

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

КАНДИДАТСКИЙ ЭКЗАМЕН

(наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Группа научной специальности: 4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство

Научная специальность: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

СОДЕРЖАНИЕ

1. Тематическое содержание дисциплины.....	3
2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (проекта).....	15
3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий (контрольных работ).....	15

1. Тематическое содержание дисциплины

1.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

1. Определение селекции как науки и как производственного процесса. Значение работ Н.И. Вавилова (25 мин.).

(Селекция как наука изучает методы создания сортов и гибридов, а как процесс — это практическое выведение новых форм растений. При изучении важно различать теоретические основы (генетика, эволюция) и прикладные приёмы (отбор, гибридизация). Следует знать, что Н.И. Вавилов создал учение о центрах происхождения культурных растений и закон гомологических рядов, заложив фундамент научной селекции).

2. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, его значение для селекции (25 мин.).

(Закон гласит, что генетически близкие виды и роды дают сходные ряды наследственной изменчивости, что позволяет предсказывать ненайденные ещё формы. При изучении важно запомнить, что закон применим в пределах семейств и родов, а не у неродственных организмов. Значение для селекции — возможность целенаправленно искать или создавать нужные мутантные формы у родственных культур).

3. Центры происхождения культурных растений (по Н.И. Вавилову) и их использование в селекции (25 мин.).

(Н.И. Вавилов выделил семь основных центров (тропический, средиземноморский, переднеазиатский и др.), где сосредоточено первичное генетическое разнообразие. При изучении следует знать, что центры связаны с древними очагами земледелия, а не с современными ареалами культур. Эти центры используются в селекции как источники ценных генов (устойчивости, продуктивности) для создания новых сортов).

4. Наследственность и изменчивость как основа эволюции и селекции. Классификация типов изменчивости (25 мин.).

(Наследственность обеспечивает передачу признаков потомству, а изменчивость — появление различий, что служит материалом для отбора. При изучении важно чётко разделять модификационную (ненаследственную) и генотипическую (наследственную) изменчивость. Следует знать классификацию генотипической изменчивости: комбинативная, мутационная, соотносительная (коррелятивная).

5. Мутационная изменчивость: классификация мутаций, физические и химические мутагены (25 мин.).

(Мутации — это стойкие изменения генетического материала; их классифицируют по уровню возникновения (генные, хромосомные, геномные) и по эффекту (доминантные, рецессивные, летальные). При изучении важно понимать разницу между спонтанными и индуцированными мутациями. К физическим мутагенам относят радиацию (рентген, гамма), к химическим — аналоги оснований, алкилирующие агенты (например, этилметансульфонат).

6. Комбинативная изменчивость, роль мейоза и оплодотворения в создании генетического разнообразия (25 мин.).

(Комбинативная изменчивость возникает без изменения структуры генов, а за счёт рекомбинации родительских аллелей в потомстве. При изучении следует знать три ключевых механизма: кроссинговер в профазе I мейоза, независимое расхождение хромосом в анафазе I, случайное слияние гамет при оплодотворении. Эта изменчивость — главный источник разнообразия у перекрёстноопыляемых культур).

7. Полиплоидия: виды полиплоидии (ауто-, аллополиплоидия), механизмы возникновения, значение в селекции (25 мин.).

(Полиплоидия — кратное увеличение числа хромосомных наборов; при автополиплоидии удваивается набор одного вида, при аллополиплоидии — гибрид получает полные геномы разных видов. Механизмы: нарушение мейоза (нередукция

гамет) или митоза (действие колхицина). В селекции полиплоиды часто крупнее, устойчивее, продуктивнее (тритикале, триплоидный арбуз, пшеница).

8. Отдаленная гибридизация: методы преодоления нескрещиваемости и бесплодия гибридов (метод посредников, колхицинирование) (25 мин.).

(Отдалённая гибридизация — скрещивание разных видов или родов, что затруднено нескрещиваемостью и стерильностью F₁. При изучении следует знать метод посредников (использование третьего вида для первого скрещивания) и метод колхицинирования (удвоение хромосом для восстановления фертильности). Ключевой пример — создание тритикале (пшеница × рожь) и многолетней пшеницы).

9. Явление гетерозиса: гипотезы физиологического и генетического объяснения (доминирования, сверхдоминирования) (25 мин.).

(Гетерозис — превосходство гибридов F₁ над родительскими формами по жизнеспособности, урожайности и другим признакам. При изучении важно знать две основные генетические гипотезы: доминирования (сумма благоприятных доминантных аллелей) и сверхдоминирования (эффект гетерозиготы, когда Aa > AA и aa). Физиологические объяснения связывают гетерозис с повышенной ферментативной активностью).

10. Генетические основы устойчивости растений к биотическим (болезни, вредители) и абиотическим (засуха, засоление) стрессорам (25 мин.).

(Устойчивость контролируется полигенами (количественные признаки) или главными генами (R-гены по типу «ген-на-ген»). При изучении следует различать вертикальную (моногенную, видоспецифичную) и горизонтальную (полигенную, неспецифичную) устойчивость к болезням. Для абиотических стрессов важно понимать роль осмолитов, антиоксидантных систем и стрессовых белков (шаперонов).

11. Наследование количественных признаков. Понятие о наследуемости (в широком и узком смысле) и ее селекционном значении (25 мин.).

(Количественные признаки (урожайность, масса зерна) контролируются многими генами (полигенами) и сильно зависят от условий среды. Наследуемость в широком смысле (h²) — доля генетической дисперсии в общей, в узком смысле — только аддитивной компоненты. Селекционное значение: чем выше наследуемость, тем эффективнее отбор по фенотипу; при низкой h² нужны полевые испытания в нескольких точках).

12. Генетика цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС): строение, механизм, использование в селекции гибридов (25 мин.).

ЦМС — неспособность растений давать фертильную пыльцу, контролируемая митохондриальными генами (цитоплазма) и ядерными генами-восстановителями (Rf). При изучении следует знать схему: стерильная линия (S-цитоплазма, tr) × закрепитель стерильности (N-цитоплазма, tr) → все потомки стерильны; для восстановления нужен донор Rf-генов. ЦМС широко используют для производства гибридных семян (кукуруза, подсолнечник, рис).

13. Популяционная генетика в селекции: закон Харди—Вайнберга, генетический груз, инбридинг и коэффициент инбридинга (25 мин.).

(Закон Харди—Вайнберга описывает равновесные частоты генотипов в идеальной популяции ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$). При изучении важно понимать условия его выполнения (панмиксия, отсутствие отбора, мутаций, дрейфа). Генетический груз — накопление вредных мутаций; инбридинг (коэффициент F) повышает гомозиготность и риск проявления рецессивных дефектов).

14. Системы размножения растений (перекрестноопыляемые, самоопыляемые, апомиктики) и их влияние на структуру сорта (25 мин.).

(Самоопыляемые (пшеница, ячмень, горох) дают гомозиготные линии, сорт — механическая смесь чистых линий. Перекрестноопыляемые (рожь, кукуруза, подсолнечник) гетерозиготны, сорт — гетерогенная популяция. Апомиктики (овсяница,

некоторые цитрусы) размножаются семенами без оплодотворения, сохраняя генотип материнского растения. Система размножения определяет метод селекции и способ поддержания сорта).

15. Генетический контроль признаков качества продукции (содержание белка, клейковины, масла, крахмала) (25 мин.).

(Эти признаки чаще контролируются полигенами с аддитивным действием, хотя отдельные гены могут иметь крупный эффект (например, Wx-ген — амилоза крахмала). При изучении следует знать, что качество сильно модифицируется условиями среды (азотные удобрения для белка). В селекции используют маркер-опосредованный отбор (MAS) по аллелям, влияющим на состав запасных белков (глиадины, глутенины) и жирных кислот).

16. Аналитическая и синтетическая селекция: цели, задачи, подходы (25 мин.).

(Аналитическая селекция направлена на улучшение одного-двух признаков при сохранении остальных (например, повышение устойчивости к ржавчине у высокоурожайного сорта). Синтетическая селекция ставит целью создать новый генотип с комплексом ценных признаков путём гибридизации и длительного отбора. При изучении важно понимать, что аналитическая селекция часто использует беккроссирование, а синтетическая — сложные ступенчатые скрещивания).

17. Массовый отбор: сущность, применение в селекции перекрестноопыляемых культур, достоинства и недостатки (25 мин.).

(Массовый отбор — выбор лучших растений по фенотипу, сбор семян с них и объединение для следующего посева. Применяют в основном для перекрестноопыляемых культур (рожь, клевер), а также для местных популяций. Достоинства: простота, сохранение генетического разнообразия. Недостатки: нельзя оценить генотип, возможен отбор лишь по высоконаследуемым признакам).

18. Индивидуальный отбор (метод педигри): схема, возможности и ограничения для самоопыляемых культур (25 мин.).

(Метод педигри — отбор лучших растений из гибридной популяции с выращиванием потомства каждой линии отдельно (от F2 до F5–F6). При изучении следует знать схему: посев семьи в индивидуальную делянку, браковка худших, отбор лучших внутри лучших семей. Применяется для самоопыляемых культур (пшеница, соя). Ограничения: трудоёмкость, занимает много площадей, не подходит для признаков с низкой наследуемостью).

19. Метод гибридизации: подбор родительских пар, типы скрещиваний (простое, сложное, ступенчатое, возвратное) (25 мин.).

(Подбор пар основан на эколого-географической удалённости, комплементарности признаков и селекционной ценности родителей. Простое скрещивание ($A \times B$) — два родителя; сложное ($A \times B$) \times C — три родителя; ступенчатое — последовательное введение генов; возвратное (беккросс) — гибрид скрещивают с одним из родителей. При изучении важно понимать цель каждого типа: простое — для гетерозиса, ступенчатое — для объединения нескольких доноров).

20. Метод возвратных скрещиваний (беккроссирование): применение для переноса доминантных и рецессивных признаков (25 мин.).

(Беккросс — повторное скрещивание гибрида с рекуррентным родителем (сортом-реципиентом) для переноса целевого гена от донора. Для доминантного признака: гибрид F1 скрещивают с рекуррентным родителем и в каждом поколении отбирают носителей гена до почти полного восстановления генотипа реципиента (5–6 беккроссов). Для рецессивного признака требуется дополнительный этап самоопыления для выявления гомозигот. Следует знать, что маркеры ускоряют процесс).

21. Гетерозисная селекция: схемы создания гибридов (простые, двойные межлинейные гибриды, синтетические популяции) (25 мин.).

(Простой гибрид F1 ($A \times B$) — скрещивание двух инбредных линий; двойной

межлинейный гибрид ((A × B) × (C × D)) — более стабильный по урожайности. Синтетическая популяция создаётся переопылением нескольких линий или сортов с последующим отбором. При изучении важно знать, что для коммерческих гибридов используют ЦМС, а простые гибриды (кукуруза) дают максимальный гетерозис, но семена дороже).

22. Использование ЦМС в семеноводстве гибридов. Способы восстановления фертильности (25 мин.).

(ЦМС позволяет получать гибридные семена без трудоёмкой кастрации цветков: стерильная материнская форма × фертильный опылитель-восстановитель (RfRf). В потомстве F1 все растения фертильны за счёт доминантных Rf-генов, подавляющих действие стерильной цитоплазмы. Следует знать способы восстановления: использование линий-восстановителей с Rf-генами, реже — воздействие низкими температурами или химическими реагентами (у некоторых культур).

23. Мутационная селекция: подходы к индуцированному мутагенезу, работа с химерными поколениями (M1—M2) (25 мин.).

(Семена или пыльцу обрабатывают мутагенами (гамма-лучи, EMS), высевая как поколение M1 — растения часто химерны (часть клеток мутантна, часть нет). При изучении важно знать, что отбор ведут в M2, так как после самоопыления химеры M1 дают гомозиготные мутанты. Ключевой подход: обработка в дозах, вызывающих 50% выживаемости, и скрининг M2 на фоне большого материала).

24. Полиплоидия в селекции: методы получения и отбора триплоидных (арбуз, банан) и аллополиплоидных (тритикале) форм (25 мин.).

(Триплоиды получают скрещиванием тетраплоида ($2n=4x$) с диплоидом ($2n=2x$); они стерильны и бессемянны (арбуз, банан). Аллополиплоиды создают колхицинированием стерильного межвидового гибрида F1 (например, пшеница × рожь → тритикале). При изучении следует знать методы отбора: по числу хлоропластов в замыкающих клетках устьиц, по размеру пыльцы, цитологический контроль (подсчёт хромосом).

25. Гаплоидная биотехнология: методы получения гаплоидов (культура пыльников, гиногенез) и их использование для создания чистых линий (25 мин.).

(Гаплоиды получают из незрелых пыльников (андрогенез) или неоплодотворённых зародышевых мешков (гиногенез) на питательной среде. Затем гаплоидные растения диплоидизируют колхицином, получая полностью гомозиготные (чистые) линии за одно поколение. Следует знать, что метод резко ускоряет селекцию самоопыляемых культур (вместо 6–7 поколений инбридинга — 2 года).

26. Клеточная селекция: использование соматклональной вариабельности, отбор на устойчивость на клеточном уровне (25 мин.).

(Соматклональная вариабельность — наследственные изменения в клетках, регенерированных из каллуса или протопластов, обусловленные культивированием *in vitro*. Отбор на клеточном уровне: на селективной среде с токсином патогена, солью, гербицидом выживают устойчивые клетки, из них регенерируют растения. При изучении важно знать, что мутации соматические и требуют проверки в потомстве, а метод эффективен для устойчивости к фитофторозу, засолению).

27. Геномная селекция: принципы, отличие от маркер-опосредованной селекции (MAS), перспективы (25 мин.).

(Геномная селекция использует тысячи SNP-маркеров по всему геному для расчёта геномной оценочной ценности (GEBV) на основе обучающей выборки с фенотипами. Отличие от MAS: MAS работает с несколькими маркерами крупных QTL, геномная селекция учитывает все локусы, включая мелкие эффекты. Перспективы: ускорение отбора для признаков с низкой наследуемостью (устойчивость к засухе, качество зерна), особенно у крупного рогатого скота и кукурузы).

28. Редактирование геномов (CRISPR/Cas9): возможности и этические аспекты

применения в селекции растений (25 мин.).

(CRISPR/Cas9 позволяет вносить точечные делеции, вставки или замены в заданный локус генома с высокой точностью. Возможности: нокаут генов восприимчивости (милдью у винограда), изменение состава крахмала, создание гомозиготных линий за одно поколение. Этические аспекты: в отличие от ГМО, во многих странах (США, Япония, ЕС после 2023 года) растения с редактированием без чужеродной ДНК не регулируются как трансгенные, но в ЕС — дебаты о статусе).

29. Экологическое и географическое испытание сортов. Адаптивность и пластичность сорта (25 мин.).

(Экологическое испытание — оценка сорта в разных почвенно-климатических зонах, географическое — в разных широтах и долготах. Адаптивность — способность давать стабильный урожай в конкретных условиях; пластичность (стабильность) — низкое взаимодействие «генотип × среда». При изучении следует знать, что пластичные сорта пригодны для широкого ареала, а узкоадаптированные — для специфических зон; показатель пластичности — коэффициент регрессии (b_i около 1).

30. Ускоренное семеноводство (Speed breeding): технология, преимущества для сокращения селекционного процесса (25 мин.).

(Speed breeding — выращивание растений в контролируемых условиях с удлинённым фотопериодом (20–22 часа света, 2–4 часа темноты) и ранней уборкой недозрелых семян. Позволяет получать 4–6 поколений в год (вместо 1–2 в поле). Преимущества: быстрое самоопыление, создание рекомбинантных линий, перенос генов. Следует знать, что метод особенно эффективен для пшеницы, ячменя, гороха, сои, но требует интенсивного освещения и теплиц).

31. Биотехнология растений: предмет, задачи, основные направления (25 мин.).

(Обратить внимание на основные направления и задачи биотехнологии растений: микрклональное размножение, клеточная и генетическая инженерия, создание трансгенных растений, селекция на клеточном уровне, получение вторичных метаболитов, устойчивость к гербицидам и вредителям. Изучить роль биотехнологии растений в сельском хозяйстве).

32. Тотипотентность растительной клетки как теоретическая основа клеточных технологий (25 мин.).

(Необходимо рассмотреть ключевые аспекты тотипотентности, ее историческую и теоретическую основу, а так же основные клеточные технологии (соматический эмбриогенез, генетическую эквивалентность соматических клеток, получение трансгенных растений, возможность клонального микроразмножения).

33. Культура изолированных тканей и органов (in vitro): питательные среды, стерилизация, условия культивирования (25 мин.).

(Следует обратить внимание на питательные среды (Мурасиге-Скуга, MS); макро- и микросоли; углеводы (сахароза); фитогормоны (ауксины, цитокинины). Рассмотреть основные методы стерилизации (автоклавирование, поверхностная стерилизация эксплантов) и условия для культивирования).

34. Микрклональное размножение растений: этапы (инициация, мультипликация, укоренение, адаптация) (25 мин.).

(При изучении вопроса стоит отметить такие ключевые понятия, как введение экспланта в культуру (стерилизацию), мультипликацию (массовое клонирование), укоренение микропобегов и адаптацию к почве. Рассмотреть основные этапы микрклонального размножения).

35. Культура изолированных протопластов: методы получения, соматическая гибридизация (цибридизация) (25 мин.).

(Следует принять во внимание основной метод получения протопластов (ферментативный метод); отметить жизнеспособность и культивирование протопластов; основы соматической гибридизации (слиянии протопластов) и цибридизации (селекции

гибридов).

36. Соматический эмбриогенез и органогенез *in vitro*: факторы, определяющие направление морфогенеза (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на определение и различие терминов органогенез и соматогенез; факторы, определяющие направление морфогенеза, такие как гормональный баланс, типы и источники экспланта, состав питательной среды и т.д.)

37. Получение и использование гаплоидных растений в селекции (андрогенез, гиногенез) (25 мин.).

(Важно отметить следующие ключевые моменты: получение гаплоидов из мужских гаметофитов (андрогенез); получение гаплоидов из женских гаметофитов (гиногенез); удвоение гаплоидного набора (дигаплоиды), использование в селекции).

38. Клеточная селекция *in vitro*: создание стрессовых фонов, отбор клеточных линий, устойчивых к гербицидам, соли, патогенам (25 мин.).

(Следует обратить внимание на следующие ключевые понятия: соматическая вариабельность, каллусная или суспензионная культуры; создание стрессовых фонов (селективных факторов); методы отбора клеточных линий (прямая селекция, ступенчатая селекция, положительный отбор, отрицательный отбор (противодавление); критерии оценки и использование).

39. Молекулярные маркеры: типы (RFLP, RAPD, SSR, SNP), их применение в паспортизации сортов и маркер-опосредованной селекции (MAS) (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на основные типы молекулярных маркеров такие, как RFLP, RAPD, SSR, SNP; применение в паспортизации сортов (точная идентификация, защита прав селекционеров); применение в маркер-опосредованной селекции (маркерный отбор (MAS), ускорение селекции, пирамидирование генов).

40. Генетическая инженерия растений: векторы (агробактериальные), методы трансформации (баллистика, электропорация) (25 мин.).

(Важно отметить метод использующий естественную способность почвенных бактерий *Agrobacterium tumefaciens* (биологический метод), такие моменты, как типы векторов, бинарные векторные системы; Методы прямой трансформации (генная пушка, электропорация), преимущества данных методов).

41. Трансгенные растения: стратегии получения, мировые тенденции, биобезопасность (25 мин.).

(Следует обратить внимание на стратегию получения трансгенных растений, получение гомозиготных линий; целевые признаки (гербицидоустойчивость, инсектицидность, абиотическая устойчивость); мировые тенденции в выращивании трансгенных растений; риски и регуляция биобезопасности).

42. Редактирование геномов (CRISPR/Cas9): принцип работы, отличие от классической трансгенеза (цисгенез, трансгенез) (25 мин.).

(Важно отметить следующие ключевые моменты: принцип работы CRISPR/Cas9 (механизм); пути репарации; NHEJ, HDR; Отличие от классической трансгенеза (трансгенез vs. цисгенез); преимущества CRISPR/Cas9 (мультиплексирования, ускорение селекции), регуляторный статус).

43. Метаболомика и протеомика в биотехнологии растений: подходы к оценке качества и безопасности (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на протеомика: объект и основные подходы; методологию протеомики: разделение белков, идентификация белков, количественный анализ; метаболомика: объект и подходы; метаболомика для качества, протеомика безопасности, мультиомиксный подход).

44. Банки генетических ресурсов *in vitro* (криоконсервация) и *ex situ*: сохранение биоразнообразия (25 мин.).

(Обратить внимание на основные традиционные подходы (Ex situ сохранение); генные банки семян, полевые коллекции, ботанические сады, коллекции in vivo; банки in vitro (медленный рост); культура in vitro с замедленным ростом; криоконсервация (долговременное хранение); методы криоконсервации: витрификация, инкапсуляция-витрификация, медленное замораживание, криопротекторы, оттаивание оттаивание; сохранение биоразнообразия).

45. Биоинформатика и цифровые технологии в селекции и биотехнологии (феномика, цифровое картирование) (25 мин.).

(При изучении вопроса важно отметить основной метод использующий, высокопроизводительный фенотипинг, цифровое картирование и геномную селекцию; так же рассмотреть цифровые фенотипические карты, цифровые двойники растений, интегративные платформы и цифровые технологии).

46. Семеноводство как заключительный этап селекционного процесса: цели и задачи (25 мин.).

(Следует обратить внимание на основные цели семеноводства, такие как быстрое размножение, сохранение биологических свойств, повышение качества; а так же рассмотреть основные задачи семеноводства (производство элиты, сортовой контроль, семенной контроль, внедрение сортов); система сертификации семян).

47. Законодательная база семеноводства: сортовые и посевные качества семян (25 мин.).

(При изучении вопроса стоит отметить основные положения законодательства по семеноводству (Федеральный закон «О семеноводстве»), ФГИС «Семеноводство»; обратить внимание на ключевые понятия, как сортовые и посевные качества, их основные показатели и методы определения и контроля. Рассмотреть нормативно-техническую базу и требования к обороту семян).

48. Основные понятия: сорт, гибрид, линия, популяция, клон. Подлинность и сортовые качества (25 мин.).

(Важно отметить следующие ключевые понятия селекции: сорт, гибрид, линия, популяция, клон, их характеристика; подлинность и сортовые качества (чистосортность), охраняемые категории. Рассмотреть нормативно-техническую базу).

49. Система семеноводства: оригинальные, элитные и репродукционные семена (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на определение системы семеноводства; так же изучить основные категории семян (оригинальные, элитные и репродукционные семена), характеристика производителя, значение и применение. Нормативы качества по категориям).

50. Этапы производства семян: питомники размножения (питомник испытания потомств, суперэлита, элита) (25 мин.).

(Необходимо рассмотреть аспекты производства семян; основные этапы производства, такие как питомник испытания потомств, питомник размножения, суперэлита, элита. Ознакомиться с ключевыми принципами (метод отбора, агрофон, контроль)

51. Пространственная изоляция и карантинные мероприятия в семеноводстве (25 мин.) (25 мин.).

(Следует обратить внимание на пространственная изоляция и карантинные мероприятия в семеноводстве. При изучении пространственной изоляции рассмотреть цель, методы и применяемые дополнительные меры; мероприятия по обеспечению фитосанитарной безопасности).

52. Сортообновление и сортосмена: экономическая и биологическая необходимость (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на такие понятия как сортообновление и сортосмена; отметить основные аспекты необходимости

сортообновления и сортосмены такие, как биологическая необходимость (предотвращение вырождения, борьба с болезнями, адаптация), экономическая необходимость (рост урожайности, снижение себестоимости, улучшение качества продукции).

53. Методы поддержания сортовой чистоты: апробация, грунтовой контроль, лабораторный анализ (25 мин.).

(Обратить внимание на поддержание сортовой чистоты; основные методы поддержания сортовой чистоты такие, как апробация, грунтовой контроль, лабораторный анализ, так же рассмотреть их цели, методы, показатели, а также документальное оформление).

54. Фитосанитарный контроль семян: типичные болезни, передающиеся с семенами, методы оздоровления (25 мин.).

(Необходимо рассмотреть фитосанитарный контроль семян, типы болезней передающиеся с семенами, а так же методы фитосанитарного контроля (биологический метод, микроскопический анализ, метод «влажных рулонов») и оздоровления семян (химический, термический, биологический, агротехнический).

55. Семеноводство самоопыляемых культур: особенности поддержания чистосортности (25 мин.).

(При изучении вопроса необходимо обратить внимание на особенности семеноводства самоопыляемых культур; особенности поддержания чистосортности (метод поддержания, изоляция, сортовые прочистки, оценка потомств, смена репродукции).

56. Семеноводство перекрестноопыляемых культур: контроль за случайным переопылением (25 мин.).

(Необходимо рассмотреть природу перекрестного опыления и его риски; высокий уровень естественного перекрестного опыления, как главную причину потери сортовой чистоты. Изучить типы перекрестного опыления, радиус переноса пыльцы, синхронность цветения разных сортов, наличие диких родичей, краевой эффект, а так же риски переопыления с другими культурами. Технологические методы контроля (выбраковка краевых полос, использование ЦМС, кастрация цветков, компактное размещение участков).

57. Семеноводство гибридов на основе ЦМС: схемы питомников размножения материнских и отцовских форм (25 мин.).

(Следует обратить внимание на ключевое понятие «цитоплазматическая мужская стерильность», как феномен неспособности растений формировать фертильную пыльцу, обусловленный взаимодействием стерильной цитоплазмы и рецессивных ядерных генов. Рассмотреть питомники размножения материнской (стерильной) линии, питомники размножения отцовской (восстанавливающей) линии, получение гибридных семян F_1).

58. Послеуборочная обработка семян: очистка, калибровка, сушка, протравливание (25 мин.).

(Следует обратить внимание на основные этапы послеуборочной обработки семян такие, как очистка (предварительная и первичная), сушка, калибровка (сортировка), протравливание. Изучить их цели, методы, значение).

59. Долгосрочное хранение семян: факторы, влияющие на всхожесть (температура, влажность, условия газовой среды) (25 мин.).

(Необходимо рассмотреть ключевые факторы, влияющие на всхожесть семян при хранении, такие, как температура, влажность, условия газовой среды (воздух), свет. Так же рассмотреть взаимосвязь факторов и критерии жизнеспособности: закон взаимозаменяемости факторов, оптимальное сочетание для долгосрочного хранения, контроль жизнеспособности, снижение критической влажности для масличных культур).

60. Достижения селекции и семеноводства по основным культурам (зерновые, масличные, овощные) в РФ и мировом масштабе (25 мин.).

(Рассмотреть основные достижения селекции и семеноводства в России по зерновым, масличным, овощным культурам. Обратить внимание на современную селекцию, ориентированную на создание сортов с высокой урожайностью, устойчивостью к стрессам (засуха, болезни) и улучшенным качеством продукции. Изучить общемировые и российские тенденции: цифровизация, геномное редактирование и точное земледелие).

61. Селекция зерновых хлебов (пшеница, ячмень): приоритетные направления (зимостойкость, качество зерна, устойчивость к ржавчине) (25 мин.)

(Следует акцентировать полигенный характер контролируемых признаков (зимостойкости, качества и устойчивости к ржавчине), необходимость использования пирамидирования генов (в том числе с помощью маркер-опосредованной селекции) для создания долговечных сортов, а также важность учёта отрицательных корреляций между продуктивностью, качеством зерна и устойчивостью к болезням).

62. Селекция кукурузы: использование эффекта гетерозиса, создание инбредных линий, типы гибридов (25 мин.)

(Важно акцентировать последовательную методологию: от создания инбредных линий (через многократный инцухт с жестким отбором) до оценки их комбинационной способности (общей и специфической) для последующего синтеза гибридов разных типов (простых, двойных межлинейных, трехлинейных) и использования цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) для экономически эффективного промышленного семеноводства).

63. Селекция подсолнечника: достижения в создании гибридов (ЦМС), устойчивость к зарази и фомопсису (25 мин.)

(Необходимо подчеркнуть ключевую роль взаимодействия системы ЦМС (цитоплазматическая мужская стерильность) и генов восстановления фертильности (Rf) для промышленного производства гибридов, а также акцентировать пирамидирование генов устойчивости к расам зарази и фомопсису как основной метод преодоления расовой специализации патогенов в условиях их высокой изменчивости).

64. Селекция сахарной свеклы: полиплоидия, использование ЦМС, технологичность уборки (25 мин.)

(Следует акцентировать комплексный подход: использование полиплоидии (триплоидные гибриды) для повышения массы корнеплода и сахаристости, применение ЦМС для масштабного производства гибридных семян с контролем генов восстановления фертильности (Rf), а также селекцию на технологичность уборки, включающую такие признаки, как моногерминальность (односемянность) и прочность черешков для механизированного возделывания).

65. Селекция картофеля: восстановительная селекция, устойчивость к фитофторозу и вирусам, качество клубней (25 мин.)

(Важно подчеркнуть вегетативный характер размножения картофеля, определяющий накопление вирусной инфекции и необходимость оздоровления (восстановительной селекции) через верхушечную меристему, а также акцентировать сложность сочетания полигенной устойчивости к фитофторозу (R-гены и полевая устойчивость) с хозяйственно ценными признаками качества клубней (крахмалистость, товарность, отсутствие потемнения мякоти) и использованием диких видов (как доноров устойчивости).

66. Селекция овощных культур (томат, огурец): гетерозисные гибриды, партенокарпия, устойчивость к болезням (25 мин.)

(Следует акцентировать использование гетерозисных гибридов F1, для томата — применение цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) или генетических маркеров (например, гена-маркера проростков) для упрощения гибридизации, а для огурца — ключевое значение партенокарпии (способности завязывать плоды без опыления) в защищенном грунте, при этом в обоих случаях необходим пирамидированный комплекс генов устойчивости к вирусным (ВТМ, ВОМ),

грибным (кладоспориоз, мучнистая роса) и бактериальным болезням).

67. Селекция плодовых и ягодных культур: особенности работы с многолетниками (длительный цикл, апомиксис, клоновая селекция) (25 мин.)

(При раскрытии вопроса важно акцентировать фундаментальные ограничения, обусловленные многолетним циклом развития (длительная ювенильная фаза, необходимость ранней диагностики и ускоренных методов селекции), использование апомиксиса у ряда культур (например, у малины, цитрусовых) для закрепления гетерозиса и упрощения размножения, а также клоновую селекцию как основной метод отбора ценных спонтанных соматических мутаций (почковых вариаций) у вегетативно размножаемых культур, что требует длительного производственного испытания на совместимость с подвоем и стабильность признаков).

68. Селекция кормовых культур: повышение белковости, создание полиплоидных форм клевера и люцерны (25 мин.)

(Следует акцентировать ключевое значение полиплоидии (особенно аллополиплоидии у люцерны и автополиплоидии у клевера) для преодоления самонесовместимости, увеличения облиственности и улучшения переваримости, а также сложность селекции на повышение белковости в кормовых культурах, связанную с отрицательной корреляцией между содержанием сырого протеина и урожайностью сухой массы, что требует применения биохимического скрининга и использования диких сородичей с высоким содержанием белка).

69. Устойчивость к абиотическим факторам: методы создания засухоустойчивых и солеустойчивых сортов (25 мин.)

(Важно акцентировать комплексный физиолого-генетический подход, включающий скрининг исходного материала по комплексу признаков (осмотическая регуляция, стабильность мембран, глубокая корневая система), использование клеточной селекции *in vitro* для отбора на солевых или осмотических фонах с последующей регенерацией растений, а также внедрение маркер-опосредованной селекции (MAS) для пирамидирования количественных локусов (QTL), контролирующих засухо- и солеустойчивость).

70. Устойчивость к биотическим факторам: генетическая защита (ген-на-ген), вертикальная и горизонтальная устойчивость (25 мин.)

(При раскрытии вопроса следует акцентировать теоретическую основу концепции «ген-на-ген» (Flor), определяющую вертикальную (расово-специфичную) устойчивость, которая эффективна, но недолговечна из-за быстрой эволюции патогена, и противопоставить ей горизонтальную (полевую) устойчивость, контролируемую полигенно, которая менее эффективна против отдельных рас, но более долговечна, а также подчеркнуть современный подход, заключающийся в пирамидировании R-генов с использованием молекулярных маркеров для продления эффективности вертикальной устойчивости).

71. Биофортификация: селекция и биотехнология для повышения содержания микроэлементов (Fe, Zn, Se) в растениях (25 мин.)

(Важно подчеркнуть различие подходов: в селекции — использование естественного генетического разнообразия (например, линий с высокой эффективностью транслокации элементов в зерно) и выявление QTL, а в биотехнологии — применение агробактериальной трансформации или геномного редактирования (CRISPR/Cas9) для усиления экспрессии генов-транспортеров (например, ферритина) и снижения содержания антипитательных веществ (фитата), повышающих биодоступность микроэлементов).

72. Органическое семеноводство: требования к сортам и технологиям без применения химических СЗР (25 мин.)

(Следует акцентировать особые требования к генотипам: сорта должны обладать высокой конкурентной способностью по отношению к сорнякам,

комплексной генетической устойчивостью к болезням и вредителям (заменяющей химические СЗР), а также адаптивностью к низким дозам удобрений, при этом само семеноводство должно исключать использование синтетических протравителей, пестицидов и трансгенных технологий, с обязательной сертификацией на всех этапах производства).

73. Экономическая эффективность селекционных программ: оценка затрат, ROI, рентабельность новых сортов (25 мин.)

(Важно подчеркнуть, что оценка экономической эффективности селекционных программ базируется на расчете соотношения затрат и результатов (ROI) с учетом длительного цикла селекции (дисконтирование затрат), прямых эффектов от внедрения (рост урожайности, снижение затрат на пестициды за счет генетической устойчивости) и косвенных выгод (рыночная премия за качество, роялти, расширение ареала возделывания), а также необходимость учета экологических и социальных эффектов при оценке рентабельности новых сортов).

74. Интеллектуальная собственность в селекции: патентование сортов, лицензирование, селекционные достижения (25 мин.)

(Следует акцентировать различие правовых режимов: охрана селекционных достижений через патент на сорт (обеспечивающий исключительное право, но с правом «фермерской привилегии» на использование семян для собственных нужд) или авторское свидетельство, а также важность лицензионных договоров для коммерциализации гибридов и биотехнологических линий, при этом ключевым критерием охраноспособности является соответствие сорта критериям DUS (отличимость, однородность, стабильность)

75. Понятие о фенотипике. Влияние внешних условий на реализацию генотипа (норма реакции) (25 мин.)

(При раскрытии вопроса важно акцентировать, что фенотипика изучает механизмы реализации генотипа в фенотип под влиянием внешних условий, а ключевым понятием является норма реакции — диапазон возможной изменчивости признака, определяемый генотипом и имеющий решающее селекционное значение при оценке адаптивности и стабильности сортов в разных агроэкологических условиях).

76. Современные методы оценки исходного материала (феномика, спектральный анализ, NIRS) (25 мин.)

(Следует подчеркнуть, что современные методы оценки исходного материала основаны на высокопроизводительном фенотипировании (феномика) с использованием спектрального анализа и NIRS-спектроскопии (ближней инфракрасной области), позволяющих неразрушающе, быстро и с высокой точностью оценивать сотни образцов по биохимическим параметрам (белок, влага, крахмал) и физиологическим признакам (водный стресс, фотосинтетическая активность), что обеспечивает объективный отбор на ранних этапах селекционного процесса).

77. Адаптивная селекция: принципы создания сортов с высокой экологической пластичностью (25 мин.)

(При раскрытии вопроса важно акцентировать, что адаптивная селекция базируется на принципах создания сортов с широкой нормой реакции (экологической пластичностью) и высокой гомеостатичностью, достигаемой через полигенный контроль ключевых признаков, оценку в разнообразных эколого-географических условиях (многофакторное экологическое испытание) и использование местных адаптированных генотипов и диких сородичей как доноров устойчивости к абиотическим стрессам).

78. Цифровые технологии в селекции: искусственный интеллект для прогнозирования фенотипа по генотипу (25 мин.)

(Следует подчеркнуть, что использование искусственного интеллекта и методов машинного обучения (глубокие нейронные сети, геномная селекция) позволяет на основе больших массивов данных (геномных, феномических, климатических)

прогнозировать фенотип по генотипу с высокой точностью, значительно сокращая селекционный цикл за счет раннего отбора перспективных генотипов без необходимости полевого испытания всех гибридных комбинаций).

79. Генетические ресурсы растений: коллекции ВИР (Вавиловский институт) и их роль в импортозамещении (25 мин.)

(Важно акцентировать, что мировая коллекция ВИР (НИЦ «ВИР им. Н.И. Вавилова») является стратегическим резервом генетического разнообразия, содержащим уникальные образцы диких сородичей, местных аборигенных сортов и доноров хозяйственно ценных признаков, которые выступают критически важным источником исходного материала для создания отечественных сортов и гибридов, обеспечивая импортозамещение путем снижения зависимости от иностранной генетики и создания конкурентоспособных, адаптированных к местным условиям селекционных достижений).

80. Нанотехнологии в селекции и семеноводстве: применение наночастиц для доставки ДНК и обработки семян (25 мин.)

(Следует подчеркнуть двойственный характер применения нанотехнологий: с одной стороны — использование наночастиц (например, золота, кремния, магнитных наночастиц) в качестве высокоэффективных векторов для биобаллистической трансформации и доставки компонентов CRISPR/Cas9 в растительные клетки, минуя агробактериальные системы; с другой стороны — применение нанопрепаратов для обработки семян (протравливание, прайминг) с целью повышения всхожести, устойчивости к стрессам и улучшения роста на ранних этапах, при этом критически важным остается оценка их безопасности для окружающей среды и отсутствия нанотоксичности).

81. Синтетическая биология в растениеводстве: создание минимальных геномов, искусственных метаболических путей (25 мин.)

(Важно акцентировать, что синтетическая биология в растениеводстве выходит за рамки традиционной селекции и геномной инженерии, предлагая принципиально новые подходы: создание минимальных геномов для упрощения моделирования клеточного метаболизма и устранения ненужных функций, а также конструирование искусственных метаболических путей для продукции ценных соединений (лекарственные белки, биоразлагаемые полимеры, улучшенный крахмал), что требует развития технологий трансформации крупных ДНК-конструкций (синтетических хромосом) и строгого биобезопасности).

82. Методология научного исследования в селекции: планирование опыта, репликация, дисперсионный анализ (25 мин.)

(При раскрытии вопроса следует акцентировать, что методология научного исследования в селекции базируется на строгом соблюдении принципов полевого опыта: рендомизация (рандомизированное размещение делянок) для устранения систематической ошибки, репликация (многократная повторность) для оценки внутригрупповой вариабельности и выделения значимых различий, а также использование дисперсионного анализа (ANOVA) как основного статистического метода для разделения общей фенотипической изменчивости на генетическую и средовую компоненты и объективной оценки достоверности различий между сортами и линиями).

83. Патентование и охрана селекционных достижений: правовая защита оригинаторов, понятие "существенно новый признак" (DUS-тестирование) (25 мин.)

(Важно подчеркнуть, что правовая охрана селекционных достижений строится на экспертизе по критериям DUS (отличимость, однородность, стабильность), где «существенно новый признак» означает наличие четко выраженного отличия от общеизвестных сортов, подтвержденного документально, а также акцентировать разделение прав между оригинатором (патентообладателем) и

производителем семян, регулируемое патентным законодательством и нормами UPOV (Международного союза по охране новых сортов растений).

84. Современные вызовы и перспективы развития селекции и биотехнологии растений в условиях изменения климата и продовольственной безопасности (25 мин.)

(Следует акцентировать, что ключевыми вызовами являются необходимость ускоренного создания климатически оптимизированных сортов (засухо-, жаро-, солеустойчивых) с использованием конвергентных технологий (геномное редактирование, цифровой фенотипинг, искусственный интеллект), а также обеспечение генетического суверенитета и снижение импортозависимости через сохранение и эффективное использование национальных коллекций генетических ресурсов в условиях глобального изменения климата и растущих требований к продовольственной безопасности).

2. Методические рекомендации по выполнению курсовой работы (проекта)

(не предусмотрено рабочей программой дисциплины)

3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий (контрольных работ)

(не предусмотрено рабочей программой дисциплины)