

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по дисциплине
«Селекция, семеноводство и биотехнология растений»

(общая типовая программа по научной специальности

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений)

1. Введение

Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата наук к проведению научных исследований по научной специальности **4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений**.

Экзамен по специальной дисциплине должен выявить уровень теоретической и профессиональной подготовки соискателя, знание общих концепций и методологических вопросов данной науки, фактического материала, основных теоретических и практических проблем данной отрасли знаний.

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине **Селекция, семеноводство и биотехнология растений** сдается по программе, состоящей из двух частей: типовой программы по научной специальности (данная программа) и дополнительной индивидуальной программы, разрабатываемой научным руководителем соискателя ученой степени. Кандидатский экзамен проводится в устной форме по вопросам программы. Сдающим предлагаются три основных вопроса из программы - два по типовой программе и один по дополнительной. Помимо основных вопросов члены комиссии могут задать обучающимся дополнительные вопросы, не требующие длительной подготовки.

Программа базируется на следующих разделах: селекция как наука и отрасль сельскохозяйственного производства, учение о сорте и исходном материале, модель сорта; использование мутагенеза и полиплоидии в селекции растений; селекция на гетерозис; отбор, методы оценки селекционного материала; методика и техника селекции; семеноводство. Кандидатский экзамен по селекции, семеноводству и биотехнологии проводится в устной форме по вопросам программы, на экзамене предлагается три вопроса (без билетов). После устного ответа могут заданы дополнительные и уточняющие вопросы, не выходящие за пределы программы кандидатского экзамена.

2. Программа кандидатского экзамена

1. Селекция как наука и технология

Селекция как наука, её задачи и методы исследований. Теоретические основы селекции и её связь с теоретическими дисциплинами. Место селекции среди прикладных агрономических дисциплин. Связь селекции и семеноводства. Возникновение научной селекции. Основоположники отечественной селекции и выдающиеся отечественные селекционеры. Выдающиеся селекционеры зарубежья. Значение работ Н.И. Вавилова для теории и практики селекции. Учение о центрах происхождения культурных растений. Первичные и вторичные центры происхождения и формообразования, микроцентры. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, использование его в селекционной работе.

Использование генетических закономерностей для обоснования и дальнейшего совершенствования традиционных приёмов селекции: гибридизации, отбора.

Генетические методы в современной селекции: отдалённая гибридизация, мутагенез, анеуплоидия, гаплоидия, полиплоидия, инцухт, использование мужской стерильности и гетерозиса. Основные направления современной селекции сельскохозяйственных культур в Российской Федерации. Значение сорта в сельскохозяйственном производстве.

2. Создание и селекционно-генетическое изучение нового исходного материала

Создание гибридов, мутантов, гаплоидных, анеуплоидных и полиплоидных форм, клонов, инбредных линий, стерильных и фертильных аналогов, самонесовместимых форм и других компонентов аналитической, синтетической и гетерозисной селекции. Понятие о сорте, гибриде. Классификация сортов по происхождению и способам выведения. Сорта народной селекции. Селекционные сорта: линейные сорта, сорта-популяции, сорта-клоны, сорта гибридного происхождения. Понятие о модели сорта. Значение сорта в решении проблем растениеводства. Требования к сортам и основные направления селекции. Основные хозяйственные и морфофизиологические характеристики модели. Выдающиеся сорта полевых, овощных, плодовых, ягодных и декоративных культур.

Направления селекции, связанные с интенсификацией земледелия: селекция сортов интенсивного типа, селекция карликовых и полукарликовых форм (подвоев), оптимальный габитус растения и другие признаки, обуславливающие возможность механизированного возделывания и уборки. Селекция на скороспелость. Селекция сортов специального (целевого) назначения. Селекция на качество продукции: выход определенных частей растения, веществ, их состав, технологические и потребительские качества.

Селекция на различные виды устойчивости. Устойчивость к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям: засухоустойчивость, холодостойкость, зимостойкость, устойчивость к переувлажнению, солеустойчивость, устойчивость к кислотности почв, устойчивость к болезням и вредителям. Многолинейная селекция.

Классификация исходного материала по эколого-географическому принципу и по степени селекционной проработки. Понятия об интродукции, натурализации и акклиматизации. Сбор, поддержание, сохранение генетических ресурсов в генных банках. Длительное хранение семян. Зарубежный опыт.

3. Внутривидовая и отдаленная гибридизация

Комбинативная и трансгрессивная селекция, генетическая рекомбинация как их основа. Роль внутривидовой гибридизации в селекции растений. Принципы подбора родительских пар для скрещивания. Типы скрещиваний. Эффективность скрещиваний в зависимости от объёма и числа гибридных комбинаций.

Задачи, решаемые с помощью отдалённой гибридизации. Особенности отдалённых гибридов. Способы преодоления несовместимости при отдалённой гибридизации, на этапах скрещивания, развития гибридных семян, выращивания F₁. Передача признаков при отдалённой гибридизации: интрогрессия отдельных генов

одного вида в геном другого; совмещение геномов различных видов путём аллополиплоидии; замещение отдельных хромосом генома хромосомами другого вида. Получение амфидиплоидов. Комбинирование геномов.

Получение форм с транслокациями, дополнительными и замещенными хромосомами. Специфика и результативность работы в зависимости от способа размножения культур. Успехи и проблемы отдалённой гибридизации. Сорты (гибриды), созданные на основе использования метода отдаленной гибридизации. Использование биотехнологических методов в селекции (генетическая и клеточная инженерия). Трансгенные сорта. Методы получения и их использование.

4. Использование мутагенеза и полиплоидии в селекции растений

Использование спонтанных мутаций в селекции растений. Физический и химический мутагенез. Выход мутаций и повреждающий эффект мутагена. Дозы физических мутагенов, концентрации и экспозиции химических мутагенов. Способы снижения повреждающего эффекта мутагенов. Различные технологии применения мутагенов. Выявление мутаций и гомозиготизация мутантных локусов в зависимости от доминантности и рецессивности мутаций и способа опыления культуры. Выявление макро-, микромутаций, мутаций количественных признаков. Работа с мутантными поколениями. Сочетание мутагенеза и гибридизации. Достижения и проблемы мутационной селекции.

Получение автополиплоидов в селекционных целях с помощью колхицина и других агентов. Концентрации и экспозиции при обработке семян, проростков, взрослых растений. Выделение полиплоидов по косвенным признакам. Химерность тканей и цитологический контроль. Хозяйственно-ценные показатели, связанные с автополиплоидией. Пониженная семенная продуктивность автополиплоидов и методы её повышения. Понятие об оптимальном уровне плоидности. Триплоидные гибриды сахарной свёклы, плодовых и других культур. Достижения и проблемы селекции автополиплоидов. Методы получения гаплоидов и их использование в селекции. Преимущества гаплоидной селекции. Роль анеуплоидов в селекции.

5. Генетические основы гетерозиса

Типы гетерозисных гибридов, используемых в производстве. Типы гетерозисных гибридов. Создание самоопылённых линий. Преодоление самонесовместимости. Испытание линий на общую комбинационную способность (ОКС) и специфическую комбинационную способность (СКС). ЦМС (цитоплазматическая мужская стерильность) и использование ее в селекции на гетерозис на примере различных культур. Способы получения гибридных семян: ручной кастрации и опыления, различных типов стерильности, систем несовместимости. Создание линий с ЦМС и линий - восстановителей фертильности. Использование гетерозиса в селекции различных сельскохозяйственных культур на современном этапе.

6. Методы оценки селекционного материала

Создание методов и программных средств фенотипирования образцов, информационных систем анализа и принятия решений для управления большими объемами данных генетических ресурсов растений. Индивидуальный и массовый отбор, их модификации, преимущества и недостатки. Особенности отбора в естественных популяциях, местных сортах и в гибридных популяциях. Клоновый отбор. Виды отбора у перекрёстников. Влияние фона на результаты отбора. Провокационные и другие специальные фоны. Отбор на селективных средах при культуре тканей (клеток). Роль естественного отбора в селекции растений.

Разработка методов оценки урожайных, адаптивных и других хозяйственно-ценных признаков и свойств сортов, селекционного и семенного (посадочного) материала, массового описания фенотипов на основе информационных технологий. Изучение селекционной и хозяйственной ценности мировых генетических ресурсов растений. Выявление доноров и источников селекционных и хозяйственно ценных признаков растений. Создание исходного селекционного материала и признаковых (стержневых) коллекций, имеющих практическую ценность для повышения эффективности селекции растений. Наследуемость, селекционный дифференциал и реакция на отбор. Объём популяции, необходимый для успешного отбора. Отбор по комплексу признаков. Отбор по сопряжённым признакам. Типы корреляций и их значение.

7. Методы молекулярной селекции растений.

Разработка генетических технологий, их использование для изучения растительных ресурсов, генетического картирования признаков, ускоренного создания форм растений с улучшенными свойствами. Основы молекулярного маркирования, классификация и типы молекулярных маркеров (RAPD, SSR, SCAR, SNP, AFLP). Основы генетического картирования: подбор родительских пар и скрининг полиморфизма, создание картирующей популяции, учет расщепления молекулярных маркеров, анализ сцепления. Локусы количественных признаков (QTLs) в селекции растений: качественные и количественные признаки, методы картирования. Маркер-опосредованная селекция (MAS), применение молекулярных маркеров в селекции растений. Идентификация генотипов сельскохозяйственных растений на молекулярном уровне, с целью выделения гендоноров и генисточников хозяйственно полезных признаков.

8. Методы оценки селекционного материала

Разработка и совершенствование различных методов поиска, отбора, селекционной оценки, выделения селекционно и хозяйственно значимых генотипов растений. Классификация методов оценки. Оценки на различных этапах селекционного процесса. Значение фонов при оценке селекционного материала. Селекция на урожайность. Понятие об интенсивности сорта и экологической пластичности. Селекция на оптимальный вегетационный период. Селекция на

зимостойкость. Селекция на засухоустойчивость. Различные типы засухоустойчивости в связи с типами засухи. Оценка засухоустойчивости. Оценка мощности корневой системы. Селекция на жаростойкость. Селекция на устойчивость к переувлажнению, кислым почвам, солонцовым почвам, на солевывносимость. Селекция на устойчивость к болезням и вредителям. Виды устойчивости к болезням (вредителям). Селекция на приспособленность к механизированному возделыванию. Создание сортов для энергосберегающих технологий. Селекция на устойчивость к гербицидам. Селекция на качество продукции. Селекция на высокое содержание белка, крахмала, сахара, жира, витаминов, алкалоидов. Селекция на полноценность белков и качество жира. Селекция на хлебопекарные качества пшеницы, тритикале и ржи, пивоваренные качества ячменя, крупяные качества гречихи, проса и зернобобовых культур. Понятие о сильных и ценных пшеницах.

9. Методика, техника и технологические схемы селекционного и семеноводческого процессов

Организация и схема селекционного процесса. Схема селекционного процесса у самоопыляющихся культур. Виды селекционных посевов и их назначение: питомники исходного материала, селекционные и контрольный питомники, сортоиспытания, размножения новых сортов.

Особенности селекционного процесса у перекрестноопыляющихся и вегетативно размножающихся культур. Основные принципы и методы полевого изучения и испытания селекционного материала. Документация селекционного процесса. Правила ведения и хранения документации. Оценки на провокационных и инфекционных фонах. Способы повышения точности опыта в селекции. Техника полевых и уборочных работ. Специальные машины и механизмы, лабораторное оборудование и их назначение. Приемы ускорения селекции.

10. Государственный сортовой контроль

Цели, задачи, документация. Государственное сортоиспытание, его задачи и порядок включения новых сортов и гибридов. Структура государственной сортоиспытательной сети. Методика и виды Государственного сортоиспытания. Районирование сортов и гибридов. Сорт как юридическая категория, понятие «селекционное достижение». Признаки патентоспособности. Права и обязанности владельца патента на селекционное достижение. Государственный реестр селекционных достижений в Российской Федерации.

11. Семеноводство

Развитие семеноводства как науки и отрасли сельскохозяйственного производства. Организация семеноводства на предприятиях. Специальные приемы выращивания высокоурожайных семян и повышения коэффициента их размножения. Экологические основы промышленного семеноводства. Выделение зон оптимального семеноводства. Технология производства семян на промышленной

основе. Разработка технологий экологического сортоиспытания селекционных достижений и семеноводства основных сельскохозяйственных культур применительно к различным почвенно-климатическим условиям. Совершенствование принципов эколого-географического районирования сортов и зонального размещения семеноводческих посевов.

Зависимость свойств и качества посевного и посадочного материала от природно-климатических условий. Условия, обеспечивающие формирование высококачественных семян и посадочного материала. Требования, предъявляемые к сортовым семенам и к условиям их выращивания (оптимальные агро- и экологические условия формирования семян, предотвращение заражения болезнями и вредителями, индустриальная технология уборки, послеуборочной обработки и хранения семян). Методы и приемы поддержания генетической идентичности сортов. Методика и техника воспроизводства оригинальных сортовых семян и посадочного материала, сохранения сортовой чистоты, сортового и семенного контроля, анализа урожайных и посевных качеств семян (посадочного материала) в процессе семеноводства.

12. Государственный семенной контроль, цели, задачи, документация.

Схема и методика выращивания элитных семян зерновых и зернобобовых культур. Особенности семеноводства гибридов кукурузы – участки гибридизации, выращивание фертильных линий и их стерильных аналогов. Особенности семеноводства гибридного подсолнечника. Семеноводство многолетних трав. Семеноводство картофеля на безвирусной основе. Создание маточно-семенных садов. Технология выращивания саженцев. Выращивание корнесобственного посадочного материала.

Семенные, страховые и переходящие фонды. Режимы хранения семян. Комплексная механизация и автоматизация семеноводческих посевов и поточная послеуборочная обработка семян. Хранение семенного материала. Мероприятия, обеспечивающие получение чистосортных семян. Сроки и способы уборки семян.

Изучение вопросов семеноведения как теоретической основы семеноводства. Совершенствование получения семенного материала различными способами, схемами посадки и обработки посевов. Определение зон, наиболее благоприятных для ведения первичного и товарного семеноводства основных сельскохозяйственных культур.

Сортосмена. Сортообновление. Основные элементы семеноводческой агротехники. Мероприятия, обеспечивающие получение чистосортных семян. Подработка и хранение семян. Пространственная изоляция. Сертификация семян и семенной контроль. Документация. Закон РФ «О семеноводстве».

13. Основы биотехнологии растений.

История развития биотехнологии. Разработка новых селекционно-генетических и биотехнологических инструментов, способствующих ускорению или

совершенствованию селекционного процесса (гаплоиндукторы, тестеры и тест-системы, типы ЦМС, специфические клетки, среды, агрофоны, мутантные гены и т.д.).

Техника культивирования изолированных клеток *in vitro*. Культура каллусных тканей и клеточных суспензий. Микрклональное размножение растений: преимущества, этапы, методы, практическое применение, недостатки. Производство оздоровленного посадочного материала на основе биотехнологических методов. Изучение и разработка технологических режимов выращивания организмов в культуре тканей и клеток растений для получения биомассы, ее компонентов, продуктов метаболизма, направленного биосинтеза биологически активных соединений и других продуктов, изучение их состава и методов анализа, технико-экономических критериев оценки, создание эффективных композиций биопрепаратов и разработка способов их применения.

14. Использование биотехнологических методов в селекции

Использование биотехнологических методов для ускорения и повышения эффективности селекционного процесса основных сельскохозяйственных культур. Создание новых, синтетических форм хозяйственно ценных сельскохозяйственных растений различными селекционными, генетическими и биоинженерными методами. Генетическая инженерия в селекции растений: задачи, методы создания, правовые основы. Включение отдельных хромосом (или их фрагментов) одной культуры в геном другой культуры. Получение форм с транслокациями, дополнительными и замещенными хромосомами.

Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Разделение и визуализация продуктов ДНК-амплификации. ПЦР-маркеры: типы, назначение, использование. Идентификация и клонирование генов. Геномная библиотека. Трансгенез – прямой и опосредованный перенос генов: требования, особенности, стабильность. Получение трансгенных растений с ценными свойствами, в том числе, устойчивость к гербицидам, насекомым, возбудителям болезней. Принципы редактирования геномов растений на основе CRISPR/Cas9. Этапы редактирования. Спектр применений CRISPR-Cas9 и ее модификаций.

Геномика растений: определение, виды, коллинеарность геномики и ее применение в селекции растений.

Клеточная селекция растений: соматическая изменчивость, методы клеточной селекции, достижения.

Соматическая гибридизация растений: способы выделения протопластов, способы слияния протопластов, генетическая трансформация протопластов.

Сохранение клеточных линий: пересадочные коллекции микрклонов, депонированные коллекции, криосохранение клеток, тканей и органов растений.

Удвоенные гаплоиды в селекции растений. Методы получения *in vitro* – культура пыльников, микроспор, семяпочек/завязей. Направления использования. Типы эксплантов, питательные среды, регуляторы роста и развития, стерилизация,

культивирование. Применение культуры тканей в создании безвирусных растений. Применение культуры тканей при отдаленной гибридизации.

3. Рекомендуемая литература

1. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений. - ООО Академическое издательство Гео, Новосибирск. 2018. 435 с.
2. Коновалов Ю. Б. и др. Общая селекция растений: учебник для вузов: 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023 - 480 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/282386>
3. Фитопатология, учебник. Редакторы: Белошапкина О.О., Глинушкин А.П., Джалилов Ф.С.-У., Корсак И.В., Смирнов А.Н., Стройков Ю.М., Чебаненко С.И. 2018. М.: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М. 304 с.
4. Пыльнев В. В. и др. Частная селекция полевых культур - Санкт-Петербург: Лань, 2022 - 544 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212315>
5. Нефедова, Л.Н. Применение молекулярных методов исследования в генетике [электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. Н. Нефедова .— 1 .— Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023 .— 104 с. — ВО - Бакалавриат.— ISBN 978-5-16-009872-2.— ISBN 978-5-16-101433-2 .<URL <https://znanium.com/catalog/product/1905746>
6. Беккер Х. Селекция растений. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2015. – 425 с.
7. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений в Республике Татарстан / Под редакцией д.б.н., профессора М.Л. Пономаревой, академика АН РТ Л.П. Зариповой. – Казань: Изд.-во «Фэн» Академии наук РТ, 2013 – 447 с.
8. Пыльнев В.В. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур М.: Лань, 2014. – 448 с.
9. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. 2-е издание //СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. 720 с.
10. Гужов Ю.Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений. М.: Мир, 2003.- 463 с.
11. Шмальц, Х. Селекция растений. – Москва «Колос», 1973.- 295с.
12. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. М.: Колос. 1976. 351 с.
13. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений, М., 1984. 178 с.

1. Дополнительная литература

1. Генетические основы селекции растений: монография : в 4 томах. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 1 : Общая генетика растений. — 2008. — 551 с. .
2. Генетические основы селекции растений : монография : в 4 томах. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 2 : Частная генетика растений — 2010. — 579 с.
3. Генетические основы селекции растений : монография : в 4 томах. — Минск :

Белорусская наука, [б. г.]. — Том 3 : Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия — 2012. — 489 с.

4. Генетические основы селекции растений : монография : в 4 томах. — Минск : Белорусская наука, [б. г.]. — Том 4 : Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия — 2014. — 653 с.

5. Ториков, В. Е. Общее земледелие, растениеводство (курс лекций) : учебное пособие / В. Е. Ториков, О. В. Мельникова. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 120 с.

6. Савельев, В. А. Семеноведение полевых культур: учебное пособие / В. А. Савельев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 276 с.

7. Ритвинская, Е. М. Семеноводство с основами селекции : учебное пособие / Е. М. Ритвинская, Е. Э. Абарова. — Минск : РИПО, 2016. — 279 с.

8. Минькач, Т. В. Основы научных исследований в селекции и растениеводстве : учебное пособие / Т. В. Минькач. — Благовещенск : ДальГАУ, 2019. — 88 с.

9. Нормативно-правовые основы селекции и семеноводства : учебное пособие / А. Н. Березкин, А. М. Малько, Е. Л. Минина [и др.]. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 252 с.

10. Клопов, М. И. Гормоны, регуляторы роста и их использование в селекции и технологии выращивания сельскохозяйственных растений и животных : учебное пособие / М. И. Клопов, А. В. Гончаров, В. И. Максимов ; под редакцией В. И. Максимова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 376 с.

4. Электронные ресурсы

<https://e.lanbook.com>

<http://www.springerlink.com>

<http://www.elibrary.ru>

<http://www.sciencedirect.com>

<http://www.vogis.org>

<http://bse.sci-lib.com/>

<http://www.bio.spbu.ru>

www.bio.msu.ru -

www.bionet.nsc.ru -

www.plantgen.com

www.vigg.ru

<http://www.biblioclub.ru>

4. Критерии оценки

Отлично	<ul style="list-style-type: none"> – Все вопросы раскрыты полностью; – Обучающийся владеет основными теориями и глубоко понимает их содержание; – Имеет ясное представление связи теории и практики в рамках излагаемого материала; – Уверенно владеет необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами; – Ясно и четко дает основные определения. Владеет терминологическим и понятийным аппаратом; – Развернуто отвечает на дополнительные вопросы.
Хорошо	<ul style="list-style-type: none"> – Вопросы раскрыты по существу; – Обучающийся в целом владеет основными теориями и понимает их содержание; – Имеет общее представление о связи теории и практики в рамках излагаемого материала; – Владеет в целом необходимыми методами решения конкретных задач, может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами; – В достаточной мере владеет понятийным и терминологическим аппаратом; – Имеет затруднения при ответе на дополнительные вопросы.
Удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – Вопросы раскрыты, но не полностью; – Слабое понимание связи теории и практики; – Обучающийся может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, но имеет затруднения при решении некоторых задач; – Обучающийся не демонстрирует уверенного владения понятийным и терминологическим аппаратом; – Дополнительные вопросы вызывают затруднение.
Неудовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> – Большая часть вопросов не раскрыта; – Обучающийся не может проиллюстрировать основные положения теории конкретными примерами, не может применить теорию при решении конкретных задач; – Нет ответов на дополнительные вопросы.