеза новой цепи; 2) Флуоресцентно меченных дидезоксинуклеотидов, обрывающих элонгацию цепи; 3) Радиоактивно меченных антител к белкам; 4) Обратной транскриптазы без ДНК-полимеразы.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
97	Фрагментный анализ с использованием капиллярного электрофореза позволяет определять: 1) Полную нуклеотидную последовательность целого хромосомного плеча;	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	2) Концентрацию белка в растительном экстракте; 3) Точный размер флуоресцентно-меченых фрагментов ДНК (например, продуктов SSR-анализа) с высокой разрешающей способностью; 4) Активность фермента пероксидазы.		
98	Секвенирование нового поколения (NGS) отличается от секвенирования по Сэнгеру прежде всего: 1) Полным отсутствием необходимости в подготовке образца ДНК; 2) Использованием исключительно ручного визуального счёта нуклеотидов; 3) Невозможностью анализа более одного образца одновременно; 4) Возможностью параллельного (одномоментного) прочтения огромного числа коротких фрагментов ДНК за один запуск.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
99	Технология GBS (Genotyping-by-Sequencing), основанная на NGS, применяется в селекции для: 1) Одновременного массового выявления большого числа SNP-маркеров по всему геному в популяции образцов; 2) Определения только морфологических признаков растения; 3) Классического секвенирования по Сэнгеру одного локуса; 4) Оценки концентрации хлорофилла в листе.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
100	GWAS (Genome-Wide Association Study, полногеномный поиск ассоциаций) направлен на выявление статистической связи между: 1) Температурой хранения семян и их окраской; 2) Генетическими маркерами, распределёнными по всему геному, и фенотипическими признаками в анализируемой популяции; 3) Массой удобрений и всхожестью без учёта генотипа; 4) Календарной датой посева и высотой растения.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
101	Геномная селекция (genomic selection) в отличие от классической маркер-ориентированной селекции основана на: 1) Использовании единственного морфологического признака без каких-либо маркеров; 2) Полном отказе от статистических моделей и расчётов; 3) Одновременном использовании тысяч геном-	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	ных маркеров для расчёта прогнозной геномной оценки селекционной ценности генотипа; 4) Применении только цитогенетических методов FISH.		
102	Инсерции и делеции нуклеотидов, выявляемые при анализе результатов секвенирования, относятся к категории мутаций, которые: 1) Изменяют длину исследуемой последовательности ДНК за счёт добавления или утраты одного либо нескольких нуклеотидов; 2) Не затрагивают структуру ДНК ни в какой форме; 3) Возникают исключительно в митохондриальном геноме; 4) Всегда приводят к образованию нового вида организма.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
103	Биоинформатическая программа BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) используется исследователем для: 1) Прямого выделения ДНК из растительной ткани; 2) Проведения электрофореза в геле; 3) Приготовления питательной среды для культуры тканей; 4) Поиска сходных (гомологичных) последовательностей нуклеиновых кислот или белков в базах данных .	ПК-16	ИД26
104	Программные пакеты SnapGene и UGENE в молекулярно-генетическом анализе применяются главным образом для: 1) Визуализации, аннотирования и анализа последовательностей ДНК, а также планирования клонирования и подбора праймеров; 2) Физического разделения фрагментов ДНК в геле; 3) Выращивания каллусной культуры in vitro; 4) Определения фитогормонального состава среды.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
105	SCAR-маркер (Sequence Characterized Amplified Region) создаётся путём: 1) Случайного подбора праймера без предварительного секвенирования фрагмента; 2) Клонирования и секвенирования полиморфного фрагмента (например, RAPD), с последующим синтезом специфичных праймеров для его надёжной воспроизводимой амплификации;	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) Гибридизации меченого зонда с хромосомой без ПЦР; 4) Электрофоретического разделения белков сепени.		
106	База данных GenBank (NCBI) представляет собой: 1) Локальную лабораторную базу данных результатов конкретной кафедры; 2) Реестр сортов, зарегистрированных только в Российской Федерации; 3) Международную аннотированную базу данных нуклеотидных последовательностей, доступную для поиска и сравнения; 4) Каталог поставщиков лабораторных реактивов.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
107	Показатель PIC (Polymorphic Information Content) при интерпретации результатов маркерного анализа отражает: 1) Абсолютную концентрацию ДНК в образце в нанограммах на микролитр; 2) Температуру отжига праймеров при постановке ПЦР; 3) Число хромосом в кариотипе исследуемого вида; 4) Информативность маркера, то есть его способность выявлять полиморфизм и различать генотипы в исследуемой выборке .	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
108	Маркер-ориентированная селекция (MAS, Marker-Assisted Selection) представляет собой метод отбора растений на основе: 1) Исключительно визуальной оценки фенотипа в поле; 2) Наличия у растения генетических маркеров, тесно сцепленных с целевым хозяйственно-ценным признаком; 3) Случайного скрещивания без предварительного анализа; 4) Оценки урожайности только в последнем поколении.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
109	Картирующая популяция типа RIL (Recombinant Inbred Lines) формируется путём: 1) Многократного самоопыления гибридов F2 с получением высокогомозиготных рекомбинантных линий; 2) Однократного скрещивания двух гомозиготных родителей без последующего самоопыления;	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	3) Слияния протопластов двух видов растений; 4) Культивирования каллуса на селективной среде.		
110	Картирующая популяция NIL (Near-Isogenic Lines, почти изогенные линии) характеризуется тем, что линии: 1) Полностью различны по всему геному без каких-либо совпадений; 2) Получены исключительно методом протопластной гибридизации; 3) Практически идентичны генетически, за исключением одного целевого локуса или небольшого хромосомного участка; 4) Состоят только из гаплоидных клеток без удвоения хромосом.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
111	Карта генетического сцепления строится на основе: 1) Физического измерения длины хромосомы линейкой под микроскопом; 2) Абсолютной массы ДНК в клетке; 3) Числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц; 4) Частоты рекомбинации между маркерными локусами, определяющей относительное расстояние между ними на хромосоме .	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
112	QTL-картирование (Quantitative Trait Loci) направлено на выявление: 1) Хромосомных участков (локусов), ассоциированных с изменчивостью количественного (полигенного) признака; 2) Единственного гена, полностью определяющего качественный (моногенный) признак; 3) Общего числа хромосом в кариотипе вида; 4) Уровня плоидности отдельной клетки.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
113	Неравновесие по сцеплению (linkage disequilibrium) между маркером и геном признака означает: 1) Полную физическую идентичность маркера и целевого гена; 2) Неслучайную совместную встречаемость аллелей маркерного локуса и локуса признака в популяции чаще, чем ожидалось бы при их независимом наследовании; 3) Отсутствие какой-либо статистической связи между маркером и признаком; 4) Обязательное расположение маркера и гена на разных хромосомах.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
114	Foreground selection (маркерная селекция по целевому локусу) при беккроссировании применяется для: 1) Оценки доли генома реципиентного родителя, восстановленной у потомства в целом; 2) Определения массы семян в каждом поколении; 3) Контроля наличия у потомства маркера, тесно связанного с переносимым целевым геном донора; 4) Измерения содержания хлорофилла в листьях.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
115	Background selection при маркерной помощи беккроссированию используется для: 1) Определения последовательности целевого гена методом секвенирования; 2) Контроля исключительно фенотипа окраски цветка; 3) Подсчёта числа хромосом в кариотипе; 4) Оценки и максимизации доли генома реципиентного (рекуррентного) родителя, восстановленной у потомства помимо целевого локуса.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
116	Явление linkage drag (эффект перетаскивания сцепленных генов) при переносе QTL от донора к реципиенту при беккроссировании выражается в: 1) Нежелательном одновременном переносе фланкирующих участков хромосомы донора, несущих нежелательные признаки, сцепленные с целевым геном; 2) Полном исчезновении целевого гена в потомстве; 3) Ускоренном созревании потомства без иных изменений; 4) Автоматическом устранении рецессивных аллелей.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
117	Пирамидирование генов (gene pyramiding) в селекции с использованием молекулярных маркеров подразумевает: 1) Удаление всех целевых генов из генотипа растения; 2) Объединение в одном генотипе нескольких целевых генов (например, различных генов устойчивости), контролируемое с помощью маркеров; 3) Использование единственного гена без маркерного контроля;	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	4) Полный отказ от беккроссирования при создании сорта.		
118	Core-коллекция генетических ресурсов растений представляет собой: 1) Полный неизменный объём всей коллекции без какой-либо выборки; 2) Ограниченную по объёму репрезентативную выборку образцов из общей коллекции, максимально отражающую генетическое разнообразие всей коллекции; 3) Единственный эталонный образец вида, хранящийся в гербарии; 4) Набор образцов, отобранных исключительно по географическому признаку без учёта генотипа.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
119	Подбор родительских пар для гибридизации с использованием SSR- и SNP-маркеров направлен прежде всего на: 1) Оценку генетической дистанции между потенциальными родителями для прогнозирования уровня гетерозиса и комбинационной способности гибрида; 2) Определение массы урожая родительских форм в текущем сезоне без анализа генотипа; 3) Случайный выбор пар без учёта генетических данных; 4) Оценку исключительно морфологического сходства родителей.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
120	Прогноз гетерозиса гибридов на основе молекулярных маркеров строится на предположении о том, что: 1) Гетерозис проявляется исключительно у полностью идентичных по генотипу родителей; 2) Более высокая генетическая дистанция (дивергентность) между родительскими линиями по определённым локусам часто коррелирует с усилением гибридного эффекта у потомства; 3) Молекулярные маркеры никак не связаны с проявлением гетерозиса; 4) Гетерозис возможен только при клональном размножении родителей.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
121	ДНК-паспорт сорта представляет собой: 1) Бумажный документ, содержащий только морфологическое описание сорта без данных ДНК; 2) Перечень агротехнических рекомендаций по	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	выращиванию сорта; 3) Индивидуальную генетическую характеристику сорта, полученную по набору молекулярных маркеров и позволяющую однозначно отличать его от других сортов; 4) Свидетельство об урожайности сорта за один вегетационный период.		
122	Молекулярно-генетическое подтверждение сортовой принадлежности играет ключевую роль в правовой процедуре, связанной с: 1) Определением дозы удобрений для конкретного поля; 2) Расчётом стоимости семенного материала на бирже; 3) Утверждением плана севооборота в хозяйстве; 4) Защитой прав селекционера (охраной селекционного достижения, патентованием сорта).	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
123	Молекулярные маркеры в семеноводстве и сортовом контроле применяются в том числе для выявления: 1) Механических примесей других сортов в партии семенного материала и оценки сортовой чистоты; 2) Влажности зерна перед закладкой на хранение; 3) Кислотности почвы на конкретном поле; 4) Дозы гербицида, внесённого при обработке посевов.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
124	Молекулярно-цитогенетическое сопровождение селекции, включающее методы FISH и кариотипирование, применяется в практической селекции в том числе для: 1) Оценки органолептических качеств готовой продукции; 2) Расчёта нормы высева семян на гектар; 3) Контроля хромосомного состава межвидовых и межродовых гибридов (например, у пшенично-ржаных транслокаций); 4) Определения сроков наступления фенологических фаз.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
125	Применение SSR-маркеров при отборе генотипов, устойчивых к болезни, иллюстрирует использование маркер-ориентированной селекции для: 1) Оценки качества продукции вне связи с	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание	Компетенция	ИДК
	устойчивостью к болезням; 2) Определения глубины посева семян; 3) Установления оптимальной густоты стояния растений; 4) Целенаправленного отбора растений-носителей известного гена устойчивости без необходимости искусственного заражения патогеном на каждом этапе .		

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
1	Охарактеризуйте требования к организации асептической лаборатории для работы <i>in vitro</i> и опишите основные приёмы поддержания стерильности на всех этапах микроклонального размножения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
2	Дайте классификацию типов эксплантов, используемых в культуре тканей растений, и укажите, какими критериями руководствуются при их выборе для конкретной селекционной задачи.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Сравните состав и назначение питательных сред MS, B5, WPM и N6, укажите, для каких групп растений и этапов морфогенеза каждая из них предпочтительна.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
4	Объясните роль соотношения ауксин/цитокинин в регуляции каллусогенеза, органогенеза и соматического эмбриогенеза, приведите примеры типичных сочетаний фитогормонов.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
5	Раскройте понятие соматической изменчивости, её причины и значение для селекции, а также опишите подходы к депонированию и криосохранению коллекций <i>in vitro</i> .	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
6	Опишите биологическую сущность андрогенеза и гиногенеза как способов получения гаплоидных растений, укажите различия культуры пыльников и культуры изолированных микроспор.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
7	Объясните принцип действия гаплоиндукторов и назовите методы удвоения хромосом у гаплоидов, включая протокол обработки колхицином.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
8	Сравните методы идентификации гаплоидов: морфологические маркеры, подсчёт числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц и проточную цитометрию, укажите достоинства и ограни-	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	чения каждого.		
9	Раскройте сущность соматической гибридизации и слияния протопластов, дайте определение цибридов и объясните их значение для получения форм с цитоплазматической мужской стерильностью.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
10	Опишите принципы эмбриокультуры и спасения зародышей, включая методику вычленения зародышей семян сельскохозяйственных культур, а также раскройте сущность клеточной селекции на устойчивость к стрессовым факторам и технологии Speed breeding.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
11	Охарактеризуйте строение Ti- и Ri-плазмид агробактерий и опишите механизм переноса T-ДНК в геном растительной клетки.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
12	Сравните агробактериальную трансформацию и прямые методы переноса генов – биобаллистику, электропорацию и метод с использованием полиэтиленгликоля, укажите области их применения.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
13	Раскройте назначение бинарных векторов, селективных и репортёрных генов при создании трансгенных растений.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
14	Объясните роль промоторов, терминаторов и явления сайленсинга в регуляции экспрессии чужеродных генов в растительном геноме.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
15	Опишите подходы к нокауту и нокдауну генов у растений, включая технологии RNAi и TILLING, приведите примеры их практического использования в селекции.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
16	Раскройте молекулярный механизм работы системы CRISPR/Cas9, включая функции гид-РНК, Cas-нуклеазы и PAM-последовательности.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
17	Сравните пути репарации двухцепочечных разрывов ДНК – негомологичное соединение концов и гомологичную рекомбинацию, объясните их значение для нокаута и точного редактирования генов.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
18	Охарактеризуйте технологии ZFN и TALEN как предшественников CRISPR/Cas9, сопоставив их принцип действия с системой CRISPR.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
19	Объясните сущность базового и прайм-редактирования генома, а также понятие off-target эффектов и способы получения безтрансгенных отредактированных линий.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
20	Опишите принцип ПЦР-детекции генетически	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
	модифицированных организмов с использованием мишеней промотора CaMV35S и терминатора NOS, а также основные положения биобезопасности и законодательства Российской Федерации в области геномного редактирования.		
21	Дайте определения понятий локус, аллель и кодоминирование, приведите общую классификацию генетических маркеров растений.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
22	Сформулируйте критерии идеального генетического маркера и оцените, в какой мере им соответствуют различные группы маркеров.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
23	Охарактеризуйте изоферменты и запасные белки семян злаков – глиадины, глютенины, гордеины и зеины – как биохимические маркеры сортовой идентификации.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
24	Опишите методику вертикального электрофореза белков и принципы классификации методов электрофореза в целом, укажите её применение в семеноводстве и сортовом контроле.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
25	Раскройте принцип масс-спектрометрии MALDI-TOF и её возможности для идентификации сортов и анализа белкового состава семян.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
26	Охарактеризуйте организацию геномов растений – ядерную, митохондриальную и пластидную ДНК, роль повторяющихся последовательностей и явления полиплоидии.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
27	Опишите принцип полимеразной цепной реакции и назначение её основных компонентов, а также устройство и принцип работы амплификаторов.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
28	Сравните области применения ПЦР в реальном времени, ОТ-ПЦР и мультиплексной ПЦР в молекулярно-генетическом анализе растений.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
29	Дайте сравнительную характеристику типов ДНК-маркеров: RFLP, RAPD, STS, SSR, ISSR, AFLP, CAPS, SNP и iPBS, укажите принципы их выявления и области применения.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
30	Раскройте сущность методов цитогенетического маркирования FISH и GISH и их значение для анализа геномов растений.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
31	Опишите требования к организации ПЦР-лаборатории и меры предотвращения контаминации образцов на всех этапах анализа.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
32	Раскройте последовательность отбора и подготовки растительных проб для молекулярно-генетического анализа.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
33	Сравните методы экстракции и очистки ДНК и РНК – ЦТАБ-метод, колоночные и магнитные наборы, укажите их достоинства и ограничения.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
34	Объясните принципы оценки качества выделенных нуклеиновых кислот по показателям A260/A280, A260/A230 и методом флуориметрии.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
35	Опишите принципы дизайна праймеров и работу с инструментом Primer-BLAST, а также подходы к оптимизации амплификации и проведению градиентной ПЦР, включая систему контролей, агарозный и полиакриламидный гель-электрофорез и оформление лабораторного протокола.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
36	Раскройте принцип секвенирования по Сэнгеру и его сочетание с фрагментным анализом и капиллярным электрофорезом.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
37	Охарактеризуйте технологии секвенирования нового поколения: GBS, ресеквенирование, GWAS и геномную селекцию, укажите их значение для практической селекции растений.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
38	Опишите подходы к идентификации мутаций – делеций, инсерций и однонуклеотидных полиморфизмов – по данным секвенирования.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
39	Назовите основные биоинформатические программы SnapGene, UGENE и BLAST, опишите их функциональные возможности для анализа нуклеотидных последовательностей, а также раскройте этапы создания и валидации SCAR-маркеров.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
40	Охарактеризуйте базы данных генетических маркеров GenBank/NCBI, Gramene и GrainGenes, а также поясните, как рассчитываются показатель полиморфной информативности PIC, генетические дистанции и строятся дендрограммы при интерпретации результатов.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
41	Дайте определение и охарактеризуйте виды маркер-ориентированной селекции, раскройте назначение картирующих популяций типов F2, RIL, DH и NIL.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
42	Объясните понятия карты сцепления, QTL-картирования и неравновесия по сцеплению, опишите этапы идентификации ассоциаций «маркер–признак».	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
43	Раскройте порядок оценки и валидации генетических маркеров и сущность совокупного сегрегационного анализа при отборе селекционно значимых форм.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
44	Сравните принципы отбора по фону (foreground selection) и отбора по геномному фону (background selection) при маркерной помощи беккроссированию, объясните понятие linkage drag при переносе QTL.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
45	Опишите подходы отбора по потомству, рекуррентного отбора по маркерам и по аддитивному значению, комбинированного отбора и обоснуйте выбор между использованием дополнительных маркеров и увеличением числа повторностей, а также раскройте сущность пирамидирования генов.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
46	Раскройте значение изучения генетических ресурсов растений и формирования core-коллекций для селекционной работы.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
47	Опишите принципы подбора родительских пар по данным SSR- и SNP-маркирования и подходы к прогнозированию гетерозиса.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
48	Раскройте методику отбора генотипов, несущих гены устойчивости к болезням и абиотическим стрессам, с использованием молекулярных маркеров.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
49	Опишите схему генотипирования и ДНК-паспортизации сортов растений и её значение для защиты прав селекционера.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
50	Приведите прикладные примеры молекулярно-цитогенетического сопровождения селекции основных групп сельскохозяйственных культур, раскрыв роль маркеров в семеноводстве и сортовом контроле.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
1	Для приготовления 1 литра питательной среды Мурасиге–Скуга (MS) используется концентрированный маточный раствор макросолей с 10-кратной концентрацией. Рассчитайте, какой объём маточного раствора необходимо взять на 1 литр рабочей среды, и определите массу сахарозы (30 г/л) и агар-агара (7 г/л), которые следует добавить при приготовлении 2,5 литра среды.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
2	Для индукции каллусогенеза используется маточный раствор 2,4-Д с концентрацией 1 мг/мл.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенци я	ИДК
	Рассчитайте объём этого раствора, который необходимо внести в 500 мл питательной среды, чтобы получить конечную концентрацию 2,4-Д, равную 2 мг/л.		
3	При модификации среды для органогенеза требуется получить соотношение цитокинин : ауксин, равное 4 : 1, при суммарной концентрации регуляторов роста 2,5 мг/л. Рассчитайте концентрации БАП (цитокинин) и ИУК (ауксин) в готовой среде.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
4	Экспланты стерилизуют последовательно 70-процентным этанолом в течение 30 секунд, затем раствором гипохлорита натрия с концентрацией товарного препарата 5 процентов, разведённым до рабочей концентрации 1,5 процента, в течение 10 минут. Рассчитайте, в каком соотношении нужно смешать исходный 5-процентный раствор гипохлорита натрия с дистиллированной водой для получения 200 мл рабочего раствора с концентрацией 1,5 процента.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
5	В культуре микроклонального размножения из одного экспланта за один пассаж продолжительностью 30 суток получено в среднем 6 новых побегов. Рассчитайте коэффициент мультипликации за один пассаж и теоретический выход микрорастений после трёх последовательных пассажей, если исходно было заложено 40 эксплантов. Из полученного на третьем пассаже количества микропобегов на укоренение высадили 500 штук, из которых корни сформировали 425 растений, а после адаптации в тепличных условиях выжило 380 экземпляров; рассчитайте также процент укоренения и процент адаптационной приживаемости регенерантов.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
6	При культивировании пыльников изучаемой зерновой культуры на индукционной среде из 3200 высаженных пыльников образовалось 96 эмбрионов и каллусов, из которых после регенерации получено 40 зелёных гаплоидных растений. Рассчитайте частоту андрогенеза (число структур на 100 пыльников) и частоту регенерации зелёных растений от числа высаженных пыльников.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
7	Из 40 полученных гаплоидных регенерантов изучаемой культуры после обработки 0,05-процентным раствором колхицина в течение 5 часов дигаплоидными (удвоенными) оказались 28	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенци я	ИДК
	растений. Рассчитайте эффективность удвоения хромосом (процент ДН-растений) и определите, сколько дигаметоидных линий войдёт в питомник испытания, если для дальнейшей работы отбирают только фертильные растения, доля которых составила 75 процентов от числа ДН-растений.		
8	При цитологической оценке плоидности регенерантов методом подсчёта хлоропластов в замыкающих клетках устьиц установлено, что у диплоидного контроля среднее число хлоропластов на замыкающую клетку составляет 8,2, а у исследуемого регенеранта – 15,9. Определите предполагаемый уровень плоидности исследуемого растения, если известно, что число хлоропластов приблизительно пропорционально уровню плоидности.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
9	Разработайте и опишите пошаговую схему клеточной селекции на устойчивость к засолению, включающую выбор эксплантов, состав селективного агента (хлорид натрия в питательной среде в концентрациях 0,5, 1,0 и 1,5 процента), число циклов селекции и способ оценки устойчивости регенерантов, если исходная суспензионная культура содержит 2×10^6 клеток на 1 мл.	ПК-15, ПК-16	ИД3 _{ПК-15}
10	Составьте протокол выделения ДНК из 100 мг листовой ткани ЦТАБ-методом с указанием объёмов ЦТАБ-буфера (600 мкл), хлороформ-изоамилового спирта в соотношении 24:1 (600 мкл), изопропанола для осаждения (400 мкл) и 70-процентного этанола для промывки осадка (500 мкл), рассчитав общий объём реагентов, необходимый для одновременной обработки 24 образцов.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
11	При измерении на спектрофотометре раствора ДНК в кювете с длиной оптического пути 1 см получено значение оптической плотности A260, равное 0,42. Рассчитайте концентрацию ДНК в исходном образце, если разведение при измерении составляло 1:50, используя коэффициент пересчёта 50 мкг/мл на единицу оптической плотности A260 для двухцепочечной ДНК.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
12	Для образца ДНК получены следующие значения оптической плотности: A260 = 0,85, A280 = 0,44, A230 = 0,38. Рассчитайте соотношения A260/A280 и A260/A230 и дайте заключение о степени чистоты препарата ДНК от белковых и от	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенци я	ИДК
	других низкомолекулярных примесей.		
13	Рассчитайте состав мастер-микса для постановки ПЦР на 20 образцов с объёмом реакционной смеси 25 мкл на образец при следующих исходных концентрациях реагентов и требуемых конечных концентрациях: буфер 10× (конечная 1×), MgCl ₂ 25 мМ (конечная 2,5 мМ), смесь дНТФ 10 мМ каждого (конечная 0,2 мМ каждого), прямой и обратный праймеры по 10 мкМ (конечная 0,4 мкМ каждого), Taq-полимераза 5 ед/мкл (конечная 1 ед. на реакцию), ДНК-матрица – 2 мкл на реакцию. Учтите 10-процентный избыточный объём на потери при пипетировании.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
14	Дана последовательность прямого праймера 5'-ATGCGGCATCGTAGCTAGCA-3' длиной 20 нуклеотидов. Рассчитайте процентное содержание GC-пар в этом праймере и определите температуру отжига по упрощённой формуле Уоллеса ($T_m = 4 \times (\text{число G+C}) + 2 \times (\text{число A+T})$), а также предложите температуру отжига для проведения ПЦР.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
15	При анализе электрофореграммы продуктов ПЦР на 2-процентном агарозном геле у четырёх образцов изучаемого сорта выявлены фрагменты размером 180, 220, 180 и 260 пар нуклеотидов при использовании маркера молекулярной массы 100–1000 п.н. с шагом 100 п.н. Опишите порядок интерпретации такой электрофореграммы и определите, какие из образцов можно считать идентичными по данному локусу.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
16	При анализе SSR-профиля гибридной популяции перекрёстноопыляемой культуры по одному локусу у родительской линии А выявлен аллель размером 140 п.н., у линии Б – аллель размером 156 п.н. Из 60 проанализированных растений гибридной популяции F1 у 54 растений обнаружены оба аллеля (140 и 156 п.н.), у 4 растений – только аллель 140 п.н., у 2 растений – только аллель 156 п.н. Рассчитайте процент истинной гибридности партии семян и дайте интерпретацию результатов.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
17	По результатам генотипирования 80 образцов изучаемой культуры по SSR-локусу выявлено 4 аллельных варианта со следующими частотами: $p_1 = 0,40$, $p_2 = 0,30$, $p_3 = 0,20$, $p_4 = 0,10$. Определите число выявленных аллельных вариантов и	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

№ п/п	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
	рассчитайте показатель полиморфной информативности локуса (PIC) по формуле $PIC = 1 - \sum p_i^2$.		
18	Разработайте схему ДНК-паспортизации нового сорта сельскохозяйственной культуры, включающую выбор не менее 8 полиморфных SSR-локусов, порядок формирования эталонной базы аллельных профилей и алгоритм сравнения испытуемого образца с эталоном при доле совпадающих локусов 95 процентов и выше для подтверждения сортовой принадлежности.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
19	Составьте план маркер-опосредованного бек-кроссирования для переноса гена устойчивости к болезни от донора в геном рекуррентного родителя на 4 поколения (BC1–BC4) и рассчитайте теоретическую долю генома рекуррентного родителя в потомстве каждого поколения по формуле $1 - (1/2)^{(n+1)}$, где n – номер поколения беккросса.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
20	Проведите экономическое обоснование внедрения маркер-ориентированной селекции (MAS) в селекционную программу сельскохозяйственной культуры, если стоимость одного цикла традиционного полевого отбора одной линии составляет 15 000 рублей и занимает 3 года, а стоимость генотипирования одной линии по маркерам составляет 2 500 рублей и позволяет сократить цикл отбора до 1 года при анализе 200 линий. Рассчитайте суммарную экономию средств и времени при переходе на MAS для указанного числа линий.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчётно-графических работ

№ п/п	Тема реферата
1	Современные тенденции развития клеточных технологий in vitro в селекции растений
2	Роль соматической изменчивости в создании нового исходного селекционного материала
3	Криосохранение коллекций растительных ресурсов in vitro: методы и перспективы
4	Технология Speed breeding как инструмент ускоренной селекции сельскохозяйственных культур
5	Гаплоидные технологии в селекции зерновых культур: достижения и ограничения
6	Соматическая гибридизация и получение цибридов для создания форм с цитоплазматической мужской стерильностью

№ п/п	Тема реферата
7	Клеточная селекция на устойчивость к абиотическим стрессам: методология и результаты
8	CRISPR/Cas9 в селекции растений: возможности и ограничения применения
9	Безтрансгенное редактирование геномов растений: технологии и перспективы коммерциализации
10	Правовое регулирование геномного редактирования растений в Российской Федерации
11	Методы ПЦР-детекции генетически модифицированных организмов в семенном материале
12	Биохимические маркеры запасных белков семян злаков в сортовой идентификации
13	ДНК-маркеры нового поколения: от RFLP к SNP-генотипированию высокой плотности
14	Секвенирование нового поколения (NGS) и его применение в геномной селекции растений
15	Биоинформатические платформы анализа генетических данных в молекулярной селекции
16	Маркер-ориентированная селекция как инструмент повышения эффективности отбора
17	Пирамидирование генов устойчивости к болезням с использованием молекулярных маркеров
18	QTL-картирование хозяйственно ценных признаков сельскохозяйственных культур
19	Геномная селекция и её перспективы для практического растениеводства
20	ДНК-паспортизация сортов растений и защита прав селекционера в современных условиях
21	Применение SSR-маркеров в контроле гибридности семян перекрёстноопыляемых культур
22	Молекулярно-генетические методы оценки генетического разнообразия коллекций генетических ресурсов растений
23	Молекулярные маркеры в селекции на устойчивость к грибным патогенам
24	Использование ДНК-маркеров в гетерозисной селекции сельскохозяйственных культур
25	Цитогенетическое маркирование методами FISH и GISH в анализе геномов растений

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчётно-графической) работы

Не предусмотрены (контрольные и расчётно-графические работы учебным планом не предусмотрены).

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ПК-15 Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений

Индикаторы достижения компетенции ПК-15		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачёту	вопросы по курсовому проекту (работе)
ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микрклонального размножения: этапы, типы эксплантов, питательные среды, методы стерилизации, факторы эффективности клонирования	1–3, 5, 8–9, 11, 13–15	–	–	–
ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов, проводить паспортизацию регенерантов на стабильность генетического материала	3–4, 7, 9, 12–13	1–3, 5, 7	–	–
ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микрклонального размножения растений, оценки коэффициента мультипликации, процента укоренения и адаптационной способности	5–7, 10, 12, 15, 50	1, 3–6, 8	–	–
ПК-16 Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала					
Индикаторы достижения компетенции ПК-16		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачёту	вопросы по курсовому проекту (работе)
ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа: ПЦР обычную и в реальном времени, электрофорез, ДНК-маркеры, секвенирование, выделение и оценку качества нуклеиновых	10, 14, 16–18, 20, 22–24, 27–32, 37–38, 42–43, 45, 47	–	–	–

	кислот				
ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять молекулярные маркеры для генотипирования, идентификации сортов, паспортизации, выявления генетических модификаций, оценки полиморфизма	17, 19, 21, 23, 26, 30, 34–35, 39–40, 43–49	6, 10, 12, 14–20	–	–
ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных	21, 25, 28, 32–34, 36, 40–41, 49–50	9–11, 13–15, 17, 20	–	–

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ПК-15 Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений				
Индикаторы достижения компетенции ПК-15		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микрклонального размножения: этапы, типы эксплантов, питательные среды, методы стерилизации, факторы эффективности клонирования	1–5, 8–11, 15, 17–19, 24–27, 30–31, 33–37, 40–41	1–3, 5–7, 9	–
ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов, проводить паспортизацию регенерантов на стабильность генетического материала	6–7, 12, 16, 20–22, 28–29, 38–39, 42–43, 124	4, 8	1–3, 5, 9
ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микрклонального размножения растений, оценки коэффициента мультипликации, процента укоренения и адаптационной способности	13–14, 23, 32	10	1, 4–5, 9

ПК-16 Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала				
Индикаторы достижения компетенции ПК-16		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа: ПЦР, обычную и в реальном времени, электрофорез, ДНК-маркеры, секвенирование, выделение и оценку качества нуклеиновых кислот	44–47, 52, 55–59, 63, 65–66, 68–72, 76, 78–79, 84–86, 93, 96, 98, 102, 106, 108–110, 118, 122	11–14, 16–18, 20–23, 25–27, 29–32, 36–37, 41–42, 46	–
ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять молекулярные маркеры для генотипирования, идентификации сортов, паспортизации, выявления генетических модификаций, оценки полиморфизма	48–50, 54, 60–62, 64, 67, 73–75, 77, 87–90, 97, 99–100, 103, 111–114, 119, 121, 123, 125	15, 19, 24, 28, 34, 38, 40, 43–45, 47–48, 50	6–8, 11–12, 14–17, 19–20
ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных	51, 53, 80–83, 91–92, 94–95, 101, 104–105, 107, 115–117, 120	33, 35, 39, 49	6–7, 10, 13, 16, 18–19

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид литературы
1	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344	Учебник и практикум	Основная
2	Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946	Учебник и практикум	Основная
3	Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5.	Учебник	Основная
4	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2.	Учебник	Основная
5	Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4.	Учебно-методическое пособие	Основная
6	Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4.	Учебное пособие	Дополнительная
7	Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование).	Учебник и практикум	Дополнительная
8	Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509	Учебник	Дополнительная
9	Вертикова Е.А. Общая генетика: учебное пособие для вузов / Е.А. Вертикова, В.В. Пыльнев, М.И. Попченко. – СПб.: Издательство «Лань», 2023. – 112 с. –	Учебное пособие	Дополнительная

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид литературы
	(Агрономия). – ISBN 978-5-507-46193-6. – URL: https://e.lanbook.com		
10	Рожкова А.Н. Биотехнологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / авт.-сост. А.Н. Рожкова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2024. – 148 с. – ISBN 978-5-9984-1952-2.	Учебное пособие	Дополнительная
11	Основы биотехнологии [Электронный ресурс] : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Т. Г. Ващенко] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 303 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10474.pdf >.	Методическое	
12	Основы биотехнологии [Электронный ресурс] : методические указания по изучению дисциплины для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Е. А. Тороп] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 411 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL: http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10498.pdf >.	Методическое	
13	Сельскохозяйственная биология: научно-теоретический журнал. – М.: РАН, 1966 – . – URL: http://www.agrobiology.ru	Периодическое издание	–
14	Вавиловский журнал генетики и селекции = Vavilov Journal of Genetics and Breeding: научный журнал. – Новосибирск: ИГиГ СО РАН, 1997 – . – URL: https://vavilov.elpub.ru/	Периодическое издание	–
15	Достижения науки и техники АПК: теоретический и научно-практический журнал. – М.: Минсельхоз РФ, 1987 – . – ISSN 0235-2451. – URL: http://www.agroapk.ru	Периодическое издание	–
16	Биотехнология: научно-практический журнал. – М.: ФГБУ «ГосНИИгенетика», 1985 – . – ISSN 0234-	Периодическое издание	–

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид литературы
	2758. – URL: http://www.genetika.ru/journal/		

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com
2	ЭБС «ZNANIUM.COM»	http://znanium.com/
3	ЭБС «ЮРАЙТ»	http://www.biblio-online.ru/
4	ЭБС «IPRbooks»	http://www.iprbookshop.ru/
5	ЭБС «РУКОНТ»	http://rucont.ru/
6	Научная электронная библиотека E-library	https://elibrary.ru/
7	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/
8	Электронные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ	http://www.cnsbh.ru/terminal/
9	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	http://нэб.рф/
10	Web of Science	В Интрасети ВГАУ
11	Scopus (Elsevier)	В Интрасети ВГАУ

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Перечень информационных систем Минсельхоза России	https://mcx.gov.ru
2	Автоматизированная информационная система реестров, реестров и нормативно-справочной информации (АИС НСИ).	https://nsi.mcx.ru/
3	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
4	Федеральная государственная информационная система «Семеноводство»	https://semena.mcx.ru/
5	Федеральная государственная информационная система «Зерно»	https://zerno.mcx.gov.ru/login
6	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/
7	Открытые данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации	http://opendata.mcx.ru/opendata/
8	Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию	https://gossortrf.ru
9	ФГБУ Россельхозцентр	https://rosselhocenter.com/
10	Справочная правовая система Консультант Плюс	https://www.consultant

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
---	----------	------------

№	Название	Размещение
1	Официальный сайт ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ	https://vsau.ru/
2	Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации	https://mcx.gov.ru/
3	Национальный центр биотехнологической информации (NCBI)	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
4	Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии	http://vniisb.ru/
5	Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)	http://www.vir.nw.ru/
6	Федеральный исследовательский центр «Институт цитологии и генетики СО РАН»	https://www.icg.sbras.ru/
7	Курчатовский геномный центр	https://kurchatov-genomics.ru/
8	Национальный портал «Все ГОСТы»	http://vsegost.com/
9	Официальный сайт Международной организации по стандартизации ISO	https://www.iso.org/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

7.1.1. Для контактной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект учебной мебели, мультимедийный проектор, экран, доска, компьютер преподавателя с выходом в сеть Интернет, программное обеспечение общего назначения (MS Office / LibreOffice), учебно-наглядные пособия (таблицы, схемы, электронные презентации по разделам дисциплины).	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Мичурина, 1.
Учебная аудитория для проведения практических занятий, в том числе в форме практической подготовки, – биотехнологическая и молекулярно-генетическая лаборатория кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии. Комплект учебной мебели, ламинарные боксы, автоклав, сухожаровой шкаф, термостаты, дистиллятор/бидистиллятор, рН-метр, аналитические и технические весы, бинокулярные и световые микроскопы, магнитные мешалки с подогревом, холодильники, морозильники, шейкер-инкубатор, ростовые камеры с регулируемым фотопериодом и температурой, центрифуги настольные и высокоскоростные, спектрофотометр для оценки качества нуклеиновых кислот, амплификатор (термоциклер) для ПЦР, амплификатор в реальном времени (real-time PCR), горизонтальные и вертикальные камеры для электрофореза, источники питания, УФ-трансиллюминатор с системой гель-документирования, автоматические микропипетки переменного объема, набор стерильной посуды и инструментов, реактивы для приготовления питательных сред, выделения ДНК и постановки ПЦР.	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81Д к1, учебный корпус № 16, Центр биотехнологических исследований, ауд. 106–110.

7.1.2. Для самостоятельной работы

Наименование помещений для самостоятельной работы	Адрес (местоположение) помещений
Помещение для самостоятельной работы обучающихся: комплект учебной мебели, компьютерная техника с воз-	Читальный зал научной библиотеки ФГБОУ ВО Воронежский

Наименование помещений для самостоятельной работы	Адрес (местоположение) помещений
возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, программное обеспечение общего назначения.	ГАУ, 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81Д к1, учебный корпус № 16.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии, 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1.

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux (ALT Linux)	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice / LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Yandex Browser	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning Server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Программа анализа электрофореграмм GelAnalyzer (свободная)	ПК лаборатории ЦБИ
2	Программа обработки изображений электрофореграмм ImageJ (свободная)	ПК лаборатории ЦБИ
3	Программа управления амплификатором real-time PCR (штатное ПО прибора)	ПК лаборатории ЦБИ
4	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК в локальной сети ВГАУ, ауд. 122а, главный корпус

№	Название	Размещение
5	Среда разработки для языка программирования R Studio Desktop	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Веб-ориентированное офисное ПО Google Docs	https://docs.google.com
7	Онлайн-инструмент подбора праймеров Primer-BLAST (NCBI)	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/
8	Программный инструмент выравнивания последовательностей BLAST (NCBI)	https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/
9	Программа обработки нуклеотидных последовательностей UGENE (свободная)	ПК лаборатории ЦБИ
10	Программа анализа генетического полиморфизма и построения дендрограмм PAST (свободная)	ПК лаборатории ЦБИ

8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподаётся дисциплина	Подпись заведующего кафедрой
Общая генетика	Селекции, семеноводства и биотехнологии	
Цитология с основами цитогенетики	Селекции, семеноводства и биотехнологии	
Сельскохозяйственные биотехнологии	Селекции, семеноводства и биотехнологии	
Основы селекции	Селекции, семеноводства и биотехнологии	
Частная генетика и селекция сельскохозяйственных культур	Селекции, семеноводства и биотехнологии	

**Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесённых изменениях**

Должностное лицо, проводившее про- верку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке указанием соответ- ствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Зав кафедрой се- лекции, семеновод- ства и биотехноло- гии Голева Г.Г. 	06.05.2026 Протокол №9	Нет	Рабочая программа разра- ботана на 2026-2027 уч. года