

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА



В. В. Пыльнев
А. Н. Березкин



В. В. ПЫЛЬНЕВ, А. Н. БЕРЕЗКИН

ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Под общей редакцией В. В. Пыльнева

Издание третье, стереотипное

*Учебник содержит сведения,
необходимые для формирования профессиональных компетенций
при подготовке бакалавров по направлению «Агрономия»,
и рекомендуется ФУМО для использования в учебном процессе*



ЛАНЬ

· САНКТ-ПЕТЕРБУРГ · МОСКВА · КРАСНОДАР ·
2023

П 94 Пыльнев В. В. Основы селекции и семеноводства : учебник для вузов / В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин ; под общей редакцией В. В. Пыльнева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 216 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-50670-5

Данный учебник предназначен для студентов, обучающихся по направлению «Агрономия», уровень образования — бакалавр, где предусмотрена дисциплина «Основы селекции и семеноводства», а также всех лиц, интересующихся практическими вопросами, связанными с селекцией и семеноводством. В нем приведены основные положения селекции и семеноводства. Учебник дает основы создания новых сортов и гибридов и способов размножения без их детализации. Некоторые приемы, в частности связанные с использованием генетических, биотехнологических, гено-инженерных технологий, используемых в селекции и семеноводстве, упомянуты кратко.

При подготовке магистрантов, обучающихся по программе подготовки «Генетика, селекция и семеноводство», и студентов бакалавриата, выбравших специализированную подготовку по селекции и семеноводству, вопросы селекции рассматриваются более глубоко в учебнике под редакцией В. В. Пыльнева и Ю. Б. Коножалова «Общая селекция».

В настоящее время семеноводство, в частности, его законодательная база, правила работы с семенным материалом, оценка качества семян, оформленные документы на семена существенно видоизменяются. В учебнике приведены теоретические и практические основы семеноводства. Особое внимание авторы обращали на планирование семеноводства на разных уровнях, на рекомендуемые методы и приемы работы с различным материалом при ведении первичного и внутрихозяйственного семеноводства, методы оценки сортовых и посевных качеств семян, документирование партий семян.

УДК 631.5
ББК 41.3я7

Рецензенты:

А. М. МАЛЫКО — доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГП «Россельхозцентр»;
А. М. МЕДВЕДЕВ — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Федерального исследовательского центра «Немчиновка», член корреспондент РАН.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2025
© В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин, 2025
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2025

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном стандарте подготовки по направлению «Агрономия» предусмотрена дисциплина «Основы селекции и семеноводства».

Селекция и семеноводство тесно взаимосвязаны. Эти две научные дисциплины и отрасли сельского хозяйства имеют единый объект — сорта и гибриды растений. В то же время селекция и семеноводство решают различные задачи. В процессе селекции создаются новые и улучшаются существующие сорта и гибриды, а в процессе семеноводства происходит размножение семян данных сортов и гибридов.

Данный учебник предназначен для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению «Агрономия», а также всех лиц, интересующихся практическими вопросами, связанными с селекцией и семеноводством. В нем приведены основные положения селекции и семеноводства. Учебник дает основы создания новых сортов и гибридов и способов их размножения без их детализации. Некоторые приемы, в частности связанные с использованием генетических, биотехнологических, генно-инженерных технологий, используемых в селекции и семеноводстве, упоминаются кратко.

При подготовке магистрантов, обучающихся по программе подготовки «Генетика, селекция и семеноводство», и студентов бакалавриата, выбравших специализированную подготовку по селекции и семеноводству, вопросы этих дисциплин рассматриваются более глубоко в учебнике под редакцией В. В. Пыльнева и Ю. Б. Коновалова «Общая селекция».

ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ

Глава 1. Селекция как наука, искусство и отрасль

Широко известно крылатое выражение Н. И. Вавилова, что «селекция — наука, искусство и отрасль сельскохозяйственного производства».

Необходимо четко осознавать, что селекция — наука прикладная, т. е. предметом ее изучения не являются фундаментальные законы. Основной задачей селекции как науки является разработка новых методов создания сортов или гибридов.

Основным и специфическим методом селекции является отбор. Именно с помощью отбора можно выделять интересующие селекционера растения. Само название селекции произошло от латинского слова *selectio* — выбирать.

В то же время селекция — очень комплексная наукоемкая дисциплина, которая использует большое количество методов, характерных для самых разных наук при создании популяций, проведения отбора лучших растений и изучения их потомства. Так, например, селекция широко использует скрещивания, которые входят составной частью в генетический анализ. Поэтому можно считать, что гибридизация в равной мере является как методом генетики, так и методом селекции. Для оценки признаков и свойств растений селекционеры пользуются методами ботаники, физиологии, биохимии, фитопатологии, энтомологии, вариационной статистики и множества других наук. Селекционеру необходимы знания метеорологии, климатологии, экологии — так как сорт создается в определенных условиях и для определенных условий. Без экономических знаний невозможно построить экономичный и эффективный селекционный процесс.

Естественно, нельзя создать что-то новое, не зная характеристики современных сортов и особенностей их агротехники. Селекция — вершина агрономии, можно быть хорошим агрономом-технологом, но не быть селекционером. Селекционер же обязан быть хорошим агрономом.

Часто невозможно провести границу между знаниями, которые принадлежат собственно селекции и другим наукам, настолько тесно они связаны с селекционными технологиями.

Таким образом, чтобы успешно вести селекцию, селекционер должен обладать обширными знаниями. Но не нужно это понимать так, что его знания ботаники должны быть на уровне знаний профессионального ботаника, знания фитопатологии — на уровне знаний фитопатолога и т. д. Просто он должен иметь достаточно хорошую подготовку, чтобы взаимодействовать с этими специалистами, общаться с ними на их профессиональном языке.

Современный селекционный процесс обслуживают специалисты различного профиля: физиологи растений, фитопатологи, энтомологи, биохимики и др. Селекционер должен объединять их усилия, а для этого необходимо в достаточной мере знать специфику их работы, как дирижер оркестра знает возможности каждого инструмента.

Теоретической основой селекции является генетика — наука о наследственности и изменчивости. Именно эти два свойства больше всего интересуют

селекционера: ведь он заинтересован в том, чтобы добиться определенных наследственных изменений и, добившись, сохранить их в потомстве. Раздел генетики — генетика популяций — тесно связан с теорией эволюции, которая как наука возникла в результате работ Ч. Дарвина. Развиваясь, она приобретает все более основательное генетическое содержание и в настоящее время также является теоретической основой современной селекции. Происхождение видов по Ч. Дарвину связано с наследственностью, изменчивостью и отбором. То же самое можно сказать и о происхождении сортов и гибридов. Не случайно Н. И. Вавилов считал, что «селекция представляет собой эволюцию, направляемую волей человека». А для Ч. Дарвина селекция, которая велась в его время, послужила своеобразной моделью процессов эволюции, совершающихся в неизмеримо более крупном масштабе в природе.

Связь селекции с генетикой и теорией эволюции определяет грань между селекцией как наукой и селекцией как искусством. Научная селекция началась с возникновения этой связи: до этого селекция была чистой эмпирикой и успех в селекционной работе во многом зависел от интуиции (искусства) селекционера, от знания своей культуры. Интуиция играет немалую роль и сегодня. Это объясняется недостаточностью наших научных знаний. Но селекция как искусство все больше уступает селекции как науке. Современный селекционер знает, что отбор из первого гибридного поколения у самоопыляющихся культур, если родители гомозиготны, бессмыслен, что с браковкой в этом поколении следует подождать, если желаемый признак определяется рецессивным аллелем, что не всякое изменение признаков, имеющих сложную генетическую природу, наследуется и т. д.

В то же время создание сорта — процесс неповторимый. Он во многом зависит именно от селекционера, в чем и проявляется его искусство. Именно из представления селекционера о будущем сорте, его предпочтений при отборе и оценке лучших растений, условий проведения отбора и множества других особенностей складывается результат работы селекционера. Все это приводит к тому, что, даже зная, из какого исходного материала, каким методом создавался определенный сорт, создать его заново невозможно.

Селекция как отрасль представляет собой совокупность селекционных учреждений разных форм собственности, а также структур, обслуживающих селекцию (в том числе управленческих и контролирующих). В отрасли имеется земельный фонд, кадры, постройки, машины, оборудование и приборы.

Задача селекции как отрасли — создание сортов и гибридов сельскохозяйственных культур с использованием разработанных методов.

Можно выделить три основных подразделения отрасли селекции в нашей стране.

1. Ресурсное подразделение отрасли — Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР).

2. Селекционные учреждения и их подразделения (селекцентры, институты, отделы, лаборатории, фирмы, группы).

3. Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений.

Ресурсное подразделение отрасли представлено учреждениями, функция которых заключается в сборе коллекций растительных форм, изучении их, сохранении и вовлечении в селекционную работу путем передачи их селекционным учреждениям. Вся эта работа носит название мобилизации растительных ресурсов.

В России центром мобилизации растительных ресурсов является Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), расположенный в Санкт-Петербурге. Для того чтобы изучать и поддерживать коллекционные образцы, ВИР имеет сеть опытных станций, расположенных в различных климатических зонах, а также на договорной основе ведет работу на станциях, расположенных в бывших республиках СССР. Сеть обеспечивает возможность работы с коллекционным материалом, происходящим из стран, расположенных в различных климатических поясах.

ВИР имеет также национальное хранилище семян на Кубани (на опытной станции Отряд-Кубанская).

ВИР занимается сбором и систематикой растительных ресурсов, их сохранением, изучением и распространением.

Более подробно структура и работа ВИР будет описана в разделе, посвященном исходному материалу для селекции.

Кроме коллекций ВИР в каждом селекционном учреждении имеются свои коллекции. Принципиальное отличие коллекций ВИР от коллекций селекционных учреждений заключается в том, что последние представлены образцами, непосредственно вовлекаемыми в селекционную работу, в то время как коллекции ВИР более обширны, в них представлен весь потенциал данной культуры.

Непосредственно селекционный процесс — процесс создания нового сорта или гетерозисного гибрида — ведется в селекционных учреждениях: научно-исследовательских центрах, институтах, на селекционных станциях, в селекционных подразделениях университетов и сельскохозяйственных вузов, фирмах разных видов собственности.

Самой крупной организационной структурой отрасли селекции является селекционный центр. В состав селекционного центра могут входить разные научные учреждения, вузы, предприятия и хозяйства. При этом они сохраняют свою юридическую самостоятельность.

В селекционный центр входят как отделы и лаборатории, непосредственно ведущие селекцию какой-либо культуры или группы сходных культур (например, зернобобовых), так и обслуживающие их отделы и лаборатории (генетики, биохимики, технологические лаборатории, ведущие хлебопекарную оценку или оценивающие крупяные или пивоваренные качества и т. д.). Число отделов и лабораторий зависит от величины учреждения и стоящих перед селекцией задач. Так, например, в Национальном центре зерна им. П. П. Лукьяненко (г. Краснодар) селекцией озимой пшеницы занимаются в семи группах отдела селекции пшеницы и тритикале. В Федеральном исследовательском центре «Немчиновка» селекцией озимой пшеницы занимаются сотрудники одной лаборатории. В Верхневолжском федеральном аграрном научном центре (г. Суздаль) одна лаборатория ведет селекцию озимой пшеницы, озимой ржи и тритикале.

В настоящее время в России существует 46 селекционных центров. Они организованы на принципах зональности и специализации.

Принцип зональности означает, что селекционный центр создаст сорта и гибриды для определенной почвенно-климатической зоны: Северо-Кавказского региона, Волго-Вятского региона, Центрального региона и т. д.

Принцип специализации означает, что селекционный центр специализируется на селекции определенных культур или группы сходных по хозяйственному использованию или по биологическим особенностям культур. Примерами специализированных селекционных центров являются ВНИИ риса и ВНИИ масличных культур. Примерами специализированных селекционных центров могут быть Федеральный научный центр риса (г. Краснодар), Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур (г. Орел), Федеральный научный центр ВИК им. В. Р. Вильямса (г. Лобня) и др. Крайняя степень специализации — селекция одной культуры: картофеля, риса, люпина, льна, рапса и т. п.

Большой известностью пользуются международные селекционные центры: Международный центр по улучшению пшеницы, кукурузы и тритикале — CIMMYT в Мексике, Международный исследовательский институт риса — IRRI на Филиппинах, Международный центр агрономических исследований для аридных зон — ICARDA в Сирии, Международный институт тропического земледелия — IITA в Нигерии и др.

Часто селекцией занимаются любители. Особенно это распространено в селекции декоративных растений.

Третьим подразделением отрасли селекции в Российской Федерации является Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений (Госсорткомиссия). Она проводит независимое испытание сортов и гибридов, созданных различными селекционными учреждениями, на хозяйственную полезность и охраноспособность, ведет Государственные реестры селекционных достижений.

Более подробно о функции и характере работы Госсорткомиссии будет рассказано в соответствующем разделе.

Селекция — одна из самых рентабельных отраслей сельского хозяйства. Сорт или гетерозисный гибрид являются средством производства, и внедрение их на достаточно больших площадях приносит значительную прибыль.

В то же время селекция сама по себе, без внедрения селекционных достижений в сельскохозяйственное производство, затратна. Стоимость создания сортов зерновых культур, кукурузы составляет примерно 12...15 млн руб. Конечно, это цифры приблизительные и зависят от селектируемой культуры, интенсивности работы селекционного учреждения (одно создает 1 сорт раз в пять лет, другое — пять сортов в год!) и других факторов. Так, стоимость создания сорта однолетних трав примерно в полтора раза ниже стоимости создания сорта многолетних трав. Создание сорта подсолнечника обходится примерно в 8...10 млн руб., а гибрида этой культуры — в полтора раза дороже. У картофеля, свеклы создание нового селекционного достижения достигает 15...20 млн руб., т. е. обходится примерно в полтора раза дороже, чем у зерновых культур.

В то же время, по расчетам американских специалистов, каждый доллар, вложенный в селекцию гибридов кукурузы, приносит 300 долл. дохода.

Данные по экономической эффективности внедрения новых сортов озимой пшеницы селекции Краснодарского НИИСХ в производство показывают, что прибавка продукции в стоимостном выражении только за счет селекционной работы достигает за 3...5 лет десятки миллионов рублей.

Все это свидетельствует о высокой экономической эффективности работы селекционеров.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Чем занимается селекция как наука? Ее предмет и методы.
2. Генетика и теория эволюции Ч. Дарвина — теоретические основы селекции как науки.
3. Связь селекции с другими фундаментальными и прикладными науками.
4. Что характеризует селекцию как искусство?
5. Чем занимается селекция как отрасль сельскохозяйственного производства?
6. Каковы основные составляющие селекции как отрасли?
7. Назовите основные виды селекционных учреждений.
8. Что такое селекционные центры и каковы основные принципы их организации?
9. Какова структура ВНИИР им. Н. И. Вавилова и его основные функции?
10. Каковы основные функции Государственной комиссии РФ по испытаниям и охране селекционных достижений?

Глава 2. История селекции

Селекция растений началась примерно 20 тыс. лет назад одновременно с переходом человека от охоты и собирательства к возделыванию полезных растений. В сравнении с возникновением жизни на планете (3...3,5 млн лет тому назад) и возникновением человека разумного как вида (по одной из гипотез, около 200 тыс. лет назад) это очень небольшой срок. Указанное время основывается на данных археологии о нахождении семян культурных растений в определенных культурных слоях земной коры, определении давности этих слоев радиоуглеродным методом и представлении о том, что начало земледелия — одновременно и начало селекции древними земледельцами. В градаши палеонтологического времени это период позднего палеолита кайнозойской эры.

Одомашивание (доместикация) растений, по Н. И. Вавилову, происходило двумя путями, в соответствии с которыми все культуры делятся на первичные и вторичные.

Первичные растения вошли в культуру прямо из дикой флоры. Ими стали растения, чаще селившиеся вблизи жилищ человека, поскольку деятельность последнего приводила к локальным изменениям экологической обстановки: уничтожалась древесная растительность, накапливалось органическое вещество в почве и др.

Вторичные растения вошли в культуру из посевов первичных, когда земледелие уже достигло определенного развития. Первоначально они являлись сорняками, но в определенных условиях вытеснили культурные растения. Древний земледelec обнаруживал, что они сами могут являться объектом культуры. Классический пример такого растения — рожь. Как проходило окультуривание ржи, можно видеть и сейчас. По мере подъема местности на Памире и в Тянь-Шане, как наблюдал Н. И. Вавилов, в посевах пшеницы все чаще встречается рожь. В результате пшеничные поля просто заменяются полями ржи, поскольку в этих условиях пшеницу возделывать рискованно — она сильно уступает ржи по устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Если проследить за соотношением этих культур в широтном направлении, то также видно, что рожь идет дальше на север, чем пшеница. Можно также и смоделировать данный процесс: добавить к семенам пшеницы небольшое количество семян ржи и пересевать эту смесь в течение нескольких лет. Очень скоро вместо пшеницы окажется так называемая суржа (и пшеница, и рожь примерно в одинаковом количестве), а затем и почти чистая рожь.

Вторичных культур немного. К ним относят рожь, овес, коноплю, канатник, кориандр и некоторые другие.

Самыми древними культурами считают полбу, ячмень, просо, фасоль, картофель, виноград, абрикос, маслину, финиковую пальму, кокос, банан, лук, перец. Несколько позже были введены в культуру голозерные виды пшеницы, кукуруза, рис, овес, соя, горох, подсолнечник, сахарный тростник, дыня, арбуз, чай, какао, яблоня, груша. Уже в неолите, как считают, были окультурены томат, баклажаны, огурец, кочанная капуста. Конечно, это далеко не полный перечень, поскольку окультуренных и достаточно широко распространенных видов культур насчитывается около 1500, из них наиболее важных — примерно 250 — и все они за немногим исключением введены в культуру древним земледельцем и им же селекционировались.

Всю историю селекции Н. И. Вавилов разделил на четыре этапа:

- 1) примитивная селекция;
- 2) народная селекция;
- 3) промышленная селекция;
- 4) научная селекция.

Для каждого этапа характерны специфические методы селекции, ее организация и степень использования научных знаний.

Первый этап — примитивная селекция — осуществлялся древним земледельцем, и методом его был бессознательный отбор массовый отбор, т. е. семена отобранных растений для получения урожая высевали вместе. Никакой организации селекционной работы не существовало. Бессознательный отбор часто заключался в отборе на посев наиболее крупных семян с наиболее крупных растений. При этом могла изменяться генотипическая структура популяции. Сомнительно, чтобы первобытный человек не заметил сходства родителей и детей. Поэтому бессознательный отбор нужно понимать как отбор нецеленаправленный, успеху которого в некоторых случаях сильно способствовал естественный отбор. В этот период произошло становление практически всех сельскохозяй-

ственных культур. В целом на этом этапе были достигнуты впечатляющие результаты, несмотря на полное отсутствие научных знаний. Это объясняется тем, что примитивная селекция продолжалась очень долго и отбор мог существенно изменить первоначальные формы. Кроме того, в дикой природе были виды растений, которые сами по себе представляют практически готовую для возделывания сельскохозяйственную культуру. В предгорьях Памира и Тянь-Шаня есть целые массивы дикорастущей яблони, в которых встречаются деревья с плодами хороших вкусовых качеств. То же самое можно сказать об алыче и абрикосе на Кавказе, лесные (лесном орехе), диком виде ячменя *H. spontaneum*, диких видах пшеницы, ряде овощных культур.

Примитивная селекция привела к созданию практически всех важных сельскохозяйственных культур. В более позднее время к ним добавились кормовые травы, хинное дерево, каучуконосная гевея, сахарная свекла, лекарственные и декоративные растения и некоторые другие культуры. Иногда известна и история создания этих культур. Так, сахарная свекла была введена в культуру в качестве замены такого сахароноса, как сахарный тростник, когда его продукция перестала поступать в Европу в результате континентальной блокады, установленной Наполеоном. В наше время также вводятся в культуру некоторые растения, но их очень немного. К ним относятся амарант — родственник обыкновенной лебеды, некоторые кормовые растения: клевер средний, силфий произрастающий, борщевик Сосновского и др. Они обладают не только хозяйственно полезными свойствами, но имеют и множество недостатков, которые селекция должна устранить, что демонстрирует трудности, с которыми столкнулся древний земледelec на пути окультуривания.

На первом этапе селекции некоторые культуры были доведены до высокой степени совершенства. Были созданы уникальные формы. Так, в Перу известна кукуруза Куско, плоские зерна которой по величине сравнимы с рублевой монетой. Из нее готовят национальное блюдо. На острове Сакуроджима в Японии выращивают редьку, которая достигает пудового веса. Тыквы Перу, дочерни Средней Азии также относятся к уникальным формам. В Таджикистане известны абрикосы, созданные древними таджиками — согдами, плоды которых не опадают, а прямо на дереве превращаются в готовый сушеный продукт — урюк. В Казахстане известны ригидные пшеницы, у которых зерно, плотно заключенное в цветковые чешуи, не осыпается и уборку можно вести с большим опозданием. Такие пшеницы отселектировало полукочечное население этих мест. Люди могли прийти на поля, когда урожай уже давно созрел и осыпался бы, если бы это были обычные пшеницы.

Второй этап селекции — народная селекция. Его занимались крестьяне, уже прочно связанные с землей. Как и при примитивной селекции, никакой организации селекционной работы не существовало. Основным методом был массовый отбор из посевов растений. На этом этапе уже была известна техника прививки и другие способы вегетативного размножения. Поэтому у плодовых применялся клоновый отбор (потомство одного растения размножалось вегетативно). На этом этапе культуры дифференцировались на сорта. Их так и называют — сорта народной селекции. Отделить этап примитивной селекции от

этапа народной не только какой-либо датой, но и столетием, невозможно. Один этап постепенно переходил в другой. И на этапе примитивной селекции, очевидно, началась дифференциация культур на какие-то формы.

Сорта народной селекции были созданы во всех земледельческих странах. На них длительное время основывалось земледелие. Впоследствии они послужили материалом для дальнейшей селекционной работы. В России это были сорта мягкой яровой пшеницы Полтавка, мягкой озимой пшеницы Крымка местная, Белотурка, Кособрюховка, Вязниковская местная, Мильтурум перерод и др., сорта яровой твердой пшеницы. Выдающимся достижением народной селекции являются непревзойденные по качеству волокна сорта льна-долгунца, называемые кряжами: Пековский, Солецкий, Удомльский, Порховский и др. Известны также же сорта овощных культур, в частности лука Стригуновский, Мячковский, Даниловский. У яблоны известны сорта народной селекции Антоновка, Боровинка, Коробовка и др., сорта вишни Владимирская, Шубинская.

Следующим этапом была промышленная селекция. Самым важным ее признаком было возникновение селекции как отрасли. Возникают селекционные учреждения в виде селекционно-семеноводческих фирмы. Появляются специалисты-профессионалы, для которых селекция является основным занятием. Появляется специальное селекционное оборудование, первоначально примитивное, но постепенно совершенствующееся. Важной характеристикой этапа является также разработка более совершенных, чем массовый отбор, методов селекции. Эти методы разрабатывались чисто эмпирически. Теоретический фундамент отсутствовал, поскольку науки о наследственности и изменчивости — генетики — не существовало.

Первым селекционным учреждением была фирма Вильморенов во Франции (во Верьере под Парижем), основанная Филиппом Вильмореном (совместно с П. Андриё) в 1774 г. Затем появились и другие селекционные учреждения, например Кляйнвандтлебен в Германии, Свалёвская селекционная станция в Швеции. Позднее появились и селекционные учреждения в составе крупных университетов, в том числе в Оксфорде и Кембридже.

Среди новых методов, которые стали широко применяться в селекции и обусловили быстрый прогресс селекционной работы, следует назвать два: индивидуальный отбор и гибридизацию как способ создания популяций для отбора.

Индивидуальный отбор, т. е. посев потомств отобранных растений не в виде смеси, как это делается при массовом отборе, а отдельно, позволяет проконтролировать правильность отбора и сразу выделяет выдающиеся потомства, которые в перспективе могут стать сортами. Он был предложен практически одновременно тремя учеными-селекционерами: Луи Вильмореном (Франция), Яльмаром Нильсоном (Швеция) и Патриком Шериффом (Англия) для самоопыляющихся культур. Галлет применил многократный индивидуальный отбор, равнозначный современному методу педигри, который позволяет получить чистые линии (хотя этого понятия еще не существовало). Позднее индивидуальный отбор был применен и в селекции перекрестников Л. Вильмореном на сахарной свекле.

Что касается гибридизации, то известны работы англичанина Гертнера, который, работая с плодовыми культурами, скрестил около 700 различных сортов. Большую работу по гибридизации провел англичанин Т. Найт, который работал со многими культурами: картофелем, земляникой, сливой, вишней, яблоней, грушей, горохом. Между прочим, Т. Найт отметил явление доминирования, генетический смысл которого этим исследователем не был понят.

В конце периода промышленной селекции начались работы и по отдаленной гибридизации. И. В. Мичурин в России и Л. Бербанк в США стали применять ее в широких масштабах в селекции плодовых культур. Так, Мичурин получил новые сорта яблони: Пепин шафранный, Камбиль-китайка, Бельфлёр-китайка от скрещивания лучших южных сортов с китайской яблоней. Он широко использовал в скрещиваниях яблоню Недзведского (*Malus Nedzveskiana*). Эта яблоня имеет красномясые плоды, что отчасти наследуется гибридами. Мичуриным получены разные формы церападусов — гибридов вишни с черемухой различных видов. Л. Бербанк вывел сливу без косточек, гибрид сливы и абрикоса, кактус и ежевику без шипов, ряд первоклассных сортов сливы, оригинальные сорта декоративных культур, выдающийся сорт картофеля Бербанк и другие ценные сорта различных культур. Эти два выдающихся селекционера вообще сыграли важную роль в развитии селекции растений, особенно плодовых культур. Ряд сортов, выведенных ими, возделываются и в настоящее время.

В этот период работали и другие известные селекционеры, создавшие сорта культурных растений, которые сыграли важную роль в сельском хозяйстве тех лет, а в качестве родительских форм вошли в родословную современных сортов. Так, немецкий селекционер фон Лохов за очень короткий срок (14 лет) создал знаменитую Петкусскую рожь с крупным, плотным колосом. Американец Чарльз Сондес вывел не менее известные сорта яровой пшеницы Маркиз и Гарнет, занимавшие обширные площади и использованные в качестве исходного материала при создании многих современных сортов этой культуры.

К этапу промышленной селекции относится и начало работ по мобилизации растительных ресурсов планеты. В США в 1862 г. было организовано Бюро растительной индустрии. Его деятельность была особенно плодотворной, когда Бюро руководил Д. Феенчайлд. Бюро организовало серию экспедиций для сбора растительных форм в разных районах земного шара. Несколько позже в России (в 1894 г.) начало работать Бюро по прикладной ботанике департамента земледелия, руководимое Р. Регелем, предшественник нынешнего ВИР.

Своеобразие истории селекции в России заключалось в том, что период промышленной селекции здесь отсутствовал: от народной селекции она прямо перешла к научной.

Если точные даты проведения примитивной, народной и промышленной селекции назвать невозможно, то этап научной селекции начался с переоткрытия в 1900 г. Х. де Фризом, К. Корренсом и Э. Чермаком ранее обнаруженных Г. Менделем законов наследственности и изменчивости. Этот этап характеризуется осмысленным применением генетических закономерностей в селекционной работе. Эмпирические приемы, выработанные на этапе промышленной

Это основные типы размножения, с которыми приходится иметь дело селекционеру. Но есть и промежуточные, а также с различными особенностями, в рамках указанных типов. Так, некоторые самоопылители склонны к перекресту (факультативные перекрестники), например сорго, просо, баклажан, томат (на юге).

Бывают культуры, у которых наблюдается *партенокартия* — развитие бессемянных плодов (некоторые сорта груш, цитрусовых культур), *аномиксис* — замена полового размножения, для которого характерно слияние женских и мужских гамет, неполовым процессом.

Все это — свойства культуры в целом, но бывают и сортовые особенности биологии размножения. Так, короткостебельные пшеницы американской селекции в условиях Центрального региона России оказались значительно более склонными к перекрестному опылению, чем сорта этого региона.

К самоопыляющимся культурам относятся сорта пшеницы, ячменя, овса, гороха, фасоли, к перекрестникам — сорта ржи, подсолнечника, кукурузы, гречихи, к вегетативно размножаемым — сорта картофеля, тонинамбура, сахарного тростника. Здесь имеется в виду способ размножения, принятый в производстве. Он в селекции применяется для изучения коллекций (исходного материала для селекции) и при испытании селекционных образцов. При создании же популяций для отбора может применяться и иной способ. Так, в производстве сорта яблони размножают вегетативно — прививкой, а для получения гибридного материала прибегают к семенному размножению.

Биология размножения, свойственная культуре, определяет генетическую структуру сорта.

Сорт самоопылителя — это потомство одного гомозиготного растения. Реже сорт представлен потомством двух и более морфологически сходных гомозиготных растений.

Сорт перекрестника — популяция — совокупность многих генотипов, изменяющихся вследствие перекреста (панмиксии) с каждым поколением, так что описывать его генетическую структуру приходится, используя соотношения разных аллелей в популяции. Стабильность сорта перекрестника поддерживается сохранением этого соотношения в популяции в соответствии с законом Харди — Вайнберга.

Сорт вегетативно размножаемой культуры может состоять и из гетерозиготных растений. Это не мешает его стабильности, поскольку мейоз как механизм размножения исключен, размножение его проводится вегетативно.

С биологией размножения связана и классификация сортов по генетической структуре.

Сорт может быть *чистолинейным* и *популятивным*.

Чистая линия — это потомство одного гомозиготного растения-самоопылителя. Понятно, что чистолинейным сортом может быть только сорт самоопыляющейся культуры. Такой сорт состоит из растений одного генотипа, и отбор в нем бесполезен.

Сорт самоопылителя может быть популяцией. Можно различать два случая популятивности сорта самоопылителя. В первом случае популятивность

го от селективируемой культуры вида в ее геном. Это методы редактирования генома. Молекулярные генетические маркеры позволяют идентифицировать сорта и генетические конструкции при гено-инженерных работах.

Естественно, что и методы традиционной селекции не потеряли значения. Более того, материал, полученный биотехнологическими методами, включая гениую инженерно, является в большинстве случаев лишь исходным материалом для селекции. Он должен пройти обычный селекционный процесс. Но данные методы дают возможность селекционеру существенно уменьшить объемы прорабатываемого растительного материала, а в ряде случаев — сократить время создания нового сорта. Однако эти методы ни в коей мере не заменят испытаний создаваемого сорта в условиях, для которых он предназначен: поля, теплицы, сада. Такие испытания невозможно заменить никакими другими методами.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каковы пути возникновения первичных и вторичных культурных растений?
2. Этапы развития селекции по Н. И. Вавилову.
3. Что такое примитивная селекция?
4. Что такое народная селекция?
5. Что такое промышленная селекция?
6. В чем суть научной селекции?
7. Чем характеризуется современный этап селекции?
8. История и особенности развития селекционной работы в России.
9. Кто является основателями научной селекции в России?

Глава 3. Сорт и гетерозисный гибрид

В ГОСТ 20081-74 дается такое определение сорта: «Сорт сельскохозяйственной культуры — это совокупность культурных растений, созданная путем селекции, обладающая определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственно ценными признаками и свойствами».

В этом законичном определении сказано все, что необходимо.

Во-первых, это «группа растений». Сортом не может быть одно растение, хотя у самоопылителей и вегетативно размножаемых растений сорт часто начинается с одного растения. При создании сорта селекционеры отбирают из популяции так называемые элитные растения или растения-родоначальники, и после испытания их потомства совокупность растений этих потомств признается сортами (гибриды получают иначе). Одно растение не может быть сортом потому, что у него не просматриваются ценотические свойства, и прежде всего урожайность (количество продукции с единицы площади). Но можно говорить о принадлежности растения к тому или иному сорту.

Во-вторых, эта группа растений «создана путем селекции». Если бы не это указание, сортом можно было бы считать какие-то группы дикорастущих растений, например клевера лугового или яблони лесной. Следует отметить, что сорта могут быть выведены в результате народной селекции (крестьянами) еще до того, как созданием их стали заниматься специалисты-селекционеры.

В-третьих, сорт должен обладать «определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственно ценными признаками и свойствами». Эта формулировка нуждается в уточнении в соответствии с современной номенклатурой сортов в РФ. Сорт по итогам государственного сортоиспытания может иметь два статуса:

- 1) быть допущенным к возделыванию в определенном регионе (регионах);
- 2) быть запатентованным (охраноспособным).

Конкретный сорт может иметь и тот и другой статус, а может обладать только одним из них. Если это только патентоспособность, то хозяйственная ценность сорта в принципе может не учитываться (хотя, конечно, патентованный сорт, не имеющий хозяйственной ценности, едва ли кто захочет). Патентоспособный сорт должен обладать специфическими характеристиками (отличимостью, однородностью, стабильностью), о которых будет сказано далее.

Необходимо четко представлять различие между признаками и свойствами сорта.

Признак представляет собой морфологические, анатомические и другие ясно различимые характеристики, которые определяются путем измерения, взвешивания или глазомерной оценки. К ним относятся: высота растений, число междоузлий, размеры колоса (метелки, початка), форма клубня, наличие или отсутствие остей, опушенности и т. д. Все признаки растения делятся на количественные, которые можно сгруппировать, составив вариационный ряд, и качественные, которые можно оценить лишь глазомерно.

Признак имеет ясно видимые черты. Примерами признаков являются окраска плодов и семян, форма плодов, цвет листьев, цвет коры у сортов плодовых культур, наличие или отсутствия опушения листовой пластинки, ее форма, ширина и длина, форма крахмальных зерен в эндосперме зерновок злаков, число сосудисто-волокнистых пучков в коровой паренхиме стеблей льна-долгуна и т. д.

Как правило, селекционер имеет дело с морфологическими признаками — другие используются реже. К признакам можно отнести и различные тесты, в том числе и, например, окраску зерновок пшеницы фенолом (бывает темная и светлая), электрофоретические спектры запасных белков эндосперма зерновок злаков и т. д.

Признаки служат для того, чтобы различить сорта, что позволяет в ряде случаев распознавать (идентифицировать) их, судить о чистоте сорта, его патентоспособности. Наиболее просто это делать, если признак носит качественный характер, т. е. градации его ясно различимы. Например: форма плодов у яблони — рапетная, округлая, коническая; форма колоса у пшеницы — веретеновидная, цилиндрическая, булавовидная. Особенно удобны альтернативные признаки: остистый-безостый колос, опушенный/неопушенный лист.

Количественные признаки образуют у разных сортов непрерывный ряд. Например, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, длина корняплода, размер листа. В этом случае хорошо различимы только крайние члены ряда. Генетический контроль качественных и количественных признаков отличается. Если первые олигогенны и даже моногенны, то вторые полигенны. По мере увеличе-

В-третьих, сорт должен обладать «определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственно ценными признаками и свойствами». Эта формулировка нуждается в уточнении в соответствии с современной номенклатурой сортов в РФ. Сорт по итогам государственного сортоиспытания может иметь два статуса:

- 1) быть допущенным к возделыванию в определенном регионе (регионах);
- 2) быть запатентованным (охраноспособным).

Конкретный сорт может иметь и тот и другой статус, а может обладать только одним из них. Если это только патентоспособность, то хозяйственная ценность сорта в принципе может не учитываться (хотя, конечно, патентовать сорт, не имеющий хозяйственной ценности, едва ли кто захочет). Патентоспособный сорт должен обладать специфическими характеристиками (отличимостью, однородностью, стабильностью), о которых будет сказано далее.

Необходимо четко представлять различие между признаками и свойствами сорта.

Признак представляет собой морфологические, анатомические и другие ясно различимые характеристики, которые определяются путем измерения, взвешивания или глазомерной оценки. К ним относятся: высота растений, число междоузлий, размеры колоса (метелки, початка), форма клубня, наличие или отсутствие остей, опушенности и т. д. Все признаки растения делятся на количественные, которые можно сгруппировать, составив вариационный ряд, и качественные, которые можно оценить лишь глазомерно.

Признак имеет ясно видимые черты. Примерами признаков являются окраска плодов и семян, форма плодов, цвет листьев, цвет коры у сортов плодовых культур, наличие или отсутствия опушения листовой пластинки, ее форма, ширина и длина, форма крахмальных зерен в эндосперме зерновок злаков, число сосудисто-волокнистых пучков в коровой паренхиме стеблей льна-долгунца и т. д.

Как правило, селекционер имеет дело с морфологическими признаками — другие используются реже. К признакам можно отнести и различные тесты, в том числе и, например, окраску зерновок пшеницы фенолом (бывает темная и светлая), электрофоретические спектры запасных белков эндосперма зерновок злаков и т. д.

Признаки служат для того, чтобы различить сорта, что позволяет в ряде случаев распознавать (идентифицировать) их, судить о чистоте сорта, его патентоспособности. Наиболее просто это делать, если признак носит качественный характер, т. е. градации его ясно различимы. Например: форма плодов у яблони — рваная, округлая, коническая; форма колоса у пшеницы — веретеновидная, цилиндрическая, булавообразная. Особенно удобны альтернативные признаки: остистый-безостый колос, опушенный/неопушенный лист.

Количественные признаки образуют у разных сортов непрерывный ряд. Например, число зерен в колосе, масса 1000 зерен, длина корневой пластины, размер листа. В этом случае хорошо различимы только крайние члены ряда. Генетический контроль качественных и количественных признаков отличается. Если первые олигогенны и даже моногенны, то вторые полигенны. По мере увеличе-

ния числа контролирующих признак локусов, вплоть до полигенного контроля, возможность различать сорта уменьшается еще и потому, что такие признаки сильно подвержены модификации.

Свойствами растений называются их физиологические (степень их холодостойкости, засухоустойчивости, реакция на длину дня и т. д.), биохимические (количество и качественный состав их белка, крахмала, сахара, жира и других веществ) и технологические, связанные с их промышленной переработкой (выход муки из зерна при помоле, объемная масса зерна, выход, объем и пористость хлеба при его выпечке) особенности. Свойства хорошо характеризуют хозяйственное значение сорта.

Свойство — это такая особенность сорта, которая, в отличие от признака, прямо не связана с формой, т. е. не имеет четких морфологических или иных хорошо различимых отличий. Для его проявления часто необходимы определенные условия. Например, устойчивость к какому-либо заболеванию проявляется только в присутствии патогена, устойчивость к низким температурам — только в суровую зиму.

В селекции существует такое понятие, как *сортотип*.

Под сортотипом следует понимать группу сортов, отличающихся каким-либо или какими-либо характерными ярко выраженными признаками. Сортотип, например, составляют короткостебельные сорта. У вишни различают сорта с окрашенным (морели) и бесцветным (аморели) соком плодов, у черешни — сорта с красными, розовыми и белыми плодами, у яблони — ренеты (приплюснутые плоды) и синапы (вытянутые плоды), у редиса — сорта с красными и белыми корнеплодами округлой и вытянутой формы. Сортотип может быть связан с какими-то хозяйственными свойствами (короткостебельные сорта злаков устойчивы к полеганию), однако такая связь необязательна (сорта яблонь с различной формой плодов).

Адаптивные свойства сорта, его приспособленность к тем или иным условиям характеризует другое понятие — *экотип*. Экотип дает представление о том, для какого климата и почв приспособлен сорт, то ли он засухоустойчив, то ли влаголюбив, то ли переносит низкие температуры, то ли погибает. Если к этой характеристике сорта добавить его реакцию на условия возделывания, то употребляют сходное понятие — *агроэкотип*.

Существуют различные классификации сортов.

Сорт может принадлежать однолетней, двухлетней, трехлетней или многолетней культуре. По образу жизни сорт может быть озимым, яровым или двуручкой. Все это влияет на длительность селекции таких сортов и на технологию их размножения.

По биологии размножения сорта делятся на следующие группы:

- размножаемые семенами, самоопыляющиеся;
- размножаемые семенами, перекрестноопыляющиеся. Они делятся на анемофильные — ветроопыляемые и энтомофильные — опыляющиеся с помощью насекомых;
- размножаемые вегетативно.

ния числа контролирующих признаков допусков, вплоть до полигенного контроля, возможность различать сорта уменьшается еще и потому, что такие признаки сильно подвержены модификации.

Свойствами растений называются их физиологические (степень их холодостойкости, засухоустойчивости, реакция на длину дня и т. д.), биохимические (количество и качественный состав их белка, крахмала, сахара, жира и других веществ) и технологические, связанные с их промышленной переработкой (выход муки из зерна при помоле, объемная масса зерна, выход, объем и пористость хлеба при его выпечке) особенности. Свойства хорошо характеризуют хозяйственное значение сорта.

Свойство — это такая особенность сорта, которая, в отличие от признака, прямо не связана с формой, т. е. не имеет четких морфологических или иных хорошо различимых отличий. Для его проявления часто необходимы определенные условия. Например, устойчивость к какому-либо заболеванию проявляется только в присутствии патогена, устойчивость к низким температурам — только в суровую зиму.

В селекции существует такое понятие, как *сортотип*.

Под сортотипом следует понимать группу сортов, отличающихся каким-либо или какими-либо характерными ярко выраженными признаками. Сортотип, например, составляют короткостебельные сорта. У вишни различают сорта с окрашенным (морели) и бесцветным (аморели) соком плодов, у черешни — сорта с красными, розовыми и белыми плодами, у яблони — ренеты (приплюснутые плоды) и синапы (вытянутые плоды), у редиса — сорта с красными и белыми корнеплодами округлой и вытянутой формы. Сортотип может быть связан с какими-то хозяйственными свойствами (короткостебельные сорта злаков устойчивы к полеганию), однако такая связь необязательна (сорта яблонь с различной формой плодов).

Адаптивные свойства сорта, его приспособленность к тем или иным условиям характеризует другое понятие — *экотип*. Экотип дает представление о том, для какого климата и почв приспособлен сорт, то ли он засухоустойчив, то ли влаголюбив, то ли переносит низкие температуры, то ли погибает. Если к этой характеристике сорта добавить его реакцию на условия возделывания, то употребляют сходное понятие — *агроэкотип*.

Существуют различные классификации сортов.

Сорт может принадлежать однолетней, двухлетней, трехлетней или многолетней культуре. По образу жизни сорт может быть озимым, яровым или двуручкой. Все это влияет на длительность селекции таких сортов и на технологию их размножения.

По биологии размножения сорта делятся на следующие группы:

- размножаемые семенами, самоопыляющиеся;
- размножаемые семенами, перекрестноопыляющиеся. Они делятся на анемофильные — ветроопыляемые и энтомофильные — опыляющиеся с помощью насекомых;
- размножаемые вегетативно.

Это основные типы размножения, с которыми приходится иметь дело селекционеру. Но есть и промежуточные, а также с различными особенностями, в рамках указанных типов. Так, некоторые самоопылители склонны к перекресту (факультативные перекрестники), например сорго, просо, баклажан, томат (на юге).

Бывают культуры, у которых наблюдается *партенокарпия* — развитие бессемянных плодов (некоторые сорта груш, цитрусовых культур), *атомиксис* — замена полового размножения, для которого характерно слияние женских и мужских гамет, неполовым процессом.

Все это — свойства культуры в целом, но бывают и сортовые особенности биологии размножения. Так, короткостебельные пшеницы американской селекции в условиях Центрального региона России оказались значительно более склонными к перекрестному опылению, чем сорта этого региона.

К самоопыляющимся культурам относятся сорта пшеницы, ячменя, овса, гороха, фасоли, к перекрестникам — сорта ржи, подсолнечника, кукурузы, гречихи, к вегетативно размножаемым — сорта картофеля, топинамбура, сахарного тростника. Здесь имеется в виду способ размножения, принятый в производстве. Он в селекции применяется для изучения коллекций (исходного материала для селекции) и при испытании селекционных образцов. При создании же популяций для отбора может применяться и иной способ. Так, в производстве сорта яблони размножают вегетативно — прививкой, а для получения гибридного материала прибегают к семенному размножению.

Биология размножения, свойственная культуре, определяет генетическую структуру сорта.

Сорт самоопылителя — это потомство одного гомозиготного растения. Реже сорт представлен потомством двух и более морфологически сходных гомозиготных растений.

Сорт перекрестника — популяция — совокупность многих генотипов, изменяющихся вследствие перекреста (панмиксии) с каждым поколением, так что описывать его генетическую структуру приходится, используя соотношение разных аллелей в популяции. Стабильность сорта перекрестника поддерживается сохранением этого соотношения в популяции в соответствии с законом Харди — Вайнберга.

Сорт вегетативно размножаемой культуры может состоять и из гетерозиготных растений. Это не мешает его стабильности, поскольку мейоз как механизм размножения исключен, размножение его проводится вегетативно.

С биологией размножения связана и классификация сортов по генетической структуре.

Сорт может быть *чистолинейным* и *популятивным*.

Чистая линия — это потомство одного гомозиготного растения-самоопылителя. Понятно, что чистолинейным сортом может быть только сорт самоопыляющейся культуры. Такой сорт состоит из растений одного генотипа, и отбор в нем бесполезен.

Сорт самоопылителя может быть популяцией. Можно различать два случая популятивности сорта самоопылителя. В первом случае популятивность

живот, по сути, гетерозисными гибридами, эффект гетерозиса у которых закреплен данным механизмом размножения. Так, большинство сортов картофеля, являются не чем иным, как гибридами первого поколения. В настоящее время подавляющее большинство сортов многолетних плодовых культур также имеет гибридную основу.

В процессе создания сортов используются также понятия *семья*, *номер* (или *селекционный номер*).

Линия — это потомство одного гомозиготного растения.

Семья — это потомство одного гетерозиготного растения.

Номер (селекционный номер) — это потомство одного или нескольких (многих) растений или часть растений этого потомства, поддерживающихся в процессе селекции отдельно друг от друга. Давать название каждому образцу в процессе селекции — непосильная и иснувшая задача, поэтому понятие «номер» применяют в практической селекции для обозначения любого образца. При этом образцы сохраняют свой номер без различия, высеваны они на делянках или хранятся в пакетах, мешках или иной таре.

По сути, все селекционные образцы — селекционные номера — представляют собой линии, семьи или клоны в зависимости от того, с какой культурой (по способу опыления и размножения) селекционер работает.

Сорт создается под определенную технологию возделывания (часто ее называют *сортовой агротехникой*) и должен по этой технологии возделываться. Только тогда он полностью выявляет свой потенциал.

Существует понятие *агроэкологический паспорт сорта*. В него помимо описания основных характеристик сорта входит описание основных особенностей технологии возделывания. Чтобы составить такой паспорт, в селекционных учреждениях практикуют заключительные испытания сорта на различных агротехнических фонах перед тем, как передать его на государственное сортоиспытание. Естественно, что под многие сорта рекомендуется одна и та же технология. Нет необходимости в специальных испытаниях, если новый сорт не показывает каких-либо существенных отличий от уже существующих сортов. Однако немало примеров, когда рекомендуемая под сорт технология специфична. Так, в регионах, где велик озимощеничный клин и не хватает под эту культуру таких предшественников, как пар и пропашные, приходится размещать часть посевов по стерне. Одни сорта при этом сильно снижают урожай, другие — нет. Существуют сорта яровой пшеницы и ячменя, рекомендованные для «ремонта посева» или пересева плохо перезимовавшей озимой пшеницы, которые незначительно снижают урожай при позднем посеве. Интенсивные сорта требуют высокой агротехники и должны возделываться в благоприятных почвенно-климатических условиях, иначе их потенциал не будет реализован. У многих овощных культур имеются сорта и гибриды, предназначенные для закрытого и открытого грунта (томаты, огурцы, баклажаны, перцы и др.). Есть сорта, специально предназначенные для поливного земледелия, а другие — для богары. Так называемая зеленая революция состояла не только в возделывании короткостебельных сортов, но и в возможности давать под них большие дозы азотных удобрений, которые у высокостебельных сортов вызвали бы полегав-

ние. Возможна различная степень детализации при составлении паспорта сорта, вплоть до указания точных доз удобрений и средств защиты растений, которые дадут наибольший эффект. В плодоводстве также существует специфическая рекомендация лучших опылителей для того или иного сорта яблони, груши, вишни и других плодовых культур.

На каком этапе селекции можно говорить о созданном новом сорте и откуда берутся названия сортов?

Сорт получает свое название при передаче его из селекционного учреждения в Государственное сортоиспытание.

Названия сортов имеют одну основную функцию — их идентификацию, то есть распознавание. В соответствии с этим Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений предъявляет определенные требования к названиям сортов.

Название сорта должно быть простым, однословным, не содержать сложных чисел. У одной культуры оно не должно повторяться. Откуда берутся числа при названиях сортов? Пожалуй, самый простой случай, когда используемое в названии число — это номер образца в питомнике, под которым он впервые фигурировал в селекционной схеме.

Если культура имеет разновидности, а главное, если названия их используются в селекции, название сорта часто составляется из названия разновидности и номера, под которым сорт числился в селекционном питомнике (первый год испытания потомств растений-родоначальников). Например, самый первый отечественный сорт яровой пшеницы назывался Лютеценс 62, потому что под этим номером значилось потомство элитного растения-родоначальника этого сорта в селекционном питомнике Саратовской селекционной станции. Но эта традиция уходит в прошлое, хотя в Госреестре такие названия встречаются (ячмень Нутанс 278, Нутанс 553).

Сейчас чаще всего номер в названии сорта связан с названием местности, где сорт создан, например озимая пшеница Московская 39, Одесская 51, Мирновская 808.

Номер может и не быть связан с селекционной схемой. Это может быть просто очередной номер из серии сортов. В серию их могут объединять какие-то общие характеристики, например общность происхождения (серия Новинка, Новинка 2, Новинка 4 — озимые пшеницы вида тургидум), и даже просто сорта, выпускаемые определенным селекционным учреждением (яровые пшеницы Саратовская 29, Саратовская 42, Саратовская 70 и др.). В последнем случае последовательность номеров сохраняется, но возможны пропуски, связанные, по-видимому, с тем, что не все сорта по тем или иным причинам вошли в Госреестр.

Серии могут составлять и гибриды F_1 из какой-либо страны, а также самоопыленные линии (они тоже составляют селекционные достижения), которые в этом случае объединяет короткая аббревиатура (например, САМ — Франция, НС — страны бывшей Югославии, ХМ — Швеция, РОСС — Россия).

Часто в названиях сортов используется «именной» принцип. Это могут быть имена авторов (вишня Плодородная Мичурина; гибрид капусты Крюмон — Крючков, Монахос; яблоня Ренет Смирненко; яровая пшеница Энита —

Энгель, Нина, Татьяна; тритикале Никлап — Никифоров, Лаптев), других выдающихся селекционеров или вообще деятелей сельскохозяйственной науки (вишня Памяти Вавилова; груша Память Жгалева; яровая пшеница Памяти Федина; овес Лев — Лызлов Евгений Васильевич) и т. п.

У декоративных, плодовых и овощных культур часто встречаются рекламные названия, подчеркивающие достоинства или какие-то характерные качества сорта (сорта гладиолуса Роза и Изумруд, Розовая жемчужина; яблони Осенняя радость, томата Десертный розовый). Ну, что же, селекция, как и любая отрасль, имеет право на рекламу. Можно даже сказать, что это — вторая задача названия сорта (первая, как было сказано, — его идентификация).

Стоит отметить некоторые современные правила написания названий сортов: после слов перед цифрами не ставится дефис; названия сортов не берутся в кавычки.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение сорта по ГОСТу.
2. Основные статусы сорта, которые он может получить по итогам Государственного сортоиспытания.
3. Что такое признаки сорта, какими они могут быть (пример)?
4. Что такое свойства сорта, их классификация (пример)?
5. Охарактеризуйте понятие сортотип (пример).
6. Что такое экотип и агроэкоотип?
7. Каковы классификации сортов (культур) с различных позиций: по биологии опыления и размножения, генетической структуре, образу жизни, способу создания?
8. Что такое гетерозисный гибрид (определение)?
9. Каково принципиальное различие между понятиями «сорт» и «гетерозисный гибрид» с точки зрения производителя товарной продукции?
10. Дайте определение линии, семьи, клона, селекционного номера.
11. Что такое паспорт сорта, его содержание?
12. Каковы требования, предъявляемые Госкомиссией к названиям сортов?

Глава 4. Исходный материал для селекции

Исходным материалом в селекции называют образцы, с которых начинается селекционный процесс и которые служат для создания популяций, предназначенных для отбора.

Любая форма растений, каждый их образец обладает своими характерными признаками и свойствами.

Признаки — это морфологические особенности растения, которые определяются путем измерения, взвешивания или глазомерной оценки. Примерами признаков растений могут являться высота растений, число междоузлий, размеры колоса (метелки, початка), форма клубня, наличие или отсутствие остей, опушенности и т. д.

Все признаки растений делятся на количественные, которые можно сгруппировать, составив вариационный ряд (число зерен с колоса, масса зерна с

растения, число початков с растения и т. п.), и качественные, которые можно оценить лишь глазомерно (остистый или безостый колос, наличие или отсутствие опушения и т. п.).

Свойства растений — их физиологические, биохимические и технологические особенности.

Физиологические свойства — степень холодостойкости, засухоустойчивости растений, их реакция на длину дня и т. д. Биохимические свойства растений зависят от количественного и качественного состава их белка, крахмала; сахара, жира и других веществ. Технологические свойства связаны с промышленной переработкой растений (выходом муки из зерна при помеле, объемной массой зерна, выходом, объемом и пористостью хлеба при его выпечке).

В качестве исходного материала для селекции могут служить как культурные, так и дикорастущие формы растений. В настоящее время в селекции используются следующие виды исходного материала.

1. *Естественные популяции*, к которым относятся дикорастущие виды и местные сорта — популяции культурных растений.

2. *Селекционные сорта*.

3. *Гибридные популяции*, созданные в результате внутривидовой или отдаленной (межвидовой или межродовой) гибридизации.

4. *Самоопыляемые (инбредные или инбрид) линии*, полученные у перекрестноопыляющихся культур путем многократного принудительного самоопыления.

5. *Мутантные формы* — искусственные или индуцированные и естественные мутанты.

6. *Полиплоидные формы*, созданные в результате кратного увеличения диплоидного набора хромосом.

7. *Формы, созданные методами биотехнологии* — культурой тканей и пыльников, гибридизацией протопластов и т. д.

Значение различных видов исходного материала в селекции неодинаково. Их выбор зависит от селективируемой культуры и возможностей селекционера. В практической работе селекционер обычно использует не все доступные виды исходного материала, а лишь некоторые из них.

От исходного материала во многом зависит успех селекционной работы. Например, если в генофонде, которым располагает селекционер, нет генов устойчивости к какому-либо заболеванию, невозможно создать устойчивые сорта. Для этого надо использовать формы, имеющие данные гены, или создавать устойчивый к данному заболеванию материал методами мутагенеза или биотехнологическими методами.

Ввиду важности этого раздела селекции — знания закономерностей распределения растительных форм по земному шару, их ботанических, экологических и генетических особенностей, характера их использования в селекционной работе — оформился как *учение об исходном материале*. Наиболее весомый вклад в учение об исходном материале принадлежит его основателю Н. И. Вавилову.

Академик Н. И. Вавилов — выдающийся генетик, ботаник, теоретик селекции. В многочисленных экспедициях по миру он собрал богатейшую кол-

лекцию культурных растений. Изучив этот материал в местах его произрастания и в коллекционных посевах в СССР, Н. И. Вавилов сделал ряд крупных теоретических обобщений, которые легли в основу учения об исходном материале. К ним относятся закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, эколого-географический принцип в приложении к систематике культурных растений, учение о центрах происхождения культурных растений.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости в формулировке Н. И. Вавилова звучит следующим образом.

1. *Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе в общей системе расположены роды и линии (синонимы вида, название дано в честь К. Линнея), тем полнее сходство в рядах их изменчивости.*

2. *Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство.*

Например, у 14-, 28- и 42-хромосомных видов рода *Triticum L.* имеются разновидности с остистыми, полуостистыми, безостыми, красными, белыми, черными, серыми, опушенными и неопушенными колосьями, с красным и белым зерном. Среди них встречаются как озимые, так и яровые формы.

Значительно более отдаленный вид от всех видов пшеницы — рожь посевная, по морфологическому разнообразию в значительной мере повторяет виды пшениц.

Н. И. Вавилов указывает 28 признаков: остистость/безостость, цвет колоса, цвет зерна, озимость/яровость, позднеспелость/раннеспелость и другие, по которым разнообразие у рассматриваемых видов совершенно одинаково. Роды и виды других семейств: пасленовых, бобовых, тыквенных, крестоцветных, маковых, сложноцветных, мальвовых, розоцветных и др., обнаруживают такие же параллельные ряды изменчивости у разных видов. Н. И. Вавилов обнаружил и сходные ряды изменчивости даже у разных семейств, генетически далеких: отмечались карликовые и гигантские формы, разная форма корнеплодов и плодов и т. п.

Естественно, что столь широко распространенное явление не могло остаться незамеченным биологами прошлого. Его отмечали Ч. Дарвин, Х. де Фриз, известный селекционер Ш. Ноден (у тыквенных) и др. Но именно Н. И. Вавилов обнаружил его всеобщность, причину и возможность использования для целей селекции.

Причина морфологического сходства состоит в генетической близости видов, у которых наблюдаются параллельные ряды изменчивости. Наблюдаемое разнообразие — это продукт мутационной изменчивости. А спектр мутаций зависит от геномина. Неудивительно, что мягкая, шарозерная и карликовая пшеницы, отличающиеся, как считают, одним геном, который сильно влияет на морфологию колоса и придает ему видовой статус, имеют столь полные параллельные ряды изменчивости. По мере усиления генетических различий сходство в рядах ослабевает.

лекцию культурных растений. Изучив этот материал в местах его произрастания и в коллекционных посевах в СССР, Н. И. Вавилов сделал ряд крупных теоретических обобщений, которые легли в основу учения об исходном материале. К ним относятся закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, эколого-географический принцип в приложении к систематике культурных растений, учение о центрах происхождения культурных растений.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости в формулировке Н. И. Вавилова звучит следующим образом.

1. *Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе в общей системе расположены роды и линии (синоним вида, название дано в честь К. Линнея), тем полнее сходство в рядах их изменчивости.*

2. *Целье семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство.*

Например, у 14-, 28- и 42-хромосомных видов рода *Triticum L.* имеются разновидности с остистыми, полустистыми, безостыми, красными, белыми, черными, серыми, опушенными и неопушенными колосьями, с красным и белым зерном. Среди них встречаются как озимые, так и яровые формы.

Значительно более отдаленный вид от всех видов пшеницы — рожь посевная, по морфологическому разнообразию в значительной мере повторяет виды пшениц.

Н. И. Вавилов указывает 28 признаков: остистость/безостость, цвет колоса, цвет зерна, озимость/яровость, позднеспелость/раннеспелость и другие, по которым разнообразие у рассматриваемых видов совершенно одинаково. Роды и виды других семейств: пасленовых, бобовых, тыквенных, крестоцветных, маковых, сложноцветных, мальвовых, розоцветных и др., обнаруживают такие же параллельные ряды изменчивости у разных видов. Н. И. Вавилов обнаружил и сходные ряды изменчивости даже у разных семейств, генетически далеких: отмечались карликовые и гигантские формы, разная форма корнеплодов и плодов и т. п.

Естественно, что столь широко распространенное явление не могло остаться незамеченным биологами прошлого. Его отмечали Ч. Дарвин, Х. де Фриз, известный селекционер Ш. Ноден (у тыквенных) и др. Но именно Н. И. Вавилов обнаружил его всеобщность, причину и возможность использования для целей селекции.

Причина морфологического сходства состоит в генетической близости видов, у которых наблюдаются параллельные ряды изменчивости. Наблюдаемое разнообразие — это продукт мутационной изменчивости. А спектр мутаций зависит от геномина. Неудивительно, что мягкая, шарозерная и карликовая пшеницы, отличающиеся, как считают, одним геном, который сильно влияет на морфологию колоса и придает ему видовой статус, имеют столь полные параллельные ряды изменчивости. По мере усиления генетических различий сходство в рядах ослабевает.

устойчивость к воздушной и почвенной засухе, зимостойкость (у озимых), холодостойкость, требовательность к теплу в период созревания, вегетационный период средней продолжительности. Это выражается в морфологических особенностях растений: сравнительно узкий лист, глубоко проникающая корневая система. Западноевропейская экологическая группа, напротив, влаголюбива, поздно созревает, более устойчива к полеганию, имеет широкие листья, крупные зерна и колосья и т. д. Характеристики этих групп отражают особенности климата, почвы и агротехники, под влиянием которых они сформировались: континентального засушливого климата восточноевропейской степи и мягкого влагообеспеченного климата Западной Европы.

Поскольку сорта различных культур, сформировавшиеся в одних и тех же почвенно-климатических условиях, отличаются одними и теми же адаптационными свойствами и признаками, агроэкологическая группа включает в себя сорта и формы ряда культур. Так, сорта и формы Старого Света зерновых злаков, зернобобовых и льна объединены Н. И. Вавиловым в 18 групп. Значение такой классификации для селекции заключается в том, что, зная, к какой экологической группе принадлежит сорт, селекционер имеет представление о его адаптивных свойствах. Скрещивание форм, принадлежащих к разным экологическим группам, привело к появлению промежуточных форм, а интродукция (перенос) — к изменению первоначального ареала. Например, появление пшеницы степного агроэкотипа в США и Канаде.

Система, созданная Н. И. Вавиловым, позволяла ввести и более дробное деление, соответствующее селекционным задачам. Так, степную группу пшеницы разделяют на степную и лесостепную, отдельно рассматривают пшеницы Сибири. Появилась даже новая «короткостебельная гибридная» группа, в которую вошли короткостебельные гибридные сорта из США, Мексики, Индии. Это все сорта интенсивного типа, очень урожайные, но часто уступающие сортам России в устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам. Появление новых групп не исключено и в будущем, но сам принцип группировки по адаптивным характеристикам остается неизменным.

Учение о центрах происхождения культурных растений появилось в результате изучения разнообразия форм той или иной культуры в определенных частях земного шара. Оказалось, что на Земле растительные ресурсы распределены неравномерно. Имеются сравнительно небольшие территории, где их разнообразие исключительно велико, в то время как в других частях земного шара культурная флора сравнительно однообразна. Н. И. Вавилов пришел к выводу, что именно территории с наибольшим разнообразием растительных ресурсов являются родиной определенных культурных растений. Так, например, на севере Передней Азии и в Средней Азии наблюдается разнообразие разновидностей мягкой пшеницы и родственных ей видов. Очевидно, как культура она здесь и возникла, поскольку только в течение длительного времени формообразовательный процесс (мутации, спонтанная гибридизация) мог дать такое разнообразие.

Разнообразие форм культуры в определенной части земного шара — это только самое общее соображение для установления центров происхождения

культурных растений. Для более точного их определения понадобился многосторонний подход, который Н. И. Вавилов называл дифференциальным ботанико-географическим методом. Он включал в себя дифференциацию культурного растения (если понимать его как собрание различных видов, объединенных общим родовым названием, например пшеница с ее видами: мягкая, твердая, карликовая и т. д.) на виды и генетические группы (например, виды пшеницы с разным числом хромосом), внутривидовую дифференциацию (расы или подвиды, разновидности, формы и т. д.), определение ареалов видов и внутривидовых единиц, а также близких как культурных, так и диких видов с выделением центров наибольшего разнообразия. Метод предусматривал также выявление эндемичных (т. е. свойственных только данной местности) разновидностных признаков, которые тоже указывают на центр происхождения, и аллельного состояния генов, определяющих признаки. Древние центры происхождения культуры характеризуются доминантными аллелями и только на периферии ареала возникают в результате мутаций и инбридинга формы с рецессивными признаками, как бы очерчивая древний центр происхождения. Такие же формы могут возникать и в пределах древнего центра в условиях изоляции от основной популяции, в горах или на островах. Даже данные археологии, истории и лингвистики привлекались Н. И. Вавиловым в качестве вспомогательного материала. Например, различные названия пшеницы у местного населения свидетельствуют о древней культуре этого растения.

Дифференциальный ботанико-географический метод — метод комплексный. Отдельно взятый признак идентификации центра еще не дает основания судить о том, является ли данная географическая область родиной определенного культурного растения. Так, предполагаемый предок культурного ячменя *H. spontaneum* постоянно встречается в Средней Азии, но признать ее центром происхождения этой культуры нельзя, поскольку культурные ячмени там довольно однообразны.

Вавиловские центры происхождения культурных растений располагаются преимущественно в тропических и субтропических областях в горной местности, там, где возникла древняя земледельческая культура, где наши далекие предки находили надежную защиту в пещерах и где не было проблем с орошением. Долины, разделенные горными хребтами, как природные изоляты способствовали возникновению разнообразия культуры. Разнообразие условий, связанное с вертикальной зональностью, формировало экологические ниши, действовавшие в том же направлении.

Формообразовательный процесс шел ускоренными темпами под влиянием мутагенных факторов, свойственных горным условиям: ультрафиолетовому и космическому излучению, спонтанной гибридизации, которую, в свою очередь, стимулировало разнообразие форм и инбридинга как следствия изоляции. Первоначально считалось, что родина сельскохозяйственных культур — древние земледельческие цивилизации в долинах великих рек Нила, Тигра, Евфрата, Ганга, Инда, Янцзы, Хуанхэ. Работы Н. И. Вавилова заставили от этих представлений отказаться. Земледельческие цивилизации в долинах великих рек отличались более высокой организацией общества, строительством ирригационных си-

стем. Они возникли позднее, когда человечество вышло на равнины. Соответственно и культурная флора там гораздо более однообразна, чем в первичных центрах.

Помимо первичных центров происхождения Н. И. Вавилов различал вторичные, где разнообразие также велико, поскольку культура там существовала длительное время, но была занесена туда из первичного центра. Для вторичных центров характерны рецессивные признаки. Так, для Средней Азии — родины многих зернобобовых культур — характерны мелкосемянные, темноокрашенные формы, а для Средиземноморья — вторичного центра этих культур — рецессивные формы с белыми, крупными семенами.

Центры происхождения многих культур совпадают. Например, пшеница (многие виды), рожь, овес, ячмень происходят из Переднеазиатского центра. Это — пример: количество культур из одного центра происхождения гораздо более велико. Так, для упомянутого центра их более восьми десятков. Таким образом, образуются целые отдельные культурные флоры. В пределах их могут быть локальные своеобразные группы. Так, в Юго-Восточной Азии сосредоточены голозерные формы ячменя, овса, проса.

Нередки случаи, когда одна и та же культура происходит не из одного центра. Первичные центры происхождения твердой пшеницы — это Передняя Азия, Средиземноморье, Эфиопия, ячменя — Передняя Азия и Эфиопия, абрикоса — Китай и Средняя Азия. Это примеры, связанные с одним видом, а если рассматривать культуру в широком смысле (не учитывая видовой состава), то таких примеров очень много: яблони, груши, сливы, вишни Китая и Передней Азии, азиатский, центральноамериканский и южноамериканский хлопчатник, переднеазиатские, среднеазиатские и средиземноморские пшеницы и т. д. Имеются также примеры неясно очерченных центров для некоторых культур, например арбуза — по всей Африке.

Происхождение отдельных немногочисленных видов культурных растений оказалось не связанным с вавиловскими центрами, они обособлены. Так, например, подсолнечник в Северной Америке, некоторые злаковые травы в Евразии.

Различают также *микроцентры* — небольшие территории — родину отдельных культурных видов или подвидов: виды свеклы на островах Зеленого Мыса, вид томата на Галапагосских островах, подвид хлопчатника на островах Калифорнийского залива. Микроцентры могут входить и в состав макроцентров, занимая там небольшие локальные территории, как, например, грузинская полба и пшеница Тимофеева в Грузии.

Первоначально Н. И. Вавилов выделил три центра происхождения. Затем, по мере изучения материала, собранного в его собственных экспедициях и экспедициях его сотрудников, выделялись новые центры и число их дошло до восьми. Однако в последней публикации на эту тему Н. И. Вавилов указывает семь центров: два центра ввиду сходства культурных флор были объединены в один. Там указываются следующие центры, а внутри них — *очаги*, т. е. области, заметно отличающиеся по составу культурной флоры.

1. **Южноазиатский тропический центр** — тропические области Индии, Китая, Индокитая, острова Юго-Восточной Азии с очагами Индийским, Индокитайским, Островным (острова Малайского архипелага, Филиппины). Это самый богатый по разнообразию центр. Отсюда происходит примерно 1/3 культурных растений (если взять 1000 наиболее важных пищевых, технических и лекарственных культурных растений, занимающих не менее 99% возделываемых земель), в том числе рис, сахарный тростник, тропические плодовые и овощные культуры, в частности огурец, баклажан, кокосовая пальма.

2. **Восточноазиатский центр** — субтропические и умеренные части Центрального и Восточного Китая, Корея и Япония, часть Тайваня. Это второй центр по числу сформировавшихся здесь культур. Отсюда происходит примерно пятая часть важнейших культурных растений. Это такие культуры, как соя, просо, гречиха, многие овощные и плодовые культуры, цитрусовые, чай, заметные отличающиеся по составу культурной флоры.

3. **Юго-Западноазиатский центр**, в который входят три очага:

Кавказский со многими эндемичными видами пшеницы и плодовых, *Переднеазиатский* (внутренние Турция, Сирия и Палестина, Иордания, Иран, северный Афганистан, Средняя Азия, Синьдзян), *Северо-Западноиндийский*.

Этот центр — родина многих хлебных злаков (пшеница, в том числе мягкая и твердая, рожь, ячмень, овес) и зерновых бобовых (горох, чечевича, бобы, чина, нут), льна, капусты, моркови, дыни, почти всех европейских плодовых культур (яблоня, груша, абрикос, вишня, черешня, алыча), включая виноград, многих орехоплодных.

4. **Средиземноморский центр** — страны, расположенные по берегам Средиземного моря. Отсюда происходят маслина, многие овощные (капуста, свекла и др.) и кормовые культуры.

5. **Эфиопский**, очень небольшой по территории центр (Эфиопия и горная Эритрея). Из этого центра происходят очень немногие культурные растения (около 4% из числа важнейших сельскохозяйственных культур), но много эндемичных видов, например злаковая культура тэфф, из зерен которой получают прекрасную муку, и огромное разнообразие пшениц и ячменей, своеобразный лен, который используется как хлебное растение, кофе.

6. **Центральноамериканский центр** с очагами *Горным южноамериканским*, *Центральноамериканским* и *Вест-Индийским островным* (острова Карибского моря). Из этого центра произошли такие важнейшие культурные растения, как кукуруза и хлопчатник-упланд (*Gossypium hirsutum L.*), ряд видов фасоли, тыквенных, многие плодовые, неизвестные в Старом Свете, какао.

7. **Андийский центр** связан с частью горной системы Анд и разделяется на три очага: *Андийский* (горные районы Перу, Боливии и Эквадора), *Чилианский* (южная часть Чили вместе с островом Чилоэ), *Боготанский* (восточная Колумбия).

Это центр происхождения такой важной культуры, как картофель, томат, второго по значению вида хлопчатника — *Gossypium barbadense L.*, многих плодовых культур, специфичных для Южной Америки, но отличных от культур Центральноамериканского центра.

Генетический и эколого-географический принципы взаимосвязаны, поскольку отдельные виды часто приурочены к регионам, условия в которых могут благоприятствовать или не благоприятствовать развитию болезней. Виды картофеля, происходящие из южных районов Мексики, устойчивы к фитофторозу, а из Южной Америки — восприимчивы к этой болезни. С другой стороны, у широко распространенных видов-космополитов (мягкая и твердая пшеница, ячмень) дифференциация по устойчивости носит чисто экологический характер.

Таким образом, знание центров происхождения культурных растений не только позволяет вести целенаправленный поиск новых форм растений в местах их максимального разнообразия на земном шаре, но и находить формы с ценными признаками и свойствами, в том числе устойчивые к болезням и вредителям.

Имеются многочисленные примеры практического использования открытий Н. И. Вавиловым закономерностей. Так, в Грузии в составе местной популяции Зандури издавна возделывался вид пшеницы *T. timopheevii*, практически иммунный ко всем наиболее вредоносным болезням и устойчивый ко всем вредителям этой культуры, который широко используется в современной селекции. Он является также источником ЦМС. В Эфиопии был обнаружен сорт ячменя Джет, обладающий двумя генами устойчивости к пыльной головне. В Средиземноморском генетическом центре — доноры устойчивости к мучнистой росе сорта ячменя Рабат и Модиа. В Восточноазиатском центре — холодостойкие формы сои. В Индийском и Центральном азиатском — многочисленные виды культурного и дикого картофеля, используемые (или могущие быть использованными) в селекции на устойчивость к болезням и вредителям: фитофторе, раку картофеля, вирусным болезням, нематоде, колорадскому жуку. В Южноазиатском центре — устойчивый к вирусу дикий сахарный тростник, там же — короткостебельные формы риса. На островах Калифорнийского залива (микрочентр) — подвид хлопчатника, устойчивый к вертициллезному вилту — самой вредоносной болезни северных районов хлопководия. Это только малый перечень форм и видов, обладающих большой ценностью как исходный материал для селекции.

Целые направления селекционной работы связаны с гибридизацией видов одной и той же культуры или группы культур, ведущих свое происхождение из различных генетических центров. Скрещивание плодовых культур из Восточноазиатского центра с европейскими сортами, ведущими свое происхождение из Юго-Западноазиатского центра, дало целую группу современных сортов яблоки погибают от низких температур, получены ценные гибридные сорта от скрещивания европейских с местными сортами Китая. Скрещивания индийских сортов риса с сортами умеренной зоны Китая (вторичный центр), льна из Палестины с русским льном (вторичный центр) позволило выделить формы с ЦМС.

На земном шаре имеется около 600 тыс. высших растений. Из них около 5 тыс. (0,8%) считаются культурными растениями. Около 600 видов выращивают на пашне и только 160 видов занимают значимые площади.

Сельскохозяйственная деятельность человека привела массовому возделыванию небольшого количества культур. Одновременно и среди выращиваемых культур селекционные сорта вытесняют местные стародавние сорта. Все это приводит к обеднению генофонда культурных растений. Эта деятельность наряду с изменением экологических условий угрожает и дикой флоре, среди представителей которой немало потенциально ценных для селекции растений. Поэтому важнейшей задачей является сохранение генофонда растений.

Задачи по сбору, изучению, сохранению и распространению образцов культурной и дикой флоры решают в первую очередь крупные специализированные центры сохранения генетических ресурсов растений.

В мире существует ряд крупных международных центров генетических ресурсов растений (CGIAR). Среди них особо выделяются СИММИТ, ИКАРДА, СИАТ, ИРРИ, ИЛКА и др. Всего мировой генофонд растений находится в 1750 генбанках, сохраняющих 7,03 млн образцов по разным культурам. Из них 130 имеют коллекции, превышающие 10 тыс. образцов (рис. 1).

1750 генбанков мира, сохраняющих
7,03 млн образцов
(FAO, 2009)

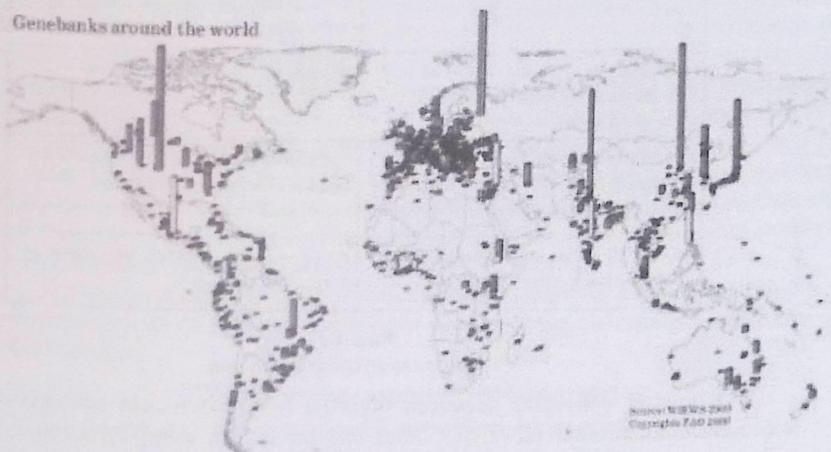


Рис. 4.1
Основные генбанки мира

Практически каждая страна, осознавая важность сохранения многообразия растительных ресурсов, создает свои банки генов.

В нашей стране таким банком генов является Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР). Сотрудники ВИРа ведут работу по сбору, сохранению, изучению, систематизации и распространению образцов культурной и дикой флоры со всего мира. Его коллекции насчитывают около 330 тыс. образ-

пов. Сотрудники ВИРа обнаружили около 200 новых культурных и диких видов картофеля, половину известных к настоящему времени видов пшеницы, в 12 раз больше разновидностей пшеницы, чем было известно ранее. Гербарий культурных растений мира и их диких родичей (включая сорные) ВИР им. Н. И. Вавилова 674,5 тыс. листов.

Но для целей практической селекции требуется сохранить растительный материал (семена, черенки, чубуки и т. п.) в жизнеспособном виде. Для этого используются различные методы, включающие как выращивание *in situ* (рис. 4.2), так и лабораторные методы. Среди последних используется хранение при комнатных, пониженных и низких температурах (+4; -10°C), криогенное хранение (-196°C), хранение ультрасухих семян (влажность 0,5...1,5%), хранение *in vitro*.

При хранении ведется постоянный контроль за всхожестью семян. Семена многих растений в обычных условиях довольно быстро теряют всхожесть (пшеница через 5...7 лет). Если растение одно-двухлетнее — это ведет к потере образца. Коллекции приходится периодически пересевать. Для популятивных образцов это грозит изменением биотипического состава, поскольку одни биотипы более приспособлены к данным условиям, а другие — менее.

| Genetic reserves (сохранение в природе) | On-farm (поддержание в культуре) | Home gardens (выращивание в садах) |
|--|---|--|
| проходит без вмешательства или при минимальном вмешательстве человека | осуществляется человеком | |
| проходит в естественных природных условиях и подчинен действию <i>естественного отбора</i> | проходит в условиях, созданных человеком, и подчиняется действию <i>искусственного отбора</i> | |
| не требует больших финансовых, временных и других затрат | требует финансовых, временных и других затрат | |

Рис. 4.2
Технология сохранения *in situ*

Основной критерий пересева образца — критическая всхожесть. Чтобы избежать слишком частых пересевов, семена хранят в определенных условиях (низкая температура, влажность воздуха), продлевающих их жизнеспособность. Этой цели служат специальные хранилища семян. Национальное хранилище семян России находится в Санкт-Петербурге (ВИР), на Кубани (Крымская опытная станция ВИР), в вечной мерзлоте Тюменской области.

Оценка исходного материала проводится в эколого-географической опытной сети ВИР. В результате изучения выявляются образцы с ценными признаками и свойствами, которые можно использовать в селекции в качестве исходного материала.

Формы, несущие желательный признак, генетика которого не установлена, называются генетическими источниками. Формы растений, несущие желательный признак, генетика которого изучена, называются донорами.

Генетические источники и доноры используются в селекционной работе. Часто селекционеры, еще не зная, какими именно генами определяются нужные признаки и свойства, включают генетические источники в качестве исходного материала. Изучение генетики данного признака позволяет перевести данную форму из генетического источника в донора. ВИР регулярно проводит такую работу и публикует паспорта доноров селекционно ценных признаков. Естественно, зная генетику желательного признака или свойства, характер их наследования, сцепления с другими генами, отвечающими за проявление других признаков и свойств, можно более осознанно вести селекционную работу.

Ежегодно ВИР рассылает по заявкам селекционных учреждений 20...25 тыс. сортообразцов. С использованием коллекции ВИР в нашей стране созданы тысячи сортов десятков культур.

ВИР также занимается интродукцией растений — переносом в страну или местность видов и сортов растений, ранее в них не встречавшихся.

Обширные коллекции по отдельным культурам, в том числе и с использованием образцов ВИРа, формируются в селекционных центрах и институтах. Так что селекционеры выступают не только в качестве пользователей выделенных сотрудниками ВИРа ценных образцов, но и сами сохраняют разнообразие селективируемой культуры и изучают имеющийся ее генофонд.

Каждый селекционер имеет и формирует свою рабочую коллекцию. Коллекционный материал высевают в *коллекционном питомнике*. Часто его называют просто: *в коллекции*. В нее входят все образцы, которые он собирает: селекционные сорта, образцы из коллекций ВИРа и других организаций, мутантные формы и т. п. Конечно, селекционеру невозможно иметь все разнообразие форм своей культуры. Это от него и не требуется. Ежегодно рабочая коллекция обновляется, бесперспективные образцы из нее удаляются. Именно на базе таких рабочих коллекций и их изучения намечается дальнейшая селекционная работа. Чем лучше селекционер знает особенности своих коллекционных образцов, тем более осознанно он их использует, в частности, для гибридизации, тем эффективнее будет его работа.

Изучение его может быть очень кратковременным, в течение года, а может растянуться, по крайней мере, для особенно перспективных образцов на 2 года и более.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите виды исходного материала для селекции.
2. Каково значение исходного материала для селекции?
3. В чем суть закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова?
4. Каково значение закона гомологических рядов наследственной изменчивости для селекции?
5. Что значит эколого-географический принцип в систематике культурных растений?
6. Учение о центрах происхождения культурных растений по Н. И. Вавилову и его значение для селекции.

7. Каковы основные функции ВНР им. Н. И. Вавилова?
8. Что такое интродукция растений?
9. Дайте определение донора и источника хозяйственно-полезных признаков и свойств растений.
10. Дайте определение признаков и свойств растений.

Глава 5. Внутривидовая гибридизация

До использования метода гибридизации в селекции растений создание новых сортов проводилось отбором из уже существующих популяций. Такими популяциями в основном были местные (крестьянские) сорта, из которых селекционеры в самом начале возникновения профессиональной селекции вели отборы и создавали первые селекционные сорта. Такая селекция называется *аналитической*. Основана она на генетической разнородности местных сортов-популяций.

Путем аналитической селекции в России были выведены такие сорта озимой пшеницы, как Кооператорка, Московская 2453, Гостинанум 237. Отбором из Белоколоски безостой был создан сорт Ульяновка, из Высоколитовки — сорт Эритроспермум 917. Многие сорта яровой пшеницы (Лютесценс 62, Мильтурум 321), сорта ржи (Вятка, Лисицина, Волжанка и другие), сорта ячменя Вишер, овса Московский 315, картофеля Лорх, гречихи Богатырь и др. выведены в результате аналитической селекции. Именно в это время укоренился термин «выведение сорта» из имеющейся популяции. В настоящее время и исходный материал для селекции, и способы оценки и отбора значительно усовершенствовались. Работа селекционера стала более осознанной и научно обоснованной. В результате сорт, тем более гетерозисный гибрид, создается под разработанную селекционером модель.

В настоящее время аналитическая селекция используется только в отборе из существующих селекционных сортов в случае их популярности и у культур, с которыми селекционная работа началась сравнительно недавно, как, например, Галега восточная. Так, из сорта озимой пшеницы Прибой был отобран устойчивый к желтой ржавчине сорт Степняк, из сорта озимой тритикале Гармония — сорт Валентин, а из сорта Стрельня II — Александр.

Аналитическая селекция довольно быстро привела к тому, что лучшие биотипы из местных сортов были отобраны. Практически она во многом исчерпала себя.

Для создания новых популяций для отбора стали широко использовать гибридизацию. Селекция, основанная на гибридизации, называется *синтетической*.

По скрещиваемому материалу гибридизация делится на внутривидовую и отдаленную, а по способу получения гибридов — на спонтанную (естественную) и искусственную.

В настоящее время основным методом создания популяций для отбора элитных растений является внутривидовая гибридизация, когда скрещивающиеся между собой особи принадлежат к одному виду.

Другие методы создания популяций (отдаленная гибридизация, мутагенез, биотехнологические методы) также применяют для получения исходного материала. Эти методы могут использоваться для создания популяций и проведения из них отбора самостоятельно. Но чаще всего отборы из них служат для дальнейшей работы — внутривидовой гибридизации. Например, в результате отдаленной гибридизации получают гибриды пшеницы с эгилопсом, которые в последующем скрещивают с образцами пшеницы, чтобы оставить желательный и вытеснить нежелательный генетический материал эгилопса.

В результате гибридизации происходит *рекомбинагенез* — процесс перекombинации генетического материала родительских форм. Возникает огромное количество новых аллельных сочетаний генов. Поэтому возможности *рекомбинагенеза* с целью отбора новых форм растений необычайно велики.

Это можно продемонстрировать на примере гороха, имеющего семь пар хромосом. В результате скрещивания двух сортов гороха в F_1 половина хромосом будет от одного, а вторая половина — от другого родителя. Если в каждой паре родительских хромосом имеется отличие хотя бы по одному гену (разные аллели гена), в F_2 при свободной их рекомбинации возможно 128 комбинаций. Если же представить, что имеется хотя бы 5 вариантов каждой хромосомы (по комбинации аллелей) у разных сортов, то количество возможных комбинаций возрастет до 2^{35} (34359738368).

На самом деле комбинаторика аллелей в родительских хромосомах может быть во много раз больше. А если учесть и кроссинговер (который не поддается точному количественному учету), то возможности рекомбинагенеза при внутривидовой гибридизации почти безграничны.

При этом для селекционера представляют интерес далеко не все случаи комбинаторики генов, а только те, которые обуславливают хороший хозяйственный результат.

Синтетическая селекция делится на *комбинационную* и *трансгрессивную*. Комбинационная селекция заключается в объединении хозяйственно полезных признаков и свойств родителей. Трансгрессивная — в увеличении или уменьшении доли полезного признака или свойства по сравнению с родительскими формами (*положительная* или *отрицательная трансгрессия*), например сокращение вегетационного периода.

Суть трансгрессивного расщепления, известного в генетике как расщепление при полимерии (т. е. когда контроль признака осуществляется более чем одним геном и когда вклад доминантных аллелей в значение признака более значителен, чем рецессивных), можно представить в виде самой простой двухлокусной модели: $A_1A_1a_2a_2 \times a_1a_1A_2A_2$. В F_2 возможно появление как положительной — $A_1A_1A_2A_2$, так и отрицательной — $a_1a_1a_2a_2$ трансгрессии.

В результате гибридизации иногда возникают *новообразования* — свойства или признаки, которых не было ни у одного из родителей. Так, при скрещивании двух «сладких» (безалкалоидных) форм люпина может возникнуть «горькая», двух яровых форм пшеницы — озимая. Причина этого явления кроется в особенностях рекомбинации на геномном уровне. Например, свойство озимости/яровости у мягкой пшеницы контролируется четырьмя **PPd**-генами.

Озимая форма возникает только тогда, когда все аллели этих локусов рецессивны. Если скрещиваются две яровые формы, из которых одна имеет рецессивные аллели в двух локусах, а вторая — в двух других, то в расщеплении может появиться растение, у которого все аллели будут только рецессивными.

В селекционной практике комбинационную и трансгрессивную селекцию, появление новообразований, как правило, не разделяют. Селекционер отбирает интересующие его формы независимо от механизма появления новых сочетаний генов в результате гибридизации и рекомбинации генов.

Самый сложный вопрос в гибридизации — подбор пар для скрещивания. Удачная гибридная комбинация во многом определяет успех дальнейшей селекционной работы. В такой гибридной комбинации доля ценных в селекционном плане форм значительно выше, чем в менее удачных. Результат отборов из нее будет значительно лучше. Но спрогнозировать появление удачных рекомбинаций в результате подбора пар скрещивания практически невозможно. Этот прогноз будет очень не точным. Поэтому селекционеры планируют и проводят большое количество комбинаций скрещивания в надежде на то, что какая-то из них окажется результативной. В отдельные годы в ряде селекционных учреждений нашей страны селекционеры делали до 800 гибридных комбинаций ячменя и до 550 — яровой пшеницы. Обычно же в них делают 10–200 гибридных комбинаций. В СИММУТ выполняют от 3 до 5 тыс. гибридных комбинаций пшеницы в течение года.

При подборе родительских пар для скрещивания используются два основных принципа: 1) *по взаимному дополнению*; 2) *по генетической дивергенции*. Остальные принципы подбора пар вытекают из них.

Принцип взаимного дополнения означает взаимную компенсацию недостатков одного родителя достоинствами другого. Например, одна из форм пшеницы обладает высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, к бурой ржавчине, но невысокими хлебопекарными качествами, восприимчива к мучнистой росе, слишком позднеспелая. В этом случае ее целесообразно скрестить с образом, дающим отличный хлеб, устойчивым к мучнистой росе, хотя и обладающим средней урожайностью, не самой высокой устойчивостью к полеганию и бурой ржавчине, более скороспелым. Если известен генетический контроль признака, можно подбирать пары для скрещивания, основываясь на нем. Естественно, что при этом вероятность появления в результате рекомбинации нужных селекционных форм возрастает.

Этот принцип имеет обратную сторону, которая формулируется как *подбор по наименьшему количеству отрицательных признаков*. Это означает, что надежда на удачную рекомбинацию в случае, если родители имеют много отрицательных признаков, хотя бы и взаимно компенсирующихся, едва ли осуществится. Гораздо лучше, если у обоих родителей часть признаков имеет одинаково высокий уровень или хотя бы у одного — средний.

Свойства и признаки, как правило, связаны прямыми или обратными корреляционными зависимостями. Так, высокая урожайность плохо совмещается со скороспелостью, высоким содержанием белка в зерне, устойчивостью к засухе. В случае положительных корреляций полезных признаков и свойств се-

лекцию на повышение или понижение обоих из них вести просто. В случае же отрицательных корреляций задача селекционера усложняется, так как надо преодолеть или снизить такие корреляции.

Подбор пар для скрещивания по генетической дивергенции означает скрещивание генетически отдаленных форм. При внутривидовой гибридизации они относятся к одному и тому же виду. Большие различия в генотипах создают больше возможностей для рекомбинации, чем в случае генотипов, мало различающихся. Это означает большую вероятность объединения хозяйственно ценных свойств родителей. Кроме того, создается больше возможностей для получения трансгрессий, поскольку у генетически отдаленных форм больше вероятности, что в одних и тех же локусах, отвечающих за количественный признак, окажутся различные аллели.

О генетических различиях родительских форм судят по их родословным. Широко распространен подбор пар для скрещивания по эколого-географической удаленности родительских форм. Он основан на том, что генотипы родительских форм сильно различаются. Обычно для таких скрещиваний подбираются местные формы, адаптированные к условиям данного региона, и формы иного происхождения, привлекаемые в скрещивание ради свойств, которые у местного материала отсутствуют. Используя данный принцип, И. В. Мичурин брал для гибридизации формы из мест с суровым климатом и южные сорта с высокими потребительскими качествами. Так, при создании сорта груши Бере Зимняя Мичурина была скрещена уссурийская груша и сорт из Франции Бере Рояль. Применяя подбор пар по принципу эколого-географической отдаленности, П. П. Лукьяненко использовал скрещивания озимых пшениц Кубани с сортами из других регионов мира.

Принципы подбора пар для скрещивания по взаимному дополнению и по генетической дивергенции взаимно дополняют друг друга. Генетическая отдаленность сопровождается различиями в фенотипах, а последнее, в свою очередь, указывает на генетическую отдаленность.

Все остальные принципы подбора пар для скрещивания представляют собой частные случаи фенотипической комбинаторики. К ним относятся подбор пар для скрещивания по комплексу хозяйственно-биологических признаков и свойств, дополнения друг друга по элементам структуры урожая, минимальному числу отрицательных признаков и свойств. При селекции гетерозисных гибридов применяется подбор пар для скрещивания по их комбинационной способности.

Например, объединением более коротких (по сравнению с другими) межфазных периодов вегетации от разных родителей пытаются добиться в гибридах большей скороспелости. Или объединением наиболее высоких показателей элементов структуры урожайности стараются добиться увеличения урожайности (например, крупного зерна у одного из родителей с большим числом зерен в колосе у другого — подбор по элементам структуры урожая по В. Е. Писареву). Все эти частные случаи имеют тот недостаток, что они недоучитывают значения отрицательных корреляций признаков, о чем уже сказано выше. Так, крупность зерна связана отрицательной корреляцией с числом зерен. Основой этой связи

является ограниченная возможность растения создавать питательную базу для формирования этих элементов продуктивности: если в колосе пшеницы формируется большое число зерен, то они по необходимости будут мелкими.

К частным случаям относится и подбор пар с целью объединить гены, отвечающие за один признак. Это часто применяют в селекции на устойчивость к болезням. Объединяют два и большее число генов, отвечающих за устойчивость к болезни. Если один ген защищает сорт от одной расы, а другой — от другой, то защита будет более надежной. Или объединяют такую расоспецифическую (*вертикальную*) устойчивость с нерасоспецифической (горизонтальной), которая определяется многими малыми генами.

Существуют также генетико-статистические методы подбора пар для скрещивания. Однако у них есть крупный недостаток: они нетехнологичны, очень трудоемки. Самый известный из них — диаллельный анализ. Он проводится путем скрещивания всех изучаемых образцов по принципу «каждый с каждым». Количество гибридных комбинаций при этом составляет $n \times (n - 1)$. Если имеется 100 образцов, необходимо будет выполнить 9900 комбинаций. Поэтому диаллельный анализ может быть применен для оценки небольшого числа образцов. Этот метод используется чаще всего при селекции гетерозисных гибридов для оценки комбинационной способности изучаемых линий.

В селекции используют два типа скрещиваний: *простые* и *сложные*. *Простые* (или *парные*) скрещивания — это скрещивание двух родительских форм. Сложные скрещивания состоят из двух или более этапов.

Простые скрещивания бывают *прямыми* и *обратными*. Используя буквенные символы родительских форм, их можно записать следующим образом: $A \times B$ и $B \times A$. Первая буква в формуле скрещивания означает материнскую форму, вторая — отцовскую. Первое скрещивание — прямое, второе — обратное.

В случае проведения обратного после проведения прямого скрещивания его называют *реципрочным*. И прямой, и обратный гибрид будут иметь одинаковый ядерный (хромосомный) материал, но отличаться цитоплазмой, поскольку та наследуется только по материнской линии.

В селекции реципрокное скрещивание применяется редко, поскольку селекционер заранее определяет, какую цитоплазму он хочет иметь в гибриде. Обычно в качестве материнской используют местную форму, поскольку считается, что адаптивность к почвенно-климатическим условиям контролируется плазмогенами.

Форму, цветущую позднее, стараются использовать в качестве отцовской, так как яйцеклетки дольше сохраняют способность к оплодотворению, чем спермин. Реципрокное скрещивание может быть применено, если неизвестно, какое из скрещиваний — прямое или обратное — обеспечит большее завязывание гибридных семян, а есть основания считать, что они в этом отношении неравнозначны. Или хотят, чтобы в гибридной популяции присутствовали генотипы и с той и с другой цитоплазмой.

Среди сложных скрещиваний различают *ступенчатые*, *возвратные*, *пастбищающие* (*послотноительные*) и *конвергентные*.

Задача ступенчатого скрещивания — объединить полезные признаки и свойства от разных родительских форм в один гибрид путем последовательного скрещивания гибридов между собой или с другими родительскими формами. В качестве примера можно привести ряд формул скрещивания:

$$(A \times B) \times B; (A \times B) \times (B \times G); \{(A \times B) \times (B \times G)\} \times D.$$

Нужно иметь в виду возможное неравенство вкладов родительских форм в конечный результат. Так, в первой формуле сорт В принесет в гибрид 50% ядерного материала, а сорта А и Б — только по 25%. Поэтому в данном случае целесообразно использовать на последнем этапе скрещивания наиболее ценный сорт.

Есть два варианта проведения ступенчатых скрещиваний: *межгибридные* и *ступенчатые*. При проведении межгибридных скрещиваний после проведения первого этапа скрещиваний в гибридизацию вовлекают первые гибридные поколения. При проведении ступенчатых скрещиваний после первого их этапа получают второе или более позднее поколение и проводят второй этап скрещивания только с формами, которые интересуют селекционера. Например, в скрещиваниях из расщепляющейся популяции второго поколения включают только остистые формы. Поэтому формула межгибридного $F_1(A \times B) \times B$ и ступенчатого скрещивания $F_2(A \times B) \times B$ включает одни и те же родительские формы, отличаясь поколением растений, с которыми проводят следующий этап скрещиваний.

В настоящее время подавляющее число коммерческих сортов сельскохозяйственных культур создано методом ступенчатой гибридизации.

С целью увеличения в гибриде доли наследственного материала одного из родителей прибегают к *возвратному скрещиванию* или *беккроссу*. Возвратное скрещивание заключается в скрещивании гибрида с одним из родителей, свойства которого в гибриде хотят усилить: $(A \times B) \times A$ или $(A \times B) \times B$.

Примером использования возвратных скрещиваний могут служить родо-словные сортов озимой пшеницы Краснодарская 46 и Обрий:

$$F_1 (\text{Безостая 1} \times \text{Одесская 16}) \times \text{Безостая 1} \text{ ----- Краснодарская 46}$$

$$F_1 (\text{Red River 68} \times \text{Одесская 51}) \times \text{Одесская 51} \text{ ----- Обрий}$$

Если необходимо от одного из родителей передать только один ген, используют *насыщающие скрещивания*. Они представляют собой систему беккроссов, в которых сорт, получающий ген, все время повторяется, а сорт, из которого ген берется, участвует только в первом скрещивании, которое беккроссом не является. Первый сорт называют *рекуррентом* (от *англ.* *recure* — повторяться), второй — донором. Схема насыщающего скрещивания представлена на рисунке 5.1.

Самоопыление полученных растений, их полинейный посев, отбор и объединение гомозиготных линий.

Суть последовательных беккроссов состоит в том, что ядерный материал донора постепенно заменяется на материал рекуррента (отсюда терминология: идет насыщение ядерным материалом рекуррента, а материал донора поглощается), но при этом все время нужно следить за тем, чтобы ген донора, который передается рекурренту, оставался. На рисунке показана доля ядерного материала

ла рекуррента после каждого скрещивания. Обычно шести беккроссов достаточно, чтобы вытеснить ядерный материал донора.

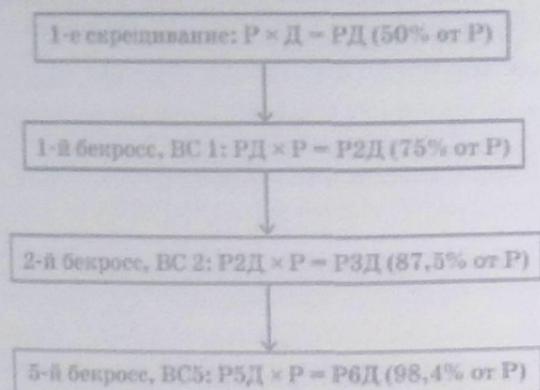


Рис. 5.1

Схема насыщающего скрещивания:

P — улучшаемый сорт, рекуррентный родитель, D — донор.

При введении доминантного аллеля ведут *непрерывное беккроссирование*, поскольку после каждого скрещивания растения, в генотипе которых присутствует этот аллель и которые нужно повторно беккроссировать, можно идентифицировать. Например, если вводится доминантный аллель гена устойчивости к болезни, обуславливающий иммунитет, присутствие его легко обнаруживается при посеве на инфекционном фоне. После заключительного беккроссирования получают популяцию гомозиготных рецессивов и гетерозигот. Гетерозиготы подвергают самоопылению с тем, чтобы получить доминантные гомозиготы. Они по фенотипу неотличимы от гетерозигот. Приходится потомство каждого растения на следующий год высеивать отдельно. Те потомства, которые не дадут расщепления, и будут конечным продуктом насыщающего скрещивания. Их можно объединить.

Если вводится рецессивный аллель, то после первого беккросса в популяции присутствуют гомозиготные доминантные и гетерозиготные генотипы. Фенотипически они неразличимы. Чтобы выщипались гомозиготные рецессивы, необходимо провести самоопыление и в потомстве от него взять для беккроссирования гомозиготные рецессивы. Метод чередования беккроссирования с самоопылением называется *прерывающимся беккроссированием*.

С помощью насыщающих скрещиваний вводят, как правило, один ген.

Поскольку генетические формулы скрещивания при введении определенного аллеля просты, а расщепление подчиняется законам Менделя, всегда есть возможность расчетным путем определить объем популяций, достаточный для того, чтобы в них оказались требуемые генотипы.

Насыщающие скрещивания проводят, как правило, у самоопыляющихся культур. У перекрестноопыляющихся в результате таких скрещиваний проявляется инбредная депрессия.

Путем насыщающих скрещиваний можно передать рекуррентному сорту любой моногенный (в крайнем случае дигенный) признак. Насыщающие скре-

щивания часто использовались для передачи генов низкостебельности у злаков, признака «тенакс» (неосыпаемости семян, связанной с гипертрофией семяножки) у гороха, передачи генов устойчивости к болезням и вредителям у кукурузы.

На использовании насыщающих скрещиваний основано создание *многолинейных сортов*. Такой сорт представляет собой смесь линий, полученных на основе одного рекуррентного сорта путем насыщающих скрещиваний с разными донорами, обладающими генами устойчивости к различным расам патогена. Многолинейный сорт лучше противостоит эпифитотии за счет того, что большая часть спор, попав на растения устойчивых к расам, представленным этими спорами, линий, пропадает.

Если в сорт нужно ввести два или большее число генов от разных доноров, прибегают к *конвергентным* скрещиваниям. Конвергентные скрещивания — это параллельные насыщающие скрещивания, в каждом из которых используется один и тот же рекуррентный сорт, но разные доноры. В результате получают изогенные линии, различающиеся генами, введенными от доноров. Следующий этап заключается в скрещивании этих изогенных линий с целью объединить гены от разных доноров в одном образце.

Технология скрещивания складывается из трех этапов: подготовки соцветий и цветков к скрещиванию, удаления мужских элементов, т. е. пыльников (*кастрация*), опыления. Не всегда в зависимости от особенностей той или иной культуры присутствуют все три этапа: первый, или второй, или оба вместе могут выпадать.

Техническая работа по гибридизации основывается на знании биологии цветения и оплодотворения сельскохозяйственных культур, способов их размножения.

Подготовка соцветий или цветков материнских растений к гибридизации заключается в выборе хорошо развитых растений с соцветиями и цветками, имеющими зеленые, еще незрелые пыльники. У пшеницы, ржи, например, удаляют слабые колоски, срезая верхнюю часть колоса и 2...4 нижних колоска, а в оставшихся колосках — третий и цветки более высокого порядка, у многорядного ячменя — верхние, нижние и боковые колоски, у льна — мелкие цветки в соцветии.

Для предотвращения самоопыления у растений используются многочисленные механизмы. У двудомных растений (конопля, спаржа, клубника) для этого проводится удаление мужских экземпляров из рядков материнской формы.

У гетеростильных культур, например гречихи, имеются два вида растений: с длинными пестиками и короткими тычинками и с короткими пестиками и длинными тычинками. От переопыления растений разных видов их семена завязываются (*лигитимное опыление*), от переопыления внутри каждого вида — нет (*иллигитимное опыление*). В случае гетеростильии из посева материнской формы удаляются длинно- или короткопестичные растения.

У однодомных раздельнополых растений проводится *кастрация*: удаление мужских цветков (тыквенные) или мужских соцветий (кукуруза).

Возможность опыления без кастрации представляется протегерогинией (более ранним созреванием пестика по сравнению с тычинками) или протег-

рандрией (противоположное протерогинии явление). Это используется, например, у картофеля. Такую же возможность дает гетеростилия, например догостилия (более длинные, чем тычинки, пестики у томатов). Здесь у одного и того же образа нет двух видов (мужских и женских) растений — дилогамии.

Избежать кастрации часто позволяет явление самонесовместимости. Последнее обусловлено наличием серии аллелей самонесовместимости. В случае совпадения аллелей рыльца и пыльца опыления не происходит.

Если не используются вышеперечисленные природные особенности и механизмы, проводят кастрацию — удаление пыльников. К этой операции приходится прибегать у очень многих культур: у зерновых злаков, зернобобовых, крупяных, льна, хлопчатника, у многих овощных и плодовых культур. Операция эта трудоемкая, у некоторых культур, например у фасоли с ее мелкими цветками, очень трудоемкая, поэтому предпринимались и предпринимаются многочисленные попытки ее облегчить.

У риса пыльники отсасываются вакуумным устройством.

Иногда для кастрации используют относительно высокую температуру и специальные вещества — *гаметоциды*. Для кастрации сорго метелки погружают на 10 мин в воду с температурой 44...48°C. В качестве гаметоцида на полсолнечнике используют гибберелин, обрабатывая его раствором растения в период образования корзинки. Другой гаметоцид — этрел — используют для кастрации злаков во время выхода в трубку.

При гибридизации различают три вида опыления: свободное, ограниченно-свободное и принудительное.

Свободное опыление означает применение естественных способов опыления при сохранении контроля за использованием определенных отцовских форм. Его применяют, когда самоопыление материнского образа исключено в силу морфологических особенностей культуры, позволяющих легко осуществить удаление мужских растений, например у двудомной конопля. Но возможно его применение и у культур, требующих кастрации обоеполюх цветков. Примером может служить размещение площадок материнских сортов в массиве отцовского сорта при гибридизации пшеницы. При этом все побеги материнских растений, не подвергшиеся кастрации, вырезаются до цветения, а сам участок гибридизации должен быть пространственно изолирован от других образцов. У перекрестноопыляющихся культур с выраженной самонесовместимостью (клевер, люцерна, капуста) можно получить гибридные семена, высевая рядом родительские сорта. Это могут быть и самоопылители — факультативные перекрестники (просо, чечевица), но тогда необходимо, чтобы гибридные растения в F_1 отличались от негибридных.

Ограниченно-свободное опыление также использует естественные механизмы опыления, но в искусственно ограниченном пространстве. Для изоляции кастрированных цветков и соцветий применяют различные изоляторы. При этом может изолироваться цветок или соцветие (для этого используются индивидуальные изоляторы) отдельного растения или ряда растений (групповые изоляторы) (рис. 5.2). Для ветроопыляемых культур они должны быть плотными, поскольку пыльца у них мелкая и переносится ветром (обыкновенно при-

меняют пергаментную бумагу), для насекомоопыляемых используют изоляторы из марли — они защищают от опылителей и в то же время позволяют сохранять для цветков оптимальную температуру и влажность воздуха. Применяют и другие изоляторы. Так, у гороха и льна просто окутывают кастрированный цветок тонким слоем ваты, а у картофеля надевают на столбик пестика отрезок овсяной (она толстая) соломы, заткнутый ваткой.



Рис. 5.2

Использование индивидуальных (слева) и групповых (справа) изоляторов

При гибридизации зерновых злаков кастрированные колосья помещают в изолятор, а когда рыльца созреют, вводят под изолятор отцовские колосья (метелки). Концы соломины отцовских колосьев помещают в емкость с водой, чтобы они преждевременно не засохли. Впрочем, в КНИИСХ, где этот метод разработан (почему и получил название «краснодарский»), теперь обходятся без воды, прямо вводя отцовские колосья в разрез верхушки изолятора.

Широко используется *твел-метод*, предложенный Н. Борлаугом: пылящий колос вводят в изолятор, раскрывая его верхушку, и вращают над материнским колосом, осыпая его пыльцой.

При гибридизации клевера (перекрестник) гибридизируемые образцы помещают под большой марлевый изолятор и запускают туда шмелей (шмели должны быть освобождены от посторонней пыльцы — их моют и сушат).

Принудительное опыление осуществляется путем занесения пыльцы отцовского образца на рыльце пестика материнского растения. Пыльцу предварительно собирают, а опыляют цветки материнского растения с помощью кисточки, кусочка ватки на лучинке, пчелиной ножки (ножка пчелы, приклеенная к

лучинке) или опыляют «из цветка в цветок», вкладывая пыльники отцовского растения в цветки материнского.

Для успеха гибридизации необходимо учитывать время созревания рылец и пыльников, продолжительность периода, в течение которого пыльца сохраняет оплодотворяющую способность, а яйцеклетки — способность к оплодотворению. У различных культур эти показатели сильно различаются. Так, у пыльцы злаков оплодотворяющая способность очень быстро снижается и примерно через 6 ч уже не годится для опыления. У гороха пыльца может храниться 2...3 сут, а у черной смородины — до месяца. Яйцеклетки у пшеницы остаются жизнеспособными в течение примерно 6 дней после кастрации, а в холодную погоду — до 10 дней.

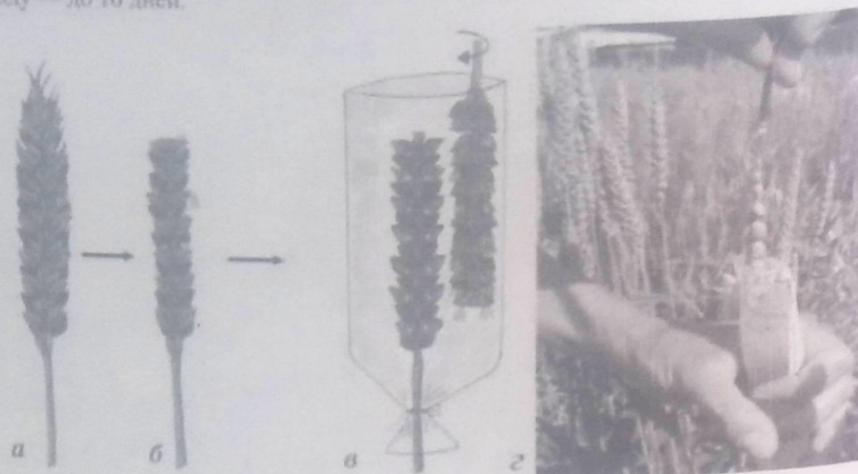


Рис. 5.3

Опыление пшеницы твел-методом.

а — колос опылителя в оптимальной фазе развития (начало цветения); *б* — подготовленный колос опылителя (подрезаны чешуи, начали удлиняться тычиночные нити, показались зрелые пыльники); *в* — помещение колоса опылителя и вращение его внутри изолятора вокруг прокастрированного материнского колоса; *г* — опыление в поле.

Ситуация, когда время цветения скрещиваемых форм не совпадает, заставляет искать способы ускорения или замедления развития репродуктивных органов, а также способы их «консервации».

Самый простой способ совместить время цветения — посев в разные сроки.

Изменением длины дня можно добиться существенного изменения наступления фазы цветения у растений длинного и короткого дня. Для этого можно использовать светонепроницаемые каркасы или досвечивание.

Для того чтобы получать гибриды озимых и яровых форм, последние нужно посеять заблаговременно в теплице или первые — прояровизировать.

Хранением пыльцы при пониженной температуре у некоторых культур удаётся сохранить ее жизнеспособность длительное время. Так, у злаков хороших результатов добиваются, поставив колосья концами соломки в воду и поместив

их в условия низкой положительной температуры (в холодильнике). Велись опыты по длительному хранению пыльцы при низких отрицательных температурах, как хранят сперму животных. Но только у некоторых культур они дали положительные результаты (люпин и некоторые цитрусовые).

Контроль за качеством гибридизации определяется завязываемостью семян, т. е. сколько от прокастрированных и опыленных цветков сформировали семена (рис. 5.4). Иногда в поколении растений, выращенных из гибридных семян, можно уточнить их гибридное происхождение. Если отцовская форма имеет доминантный, а материнская форма — рецессивный аллель, тогда в посеве первого гибридного поколения нужно отбраковать те из них, которые обнаружат присутствие рецессива, — это родительская форма, а не гибрид. Например, при гибридизации пшеницы рецессивом будут остистые, белые, неопушенные колосья. Иногда брак можно обнаружить непосредственно в первом поколении, т. е. в семенах, завязавшихся от гибридизации, используя явление *ксеничности* — проявление признаков отцовской формы в гибридных семенах первого поколения.

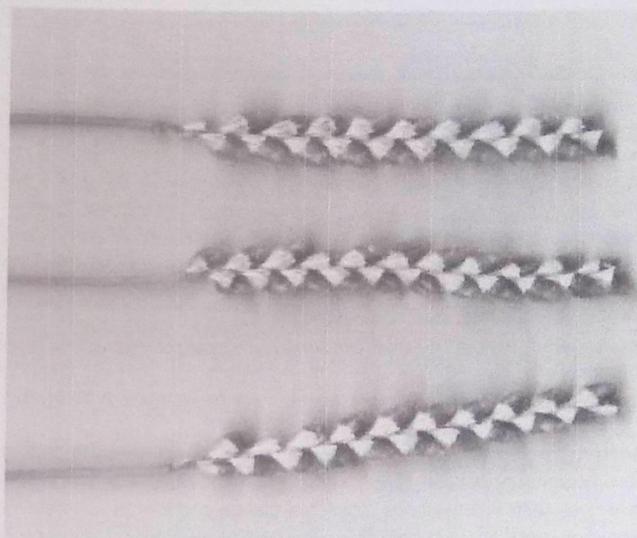


Рис. 5.4

Завязываемость гибридных зерен при внутривидовых скрещиваниях

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем разница между аналитической и синтетической селекцией? Какова их историческая последовательность?
2. Что такое трансгрессивная и комбинационная селекция?
3. Каковы основные принципы подбора пар для скрещивания?
4. Что такое принцип взаимного дополнения при подборе пар для скрещивания и его обратная сторона?

5. Какие основные типы скрещиваний используются в селекции растений?
6. Что такое прямые и обратные (реципрокные) скрещивания и какова область их применения?
7. В каких случаях в селекции растений применяют ступенчатые, возвратные, насыщающие и конвергентные скрещивания?
8. В каких случаях используют непрерывный и прерывающийся бек-кросс?
9. Каковы этапы гибридизации?
10. Каковы основные приемы стерилизации пыльников в обоеполюх цветках материнской формы?
11. Перечислите виды ошлления, используемые при искусственных скрещиваниях?

Глава 6. Отдаленная гибридизация

Отдаленная гибридизация — скрещивание форм, принадлежащих к различным ботаническим таксонам. Различают межвидовую и межродовую гибридизацию.

Но классическая ботаническая классификация построена на отчетливо выраженных морфологических признаках без учета генетических различий. Поэтому межвидовые скрещивания не всегда можно причислить к отдаленным. Например, некоторые виды пшеницы (мягкая, карликовая, шарозерная) хорошо скрещиваются между собой и дают плодovitое потомство. Это объясняется тем, что отличие этих видов друг от друга определяется всего одним геном.

Г. Д. Карпеченко предложил называть скрещивания, не обнаруживающие несовместимости вне зависимости от ботанического таксона, которому принадлежат родительские формы, *конгруэнтными*, а скрещивания, при которых несовместимость присутствует, *инконгруэнтными*.

Цитологическим признаком несовместимости является неполная гомология хромосом родителей, которая проявляется в нарушениях мейоза. Степень ее может быть различна, и в зависимости от этого гибридизация в разной мере успешна.

Отдаленная гибридизация широко применяется в современной селекции, и масштабы ее применения растут. С ее помощью можно создавать сорта, обладающие такими ценными признаками, которые невозможно или гораздо более сложно придать селекционному материалу с помощью внутривидовой гибридизации и других методов. Прежде всего, это касается устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным абиотическим факторам, в особенности устойчивости к болезням. Так, например, была спасена культура сахарного тростника, погибавшая от вирусных болезней. Благодаря гибридизации с диким американским видом получены устойчивые к филлоксеру — корневой тле — европейские сорта винограда. С помощью отдаленной гибридизации ведется селекция вишни на устойчивость к коккомикозу, селекция пшеницы на устойчивость к различным видам ржавчины, селекция картофеля на устойчивость к нематоде,

фитофторе, селекция яблони на устойчивость к парше. И это далеко не полный перечень использования метода отдаленной гибридизации.

Первый известный науке пример отдаленного скрещивания относится к году, когда англичанин Феерчайлд скрестил два вида гвоздики. Но в больших масштабах отдаленная гибридизация впервые была применена в работах И. В. Мичурина и Лютера Бербанка. Известны мичуринские сорта яблони, в родословных которых присутствует яблоня Недзвецкого *Malus nedzwetzkyana*: Бельфлер красный, Бельфлер-рекорд, Яхонтовое. Она имеет красные цветки и красномясые плоды и этот признак передает гибридам, что, собственно, и привлекло Мичурина. Он широко использовал гибриды с Китайкой (сливолистная яблоня — *M. prunifolia Borkh.*). От такого скрещивания получены сорта Бельфлер-китайка, Кандиль-китайка, Кальвиль-китайка и др. Использовал Мичурин и ягодную яблоню *M. vaccata B.* С ее участием выведен сорт Таежная. Скрещивание степной вишни (*Prunus chamaecerasus Jacq*) с японской черемухой Маака (*P. padus Maacki Rupr*) дало ряд сортов церападусов (использовал Мичурин для получения церападусов и виргинскую черемуху).

Широко применял отдаленную гибридизацию видный американский селекционер Лютер Бербанк. Известны его гибриды лимона с апельсином, сливы с абрикосом и др.

В селекции полевых культур нужно отметить гибриды мягкой пшеницы с твердой, мягкой пшеницы с полбой, полученные в США и Канаде, гибриды мягкой пшеницы и пырея, мягкой пшеницы и эгиплоса.

В настоящее время отдаленная гибридизация используется во многих селекционных программах и имеет тенденцию к более широкому применению. Это диктуется в первую очередь необходимостью вовлечения в селекцию новых генов. Поэтому в мире широко практикуется получение методом отдаленной гибридизации новых доноров, отличающихся устойчивостью к ряду заболеваний, высоким качеством продукции.

Несовместимость при отдаленной гибридизации проявляется в различных формах на разных этапах получения гибридов и в гибридных поколениях. Это нескрещиваемость, гибель зародыша на ранних этапах его развития, несхожесть семян, гибель растений F_1 , стерильность гибридов F_1 , расщепление в последующих поколениях, далекое от менделевского, сопровождающееся гибелью части растений.

Нескрещиваемость может происходить из-за того, что пыльцевые зерна не прорастают, пыльцевые трубки не достигают зародышевого мешка, не происходит оплодотворение.

Разработаны различные методы преодоления нескрещиваемости. И. В. Мичурин для преодоления нескрещиваемости разных видов рекомендовал проводить опыление смесью пыльцы селективируемого вида и вида, с которым желают получить гибрид. Своя пыльца служит своеобразным проводником для чужой пыльцы, снимая барьер несовместимости на этапе прорастания пыльцы. Метод особенно успешен, когда завязь материнского растения имеет большое число семязачек и для пыльцевых трубок собственной пыльцы их не хватает, так что чужие спермии также могут принять участие в оплодотворении. Такую же роль

может играть пыльца третьего вида, обнаруживающая некоторую совместимость с рыльцем пестика материнской формы.

Несовместимость на этапе «прорастание пыльцы — оплодотворение» может быть снята методом *предварительного вегетативного сближения*, разработанного И. В. Мичуриным для древесных культур. Суть его заключается в том, что один из скрещиваемых видов прививается на другой. Несовместимость снимается под влиянием продуктов метаболизма, которыми обмениваются партнеры. На полевых однолетних культурах этот метод с успехом использовался при скрещивании растений пшеницы с рожью В. Е. Писаревым и Васильевой. Для проведения успешной гибридизации этих культур они пересадили зародыш семени пшеницы на эндосперм ржи.

И. В. Мичурин предложил и *метод посредника*, который теперь предпочитают называть *методом мостов*. Метод заключается в том, что если два вида не скрещиваются, один из них скрещивается с третьим видом, с которым скрещивания его удаются, а затем уже полученный гибрид скрещивают с другим родителем. Классическим примером является скрещивание И. В. Мичуриным персика культурного с персиком Давида как с посредником с последующим скрещиванием гибрида с монгольским бобовником как источником зимостойкости. В настоящее время в селекции пшеницы широко используется ржано-пшеничная транслокация 1В/1R, полученной от ржи. При этом используют отдаленную гибридизацию, так называемый тритикальный мостик, скрещивая рожь с тритикале, а полученный гибрид — с пшеницей.

Нескрещиваемость при отдаленной гибридизации удавалось преодолевать облучением пыльцы лучами, выдерживанием ее в электромагнитном поле, использованием пыльцы на ранних этапах ее развития, нанесением пыльцы на срез столбика после удаления рыльца, которое, очевидно, содержит какие-то факторы несовместимости. Сюда можно отнести также культивирование на питательной среде выделенных семяночек с последующим оплодотворением внесенными в среду спермиями. Делается это в стерильных условиях, т. е. метод относится к числу биотехнологических.

Для отдаленной гибридизации имеет существенное значение, какой из партнеров берется в качестве отца, а какой — в качестве матери. При скрещивании самоопылителя и перекрестника, например пшеницы и ржи, предпочитают в качестве матери брать самоопылитель. Перекрестник как отцовская форма более надежен, поскольку пыльца у него более жизнеспособна.

Гибель зародыша после успешного скрещивания, которая может наблюдаться при отдаленной гибридизации, удается предотвратить методами биотехнологии, если извлечь его и поместить для дальнейшего развития на питательную среду.

Стерильность растений F_2 при отдаленной гибридизации может проявляться в различной степени и быть разной природы. Это может быть или *дисплотная*, или *гаплотная* стерильность.

В первом случае стерильность возникает на диплоидном уровне и выражается в отклонении генеративных органов от нормы. Если такие отклонения носят характер уродств, то восстановление плодovitости невозможно. Иногда

диплонтная стерильность проявляется в незначительных отклонениях от нормы, например в неастрескиваемости пыльников. Тогда для получения семян достаточно вскрыть пыльники искусственно.

Чаще всего стерильность бывает гаплонтной и происходит от отсутствия или неполной гомологии партнеров, т. е. наблюдается несовместимость геномов (гаплоидного набора хромосом). Степень несовместимости может быть различной. Если имеет место гомология большего числа хромосом, гибриды оказываются довольно плодовитыми (естественно, что и скрещивания такого рода довольно успешны). При отсутствии гомологии наблюдается полная стерильность, так как хромосомы родителей в метафазе мейоза не конъюгируют и расхождение их беспорядочно. Естественно, чем более родственны виды, чем ближе их геномы, чем плодотворее оказывается первое поколение от их скрещивания. У аллополиплоидов в составе их сложного генома могут оказаться «подгеномы», родственные геномам партнера по скрещиванию, что увеличивает шансы на хотя бы частичную плодовитость F_1 . Так, геном мягкой пшеницы складывается из простых геномов **A, B, D**, геном твердой пшеницы выглядит как **A, B**, а геном пырея сызого — как **B, D, X**.

Плоидность партнеров по скрещиванию играет существенную роль при отдаленной гибридизации. Выравнивание родительских форм по числу хромосом может способствовать успеху скрещивания. При скрещивании видов картофеля, имеющих 2 и $4n$ хромосом соответственно, перевод последнего на гаплоидный уровень обеспечивает большее завязывание гибридных семян в F_1 . В данном случае $4n$ должен быть автотетраплоидом, и поэтому при переводе его на гаплоидный уровень жизнеспособность гамет сохраняется. Скрещивание указанных видов без предварительного перевода на гаплоидный уровень давало бы триплоид, стерильный в первом гибридном поколении. Однако, если вид большей плоидности является аллополиплоидом, перевод его на гаплоидный уровень только ухудшает ситуацию: гаметы его оказываются нежизнеспособными.

Преодоление гаплоидного бесплодия первого гибридного поколения возможно путем возвратного скрещивания с одним из родителей. Естественно, таким родителем будет селекционируемая культура. Так, при скрещивании пшеницы с пыреем гибрид первого поколения скрещивают повторно с пшеницей. Беккроссирование несет и другую функцию: часто приходится избавляться от отрицательных свойств одного из партнеров. Это особенно необходимо, если этот партнер — дикий вид. Естественно, в этом случае одним беккроссом не обойтись: приходится проводить их целую серию.

Прогноз самой возможности отдаленной гибридизации и свойств форм, которые могут быть получены в случае ее осуществления в каждом конкретном случае, невозможен. Можно говорить только о некоторых общих рекомендациях: о генетической близости видов как предпосылке успеха и о направлении скрещивания. Под последним понимается выбор материнского или отцовского компонента. Если скрещиваются самоопылитель и перекрестник, то в качестве отцовской формы лучше использовать перекрестник. Его пыльца более жизнеспособна, имеет больший запас питания, поскольку она переносится на значи-

тельные расстояния. Так, при скрещивании мягкой пшеницы и ржи в качестве отцовского компонента нужно взять рожь.

Известны три уровня результатов отдаленной гибридизации: 1) *интрогрессия* (перенос) отдельных генов от другого вида в геном селективируемой культуры; 2) перенос отдельных хромосом или их фрагментов, часто с заменой ими части ядерного материала селективируемой культуры; 3) совмещение геномов разных видов. Каждый из этих уровней достигается определенной методикой скрещивания и работы с гибридными поколениями.

Интрогрессии генов добиваются, ведя отборы в гибридных поколениях. Эти отборы, в общем, направлены на возврат к исходной культуре, но при этом в ее геном могут включаться и чужеродные гены. Включение определенных генов может контролироваться. Характер расщепления в гибридных поколениях способствует выполнению этой задачи. Расщепление тут не подчиняется законам Менделя. Оно хаотично, часто возникают уродливые нежизнеспособные формы. Это происходит потому, что гаметы гибрида несбалансированы. В результате зиготы лишены генов, необходимых для обеспечения жизнеспособности. Понятно, что, чем больше в гамете в результате случайного распределения окажется хромосом какого-либо из родителей, тем более жизнеспособной будет эта гамета и тем более жизнеспособной будет зигота от слияния таких гамет. Поэтому в гибридных поколениях идет постепенный возврат к родительским, исходным формам, которому помогает своими отборами селекционер. Но при этом, как было сказано выше, в геном селективируемой культуры могут включаться и чужеродные гены. Если признаки, которые они контролируют, ценны в хозяйственном отношении, селекционный отбор их закрепляет.

Перенос отдельных хромосом или их фрагментов в геном селективируемой культуры, так называемая хромосомная инженерия, практикуется у культур со сложным геномом, например у мягкой пшеницы (геном AABBDD), поскольку такой перенос осуществляется с участием анеуплоидных форм, жизнеспособность которых обеспечивается за счет дублирования генов, ответственных за жизнеобеспечение. Геном мягкой пшеницы состоит из трех простых геномов, каждый из которых имеет такие гены. Поэтому у этой культуры возможны моносомии и нуллисомии, хотя жизнеспособность их, особенно нуллисомиков, понижена.

Перенос небольших участков хромосом от других культур в геном селективируемой культуры возможен и у культур с простым геномом. Но этот перенос носит полностью случайный характер, заранее не планируется и, в общем, представляет собой интрогрессию, только не отдельного гена, а участка хромосомы. Под понятие хромосомной инженерии он не подпадает.

Чаще всего хромосомная инженерия использовалась у пшеницы. Известны линии пшеницы с добавленными хромосомами других видов или родов. Их получают, скрещивая пшеницу с другими родственными видами: пыреем, роплодовитыми, и беккроссируя эти гибриды пшеницей. В потомстве от беккросса присутствует диплоидный набор хромосом пшеницы и одинарный набор хромосом другого вида. При самоопылении могут возникать формы с различ-

Естественно, вся хромосомная инженерия осуществляется в пределах родственных видов, когда имеется частичная гомология. Для пшеницы это будут рожь, эгилопсы, пырей и некоторые другие.

Описанными методами были получены формы мягкой пшеницы с сегментами хромосом других видов, обеспечивающими устойчивость к таким болезням, как бурая и желтая ржавчина, мушкетная роса. Первый такой транслокант был создан американским генетиком Э. Сирсом на основе сорта Чайниз Спринг, в хромосому которого удалось включить сегмент хромосомы эгилопса зонтичковидного. Форма получила название Трансфер и используется в селекции в качестве носителя гена устойчивости к бурой ржавчине **Lr 9**. Методика, использованная Сирсом, построена на описанных принципах, но имеет некоторые отличия. Известны и другие транслоканты пшеницы, используемые в селекции как доноры ценных свойств.

Совмещение генов разных видов (капусты и редьки) впервые осуществил Г. Д. Карпеченко. В последующем этот метод стал широко использоваться в селекции. Технология получения такого гибрида заключается в скрещивании разных видов с последующим, в F_2 удвоении числа хромосом. Таким образом, в клетках гибрида сосуществуют диплоидные наборы хромосом одного и другого вида, что обеспечивает нормальный мейоз и плодовитость.

Самый известный отдаленный гибрид, и единственный, получивший распространение в производстве новый вид — это гибрид пшеницы и ржи — тритикале (от тритикум и секале — видовых названий пшеницы и ржи).

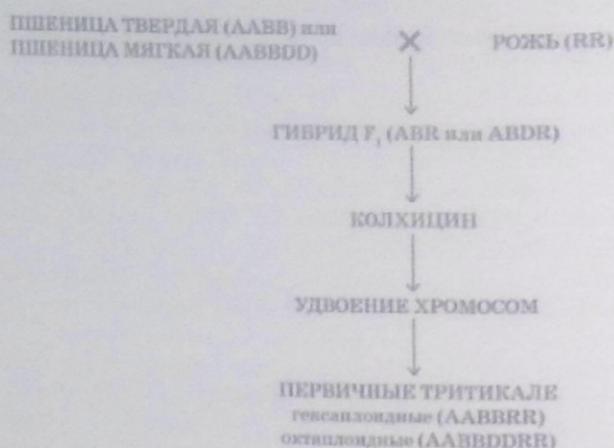
Первое сообщение о получении жизнеспособных гибридов от скрещивания пшеницы с рожью сделано А. С. Вильсоном в Эдинбурге в 1875 г. Несколько позже растения от гибридизации мягкой пшеницы и ржи получил Е. С. Кармен в США, однако его гибриды отличались очень низкой фертильностью. Третьим человеком в мире, получившим октоплоидные гибриды между этими двумя видами злаковых растений, был немецкий селекционер В. Римпау. Его гибриды сохраняются до сих пор, они остаются неизменными и старейшими из существующих октоплоидных линий тритикале.

Скрещивания ржи с мягкой пшеницей привели к получению тритикале с октоплоидным (56) набором хромосом. Но такие гибриды получались поздне-спелыми и плохо зимовали.

Наиболее распространенными являются 42-хромосомные тритикале, полученные скрещиванием ржи с твердой пшеницей. Но и эти 42-хромосомные тритикале селекционеров не удовлетворили. Тогда скрестили 56- и 42-хромосомные тритикале. В этих гибридах геном **D** мягкой пшеницы элиминировался, поскольку был представлен одинарным набором хромосом. В результате получили опять-таки 42-хромосомные тритикале, но в пределах геномов **A** и **B**, которые имеются и у мягкой, и у твердой пшеницы. Стали возможны обмены на уровне хромосом и на уровне участков хромосом (кроссинговер) между геномами мягкой и твердой пшеницы. Обмены сыграли решающую роль в получении сортов тритикале, которые получили производственное значение. Чисто формально никакого отличия между 42-хромосомными тритикале, полученными от скрещивания твердой пшеницы с рожью, и такими же по числу хромосом

формами от скрещивания 56- и 42-хромосомных тритикале нет: обоих от пшеницы присутствуют только геномы А и В. Но эти геномы у мягкой и твердой пшеницы прошли длительную эволюцию и поэтому при всем сходстве имеют и существенные отличия. Поэтому рекомбинанты в пределах этих двух геномов обеспечили новые возможности. Тритикале, полученные таким образом, получили название *вторичных*, в отличие от *первичных*, полученных гибридизацией ржи с мягкой и твердой пшеницами. Схемы получения тритикале показаны на рисунке 6.1.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ТРИТИКАЛЕ



ПОЛУЧЕНИЕ ВТОРИЧНЫХ ТРИТИКАЛЕ

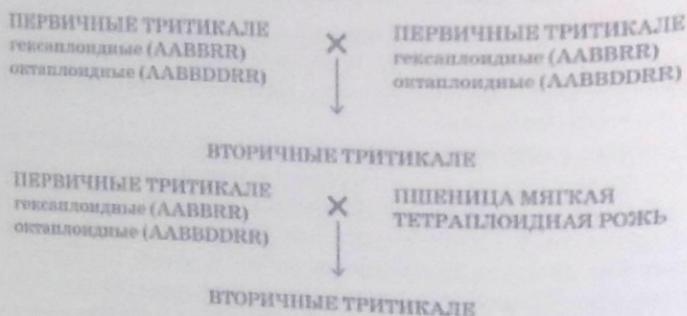


Рис. 6.1

Схемы получения первичных и вторичных тритикале

Так впервые в современной селекции был создан новый вид, получивший признание как новая культура. Был создан ряд сортов как кормового (Одесский кормовой, Конвейсер, Гренадер), так и зернового и зернокормового (ТИ 17, Воллей, Валентин 90, Тальва 100, Александр, Тимирязевская 150) назначения.

Помимо озимых известны и яровые тритикале (от скрещивания с яровой пшеницей), но они пока не получили широкого распространения (Ярило).

Тритикале играет известную роль и как исходный материал в селекции озимой пшеницы. Ее скрещивают с мягкой пшеницей и повторно беккроссируют пшеницей для восстановления генома D.

Широко распространена отдаленная гибридизация у картофеля *Solanum tuberosum*, у которого известно около 200 видов этого рода.

От скрещивания пшеницы и ячменя получен гибрид тритодеум (тритикум и хордсум). Получены пшенично-пырейные, пшенично-элимусные, пшенично-ячменные и другие отдаленные гибриды зерновых культур. Из них в производстве длительное время находились пшенично-пырейные гибриды ППГ 1, ППГ 186, ППГ 599.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое отдаленная гибридизация?
2. В каких случаях селекционеры используют отдаленную гибридизацию?
3. В пределах каких ботанических таксонов возможно осуществить гибридизацию растений?
4. Что такое конгруэнтное и инконгруэнтное скрещивание?
5. Причины нескрещиваемости при отдаленной гибридизации и методы ее преодоления.
6. Причины стерильности отдаленных гибридов первого поколения и методы ее преодоления.
7. Каково значение работ Г. Д. Карпеченко для теоретического обоснования восстановления плодовитости у отдаленных гибридов?
8. Назовите примеры использования отдаленных гибридов в селекции растений.
9. Первичные и вторичные тритикале и способы их получения.
10. Каковы перспективы отдаленной гибридизации растений в связи с использованием методов биотехнологии?

Глава 7. Мутагенез

В природе возникновение мутантных форм — один из основных факторов эволюционного процесса. В то же время это один из способов создания популяций для отбора в селекции.

Мутантные формы могут возникать различными путями, поэтому они делятся на спонтанные (естественные) и индуцированные (искусственные).

Мутации могут происходить на разном уровне организации генома. В зависимости от этого они подразделяются на точковые (мутация отдельного гена), хромосомные, геномные (мутация всего генома в целом).

Последний класс мутаций состоит в изменении числа хромосом. Это единственный класс мутаций, которые вызываются и происходят целенаправленно с заведомо известным результатом, и поэтому они выделены отдельно. Его использование в селекции будет рассмотрено в разделе «Полиплоидия».

Из двух первых классов наибольший интерес для селекции представляют точковые мутации. Хромосомные мутации, связанные с изменением положения участков хромосом (инверсии, транслокации), нарушают сбалансированность генома, в результате чего жизнеспособность растения резко понижается. Хотя возможно возникновение и полезных для селекции хромосомных мутаций. Селекционную ценность могут иметь и дупликации (повторение участков хромосом). Полезные хромосомные мутации, возникшие спонтанно, обнаруживали у пшеницы, ячменя, райграса пастбищного. Например, сорт мягкой пшеницы Чайниз Спринг несет ряд межхромосомных транслокаций.

Особый класс составляют мутации цитоплазмы.

Мутагенез принципиально отличается от гибридизации. Гибридизация приводит к перекombинации геномов родительских форм, возникают новые комбинации родительских аллелей (это не относится к докусам с одинаковым аллельным составом у родителей). При мутагенезе может изменяться один ген или небольшая часть генома. Поскольку при мутагенезе геном исходного образца полностью не изменяется, а происходит изменение только отдельных признаков, этим методом можно создать сорт быстрее, чем гибридизацией. Кроме того, с помощью мутагенеза можно получать такие изменения, которые не дает. Но результат применения мутагенеза менее предсказуем, чем результат гибридизации.

Селекционеры широко использовали и продолжают использовать естественные мутации. В плодоводстве известно такое явление, как *почковые мутации (спорты)* — появление побегов с иными морфологическими признаками, чем у дерева или куста определенного сорта. Например, с красными плодами, тогда как остальные побеги несут желтые плоды. Это вегетативные мутации. Будучи размножены прививкой, они дают новые формы, которые могут оказаться ценными сортами. Известны, например, мутантные сорта-клоны, полученные от сортов яблони Делишес, Мелба, Коричное полосатое — Ред делишес, Мелба красная, Коричное красное. Известный сорт И. В. Мичурина Антоновка шестисотграммовая — вегетативный мутант сорта Антоновка могилевская белая.

С обнаружением некоторых естественных мутаций связаны целые направления в селекции. Селекция пшеницы на короткостебельность, которая привела к «зеленой революции», началась с японского сорта Норин 10, очевидно, естественного мутанта, имеющего два гена короткостебельности **Rht1** и **Rht2**.

Короткостебельный мутант риса, обнаруженный на Филиппинах, явился родоначальником низкорослых сортов этой культуры, позволивших значительно увеличить урожай, в том числе и за счет внесения больших доз азотных удобрений, которые на старых высокостебельных сортах вызывали полегание.

Мутация гороха «тенакс», найденная в Прибалтике, была использована для выведения неосыпающихся сортов гороха. Мутация характеризуется прочным срастанием семян с кожурой семени, благодаря чему семена при расклевывании боба не осыпаются.

Создание немецким селекционером Зенгбушем безалкалоидных сортов желтого, а затем и других видов люпина позволило использовать эту культуру в

качестве кормовой, не прибегая к специальным приемам переработки ее зерновой продукции.

Линии кукурузы со спонтанными мутациями — Флоури 2 (*floury 2* — тусклый 2) и Опак 2 (*opaque 2* — мучнистый 2) — отличаются высоким содержанием лизина и широко используются при создании высоколизиновых гибридов.

Колонновидная яблоня, представляющая новое направление в селекции этой культуры, также естественный мутант (рис. 7.1). Большое значение в селекции на гетерозис имеют мутации цитоплазмы, вызывающие мужскую стерильность (ЦМС).

Естественно, селекция не может основываться исключительно на спонтанном мутагенезе — слишком редко возникают такие мутации.

Использование индуцированного мутагенеза в селекции началось с 1928 г., когда Делоне в СССР удалось получить хозяйственно ценную мутацию у мягкой пшеницы. До этого многие сомневались в возможности применения метода мутагенеза для целей селекции. Первый коммерческий сорт-мутант ячменя Паллас был получен в Швеции из сорта Бонус. Он не превосходил своего родителя по урожайности, но был устойчивее к полеганию. С этих пор метод мутагенеза прочно вошел в селекционную практику.

Индукцированный мутагенез в зависимости от характера используемых мутагенов делится на *физический* и *химический*. Физические мутагены — ионизирующие излучения, температура, ультразвук, механическое воздействие, лазерные и ультрафиолетовые лучи, а химические мутагены — химические вещества различной природы.

Первыми в качестве физических мутагенов применялись рентгеновские, а позднее и гамма-лучи. При этом использовались рентгеновские установки и радиоактивные изотопы ^{60}Co и ^{137}Cs . В настоящее время наиболее широко используется гамма-излучение. Используются также другие виды ионизирующей радиации.

Для получения индуцированных мутаций используется ультрафиолетовое излучение, при длине волн которого от 260 до 266 нм проявляется максимальный мутагенный эффект. Чаще всего источником данного излучения служат ртутные лампы. Для получения мутаций у растений применяются также лучи лазера.

Физическими мутагенами можно обрабатывать как целое растение, так и отдельные его части. В селекции предпочитают облучение сухих семян, а также органов, которые служат для вегетативного размножения растений: клубней, луковиц, — это наиболее технологично. Исключения составляют многолетние плодовые растения. Тут облучают черенки, поскольку размножение осуществляется вегетативно и генетическая природа семян неизвестна.

При работе с ультрафиолетовым излучением и лучами лазера воздействуют на пыльцу растений, поскольку их проникающая способность мала.

Облучение может быть однократным, многократным и хроническим. То есть одну и ту же дозу радиации обрабатываемый объект может получить за один, несколько раз или на протяжении длительного периода времени. У ряда культур, например у мягкой пшеницы, частота выхода мутаций при двух-

трехкратном облучении значительно больше, чем при однократном облучении. У отдельных культур отмечен большой выход мутаций при хроническом облучении на гамма-поле. Это может быть объяснено тем, что однократная большая доза радиации приводит к гибели радиочувствительных, наиболее мутабельных клеток, в то время как та же доза радиации, полученная за более длительное время, не убивает клетки с возникшими мутациями.

Оптимальные дозы ионизирующего облучения устанавливаются эмпирически. При использовании физических мутагенов доза облучения зависит от вида излучения и обрабатываемого материала. Различают *летальную* (смертельную) и критическую *дозу радиации*. Критической называется доза радиации, при которой наблюдается сильное угнетение и гибель примерно половины организмов, но значительная часть их (30..40%) доживает до плодоношения, давая большое число мутаций. В настоящее время критическая доза радиации установлена более чем для 150 видов растений.

Перед селекционером поставлена задача — получить максимальный выход мутаций, избежав массовой гибели растений. Тем более что быстрее всего гибнут растения, у которых в результате облучения произошли какие-либо мутации. Экспериментально доказано, что наиболее приемлемыми при обработке семян являются дозы в половину критической. Эти дозы обеспечивают достаточно большой выход мутаций при незначительной гибели обрабатываемых растений.

Доза облучения зависит не только от облучаемого материала, но и от того, в каком периоде органогенеза проводится облучение. Установлено, например, что ячмень обладает наибольшей радиочувствительностью в период от начала закладки до полного формирования генеративных органов и половых клеток. При обработке эмбрионально молодых семян наблюдается больший выход мутантов, чем при обработке более зрелых семян. От периода органогенеза, на котором происходит обработка растений, в определенной степени зависит спектр мутаций, так как на разных периодах органогенеза активно функционируют разные гены и одни участки ДНК закрыты белками-гистонами, а другие — открыты.

Женские гаметы обладают большей стойкостью к облучению, чем мужские. Тетраплоидные растения менее радиочувствительны, чем диплоидные, в силу компенсаций, связанных с удвоением хромосомного материала.

От мощности дозы в некоторой степени зависит выход мутаций определенного типа. С ростом мощности дозы облучения увеличивается количество хромосомных aberrаций, тогда как число точковых мутаций от мощности дозы не зависит.

Облучение рентгеновскими и гамма-лучами не вызывает наведенной радиации — с облученными семенами можно безопасно работать. Облучение нейтронами наведенную радиацию вызывает, но она исчезает через 1,5...2 сут (в этом следует убедиться прежде, чем работать с облученными семенами).

Химический мутагенез стали применять позднее, чем физический. Широко химический мутагенез стали использовать в 1950-е гг., после того как И. А. Рапопортом (СССР), Ш. Ауэрбах (Англия) и другими исследователями были обнаружены органические вещества, обладающие сильным мутагенным

действием. И. А. Рапопорт является также первооткрывателем химических супермутagens — веществ, обеспечивающих стопроцентный выход мутаций.

В настоящее время в селекции в качестве химических мутagens наиболее широко используют нитрозоэтилмочевину (НЭМ), нитрозоэтилмочевину (НЭМ), нитрозодиметилмочевину (НДММ), нитрозодизтилмочевину (НДЭМ), диметиосульфат (ДМС), этиленимин (ЭИ), 1,4-бисдиазоацетилбутан (ДАБ).

Концентрация рабочего раствора зависит главным образом от мутагена и в меньшей степени от объекта. Экспозиция, напротив, определяется культурой, с которой работает селекционер. Так, для семян бобовых требуется 3–5 ч, злаковых — 12, винограда — 48 ч. Для каждого мутагена существует градация культур по степени чувствительности к нему. Так, для ЭИ пшеница более чувствительна, чем горох, а для ДАБ — наоборот. Проросшие семена обрабатывают более короткое время, чем сухие.

При обработке химическими мутагенами также может наблюдаться гибель растений.

Между физическим и химическим мутагенезом имеются существенные различия. В отличие от физических, химические мутагены действуют более мягко, дают больший выход микромутаций и меньший выход хромосомных aberrаций (1,4-бисдиазоацетилбутан, например, их вообще не дает). Хромосомные перестройки при химическом мутагенезе появляются только при очень высоких концентрациях мутагена. В то же время выход мутаций при химическом мутагенезе в три-четыре раза выше, чем при физическом, а при использовании супермутagens наблюдается практически стопроцентный выход мутантов. Кроме того, при работе с химическими мутагенами можно проводить обработку растительного материала в парах некоторых из них (этиленмина, нитрозоэтилмочевина, нитрозодиметилмочевина и др.), что очень удобно для обработки пыльников, бутонов, соцветий.

Таким образом, применение химического мутагенеза более эффективно, чем физического. Однако широкое использование химического мутагенеза сдерживается низкой технологичностью большинства химических мутagens. Химические мутагены — высокотоксичные вещества, многие из них быстро разлагаются.

По спектру мутаций индуцированный мутагенез не отличается от спонтанного. Но при использовании индуцированного мутагенеза значительно возрастает выход мутаций.

Независимо от характера используемого мутагена могут появиться разнообразные мутантные формы, спектр их появления неспецифичен.

Генотипическая природа и проявление мутации могут быть различными.

При воздействии мутагена мутации могут произойти только в части клеток. В результате могут появиться растения, у которых часть тканей мутантна, а часть — не мутантна. Такие формы называются *химерами*. Их иногда используют в декоративном садоводстве. Например, нестролистные формы многих комнатных растений. Расположение мутантных тканей в побеге зависит от того, в какой части зародыша или конуса нарастания возникла мутация. Мутации могут изменить форму, окраску плодов, побега, листа.

Чтобы получить однородные мутантные формы, прибегают к *расхи́мериванию*. Расхи́меривание проводят путем выращивания побега из мутантной почки, а затем укоренения его или прививки на подвой.

Обнаружение и выделение мутантных растений у само- и перекрестноопыляющихся культур при половом размножении имеют свои особенности.

Часто мутантов с хорошо различимыми морфологическими признаками называют *макримутантами*, а мутантов по продуктивности и биохимическому составу — *микромутантами*.

Сложность вызывает выявление мутантных форм. Для выявления макромутантов используются морфологические признаки, а для выявления микромутантов проводится анализ продуктивности или биохимического состава, оценка на разных селективных фонах.

Большинство мутаций рецессивны. В первом мутантном поколении, которое обозначается как M_1 , фенотипически проявляются только доминантные мутации. Если культура — самоопылитель, то выделить гомозиготную форму по мутантному аллелю не трудно. Для этого нужно посеять потомство обнаруженного мутанта, отобрать в нем мутантные растения (это будут гомозиготы и гетерозиготы, различить которые визуально невозможно) и семена с каждого растения посеять отдельно. Потомства, в которых не будет наблюдаться расщепления, являются гомозиготными мутантами.

Если мутация рецессивна, то обнаружить ее можно не ранее M_2 , когда выплывают гомозиготные рецессивные формы.

Выделение микромутаций в поздних поколениях (M_3 , M_4) малоперспективно, так как признаки, которыми они характеризуются, полигенны и расщепление делает маловероятным генотипы с наиболее ценным набором аллелей.

Мутагенез используется в селекции большей частью на самоопыляющихся и вегетативно размножаемых культурах. У перекрестноопыляющихся культур мутантных сортов и форм очень немного. Это происходит потому, что для выявления и закрепления мутантного аллеля перекрестноопыляемой культуре необходимо провести самоопыление, что часто просто невозможно.

Мутагенез может сочетаться с гибридизацией. Это расширяет формообразовательный процесс как в процессе эволюции, так и в процессе селекции.

С помощью мутагенеза можно изменять различные свойства растений. При этом полученные мутантные формы могут быть использованы непосредственно в качестве сортов-мутантов. Примеры использования индуцированных мутантов в качестве готовых сортов многочисленны. Устойчивы к стеблевому полеганию мутантный сорт ячменя Паллас, получен из сорта Бонус. В результате обработки гамма-лучами сорта Новосибирская 7 получен сорт яровой пшеницы Новосибирская 67, более устойчивый к полеганию, чем исходный сорт. В Англии из сорта ячменя Проктор получен короткостебельный мутант. В Московской сельскохозяйственной академии получен радиомутант сорта люпина узколистного Немчиновский 846 Ладный, не имеющий бокового ветвления (детерминантная форма), обладающий более коротким периодом вегетации. Раннеспелые мутанты получены также у овса, льна, арахиса, гороха, кукурузы. В КНИИСХ получен очень позднеспелый мутантный сорт овса Зеленый.

С помощью мутагенеза удалось создать ряд сортов, отличающихся высоким качеством продукции. Так, упомянутый выше мутантный сорт Новосибирская 67, в отличие от исходного сорта, является сильной пшеницей. В Индии путем мутагенеза было значительно увеличено содержание белка в зерне сорта пшеницы Сонора 64. В Японии выведен короткостебельный сорт-мутант ячменя Гамма 4 с отличными пивоваренными качествами. В ряде стран получены желтолистные мутантные табаки, у которых хлорофилл разрушается в листьях к моменту ломки. Ферментация у таких табаков проходит в два раза быстрее, чем у обычных. В Индонезии выведен мутантный сорт табака Хлорина, отличающийся чрезвычайно высоким качеством. С помощью мутагенеза удалось довести волокно средневолокнистого хлопчатника до качественных показателей тонковолокнистого. Интересные мутанты вики получены в Центральном Сибирском ботаническом саду. Они отличаются пониженным содержанием характерных для бобовых ингибиторов пищеварительных ферментов. Кормовая ценность их более велика, чем у обычных сортов. Во ВНИИ масличных культур химическим мутагенезом был получен сорт подсолнечника Первенец, в масле которого олеиновый компонент занимает до 75%, не уступая по этому показателю лучшему из растительных масел — оливковому.

Большую ценность представляют мутанты, устойчивые к болезням и вредителям. В Сфалефе (Швеция) была создана серия рецессивных мутантных аллелей, обуславливающих устойчивость к мучнистой росе ячменя. В США путем мутагенеза получен устойчивый к корончатой ржавчине сорт овса Флорал. В Украинском и Белорусском НИИ земледелия получили мутантные сорта желтого люпина, относительно устойчивые к фузариозному увяданию — болезни, селекция на устойчивость к которой сопряжена с большими трудностями. В Австрии выведен мутант ячменя Виена, устойчивый к мучнистой росе. Известны мутации пшеницы, устойчивые к твердой головне и мучнистой росе, кукурузы — к пузырчатой головне, африканского проса — к ложной мучнистой росе. В Латвии из сорта картофеля Агро получен мутант, устойчивый к парше. В Институте «Магараç» — мутант винограда, устойчивый к корневой гле — филлоксеру.

Часто полученные мутанты сами по себе не представляют практического интереса в качестве нового сорта, но обладают какими-либо ценными признаками и свойствами. Такие мутантные формы являются ценным исходным материалом для селекционной работы. Они являются донорами важных признаков и свойств. Такие мутанты-доноры вовлекаются в гибридизацию для передачи этих признаков и свойств будущим сортам.

Так, в Дании была получена мутант ячменя с высоким содержанием лизина в белке — Ризо-мутант 1508. Он обладает геном высокого содержания лизина *lys a*.

В КНИИСХ был получен короткостебельный мутант Краснодарский Карлик 1 из сорта озимой пшеницы Безостая 1 с геном короткостебельности *Rht II*. С участием данной мутантной формы создан ряд сортов озимой пшеницы: Одесская полукарликовая, Прогресс, Питикул, Одесская 75, Московская низкостебельная и др.

В результате использования в скрещиваниях мутантного сорта Темп созданы новые сорта ячменя Каскад и Курьер.

Мутантные линии широко используются в селекции гибридов кукурузы. С их участием получены гибриды Юбилейный Т60, Черкасский 30ТВ, Коллективный 100ТВ, Коллективный 244МВ и др.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Роль естественного и индуцированного мутагенеза в эволюции и в селекции растений.
2. Какие бывают мутации по характеру изменения наследственного материала клетки?
3. Две группы мутагенов, используемые для индуцирования мутаций. Их преимущества и недостатки.
4. Понятие дозы, концентрации и экспозиции мутагена при искусственном мутагенезе.
5. Что такое химерность при мутагенезе?
6. Что такое микромутации и макромутации?
7. Как ведется счет поколений при использовании мутагенеза?
8. Мутанты-сорты и мутанты-доноры.
9. Каковы причины трудности выделения мутантов у перекрестноопыляющихся растений?

Глава 8. Полиплоидия

Один из методов создания популяций для отбора у сельскохозяйственных культур — индуцированное изменение их числа хромосом — полиплоидия. Полиплоидия — геномная мутация, которая затрагивает всю систему генотипа. В узком смысле слова под полиплоидией подразумевают кратное увеличение основного набора хромосом, в широком — любое изменение числа хромосом.

В селекции используются кратное увеличение модального (основного) числа хромосом внутри вида — *автополиплоидия*, некрратное изменение их числа — *анеуплоидия* (или *гетероплоидия*), и объединение геномов различных видов — *аллополиплоидия*, получения и использования растений с одинарным (n) числом хромосом — *гаплоидия*. Аллополиплоидия широко используется при создании отдаленных гибридов, о чем говорилось в соответствующей главе.

Полиплоиды широко распространены в природе. В процессе эволюции они возникали спонтанно, образуя иногда в пределах рода целые ряды видов, отличающихся числом хромосом. Многие культурные растения — полиплоиды (как авто-, так и алло-): мягкая и твердая пшеница, овес посевной, просо, картофель, люцерна, яблоня, слива, банан, земляника и др.

Полиплоидные виды, имеющие большее число хромосом по сравнению с видами с меньшим их числом, имеют повышенную урожайность, более крупные плоды. Они более адаптивны.

Массовое получение индуцированных полиплоидов стало возможным после обнаружения в 1937 г. Блексли и Эйвери действия алкалоида колхицина, который гарантированно обеспечивал удвоение числа хромосом. Колхицин до-

бывает из цветущего осенью растения Безвременник осенний (*Colchicum autumnale* L.) (рис. 8.1). Он представляет собой желтый порошок, химически инертный и легко растворимый в воде, этаноле и других растворителях. Колхицин блокирует в делящихся клетках действие веретена деления, хромосомы не расходятся к полюсам и в результате число их в клетке удваивается.



Рис. 8.1
Безвременник осенний

Экспериментально полученные полиплоиды отличаются более крупными размерами органов растений, в частности цветков (что представляет интерес для декоративных культур) и плодов. Что касается адаптивности, то никакого выигрыша в селекции экспериментальная полиплоидия не дала, поскольку речь не идет о каких-то чрезвычайно экстремальных условиях. Однако во многих случаях у полиплоидов отмечается увеличение содержания ценных веществ: витаминов, алкалоидов.

Полиплоидные виды одного рода составляют полиплоидный ряд. Среди полиплоидных видов выделяются виды с оптимальным уровнем пloidности, когда растения определенного полиплоидного вида отличаются ценными хозяйственными свойствами. Для разных культур оптимальный уровень пloidности может различаться. Например, оптимальным уровнем пloidности для ржи, турнепса, клевера лугового является тетраплоид. Дальнейшее увеличение числа хромосом у этих культур ведет к снижению продуктивности и урожайности.

Для перечной мяты (содержание масла), яблони (содержание витамина С в плодах), сахарной свеклы, арбуза (содержание сахара), опиумного мака (со-

держание морфина) оптимальный уровень плоидности для содержания полезных веществ — триплоид.

В селекции в основном создают тетраплоиды и триплоиды, более высокая степень плоидности обычно успеха не имеет.

Автополиплоиды с нечетным числом геномов создаются путем гибридизации. Так, триплоиды получаются от скрещивания диплоидов и тетраплоидов. Однако получение их не всегда возможно: у ржи, например, триплоидные зародыши погибают на ранних этапах развития.

Для получения тетраплоидов наиболее часто обрабатывают колхицином проростки семян или точки роста молодых растений.

Идентификация полиплоидов ведется в два этапа: 1-й — по косвенным признакам и 2-й — подсчетом числа хромосом.

Первичная оценка ведется по косвенным признакам. Растения-полиплоиды имеют более крупные, более темные листья, иногда гофрированные. Позднее в природе можно судить по числу хлоропластов в замыкающей клетке устьиц, что уже требует применения микроскопа, еще позднее по величине пыльцевых зерен и количеству пор в пыльце. Во всех этих случаях полиплоиды имеют более высокие показатели, чем диплоиды.

Прямая оценка уровня плоидности проводится методом цитологической оценки на препаратах, полученных из тканей эпидермиса листа. Метод трудоемкий, поэтому целесообразно проводить ее на материале, который уже первоначально зарекомендовал себя как полиплоидный.

В последующих поколениях бывают случаи *реверсии*, т. е. возврата к диплоидному уровню. Такие реверсивные диплоиды по генотипу отличаются от исходных и могут рассматриваться как своеобразный исходный материал для селекции.

Первое после обработки колхицином поколение обозначается как S_0 (от слова *Colchicum*). Последующие поколения обозначают как S_1 , S_2 и т. д.

Большим недостатком автополиплоидов является их низкая семенная продуктивность. Этот недостаток связан с нарушениями в мейозе. Значение семенной продуктивности полиплоидов для той или иной сельскохозяйственной культуры неодинаково. Если это вегетативно размножаемая культура, пониженная семенная продуктивность никакого значения не имеет. Раз ее у культур, размножаемых семенами, определяется тем, являются ли семенная продукционная часть урожая, как у ржи и гречихи, или служат только посевным материалом.

Во втором случае играет роль коэффициент размножения и норма высева. При очень большом коэффициенте размножения и невысокой норме высева турнепса недобор определенного количества семян практически роли не играет.

А для клевера пониженная семенная продуктивность — серьезный недостаток. Увеличить семенную продуктивность можно путем многократного отбора. Но такой отбор успешен при условии непрерывной рекомбинации генетического материала, свойственной перекрестникам. Вот почему полиплоидная семенная лекция оказалась успешной только у перекрестноопыляющихся культур. Это тетраплоидные рожь, гречиха, клевер, турнепс — все перекрестники.

Полиплоиды легко получают и у самоопылителей, однако они низкоурожайны из-за пониженной семенной продуктивности.

Таким образом, если мутационная селекция дает сорта в основном самоопылителей из-за сложности выявления и стабилизации мейоза у мутантов перекрестноопыляющихся культур, то селекция полиплоидов дает сорта преимущественно перекрестников.

Триплоиды, как было отмечено, также используются в современной селекции. Часто это многолетние вегетативно размножаемые культуры (плодовые, лесные породы), для которых бесплодные триплоидных форм не имеет значения. Но среди используемых в производстве триплоидов есть также одно-двулетние культуры, размножаемые семенами. Это всегда гибриды тетраплоидов и диплоидов, которые каждый раз приходится получать заново. Особенным успехом пользуется триплоидная сахарная свекла и триплоидный арбуз. Выигрыш здесь в более высоких сборах сахара с гектара у сахарной свеклы, в более высокой сахаристости арбуза (триплоидный арбуз ценен еще и отсутствием семян).

Триплоидные гибриды сахарной свеклы (Кубанский полигибрид 9 и др.) создал и внедрил в производство А. Н. Лутков. Триплоидный арбуз был получен японским генетиком Кихара.

Получение семян триплоидов и возделывание их имеют некоторые особенности. Так, высадка корней сахарной свеклы для получения триплоидных семян производится в отношении 3 тетраплоида к 1 диплоиду, поскольку пыльца диплоида более активна. В результате перекрестного опыления, которое идет не только между диплоидами и тетраплоидами, но и внутри этих групп, получается смесь триплоидных, диплоидных и тетраплоидных семян, так называемая *анизоплоидная популяция*. При посеве таких семян процент триплоидных растений постепенно возрастает в силу того, что триплоиды отличаются большей мощностью и при прорывке (шаровке) остаются в посеве, в то время как диплоидные и тетраплоидные растения элиминируются. Считается, что приемлемым показателем является уже 50-процентное присутствие триплоидных семян в популяции. К концу вегетации триплоидные растения занимают примерно 3/4 посева.

При выращивании триплоидных арбузов цветки их приходится опылять пылью диплоидов — без этого плоды не развиваются.

Селекция автополиплоидов дала сельскому хозяйству целый ряд сортов ржи, гречихи, клевера и других культур, не считая тетра- и триплоидных сортов яблонь, груш, бананов.

Первая тетраплоидная рожь была создана русской исследовательницей Л. П. Бреславец, а первый коммерческий сорт Стилл — шведскими селекционерами. Впоследствии появились и другие сорта, в том числе и созданные путем гибридизации тетраплоидов.

Первый сорт тетраплоидного клевера — Тетраалсайк — был выведен в Швеции. Сейчас тетраплоидных клеверов довольно много: ТетраВИК, Темн. Тетраплоидный ВЖ, Тимирязевец и др.

Тетра- и триплоидных сортов плодовых культур довольно много в США, Канаде и других странах. К ним относятся сорта яблоки, груши. Сорт триплоидного банана Кавендиш занимает основные площади под этой культурой.

Но тетраплоидные сорта не вытеснили диплоиды. И те и другие возделываются в производстве.

Сорта диплоидной и тетраплоидной ржи в Германии, триплоидные гибриды сахарной и кормовой свеклы вытесняются межлинейными гетерозисными гибридами. В то же время широко возделываются тетраплоидный клевер и тетра-триплоидные плодовые культуры. Получил распространение в производстве амфидинлоид ржи и пшеницы — тритикале.

Перспективный способ современной селекции — гаплоидия. Гаплоиды — организмы, которые содержат одинарное число хромосом. Нормальный мейоз у них невозможен, поскольку отсутствуют гомологи в хромосомном наборе и, следовательно, мейоз протекает с нарушениями: биваленты в метафазе не образуются, а значит, не могут возникнуть и нормальные гаметы. Поэтому гаплоиды не образуют семян. Удвоение гаплоидного набора хромосом воздействием кохляцина приводит к восстановлению диплоидного набора хромосом. У удвоенных гаплоидов нормально протекают процессы мейоза и митоза. К тому же все локусы у них гомозиготны. Это используется в селекции. После проведения гибридизации у самоопыляющейся культуры методом удвоенных гаплоидов можно быстро получить полностью гомозиготные формы. В обычной селекции самоопылителей для повышения степени гомозиготности гибридов требуется получать несколько их поколений, а гаплоиды позволяют избавиться от гетерозигот уже в первом поколении. У перекрестников при селекции гетерозисных гибридов удвоенные гаплоиды используются в качестве самоопыленных линий.

Первыми полученными с помощью гаплоидов сортами ячменя в СССР являются Исток и Одесский 115, а в России — Биос 1.

Гаплоиды могут быть успешно применены и при отдаленной гибридизации, если родительские формы кратно отличаются числом хромосом. Так, перевод картофеля на гаплоидный уровень позволил получить гибриды в достаточном количестве при скрещивании *S. tuberosum* (тетраплоид, имеющий 48 хромосом) с *S. rybinii*, имеющим 24 хромосомы.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое полиплоидия?
2. Какова история искусственного получения полиплоидов?
3. Каковы основные принципы классификации полиплоидов?
4. Культуры, имеющие естественный полиплоидный ряд.
5. В чем преимущество полиплоидов в сравнении с исходными диплоидными формами?
6. Что такое оптимальный уровень плоидности?
7. Каковы способы получения полиплоидов?
8. Какие характеристики растений могут служить косвенными признаками идентификации вновь созданных полиплоидов?
9. Как проводят окончательное выделение полиплоидов?

10. В чем причина низкой семенной продуктивности у вновь созданных автополиплоидов?

11. Почему полиплоидная селекция оказалась более эффективной у перекрестноопыляющихся культур, чем у самоопылителей?

12. Триплоидия и ее использование в селекции. Каковы методы получения триплоидов?

13. Какие типы гаплоидов чаще всего используют в селекции растений?

14. Каковы успехи использования полиплоидии и гаплоидии в селекции растений в настоящее время и в перспективе.

Глава 9. Получение исходного материала методами биотехнологии

Биотехнологические методы в селекции растений стали применяться примерно с середины XX в. Часто методы биотехнологии позволяют решать задачи, которые традиционными методами селекции решить невозможно или чрезвычайно трудно. Отличительным признаком биотехнологических методов, используемых в селекции растений, являются манипуляции *in vitro*.

Все методы биотехнологии могут быть использованы в практической селекционной работе. При этом они могут быть использованы как на отдельном ее этапе, так и на всех этапах селекции.

С помощью методов биотехнологии можно создавать новый исходный материал для селекции. Хотя это только часть использования данных методов в селекции. Широко в селекции используются методы получения удвоенных гаплоидов. Они позволяют быстро перевести полученные в результате гибридизации гетерозиготные формы в гомозиготные, получить самоопыленные линии при селекции гетерозисных гибридов.

Все биотехнологические методы, которые применяются в селекции растений, можно разделить на две группы: использование культуры клеток и тканей и генетическую (генную) инженерия. Последнюю принято рассматривать отдельно.

Существуют три вида культуры клеток и тканей: 1) каллусная культура; 2) культура клеток и агрегатов клеток; 3) культура протопластов.

Применение культуры клеток и тканей в селекции растений основывается на фундаментальном положении о тотипотентности любой клетки, т. е. сохранении способности воспроизвести растительную форму, которой клетка принадлежит, со всеми ее генотипическими и фенотипическими особенностями.

Новый исходный материал для селекции может быть получен методами культуры каллусной ткани, суспензионной культуры клеток (клеток и агрегатов клеток), культуры протопластов. В результате обособления клеток или их протопластов появляются новые генотипические варианты, которые либо уже существовали в тканях исходного растения, либо появились в порядке спонтанных мутаций. Мутационная изменчивость в данных культурах может быть индуцирована физическими и химическими мутагенами. Путем слияния прото-

пластов клеток различных растительных форм и видов (*соматическая гибридизация*) могут быть получены гибридные протопласты и клетки.

Биотехнологические технологии на клеточном уровне используются для оплодотворения в искусственных условиях, выращивания гибридных зародышей, получения гаплоидов, микроклонального размножения, криосохранения клеток растений.

При отдаленной гибридизации используют оплодотворение *in vitro*. На питательную среду переносятся завязь или кусочки плаценты с семязпочками. На них наносят созревшую пыльцу. Метод был успешно применен при отдаленной гибридизации в роде *Tabacum*. Разрастание семязпочек указывает на то, что оплодотворение произошло.

При отдаленной гибридизации часто зародыш не может развиваться и гибнет, потому что эндосперм не способен обеспечить его нормальное питание. Для спасения таких зародышей используется эмбриокультура — перенос зародыша на питательную среду, на которой зародыш нормально формируется и способен к прорастанию. Этот метод был использован при получении гибридов между разными видами льна, у лука, томата и других культур.

Гаплоидия также используется при отдаленной гибридизации для преодоления нескрещиваемости видов с различным числом хромосом. Например, наш обычный картофель — природный тетраплоид. Он имеет в диплоидном наборе 48 хромосом. В этом роде имеются виды с диплоидным набором в 24 хромосомы, устойчивые к некоторым болезням и вредителям. Перевод *Solanum tuberosum* на гаплоидный уровень облегчил гибридизацию с ними.

Гаплоидия может найти применение и в мутационной селекции. Обработка гаплоидов мутагенами с последующим восстановлением диплоидного числа хромосом позволяет выявить рецессивные мутации уже в первом мутантном поколении и сразу закрепить их. Это особенно важно для перекрестно-опыляющихся растений, у которых выявление рецессивных мутантов — чрезвычайно трудная задача.

Методы биотехнологии позволяют не только создавать новый исходный материал для селекции, но и сохранять его разнообразие. Для этого используют криосохранение — хранение в жидком азоте (температура -196°C), клеток растений, включая сохранение пыльцы. Криосохранение позволяет хранить растительный материал практически неограниченное время.

Большой и важный раздел клеточной биотехнологии — оздоровление посадочного материала от вирусов и ряда болезней. Селекционеры редко пользуются данными методами, но при размножении ряда культур они широко используют.

Генная инженерия, заключается в конструировании генов или в переносе их из одних организмов в другие. Применительно к селекции растений генная инженерия позволяет создавать такие формы, которые невозможно создать традиционными методами. Эти формы селекция может использовать как готовые сорта после соответствующих испытаний или в скрещиваниях как доноров уникальных признаков. Но в настоящее время в нашей стране использование

ГМО (генно-модифицированных объектов) законодательно разрешено только в научных целях. Возделывание же таких форм в производстве запрещено.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Перечислите основные селекционные задачи, решаемые с помощью методов биотехнологии.
2. Какие биотехнологические методы применяются в селекции растений?
3. Как используется гаплоидия в селекции растений?
4. Крпосохранение растительного материала, его роль в селекции.

Глава 10. Отбор и формирование сорта

В природе действует *естественный отбор*. Отбор, который ведется в селекции, — это *искусственный отбор*.

Имеются также значительные отличия этих двух видов отбора, которые влияют на результаты селекционной работы.

Во-первых, естественный отбор, как правило, имеет дело с большими популяциями. Селекционный отбор всегда ведется из популяций сравнительно небольшого объема. Это ограничивает круг генотипов, которые могут быть представлены в популяции, а у перекрестноопыляющихся растений может вызывать изменение соотношения аллелей вследствие генетического дрейфа.

Во-вторых, естественный отбор у самоопылителей допускает исправление своих ошибок. Ошибки эти неизбежны, поскольку отбор ведется по фенотипу, который зависит от генотипа и среды, вызывающей модификационную изменчивость. Если генотип в результате естественного отбора должен быть исключен из популяции, но случайно попадает в благоприятные условия (например, на микроучасток с высоким почвенным плодородием), он может даже увеличить свое представительство в популяции за счет более высокого коэффициента размножения. Напротив, ценный в эволюционном отношении генотип может по тем же причинам терпеть временные неудачи. Но, поскольку отбор действует не в течение одного поколения, а в течение длительного времени, ошибки будут исправлены и «справедливость восстановлена».

Селекционный отбор действует жестко. Он, как правило, одноактен. Поэтому то, что не отбирается, возврату в популяцию не подлежит.

В-третьих, естественный отбор действует сам по себе, а селекционный — в совокушности с естественным отбором. *Селекционеру необходимо все время иметь в виду, что искусственный отбор всегда ведется на фоне естественного отбора.*

Основное условие для эффективности проведения отбора — наличие наследственной или генотипической изменчивости. Без этой изменчивости различия у разных отбираемых растений определяются только ненаследственной или модификационной изменчивостью.

Отбор желательных генотипов селекционером проводится из генетически разнородной популяции по морфологическим признакам растения — фенотипу. А на фенотип заметно влияет модификационная изменчивость — проявление

взаимодействия генов и среды. Поэтому ошибок при отборе, связанных с модификационной изменчивостью, очень много.

В селекции используют два основных вида искусственного отбора: массовый и индивидуальный.

Непосредственно по технике отбора элитных растений индивидуальный и массовый отбор не отличаются.

При массовом и индивидуальном отборе первоначально оцениваются и отбираются отдельные растения. Последующее действие селекционера при разных видах отбора различается. При массовом отборе семена с отобранных растений смешивают и выращивают следующее поколение на одной делянке (рис. 10.1), при индивидуальном — отдельно на разных делянках выращивают потомство каждого отобранного растения (рис. 10.2).



Рис. 10.1
Схема многократного массового отбора



Рис. 10.2

Схема однократного индивидуального отбора

Массовый и индивидуальный отбор имеют свои преимущества и недостатки.

Массовый отбор менее трудоемкий, чем индивидуальный: из каждой исходной популяции отбирается ряд растений, из которых формируется один образец. При индивидуальном отборе образец формируется из каждого отобранного растения. Этих образцов из одной популяции получается много (соответствуют числу отобранных растений). Уже из этого числа формируемых для дальнейшего посева и изучения образцов видно, что индивидуальный отбор существенно более трудоемок.

Однако массовый отбор не позволяет проследить потомство каждого отобранного растения в ряду поколений и выделить наиболее перспективные из них.

Индивидуальный отбор позволяет проследить потомство отобранных растений в ряду поколений и выявить ошибки, допущенные при отборе. При массовом отборе невозможно проследить потомство каждого отобранного растения в ряду поколений, оно смешано и разделить их невозможно.

Исторически массовый отбор предшествовал индивидуальному. Вся примитивная и народная селекция были построены на массовом отборе. Индивидуальный отбор начали применять в период промышленной селекции.

Отбор может быть однократным, двух-, трехкратным и т. д., вплоть до непрерывного.

У вегетативно размножаемых растений отбор однократный, поскольку в потомстве никакого расщепления не наблюдается.

У самоопылителей обычно также используют однократный отбор, но могут применять и многократный отбор. При селекции перекрестноопыляющихся культур чаще всего используется многократный отбор, а иногда он переходит в непрерывный.

В результате отбора и последующего испытания отобранных потомств можно получить сорт.

Сорт самоопыляющейся культуры в большинстве случаев — это потомство одного гомозиготного растения — линии. Часто такие сорта называются линейными.

У вегетативно размножаемых растений сорт — также потомство одного отобранного растения — клона.

У перекрестноопыляющихся культур сорт представляет собой постоянно обновляющуюся в результате переопыления входящих в него растений популяцию. Сорта перекрестноопыляющихся культур — сорта-популяции.

Поколение проведения отбора сильно отличается в зависимости от того, с каким объектом селекционер имеет дело: вегетативно размножаемая культура, самоопылитель, перекрестник.

Наиболее просто обстоит дело с вегетативно размножаемыми культурами. Отбор производят в первом поколении, на котором он и заканчивается. Генотип отобранного растения фиксируется, так как в дальнейшем размножение идет вегетативным путем. Гибридная селекция практически всех многолетних плодовых и ягодных культур, картофеля имеет дело с таким отбором.

Гораздо сложнее селекционная работа в том случае, если для культуры свойственно генеративное размножение. У самоопыляющихся культур сорт, как правило, представляет собой потомство одного гомозиготного растения. У перекрестноопыляющихся культур сорт представляет собой популяцию внешне сходных растений. Поэтому в проведении отбора у самоопыляющихся культур и перекрестников существуют принципиальные отличия.

У самоопылителей родительские формы гомозиготны, поэтому отбор из него не имеет смысла. Он может начинаться только с F_2 , где начинается расщепление, а может быть проведен и в более поздних поколениях.

Можно говорить о двух основных случаях отбора: из ранних (F_{2-3}) и из поздних F_3 (гибридных поколений). И тот и другой имеют и положительные и отрицательные стороны.

При отборе из ранних поколений селекционер отбирает преимущественно гетерозиготы, так как степень гомозиготности при расщеплении гибридов увеличивается очень медленно (рис. 10.3). Но селекционеры часто сознательно идут на отбор из ранних поколений с максимальным количеством гетерозигот,

Исторически массовый отбор предшествовал индивидуальному. Вся примитивная и народная селекция были построены на массовом отборе. Индивидуальный отбор начали применять в период промышленной селекции.

Отбор может быть однократным, двух-, трехкратным и т. д., вплоть до непрерывного.

У вегетативно размножаемых растений он однократный, поскольку в потомстве никакого расщепления не наблюдается.

У самоопылителей обычно также используют однократный отбор, но могут применять и многократный отбор. При селекции перекрестноопыляющихся культур чаще всего используется многократный отбор, а иногда он переходит в непрерывный.

В результате отбора и последующего испытания отобранных потомств можно получить сорт.

Сорт самоопыляющейся культуры в большинстве случаев — это потомство одного гомозиготного растения — линии. Часто такие сорта называются линейными.

У вегетативно размножаемых растений сорт — также потомство одного отбранного растения — клона.

У перекрестноопыляющихся культур сорт представляет собой постоянно обновляющуюся в результате переопыления входящих в него растений популяцию. Сорта перекрестноопыляющихся культур — сорта-популяции.

Поколение проведения отбора сильно отличается в зависимости от того, с каким объектом селекционер имеет дело: вегетативно размножаемая культура, самоопылитель, перекрестник.

Наиболее просто обстоит дело с вегетативно размножаемыми культурами. Отбор производят в первом поколении, на котором он и заканчивается. Генотип отбранного растения фиксируется, так как в дальнейшем размножение идет вегетативным путем. Гибридная селекция практически всех многолетних плодовых и ягодных культур, картофеля имеет дело с таким отбором.

Гораздо сложнее селекционная работа в том случае, если для культуры свойственно генеративное размножение. У самоопыляющихся культур сорт, как правило, представляет собой потомство одного гомозиготного растения. У перекрестноопыляющихся культур сорт представляет собой популяцию внешне сходных растений. Поэтому в проведении отбора у самоопыляющихся культур и перекрестников существуют принципиальные отличия.

У самоопылителей родительские формы гомозиготны, поэтому отбор из него не имеет смысла. Он может начинаться только с F_2 , где начинается расщепление, а может быть проведен и в более поздних поколениях.

Можно говорить о двух основных случаях отбора: из ранних (F_{2-3}) и из поздних F_{3-6} (гибридных поколений). И тот и другой имеют и положительные и отрицательные стороны.

При отборе из ранних поколений селекционер отбирает преимущественно гетерозиготы, так как степень гомозиготности при расщеплении гибридов увеличивается очень медленно (рис. 10.3). Но селекционеры часто сознательно идут на отбор из ранних поколений с максимальным количеством гетерозигот,

чтобы не терять время на выращивание ряда гибридных поколений. В последующем эти расщепляющиеся гетерозиготные формы бракуются.

Рост гомозиготности при расщеплении гибридов у самоопылителей

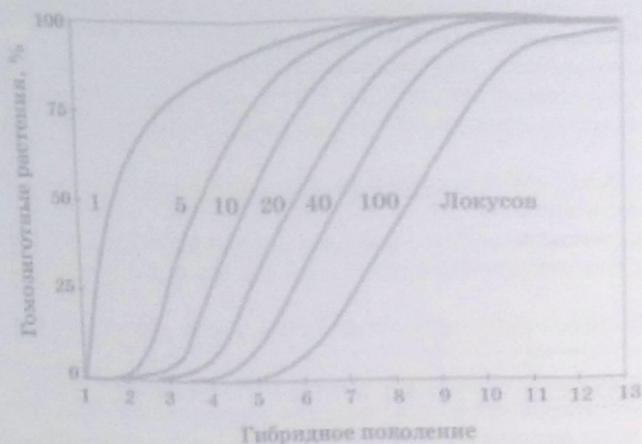


Рис. 10.3

Рост гомозиготности при расщеплении гибридов у самоопылителей

Часто, проводя отбор в ранних поколениях, селекционер не выбрасывает оставшуюся после отбора часть гибридной популяции, пересекает ее в течение ряда поколений и проводит повторные отборы из нее в более поздних поколениях. Повторный отбор может быть однократным и многократным.

Например, при проведении отбора растений в F_2 ряд следующих поколений пересевают без проведения отбора. Однократный повторный отбор проводят в более позднем, например в F_7 , поколении.

Отбор из ранних поколений с многократными (ежегодными) повторными отборами из лучших семей (остальные семьи целиком бракуются) до достижения константности, т. е. видимой однородности, носит название метода педигри (рис. 10.4).

В поздних гибридных поколениях гораздо больше шансов отобрать гомозиготы. Метод отбора из поздних поколений (F_{5-6} и т. д.) имеет ряд наименований-синонимов: *метод пересева*, *метод массовых популяций*, *рами-метод*, *балк-метод* (по немецки «рамш» — мешанна, по английски «балк» — масса) (рис. 10.5).

При методе пересева — получения более поздних поколений для отбора — возникает проблема резкого роста популяции. Например, если в комбинации скрещивания родительских форм пшеницы получено 100 гибридных зерен, то при коэффициенте размножения 30 к пятому гибриднему поколению мы будем иметь около 81 млн семян, для посева которых потребуется площадь примерно 14 га.

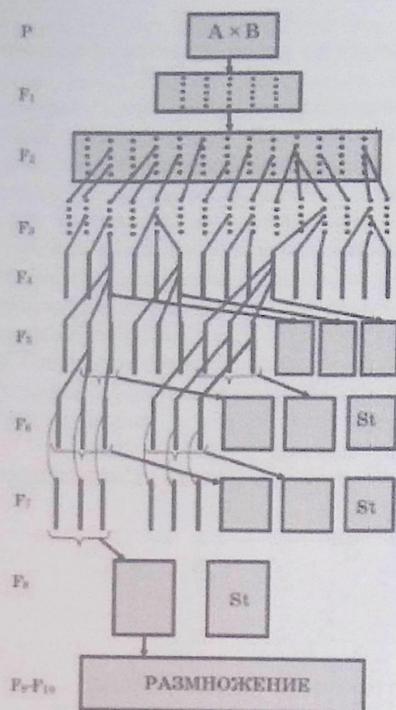


Рис. 10.4

Схема метода педигри

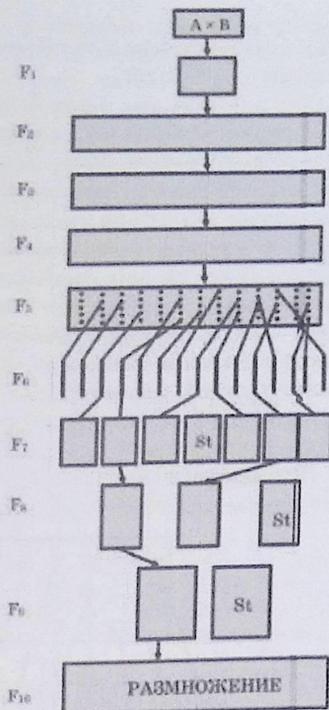


Рис. 10.5

Схема метода пересева

Поэтому необходимо сдерживать рост численности популяции до начала проведения отбора, по возможности без потери в сохранившихся в нее ценных генотипов.

Самый простой способ сдерживания роста численности популяции заключается в посеве части гибридной популяции и. При этом, конечно, возможна потеря части ценных генотипов.

Другой способ — метод односемянного потомства — ОСП (SSD — single seed descent method — метод происхождения от одного семени). При этом для пересева с каждого растения популяции (берут только одно семя. Метод ОСП довольно трудоемок, поэтому применение его ограничено.

Рост популяции можно сдерживать, проявляя в процессе пересева массовый отбор по основным морфологическим признакам растений, интересующим селекционера. Например, отбирая и используя для получения следующего поколения низкорослые или окрашенные формы. При этом популяция обогащается такими ценными формами.

Объем популяции при отборе имеет большое значение. Из-за редкой встречаемости наиболее ценных форм объем популяции должен быть достаточно велик. В то же время объем гибридной популяции не бесконечен. Он

ная депрессия может и не дать им проявиться и во всяком случае резко снижает продуктивность растений.

Сорт перекрестника может быть создан массовым отбором. Это наиболее простой способ, который широко использовался в то время, когда профессиональная селекция только начиналась. В современной селекции его используют редко, чаще прибегают к индивидуальному отбору. Отбор у перекрестников, размножающихся семенами, связан с той или иной степенью изоляции.

Какой вид отбора предпочесть, зависит от свойств, на которые ведут отбор (чем сильнее свойство модифицируется, тем меньше успех отбора), и от реакции культуры на инбридинг (сильная реакция затрудняет отбор в случае высокой степени изоляции потомств отобранных растений). Например, урожайность подвержена сильной модификационной изменчивости, а длина вегетационного периода под влиянием нестроты почвенного плодородия варьирует мало. Рожь обнаруживает сильную инбредную депрессию вплоть до гибели большого числа растений.

Нежелательное переопыление семей в процессе испытания исключает метод половинок (метод резервов) (рис. 10.9).

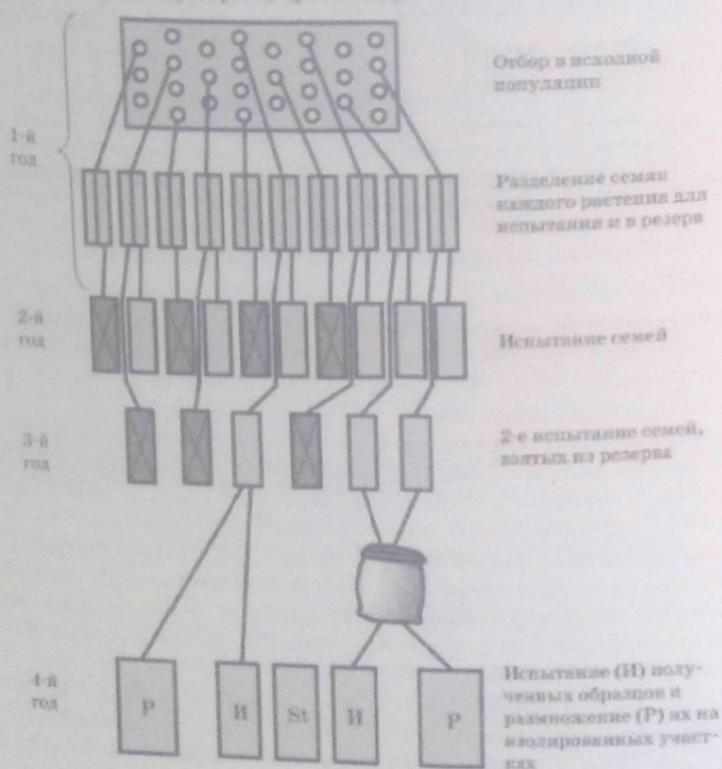


Рис. 10.9
Схема метода резервов (половинки) у перекрестников

Если инбредная депрессия все же проявляется достаточно сильно, используют *семейно-групповой отбор*. При работе этим методом формируются группы семей. Группа формируется по принципу схожести семей. Перепыльцение растений происходит в пределах группы семей (рис. 10.8). Например, входящие в группу семьи отличаются низкостебельностью, скороспелостью, устойчивостью к каким-то заболеваниям, а в другую группу входят семьи с более высоким стеблем, среднеспелые и тоже устойчивые к ряду заболеваний. Изоляция нужна только для соответствующих групп семей. Она может быть пространственной, поскольку групп немного, в сравнение семей ведется только в пределах группы. Инбредная депрессия при работе данным методом существенно ослабляется, но не исключается полностью, так как сама схожесть семей в группе уже свидетельствует об их генетической близости.

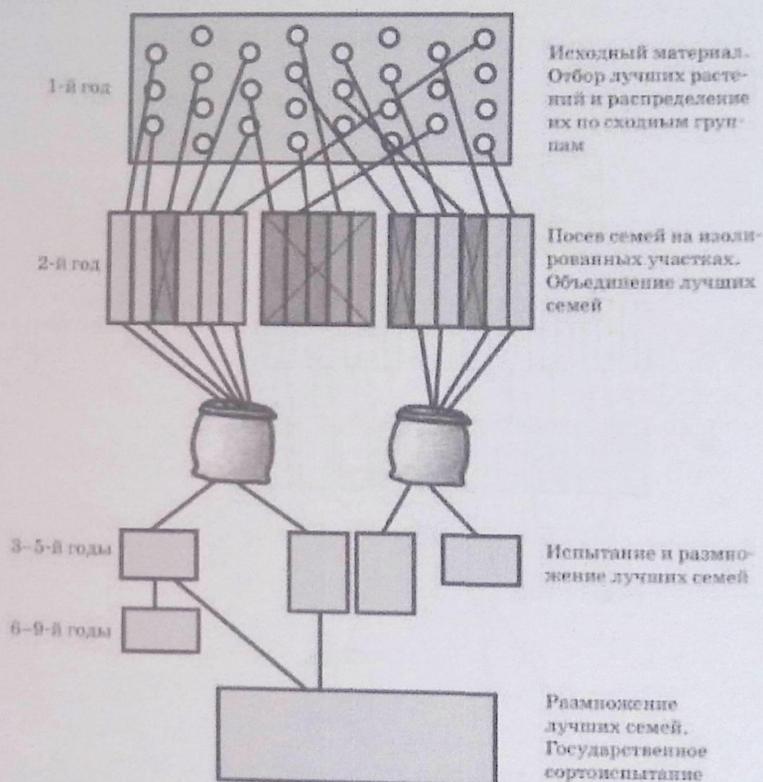


Рис. 10.8

Схема семейно-группового отбора

Таким образом, индивидуально-семейный отбор способен лучше, чем семейно-групповой, выделить семьи с желаемыми характеристиками, но инбред-

ная депрессия может и не дать им проявиться и во всяком случае резко снижает продуктивность растений.

Сорт перекрестника может быть создан массовым отбором. Это наиболее простой способ, который широко использовался в то время, когда профессиональная селекция только начиналась. В современной селекции его используют редко, чаще прибегают к индивидуальному отбору. Отбор у перекрестников, размножающихся семенами, связан с той или иной степенью изоляции.

Какой вид отбора предпочесть, зависит от свойств, на которые ведут отбор (чем сильнее свойство модифицирует, тем меньше успех отбора), и от реакции культуры на инбридинг (сильная реакция затрудняет отбор в случае высокой степени изоляции потомств отобранных растений). Например, урожайность подвержена сильной модификационной изменчивости, а длина вегетационного периода под влиянием нестроты почвенного плодородия варьирует мало. Рожь обнаруживает сильную инбредную депрессию вплоть до гибели большого числа растений.

Нежелательное переопыление семей в процессе испытания исключают методом половинок (метод резервов) (рис. 10.9).

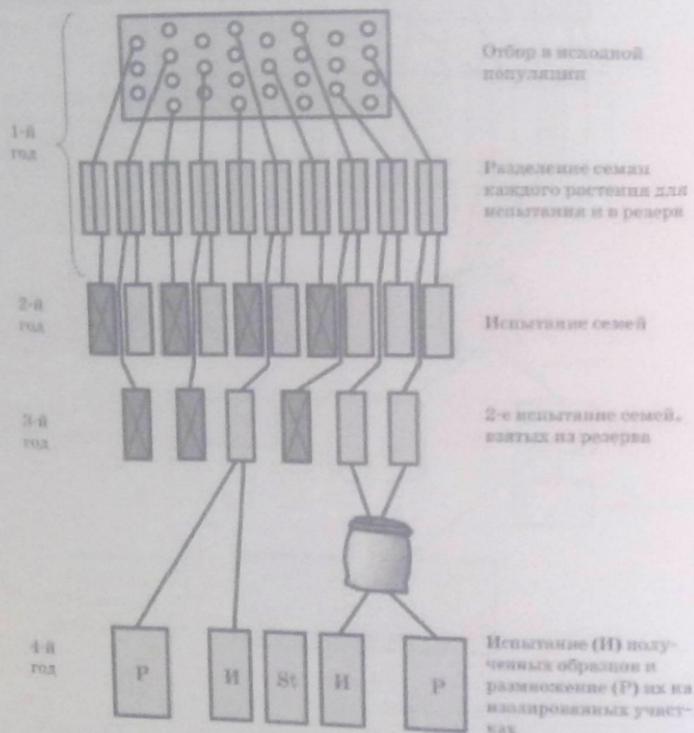


Рис. 10.9
Схема метода резервов (половинок) у перекрестников

Первоначально этот метод был разработан в нашей стране для селекции подсолнечника. Семена от каждого элитного растения делят пополам или на большее число частей. Одну часть высевают для испытания, а остальные хранятся. Во время испытания происходит переопыление, в том числе и с участием нежелательных семей. Проведя испытание, все изучаемые в поле образцы обезличиваются. Для посева в следующем году берутся только лучшие по комплексу признаков и свойств семьи. Семена для посева этих семей берутся из резерва.

Отбор проводится на различных фонах. Чаще всего этим фоном является естественный фон, т. е. отбор проводится в складывающихся во время вегетации растений условиях выращивания.

Но часто условия вегетации не позволяют провести оценку на ряд факторов. Для оценки устойчивости к неблагоприятным факторам (засухе, низким температурам, засолению, затоплению и т. п.) искусственно создается провокационный фон. Например, необходимо оценить засухоустойчивость изучаемых образцов, а условия вегетационного периода не позволяют это сделать. Для проведения такой оценки могут использоваться климокамеры, теплицы, пленчатые или поликарбонатные засушники.

Для оценки устойчивости к болезням создается инфекционный фон. При этом способ заражения изучаемого селекционного материала зависит от биологии патогена (его возбудители вносятся в почву, обрабатываются семена или вегетирующие растения).

Как правило, отбор определенного генотипа проводится по отдельному растению. Отбор можно проводить также по отдельным частям растения — колосьям или метелкам. Например, у ржи отбор ведут по растению, так как для этой культуры очень важна продуктивная кустистость растений. У пшеницы, ячменя, овса часто отбирают не целые растения, а их отдельные части — колосья или метелки. У плодовых и ягодных культур возможен отбор отдельных побегов в случае обнаружения соматических мутаций с последующим их вегетативным размножением.

При отборе ориентируются на прямые и косвенные признаки. Можно вести отбор на крупность колоса у злаков, на величину и плотность кочана у капусты, на величину и форму корнеплода у свеклы, моркови, репы. Но не всегда такой прямой отбор возможен. У плодовых культур приходится вести отбор по косвенным признакам, которые связаны с продуктивностью будущего сорта. По косвенным признакам ведут отбор и у других культур, если почему-либо прямой отбор невозможен, например об устойчивости к полеганию судят по высоте стебля и толщине соломины, поскольку в популяции склонность к полеганию отдельных растений выявить невозможно.

В случае, если оценить разные признаки в одну и ту же фазу не представляется возможным, прибегают к тандемному (неодновременному) отбору. При селекции пшеницы в год с сильным развитием бурой (листовой) ржавчины в фазу молочной спелости отмечают этикетками устойчивые растения, поскольку ко времени уборки листья засыхают и определить, были ли они покрыты пустулами ржавчины, затруднительно. А перед уборкой из этих растений отбирают

е колосья. При таком последовательном от-
ить объем первого отбора (вести слишком
я популяция для последующих отборов.
екс свойства. Односторонний отбор может
там вследствие отрицательных генетиче-
ронный отбор по массе колоса может при-
го мощный колос требует слишком много
ния.

и лучшие по своим показателям растения
— бракуются. Поэтому такой негативный
гда называют браковкой.

ния для самоконтроля

ни растений.

жду естественным и искусственным (селек-

искусственного отбора и опишите истори-
льзования.

дивидуального отбора? Каковы различия

атки массового и индивидуального отбора?

моопылителей, перекрестноопыляющихся
ых культур?

статки отбора из ранних (F_2 , F_3) и поздних

кращения роста объема популяций при от-
й?

методом педигри (родословных), его пре-

у перекрестников?

тбора у перекрестников по степени изоля-

? В каких случаях его используют?

вкционный процесс

авляет собой самую существенную функ-
ого хозяйства. Это цепь технологических
ной последовательности, имеющая конеч-
исных гибридов.

ст из трех основных этапов:

ла и создание популяций для отбора;

ели их частей);

ранних растений.

ит из отдельных звеньев, размещающихся в
быть и *in vitro*, если речь идет о биотехно-

логии). В совокупности они представляют все три этапа селекционного процесса, о которых говорилось выше.

Совокупность звеньев селекционного процесса, чередующихся в определенном порядке, обеспечивающем всю технологическую цепочку создания сорта, называется *схемой селекционного процесса*. Такая схема для зерновых, зернобобовых и крупяных культур приведена на рисунке 11.1.

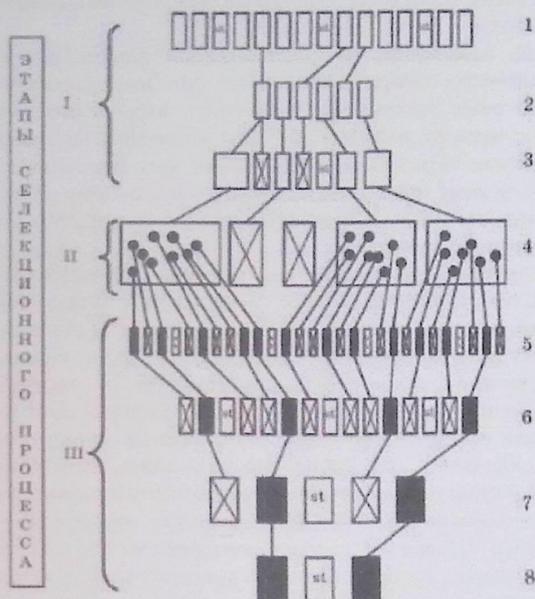


Рис. 11.1

Схема селекционного процесса у растений-самоопылителей.

I этап: 1 — коллекционный питомник (Кол); 2 — питомник гибридизации (ПГ); 3 — гибридный питомник F_1 ; II этап: 4 — гибридный питомник F_2 и последующих поколений (ПГ), питомник обора (Ю); III этап: 5 — селекционный питомник (СП); 6 — контрольный питомник (КП); 7 — предварительное сортоиспытание (ПСИ); 8 — конкурсное сортоиспытание (КСИ).

В коллекционном питомнике (Кол) размещается исходный материал для селекции.

Для удобства работы методом гибридизации сеют питомник гибридизации (ПГ), в котором выращиваются родительские формы. В этом питомнике проводят скрещивания.

Полученные гибриды, начиная с первого поколения (F_1) и заканчивая поколением, из которого ведется отбор элитных растений, сеются в гибридном питомнике (ПГ). Название «гибридный питомник» относится к случаю, когда работа ведется методом гибридизации. Но это может быть и питомник мутантов, и питомник полиплоидов, и питомник популяций, полученных другими методами.

Последний гибридный питомник, в котором проводят отбор элитных растений, принято называть *питомником отбора (ПО)*.

Отобранные растения сеются в селекционном питомнике сначала первого, а потом второго года (СП 1 и СП 2). В селекционных питомниках происходит оценка — первичное испытание потомств отобранных (элитных) растений.

В последующих звеньях — контрольном питомнике (КП), предварительном (малом) сортоиспытании (ПСИ) и конкурсном сортоиспытании (КСИ) испытания продолжают.

Длительность испытаний объясняется двумя причинами: необходимо испытать потомства отборов в различных погодных условиях, которые в разные годы могут резко различаться, и накопить достаточное количество семян за счет естественного размножения для заключительного, конкурсного сортоиспытания. Именно различия в различных условиях заставляют также держать наиболее ценные потомства, имеющие перспективу стать коммерческими сортами, не один год (а, как правило, три) в конкурсном сортоиспытании, наиболее точном и достоверном.

Из схемы селекционного процесса на рисунке 11.2 видно, что звенья ее составляют питомники и сортоиспытания. Функции питомников разнообразны: они могут служить и для оценки селекционных образцов (коллекционный питомник, селекционный и контрольный питомники), и для создания популяций (питомник гибридизации), и для работы с популяциями — их оценки, отбора (гибридный питомник). Функция сортоиспытаний — оценка потомств отобранных растений (если не считать функцию размножения, которая характерна и для питомников. Особенно она важна для начальных испытаний потомств элитных растений у культур с небольшим коэффициентом размножения).

Схема селекционного процесса делится на две части. Границей между ними является отбор. Первая (до окончания отбора) — это питомники с разнообразными функциями, которые соответствуют двум первым этапам селекционного процесса: созданию популяций для отбора и отбору элитных растений. Вторая — это питомники и сортоиспытания, в которых осуществляется испытание потомств элитных растений. В связи с различными функциями этих двух частей отличаются и подходы к определению числа звеньев в них, норм высева, коэффициентов размножения, технических данных звеньев и системы оценок.

Есть большие различия в объеме селекционных оценок до отбора и после отбора, в зависимости от того, с какой культурой имеет дело селекционер.

В ходе испытаний продолжается отбор, в результате которого для посева в дальнейшем питомнике оставляются лучшие образцы, а остальные бракуются и дальше не испытываются.

Максимальное количество изучаемых образцов после проведения отбора насчитывается в селекционном питомнике первого года. У большинства колосовых и метельчатых культур, из-за их небольшого коэффициента размножения, каждый образец сеется на небольшой (1–2 м²) деланке, часто без повторности. В последующих питомниках число изучаемых сортообразцов уменьшается, но повышается повторность и увеличивается площадь деланки каждого образца. Так, контрольный питомник может иметь 2–4-кратную повторность и площадь делан-

ки 5–10 м², а конкурсное сортоиспытание — 4–6-кратную повторяемость с площадью делянки 10–25 м².

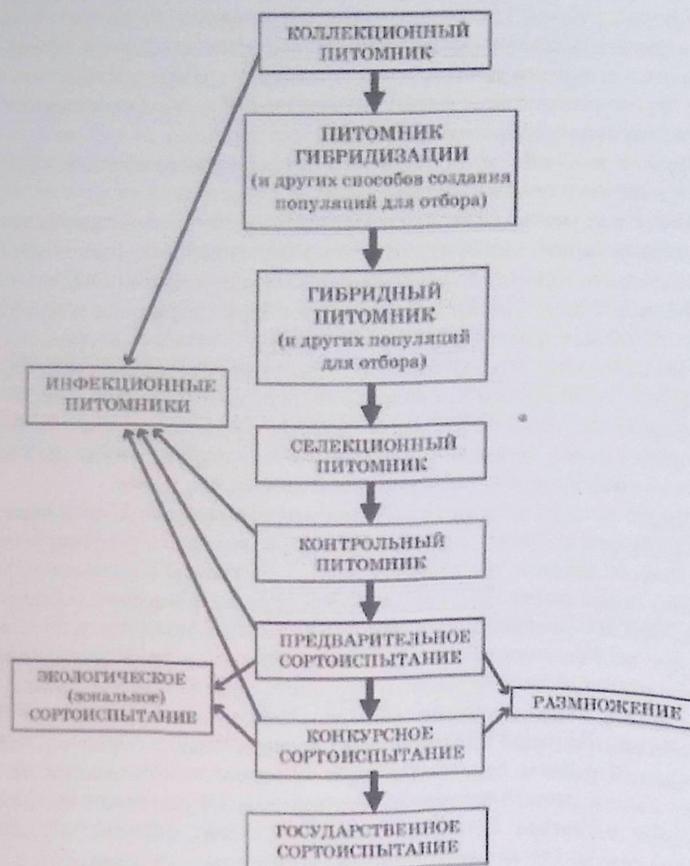


Рис. 11.2

Принципиальная схема селекционного процесса

Селекционный процесс в различных селекционных учреждениях может существенно отличаться, даже если речь идет об одной культуре. Тем более он отличается, если селекционируются разные культуры, в особенности сильно различающиеся биологией роста и развития.

Конкретный селекционный процесс характеризуется рядом особенностей. Можно выделить пять основных из них:

- 1) способ работы с селекционным материалом;
- 2) схема селекционного процесса вместе с элементами методики полевого опыта;
- 3) технические данные звеньев этой схемы;

4) объем селекционного процесса;

5) система селекционных оценок.

Способ работы с селекционным материалом включает продолжительность изучения исходного материала. От нее зависит схема и объем селекционного процесса, методы создания популяций для отбора, методы проведения отбора и другие особенности, тесно связанные с общебиологическими, чаще всего с генетическими, закономерностями.

Другие особенности конкретного селекционного процесса носят в значительной мере технический характер.

Выше уже указывалось, что популяции могут создаваться различными методами: гибридизацией, мутагенезом, полиплоидизацией, методами биотехнологии.

Методы отбора также разнообразны: можно отбирать отдельные растения или группы растений, вести отбор из различных гибридных и мутантных поколений, на разных фонах, с разной степенью изоляции отобранных растений и т. д. Подробно все эти случаи отбора будут рассмотрены в последующих главах. Другие особенности селекционной работы опять-таки рассмотрены там, где это наиболее целесообразно. В качестве примера можно привести различные нормы высева, которые применяются в селекции, чтобы добиваться определенного коэффициента размножения и для других целей.

Число звеньев в схеме может широко варьировать в зависимости от культуры, с которой работает селекционер, норм высева, коэффициента размножения, площади делянок, повторности и способа работы с селекционным материалом. Так, просо имеет больший коэффициент размножения и меньшую норму высева, чем лен-долгунец, поэтому и схема селекционного процесса у него короче: нет необходимости иметь большое число звеньев испытания потомств элитных растений до конкурсного сортоиспытания — необходимое количество семян может быть получено быстро. Можно какие-то звенья исключить, например контрольный питомник или предварительное сортоиспытание.

Способ работы с селекционным материалом отражается на начальных звеньях селекционного процесса. Коллекционный материал однолетних культур может изучаться в течение сезона, а может оцениваться два-три года. В первом случае схема укорачивается, во втором — удлиняется, зато образцы будут изучены более досконально, что позволит более обоснованно подбирать пары для скрещивания или образцы для других способов создания популяций. В первом случае можно будет приступить к созданию популяций из данной серии исходного материала раньше, но объем работы при этом возрастет. В частности, придется увеличивать число гибридных комбинаций, так как прогноз их ценности будет менее точен. Отбор может быть произведен из ранних гибридных поколений, например из F_2 , и из поздних. Естественно, и гибридный питомник будет состоять из различного числа звеньев.

Размер делянок и повторность в звеньях селекционного процесса определяют необходимое количество семян при прочих равных условиях и, следовательно, влияют на число звеньев в схеме.

В селекционном процессе проводится сравнение всех селекционных образцов со *стандартом* — лучшим для данной зоны существующим в производстве

сортом (гибридом) данной культуры. Это сравнение, как правило, осуществляют в блоках. *Блок* составляет определенное количество потомств и стандарт, который сеют в середине блока. Для бесповторного посева, характерного для ранних звеньев селекционного процесса, — это единственный способ сравнить (через стандарт) образцы питомника. Чем больше семей входит в блок, чем меньше точно сравнение. Частота размещения стандарта, т. е. число образцов в блоке, также составляет одну из особенностей селекционного процесса.

К особенностям схемы селекционного процесса относится и способ размещения образцов (вариантов) в повторении. При этом могут применяться рандомизированное, систематическое и другие способы размещения.

Селекционные посевы большинства сельскохозяйственных культур располагаются на полосах (ранние звенья) или в ярусах (заключительные звенья — сортоиспытания). Между полосами — межполосные дорожки, между ярусами — межъярусные дорожки или дороги (коридоры). Они служат для прохода работников при наблюдениях и других операциях и для проезда техники. Принципиального различия между полосами и ярусами нет. Они отличаются шириной, ярус — шире. Делянки располагаются поперек яруса, а до появления кассетных сеялок располагались и поперек полосы. Между делянками — межделяночные дорожки (рис. 11.3, 11.4).

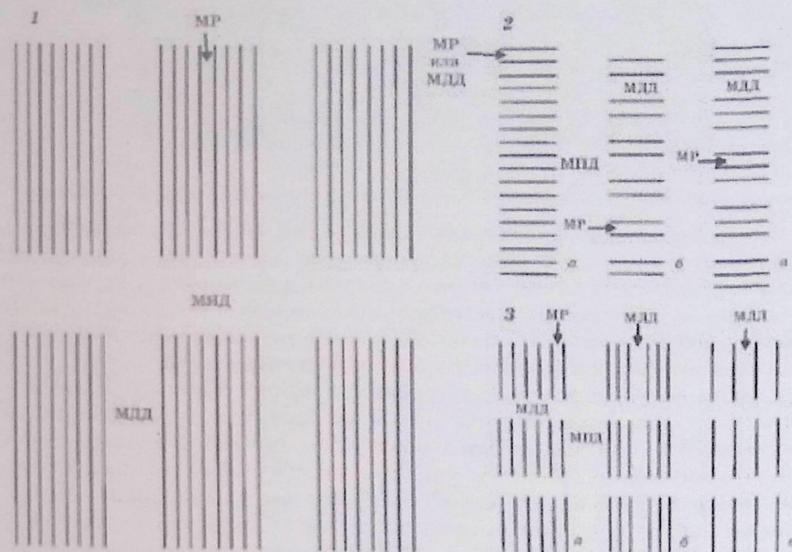


Рис. 11.3

Технические элементы сортоиспытаний и питомников:

МЯД — межъярусная дорожка; *МДД* — межделяночная дорожка; *МР* — междурядье; *МПД* — межполосная дорожка; 1 — делянка сортоиспытания; 2 — ручной посев; а-в — разное число рядков делянки; 3 — посев кассетной сеялки; а-в — различные типы посева СП кассетной сеялкой.



Рис. 11.4

Посев селекционного питомника СП-1 (слева) и конкурсного сортоиспытания (справа)

Селекционный процесс должен быть максимально технологичным. Ширина полос в ранних звеньях и делянок в сортоиспытаниях должна быть одинакова, так же как и ширина межполосных дорожек и ширина дорожек между делянками в сортоиспытаниях. Это позволяет вести культивацию всех питомников, не меняя положений рабочих органов культиватора, применять опрыскиватель с одной и той же колесой при борьбе с сорняками с помощью гербицидов (рис. 11.5).

В настоящее время для посева зерновых, крупяных и некоторых зернобобовых культур применяют два вида сеялок: центрального высева для посева сортоиспытаний и кассетные сеялки для посева питомников. Первые высевают сразу все рядки делянки. Вторые имеют для каждого рядка автономный высевающий аппарат. Оба вида сеялок обеспечивают посев одинаковой ширины (расстояние между крайними сошниками 90 см). Селекционные комбайны («Сидмайстер-125», «Хета-125», «Сампо-130») имеют соответствующую ширину режущего аппарата и при обычно принятых межделяночных дорожках шириной в 50 см убирают каждую делянку сортоиспытания, не «прихватывая» растений с соседних делянок.

С появлением кассетных сеялок делянки в питомниках стали располагаться вдоль полос. Собственно проход сеялки и образует полосу. Одна кассе-

та высевает несколько рядков. Они могут составлять одну делянку, а могут и более одной. Так, российская сеялка СКС-6А высевает из кассеты 6 рядков. Это могут быть одна шестирядковая делянка, две трехрядковые, три двухрядковые, шесть однорядковых делянок.



Рис. 11.5

Общий вид посевов селекционного процесса тритикале на селекционной станции РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева.

Слева — посевы размножения, в центре слева — селекционные питомники, в центре справа — конкурсное сортоиспытание.

Важная характеристика селекционного процесса — его объем. Ценные в хозяйственном отношении генотипы встречаются редко. Чем больше популяций для отбора, чем они многочисленнее, чем больше элитных растений отбирается из них, тем больше надежды на успех в выведении хозяйственно ценных сортов.

Объем селекционного процесса складывается из численности селекционных популяций в его звеньях, включая инфекционные и другие фоны, а также из объема операций по созданию популяций для отбора (например, числа колосьев для гибридизации), количества отобранных растений-родоначальников, а также из объема лабораторных анализов.

Число образцов в коллекции может сильно варьировать по годам в зависимости от привлечения исходного материала из разных источников. В других питомниках и сортоиспытаниях количество образцов более стабильно. Полное представление об объеме того или иного звена дает число делянок в питомнике и сортоиспытании, а оно, помимо количества образцов, включая стандарт, складывается и из числа повторений, т. е. показателем объема служит число делянок в звене.

Объемы разных звеньев селекционного процесса связаны через процент браковки образцов в предыдущем звене. Так, например, если в селекционном питомнике высевают 10 тыс. образцов, а процент браковки 90, то в контрольном, что в звеньях испытания потомств элитных растений процент браковки наиболее высок в самом первом звене — селекционном питомнике, а далее по мере продвижения к конкурсному сортоиспытанию снижается. Это связано с тем, что в селекционном питомнике очень много потомств ошибочно отобранных элитных растений и ошибки эти выявляются часто очень легко. Бракуются (например, у злаков) и с другими ясно видимыми дефектами. При отборе из ранних гибридных поколений самоопылителей бывает также много расщепляющихся потомств, которые нельзя пропускать в следующий питомник. От многоперегрузки следующий питомник, где делянки будут крупнее, появится понижая к конкурсному сортоиспытанию явно бесперспективных образцов будет все меньше, потому и процент браковки будет снижаться, несмотря на все более жесткий конкурс, связанный с введением новых оценок. В конкурсном сортоиспытании процент браковки вновь возрастает, поскольку для государственно-единичные, прошедшие жесткий конкурс сорта.

Процент браковки в звеньях, предшествующих селекционному питомнику, четких закономерностей не имеет. В коллекциях периодически освобождаются от бесперспективных образцов. Гибридные (мутантные и т. д.) популяции могут браковаться как явно бесперспективные, но процент браковки невелик. Количество отобранных элитных растений определяет объем селекционного питомника. Помимо отбора в поле на конечный отбор элит влияет процент лабораторной браковки.

Объем работы по созданию популяций для отбора зависит от метода создания популяций. Для гибридизации это будет количество гибридных комбинаций и число соцветий (например, колосьев у злаков) и в конечном счете разное, обрабатываемых мутагенами и т. д.

Объем лабораторных анализов селекционного материала складывается из количества и сложности анализа.

Из всех характеристик селекционного процесса объем — самая нестабильная. Он сильно зависит от характеристик селекционного материала (удачные гибридные комбинации дают больше элитных растений, потомства этих растений в меньшей степени подвергнутся браковке), от погоды (дождливая погода может не позволить выполнить план гибридизации, в засуху могут не проявиться полетание, что исключит браковку по этому показателю и т. д.) и просто от смены селекционных программ. Поэтому говорить об объеме конечного селекционного процесса можно, только опираясь на некие усредненные показатели.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое селекционный процесс?
2. Основные этапы селекционного процесса и их характеристика.
3. Приведите схему селекционного процесса для пшеницы при использовании метода гибридизации.
4. Два основных типа селекционных посевов в селекционном процессе.
5. Что понимают под способами работы с селекционным материалом?
6. Из чего складывается объем селекционного процесса?
7. Назовите характерные тенденции при движении селекционного материала от селекционного питомника 1-го года изучения к конкурсному сортоиспытанию.

Глава 12. Селекционные оценки

На всех этапах селекционного процесса во все фазы развития растений (или после уборки урожая) ведутся селекционные оценки. Без проведения оценок селекционного материала невозможно определить перспективность коллекционных образцов с целью их использования в качестве родительских форм. Отбор растений из питомника отбора проводится также на основании проведения селекционных оценок. Последующее испытание отобранных растений и их браковка или оставление для дальнейшего испытания также зависят от результатов селекционных оценок.

Селекционные оценки могут различаться по месту проведения (полевые и лабораторные), по характеру оценки (прямые и косвенные), по используемому оборудованию (органолептические и инструментальные), по используемым методам (стандартные и микрометоды), признакам и свойствам, которые они оценивают.

По месту проведения оценки подразделяются на две большие группы: *полевые и лабораторные*. Полевые оценки проводят в поле, на плантации овощных и ягодных культур, в саду, в теплице, фитотроне, ростовых камерах — все это оценки «в поле». Лабораторные оценки проводят в условиях лаборатории. Есть оценки, которые в равной мере ведутся и в поле, и в лаборатории (лабораторно-полевые оценки). Это описание морфологических и анатомических особенностей селекционных образцов.

Фон, на котором проводятся оценки, может быть различным. Имеются в виду не столько различия в агротехнике, хотя и они имеют значение (например, испытания на интенсивном и обычном фоне выявляют различия в реакции сортов на улучшение условий возделывания), сколько фоны, резко отрицательно влияющие на жизнедеятельность растений. На естественном фоне выращивания растения часто не складываются условия, позволяющие оценить селекционный материал на устойчивость к вредоносным абиотическим и биотическим факторам. Для этого специально создаются *провокационные и инфекционные фоны*.

Провокационные фоны выявляют устойчивость к абиотическим факторам: недостатку или избытку влаги в почве, высокой кислотности почве, ее засоленности, чрезмерно высоким и низким температурам и т. д. Приемы создания

провокационных фонов многообразны: растения или их части промораживают в морозильных камерах, помещают их на защищенные от атмосферных осадков участки («засушники»). Чтобы испытать образцы на солеустойчивость, высевают селекционный материал на засоленном участке, на устойчивость к кислой почве — на участке с низким Ph. То есть искусственно создаются экстремальные условия, которые в условиях года испытания не сложились.

Инфекционные фоны связаны с искусственным заражением посева болезнями. Приемы заражения чрезвычайно многообразны и зависят от особенностей возбудителей болезней.

Для оценки устойчивости к патогену, передающемуся растению через почву, можно просто использовать участок, на котором культура длительно бессменно высевалась и паразит накопился. Такой прием используют в селекции пшеницы, льна, клевера и других культур для оценки устойчивости к корневым гнилям, в селекции крестоцветных — для оценки устойчивости к киле и т. д.

В других случаях *инокулом* (заразное начало) готовят искусственно и применяют различные способы заражения в зависимости от природы патогена. Это может быть опыление посева спорами патогена в смеси с наполнителем (тальком, мукой) — заражение пшеницы бурой ржавчиной; опрыскивание суспензией спор — заражение сеянцев яблони мучнистой росой; нанесение инфекционного начала на поверхность органа — перемешивание семян пшеницы со спорами твердой головки; то же, но во внутрь органа — спор пыльной головки внутрь цветка ячменя или пшеницы; введение инокулома непосредственно в ткани растения — заражение вирусами путем втирания сока, полученного от больного растения, или передача вирусной инфекции с помощью насекомых-вирусоносителей.

Применяют также посев восприимчивых форм — *растений — накопителей инфекции* — вместе с испытываемым материалом для более быстрого распространения болезни, например при заражении пшеницы бурой ржавчиной или пшеницы и ячменя пыльной головней.

Инфекционные фоны могут сочетаться с провокационными, создающими наиболее благоприятные условия для заражения. Например, семена пшеницы, зараженные спорами твердой головки, высевают в возможно ранние сроки и на большую, чем обычно, глубину. Семена при этом прорастают медленно, и паразит успевает внедриться в ткани молодого растения. При быстром прорастании этого может и не произойти. Снежной плесенью озимые злаки заражают, раскладывая в посеве резку соломы пораженных растений, а зимой искусственно наращивают снеговой покров, чтобы спровоцировать выпревание посевов.

Оценки могут быть *прямыми и косвенными*.

Прямая оценка означает непосредственную оценку изучаемого признака или свойства. Урожайность определяют взвешиванием, содержание белка — химическими методами (осаждая белок и определяя содержание азота в осадке по Кельдалю или прямо определяя содержание азота и пересчитывая его в содержание белка с помощью определенного коэффициента) и т. д.

Косвенная оценка означает не оценку непосредственно самого изучаемого свойства, а оценку показателя, связанного с этим свойством корреляционной зависимостью.

Естественно, что прямые оценки объективнее косвенных. Соответствие прямых и косвенных оценок в большинстве случаев неполное. Так, коэффициент корреляции между хлебопекарными свойствами сортов, определенными прямым путем (выпечкой хлеба) и косвенным (показателем седиментации — толщиной осадка, полученного после взбалтывания навески муки в растворе молочной кислоты), составляет в среднем 0,70. Иногда прямая и косвенная оценки практически совпадают. Так, оценка содержания крахмала в клубнях картофеля биохимическим путем и путем определения удельной массы клубня (чем больше удельная масса, тем больше содержание крахмала) дают одни и те же результаты. Но это довольно редкие случаи. Поэтому в качестве основного недостатка косвенных оценок нужно признать их недостаточное соответствие прямым.

В то же время косвенные оценки имеют ряд преимуществ, благодаря которым их нередко используют в селекционном процессе вместо прямых. Так, если в данном сезоне отсутствовало повреждение растений неблагоприятными абиотическими факторами и прямая оценка устойчивости к ним оказалась невозможной, можно воспользоваться косвенными оценками. Например, зима была теплой, и прямая оценка морозостойкости в поле оказалась невозможной. В этом случае у зерновых культур можно воспользоваться определением процента гибели проростков в чашках Петри после их промораживания в морозильнике, а у плодовых культур — определить электропроводность веток, которая дает представление об их морозостойкости.

Часто селекционер прибегает к косвенным оценкам из-за недостатка материала, необходимого для проведения прямых оценок. Случай, когда не хватает материала для прямой оценки, а косвенная возможна, относится почти исключительно к оценке качества продукции. Так, на выпечку хлеба для оценки хлебопекарных достоинств сорта нужно не менее 1 кг зерна. А для анализа описанным выше методом седиментации достаточно 2–5 г. Таким образом, седиментацией можно проводить оценку содержания и качества белка, судить о хлебопекарных свойствах муки уже на ранних стадиях селекционного процесса, где урожай с делянки очень невелик. То же самое нужно сказать об оценке хлебопекарных свойств ржи по «числу падения», для определения которого достаточно 2 г размолотого зерна.

Косвенные оценки часто выгодно отличаются от прямых быстротой проведения. Чтобы провести прямую оценку хлебопекарных качеств зерна пшеницы, нужно, не считая времени «отлежки» зерна и муки, около 4 ч (помол, замес теста, брожение, подъем теста, «перебивка» его, повторный замес, «расстойка», вторичный подъем, формовка, выпечка и сама оценка). А анализ методом седиментации требует всего несколько минут. Определение содержания масла в семенах подсолнечника биохимически по Сокелету — длительная операция, а косвенный метод, основанный на ядерно-магнитном резонансе, позволяет это сделать за считанные секунды.

Косвенные оценки иногда более просты и дешевле в исполнении, чем прямые. Например, куда проще определить удельную массу клубней картофеля (по погружению в растворах соли разной концентрации), чем проводить довольно сложный химический анализ. Это, в общем, почти то же самое, что и экономия времени и средств.

Органолептические оценки не требуют никакого оборудования. В них участвуют только органы чувств селекционера. Чаще всего это глазомерные оценки, но есть примеры участия и других органов чувств.

Ряд селекционных оценок проводится с помощью *инструментальных методов*, в которых используются многочисленные приборы и устройства.

Стандартные методики оценок применяют на заключительных этапах селекции. На ранних стадиях селекционного процесса используют упрощенные методы оценок в связи с малой площадью делянок, отсутствием в некоторых питомниках повторности и многочисленностью образцов. Для лабораторных оценок разработаны соответствующие методики, в которых прописаны все условия и ход проведения анализа.

Результаты селекционных оценок могут выражаться в единицах системы СИ, в процентах, в баллах.

Простейшая оценка — трехбалльная. Она чаще всего выражается словесно: сильно, средне, слабо. Например, «сильное поражение» какой-либо болезнью, «слабая устойчивость» к полеганию. Часто применяется пятибалльная оценка. Например, 1, 2, 3, 4, 5 — от самой слабой устойчивости к полеганию до самой сильной.

Стремясь к единообразию, ВИР предложил универсальную 9-балльную шкалу, в которой 1 балл означает самую низкую оценку, а 9 — самую высокую. Например, 1 — сильное полегание, 5 — полегание средней степени, 9 — полная устойчивость к полеганию.

Эта девятибалльная шкала может быть преобразована в пятибалльную или трехбалльную. Для того чтобы эти шкалы были совместимы для пятибалльной шкалы, использованы баллы 1, 3, 5, 7, 9, а для трехбалльной — 2, 5, 8 (девятибалльная шкала разделена на три части: 1-2-3; 4-5-6; 7-8-9, и из каждой части взят средний балл).

Совместимость шкал позволяет сводить воедино данные, полученные разными учреждениями и селекционерами. В ВИРе по многим культурам издали классификаторы, в которых универсальная оценка расписана по всем признакам и свойствам, в том числе и по морфологическим признакам.

Точность их может быть различна и зависеть от разброса данных в полевом испытании и от прибора. Так, например, урожай можно взвешивать с точностью до 0,1 г или с точностью до 10 г, а балльная оценка может иметь и трех-, и десятибалльную градацию (различная дробность). Довольно часто применяется универсальная 9-балльная шкала оценок, предложенная ВНИИР.

В системе оценок имеется определенная закономерность: при испытании потомств элитных растений количество, сложность (применение специальных приборов и оборудования), точность, связанная с разбросом данных в полевых

испытаниях, дробность оценок растут от селекционного питомника к конкурентному сортоиспытанию.

Так, например, при селекции пшеницы в селекционном питомнике обыкновенно оценивают длину вегетационного периода по виду растений к моменту уборки, устойчивость к полеганию и болезням, выполненность и выровненность зерна в лаборатории. В конкурсном сортоиспытании оценки наиболее многообразны и сложны, ведь образцам дается максимально полная оценка, в том числе хлебопекарных качества путем выпечки, качества теста на специальных приборах — альвеографе и фаринографе — количества и качества клейковины и т. д.

Есть еще группа специфических оценок на специальных фонах. Это инфекционные и инвазионные фоны для оценки на устойчивость к болезням и вредителям, провокационные фоны, на которых сорта испытываются в экстремальных условиях, и различные агротехнические фоны для того, чтобы дать рекомендации по технологии возделывания сорта.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое селекционные оценки?
2. Каковы основные принципы классификации селекционных оценок?
3. В чем выражают результаты селекционных оценок?
4. На каких фонах ведут селекционные оценки?
5. Что такое провокационный фон?
6. Что такое инфекционный фон?
7. Что такое прямые и косвенные оценки? В чем их преимущества и недостатки?
8. Как классифицируются селекционные оценки по месту и времени их проведения?

Глава 13. Селекция на гетерозис

Селекция на гетерозис или гетерозисная селекция — это создание гибридов F_1 .

При этом широко используется *эффект гетерозиса* — увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

Существует несколько теорий для объяснения эффекта гетерозиса:

1) теория сверхдоминирования, объясняющая проявление гетерозиса гетерозиготным состоянием генов у гибридов ($AA < Aa > aa$);

2) теория доминирования, предусматривающая возникновение гетерозиса объединением большого количества доминантных аллелей в одном организме, а не просто их гетерозиготным состоянием;

3) теория генетического баланса, которая основана на ядерно-плазматическом взаимодействии у гибридов, обуславливающим физиологическую сбалансированность процессов обмена веществ.

Чем бы ни был вызван эффект гетерозиса, его с успехом уже более полувека используют в практической селекции. При этом гетерозис может прояв-

ляться по-разному. В зависимости от проявления эффекта гетерозиса его делят на типы: *репродуктивный* (повышенная фертильность, урожайность, лучшее развитие органов размножения), *соматический* (мощное развитие вегетативных частей растения) и *приспособительный* (повышенная жизнеспособность гибридов).

Использование эффекта гетерозиса началось с создания и внедрения в производство американскими учеными Д. Биллом, Г. Шеллом и Д. Джонсом гибридов кукурузы. В настоящее время созданы коммерческие гетерозисные гибриды почти для пятидесяти сельскохозяйственных культур. Имеются гибриды пшеницы в США, Франции и Австралии, ржи в ФРГ, риса в КНР и Японии. В Китае первые гибриды риса поступили в производство в 1975 г. Сейчас их число измеряется десятками.

Гетерозис максимально проявляется в F_1 — первом гибридном поколении растений. При дальнейшем размножении само- и перекрестноопыляющихся растений происходит расщепление и существенное падение проявления эффекта гетерозиса. Поэтому семена гетерозисных гибридов для товарных посевов используются только один раз и их необходимо каждый раз получать заново.

В селекции вегетативно размножаемых культур также широко используется эффект гетерозиса. При вегетативном размножении расщепление отсутствует и эффект гетерозиса в процессе воспроизводства гибрида сохраняется.

Гетерозисные гибриды обладают рядом преимуществ над сортами. В первую очередь это использование самого эффекта гетерозиса, позволяющего существенно повысить урожай семян или зеленой массы по сравнению с сортами. Во-вторых, гетерозисные гибриды очень технологичны, так как растения первого поколения единообразны по всем признакам и свойствам. Помимо этого, использование гетерозисных гибридов — биологическая защита прав селекционеров (вознаграждение за авторские права на селекционное достижение — роялти — включено в стоимость семян, которые можно использовать всего один раз).

Существуют разные способы расчета эффекта гетерозиса, но для целей селекции больше всего подходит урожайность гибрида F_1 , выраженная в процентах от урожайности наиболее урожайного родителя (ЛР):

$$\frac{F_1 - \text{ЛР}}{\text{ЛР}} \times 100\%$$

Замену сортов гетерозисными гибридами принято называть *переводом культуры на гибридную основу*. Для такого перевода необходимо, чтобы были выполнены следующие условия. Нужны эффективные и нетрудоемкие методы кастрации мужских генеративных органов у материнской формы гибрида. Отцовская форма должна иметь достаточно большую пылецевую продуктивность. Цветки материнской формы должны хорошо опыляться и иметь высокий процент завязывания гибридных семян. Материнские и отцовские формы должны совпадать по времени цветения. Необходим достаточно высокий уровень гетерозиса и его стабильность. Последнее условие особенно важно для культур сплошного сева, так как в густом посеве гетерозис проявляется слабее. В результате затраты на получение гибридных семян должны не только окупаться, но и приносить прибыль.

То, что названные условия далеко не всегда удается удовлетворить, показывают многочисленные примеры. У многих культур проблема массового получения гибридных семян не решена по различным причинам. Чаще всего это отсутствие эффективных методов кастрации.

В производстве в настоящее время используют различные типы гибридов. Это зависит от особенностей культуры: биологии опыления, коэффициентов размножения, норм высева, хотя разные типы могут быть свойственны одной и той же культуре вследствие приуроченности к разным регионам возделывания и просто потому, что гибрид того или иного типа оказался наиболее удачным.

Если обозначить линии буквами *A, B, C* и т. д., а сорта — *S*, то формулы гибридов записывают следующим образом:

| Тип гибрида | Формула |
|--|---|
| Простой межлинейный | $A \times B$ |
| При использовании в гибридизации сестринских линий (A_1, B_1 и т. д.) получают модифицированные гибриды | |
| Простой модифицированный | $A \times A_1) \times (B \times B_1)$ |
| Трехлинейный | $(A \times B) \times C$ |
| Трехлинейный модифицированный | $(A \times B) \times (C \times C_1)$ |
| Двойной межлинейный | $(A \times B) \times (C \times D)$ |
| Сортолинейный | $S \times A$ или $S \times (A \times B)$ |
| Линейносортовой | $(A \times B) \times S$ |
| Сложный пятилинейный | $[(A \times B) \times C] \times (D \times E)$ |
| Сложный шестилинейный | $[(A \times B) \times C] \times [(D \times E) \times F]$ |
| Сложный семилинейный | $\{[(A \times B) \times C] \times G\} \times [(D \times E) \times F]$ |
| Сложный линейносортовой | $[(A \times B) \times S] \times [(D \times E) \times F]$ |

В настоящее время в производстве чаще всего используют простые, двойные межлинейные, трехлинейные и сложные линейные гибриды. Это зависит от особенностей культуры: биологии опыления, коэффициентов размножения, норм высева.

Межсортовые гибриды используют у самоопыляющихся культур (сорта их гомозиготны). У перекрестников использование таких гибридов обычно экономически неоправдано: слишком мала прибавка от гетерозиса. Межлинейные гибриды дают у перекрестников более высокий гетерозис.

Для получения межлинейных гибридов используются самоопыленные линии. Их создают путем многократного принудительного самоопыления или методом гаплоидии и последующим отбором лучших растений.

Создание и производство гетерозисных гибридов включает в себя несколько этапов:

- 1) получение самоопыленных (инбредных) линий;
- 2) испытание самоопыленных (инбредных) линий на комбинационную способность;
- 3) производство гетерозисных гибридов скрещиванием отобранных линий с максимально высокой комбинационной способностью.

Госсорткомиссия проводит два типа испытаний: на хозяйственную полезность и охраноспособность.

Целью государственного сортоиспытания на хозяйственную полезность является получение наиболее полной оценки вновь созданных сортов по сравнению с лучшими существующими сортами, определение зон будущего возделывания этих сортов в производственных условиях. Работа по государственному сортоиспытанию ведется по единой методике, разработанной и утвержденной Государственной комиссией по испытанию и охране селекционных достижений. Испытываемые сорта сравниваются с лучшим для данного региона сортом-стандартом. При испытании на хозяйственное использование определена учетная площадь деланки, а для культур, имеющих большую площадь питания, число растений на деланке, повторность.

Территория России разбита на 12 регионов по различию в почвенно-климатических условиях, и сортоиспытание привязано к этим регионам. В каждый регион входит несколько субъектов Российской Федерации (области, края, республики). Размещение пунктов Государственного сортоиспытания осуществлено таким образом, что они охватывают разные почвенно-климатические особенности регионов. Для этого в областях, краях, республиках вся территория разбита на зоны. Условия внутри зоны относительно однородные. Госсортстанции и сортоучастки размещены по 19 республикам, 6 краям и 49 областям. В каждой зоне имеется хотя бы один пункт сортоиспытания, выбранный таким образом, что он представляет собой типичные условия для испытания сортов. Так, в Московской области имеются 4 зоны: Центральная, Северо-Западная, Восточная и Южная.

Помимо регионов территория РФ разбита на 7 световых зон для культур закрытого грунта.

Государственное сортоиспытание однолетних культур на хозяйственную полезность проводится на сортоучастках в течение трех лет.

На основании этой оценки для возделывания отбираются наиболее урожайные, ценные по качеству, устойчивости к болезням и вредителям сорта и гибриды. Если сорт не показал преимущества над стандартом, он снимается с испытания.

Сорта, отвечающие определенным хозяйственным требованиям, включаются в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в соответствующем регионе Российской Федерации. При желании распространить допуск к возделыванию на другие регионы там должно быть проведено собственное сортоиспытание.

Ежегодно Госсорткомиссией публикуется характеристика сортов растений, впервые включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

При испытании сортов на охраноспособность (патентоспособность) Государственная комиссия по испытанию и охране селекционных достижений устанавливает *новизну, отличимость, однородность и стабильность сортов (ООС)*.

Отличимость — селекционное достижение должно явно отличаться от любого другого общеизвестного селекционного достижения, существующего к моменту подачи заявки. В противном случае его будет невозможно распознать.

Однородность — свойство сорта, заключающееся в его достаточной однородности по относительным характеристикам, отклонения могут иметь место в связи с особенностями размножения. То есть все растения сорта должны обладать одинаковыми признаками и свойствами.

Стабильность — свойство сорта, заключающееся в том, что важнейшие характеристики сорта должны оставаться неизменными после неоднократного размножения.

Для испытания на ООС по 82-м наиболее экономически значимым культурам выделено 38 сортоучастков и станций Госсорткомиссии.

Для оценки на патентоспособность имеет значение количество экземпляров растений сорта, важно также сопоставление разных репродукций (чтобы судить о стабильности), важен контроль за свойствами растений, выделенных как примесь (является ли эта примесь биотипом сорта, что нарушает его однородность, или это результат модификации, которая в потомстве не сохраняется).

Для такого анализа достаточно двух лет (в спорных случаях добавляют еще год). При экспертизе на охраноспособность используется признаковая коллекция — набор сортов-эталонов, представляющих градации признаков, для суждения об отличимости.

По сортам, отвечающим требованиям охраноспособности, Госсорткомиссией выдается патент, предоставляющий патентообладателю исключительное право на использование охраняемого сорта.

Патент обеспечивает право владения сортом как товаром. Без разрешения патентовладельца никто не может распорядиться сортом в этом качестве. Разрешение дается патентовладельцем в виде лицензионного договора с семеноводческим хозяйством.

Ежегодно Государственной комиссией по испытанию и охране селекционных достижений ведется Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию и Государственный реестр охраняемых селекционных достижений. Он состоит из ряда разделов:

- сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию;
- сорта растений — кандидаты на исключение из допуска к использованию;
- сорта, охраняемые патентами, не имеющие допуска к использованию;
- аннулированные патенты на селекционные достижения.

В производстве допускается производить только сорта и гибриды, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что является основной целью Государственного сортоиспытания сортов?
2. Какие типы испытаний проводит Госсорткомиссия?
3. Дайте расшифровку аббревиатуры ООС.

4. На сколько регионов по почвенно-климатическим условиям разделена территория РФ?

5. Из каких частей состоит Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию?

6. Каков порядок включения селекционного достижения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию?

7. Какими критериями должно обладать селекционное достижение, чтобы на него можно было получить патент?

8. В чем основные различия в методике испытания на хозяйственную полезность и патентоспособность селекционного достижения?

ОСНОВЫ СЕМЕНОВОДСТВА

Глава 15. Семеноводство как наука и отрасль сельскохозяйственного производства

Семеноводство — наука, предметом которой является разработка организационных форм генетических и технологических приемов по сохранению, размножению и распространению семян сортов и гибридов.

Теоретической основой семеноводства является генетика, с её законами о наследственности и изменчивости, но семеноводство имеет свои методы и приёмы, целью которых является наиболее полная реализация достижений селекции.

В то же время семеноводство — это специальная отрасль сельскохозяйственного производства, задачей которой является массовое размножение сортовых семян при сохранении их чистосортности, биологических и урожайных свойств. В семеноводстве осуществляются два основных процесса: сортомена и сортообновление.

Семеноводство — специальная отрасль сельского хозяйства, работники которой осуществляют деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян. Непременной частью семеноводства является также оценка качества семян.

Задачи селекции и семеноводства различаются. Если задачей селекции является создание новых или улучшение существующих сортов и гибридов, то задачей семеноводства является размножение семян существующих сортов и гибридов до необходимого производству количества без потери сортовых и посевных качеств семян. То есть в процессе размножения требуется сохранение сортовой чистоты и всех хозяйственно ценных признаков и свойств данного сорта.

Прежде чем семена какого-либо сорта попадут к производителю товарной продукции, они проходят относительно длительный путь от потомства одного колоса, метелки, початка, клубня или другой части растения. Это могут быть истинные семена, части соплодий, соплодия, вегетативные и другие органы растений. Сельскохозяйственная практика получения и использования семян у различных культур очень разнообразна.

Именно в процессе семеноводства реализуются достижения селекции. Ежегодно в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, вносятся сотни сортов и гибридов, созданных отечественными и зарубежными селекционерами. Чтобы данные селекционные достижения были внедрены в производство и заняли соответствующие площади, требуется их размножение.

Необходимо понимать, что селекция сама по себе затратна. На создание нового сорта однолетней полевой культуры требуются 10–15 млн рублей. Создание гибридов обычно стоит еще дороже. Затраты значительно увеличиваются при создании сортов многолетних культур. Возврат средств, потраченных на создание нового сорта или гибрида, возможен только в результате возникнове-

ния товара — семян или посадочного материала нового сорта, что невозможно без хорошо налаженного его семеноводства.

Только в процессе семеноводства, оборота семян, можно решить еще одну важнейшую задачу — обеспечить реальную защиту прав селекционера на его селекционное достижение. Это происходит в результате контроля оборота семян запатентованного сорта.

Вся деятельность семеноводства регламентируется Федеральным законом № 149 «О семеноводстве» от 1997 г., постановлениями Правительства РФ, нормативно-правовыми актами Министерства сельского хозяйства РФ и органов исполнительной власти субъектов РФ, дополняющими и развивающими этот закон.

Этот закон устанавливает правовую деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных и лесных растений, проведению сортового и семенного контроля. Он регулирует все отношения, связанные с данными видами деятельности. При этом сорта и гибриды должны быть включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Если сорта и гибриды в данном реестре не представлены, то их семена на территории Российской Федерации запрещены к реализации.

Государственное управление в области семеноводства сельскохозяйственных растений осуществляется Правительством РФ непосредственно через Минсельхоз России, а на территории субъектов Российской Федерации — непосредственно через органы исполнительной власти этих субъектов или территориальные органы Минсельхоза.

Основная терминология семеноводства

Согласно Закону «О семеноводстве» (1997) **семена** — это части растений (клубни, луковицы, плоды, саженцы, собственно семена, соплодия, части сложных плодов и др.), применяемые для воспроизводства сортов сельскохозяйственных растений или для воспроизводства видов лесных растений.

Таким образом, с юридической точки зрения любая часть растения, из которой можно воспроизвести сорт, является семенами.

Семена можно использовать как для размножения сорта, так и для посева на товарные цели.

Семена признаются сортовыми, т. е. принадлежащими определенному сорту, если они оформлены соответствующими нормативно-техническими документами.

Семена охраняемого сорта — семена сорта, зарегистрированного в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений.

Определенное количество однородных по происхождению и качеству семян одного сорта (гибрида) составляет партию семян. На каждую партию семян составляются соответствующие документы на семена.

Семеноводство основывается на процессе воспроизводства сорта, которое состоит из ряда этапов. В зависимости от этапа воспроизводства сорта семена делятся на следующие категории.

Оригинальные семена (ОС) — семена, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом.

Таким образом, оригинатор сорта — это производитель оригинальных семян. Обладатель патента на данный сорт (гибрид) автоматически имеет право на производство оригинальных семян.

Для того чтобы стать оригинатором сорта, не являясь обладателем патента на него, надо заключить договор на производство оригинальных семян с патентообладателем. Этот договор обязательно должен быть зарегистрирован в Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений. После чего сведения об оригинаторе соответствующего сорта (гибрида) вносятся в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Элитные семена (ЭС) — семена, полученные от размножения оригинальных семян. Часто элитные семена называют просто элитой (от фр. *élite* — лучший, избранный). К элитным семенам также относят семена, предназначенные для использования в качестве материнских форм гибридов. Семена гибридов — родительских форм более сложных гибридов — обозначают ЭС1 — первое поколение, ЭС2 — второе поколение.

Репродукционные семена (РС) — семена, полученные от пересева элитных семян. Последовательность пересевов семян, считая от посева семян элиты, называется репродукцией семян и обозначается 1–2–3 и так далее репродукциями. Репродукции — семена, получаемые при последующем ежегодном размножении (пересева) элиты. Первый пересев элиты даёт первую, второй — вторую репродукцию и т. д. Понятие репродукции совпадает с понятием поколения или генерации. Предельно разрешенную для производства семян определенной культуры репродукцию устанавливает региональный орган управления (Министерство) сельским хозяйством.

Семена, предназначенные для производства товарной продукции, являются РСт.

Гибридные семена товарного назначения (первое поколение) также являются репродукционными семенами — РСт. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, нет ни одного гибрида, у которого допускается использование второго поколения!

За рубежом оригинальные семена называют селекционными, семена суперэлиты — предбазовыми, элитные семена — базовыми, репродукционные — сертифицированными.

Семеноводство различных категорий семян, как правило, проводится взаимосвязанными организациями или отдельными физическими лицами. Совокупность этих физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность по производству семян, составляет **систему семеноводства**. Она охватывает весь комплекс мероприятий, начиная от производства семян до их реализации при постоянном контроле качества.

В настоящее время стройной государственной системы семеноводства отдельных сельскохозяйственных культур в рамках страны не существует. Она выстраивается производителями семян самостоятельно.

В процессе размножения семян особую роль приобретает повышение коэффициента размножения семян. **Коэффициент размножения** — это отношение массы кондиционных семян в урожае к массе высевных семян.

Многие приемы семеноводства направлены как раз на повышение коэффициента размножения.

Схема семеноводства — последовательность питомников, в которых происходит размножение семян.

Для каждой культуры разработаны и рекомендуются соответствующие схемы семеноводства. Они могут модифицироваться в зависимости от плана заказа на семена, коэффициента размножения семян, метода их размножения.

Фонды семян в семеноводстве

На разных уровнях организации размножения формируются различные фонды семян.

Самыми крупными из них являются **региональные фонды** — запас семян сельскохозяйственных растений, предназначенных для регионов Российской Федерации, в которых не осуществляется производство семян или имеются ограниченные возможности их производства, а также для оказания помощи в случаях стихийных бедствий.

В любом хозяйстве формируется **семенной фонд** — запас кондиционных семян для текущего посева. При этом требуется полностью обеспечить посев на всей площади посева всех возделываемых в хозяйстве культур.

На случай неурожая и других непредвиденных явлений в хозяйстве формируется **страховой семенной фонд**. Страховой фонд формируется ежегодно по зерновым, масличным культурам и травам. Размеры страховых фондов варьируют в пределах 10–20%, увеличиваясь с юга на север страны. Для центрального региона Российской Федерации он рекомендован в размере 15% от семенного фонда.

Засыпка семян в семенной и страховой фонды производится в первоочередном порядке.

В хозяйстве создается также **переходящий семенной фонд**. Это семенной фонд озимых культур из урожая прошлого года, предназначенный для посева в текущем году. Особенно важно иметь и использовать переходящий семенной фонд в регионах с небольшим промежутком времени между уборкой и посевом озимых культур. Свежеубранные семена не успевают полностью дозреть, они обладают пониженными посевными качествами. Разница при посеве свежеубранными семенами и семенами из переходящего фонда может достигать 30–60%. Переходящий фонд семян в семенах озимой культуры. Южнее — в размерах 100% от потребности в семенах озимой культуры. Южнее — в размерах 60–70% от этой потребности. В степных условиях юга эффект от посева переходящим фондом семян обычно пропадает и можно его не использовать.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение семеноводству как науке.
2. Дайте определение семеноводству как отрасли сельскохозяйственного производства.
3. Что является теоретической основой семеноводства?
4. Назовите основные категории семян в сельскохозяйственном производстве.
5. С какими предметами сельскохозяйственного производства семеноводство имеет наиболее тесную связь?
6. Дайте определение сорта и какую задачу с его помощью решают?
7. В чем состоят задачи селекции и семеноводства?
8. Дайте определение схемы и системы семеноводства.
9. Что такое категория семян?
10. Для его предназначена категория РСт?
11. К какой категории семян относится F_1 ?
12. Какие фонды семян используются в семеноводстве?

Глава 16. Сортвые и посевные качества семян

Семеноводство тесно связано с наукой о семенах — семеноведением. Естественно, что для оценки качества семян надо знать, что и какими методами в процессе размножения контролируется.

Основными обобщающими показателями любой партии семян являются их урожайные свойства — способность семян обеспечивать соответствующий данному сорту урожай основной продукции. Этот показатель достаточно абстрактен и зависит от сортовых особенностей и условий выращивания семян, поэтому учесть его напрямую практически невозможно. Этот показатель обычно определяют опытным путем методом сравнения разных партий семян.

Все качества семян делятся на две группы: **сортвые и посевные качества**.

Сортвые качества семян — совокупность признаков и свойств, характеризующих принадлежность семян к определенному сорту сельскохозяйственных растений.

Основными показателями сортвых качеств семян являются **сортвая чистота** и **сортвая типичность**.

Сортвая чистота — это процентное отношение стеблей или растений, типичных для данного сорта, к общему количеству стеблей или растений всех сортов и форм той же культуры.

Сортвая типичность — показатель сортвой чистоты в процентах у перекрестноопыляющихся культур.

Если у самоопыляющихся культур одни и те же растения являются материнскими и отцовскими при формировании семян, то у перекрестноопыляющихся культур можно быть уверенным только в соответствии определенному сорту материнской формы растений. Для понимания вопроса, о каких именно растениях по способу опыления идет речь, и были введены два эти термина.

Знание сортовой чистоты чрезвычайно важно в семеноводстве, так как в сельскохозяйственном производстве используются не обезличенные семена, а семена определенных сортов, лучшим образом адаптированных к местным условиям или обладающих необходимыми для потребителя хозяйственно ценными характеристиками.

Для определения сортовой чистоты и установления принадлежности сельскохозяйственных растений к определенному сорту проводится **сортовой контроль**. Он проводится в виде апробации, грунтового контроля и лабораторного сортового контроля.

Требования к нормам сортовой чистоты определяются действующими стандартами на семена и посадочный материал.

Необходимо учесть, что в стандартах используются принципы нормирования качества семян по их категориям, а не по классам семян, как было ранее. Классов семян в настоящее время нет.

Самые высокие требования по сортовой чистоте предъявляются к оригинальным семенам. Самые минимальные — к репродукционным семенам, предназначенным для производства товарной продукции (табл. 16.1).

Таблица 16.1

Нормы сортовой чистоты согласно ГОСТ Р 52325-2005

| Культура | Сортовая чистота, %, не менее | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|------|-------------|------|
| | ОС | ЭС | Репродукции | |
| | | | РС | РСг |
| Пшеница, пшя, овес, ячмень | 99,7 | 99,7 | 98,0 | 95,0 |
| Рис | 99,8 | 99,5 | 98,0 | 97,0 |
| Тритикале | 99,5 | 99,2 | 98,0 | 95,0 |
| Просо | 99,8 | 99,8 | 99,5 | 98,0 |
| Горох | 99,7 | 99,7 | 98,0 | 95,0 |
| Чечевица, фасоль, чина, нут | 99,8 | 99,8 | 98,0 | 95,0 |
| Вика посевная | 99,5 | 99,5 | 95,0 | 90,0 |
| Люпин белый, бобы кормовые | 99,5 | 99,5 | 98,0 | 95,0 |
| Люпин желтый, люпин узколистный | 99,0 | 99,0 | 97,0 | 95,0 |

Полевая апробация — обязательный метод оценки сортовых качеств семеноводческих посевов. Апробации подлежат все посеvy сортов и гибридов, внесенных в Государственный реестр, урожай которых предназначен для использования на семенные цели. Она является полевым обследованием сортовых посевов с целью определения сортовой чистоты (или типичности), засоренности трудноотделимыми культурными и сорными растениями, пораженности болезнями, поврежденности вредителями. Итоговая цель проведения апробации — определение пригодности посева к использованию на семенные цели.

Грунтовой контроль — это метод проверки подлинности и чистоты сорта сельскохозяйственных культур на различных этапах его размножения. Осмотр и анализ принадлежности растений к определенному сорту в ходе грунтового контроля проводится не однократно, как во время полевой апробации, а в течение всей вегетации растений. Соответственно, в нем учитывается большее количество сортовых признаков, чем при проведении апробации.

Существует ряд методов лабораторной оценки сортовых качеств семян. Часто они специфичны для определенной культуры. Задача лабораторного сортового контроля — установление принадлежности семян к определенному сорту лабораторными методами (определение соответствия партии семян эталонному образцу).

Более подробно об особенностях проведения апробации, грунтового контроля и лабораторной оценки качества семян будет рассказано позже при описании порядка сертификации семян.

Посевные качества семян — совокупность признаков, характеризующих пригодность их для посева. К ним относятся чистота семян, энергия прорастания, всхожесть, сила роста, масса 1000 семян, зараженность патогенами и пораженность вредителями.

Посевные качества семян определяются в лабораторных условиях в соответствии с методиками, разработанными для каждого показателя определенной культуры.

Чистота семян — это содержание в пробе семян основной культуры, выраженное в процентах от массы взятой навески. Поэтому сортовую чистоту и чистоту семян нельзя путать. Это два разных показателя!

Всхожесть семян характеризует их способность давать нормально развитые проростки. В семеноводстве используются показатели полевой и лабораторной всхожести семян. Полевую всхожесть можно определить лишь после появления всходов. Поэтому при расчетах нормы высева пользуются показателями лабораторной всхожести семян.

Нормы всхожести и чистоты семян для разных культур и категорий семян определены ГОСТ Р 52325-2005 на сортовые и посевные качества семян. Этим же стандартом определены предельное содержание семян других растений (в том числе сорных). Для некоторых групп растений установлено предельное количество примеси головневых образований и склеротий спорыньи и влажность семян.

Необходимо помнить о том, что снижение полевой всхожести на 1% у яровых зерновых культур приводит к недобору 1,5–2,0%, а у озимых — 1,0–1,5% урожая. При этом на каждом гектаре посева пропадает около 20 кг семян, которые можно было бы использовать с большой пользой. Невсхожие семена часто являются также источником развития инфекции.

Как и к нормам сортовой чистоты, самые высокие требования к посевным качествам семян предъявляются для категорий оригинальных и элитных семян, минимальные — для репродукционных семян, предназначенных для посева на товарные цели (табл. 16.1).

В отличие от ранее существовавших, в действующем ГОСТе на сортовые и посевные качества семян существенно снижены требования по всхожести семян. Помимо этого, с разрешения органов управления сельским хозяйством субъектов РФ допускается использовать для посева семена, выращенные в неблагоприятные по погодным условиям годы, со всхожестью менее установленных стандартом норм: для ОС и ЭС — на 3%, а для РС и РСг — на 5%. Произ-

водители в данном случае могут использовать семена с высокой сортовой частотой, но относительно низкой всхожестью, корректируя норму высева.

Энергия прорастания и сила роста являются дополнительными показателями посевных качеств семян. Энергия прорастания определяется в процессе анализа лабораторной всхожести семян и дает возможность определить дружность прорастания семян. Сила роста — способность семян пробиться на поверхность почвы (%) или масса определенного числа ростков (г) — дает дополнительную информацию для прогнозирования полевой всхожести семян. Высокая интенсивность начального роста (сила роста) присуща семенам с высокими урожайными свойствами. Они быстрее растут, укореняются, образовавшиеся проростки быстрее начинают накапливать сухое вещество. Все это приводит к развитию более продуктивных растений. По данным Института растениеводства им. В. Я. Юрьева РАН, урожай посева такими семенами выше на 18–22% по сравнению с посевом семенами с более низкой силой роста.

Для определения нормы высева требуется знать массу 1000 семян. Этот показатель является одним из сортовых признаков и варьирует в зависимости от условий формирования семян. Он характеризует полновесность и крупность семян.

Большое значение имеет травмируемость семян. Семена в процессе их производства могут получить макро- и микротравмы. Основная причина травмируемости семян — использование сельскохозяйственной техники. Самые обычно травмируются более крупные семена и семена с выступающими зародышами. Минимальная травмируемость семян — идеал для семеноводства. Более мягкие режимы для семеноводства.

Таблица 16.2

Стандарты Российской Федерации в области семеноводства

| № | № стандарта, статус | Наименование стандарта, актуальность |
|---|--|---|
| 1 | Национальный стандарт ГОСТ Р 52171-2003 | Семена овошных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортовые и посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.01.2005 г. |
| 2 | Национальный стандарт ГОСТ Р 52325-2005 | Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.01.2006 г. |
| 3 | Национальный стандарт ГОСТ Р 53135-2008 | Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая. ТУ. Введен впервые с 01.01.2010 г. |
| 4 | Национальный стандарт ГОСТ Р 53136-2008 | Картофель семенной. Технические условия. Введен впервые с 01.01.2010 г. |
| 5 | Национальный стандарт ГОСТ Р 53044-2008 | Материал плодовых и ягодных культур посадочный. Термины и определения. Введен впервые с 01.01.2010 г. |
| 6 | Национальный стандарт ГОСТ Р 54044-2010 | Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.01.2012 г. |
| 7 | Национальный стандарт ГОСТ Р 54051-2010 | Плодовые и ягодные культуры. Стерильные культуры и адаптированные микрорастения. ТУ. Введен впервые с 01.01.2012 г. |

| № | № стандарта, статус | Наименование стандарта, актуальность |
|----|--|--|
| 8 | Национальный стандарт ГОСТ Р 55294-2012 | Семена малораспространенных кормовых культур. Посевные качества. ТУ. Введен впервые с 01.01.2014 г. |
| 9 | Национальный стандарт ГОСТ Р 55329-2012 | Картофель семенной. Приемка и методы анализа. Введен впервые с 01.01.2014 г. |
| 10 | Национальный стандарт ГОСТ Р 55330-2012 | Семена аридных кормовых культур. Посевные качества. ТУ. Введен впервые с 01.01.2014 г. |
| 11 | Национальный стандарт ГОСТ Р 55757-2013 | Топинамбур (клубни). Материал посадочный. Сортотыпные и посадочные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.07.2015 г. |
| 12 | Национальный стандарт ГОСТ Р 55758-2013 | Материал посадочный хмеля обыкновенного (черенки стеблевые и саженцы однолетние). Общие ТУ. Введен впервые с 01.07.2015 г. |
| 13 | Межгосударственный стандарт ГОСТ 32066-2013 | Семена сахарной свеклы. Посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.07.2014 г. |
| 14 | Межгосударственный стандарт ГОСТ 32592-2013 | Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортотыпные и посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.07.2015 г. |
| 15 | Межгосударственный стандарт ГОСТ 32917-2014 | Семена овощных культур и кормовой свеклы дражированные. Посевные качества. Общие ТУ. Введен впервые с 01.01.2016 г. |
| 16 | Национальный стандарт ГОСТ Р | Семена чая. Сортотыпные и посевные качества. Общие ТУ. |

Согласно Федеральному закону «О семеноводстве» семена должны проверяться на сортотыпные и посевные качества. Сортотыпный и семенной контроль как мероприятия являются услугами. В настоящее время эти функции организует Минсельхоз России через свое учреждение ФГБУ «Россельхозцентр».

Сортотыпные и посевные качества семян пшеницы и волбы (ГОСТ Р 52325-2005)

| Категория семян | Сортотыпная чистота, % не менее | Поражение посева головней, % не более | Чистота семян, % не менее | Содержание семян других растений, шт./кг, не более | | Примесь, %, не более | | Всхожесть, %, не менее |
|-----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| | | | | всего | в том числе сорных | головневых образований | склеротий спорыньи | |
| ОС | 99,7 | 0/0 | 99,0 | 8 | 3 | 0 | 0 | 92 |
| ЭС | 99,7 | 0,1/0 | 99,0 | 10 | 5 | 0 | 0,01 | 92 |
| РС | 98,0 | 0,3/0,1 | 98,0 | 40 | 20 | 0,002 | 0,03 | 92 |
| РС1 | 95,0 | 0,5/0,3 | 97,0 | 200 | 70 | 0,002 | 0,05 | 87 |

Мероприятия по определению сортотыпных и посевных качеств семян без существенных методических различий присутствуют в системах семеноводства

всех стран и являются их важной составной частью, делающей возможным товарное производство семян.

За последние годы разработаны и утверждены 13 национальных (ГОСТ Р) и 3 межгосударственных стандарта (ГОСТ), устанавливающих нормативные требования к сортовым и посевным качествам семян и методы их определения. Действие стандартов распространяется на семена более 150 сельскохозяйственных растений.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите сортовые качества семян.
2. Перечислите посевные качества семян.
3. К каким категориям семян предъявляются максимально высокие требования?
4. К каким показателям семян относится сортовая чистота?
5. В чем разница между сортовой чистотой и чистотой семян?
6. Укажите лабораторные методы определения посевных качеств семян.

Глава 17. Теоретические основы семеноводства

В семеноводстве большое значение имеют знания о покое и прорастании семян. Семена некоторых культур (большинства плодовых, например), не прорастают осенью даже при, казалось бы, самых благоприятных условиях. Покой семян приводит к снижению всхожести семян в течение определенного времени после уборки. Именно на преодолении этого покоя основано использование переходящего фонда семян у озимых культур.

Особое значение в семеноводстве имеют знания о типах размножения растений. В целом все типы размножения растений можно свести к двум: вегетативному и генеративному.

Вегетативное размножение основано на способности растений к регенерации. Это размножение различными частями растения (черенками, корневищами и т. п.). Потомство одного вегетативно размножаемого растения называется клоном. Все растения данного клона имеют один и тот же генотип. При вегетативном размножении способ получения такого сорта в процессе селекции (гибридизация, мутагенез и т. п.) не имеет значения. Классическим примером вегетативно размножаемой культуры является картофель.

Теоретически для начала семеноводства определенного сорта вегетативно размножаемой культуры достаточно одного растения. Вследствие митотического способа деления клеток генотип данного растения будет воспроизводиться в неизменном виде. Однако никто не начинает размножение с одного растения, а берутся несколько их десятков. Среди взятых для размножения растений могут быть больные особи или особи с соматическими мутациями. Эти клоны, естественно, будут в процессе размножения удалены. К тому же на число отбираемых для начала семеноводства растений влияет еще ряд факторов, о которых подробно будет рассказано при описании планирования семеноводства в хозяйстве.

Генеративное размножение делится на два типа: бесполое (спорами) и половое (семенами). При этом типе размножения чередуются диплоидные (спорофитные) и гаплоидные (гаметофитные) ядерные фазы.

При половом размножении важную роль играют механизмы опыления и оплодотворения, от особенностей которых зависит использование различных методов сохранения и размножения сорта, производства гибрида.

Основными способами опыления растений являются самоопыление и перекрестное опыление.

Самоопыление — способ опыления, в котором принимают участие мужские и женские генеративные (половые) клетки только одного растения. Самоопыление может происходить только в обоеполюх цветках однодомных растений. При самоопылении сорта самоопыляющихся культур сохраняются без изменения длительное время, никакой депрессии растений не происходит.

При начале размножения сорта самоопыляющейся культуры теоретически, как в случае и с вегетативно размножаемой культурой, можно обойтись одним или несколькими родоначальными растениями. Особенно если это линейный сорт, представляющий собой потомство одного гомозиготного растения. При этом чем строже самоопыление проявляется у данной культуры, тем меньше этих растений можно использовать для семеноводства. Однако никто для начала размножения сорта не берет одно его растение. Обычно для начала размножения берут несколько сотен растений. От чего зависит их количество, будет объяснено при рассмотрении вопросов планирования семеноводства.

Перекрестное опыление может происходить как у однодомных (кукуруза, клевер, тыква, арбуз), так и у двудомных (конопля, хмель, спаржа, шпинат) видов растений.

Перекрестно опыляемые культуры делятся на ветро- и насекомоопыляемые. Ветроопыление широко развито среди древесных и травянистых растений. Среди полевых культур к ним относятся рожь, кукуруза, злаковые травы и др.). К насекомоопыляемым культурам относятся клевер, люцерна, подсолнечник и др.). Перенос пыльцы при опылении этих культур осуществляется насекомыми.

Самоопыление у перекрестноопыляющихся культур оказывает крайне негативное влияние. Оно проявляется уже в первом гибридном поколении. При этом снижаются урожайность, мощность развития растений, появляются различные нарушения в развитии растений, ухудшаются их признаки и свойства.

Для предотвращения самоопыления у перекрестноопыляющихся культур существует явление самонесовместимости. Самонесовместимость — неспособность собственной пыльцы осуществлять оплодотворение — известна более чем у 3000 видов растений. Она обеспечивается за счет генетических, морфологических, механических или физиологических особенностей данных растений.

Генетически самонесовместимость определяется наличием генов S с множественными аллелями. При этом аллели могут иметь различные взаимоотношения: доминирование (влияние S_1 больше влияния S_2), кодоминирования (влияние S_1 и S_2 равноценно). Имеются виды с двумя и четырьмя генами самонесовместимости. От наличия и взаимодействия аллелей гена S зависит, прорастет ли пыльцевое зерно или нет.



Самонесовместимость может быть обусловлена разделением на мужские и женские генеративные органы, препятствующим самооплодотворению. Наиболее распространенной морфологической особенностью, препятствующей самоопылению, является пространственное разделение тычинок и пестиков в цветке. Самонесовместимость может проявляться и в результате одновременного созревания тычинок и пестиков. Это так называемые протандрия — в одном и том же цветке тычинки с пыльниками созревают раньше пестиков и пыльца попадает на рыльце пестика другого цветка или протогиния — пестик созревает раньше тычинок с пыльниками и опыление осуществляется пылью другого цветка.

В отличие от вегетативно размножаемых сортов-клонов и линейных сортов-самоопылителей сорт перекрестноопыляющейся культуры представляет собой гетерогенную популяцию, состоящую из гетерозиготных особей. Эта популятивность сорта в процессе размножения постоянно поддерживается перекрестным опылением всех входящих в него генотипов. Чтобы не обеднить генетическую популятивность такого сорта в результате отбора только части генотипов популяции и избежать явления инбредной депрессии в результате малочисленности популяции, для его размножения необходимо отбирать достаточно большое количество исходных растений.

Таким образом, на особенностях опыления и оплодотворения строится размножение определенной культуры. Их также надо учитывать для того, чтобы избежать переопыления разных сортов одной культуры.

Возможные причины ухудшения качеств семян

Сорт может сохраняться в неизменном виде длительное время. Многие сорта пшеницы, ячменя, овса, зернобобовых культур, находясь в производстве или выращиваясь в коллекциях научно-исследовательских институтов, десятилетиями сохраняют свою идентичность с исходными гомозиготными селекционными линиями. То же самое касается сортов вегетативно размножаемых культур, у которых генотип воспроизводится митотическим путем. Несколько сложнее, хотя также возможно, поддержание в неизменном виде сортов перекрестноопыляющихся культур.

В то же время до своего использования на товарную продукцию семена сорта какой-либо сельскохозяйственной культуры размножаются, пересеваются в течение ряда лет. В течение этого размножения может снизиться качество семян. Это, естественно, приводит к ухудшению хозяйственно полезных качеств, присущих данному сорту. Возможных причин ухудшения сорта несколько. Это механическое и биологическое засорение, накопление болезней и вредителей.

Механическое засорение заключается в появлении в сорте примесей, попадающих в него механическим путем. Это может произойти на любом этапе размножения сорта. Пути попадания примесей в семена размножаемого сорта также различны. Это может быть засорение при хранении семян, их транспортировке, подготовке семян к посеву, при проведении посева, уборки. Механическое засорение может возникнуть при неправильно подобранном севообороте и появлении падалицы сорта или культуры, которые выращивались на этом по-

ле в прошлом году (или в предыдущем цикле севооборота). Какая-то часть семян се осеивалась, перезимовала (падалица) и дала всходы в посеве этого года. Могут быть и другие причины. Для культур двухлетнего цикла засорение менее вероятно, но тоже возможно. Даже плодовые и ягодные культуры от него не застрахованы, если в питомниках допускаются небрежность в работе.

Следует учитывать, что механическое засорение во многом является ошибкой агронома при проведении семеноводства. Поэтому для предотвращения механического засорения требуется правильный севооборот, не допускающий посева трудноотделимых культур друг за другом. Проводится борьба с сорняками и при необходимости с падалицей. Необходимо следить за чистотой техники. При этом помимо чисто механической очистки применяется прием, носящий название «промывка техники». После работы с семенами какого-либо сорта для более тщательной очистки техники через нее прогоняют семена легко отделяемой культуры. Например, при работе с пшеницей, ячменем, овсом, можно использовать горох или просо. Семена этих культур, проходя через агрегат, «вымывают» оставшиеся в нем семена культуры, с которым работали ранее. При уборке семян часто с той же целью проводят обкосы поля и первый бункер ссыпают на фураж.

Важную роль для избегания механического засорения и снижения затрат на дополнительную прочистку техники играет организация семеноводства. Все работы при размножении семян разных репродукций или категорий семян одного и того же сорта необходимо начинать с высших репродукций или категорий семян, переходя к низшим. Семена более высоких категорий и репродукций более чистые, и попадание их в более засоренные семена последующих категорий не приведет к их дополнительному засорению. Такая последовательность работы должна стать правилом.

Для уменьшения механического засорения проводится видовая и сортовая прополка.

Часто для уменьшения возможности механического засорения между посевами разных сортов делается полоса типа широкой дорожки. При полетании посева полетные растения не попадают на растения соседнего сорта. С этой же целью часто используются полосы посева шириной, равной 1–2 двум проходам посевного агрегата, которые в последующем скашиваются раньше размножаемых сортов и используются на зеленый корм.

Биологическое засорение часто трактуют как переопыление разных сортов (в редких случаях разных культур). Однако к биологическому засорению относится не только переопыление сортов, но и возникновение мутаций и расщепление.

Особую опасность переопыление представляет для перекрестноопыляющихся культур, но не защищены от него и самоопылители. Некоторые самоопылители настолько склонны к спонтанной гибридизации, что их следует считать факультативными перекрестниками (сорго, просо). Но и другие самоопыляющиеся культуры могут давать в известном проценте спонтанные гибриды. У очень строгих самоопылителей, таких как ячмень, горох, появление в посеве гибридов от перекрестного опыления встречается редко. В то же время спон-

танная гибридизация у мягкой пшеницы может достигать 1,5...2,0%. Но в семеноводстве это не учитывают, останавливаясь только на переопылении перекрестноопыляющихся культур.

Чтобы уберечь семенные посевы перекрестноопыляющихся культур от переопыления, в производстве используют пространственную изоляцию — удаление размножаемого материала от возможного засорителя. Таким образом переопыления сортов можно избежать или существенно снизить.

Нормы пространственной изоляции для отдельных культур различны и зависят от биологии опыления и категории размножаемого материала. Для ветроопыляемых культур они меньше, чем для насекомоопыляемых культур. Это связано в первую очередь с резким снижением концентрации пыльцы при переносе ветром даже на незначительные расстояния. При опылении же насекомыми концентрация пыльцы при ее переносе на другой цветок практически не меняется.

Нормы пространственной изоляции указываются в «Инструкции по апробации сортовых посевов». Они составляют 150 м для тритикале, 200 — для гречихи, вики, чины, люпина белого и желтого, 500 м — для бобов. При наличии искусственных или естественных преград для переноса пыльцы нормы пространственной изоляции снижаются (обычно вдвое) или она вовсе исчезает. Эти случаи также описаны в «Инструкции по апробации сортовых посевов» для определенной культуры.

На пространственную изоляцию могут влиять и вредоносность засорения — последствия засорения для последующих поколений.

Так, для сортов подсолнечника пространственная изоляция должна быть не менее 3 км, а для участков размножения родительских форм гетерозисных гибридов — не менее 5 км, поскольку их засорение существенно отразится на урожайности гибрида.

Для самоопыленных линий суперэлиты и элиты кукурузы нормы пространственной изоляции составляют 300 м, первой и последующей репродукций линий — 300 м, участков гибридизации гибридов — 200 м.

Для обычных сортов ржи пространственная изоляция составляет не менее 300 м, а между сортами с доминантной низкостебельностью и высокостебельными сортами — не менее 1000 м. Опыление первых вторыми ведет к постоянному выщеплению высокостебельных форм, как правило, более конкурентоспособных и поэтому накапливающихся в популяции при пересевах.

В странах — членах OECD (Организации экономического сотрудничества и развития) учитывается не только характер опыления культуры, но и категория размножаемых семян. Чем выше категория семян, тем строже требования к пространственной изоляции.

Возникновение мутаций — второй источник биологического засорения. Они возникают, хотя и редко, но постоянно. А при выращивании в полевых условиях сотни тысяч и миллионов растений на гектаре даже при небольшой вероятности появления мутаций они будут появляться. Повышенной частоте появления мутантных форм могут способствовать посев старыми семенами, применение химических средств защиты растений, удобрений, термическая об-

работка семян и т. п. Однако основная причина возникновения мутаций — солнечная радиация. Поэтому на возникновение мутаций агроном повлиять практически не может.

Расщепление — результат произошедшего переопыления или возникновения мутаций. В результате расщепления появляются новые сортовые примеси.

В процессе семеноводства возможно ухудшение посевных качеств семян в результате **возникновения и накопления болезней и вредителей**. В результате такого процесса даже самый чистосортный материал может оказаться непригодным для размножения и посева на товарные цели.

При ведении семеноводства, в отличие от селекции, требуется применять все доступные методы борьбы с болезнями и вредителями. При этом в семеноводстве в основном учитываются болезни, передаваемые с семенами. Возбудители болезней могут проникать внутрь семян (пыльная головня, фузариоз, гельминтоспориоз, черный и базальтовый бактериоз пшеницы, септориоз пшеницы и др.), находиться на поверхности семян (твердая головня пшеницы, каменная головня ячменя, пыльная и пузырчатая головня кукурузы, аскохитоз, фузариоз гороха, сон и др.) или в виде примесей в посевном материале (как спорынья).

В процессе длительного возделывания сорта в определенной зоне под влиянием естественного отбора может произойти изменение биотипического состава сорта-популяции перекрестноопыляемой культуры. Некоторые из составляющих такой сорт биотипов могут полностью исчезнуть из популяции или резко сократить свое присутствие в ней. Однако при регулярной замене семян возделываемого сорта в производстве такие процессы не успевают проходить.

В производственных условиях соблюдением агротехнических правил семеноводства, проведением видовых сортовых прополок, всех доступных способов профилактики возникновения и снижения заболевания растений стараются предотвратить процесс ухудшения сорта, но полностью избавиться от ухудшения посевных и сортовых качеств семян практически невозможно. От культуры земледелия зависит лишь скорость этого процесса.

Необходимо иметь в виду, что условия выращивания (погодные условия, уровень агротехнологий, семеноводческая агротехника, использование минеральных и микроудобрений, средств защиты растений) существенно влияют на урожайные качества семян.

Неоднородность семян

Семена на разных растениях и в пределах одного растения вследствие их различной обеспеченности питательными веществами, неодновременного формирования и созревания различаются по размерам, массе, химическому составу, посевным качествам, т. е. семена неоднородны. Эта неоднородность может проявляться в результате различных причин.

Различают три формы разнокачественности семян.

1. Экологическая неоднородность определяется зоной и условиями года формирования растений. В ней особо выделяют агротехническую неоднородность, обусловленную условиями агротехники при ведении семеноводства.



2. Матрицальная (материнская) неоднородность определяется условиями выращивания на материнских растениях (местоположение на растении и в соцветии, условиями питания растения, сроками цветения, освещенностью, интенсивностью опыления и т. д.).

3. Генетическая, связанная с генотипом растений размножаемого сорта. Она возникает как следствие сочетания наследственности родительских форм и отклонений в процессе оплодотворения. При перекрестном опылении в оплодотворении участвуют гаметы с различных растений, несущих признаки родительских организмов. Разные цветки одного материнского растения могут быть опылены пыльцой разных отцовских растений. Поэтому семена, завязавшиеся на одном материнском растении, имеют различные наследственные признаки и свойства, т. е. генетически неоднородны. Эта неоднородность может проявиться по-разному и влиять на варьирование морфологических и хозяйственных признаков и свойств семян и выращенных из них растений. Генетическую неоднородность могут вызывать также мутации.

Будучи весьма полезной для выживания вида, разнокачественность часто бывает нежелательной для хозяйственного использования семян. Она может вызывать неравномерность всходов, многоярусность стеблестоя, неодновременность созревания растений в посевах или семян на одном растении и т. д. Неоднородность семян по размеру, весу и степени вызревания снижает их посевные качества (ведет к низкой всхожести, недружному появлению всходов), неравномерному росту и созреванию растений и плодов.

В то же время положительными эффектами неоднородности семян, их модификационной изменчивостью, можно пользоваться. На этом основано, например, сортирование и использование фракций семян различного размера и веса, использование семян, выращенных в более благоприятных для их формирования условиях, и т. п.

Совершенно избавиться от разнокачественности семян ни селекционным путем, ни агротехническими методами невозможно. Но ее можно существенно снизить путем создания оптимальной структуры посева, высокого уровня агротехники семеноводства и уже упоминавшегося сортирования семян.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термину «сортаобновление».
2. Дайте определение термину «сортосмена».
3. Назовите оптимальные сроки проведения сортосмены.
4. В чём состоит эффективность использования сортового потенциала в России?
5. Какие категории сортовых посевов служат для размножения нового сорта?
6. Назовите основные причины ухудшения сортовых и посевных качеств у самоопыляющихся культур.
7. Назовите основные причины ухудшения сортовых и посевных качеств у перекрестноопыляющихся культур.

8. Назовите основные причины ухудшения сортовых и посевных качеств у вегетативно размножающихся культур.
9. Чем определяется разнокачественность семян?
10. Как используется разнокачественность семян?

Глава 18. Сортосмена и сортообновление

Селекционерами регулярно создаются новые сорта и гибриды сельскохозяйственных культур. Более старые сорта, находящиеся в производстве, заменяются вновь созданными сортами. Этот процесс называется **сортосмена** — замена на производственных площадях одного сорта (или группы сортов) другим зарегистрированным сортом, как правило, более продуктивным или имеющим какие-либо преимущества по сравнению со старым сортом.

Именно проведение сортосмены обеспечивает успешное внедрение селекционных достижений в производство.

Очередность замены одних сортов другими можно разбить на ряд этапов — периодов сортосмены. По любой культуре в любой зоне ее выращивания можно привести примеры сортосмены. Так, в Нечерноземной зоне Российской Федерации у озимой пшеницы произошло шесть периодов сортосмены. На начальном этапе эта культура была представлена сортами инорайонного, более южного, происхождения (сорта Эритроспермум 127, Ферругинеум 1239, Дюрабль, Московская 2453 и др.). Постепенно они были заменены сортами Мильтурум 513, ПШ 599 и др., которых на долгое время вытеснил сорт Мироновская 808. Постепенно и этот сорт в производстве был заменен на новые — Московская низкостебельная, Инна, Заря. Следующим этапом сортосмены стало внедрение в производство сорта Московская 39. Кропотливая работа селекционеров по созданию новых сортов привела к появлению на полях региона новых сортов — Немчиновская 24, Московская 40, Немчиновская 56 и др. В результате такой сортосмены урожайность сортов озимой пшеницы в регионе по сравнению с первым этапом сортосмены возросла более чем в два раза. В среднем у зерновых культур внедрение новых сортов каждые пять лет обеспечивает повышение урожайности примерно на 1 ц/га.

Данные многих исследователей показывают, что в результате внедрения новых сортов, проведения сортосмены такое повышение урожайности произошло у многих сельскохозяйственных культур в многих развитых странах мира.

Так, у хлопчатника каждый из шести этапов сортосмены обеспечивал прибавку урожая на 15–20% по сравнению с предыдущим.

Помимо повышения урожайности сортосмена решает важную задачу снижения вероятности возникновения эпитотий. В процессе многолетнего возделывания сорта происходит преодоление его генетической устойчивости возбудителями болезней растений. Если новые сорта обладают устойчивостью к распространившимся на старом сорте возбудителям болезней, вредоносность последних резко падает.

Планирование сортосмены

Задача по планированию сортосмены может стоять и быть решена для определенного хозяйства, района, области. При расчетах необходимо учитывать, что каждый килограмм семян нового сорта идет исключительно на размножение.

После включения сорта в Госреестр семена элиты по существующим схемам первичного семеноводства при использовании индивидуального отбора могут быть получены лишь через 6–8 лет. Поэтому применяется система ускоренного размножения семян, начиная с конкурсного испытания. Главной задачей этой системы является сокращение до 2–3 лет срока перехода на посев нового сорта после его включения в реестр.

Обычно учреждение, начинающее семеноводство нового сорта, закупает семена из питомника размножения, суперэлиты или элиты в учреждении — оригинаторе сорта.

Таблица 18.1

Эффективность использования сортового потенциала России в 2019 г., %
(данные ФГБУ «Россельхозцентр»)

| Культуры | Сорта, обеспечивающие более 50% фактического высева культуры в Российской Федерации | |
|------------------|---|---|
| | количество, шт. | доля от числа сортов культуры в Госреестре, % |
| Пшеница озимая | 14 | 4,0 |
| Рожь озимая | 5 | 6,0 |
| Ячмень озимый | 6 | 14,6 |
| Тriticale озимая | 9 | 10,5 |
| Рис озимый | 6 | 5,6 |
| Пшеница яровая | 22 | 9,1 |
| Ячмень яровой | 19 | 8,3 |
| Овес | 12 | 9,2 |
| Кукуруза | 31 | 3,1 |
| Горох | 10 | 6,0 |
| Гречиха | 6 | 11,5 |
| Рис | 5 | 8,2 |
| Просо | 5 | 8,6 |
| Сорго | 5 | 4,2 |
| Подсолнечник | 26 | 3,9 |
| Соя | 19 | 7,9 |
| Сахарная свекла | 22 | 6,9 |
| Лен-долгунец | 5 | 7,7 |
| Рис яровой | 19 | 13,6 |

С целью ускоренного размножения сорта часто используются пониженные нормы высева. Необходимо учитывать следующее: чем ниже норма высева, тем большее значение приобретают плодородие выбранного для посева поля, предшественник, сроки сева, агротехнология возделывания. По мере роста площадей под новым сортом норма высева будет повышаться.

В этом случае, а также приступая к массовому размножению, прошедшего конкурсное испытание, для модельных расчетов сортоисменности любой культуры предлагается использовать следующее:

$$S_n = S_1 \frac{Y_1 Y_2 Y_3 \dots Y_{n-1}}{N_B}$$

где S_n — возможная расчетная площадь посева в любом году; S_1 — начальная площадь, занимаемая сортом в год его включения в реестр перспективным; Y — урожайность кондиционных семян с 1 га; N_B — норма высева.

На разных этапах размножения могут быть неодинаковые коэффициенты размножения. Как правило, на первых этапах они значительно больше, чем на последующих, из-за снижения нормы высева, а на последующих этапах снижается норма высева, приближаясь к рекомендуемой в производстве.

Необходимые показатели для расчетов планирования сортоисменности даны в примере.

Пример: культура — ячмень, сорт Михайловский, урожайность семян с 1 га — 1,5 т, норма высева — 0,2 т/га, площадь в начале расчета — 500 га — через 4 года сорт будет высеиваться на площади 210 937 га.

$$S_4 = 500 \times \frac{1,5 \times 1,5 \times 1,5}{0,2} = \frac{1687,5}{0,008} = 210\,937 \text{ га.}$$

Результаты планирования сортоисменности обычно представляют в виде таблицы 18.2.

Но в процессе длительного возделывания сорта в производстве могут ухудшаться. С каждым посевом семян, как правило, происходит механическое и биологическое засорение сорта, возрастает поражение семян болезнями и вредителями.

Для предотвращения этого проводится **сортообновление** — плановая замена сортовых семян в хозяйстве семенами тех же сортов с более высокими посевными и урожайными качествами, как правило, более высокими репродукцией.

Сортообновление требуется проводить в двух случаях. Во-первых, при размножении сортовых семян за предельно разрешенную норму, которая определяется для каждой культуры органами управления (министерством сельского хозяйства соответствующих регионов). Так, например, для пшеницы в Краснодарском крае предельно разрешенной является норма высева 0,2 т/га.

Второй случай обязательного проведения сортообновления сортовых семян — при снижении сортовой чистоты ниже предельно допустимых нормами стандарта и с увеличением пораженности семян болезнями выше предельно допустимых нормами стандарта.

Таблица 18.2

Расчет площадей и объема производства семян по годам

| Культура | Первоначальная площадь и площадь заимчивых сортов | | | | 2-й год | | | 3-й год | | | 4-й год | | | 5-й год | | |
|----------|---|-----------------------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| | КОЛ-ВО СЕМЕН, Т | НОРМА ВАСКОВ, Т/ГА | ПЛОЩАДЬ Т/ГА | ПЛОЩАДЬ ПОСЕВ, ГА | КОЛ-ВО СЕМЕН, Т | НОРМА ВАСКОВ, Т/ГА | ПЛОЩАДЬ ПОСЕВ, ГА | КОЛ-ВО СЕМЕН, Т | НОРМА ВАСКОВ, Т/ГА | ПЛОЩАДЬ ПОСЕВ, ГА | КОЛ-ВО СЕМЕН, Т | НОРМА ВАСКОВ, Т/ГА | ПЛОЩАДЬ ПОСЕВ, ГА | КОЛ-ВО СЕМЕН, Т | НОРМА ВАСКОВ, Т/ГА | ПЛОЩАДЬ ПОСЕВ, ГА |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |

При использовании гибридов сортообновление проводится ежегодно (для посева используются только семена первого поколения).

Предпочтительнее проводить сортообновление, но если производители заинтересованы в производстве определенного сорта длительное время, семена его нужно периодически обновлять.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термину «сортообновление».
2. Дайте определение термину «сортообновление».
3. Назовите оптимальные сроки проведения сортообновления.
4. В чём состоит эффективность использования сортового потенциала в России?
5. Что требуется знать для расчетов планирования сортообновления?

Глава 19. Отбор в семеноводстве и производство семян элиты

Особенности отбора в семеноводстве

В семеноводстве, как и в селекции, существуют два вида отбора: массовый и индивидуальный.

Важно не путать массовый и индивидуальный отбор в селекции и в семеноводстве. Их основное различие проистекает из задач селекции и семеноводства. Селекционеры создают новые сорта. Поэтому отбор они проводят из естественных или искусственно созданных гетерогенных популяций. При этом отбираются лучшие по ряду показателей растения.

Задачей семеноводства является размножение сорта. Отбираются лучшие, но самое главное — типичные для данного сорта растения из имеющихся посевов данного сорта. Отбор носит стабилизирующий характер.

Перед семеноводом может стоять как задача размножения нового сорта, так и задача размножения уже давно находящегося в производстве сорта.

Исходным материалом (питомником отбора) для размножения нового сорта обычно является посев конкурсного сортоиспытания или предварительного размножения.

Исходным материалом для размножения давно существующего сорта может быть любой посев данного сорта. Но предпочтительнее использовать для этого посев максимально высокой категории. Обычно для начала размножения берут посев оригинальных или элитных семян. Требования к семенам более высоких категорий значительно выше, поэтому такие посевы заведомо обладают повышенной сортовой чистотой (типичностью), меньше поражены болезнями и вредителями.

При обоих видах отбора отбираются и оцениваются отдельные растения. Разница между этими методами заключается в дальнейшей судьбе потомства отобранных, типичных для данного сорта растений.

При массовом отборе семена отобранных растений объединяются и высеваются в питомнике размножения 1-го года (рис. 19.1).

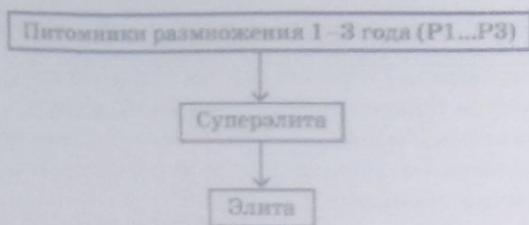


Рис. 19.1

Схема семеноводства зерновых культур методом массового отбора

Достоинства массового отбора — его простота и быстрота, невысокая по сравнению с индивидуальным отбором трудоемкость. Но главный недостаток массового отбора — невозможность проверить отобранные растения по потомству, так как семена их смешиваются. Семена нетипичных для данного сорта растений распределяются по всему посеву хаотично, растения, выросшие из них, трудно обнаружить и полностью удалить.

Методом массового отбора ведется в основном семеноводство перекрестноопыляющихся сортов и сортов, созданных селекционерами данным методом. Допускается использование массового отбора при размножении нового селекционного сорта в течение обычно трех лет после его регистрации. Это обосновано тем, что сорт еще не вышел «из рук» селекционера, который, как никто другой, знает его особенности и принимает непосредственное участие в его размножении.

При индивидуальном отборе оцениваются отдельные растения и потомства каждого из них в дальнейшем размножают отдельно, сея питомник испытания потомства 1-го (ПИП-1), а потом и второго (ПИП-2) года. Все нетипичные, большие, пораженные линии в данных питомниках бракуются и удаляются целиком. Только после изучения потомств отобранных растений в ПИПах потомства оставшихся растений объединяют для посева питомника размножения (рис. 19.2).

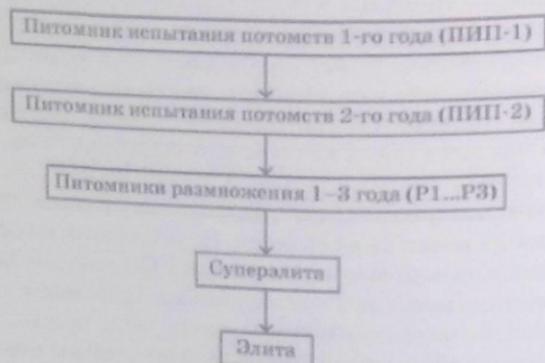


Рис. 19.2

Схема семеноводства зерновых культур методом индивидуального отбора

Метод индивидуального отбора значительно более сложен и трудоемок в сравнении с массовым отбором. При его использовании дополнительно требуются два года на изучение потомств каждого отобранного растения в ПИШах. Но эти недостатки метода перекрываются его преимуществом — возможностью удаления на этом этапе размножения сорта всех растений-засорителей.

При семеноводстве нового селекционного сорта, как сказано выше, допускается использование массового отбора. Но параллельно с питомниками размножения, заложенными методом массового отбора, закладываются и питомники испытания потомств, т. е. используется индивидуальный отбор. Именно для достижения максимально высокой чистоты семян идут на все издержки данного метода.

Ускоренное размножение сорта

С целью ускоренного размножения нового сорта допускается использование массового отбора даже в случаях, если этот сорт был создан другим методом.

Обычно размножение семян нового сорта начинают с первого года государственного сортоиспытания. Иногда в отдельных селекционных учреждениях начинают его еще раньше, на стадии конкурсного сортоиспытания, иногда с первого-второго его года.

В процессе ускоренного размножения основная задача — обеспечить максимально возможный коэффициент размножения.

Для увеличения коэффициента размножения сортов на семенных посевах зерновых культур создают высокий фон плодородия, применяют широкорядные и ленточные способы посева с пониженной нормой высева. Эти приемы составляют основу технологии ускоренного размножения семян новых сортов в большинстве почвенно-климатических зон. Пониженные нормы высева приводят к повышению площади питания отдельных растений, их повышенной кустистости и, как следствие, повышению коэффициента размножения.

При ведении семеноводства очень важно соблюдать усредненные нормы внесения минеральных удобрений. При недостатке доступного фосфора в почве обязательно применение фосфорных удобрений, по возможности проводят подкормку микроудобрениями (бор, марганец, цинк и др.), которые способствуют лучшей завязываемости и формированию качественных семян.

Эти приемы составляют основу технологии ускоренного размножения семян новых сортов в большинстве почвенно-климатических зон.

Например, для быстрого внедрения новых перспективных сортов озимой пшеницы высевают на участках размножения по 40–50 кг семян на 1 га, способ посева — рядовой, или широкорядный (с междурядьями 30–45 см), или ленточный (15×15×45 см). Проводятся подкормки в период вегетации минеральными удобрениями; обработка посевов против болезней, вредителей и сорняков. Коэффициент размножения при этом достигает 80–100. В течение вегетации за такими посевами проводят тщательный уход: подкармливают их, уничтожают сорняки, рыхлят междурядья.

Многолетние бобовые травы (люцерна, клевер) для быстрого размножения семян высевают широкорядным или гнездовым способом беспорядочно при небольших нормах посева. Например, для ранних сортов клевера используется норма посева 8–3–4 кг/га при рядовом и 2–3 кг/га при широкорядном (30 см) посеве. Для поздних сортов этой культуры нормы посева соответственно несколько выше.

В отдельных регионах мира используется возможность получения нескольких урожаев в год.

При экономической целесообразности для ускоренного размножения сортов можно использовать выращивание в условиях защищенного грунта, методы зеленого черенкования, биотехнологии. Это часто применяется при размножении декоративных, ягодных и плодовых культур. Используется также размножение в Южном полушарии земного шара (кукуруза, овощные культуры и другие культуры). Для ускоренного размножения картофеля и ряда других культур применяется выращивание в гидропонных и аэропонных установках. Широко используются методы микроклонального размножения, которые не только оздоравливают посадочный материал, но и повышают коэффициент размножения. У того же картофеля таким методом от одной меристемы можно получить сотни потомков.

Производство семян элиты

Производство семян элиты можно разделить на два этапа: первичные звенья семеноводства и дальнейшее размножение семян до элиты. Деление это достаточно условно.

Первичными звеньями семеноводства являются: питомник испытания потомств 1-го года; питомник испытания потомств 2-го года; питомник размножения 1-го года. Производство семян на этих этапах часто называют первичным семеноводством.

Остальные звенья: питомник размножения 2-го года, суперэлиты и элиты — предназначены для дальнейшего размножения семян. Производство элитных семян часто называют элитным семеноводством или семеноводством элиты.

Первичное семеноводство в основном осуществляется оригинаторами сорта (патентообладателями и уполномоченными ими лицами). Чтобы стать оригинатором сорта, не являясь обладателем патента на него, требуется заключить с патентообладателем договор — лицензионное соглашение. Этот договор в обязательном порядке должен быть зарегистрирован в государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений. После этого данные об оригинаторе селекционного достижения вносятся в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Селекционеры при передаче сорта в государственное сортоиспытание передают описание сорта, включающее описание признаков, по которым следует проводить отбор типичных и браковку нетипичных для данного сорта растений.

В процессе первичного семеноводства для поддержания сорта используется преимущественно индивидуальный отбор. Хотя допускается и использование массового отбора для сортов, созданных данным методом, или для новых селекционных сортов с целью его ускоренного размножения.

На рисунке 19.3 представлена схема семеноводства методом индивидуального отбора. Необходимо учесть, что число лет выращивания питомников размножения может варьировать от 1 до 4 в зависимости от плана производства семян.

СХЕМА СЕМОНОВОДСТВА САМООПЫЛЯЮЩИХСЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР (с использованием индивидуального отбора)

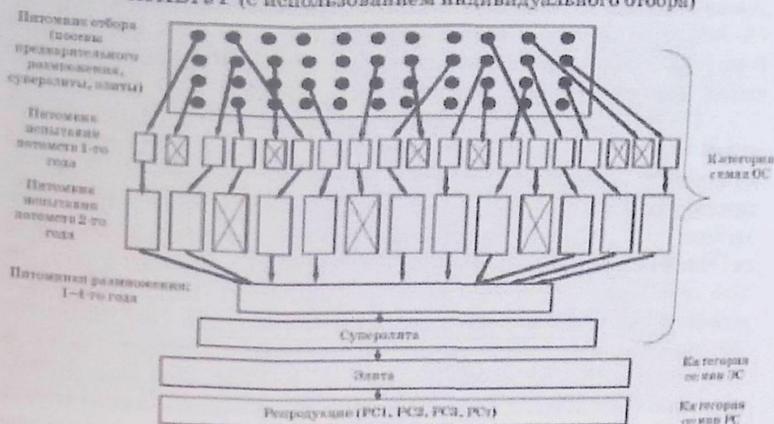


Рис. 19.3

Схема семеноводства самоопыляющихся зерновых культур методом индивидуального отбора

Схема семеноводства методом массового отбора отличается от схемы семеноводства методом индивидуального отбора отсутствием питомников испытания потомств 1- и 2-го года. Из отобранных растений сразу закладывается питомник размножения первого года (P1).

Число отбираемых элитных растений и число питомников первичного семеноводства зависит от объема необходимых для получения семян конечной для данного этапа размножения репродукции и коэффициента размножения. Для этого проводятся соответствующие расчеты производства семян элиты, о которых будет сказано отдельно.

Питомник отбора. Семеноводство начинается с отбора типичных растений в так называемом питомнике отбора. Этим питомником, как правило, служат посевы оригинальных семян (питомники размножения, суперэлиты) и элиты. При отсутствии посевов высших категорий семян источником отбираемых растений данного сорта может быть посев более низких категорий или репродукций. В этом случае необходимо повысить число отбираемых растений по сравнению с отбором из более высоких категорий. Это обусловлено тем, что, как правило, повышенная засоренность и зараженность семян более низких ка-

тегорий в дальнейшем приведет к выбраковке значительной части отобранных растений.

Для начала размножения сортов, впервые включенных в Госресстр, рекомендуется производить отбор на посевах конкурсного и производственного испытаний.

По комплексу признаков, характерных для данного сорта, отбирают типичные для сорта растения, не пораженные болезнями и вредителями. Делают поправку на чистоту питомника отбора: чем больше вероятность засорения в нем, тем выше в последующем будет браковка, и необходимо это учесть, повысив число отбираемых растений. Даже в случае, если зрительно все растения принадлежат к размножаемому сорту, отбирают с запасом. Обычно при последующей оценке отобранных растений уровень браковки составляет по озимым 15–30%, а по яровым зерновым культурам — 40–60%, что надо учесть при отборе растений в поле. Некоторые семеноводы отбирают в 2–3 раза больше растений, чем необходимо для начала размножения по сделанным расчетам.

После отбора в поле проводится лабораторная оценка. После подработки семян на ситах осуществляют визуальную оценку качества семян. Оцениваются не только типичность отобранных растений (колосьев, метелок), отсутствие поражения болезнями и вредителями, но и их продуктивность, крупность, число и выполненность семян. Худшие по этим показателям растения выбраковываются. Число отбираемых растений для закладки питомника испытания потомств 1-го года зависит от плана-заказа на производство семян элиты и коэффициента размножения той или иной культуры. Но рекомендуется использовать не менее 300 линий (семей), даже если расчеты допускают работу с меньшим числом линий.

В зависимости от выбранного метода отбора семена лучших типичных растений объединяются и сеются в питомнике размножения первого года (масовый отбор) или высеваются отдельно друг от друга (индивидуальный отбор).

Питомник испытания потомств 1-го года (ПИП-1). Как уже отмечалось, число отбираемых растений для посева в ПИП-1 зависит от коэффициента размножения и плана-заказа на семена. Количество отбираемых растений составляет не менее 300.

Закладку питомника осуществляют ручными или кассетными сеялками. Как правило, семена одного отобранного растения сеются отдельным рядом. Часто для этого используют широкорядный способ посева.

Для оценки типичности отобранных растений через 20–30 линий сеют стандарт. Им, как правило, являются семена суперэлиты или питомника размножения урожая прошлого года. Семена последующих репродукций для первичного семеноводства применять нежелательно.

В питомнике в течение всей вегетации проводится оценка типичности размножаемых растений. Оцениваются также их хозяйственно ценные признаки и свойства: продуктивность, выравненность стеблестоя, поражение болезнями и вредителями и др. Оценка проводится обычно глазомерно. При необходимости проводится лабораторный анализ на качество продукции.

Потомства сравнивают между собой и со стандартом. Худшие потомства выбраковываются и удаляются с поля. Делается это во время всей вегетации.

так как часто отдельные признаки и свойства проявляются только на определенной стадии развития растений. Например, антоциановая окраска проростков или поражение снежной плесенью. У самоопыляющихся культур выбраковка делается не позднее начала уборки, а у перекрестноопыляющихся культур — не позднее начала цветения.

Оставшиеся после браковки потомства убирают вручную отдельно друг от друга, связывают в снопики, подвешивают этикетки, на которых обозначают сорт, питомник, год урожая, номер. Аналогично убирают также и стандарты.



Рис. 19.4
Убранные с поля потомства ПШП-1

После полного созревания семян отобранные потомства обмолачивают на селекционной молотилке. Обмолоченные потомства сепают в пакеты или в мешочки, которые подписывают или снабжают этикетками. Этикетки в семеноводстве всегда используют две — одну подвешивают снаружи, вторую помещают внутрь мешка. В лаборатории проводят взвешивание и оценивают потомства по зерну. Оценку потомств проводят в сравнении со стандартом. Для сравнения используется ближайший к образцу стандарт. Но на практике часто сравнивают и с усредненным по питомнику стандартом. Потомства, уступающие стандарту, тем более нетипичные или пораженные болезнями и вредителями, бракуются. Взвешивание и оценку можно проводить и сразу после обмолота. Это позволяет избавиться от пакетирования и сохранения забракованных потомств, уменьшая трудоемкость работы.

Полевая и лабораторная браковка потомств может достигать 50%, при этом полевая браковка обычно составляет 15–25% от общего числа линий.

После лабораторной проверки семена хранят в отдельных мешках или пакетах. Мешки снабжаются этикетками с указанием культуры, сорта, питомника,

года урожая. Пакеты маркируют с указанием этих данных. Вторая аналогичная этикетка вкладывается в мешок или пакет.

Семена, полученные в ПИП-1, используются для закладки питомника испытания потомств второго года.

Питомник испытания потомств 2-го года (ПИП-2) предназначен для дальнейшей оценки размножаемых потомств. Если биологическое засорение — переопыление — произошло непосредственно в год отбора элитных растений, то оно проявится только на второй год при расщеплении. Выращивание потомств отобранных растений отдельно в течение двух лет позволяет убрать все растения-засорители, забрав соответствующую делянку.

Семена высевают кассетной сеялкой. Площадь делянки зерновых культур при пониженных нормах высева может быть до 20 м². Число рядков в делянке, ее длину, ширину междурядий и дорожек рассчитывают с учетом возможности унификации их посева, ухода и уборки. Полевые наблюдения, учеты, оценки и выбраковку проводят так же, как в питомнике испытания потомств 1-го года. Часто питомник сеют широкорядно. Для оценки типичности отобранных растений через 20 линий сеют стандарт.

Визуально питомники испытания потомств, посеянные кассетной сеялкой, похожи на СП-1 и СП-2 селекционного процесса. Как правило, в ПИП-1 зерновых культур потомство одного отобранного для размножения растения представлено одним рядком, а в ПИП-2 — всей делянкой из нескольких рядков растений (рис. 19.5).



Рис. 19.5
Питомник испытания потомств

Все оценки в питомнике проводят в течение всей вегетации аналогично работам в ПИП-1. Оставшиеся после браковки потомства убирают отдельно селекционно-семеноводческим комбайном. Значительно реже ПИП-2 убирают вручную и обмолачивают на сноповой молотилке. После взвешивания проводят оценку в сравнении со стандартом и браковку по зерну. Все прошедшие браковку потомства объединяют — сыпают вместе. Семена хранят в мешках, снабжая их этикетками (рис. 19.6).



Рис. 19.6

Хранение семян ПИП-2 до объединения потомств отобранных семей

Полевая браковка растений в питомнике испытания потомств 2-го года достигает 10, а полевая с лабораторной — 20–30%.

Полученные семена отобранных семей объединяются и используются для посева питомника размножения 1-го года.

Питомник размножения 1-го года служит для накопления семян. Он закладывается семенами, полученными в ПИП-2 (индивидуальный отбор) или в питомнике отбора (массовый отбор). При работе методом массового отбора число растений (колосьев, метелок) зависит от коэффициента размножения и плана-заказа на семена. При этом количество отбираемых для начала размножения сорта перекрестноопыляемых культур не должно приводить к возникновению гибридной депрессии и изменению генетической структуры популяции, представляющей данный сорт. При размножении перекрестноопыляющихся культур оно не должно быть менее 2000.

Под питомники первичных звеньев семеноводства отводят плодородные участки, на них создают агрофон, обеспечивающий хорошее развитие растений и формирование семян с высокими урожайными качествами. Применяют меры, полностью исключающие механическое и биологическое засорение.

Посев осуществляют протравленными семенами обычным рядовым способом с пониженной нормой высева. Для удобства проведения видовых и сортовых прополок питомник часто сеют полосами шириной примерно в 1 м, закрывая соответствующие сошниками сеялки. Незасеянные рядки образуют дорожки. Во время вегетации растений они позволяют легче проходить по посеvu, просматривать и удалять нетипичные, больные и пораженные растения при проведении видовых и сортовых прополок. Видовую и сортовую прополку проводят, когда хорошо проявляются видовые и сортовые признаки растений. У перекрестноопыляющихся культур — обязательно до начала цветения. Все растения, относящиеся к засорителям, удаляют с корнем и выносят с поля. При

удалении зараженных вирусом клубней клонов картофеля их сжигают или глубоко закапывают.

На посевах проводят своевременный тщательный уход за растениями, борьбу с сорняками, болезнями и вредителями. При размножении перекрестноопыляющихся растений требуется обеспечить условия для опыления. Не рекомендуется сеять ветроопыляемые культуры в пониженных влажных местах с большой вероятностью возникновения туманов. Для насекомоопыляемых культур требуется наличие насекомых — переносчиков пыльцы (диких и домашних пчел, шмелей и т. п.).

Начиная с питомника размножения первого года, для контроля чистоты и типичности посева проводится полевая апробация.

После уборки и обмолота хорошо отсортированные по крупности семена используют для посева в следующем питомнике размножения.

Работы в питомниках размножения последующих лет (для большинства самоопыляющихся зерновых культур от P2 до P4 включительно) проводятся аналогично работам в P1.

Потомство, полученное от посева семян в последнем питомнике размножения, называется суперэлитой. Пересев семян суперэлиты обеспечивает получение семян элиты.

Деление звеньев семеноводства на питомники размножения, суперэлиты и элиты довольно условно. Оно зависит от коэффициента размножения культур и плана-заказа на семена элиты.

В зависимости от них рекомендованные для разных культур схемы первичного семеноводства и производства семян элиты могут модифицироваться.

При большой потребности семян и невысоком коэффициенте размножения схема семеноводства может быть максимальной, включающей все рекомендованные питомники размножения, суперэлиты и элиты.

При небольшом заказе на семена элиты и достаточном коэффициенте размножения в первую очередь схему семеноводства сокращают за счет числа питомников размножения. Например, у проса — культуры с высоким коэффициентом размножения — можно вообще исключить питомники размножения и суперэлиты. При этом схема семеноводства будет состоять из трех звеньев — питомников испытания потомств 1-го и 2-го годов и элиты.

При массовом отборе схема выращивания элиты состоит из следующих звеньев: питомник размножения (1–2-го года); суперэлиты; элиты.

Уборка питомников первичного семеноводства проводится прямым комбайнированием при полной спелости зерна. При этом стараются не допустить дробления и обрушивания зерна.

Семена суперэлиты и элиты после их доработки (очистки, сортировки и сушки) упаковывают в новые тканевые мешки. Мешки зашиваются и пломбируются. На наружной этикетке или на самом мешке указываются культура, сорт, категория, год урожая, название хозяйства, выращившего семена, номер партии и сведения о документе на данную партию семян. Такую же этикетку вкладывают в мешок, чтобы при потере наружной этикетки сведения о семенах сохранились.



Рис. 19.7

Питомник размножения первого года (P1) тритикале



Рис. 19.8

Питомники размножения второго года (P2) пшеницы

В процессе первичного семеноводства осуществляется строгий контроль за ходом всех проводимых работ. При работе в питомниках испытаний потомств составляют акты посева, выбраковки и уборки потомств. В них ука-

зывают число посеянных, забракованных и отобранных потомств, количество и качество выращенных семян. Все проведенные работы в питомниках размножения, суперэлиты и элиты указывают в «Журнале учета работ по производству элитных семян».

В семеноводческих хозяйствах рекомендуется ежегодно закладывать страховые фонды семян первичных звеньев — 100%, суперэлиты — не менее 50% потребности для закладки этих звеньев, элиты и I репродукции — не менее 25–30% потребности в семенах для проведения сортосмены и сортообновления. При наличии страховых фондов в случае даже полной гибели семеноводческих посевов вся схема семеноводства может быть восстановлена в полном объеме на следующий год.

Для озимых культур в Нечерноземье, Сибири, на Урале и Дальнем Востоке рекомендуется пользоваться переходящим фондом семян. Для ускорения размножения нового сорта можно использовать и свежесобранные семена.

Планирование производства семян элиты

Для расчета площадей посева и объемов производства семян рекомендуется использовать схему питомников испытания и размножения семян, приведенную в таблице 19.1. В зависимости от коэффициента размножения семян, объемов работ и возможностей учреждения, производящего семена элиты, схема семеноводческого процесса может быть сокращена, например по рисунку 1, а по зернобобовым и гречихе — увеличена за счет питомников размножения 3–4-го годов (табл. 19.2).

Таблица 19.1

Схема производства элитных семян зерновых культур

| Категория семян | Поколение размножения | | |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----|
| | Отбор растений | $Q_3 = Q_2 K_3$ | (7) |
| | Питомник испытания потомств 1-го года | $Q_2 = Q_1 K_2$ | (6) |
| | Питомник испытания потомств 2-го года | $Q_1 = \frac{S_4 P K_1}{t}$ | (5) |
| Оригинальные | Питомник размножения 1-го года | $S_4 = \frac{S_3 P}{V}$ | (4) |
| | Питомник размножения 2-го года | $S_3 = \frac{S_2 P}{V}$ | (3) |
| | Суперэлита | $S_2 = \frac{S_1 P}{V}$ | (2) |
| Элитные | Элита | $S_1 = \frac{N}{V}$ | (1) |

Модель расчета площадей посева и объемов производства семян, где N — план-заказ на элиту, т; S — площадь посева для производства семян, га; P — норма высева семян, т/га; V — выход семян с единицы площади, т/га; t — продуктивность одной семьи (при расчетах выражают в т); Q — необходимое число семей (растений); K — поправочный коэффициент.

Схема получения семян элиты при ускоренном размножении сортире

| Генерация | Место испытания (размножения) | Посев на высоту в рефроне | Массовый отбор | | Индивидуальный отбор по семенам растений |
|---|--|---------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
| | | | 1-й год | 2-й год | |
| 1-й (привычные сортовые или перекрестные) | ГСУ | | | | |
| 2-й | То же | Переход | Отбор исходных растений | Отбор исходных растений | Отбор исходных растений |
| 3-й | То же | То же | Питомник репродукции | Питомник репродукции | Питомник репродукции |
| 4-й | Дачно-семпачивские хозяйства | Элита | Суперэлита | Питомник репродукции | Питомник репродукции |
| 5-й | То же | I репродукция | Элита | Суперэлита | То же |
| 6-й | Селекционеры, селекционные бригады (участки) | II репродукция | I репродукция | Элита | Суперэлита |
| 7-й | Промышленные | III репродукция | II репродукция | I репродукция | Элита |
| 8-й | Промышленные | IV репродукция | III репродукция | II репродукция | I репродукция |

Поправочные коэффициенты при определении числа отбираемых растений или соцветий и закладываемых в питомниках семей устанавливаются по возможному объему браковок (табл. 19.3).

Таблица 19.3

Величина поправочных коэффициентов в зависимости от процента браковки

| Процент браковки | Поправочный коэффициент | Процент браковки | Поправочный коэффициент |
|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
| 10 | 1,111 | 31 | 1,449 |
| 11 | 1,124 | 32 | 1,471 |
| 12 | 1,136 | 33 | 1,493 |
| 13 | 1,149 | 34 | 1,515 |
| 14 | 1,163 | 35 | 1,538 |
| 15 | 1,176 | 36 | 1,562 |
| 16 | 1,190 | 37 | 1,587 |
| 17 | 1,205 | 38 | 1,613 |
| 18 | 1,219 | 39 | 1,639 |
| 19 | 1,234 | 40 | 1,667 |
| 20 | 1,250 | 41 | 1,695 |
| 21 | 1,266 | 42 | 1,724 |
| 22 | 1,282 | 43 | 1,754 |
| 23 | 1,299 | 44 | 1,786 |
| 24 | 1,316 | 45 | 1,818 |
| 25 | 1,333 | 46 | 1,852 |
| 26 | 1,351 | 47 | 1,887 |
| 27 | 1,370 | 48 | 1,923 |
| 28 | 1,389 | 49 | 1,961 |
| 29 | 1,408 | 50 | 2,000 |
| 30 | 1,429 | - | - |

Для этого можно использовать формулу

$$K = \frac{100}{100 - x},$$

где K — поправочный коэффициент; x — процент браковки.

Например, при объеме браковки 20% поправочный коэффициент будет равен 1,2450, а при 30% — 1,429 (табл. 19.3).

Полученные результаты увеличиваются в соответствии с необходимыми размерами страховых фондов: для семян первичных звеньев — 100%, супер-элиты — 50%, элиты и I репродукции — не менее 25–30% потребности для закладки этих звеньев семеноводства.

Пример. Культура — ячмень сорта ТСХА 4, план-заказ на производство семян элиты — 1000 т; урожай ячменя в семеноводческом хозяйстве — 4,0 т/га; выход семян с 1 га — 2,0 т; страховой фонд из расчета 25% от общей потребности семян — 250 т. Продуктивность семьи ПИП1 0,004 т. Поправочный коэффициент ПИП-1 и ПИП-2 — 1,245, а отбираемых растений — 2.

Общая потребность семян с учетом страхового фонда — $1000 + 250 = 1250$ т; необходимая площадь для посева элиты $S_1 = 1250 : 20 = 625$ га; норма

высева для посева элиты — 0,25 т/га; выход семян с 1 га — 2,0 т; страховой фонд — 50% от общей потребности семян; площадь посева без страхового фонда:

$$\frac{S_1(625 \text{ га}) \times P(0,25 \text{ Т/га})}{V(2,0 \text{ Т/га})} = 78,125 \text{ га};$$

площадь посева для страхового фонда — $78,125 : 2 = 39,06$ га; необходимая площадь для посева суперэлиты $S_2 = 78,125 + 39,06 = 117,185$ га; норма высева для посева суперэлиты — 0,25 т/га; выход семян с 1 га — 2,0 т, страховой фонд — 50% от общей потребности семян; площадь посева без страхового фонда:

$$\frac{S_2(117,185 \text{ га}) \times P(0,25 \text{ Т/га})}{V(2,0 \text{ Т/га})} = 14,65 \text{ га};$$

площадь посева для страхового фонда — $14,65 : 2 = 7,325$ га; необходимая площадь для посева питомника размножения 2-го года $S_3 = 14,65 + 7,325 = 21,975$ га.

При норме высева для посева питомника размножения 1-го года 0,15 т/га; выходе семян с 1 га 2,0 т, страховом фонде 100% от общей потребности семян площадь посева без страхового фонда составит

$$\frac{S_3(21,975 \text{ га}) \times P(0,15 \text{ Т/га})}{V(2,0 \text{ Т/га})} = 1,65 \text{ га}.$$

С учетом страхового фонда площадь посева питомника размножения 2-го года равна 3,3 га.

Для расчета объемов ППП-2 используется формула $Q_1 = \frac{S_4PK_1}{t}$, $Q_1 = (1,65 \text{ га} \times 0,25 \text{ т/га} \times 1,245) / 0,004 \text{ т} = 128$ семей. При продуктивности семьи 0,004 т это 0,51 т семян, с учетом 100% страховых фондов 256 семей и 1 т семян.

Число семей в ППП-1 $Q_2 = Q_1K_2 = 256 \times 1,245 = 319$. С учетом 100% страховых фондов 638 семей.

Число родоначальных растений $Q_3 = Q_2K_3 = 638 \times 2 = 1276$. С учетом 100% страховых фондов 2552 семьи.

Когда процесс в первичном семеноводстве налажен, то число колосьев, необходимых для отбора, уменьшится на величину страхового фонда, так как он будет использоваться ежегодно на посев. И только в случае экстремальных погодных условий или стихийного бедствия, при которых невозможно провести отбор растений для закладки питомника испытания потомств 1-го года, страховой фонд сыграет свою роль.

Результаты расчетов записывают в виде сводной таблицы, которая служит рабочим планом для закладки питомников первичного семеноводства и последующих звеньев размножения элиты (табл. 19.4).

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные составляющие для ускоренного размножения нового сорта.
2. Какие показатели необходимы для расчётов при массовом размножении нового сорта?
3. В чём заключаются преимущества и недостатки применения массового отбора в первичном семеноводстве?
4. Что может служить исходным материалом питомника отбора для размножения?
5. В чём состоит главное преимущество индивидуального отбора перед массовым в процессе первичного семеноводства?
6. Какие минимально возможные нормы высева можно использовать при ускоренном размножении новых сортов?
7. Какие разнообразные приёмы используют при ускоренном размножении сортов?
8. Какой исходный материал можно рекомендовать для закладки питомника отбора?
9. В чём может заключаться специфика размножения сортов, впервые включённых в Госреестр?
10. Назовите примерный процент браковки в питомнике отбора по озимым культурам и по яровым.
11. В чём состоит сущность лабораторной оценки зерна после отбора в поле?
12. От каких показателей зависит число отбираемых растений в питомнике испытания потомств 1-го года (ПП-1)?
13. Каким образом осуществляют в поле закладку питомника испытания потомств 1-го года?
14. Какой способ посева предпочтителен в питомнике испытания потомств 1-го года?
15. Какова методика работы с худшими (нестиничными) растениями в питомнике испытания потомств 1-го года?
16. Укажите специфику работы во время уборки, хранения, обмола и классификации.
17. Каков уровень лабораторной браковки и методы маркировки?
18. Какие особенности закладки питомника испытания потомств 2-го года (ПП-2)?

Глава 20. Организация семеноводства в хозяйстве

Организация семеноводства в хозяйстве (как специализированное, так и внутрихозяйственное семеноводство) предусматривает:

- создание специализированного семеноводческого подразделения;
- выбор сортов;
- планирование производства семян;
- выделение отдельного семеноводческого севооборота;

- учет особенностей технологии возделывания культур на семена;
- сортовой и семенной контроль;
- хранение, реализацию, подготовку семян к посеву;
- организационно-экономическое обеспечение семеноводства, создание специализированного подразделения.

В специализированных семеноводческих хозяйствах или бригадах по возможности все посевы должны быть семеноводческими. Необходимое зерно или корма всегда стоят дешевле семян, и их выгоднее приобретать, а не производить в хозяйстве или в данном семеноводческом подразделении.

Соответственно, подбираются для размножения сорта, внесенные в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в данном регионе.

При составлении семеноводческих севооборотов нужно выбирать чередование культур, которое предотвращает засорение трудноотделимыми культурными растениями и сорняками, другими сортами, передачу возбудителей болезней от предшествующей культуры. Таким образом, семеноводческие севообороты обладают рядом ограничений по сравнению с другими типами севооборотов. Так, в них не допускается посев пшеницы по пшенице, что используется в зерновых севооборотах при производстве товарной продукции. Вообще нельзя сеять зерновые культуры по зерновым, даже если предшествующая культура не считается трудноотделимой.

После уборки предшественника должно быть достаточно времени для обработки почвы, внесения удобрений и других мероприятий перед посевом последующей культуры. Сами предшественники в значительной мере определяются почвенно-климатическими условиями выращивания, то есть являются зональными. Например, в районах достаточного увлажнения лучшими предшественниками под озимую пшеницу являются многолетние бобовые и смеси бобово-злаковых трав после второго укоса, бобово-злаковые смеси (вико-овес, горохо-овес), горох, кукуруза на зеленый корм и силос, ранний картофель. В районах неустойчивого увлажнения — многолетние травы и однолетние травы на зеленый корм, зернобобовые (горох, вика), картофель ранних сортов, кукуруза на зеленый корм, а в степных районах — черный пар.

Для перекрестноопыляющихся культур необходимо соблюдать нормы пространственной изоляции. Между самоопыляющимися культурами, для которых пространственная изоляция не предусмотрена, обычно делается изоляционная полоса шириной 7–8 м (один-два прохода сеялки), засеваемая на зеленый корм. Эта полоса скашивается до уборки семенных посевов.

Необходимость соблюдать пространственную изоляцию при семеноводстве перекрестноопыляющихся культур вызывает и еще одну особенность семеноводческих севооборотов. В них необходимо исключить возможность выращивания культур, для которых требуется соблюдение пространственной изоляции, на близко расположенных полях.

Ветроопыляемые культуры не следует размещать в низинах, где роса, туман и застои воздушных масс могут препятствовать нормальному опылению.

В семеноводстве учитываются болезни, передаваемые с семенами. В зависимости от биологии патогена строится и защита от него. Возбудители бо-

лезней могут находиться на поверхности семян (твердая головня пшеницы, каменная головня ячменя, пыльная и пузырчатая головня кукурузы, аскохитоз, фузариоз гороха, сон), проникать внутрь семян (пыльная головня, фузариоз, гельминтоспориоз, черный и базальтовый бактериоз пшеницы, септориоз пшеницы) или находиться в виде примесей (спорынья).

Во избежание поражения подсолнечника заразой, белой и серой гнилью необходимо возвращаться на тот же участок не ранее чем через 6–8 лет.

Семена являются переносчиками и носителями ряда заболеваний, поэтому при семеноводстве предусматриваются меры оздоровления посадочного материала.

Избежать механического засорения семян и в то же время избавиться от трудоемкой работы по очистке техники при работе с разными категориями семян одного сорта помогает простое правило: при наличии нескольких категорий или репродукций семян все работы с семенами (от предпосевной обработки до доработки семян после уборки) начинают с высших категорий или репродукций, а потом переходят к более низким.

Основными приемами подготовки семян к посеву являются их сортирование (распределение очищенной зерновой массы на фракции, лучшие из которых служат семенами), протравливание или термическая обработка. Обогрев семян в сушилке при температуре 15–20°C выводит их из состояния покоя, повышает энергию прорастания и всхожесть.

При необходимости проводят калибрование (деление семян на фракции по геометрическим размерам), стратификацию (преодоление покоя семян воздействием низкой положительной температуры и относительно высокой влажности, что имитирует перезимовку семян под снегом), скарификацию (преодоление покоя семян механическим повреждением водонепроницаемых покровов) семян.

Для ряда культур (кукурузы, свеклы и др.) на семенных заводах дополнительно проводят дражирование (обволакивание семян защитной питательной оболочкой) или инкуретацию (закрепление на поверхности семян защитных, питательных, стимулирующих веществ и красителя с помощью пленкообразователя) семян. При этом на каждое предварительно отобранное и подготовленное семя прецизионно послойно наносятся инсектициды, фунгициды, ростостимуляторы, иммуноиндукторы и гидрофильные агрегаты.

Для овощных культур часто применяют барботирование семян с предпосевным выдерживанием в воде при аэрации ее кислородом или воздухом. Этот прием позволяет активизировать прорастание семян.

Все эти приемы проводятся заранее на семенных заводах или непосредственно в хозяйстве перед посевом.

При размножении семян следует строго придерживаться рекомендованной для зоны выращивания агротехнологии. К агротехнологическим приемам получения высоких урожаев семян с хорошими посевными качествами относятся лучшие сроки и способы посева, оптимальные нормы высева, сбалансированное соотношение элементов питания.

Следует четко представлять, что агротехнология при выращивании семян и производстве товарной продукции часто существенно различается. Это отличие связано с основной задачей семеноводства — максимально размножить имеющиеся семена, т. е. обеспечить повышенный коэффициент размножения. В то же время агротехнологические приемы, необходимые для получения товарной продукции, не всегда являются благоприятными для формирования высококачественного посевного материала.

Подготовка почвы под семенные участки должна решать задачу создания хорошего ее физического состояния, накопления и сохранения влаги, обеспечить максимально возможное выравнивание поверхности поля. Это обеспечит равномерную глубину заделки семян и необходимый их контакт с частицами почвы, получение дружных полных всходов и интенсивное развитие проростков.

Механическую обработку почвы можно совмещать с применением химических средств защиты растений: гербицидов и пестицидов для борьбы с сорными растениями, болезнями и вредителями.

Посев проводится в оптимальные для данной культуры сроки. При посеве сеялки должны быть отрегулированы для равномерного высева каждой катушкой. Необходимо также проверить правильность расстановки сошников по ширине междурядий. Для обеспечения одинаковой ширины стыковочных междурядий сеялки должны быть оборудованы маркерами. Нарушение ширины стыковочных междурядий может привести к загущению или сильному разреживанию посева, что приводит к неравномерности созревания семян. Чаще всего происходит загущение посева, поэтому опытные агрономы-семеноводы рекомендуют установку крайних катушек на половинную норму высева. Равномерный посев может быть обеспечен в результате использования в хозяйстве сеялок точного высева и технологий точного земледелия.

При семеноводстве с целью повышения коэффициента размножения часто используется посев с пониженными в 1,5–2 раза нормами высева. Используются рядовой, широкорядный и разреженный посевы. Так, в Нечерноземной зоне РФ уменьшение нормы высева озимой пшеницы с 4,5–5,5 до 2,0 млн всхожих семян оказывает незначительное влияние на уровень урожайности, но способствует повышению коэффициента размножения в 2,5 раза. Чаще всего заниженные нормы высева и широкорядные посевы рекомендуются для ускорения размножения новых сортов.

Посев можно проводить с формированием технологической колес для прохода техники во время вегетации растений. Также можно проводить посев полосами шириной примерно 1,8 м и дорожками в 30 см. В этом случае, идя по дорожкам во время проведения сортовых прополок, можно удалить растительный засоритель в любой точке полосы, не затапывая посев. Для этого в сеялочном агрегате закрывают соответствующие высевающие аппараты (например, в агрегате из двух сеялок — 6, 8 и 42, из одной — 7 и 19). Посев с дорожками оправдан, когда примеси легко отличимы от основного сорта и их легко можно удалить.

Между сортами или репродукциями самоопыляющейся культуры оставляется незасеянная полоса шириной в захват сеялки, которая засеивается (сразу или по всходам) рано убираемой культурой или культурой на зеленый корм.

Перед посевом сеялки тщательно очищаются от возможно оставшихся в них семян. Подвоз семян к сеялкам осуществляется специально выделенной техникой, которая также очищается. Рекомендуется вначале обсеять края поля на ширину разворотов сеялочного агрегата. Разворот его проводится только на засеваемом поле.

После окончания посева сеялки очищаются на засеваемом поле и только после этого (с разрешения агронома-семеновода) осуществляется их переезд на другой участок.

По периметру поля наводится элементарный порядок, в первую очередь проводят борьбу с сорняками.

После окончания посева возле каждого участка устанавливается полевая табличка с указанием хозяйства, поля, культуры, сорта, репродукции, площади посева. Эта табличка во время уборки с первой машиной отвозится на ток и устанавливается на ворохе неочищенных семян.

Семеноводческие посевы зерновых культур заносятся в регистрационный журнал сортовых посевов.

Система удобрений должна строиться таким образом, чтобы исключить полегание посевов и обеспечить высокие урожаи семян. Система удобрения семенных посевов значительно отличается от товарных. В семеноводстве старательно избегают высоких доз азотных удобрений. Их чрезмерное использование может привести к излишнему развитию вегетативной части растений, полеганию посевов, снижению качества семян. Азотные же удобрения вносят под основную обработку почвы или во время посева и небольшими дозами, обычно не более 30 кг д. в./га в качестве подкормок в начале весенней вегетации озимых или в период от кушения до колошения яровых культур. Особая роль в получении высококачественных семян принадлежит фосфорным и микроудобрениям.

Лучшим способом внесения удобрений является локальный или глубинно-локальный, когда внесенные удобрения размещаются рядом с семенами или глубже их на 4–5 см.

В течение вегетации семенные и семеноводческие посевы должны быть защищены от болезней, вредителей и сорной растительности.

Чтобы получить высококачественный посевной материал, необходимо создать оптимальные для роста и развития растений условия питания, влагообеспеченности, температурного режима. В течение всего онтогенеза требуется выполнять все процессы ухода за растениями.

При семеноводстве зерновых культур уход за посевами начинается с прикапывания сразу после посева. Этот прием позволяет не только получить дружные всходы, но и выравнивает микрорельеф поля, что повышает эффективность борьбы с вредителями, в частности с вредным клопом-черепашкой. Уничтожаются комки почвы — места укрытий данных насекомых.

В дальнейшей операции по уходу за семеноводческими посевами направлены на получение высокого урожая семян и сохранение сортовой чистоты. Все выявленные примеси легче удалить в период ухода, чем при очистке семян, а многие примеси, в частности сортовые, можно удалить только при проведении прополки.

Сортовые и видовые прополки — удаление из посевов растений других сортов той же культуры или других видов. Проводят их по возможности при тихой погоде (чтобы хорошо просматривались сортовые признаки) под руководством агронома-семеновода.

К видовым и сортовым прополкам готовятся заранее. Если посев проведен с дорожками через каждые 1,8 м, то рабочих расставляют так, чтобы каждая полоса пропалывалась на расстоянии вытянутых рук. При прополке различных культур учитываются различные сортовые признаки. К прополке колосовых злаковых культур приступают после колошения. При проведении видовых и сортовых прополок растения примесей обязательно вырывают с корнями и выносят с поля. В засушливых районах, где нет вероятности повторного укоренения удаленных растений и их последующего обсеменения, растения примесей после удаления можно оставить на дорожках или в междурядьях, притоптав к земле.

Перед уборкой проводится апробация и регистрация всех семеноводческих посевов.

Уборка урожая является одним из наиболее важных этапов производства семян. У зерновых растений лучшие урожайные свойства семян достигаются при уборке в конце восковой — начале твердой спелости, у бобовых — при созревании 70–75% бобов. Чем раньше убираются семена, тем меньше они повреждаются вредителями и поражаются болезнями.

До уборки составляется план работ, в котором предусматривается очередность и способ уборки семенных посевов, указываются поля, намечаются места на току для семян разных сортов и категорий, очередность сушки и очистки семян.

Убирают как раздельным, так и прямым комбайнированием. Конечно, на выбор способа уборки влияют и складывающиеся погодные условия. При дождливой погоде или большой вероятности дождей уборку проводят прямым комбайнированием при мягких режимах работы молотильного аппарата.

Прямое комбайнирование зерновых проводят в фазе твердой спелости при влажности семян ниже 20%. Лучшая влажность семян, которая обеспечивает минимум их повреждения при обмолоте, — 17%. Затягивание сроков уборки зерновых растений в результате действия внутренних биологических процессов и погодных условий приводит к снижению урожайности и ухудшению качества семян.

Для ускорения созревания семенных посевов часто применяется десикация — химическое подсушивание растений на корню в предуборочный период. Десикация по ее действию приравнивается к раздельной уборке: снижается поражение болезнями, увеличивается масса семян, повышается их всхожесть, улучшаются урожайные свойства. Применение десикантов ускоряет уборку на 10–15 дней. В качестве десикантов используются различные химические вещества. Различные десиканты могут применяться на разных культурах. Наиболее часто используются реглон и баста. Благодаря действию десикантов уборка ускоряется на 10–15 дней.

Семенники зернобобовых культур убирают отдельным способом, когда побуреет 70–80% бобов. К уборке материнских линий гибридов подсолнечника приступают при наступлении технологической спелости корзинок и влажности семян не выше 10–12%. Кукурузу на семенные цели рекомендуется убирать с наступлением физиологической спелости зерна, когда влажность составляет 35–40%. Семенники свеклы сахарной скашивают, когда семена имеют мучнистую консистенцию у 40–50% плодов основной массы растений.

В то же время большинство зерновых культур при перестое сильно осыпаются. К тому же семена многих культур (овса, проса, гречихи, клевера и др.) созревают крайне неравномерно. Поэтому семенные посевы лучше убирать отдельным способом. Это позволяет получать семена хорошего качества — менее травмированные, с повышенной энергией прорастания. Раздельную уборку у зерновых культур проводят при восковой спелости, а подбор валков и их обмолот начинают через 2–3 дня после подсыхания до 14–17%. Планируя раздельную уборку, следует учитывать, что в этом случае увеличивается продолжительность работы и повышаются производственные затраты.

Перед уборкой поля обкашиваются со всех сторон на один проход комбайна, а убранное зерно сыпается на хозяйственные нужды. Если семенного материала мало и нерационально часть его тратить на фураж, тогда требуется дополнительная чистка комбайна. В этом случае, помимо обычной механической очистки, используется так называемая промывка техники, когда комбайном предварительно убирают или в него специально засыпают семена легко отделяемой культуры (например, при уборке семенных колосовых злаковых — горох, вику и т. п.). Поток семян этой легко отделяемой культуры захватывает все оставшиеся в глубине комбайна семена от предшествующей уборки и «вымывает» их. Если в комбайне остаются семена «промывочной» культуры, в последующем они легко отделяются при очистке семян.

Использование четкой документации (накладные с указанием культуры, сорта, репродукции, категории, номера поля) при перевозке зерна от комбайнов на ток также позволяет исключить смешивание разных партий семенного зерна. Она

Лучшая форма организации уборки семенных посевов — поточная. Она позволяет убрать урожай в лучшие агротехнические сроки и обеспечить получение семенного зерна высокого качества.

Перед началом уборочных работ в семеноводческом хозяйстве, отделении или бригаде составляют план уборки, где указывают объем работ, место и сроки их выполнения, технологию уборки, состав и необходимое количество агрегатов и транспортных средств, нормы их выработки и расхода горючего, порядки контроля качества уборки, а также перечисляют меры по улучшению технического обслуживания агрегатов. Перед уборкой машины и приспособления обкатывают и регулируют применительно к предстоящим условиям работы. Их готовность принимает по акту специально назначенная комиссия, состоящая из представителей инженерной и агрономической служб. На каждую машину выдают уборочный лист, талон предупреждения, где отмечены техническое состояние уборочных машин, возможная причина неисправности, потеря зерна, его состояние и назначение, мероприятия противопожарные и по технике безопасно-

сти. На каждое поле составляют характеристику с указанием состояния посевов, способов уборки, очередности и примерных сроков уборки массивов, маршрутов и схем движения агрегатов. При планировании учитывают, что каждое поле надо убирать за одни сутки.

Поле разбивают на загоны отдельно для каждого или двух-трех комбайнов и более. При прямом комбайнировании агрегаты движутся по определенным схемам в зависимости от конфигурации поля (рис. 20.1). На коротких участках наименьшие потери времени на холостой ход при поворотах достигаются при круговом способе движения с беспетлевыми односторонними поворотами, на длинных — при круговом способе движения с прокосами под углом 45° . На гонах длиной 100–300 м следует применять круговой способ движения с поворотами «закрытая петля» или с поворотами задним ходом комбайна, при котором теряется меньше времени. С полями неправильной конфигурации урожай убирают, как правило, при круговом способе движения. Угловые прокосы при этом следует делать сразу на нескольких загонах. Валки с угловых прокосов убирают за день до начала уборки. На полях с большим количеством глубоких борозд применяют челночный способ уборки.

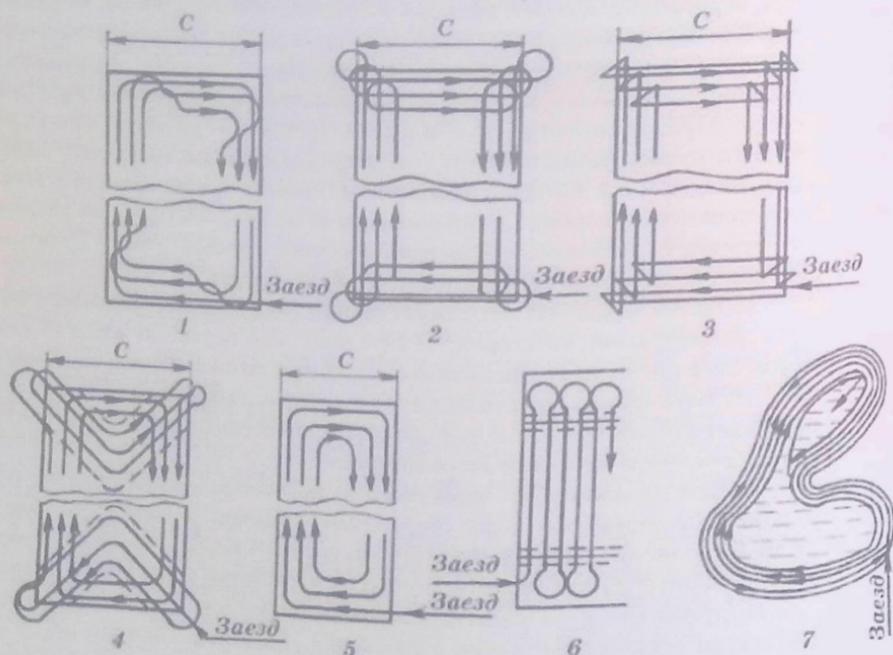


Рис. 20.1

Схема движения комбайнов в загоне:

1 — с беспетлевыми односторонними поворотами; 2 — с поворотами «закрытая петля»; 3 — с поворотом задним ходом; 4 — с поворотом под углом 45° ; 5 — загонный петлевой способ; 6 — челночный способ; 7 — круговой способ для участков с неправильной конфигурацией (C — ширина загона).

При раздельном способе уборки целесообразны следующие способы движения жатвенных агрегатов: загонный (всвал с правыми поворотами на конце загона и с расширением прокоса), челночный и вкруговую (рис. 20.2).

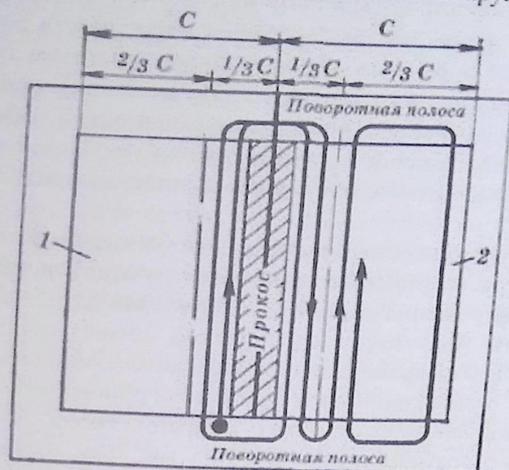


Рис. 20.2

Схема движения жатвенных агрегатов:

1 — первый загон; 2 — второй загон (C — ширина загона).

Оптимальная продолжительность уборки зерновых культур составляет 10–12 дней.

Выбор способа уборки определяется биологическими особенностями культуры и сорта, фазой спелости зерна, густотой и высотой стеблестоя, степенью засоренности полей, климатическими и погодными условиями. Преимущество раздельной уборки заключается в лучшем сохранении биологического урожая, более раннем начале (на 5–10 дней) уборки по сравнению с прямым комбайнированием и в итоге — в повышении качества семян. Однако раздельная уборка не заменяет однофазную, а дополняет ее. В зонах с повышенной влажностью уборку зерновых проводят только прямым комбайнированием.

Большое значение имеет контроль режимов работы и рациональных регулировок рабочих органов. По агротехническим требованиям дробление семенного зерна не должно превышать 1%.

Борьба с травмированием семян во время обмолота является важным условием организации уборки семенных посевов. При травмировании 10% семян урожай пшеницы снижается в среднем на 1 ц/га. Для предотвращения травмирования семян и лучшего их вымолота комбайном, помимо правильного подобранного времени уборки, рекомендуется проводить регулировку зазоров между барабаном и декой комбайна трижды в день. Утром, когда убираемый материал имеет повышенную влажность, зазор уменьшают, днем — увеличивают, вечером — опять поджимают деки для лучшего вымолота.

По возможности не следует пользоваться для уборки семенных посевов новыми комбайнами. Они сильнее травмируют семена, чем уже работавшие.

Комбайны с двухбарабанными молотильными аппаратами лучше подходят для уборки семенных посевов. Необходимо только отрегулировать вращение первого барабана (оно должно быть на 200–300 оборотов в минуту меньше, чем второго) и зазор (он должен быть на 2–3 мм больше, чем у второго).

Требуется так составить график очередности работы комбайнов на участках, чтобы не допустить уборки одним агрегатом подряд двух сортов одной культуры или трудноотделимых культур. Очень важно на весь период уборки закрепить за комбайном или группой совместно работающих комбайнов определенный автотранспорт, доставляющий семена с поля на ток. Количество транспорта рассчитывается исходя из производительности комбайнов и расстояния от поля до тока.

Следует установить порядок, чтобы перевод комбайнов после уборки одной культуры (сорта, категории, репродукции) на уборку другой производился только с разрешения агронома-семеновода и после тщательной очистки комбайна и автотранспорта от остатков семян предыдущей культуры (сорта). Очистку следует проводить на поле, где завершилась уборка.

Это организационная работа агронома-семеновода, направленная на предотвращение механического засорения сорта.

С поля семена перевозятся на ток. Ток готовится к приему семян, тщательно вычищается. На току недопустимо смежное размещение сортов и культур, семена которых трудно разделить при очистке. Семена разных сортов одной культуры размещают в разных концах тока, чтобы исключить их перемешивание. Подобное размещение предусматривается и для хранения семян на зерноскладах.

Убранные семена могут сразу поступать с поля на семенные заводы (рис. 20.3).



Рис. 20.3

Семенной завод (агрохолдинг «Курган-семена»)

Семена от комбайна должны поступать на семяочистительную линию для первичной очистки, сушки (если она предусмотрена технологией) и сортирования. Даже самые простые поточные линии включают комплексе зерноочистительных машин (ОВП-20, «Петкус гигант», СМ-4 и др.). Все процессы очистки семян достаточно хорошо отработаны, и следует только строго соблюдать заданный режим

работы машин. Подбор решет, скорости воздушного потока и всего режима работы машин поточной линии должен быть таким, чтобы за один проход получать семена, соответствующие по чистоте данной категории посева.

При отсутствии семенного завода и поточных линий обработка семян в хозяйствах ведется на отдельных машинах, расположенных на току. В таком случае необходима тщательная регулировка семяочистительных машин.

Послеуборочная обработка семян — процесс неповторимый (используются разные машины, меняются погодные условия, влажность семян и т. п.), поэтому надо соблюдать технологию на всех этапах работы. Часто в погоне за производительностью машин масса вороха недостаточно очищается, в сортированные семена попадает много мелких или битых семян.

За качеством сортирования ведется постоянный контроль. При небольшом объеме производства его ведет агроном-семеновод, при значительных объемах — работники лаборатории качества семян, которая размещается или на заводе или току.

При переводе зерноочистительных машин на работу с другой культурой (сортом) проводится тщательная очистка их от остатков семян предыдущей культуры. При работе с разными категориями семян одного сорта соблюдается правило — начинать работу всегда с максимально высокой категории или репродукции.

При хранении семян необходимо учитывать их способность к дыханию, сорбционные, теплообменные и физико-механические свойства. Из них главное — способность семян к дыханию, в результате которого происходит выделение тепла и нередко существенно снижается всхожесть семян. Интенсивность дыхания в значительной степени зависит от влажности зерновой массы. Чтобы семена хорошо хранились, их влажность должна быть ниже критической.

Таблица 20.1

Критическая влажность семян, %

| | |
|---|-------------|
| Пшеница, ячмень, рожь, злаковые травы | 14,5...15,5 |
| Зернобобовые культуры, кормовые бобовые травы | 15,0...16,5 |
| Гречиха | 15,2...15,8 |
| Рис | 13,5...14,5 |
| Кукуруза (в зерне) | 13,5...14,5 |
| Просо | 13,5...14,5 |
| Подсолнечник: | |
| — среднемасличный | 10,0...11,0 |
| — высокомасличный | 7,0...8,5 |

Если влажность семян выше критической, семена неустойчивы при хранении. Надо учитывать, что в крупных партиях семена хранятся значительно хуже, поэтому лучше иметь их влажность ниже критической на 1,5–2,0% (при хранении в металлических бункерах насыпью более 2,5–3 м).

В условиях крупного производства семян наиболее экономичными установками для сушки семян являются сушилки непрерывного действия.

При сушке очень легко потерять всхожесть семян. Влага обычно испаряется с поверхности зерна, поэтому, если процесс сушки протекает очень быстро

и опережает приток влаги из центральных слоев зерновки, зона испарения перемещается внутрь зерновки. Происходит запаривание семян.

При сушке качество семян не должно ухудшаться! Поэтому сьем влаги за один пропуск семян через сушильную и охладительную камеру проводят очень осторожно, он не должен превышать 3–4%. Для сохранения всхожести важно, чтобы семена не нагревались выше 40–45°C.

Семеновохранилища подготавливаются к приему нового урожая заблаговременно: очищаются от остатков старого урожая. После очистки семеновохранилище обязательно обеззараживается. Самый простой и дешевый способ обеззараживания — влажная побелка известью или известково-керосиновой смесью. Используются и более эффективные химические средства. В хранилище обязательно проводится профилактическая борьба с грызунами.

До начала уборки составляется план засыпки на хранение семян нового урожая по культурам, сортам и категориям семян.

Семена могут храниться насыпью или упакованными в мешки. Установленная для основных зерновых и зернобобовых культур высота насыпи от 2 до 2,5 м, для риса, проса, подсолнечника — от 1,5 до 2 м. Если хранилище оснащено активной вентиляцией, высоту насыпи можно увеличить на 0,5 м.

Чтобы избежать засорения семян, хранящихся насыпью, закрома оставляют незаполненными на 15–20 см. В соседние закрома нельзя засыпать семена трудноотделимых культур, а также разных сортов одной культуры.

Оригинальные и элитные семена рекомендуется хранить в мешках. Мешки снабжаются этикетками (на мешок и внутрь мешка). Каждая партия семян в мешках укладывается отдельным штабелем. Мешки кладутся на поддоны из дерева, отстоящие от пола не менее чем на 15 см. При хранении зерновых культур высота штабеля должна быть не более восьми, подсолнечника — шести, люцерны — пяти мешков.

На каждом закроме и штабеле устанавливается этикетка с указанием сорта и посевных качеств семян.

С момента поступления семян на хранение необходим систематический контроль за их влажностью, температурой, запахом, возможным появлением вредителей.

Вопросы для самоконтроля

1. Что необходимо учитывать при организации внутрихозяйственного семеноводства?
2. Какие особенности имеет семеноводческий севооборот?
3. Требуется ли проведение планирования при внутрихозяйственном семеноводстве?
4. Какие особенности агротехники предусматриваются при внутрихозяйственном семеноводстве? В чём состоит преимущество раздельной уборки зерновых культур и в каких зонах?
5. Почему поточная уборка семенных посевов является предпочтительной?
6. Какие плюсы по качеству семян даёт использование современных семенных заводов (например, агрохолдинг «Курган-семена»)?

7. Какая критическая влажность семян экономически целесообразна при хранении основных культур в производстве?
8. Сколько процентов влаги рекомендуется снизить за один пропуск семян через сушильную и охлаждающую камеру?
9. Какое условие хранения оригинальных и элитных семян является целесообразным?

Глава 21. Сортовой и семенной контроль. Сертификация семян

Согласно Федеральному закону «О семеноводстве» семена должны проверяться на сортовые и посевные качества. Сортовой и семенной контроль как мероприятия являются услугами. В настоящее время эти функции организует «Россельхозцентр» (рис. 21.1).



Рис. 21.1

Функциональная схема сортового и семенного контроля семян сельскохозяйственных растений

Определение сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений проводится посредством апробации (полевой инспекции) посевов, грунтового и лабораторного сортового контроля.

Сертификация семян

В настоящее время в Российской Федерации действует система добровольной сертификации семян. Сертификация — это более широкое понятие, чем традиционная оценка сортовых и посевных качеств семян, являющихся ее

важнейшим структурным элементом. Кроме того, сертификация семян включает охрану интеллектуальных прав на сорта сельскохозяйственных растений, защиту интересов потребителя от недобросовестных производителей и распространителей семян, оказание информационного содействия в выборе семян с высокими сортовыми и посевными качествами.

Порядок сертификации семян подразумевает прохождение ряда процедур для подтверждения сортовых и посевных качеств семян. Она заключается в:

- 1) подаче и рассмотрении заявки, принятии решения на проведение сертификации;
- 2) заключении договора о проведении добровольной сертификации;
- 3) контроле соблюдения стандартов и других нормативных документов при производстве и подготовке семян;
- 4) проведении полевой апробации или регистрации семенного посева;
- 5) отборе проб для проведения испытаний посевных качеств;
- 6) проведении испытаний посевных качеств;
- 7) анализе полученных материалов (результатов полевых испытаний и лабораторных испытаний на посевные качества) и принятии решения о возможности выдачи сертификата соответствия;
- 8) выдаче сертификата соответствия;
- 9) осуществлении инспекционного контроля сертифицированных семян.

Полевая апробация

Самым распространенным и достоверным методом определения сортовых качеств посевов (сортовой чистоты или типичности, степени и характера засорения и поражения болезнями и вредителями) является полевая апробация. Она используется в мире уже более ста лет. Полевая апробация — обязательный метод оценки сортовых качеств семеноводческих посевов.

Целью проведения апробации является определение пригодности посева к использованию на семенные цели.

Апробации подлежат все посевы сортов и гибридов, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, урожай которых предназначен для использования на семенные цели.

Апробацию проводит независимый эксперт из Государственного учреждения. В России это РосНИИ сельскохозхозяйственный центр — Россельхозцентр. Аккредитацию на проведение апробации также может получить сотрудник другого государственного органа или представитель частной фирмы. Апробатор должен иметь соответствующее свидетельство на право проведения апробации.

При проведении апробации определение сортовых качеств семян может проводиться в отобранных апробационных снопах или визуальным осмотром растений на корню. Для проведения полевой апробации у отдельных культур или для групп культур апробаторами используются инструкции, определяющие порядок и правила проверки документов на высеянные семена, определения норм пространственной изоляции посевов, фаз развития растений во время

проведения апробации, техники проведения работ (отбора снопов или визуальной оценки проб растений на корню, анализа отобранных растений), методик проведения расчетов и т. п. (*Инструкция по апробации сортовых посевов*. Часть 1 (зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные и прядильные культуры). — М., 1996 и Часть 2 (сахарная свекла, картофель, многолетние и однолетние кормовые травы). — М., 1996).

Апробация семенных посевов состоит из ряда этапов:

- 1) подготовка к проведению апробации;
- 2) проведение апробации;
- 3) составление сортовой документации.

До начала проведения апробации в хозяйстве на семенных посевах проводят видовые и сортовые прополки. У самоопыляющихся культур их проводят после выколашивания и в фазу восковой спелости, а у перекрестноопыляющихся культур — перед началом цветения. При сортовой прополке зерновых культур удаляют растения, пораженные болезнями: у пшеницы и ячменя — твердой и пыльной головней, ржи — спорыньей и стеблевой головней, овса — пыльной головней, у гороха — аскохитозом.

Сроки прополки стеблей пшеницы и ячменя, пораженных пыльной головней, ограничены. Их надо удалять только до цветения, так как запаздывание с этой работой может привести к возрастанию заражения посевов в будущем.

На подготовительном этапе после получения заявки на проведение апробации от производителя семян и принятия решения о проведении апробации апробатор, приехав в хозяйство, в первую очередь проверяет документацию на высеянные семена.

Документами, удостоверяющими сортовую принадлежность семян, их происхождение, качество и законность их получения, являются:

- лицензионный договор с оригинатором на охраняемые патентом сорта;
- акты апробации или регистрации (если были высеяны собственные семена), удостоверяющие сортовые качества семян;
- протокол испытаний, удостоверяющий посевные качества семян;
- сертификат соответствия, удостоверяющий сортовые и посевные качества приобретенных семян;
- фитосанитарный сертификат, свидетельствующий об отсутствии карантинных объектов в партии семян.

Путем осмотра мест хранения семян он судит об отсутствии механического смешения семян разных сортов и гибридов при хранении или посеве. Уточняются места и площади семенного посева, предшествующие апробируемому посеву культуры. После этого проводится осмотр семенного посева в помете. Определяются границы участков, апробируемых отдельно, а также траектории прохода для отбора снопа или осмотра растений на корню, количество растений для анализа, размеры предельной площади для осмотра.

При необходимости пространственной изоляции определяют соблюдение ее норм.

При наличии естественных преград для переноса пыльцы (лесные массивы, высокие лесополосы шириной не менее 10 м) пространственная изоляция сокращается вдвое.

В случае, когда площадь посева в одном массиве превышает размер, установленный для анализа сортовых качеств семян, эту площадь делят на два или несколько участков, которые анализируют каждый в отдельности. При разбивке крупных массивов сортовых посевов на отдельные участки необходимо учитывать хозяйственное деление полей, а также разбивку этого массива на участки для уборки, чтобы в случае необходимости каждый участок анализируемого массива можно было убрать отдельно.

Допускается объединение расположенных рядом нескольких мелких, но совершенно однородных участков, т. е. засеянных однородными семенами по предшественникам — незасорителям, если сумма площадей этих участков не будет превышать предельную площадь (табл. 21.1).

При осмотре посевов зерновых, зернобобовых, крупяных и масличных культур апробатор визуально определяет примерную урожайность апробируемого участка, наличие встречающихся карантинных сорняков и степень засоренности сорными растениями. Последнее определяется по шкале: 0 — полное отсутствие засоренности, 1 — незначительная, 2 — средняя, 3 — сильная засоренность.

При необходимости апробатор может потребовать проведения мероприятий для сохранения и улучшения сортовых качеств посева.

Апробация проводится путём анализа растений по морфологическим признакам. Для этого используются два метода: отбор апробационных снопов (проб) или осмотр растений на корню в фазу максимального развития признаков, по которым можно установить вид, разновидность и сорт. Например, для большей части зерновых культур это фаза восковой или полной спелости, для гороха — фаза побурения нижних бобов, многолетних злаковых трав — фаза колошения, а для многолетних бобовых трав — фаза полного цветения.

Отбор снопа (проб) или осмотр растений на корню производят, проходя участок по схеме, указанной в «Инструкции по апробации сортовых посевов». Через равные промежутки в установленном для каждой культуры числе пунктов берут подряд определенное количество стеблей (для снопа), початков, семян, бобов (для проб), а по некоторым культурам проводят осмотр растений на корню. При этом результаты осмотра в каждом пункте фиксируют в «Журнале полевого обследования». Предельная площадь для отбора одного снопа (образца) или осмотра растений, число пунктов взятия проб для снопа или осмотра растений указаны в таблице 21.1. Число пунктов осмотра растений или для взятия снопа (проб) варьирует по культурам от 150 (пшеница, ячмень, овес, тритикале) до 10 (кенаф). Если площадь апробируемого участка превышает предельную, поле разбивают на два и более участков и отбирают соответствующее число снопов. При апробации посевов оригинальных и элитных семян отбирают два снопа.

Таблица 11.1
 Нормы пропрямительной изоляции посевов, отбора растений для анализа, размер прорямленной площади для отбора

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|---|--|---|---|
| Сельскохозяйственные растения | Фазы развития | Площадь для отбора или отбора проб растений, га, не более | Количество пунктов отбора или взятия проб растений, не менее | Количество анализируемых стеблей со всей площади, шт., не менее | Порядок пропрямительной изоляции посевов, м, не менее |
| Пшеница озимая и яровая, ячмень в семях | В начале посевной спелости | 450 | 150 | 1500 | 200 (для твердой пшеницы) |
| Третьяк | Восковая спелость | 450 | 150 | 1500 | 150 |
| Пророк | После появления озаринок после появления озаринок в берку- ной части метелки | 350 | 150 | 1500 | — |
| Рожь озимая и яровая | Не раньше | 450 | 100 | 500 | 300* |
| Гречиха | После появления посевных семян на растениях | 100 | 100 | 500 | 200 |
| Горчак | Сбор урожая | 200 | 50 | 250 | — |
| Фасоль, чечевица пшеница, ячмень, овес, яровая пшеница | Средняя часть растений | 100 | 50 | 250 | — |
| Вино оливок | Усредненная часть растений | 100 | 50 | 250 | — |
| Лопух белый и желтый | То же | 100 | 50 | 250 | — |
| Лопух у ольховый | Начало цветения | 100 | 50 | 250 | — |
| Клевер | То же | 100 | 50 | 250 | — |
| Клевер | То же | 100 | 50 | 250 | — |
| а) родниковые формы (дури, габриэлевские) мшны, споровые мшны, простые и простые табуреты | Начало молочной спелости | 50 | 25 | 250 | 300-500** |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-----------------------------------|-----|-----|---------|----------------|
| б) участки гибридных линий, гибриды и популяционные гибриды | Ничего не оставлять | 50 | 20 | 200**** | 300 |
| в) участки селекционных и гибридных линий | При наличии растений | 50 | 20 | 1000 | 300 |
| Полосовые, ***** | | | | | |
| а) сорта | Среднее основное число семян | 500 | 50 | 500 | 3000/1000***** |
| б) участки размножения селекционных форм | То же | 250 | | 500 | 5000/5000***** |
| в) участки гибридных линий | То же | 500 | 50 | 500 | 1000/5000*** |
| Линейные | Наступление селекционной селекции | 100 | 20 | 300 | 100/100***** |
| Многоклеточные или многоклеточные (без жатки) | Полное количество | 100 | 150 | 1500 | 400***** |
| Дворовые, элитные | Миксовое цветение | 100 | 50 | 200 | 200***** |
| Кливер луговой (прямой) | То же | 100 | 50 | 500 | 300 |

* посева сортов ради с доминантной индикаторностью должны размещаться не менее чем за 1000 м от посева индикаторных сортов той культуры, между посевами различных культур сортов и того же сорта индикаторной ради — не менее 200 м;

** норма пространственной изоляции для ОС, районных форм — 500 м, для РС1-4 — 300 м;

*** 200 растений представляют на участках гибридных, селекционных или ферильных основе;

**** дерновоподзолистые — норма при отсутствии пригроз для посева пшеницы, 1 норма — при наличии пригроз (сея, строски и т. д.);

***** без отбурт сенок;

***** высокопродуктивных гибридов.

Особенности проведения полевой апробации некоторых сельскохозяйственных растений

Пшеница, полба, ячмень, овес, просо, тритикале

При апробации пшеницы, полбы, ячменя, овса и тритикале предельная площадь для отбора снопа составляет 450 га, проса — 350 га, число пунктов для взятия растений — не менее 150, при этом в каждом пункте нужно отбирать около 10 стеблей, чтобы общее их число в снопе было не менее 1500. У пшеницы, полбы, ячменя и овса сноп отбирают в начале восковой спелости, у тритикале — в фазе восковой спелости, у проса — после появления окраски цветковых чешуй в верхней части метелки.

Для тритикале необходимо соблюдать пространственную изоляцию не менее 150 м. Для пшеницы, ячменя, овса и проса пространственная изоляция не требуется, за исключением семеноводческих посевов озимой твердой пшеницы, которые не должны размещаться ближе чем на 200 м от посевов мягкой пшеницы.

Апробационный сноп анализируют полностью, разбирая его на следующие фракции:

- нормально развитые здоровые растения (стебли) основного сорта апробируемой культуры;

- другие виды, разновидности и сорта апробируемой культуры (сортовая примесь);

- стебли основной культуры, пораженные различными видами головни; трудноотделимые культурные растения;

- трудноотделимые, злостные и карантинные сорняки;

- недоразвитые стебли основной культуры (стебли, не имеющие колоса или имеющие колос с щуплым, ненормально развитым зерном).

По каждой фракции подсчитывают число стеблей и рассчитывают все показатели.

Сортовую чистоту определяют отношением числа плодоносящих стеблей основного сорта ко всему числу развитых стеблей апробируемой культуры и выражают в процентах.

Поражение посева головней учитывают по каждому виду головни отдельно, рассчитывают степень его отношением числа стеблей, пораженных головней, к сумме стеблей основного сорта, сортовых примесей и стеблей, пораженных головней, и выражают в процентах (умножая на 100).

Процент засоренности посева трудноотделимыми культуриными и сорными растениями определяют отношением числа стеблей трудноотделимых растений к сумме стеблей основного сорта, сортовой примеси и трудноотделимых растений и выражают в процентах (умножая на 100).

После анализа растений на корню во всех пунктах или разборки снопа и анализа всех фракций подсчитывают число стеблей в каждом из них.

Пример. В результате анализа растений пшеницы озимой с посевов РС-2 сорта Московская 39 (разновидность — эритроспермум) установлено:

- здоровых нормально развитых стеблей основного сорта Московская 39 — 1500. Других сортов и разновидностей — 20, в том числе люте-

пенс — 10, мильтурум — 10, стеблей основной культуры, пораженных головней, — 7 (в том числе пыльной головней — 3, твердой головней — 4);

– трудноотделимых культурных растений — 30, в том числе ячменя — 10;

– трудноотделимых сорняков — 15; недоразвитых стеблей пшеницы — 50.

Процент сортовой чистоты устанавливают соотношением числа плодоносящих стеблей основного сорта ко всему числу развитых стеблей апробируемой культуры.

Исходя из данных примера, для вычисления процента сортовой чистоты в числитель дроби записывают количество стеблей основного сорта (1500), умноженное на 100; в знаменатель — количество стеблей основного сорта (1500) плюс количество стеблей других сортов и разновидностей (20):

$$\frac{1500 \times 100}{1500 + 20} = 98,7\%.$$

Пораженность пыльной головней:

$$\frac{3 \times 100}{1500 + 20 + 3} = 0,2\%.$$

Засоренность трудноотделимыми культурными растениями:

$$\frac{30 \times 100}{1500 + 20 + 30} = 1,9\%.$$

Засоренность трудноотделимыми сорняками:

$$\frac{15 \times 100}{1500 + 20 + 15} = 1\%.$$

Примесь растений мягкой пшеницы в числе сортовой примеси твердой пшеницы не должна превышать в посевах ОС и ЭС 0,1, РС — 0,5, РСт — 1,0%.

Содержание семян овсяга в ОС и ЭС пшеницы, ржи, ячменя, тритикале и проса не допускается, в ОС и ЭС овса допускается не более 3, а в РС проса — 4 шт./кг. Для Дальневосточного региона страны допускается использовать на посев ОС и ЭС зерновых колосовых культур при наличии в них семян овсяга не более 3 шт./кг.

Виды головни, которые ограничиваются стандартом в посевах овса, — пыльная и покрытая (в сумме); пшеницы, полбы, ячменя — пыльная и твердая; проса — обыкновенная; тритикале — пыльная и твердая (в сумме).

К трудноотделимым сорнякам в посевах пшеницы относятся софора лисохвостая и толстоплодная, головчатка сирийская и гречиха татарская; овса — овсяг и триходесма седая; ячменя — овес пустой (овсяг), софора толстоплод ная и триходесма седая; проса — щетинник сизый, тысячеголов, тумай, проса рисовое и крупноплодное, синеглазка, горчак ползучий, гелиотроп опушенноплодный, просо куриное, вьюнок полевой и вязель разноцветный; тритикале — софора лисохвостая, головчатка сирийская и гречиха татарская.

Рожь

Сортовая чистота посевов ржи не нормируется. Принадлежность к сорту устанавливают при апробации по имеющимся сортовым документам на выселяемые семена. Категорию посева — по количеству лет репродуцирования сортовых семян после получения первоначальной категории семян от оригинатора или уполномоченного им лица. Документами, подтверждающими это, могут служить лицензионный договор с оригинатором, сертификаты на выселяемые семена, акт апробации за прошлый год.

В случае наличия документов при осмотре посевов апробатор должен обратить внимание на соблюдение норм пространственной изоляции, севооборота, возможность механического засорения посевов и определить пригодность посевов по этим показателям. Пространственная изоляция между посевами сортов ржи с доминантной низкостебельностью и высокостебельными сортами оригинальных, элитных и репродукционных семян должна быть не менее 1000 м, а между посевами различных категорий одного и того же сорта низкостебельной ржи — не менее 200 м.

Процент типичности посева ни по колосу, ни по зерну не устанавливают. По апробационному снопу или анализом растений на корню определяют только пораженность посевов болезнями, засоренность трудноотделимыми растениями, карантинными и злостными сорняками.

У ржи с площади не более 450 га отбирают в 100 пунктах сноп с числом стеблей не менее 500 в фазе не раньше молочной спелости. Пораженность болезнями и засоренность рассчитывают так же, как и для других колосовых культур.

Содержание семян овса пустого (овсюга) в ОС и ЭС ржи не допускается.

Трудноотделимыми культурными растениями в посевах ржи считаются пшеница и ячмень, а трудноотделимыми сорняками — козлец ржаной и софора толстоплодная.

Пораженность посевов ржи твердой и стеблевой головней в посевах ОС и ЭС не допускается, в посевах РС она суммарно не должна превышать 0,3, в РСг — 0,5%. Посевы ржи, пораженные спорыньей, не исключают из числа сортовых, только делают отметку в акте апробации.

Гречиха

Сортовая чистота посевов гречихи не нормируется. Принадлежность к сорту устанавливают при апробации по имеющимся сортовым документам на выселяемые семена. Категорию посева — по количеству лет репродуцирования сортовых семян после получения первоначальной категории семян от оригинатора или уполномоченного им лица. Документами, подтверждающими это, могут служить лицензионный договор с оригинатором, сертификаты на выселяемые семена, акт апробации за прошлый год.

Апробационный сноп с числом растений не менее 500, отобранных в 100 пунктах, отбирают при побурении половины семян на растении. Предельная площадь отбора снопа у гречихи составляет 100 га. Норма пространственной изоляции для гречихи составляет 200 м. Если между посевами разных сор-

Засорение посевов ОС и ЭС гороха посевного пелюшкой, а пелюшки горохом посевным не допускается. Примесь растений этих видов при взаимном засорении не должна превышать в посевах РС 0,5, РСт — 1,0%. Примесь пелюшки и вики в посевах гороха посевного не нормируется в том случае, если урожай семян будет использован для посева на кормовые цели. В этом случае выполняется акт апробации, в котором указывают процентное содержание пелюшки и вики, и делают запись, что урожай семян с данного участка необходимо убирать и складировать отдельно и использовать для посева на кормовые цели.

Определение сортовых качеств гороха полевого (пелюшки) осуществляется по схеме гороха посевного. Основное отличие гороха полевого от него — окраска венчика цветка.

Вика яровая (посевная)

На семенных посевах вики посевной, как в чистом виде, так и в смешанных посевах, сортовые качества семян определяют дважды путем осмотра посева:

- первый раз — во время цветения растений (по окраске цветка);
- второй — во время созревания бобов у основной массы растений.

Для этого при проходе участка отбирают с каждого растения пробы, без выбора, развитый боб и анализируют его.

Устанавливают примеси других сортов вики и видов бобовых культур.

При просмотре бобов и семян вики их сортовые качества определяют по форме, размеру бобов, окраске и рисунку семени, а также учитывают расположение листьев в соответствии с апробационными признаками сорта. Для вики содержание семян других культурных растений установлено в процентах по массе и ограничивается в ОС и ЭС 0,2%, в репродукционных — 0,3%, в том числе семян других видов вики — соответственно 0,05 и 0,1%. Последнее требование применяют только к партиям, предназначенным для посева на семенные цели.

В ОС и ЭС вики допускается в числе семян сорных растений наличие семян куколя обыкновенного (посевного) и вьюнка полевого не более 4 шт./кг (в сумме).

Вика озимая (мохнатая и паннонская)

При определении сортовых качеств семян вики мохнатой и паннонской, как в чистом виде, так и в смешанных посевах, принадлежность к сорту подтверждают сортовыми документами на высеянные семена, процент сортовой чистоты не устанавливают.

Апробируемый посев этих культур признают сортовым, если соблюдена пространственная изоляция и не установлено механическое смешение семян с другим сортом или несортовыми семенами.

Категорию посевов вики мохнатой и паннонской устанавливают по количеству лет репродуцирования сортовых семян после получения семян от оригинатора или его представителя.

Соя

При проходе по полю в 50 пунктах на равном расстоянии осматривают подряд по 10 растений и отбирают по два боба с каждого растения — один для анализа на месте осмотра, а другой для контроля. Одновременно с отбором бобов и их анализом глазомерно устанавливается общая выравненность посева и определяется принадлежность каждого осмотренного растения к определенному сорту по комплексу признаков: форма и окраска опушения (серая или коричневая) куста, окраска бобов, величина и форма бобов и семян, цвет и блеск оболочки семян, цвет и форма рубчика, цвет пигментации семян.

При определении окраски бобов следует принимать во внимание погодные условия и поражение грибными болезнями, так как они могут изменять основной тип окраски бобов, свойственной данному сорту.

Пигментация семян является сложным признаком, определяемым как генотипом сорта, так и условиями выращивания. Поэтому у некоторых сортов на растениях могут одновременно встречаться и пигментированные, и непигментированные семена. При анализе таких семян к основному сорту относят пигментированные и непигментированные семена.

Желтый, белый и узколистный люпин

Определение сортовых качеств семян сортов желтого, белого и узколистного люпина начинают с анализа сортовых документов на высеянные семена. Дальнейшая работа состоит из полевого обследования посевов в начальный период цветения растений и взятия амбарной пробы семян для идентификации их по морфологическим признакам и алкалоидности.

Для сортов желтого и белого люпина, склонных внутри своих видов к перекрестному опылению, апробатор до начала апробации устанавливает соблюдение пространственной изоляции. В случае несоблюдения пространственной изоляции, установленной для сортов этих видов люпина, апробатор обязан предложить хозяйству скосить или запахать до цветения посевы, которые могут вызвать перекрестное опыление.

Пространственная изоляция между сортами узколистного люпина, а также между сортами этого и других видов не требуется, так как они между собой в естественных условиях не скрещиваются. Разделительная полоса между ними должна быть такой, чтобы не допустить механического смешивания их посевов и семян при проведении сельскохозяйственных работ.

Проходя по диагонали участка площадью не более 100 га, апробатор в 50 точках осматривает по 5 растений (всего 250), устанавливая поражение болезнями и повреждение вредителями. В акте апробации отмечается степень поражения посева фузариозом и вирусными болезнями, а также характер и степень повреждения вредителями с указанием их видов.

После обмолота растений с обследованного участка и очистки семян отбирают две средние пробы по методике, установленной ГОСТ 12036-85. Одну из них направляют в орган по сертификации для анализа на содержание алкалоидных семян, где по установленной методике определяют процентное содержание алкалоидных семян.

Вторую среднюю пробу тщательно перемешивают и из нее подряд, без выбора, отсчитывают дважды по 1000 семян. Каждую пробу анализируют отдельно, выделяя по морфологическим признакам (форме, размеру, окраске и т. д.) внешне нетипичные для данного сорта семена. По окончании анализа подсчитывают содержание примесей других сортов (видов) люпина и устанавливают среднearифметический процент содержания семян основного сорта.

Категорию посевов люпина узколистного устанавливают по количеству лет репродукции сортовых семян после получения семян от оригинатора или его представителя.

Лен-долгунец

Из-за отсутствия у селекционных сортов льна-долгунца четких морфологических различий (за исключением окраски цветков — голубой, белой и красной) полевая апробация заключается в анализе сортовых документов и всех производственных процессов по его возделыванию, уборке и обработке, при которых может происходить сортовое засорение.

По результатам работы составляется акт по форме 204. Первая часть акта заполняется на основании имеющихся в хозяйстве сортовых документов на семена, вторая — подготовительной к апробации работы, третья — результатов апробации, четвертая — на основании окончательных выводов по итогам всех предыдущих разделов.

Полевую апробацию посевов льна-долгунца проводят за 7–10 дней до уборки. К этому времени на посевах проявляются признаки болезней, которыми поражается лен.

С каждого выделенного для апробации участка апробатор берет один апробационный сноп для оценки посева на наличие явных сортовых примесей и пораженности болезнями. Каждый отдельный участок, с которого берут апробационный сноп, нумеруют и номер указывают в акте.

Отбор снопа проводится при проходе по полю рекомендованными способами. При этом выдергивают без выбора пучки растений (8–12 шт.) из расчета 4 пучка с 1 га, а на участке площадью до 5 га — не менее 15–20 пучков. Отдельные пучки при взятии апробационного снопа следует обязательно отделить один от другого шпагатом.

Снопы анализируют не позднее чем через сутки после их взятия. Анализ апробационного снопа начинают с определения пораженности растений льна болезнями (грибными и бактериальными). Пораженность посева болезнями определяют разбором отдельных пучков без их обезличивания.

Количество пучков, анализируемых на болезни, зависит от размеров участка. При общем числе пучков в апробационном снопе не более 20 на болезни анализируют каждый пучок, при количестве от 20 до 50 — каждый второй, при общем количестве больше 50 — каждый третий.

Стебли из апробационного снопа вместе с подсеedom, ненормально развитыми, засохшими или отмершими растениями раскладывают на фракции: злотыми, пораженными фузариозом, ржавчиной, аскохитозом, антрактрозом, пасмо, полиспорозом. Для диагностики каждого заболевания следует

пользоваться методическими рекомендациями по определению симптомов болезней льна.

При анализе на пораженность сначала подсчитывают число растений в пучке, затем выделяют здоровые, не имеющие никаких пятен, признаков отмирания стеблей, корней, коробочек. Остальные растения, имеющие признаки пораженности, тщательно анализируют и по каждому из них отмечают все болезни, которые будут обнаружены на данном растении.

При анализе на пораженность растений записи делают в рабочем бланке (форма 11). По фузариозу отмечают «всего заболевших» и в том числе в сильной степени. Учитывают количество растений, пораженных ржавчиной, антракнозом. Растения льна, пораженные пасмо (септориозом), полиспорозом (ауреобазидиозом), аскохитозом и другими болезнями, относят в графу «прочие болезни».

После разбора растений вычисляют процентное отношение каждого заболевания и суммарное (всего больных) ко всем растениям проанализированных пучков данного снопа. Суммарное количество всех проанализированных на пораженность растений, количество стеблей, пораженных отдельной болезнью, и их процент записывают в акт.

Например, апробационный сноп с числом стеблей 1092 содержит 92 пучка. На пораженность болезнями анализируют каждый третий пучок, то есть 364 стебля. Выделено по группам заболеваемости: больных фузариозами — 2 стебля (в графе «процент пораженности» пишут: фузариоз — 0,5%); антракнозом — 18 (4,9%) полиспорозом — 5 стеблей (1,4%). В итоге по данному участку отмечают: пораженность по комплексу болезней — 6,8%.

После анализа отдельных пучков на пораженность болезнями определяют явные сортовые примеси. Для этого из пучка сначала выделяют растения подседа и ненормально развитые (с поврежденной точкой роста), затем оставшиеся в пучке растения выравнивают по корневой шейке и просматривают на наличие примесей.

Растения неправильной формы и менее высокие в результате поражения вредителями, градом и бактериозом в сортовые примеси, выделяемые по нетипичной форме, не включают.

Пучки с растениями, нетипичными для данного участка, не учитывают.

Явными сортовыми примесями считают низкорослые растения, которые в отдельном пучке апробационного снопа будут на 20% и ниже остальных растений или с большим, чем у типичных растений, числом коробочек.

После окончания анализа снопы передают на хранение ответственному представителю хозяйства, который расписывается в их получении. Срок хранения снопов — 6 месяцев.

После окончания разбора апробационных снопов апробатор обязан дать сортовую оценку посевам, урожаю семян льна отдельно по каждому посеву, проанализировав все записи в акте.

Если во всех трех частях акта отсутствуют факты, указывающие на сортовое засорение посевов льна, апробатор признает сортовым весь посев и записывает это в раздел «Заключение агронома», перечисляя отдельно площади

каждого обследованного участка. После записи всех участков, признанных пригодными для семенных целей, апробатор записывает в акт те из них, которые требуют отдельной уборки, изолированной обработки, перевозки и хранения семян: высокоурожайные; посева, на которые наложен карантин; посева, пораженные фузариозами более чем на 5,0% или комплексом болезней более чем на 30%.

Участки, на которые наложен карантин, и участки, пораженные болезнями, при полевом обследовании не выбраковывают, а образцы семян с этих участков направляют на предварительный анализ.

Из каждого мешка с семенами, отдельно убранными с участков, на которые наложен карантин, отбирают пробы для анализа на повилки и другие карантинные сорняки. Карантин с этих семян снимают лишь тогда, когда после тщательной очистки в них не будет обнаружено семян повилки и других карантинных сорняков.

Выбровка посевов из числа пригодных для семенных целей категорий РС происходит при количестве сортовой примеси по данным анализа апробационного снопа в первой репродукции 2%, во второй репродукции 3%, в третьей репродукции 5%.

Если по результатам анализа апробационного снопа в посевах категории РС количество сортовой примеси превышает 5%, то апробатор переводит их в категорию РСт. В посевах категорий ОС и ЭС сортовые примеси не допускаются.

Выбровку посевов из числа сортовых и урожая семян с них проводят по следующим показателям:

- если посев льна был сделан по льну или льняному стлцицу;
- если в предпосевной, посевной или уборочный периоды семена льна были механически засорены семенами другого сорта;
- если анализ апробационного снопа показал, что в посевах категории РСт имеется более 10% сортовых примесей.

Семена по зараженности болезнями выбраковывают из посевных лишь тогда, когда их зараженность по результатам анализа окажется выше норм, установленных стандартом.

Семена льна, содержащие остатки растений с пятнами ржавчины, не выбраковывают, а очищают до полного удаления этих примесей.

Многолетние злаковые травы

Многолетние злаковые кормовые травы можно отличить по соцветиям, числу цветков в колоске, осям. Дополнительными признаками могут быть листья, язычки и др. Полевую апробацию многолетних злаковых трав проводят в фазе полного колошения. Исключением является житняк, апробацию которого проводят при цветении. Предварительно проверяют соблюдение норм пространственной изоляции, составляющей не менее 400 м.

При проходе участка поля по намеченным линиям апробатор в 150 пунктах осматривает 10 стеблей подряд. При этом отмечает количество стеблей основной культуры, других культурных растений, в том числе трудноотделимых (по видам), трудноотделимых сорняков (по видам), отмечает также количество пораженных

стеблей болезнями и поврежденных вредителями с указанием видов болезней и насекомых-вредителей. Для определения результатов апробации показатели по осмотру растений отдельных пунктов суммируются.

Видовую чистоту определяют отношением числа стеблей апробируемой культуры к общему числу данного вида и культурных примесей, засоренность — отношением числа сорных растений к общему числу осмотренных стеблей. Например, при апробации коостреца безостого осмотрено 1500 стеблей, из которых стеблей коостреца безостого оказалось 1475. Примеси культурных растений — 10 шт. (овсяница луговая), в том числе трудноотделимых — 10 шт., сорняков всего — 15 шт., в том числе трудноотделимых — 3 шт. Отсюда видовая чистота посева: $\frac{1475 \times 100}{1475 + 10} = 99,3\%$.

При апробации многолетних злаковых трав следует знать их отличительные признаки.

Тимофеевка луговая — рыхлокустовой злак ярового типа. Стебли полые, цилиндрические, в нижней части коленчато-изогнутые, высотой 100 см и более. Листья голые, неопушенные, шириной 8–10 мм. Соцветие — султан (колосовидная метелка). Колоски без остей, колосковые чешуи несросшиеся, по килю гребенчато-реснитчатые, на верхушке с острием. Колоски расположены перпендикулярно к стержню. Семена яйцевидной формы, длиной до 2 мм. Чешуи непросвечивающие, серебристо-серые. Масса 1000 семян 0,4–0,5 г. Трудноотделимые культурные растения: лядвенец рогатый, клевер гибридный и ползучий.

Овсяница луговая — рыхлокустовой злак высотой до 140 см. Стебли прямостоячие, хорошо облиственные. Листья с ушками и очень коротким язычком, травянисто-зеленые, нижняя сторона листа блестящая. Соцветие — метелка. Многоцветковые колоски длиной до 15 мм сидят на концах веточек поодиночке. Нижние ветви метелки отходят от стержня по две: длинная ветвь несет по четыре-пять колосков, короткая — по одному-трем. Цветковые чешуи без остей и остевидных заострений. Длина семян 6–7 мм. Форма лодкообразная. Стерженек тонкий, цилиндрический, кверху не расширенный, в верхней части неплотно прилегает к внутренней чешуе. Масса 1000 семян около 2 г. Трудноотделимые культурные растения: овсяница красная и тростниковая, райграс пастбищный и многоукосный.

Овсяница красная — корневищно-рыхлокустовой злак. Листья сверху ребристые, узкие, волосовидные, шириной 1–2 мм. Влагалища листьев сросшиеся до середины и выше, округлые или слабо-сплюснутые, густобархатистые, красноватые, язычок очень короткий. Соцветие — метелка, колоски средней величины (10–12 мм), сидят на концах веточек метелки поодиночке. Нижние ветви метелки отходят большей частью по одной. Наружная цветковая чешуя с остевидным заострением длиной 2–3 мм. Семена длиной 4–5 мм, стерженек тонкий, длинный, цилиндрический. Трудноотделимые культурные растения: ежа сборная, овсяница луговая, типчак, райграс пастбищный и однолетний.

Кострец безостый — корневищный злак, имеет хорошо облиственный стебель высотой до 100–150 см. Влагалища листьев сросшиеся доверху, пла-

стинки листьев шириной 5–10 мм, плоские, по краю шероховатые от шипиков. На каждом листе имеется поперечная морщинка, язычок короткий — до 1,5 мм. Соцветие — метелка, колоски многоцветковые, крупные (15–35 мм), сидят на концах веточек метелки поодиночке. Нижние ветви метелки выходят из узла мутовкой (по 3–6). Цветковые чешуи без остей. Наружная цветковая чешуя по краю пленчатая, на верхушке притупленная. Семена широколанцетные, плоские, кверху расширенные, коричневатые, длиной 9–12 мм. Стержень прямой, тонкий, на верхушке косоусеченный, отходит в верхней части от внутренней цветковой чешуи. Масса 1000 семян 3,5 г. Трудноотделимые культурные растения: овсяница луговая, виды райграса, кощрец прямой.

Ежа сборная — рыхлокустовой, многостебельный злак высотой до 150 см. Влагалища листьев сросшиеся до середины и выше, листья сверху ровные, средней ширины (до 10 мм), верхушка их в виде челночка, язычок в основании листа крупный, заостренный. Соцветие — метелка, колоски собраны на концах веточек в пучки. Ветви метелки отходят из каждого узла стержня по одной. Нижние ветви длиннее верхних. Колоски трех-четырёхцветковые. Цветковые чешуи ланцетные, килеватые, с остевидными заострениями, искривленными набок. Семена лодкообразной формы, длиной 5–7 мм, соломенно-желтой окраски. Масса 1000 семян 1,2 г. Трудноотделимые культурные растения: райграс пастбищный и многоукосный, овсяница луговая, красная и овчья.

Лисохвост луговой — корневищно-рыхлокустовой злак. Листья нежесткие, жилки на просвет светло-зеленые, листовая пластинка длинная, линейная, темно-зеленая, снизу лоснящаяся, язычок длиной 1–3 мм, с ровным прямым краем. Соцветие — султан (колосовидная метелка), мягкий. Колосковые чешуи сросшиеся почти до середины, колоски с длинными, слегка изогнутыми остями, которые отходят от спинки цветковой чешуи. Колосковые чешуи светло-серой окраски, покрыты длинными волосками. Колоски расположены под острым углом к стержню. Семена плоские, длиной 4,5–6,5 мм. Трудноотделимые культурные растения: ежа сборная, овсяница луговая.

Райграс высокий — рыхлокустовой злак. Стебли колеччато-приподнимающиеся, высотой до 180 см, хорошо облиственные. Влагалища листьев открытые, основание листовой пластинки без ушек, край листовой пластинки в нижней части гладкий. Колоски двухцветковые с нижним мужским бесплодным цветком и верхним обоеполым плодущим. От спинки наружной цветковой чешуи бесплодного цветка, ниже ее середины, отходит спирально скрученная, колеччатая, черно-белая ость. Плодущий цветок не имеет ости или несет очень короткую ость. Семена ланцетной формы, длиной 8–10 мм, светло-зеленые. Масса 1000 семян 2,7 г. Трудноотделимые культурные растения: райграс многоукосный, ежа сборная, овсяница луговая.

Райграс многоукосный — рыхлокустовой злак. Стебли прямые, высотой 60–80 см, облиственность хорошая. Влагалища листьев открытые, листья сверху серовато-зеленоватые, снизу темно- или желто-зеленые, ушки короткие горизонтальные, язычок длиной до 1 мм. Соцветие — колос, колоски многоцветковые, обращены к стержню колоса узкой стороной, каждый колосок имеет одну колосковую чешую и только верхушечный — две. Колоски несут ости

длиной 5–6 мм, выходящие из верхушки наружной цветковой чешуи. Колосковая чешуя короче прилегающей к ней цветковой чешуи. Семена лодкообразной формы, длиной 5–6 мм, серой окраски, имеют сплюснутый, широкий, сверху расширенный стерженек. Масса 1000 семян 2,1 г. Трудноотделимые культурные растения: райграс пастбищный, овсяница луговая.

Райграс пастбищный — рыхлокустовой злак. Влагилища листьев открытые, листья сверху ребристые, неширокие (4–5 мм), снизу жирноблестящие, в основании листа имеются небольшие ушки, язычок короткий (не более 1 мм). Соцветие — колос, колоски многоцветковые, обращены к стержню колоса узкой стороной, каждый колосок имеет одну колосковую чешую и только верхушечный — две. В отличие от райграса многоукосного, колоски без остей, а колосковая чешуя длиннее прилегающей к ней цветковой чешуи. Семена лодкообразной формы, без остей и остевидных заострений, длиной 5,5–6,5 мм, серые, по форме и строению сходны с семенами овсяницы луговой. Характерное отличие — короткий сплюснутый и расширенный сверху стерженек, плотно прижатый к внутренней цветковой чешуе. Трудноотделимые культурные растения: ежа сборная, райграс многолетний, овсяница луговая.

Многолетние бобовые травы

Большинство сортов многолетних бобовых трав представляют собой популяции. Поэтому апробация посевов сводится в основном к установлению видового состава, засоренности другими видами и только в отдельных случаях к определению сортов внутри вида. При апробации руководствуются также описанием сортов. При выявлении промежуточных форм растений одного вида их относят к основной форме, характерной для данного сорта. Если при определении вида апробатор обнаруживает примесь других видов, то последние должны быть отнесены к числу трудноотделимых растений. Если травостой представляет собой смесь видов эспарцета, то в акте указывают «смесь видов». Семенные посевы разных лет пользования апробируют отдельно. Перед апробацией проверяют документы на посевной материал для установления его принадлежности к сорту.

Клевер луговой

При апробации семенной травостой клевера должен быть отнесен к одному из следующих типов: позднеспелый (одноукосный), раннеспелый (двуукосный); промежуточный или смесь типов. Для определения принадлежности травостоя клевера к тому или иному типу через равные промежутки, не менее чем в 50 пунктах, с шести кустов отбирают по одному нормально развитому стеблю.

Нормально развитым считается стебель, который имеет сформировавшуюся головку даже и с нераспустившимися цветками. Каждый стебель подрезают ножом у самого корня с частью корневой шейки. Из апробационного снопа для анализа отбирают 100 стеблей. Каждый стебель анализируют по количеству междоузлий. Подсчет междоузлий ведут снизу вверх по основному стеблю, причем дана первого междоузлия должна быть не менее 1 см. Верхним междоузлем считается последнее междоузлие под кроющими листьями головки. Ножка головки междоузлем не считается. Для удобства подсчетов каждый проанализированный стебель отмечают точкой в акте апробации «Вариацион-

ный ряд числа междоузлий» в той графе, где поставлена цифра, соответствующая числу междоузлий на данном стебле. Затем апробатор составляет вариационный ряд числа междоузлий и вычерчивает график вариационной кривой.

Позднеспелый тип характеризуется средним числом междоузлий не менее 8, одновершинной вариационной кривой с преобладанием 8 и 9 междоузлий или односторонней кривой, представленной правой половиной вариационной кривой с преобладанием 8 и 9 междоузлий. Однако при одновершинной симметричной кривой с модусом менее 8 междоузлий и средним числом междоузлий 6-7 посевы клевера также относят к позднеспелому типу, если его цветение происходит одновременно с цветением клевера позднеспелого (одноукосного).

Раннеспелый клевер характеризуется средним числом междоузлий 5-7 с одновершинной вариационной кривой с модусом 5-7 междоузлий или односторонней кривой, представленной левой половиной вариационной кривой с модусом не более 7 междоузлий включительно. В случае, когда кривые графика характеризуются двувершинностью (с модусом в 5-7 и 8-9 междоузлий), такой травостой представляет собой механические смешения клевера двух типов (раннеспелого и позднеспелого).

Для отнесения клевера к позднеспелому или раннеспелому типу по времени цветения в районах, где есть тот или иной тип, апробатор сравнивает время начала и полного цветения клевера на апробируемом участке со временем начала и полного цветения заведомо раннеспелых и позднеспелых клеверов в хозяйствах этого же района. Если апробируемые клевера не подходят по числу междоузлий ни к одному из крайних типов (позднеспелый, раннеспелый), но в то же время выровнены по морфологическим признакам и времени цветения, то они должны быть отнесены к промежуточным типам, и только явно нестрые по составу популяции следует относить к смеси различных типов. Семенные посевы клевера лугового, на семена которых имеются сортовые документы, признают сортовыми в том случае, если отсутствовало механическое смешение высеванных семян с другими сортами и при апробации установлена однородность клевера, соответствующая тому типу, к которому относится апробируемый травостой. При наличии в травостое клевера ползучего (белого) растений клевера гибридного и клевера лугового раннеспелого типа до 6% апробатор дает рекомендацию по проведению видовой прополки. При наличии трудноотделимых культурных видов более 10% травостой переводят в ряд рядовых.

Люцерна

Сорта люцерны представляют собой сорта-популяции. Окраска венчиков соцветий изменяется по годам и укосам — весной после отрастания, во влажные годы и до первого укоса она более интенсивная. Соцветие и форма боба менее изменчивы. Апробатор должен осмотреть посев минимум два раза — весной после отрастания, в период полного цветения и образования бобов. Вид и сорт определяются по комплексу признаков. Посевы люцерны, на семена которых имеются сортовые документы, признают сортовыми в том случае, если отсутствовало механическое смешение высеванных семян с другими сортами и

установлена однородность посевов, соответствующая той группе, к которой относится апробируемый травостой.

При апробации семенные посевы люцерны относят к одной из следующих групп:

— синяя, или посевная (*Medicago sativa*) — соцветия имеют венчик относительно ровной фиолетовой окраски без примеси другой окраски;

— синегибридная (*M. varia*) — преобладают соцветия с венчиком фиолетовой окраски разных оттенков (от фиолетового до голубого), у отдельных сортов могут встречаться единичные соцветия с венчиком варьирующих окрасок (зеленовато-желтая, грязно-фиолетовая, белая и т. д.);

— пестрогибридная (*M. varia*) — большая часть соцветий пестрая, имеет венчик с сильно варьирующей окраской (от зеленовато-желтой к фиолетовой и темно-лиловой), встречаются растения с венчиком зеленовато-желтой, фиолетовой окраски;

— желтогибридная (*M. varia*) — преобладают соцветия с венчиком желтой окраски разных оттенков, встречаются соцветия с венчиком варьирующей окраски;

— желтая (*M. falcata*) — соцветия имеют венчик ровной желтой окраски без примеси соцветий с другой окраской.

Эспарцет

При апробации эспарцета определяют принадлежность травостоя к одному из его видов. В первый год растения эспарцета обычно представляют собой розетку или слабые небольшие растения, неотличимые на уровне сорта. Поэтому апробацию проводят со второго года. При сопоставлении видов в одинаковых условиях растения виколистного эспарцета по общему внешнему виду отличаются от растений закавказского эспарцета, как бы большей компактностью, а песчаный — отличим по форме кисти и резкой двуцветности травостоя.

Эспарцет обыкновенный (*Onobrychis viciifolia*) — в начале цветения форма кисти яйцевидная с широким основанием и притупленной вершиной. Кисть плотная с 5–8 одновременно раскрытыми цветками. Каждый цветок перед раскрытием расположен под прямым углом к оси соцветия, а вполне раскрытые цветки расположены под тупым углом и как бы свисают вниз. Флаг цветка длиннее лодочки.

Эспарцет песчаный (*O. arenaria*) — в начале цветения форма кисти узкая, веретеновидная, к вершине тонко заостренная, бутоны в верхней части сильно прижаты к оси и создают впечатление гладкой поверхности. Кисть рыхлая, число одновременно раскрытых цветков 3–4 (редко 5). Цветки перед раскрытием расположены под острым углом к оси соцветия, а вполне раскрытые цветки — под прямым углом. Флаг цветка короче или равен лодочке.

Эспарцет закавказский (*O. transcaucasica*) — в начале цветения форма кисти цилиндрическая с узким основанием и притупленной вершиной, почти равномерно широкая по всей длине. Кисть рыхлая с числом одновременно раскрытых цветков 3–4 (реже 6). Цветки перед раскрытием имеют острый угол с осью кисти, а раскрытые цветки отогнуты под прямым углом. Флаг цветка

обычно короче, чем лодочка, реже — длиннее лодочки, но тогда, в отличие от эспарцета обыкновенного, кисть рыхлая и цветки крупные. Этот вид эспарцета отличается от песчаного формой листочков в среднем ярусе стеблей: преобладает яйцевидная форма с сильно пригуплённой вершиной (у песчаного форма листочков ланцетная, приближающаяся к копьевидной). Многие сорта эспарцета созданы на основе межвидовой гибридизации. Поэтому при их апробации промежуточные формы относят к основной форме, характерной для данного сорта. При апробации руководствуются также описанием сортов. Если при определении вида эспарцета апробатор во время осмотра растений обнаруживает примесь других видов, то последние должны быть отнесены к числу трудноотделимых растений. Если травостой представляет собой смесь видов эспарцета, то в акте указывают «смесь видов».

Картофель

Одной из главных задач апробации картофеля является установление соответствия качества посадок нормативным требованиям по сортовой чистоте, типичности растений и пораженности болезнями (табл. 21.2).

Таблица 21.2

Нормативные требования действующих стандартов (при визуальной оценке растений в период вегетации)

| Класс | Сортовая чистота, % | Количество растений с симптомами, % | | | |
|------------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
| | | тяжелая мозаика, готика, ВСЛК | легкая и средняя мозаика | черная пожка | кольцевая гниль |
| Исходный материал тепличный | 100 | 0 | 0,5 | 0 | 0 |
| Исходный материал полевой | 100 | 0 | 1,5 | 0 | 0 |
| Супер-суперэлита, Суперэлита | 100 | 0 | 1,8 | 0 | 0 |
| Элита | 100 | 0,6 | 3,0 | 0 | 0 |
| 1-я репродукция | 100 | 1,2 | 6,0 | 0,2 | 0 |
| 2-я репродукция | 97 | 1,5 | 9,0 | 0,5 | 0 |
| 3-я репродукция | 95 | 2,4 | 10,2 | 0,7 | 0,3 |

Полевые обследования и апробация посадок должны проводиться на всех семенных питомниках.

На исходном материале (микрорастения, высаженные для получения мини-клубней, 1-е полевое поколение из мини-клубней, клоновый материал) проводятся три обследования с визуальной оценкой каждого растения. По результатам основного обследования (во время цветения) оформляют «Акт обследования исходного материала в теплице (поле)».

В питомниках супер-суперэлитного картофеля методом апробации оценивают 1000 растений на каждом 5 га посадок. При этом проверяются в рядке 100 растений подряд в 10 местах при пересечении поля по диагонали. Результаты осмотра растений записывают в регистрационный лист и оформляют акт апробации. Рекомендуется проводить 2–3 полевых обследования.

Обследование посадок суперэлитных, элитных и репродукционных семян проводят по методике полевой апробации согласно «Инструкции по апробации сортовых посевов», ч. II (М., 1996).

Полевую инспекцию сортовых посадок проводят во время цветения картофеля в присутствии лица, ответственного за семеноводство этой культуры в хозяйстве.

Апробатор не позднее чем за две недели до апробации проводит следующую подготовительную работу:

- устанавливает площадь сортовых посадок, подлежащую апробации и регистрации;

- изучает сортовые документы, характеризующие качество высаженного семенного картофеля, акт клубневого анализа или акт апробации посадок, устанавливает способы подготовки семенного материала;

- знакомится с актом закладки семенного участка и актом прочистки сортовых посадок картофеля;

- организует дополнительную прочистку, если она была проведена неудовлетворительно. Прочистка должна быть проведена, если удалению подлежит не более 20% растений. Если прочистка нецелесообразна, а сорт ценный, апробатор организует покустно-массовый отбор (отметку здоровых кустов и раннюю уборку) основного сорта;

- на основании изучения сортовых документов и полевого осмотра регистрирует несеменные сортовые посадки, заполняя акт регистрации.

Апробацию посадок проводят методом проб по диагонали поля. Пробой называется 20 растений картофеля, осматриваемых подряд на одном ряду, апробационным образом — количество всех осмотренных в пробах растений (кустов) картофеля.

Исходя из площади апробируемого участка, апробатор устанавливает количество проб и растений, которые необходимо осмотреть, и, учитывая конфигурацию участка, определяет расстояние между пробами.

Количество проб и растений на участке устанавливают из такого расчета: на участке до 5 га — 15 проб по 20 кустов, т. е. 300 кустов; на участке до 10 га — 20 проб по 20 кустов, т. е. 400 кустов; на участке до 15 га — 25 проб по 20 кустов, т. е. 500 кустов; на участке более 15 га берут дополнительно по две пробы на каждые 5 га сверх 15 га.

Например, на участке площадью 20 га осматривают 27 проб ($25 + 2$) по 20 кустов, всего — 540 кустов.

Количество проб, которое необходимо осмотреть на участке, должно быть равномерно распределено по всей площади. Для этого нужно ширину участка в метрах или количество рядов разделить на число проб. Полученное число показывает расстояние между пробами по ширине поля в метрах или рядах. Расстояние между пробами по длине поля получается от деления длины участка на число проб.

Например, на апробируемом участке в 15 га нужно осмотреть 25 проб. Размер участка: длина — 500 м, ширина — 300 м. Следовательно, пробы нужно

осматривать по ширине поля через 12 м (300:25), т. е. на каждом 17-м рядке, и по длине через 20 м (500:25).

В это расстояние (20 м) входит и длина рядка, на котором осматривают пробу (20 кустов): при нормальной густоте посадки она равна 6 м, т. е. от конца первой пробы нужно пройти вперед по рядку 14 м и 17 рядков в сторону до начала второй пробы и т. д. При осмотре проб апробатор проходит по ломаной диагонали поля.

После расчетов апробатор приступает к осмотру каждого растения в пробе, устанавливая наличие или отсутствие симптомов болезней и принадлежность растений к основному сорту или примеси. Результаты осмотра растений записывает в регистрационный лист полевого журнала.

Для удобства подсчета в журнале апробатор отмечает в соответствующей графе только примеси других сортов и наличие кустов, пораженных болезнями, применяя условные обозначения.

При отсутствии примесей и болезней на растениях, чтобы не сбиться в подсчетах после осмотра каждого куста основного сорта, апробатор делает пометки в соответствующей графе точкой или другим знаком.

Основной сорт или примесь определяют по окраске цветков, форме и цвету листьев и их частей, по стеблю, общему виду куста и другим характерным признакам, а также по окраске завязавшихся клубней.

Вирусные болезни учитывают по внешним признакам поражения ботвы. Необходимо придерживаться следующих правил:

— оценка здорового куста должна соответствовать реакции данного сорта на заражение вирусами, при этом требования для слабо реагирующих сортов должны быть выше по сравнению с сортами с ясно выраженной реакцией на вирусное заражение;

— агротехника выращивания семенного материала, подлежащего оценке, должна быть оптимальной для данной зоны;

— оценку посадок следует проводить во время наибольшего проявления болезней.

Некоторые симптомы бактериальных и грибных болезней, а также признаки недостатка или избытка некоторых элементов питания могут быть похожи на признаки проявления вирусных болезней. Например, сильное поражение растений ризоктониозом приводит к хлорозу, деформации и закручиванию листьев. Поэтому при визуальной оценке вирусных болезней следует одновременно обращать внимание на признаки грибных и бактериальных болезней, по которым они различаются.

Черную ножку и кольцевую гниль определяют по поражению ботвы и клубней, при этом апробатор разрезает клубни и осматривает их.

При выявлении колорадского жука (на кустах — яйцекладок, личинок, жуков, в почве — куколок и личинок) апробатор должен дать предписание о необходимости проведения химических обработок посадок.

Наличие карантинных болезней и вредителей (рак картофеля, золотистая картофельная нематода, бурая гниль, картофельная моль) в семенном картофеле не допускается.

В посадках нематодоустойчивых сортов так же, как в посадках ракоустойчивых сортов, наличие сортов, неустойчивых к раку, не допускается.

Одновременно с осмотром и оценкой растений на пораженность болезнями и сортовую чистоту визуально определяют:

— густоту насаждения (для этого при осмотре проб в журнале делают соответствующие отметки о вышедших растениях);

— выравнивание посадок по развитию растений (выравнивание считается хорошей, если ботва почти всех растений нормально развита и смыкается в рядах, средней, когда посадки наряду с хорошо развитыми кустами имеют до 25% слабо-развитых (отстающих) растений, плохой, если посадки очень невыровненные или растения слабо развиты вследствие несовершенной агротехники;

— урожай клубней и их размерные характеристики (для этого выборочно в разных местах участка выкапывают клубни у средних по развитию кустов).

На основании записей в полевом журнале о количестве выявленных в образце примесей и больных кустов вычисляют проценты сортовых примесей и больных растений на апробируемом участке.

Например, апробирован участок в 15 га, осмотрено 500 кустов, из них — пять кустов краснолубневой примеси, или 1%, примеси с белыми клубнями — четыре куста, или 0,8%. Всего примесей — 1,8%, следовательно, посадки имеют сортовую чистоту 98,2% (100-1,8).

Больных растений было: с черной ножкой — два куста, или 0,4%, поражено тяжелыми вирусами 12 кустов, или 2,4%. Всего больных растений — 2,8%.

Согласно нормативным требованиям посадки картофеля по сортовой чистоте и степени поражения растений черной ножкой можно отнести ко 2-й репродукции, по пораженности растений тяжелыми формами вирусных болезней — к 3-й репродукции.

В данном случае можно рекомендовать проведение дополнительной очистки с последующей повторной апробацией или сразу перевести посадки в ряд, относящийся к 3-й репродукции.

Данные о сортовой чистоте и наличии больных растений проставляют в акте апробации. Акт апробации составляют в трех экземплярах: первый — оставляют в хозяйстве, второй — передают в орган по сертификации для оформления сертификата сортовой идентификации, третий — оставляют в аккредитованной испытательной лаборатории. К акту апробации прилагают заполненные листки полевого журнала.

Кукуруза

Полевая апробация проводится на посевах сортов, гибридных популяций, на участках размножения самоопыленных линий, гибридов — родительских форм. Предварительно, за 10-15 дней до начала цветения кукурузы, участки гибридизации и размножения стерильных форм обеледуют для установления соблюдения технологии производства гибридных семян:

— соблюдение чередования рядков родительских форм и норм пространственной изоляции, отсутствие возможности сортового засорения посевов;

В посадках нематодоустойчивых сортов так же, как в посадках ракоустойчивых сортов, наличие сортов, неустойчивых к раку, не допускается.

Одновременно с осмотром и оценкой растений на пораженность болезнями и сортовую чистоту визуально определяют:

– густоту насаждения (для этого при осмотре проб в журнале делают соответствующие отметки о выпавших растениях);

– выравненность посадок по развитию растений (выравненность считается хорошей, если ботва почти всех растений нормально развита и смыкается в рядах, средней, когда посадки наряду с хорошо развитыми кустами имеют до 25% слабо развитых (отстающих) растений, плохой, если посадки очень невыравненные или растения слабо развиты вследствие несовершенной агротехники;

– урожай клубней и их размерные характеристики (для этого выборочно в разных местах участка выкапывают клубни у средних по развитию кустов).

На основании записей в полевом журнале о количестве выявленных в образце примесей и больных кустов вычисляют проенты сортовых примесей и больных растений на апробируемом участке.

Например, апробировав участок в 15 га, осмотрено 500 кустов, из них — пять кустов красноклубневой примеси, или 1%, примеси с белыми клубнями — четыре куста, или 0,8%. Всего примесей — 1,8%, следовательно, посадки имеют сортовую чистоту 98,2% (100–1,8).

Больных растений было: с черной ножкой — два куста, или 0,4%, поражено тяжелыми вирусами 12 кустов, или 2,4%. Всего больных растений — 2,8%.

Согласно нормативным требованиям посадки картофеля по сортовой чистоте и степени поражения растений черной ножкой можно отнести ко 2-й репродукции, по пораженности растений тяжелыми формами вирусных болезней — к 3-й репродукции.

В данном случае можно рекомендовать проведение дополнительной проверки с последующей повторной апробацией или сразу перевести посадки в разряд, относящийся к 3-й репродукции.

Данные о сортовой чистоте и наличии больных растений проставляют в акте апробации. Акт апробации составляют в трех экземплярах: первый — оставляют в хозяйстве, второй — передают в орган по сертификации для оформления сертификата сортовой идентификации, третий — оставляют в аккредитованной испытательной лаборатории. К акту апробации прилагают заполненные листки полевого журнала.

Кукуруза

Полевая апробация проводится на посевах сортов, гибридных популяций, на участках размножения самоопыленных линий, гибридов — родительских форм. Предварительно, за 10–15 дней до начала цветения кукурузы, участки гибридизации и размножения стерильных форм обсевают для установления соблюдения технологии производства гибридных семян:

– соблюдение чередования рядков родительских форм и норм пространственной изоляции, отсутствие возможности сортового засорения посевов;

При первом полевом обследовании в каждом из пунктов просматривают подряд 18 растений и в полевом журнале отмечают количество растений с початками, выбросившими нити, а также количество растений, метелки которых оказались фертильными или полустерильными. Недостающее для определения полноты стерильности количество растений с цветущими початками добирают, проходя по рядам дальше. Суммируя количество растений, просмотренных подряд во всех 20 пунктах, и определив, какое количество из этих растений имеет початки с выброшенными нитями, определяют их процент.

При последующих обследованиях на участках гибридизации, где по схеме восстановления выращивают семена двойных межлинейных, трехлинейных, многолинейных и сортолинейных гибридов, количество растений с цветущей метелкой должно быть не более 2%.

На участках гибридизации, где в качестве материнской используется стерильная форма, важно не упустить время первого полевого обследования, так как запоздание с этой работой, если фертильных примесей окажется больше допустимой нормы, может привести к выбраковке участка.

Участки размножения стерильных форм и участки гибридизации для получения простых гибридов на стерильной основе. Порядок обследований, определения процента растений с фертильной или полустерильной метелкой, а также процента растений с цветущими початками такой же, как и на участках гибридизации, закладываемых по схеме «восстановления».

На участках выращивания ОС и ЭС стерильных самоопыленных линий не допускается более 0,5% растений с фертильными и полустерильными метелками, а на участках гибридизации при получении стерильных простых гибридов и на участках размножения стерильных сортов и РС1 самоопыленных линий не допускается более 1% при каждом из трех обследований. В тех случаях, когда при первом полевом обследовании процент фертильных и полустерильных метелок превышает установленную норму, но не более 1%, а растений с цветущими початками не более 5%, посев не выбраковывают, а ежедневно до окончания цветения полностью удаляют растения с фертильными метелками. Если при первом обследовании количество фертильных и полустерильных растений окажется выше 1%, участок из числа семенных выбраковывается.

Данные анализа, полученные при каждом из трех обследований на участках размножения стерильных форм, а также на участках гибридизации стерильных простых гибридов и гибридов, выращиваемых по схеме полного или неполного восстановления, записывают в пункт 6 акта в строку, где указана стерильная форма, и средние показатели не определяют.

При заполнении акта обследования на участке гибридизации обычных фертильных гибридов результаты записывают по каждому из трех обследований в строку фертильной формы. Средние показатели не определяют.

Для определения типичности посевов анализируют пробу из 250 початков на 50 га (если больше 50 га, то по 25 початков добавляют на каждые 5 га, не увеличивая при этом количество пунктов отбора) в 25 пунктах апробационного участка.

на участках, предназначенных для получения гибридов по стерильной системе, проводят обычным способом.

Початки кукурузы при анализе разбивают на две фракции:

1) початки основного типа, к которому относятся апробируемый сорт, линия, гибрид, гибридная популяция. В эту фракцию включают как здоровые, так и большие початки независимо от чужоопыленных (ксеинийных) зерен и степени развития початков. Ксеинийные зерна подсчитывают при анализе початков;

2) початки «примеси других типов» как здоровые, так и большие. В эту фракцию ксеинийные зерна не подсчитывают.

Основной тип початков апробируемого сорта, линии или гибрида определяют по консистенции, форме и окраске зерна, цвету стержня початка (цветочных чешуй) и его форме, а для самоопыленных линий — и по размеру початка.

Консистенцию зерна определяют в средней части початка, отступив на 2-5 см (в зависимости от величины початка) от верхушки и основания, так как зерна нижней и особенно его верхней части нетипичны. Под влиянием неблагоприятных условий произрастания и череззерницы консистенция зерна у зубовидных сортов может сильно изменяться в сторону развития кремнистости, особенно на недоразвитых початках. В этом случае початки с наличием зерен полностью или частично утративших зубовидную форму, но с характерной для данного сорта окраской зерна и цветочных чешуй, относят к основному типу.

У кремнистых форм к основному типу относят початки с чисто кремнистой консистенцией зерна и початки с зернами, имеющими матовость на верхушке, но без вдавленности.

У высоколизиновых форм кукурузы к основному типу относят початки имеющие не менее 60% тусклых зерен.

При определении окраски зерна не следует принимать во внимание наличие на его поверхности налетов розового или фиолетового оттенка, который обычно является следствием заболевания початков грибными болезнями и окрашивания зерна водорастворимым антоцианом, находящимся в оболочке початка. Кроме того, при определении окраски зерна сортов и гибридов (особенно желтозерных) не следует принимать во внимание различия в оттенке основной окраски.

У всех белозерных форм к ксеинийным относят желто- и синеокрашенные зерна, а у сахарных (белозерных и желтозерных) сортов также зерна, имеющие несахарную консистенцию, а у высоколизиновых форм — зерна, имеющие иную окраску или консистенцию зерна.

Стержни у початков по окраске разделяют на чисто-белые и красные. К последним относят початки, имеющие розовую или слабо-розовую окраску стержня.

Таким образом, примесью других типов считают початки, отличающиеся по консистенции, окраске зерна или окраске стержня початка от основного типа, а также початки основного типа, содержащие не менее 40% зерна с другой окраской. Примесью другого типа у крахмалистой кукурузы являются початки имеющие половину кремнистых зерен, а у кремнистой — половину крахмал

стых. К примеси относятся початки сахарных и высоколизининовых форм, у которых более 40% зерен обладают иной консистенцией.

При анализе пробы початков подсчитывают общее число больных початков и отдельно число початков, пораженных такими болезнями, как пузырчатая и пыльная головня, фузариоз, красная и серая гниль, бель, диплоидизм и интроспороз.

При апробации посевов самоопыленных линий, гибридов и сортов с белым стержнем (за исключением посевов РС кремнистых белостержневых сортов) початки с красным стержнем считают сортовой примесью, если наличие их не предусмотрено в описании.

При апробации посевов РС кремнистых сортов кукурузы с белым стержнем, а также различных аналогов их (стерильные, закрепители и восстановители) початки с красным стержнем, если они типичны по другим апробационным признакам, не считают примесью и относят к допустимым отклонениям.

У зубовидных белозерных форм к ксеинийным относят как целиком синие и желтые зерна, так и имеющие бледно-желтую роговидную боковую часть эндосперма при белой мучнистой верхушке.

Иногда от проникновения дождя под обертку початка зерно белозерных сортов приобретает беспорядочно разбросанные желтоватые оттенки, главным образом с поверхности зерна; такие зерна нельзя принимать за ксеинийные.

У зубовидных желтозерных сортов к ксеинийным относят синие зерна и зерна, нетипичные в описании учреждения-оригинатора, соответствующих самоопыленных линий, гибридов и сортов.

К фракции «примеси других сортов» при апробации сортовой кукурузы относят:

- партии початков, у которых зерновок с иной окраской (ксеинийных) более 10% (это не относится к гибридам, полученным от скрещивания родительских форм с различной окраской зерна, и к случаям, предусмотренным выше);
- початки крахмалистых и кремнистых форм, у которых половина зерновок крахмалистые, а половина — кремнистые; с чисто-белой верхушкой при бледно-желтой окраске остальной части зерна.

Типичность, или процент початков основного типа, и процент больных початков рассчитывают к общему числу проанализированных початков.

Ксеинийность определяют следующим образом: подсчитывают число ксеинийных зерен на всех початках основного типа, полученное число делят на количество початков основного типа и частное умножают на 100.

Вычисление процента сортовой типичности и других показателей проводится до десятых долей.

При подсчете процента початков основного типа не учитывают только початки, целиком пораженные головней.

Число початков других типов (например, кремнистых желтозерных с белым стержнем и кремнистых белозерных с белым стержнем).

При подсчете ксеинийных зерен и определении ксеинийности основного типа початков должны быть исключены те из них, которые частично поражены голов-

ней, а также початки, поверхность которых повреждена грызунами больше чем на 1/4 часть.

Если в результате анализа окажется, что посев имеет типичность ниже, а ксенитность выше установленных норм, то участок подлежит выбраковке. В тех случаях, когда по типичности посев должен быть отнесен к одной категории сортовой чистоты, а по ксенитности — к другой, категорию посева устанавливают по нижней из них.

Если на участках гибридизации по выращиванию простых межлинейных гибридов одна из родительских форм не отвечает установленным нормам типичности и ксенитности, весь участок выбраковывают.

В акте апробатор записывает наиболее распространенное местное название сорта. Если посев содержит не менее 85% початков одного типа, то в графе 1 акта указывают тип кукурузы (зубовидная, кремнистая и т. п.). Если початков одного типа менее 85%, то в графе 1 акта пишут: «сесьмь типов».

Категорию устанавливают по сортам, гибридным популяциям и самоопыленным линиям. По всем типам гибридов вместо категории определяют поколение.

Амбарная апробация. При отсутствии технологии «поле — завод» амбарной апробации подвергают весь урожай ОС, ЭС и РС1 самоопыленных линий, ОС и ЭС сортов, первого и второго поколений простых и трехлинейных гибридов кукурузы (ОС1, ОС2), а также семенные початки гибридных и сортовых семян.

Амбарную апробацию кукурузы, дополняющую полевую апробацию и полевые обследования, проводят после переборки семенных початков.

При переборке удаляют все початки, относящиеся к другому типу, початки с большим количеством ксенитных зерен, недозревшие, большие и поврежденные вредителями.

Амбарную апробацию проводят по средней пробе, отбираемой от каждой партии кукурузы в початках, для чего от партии семян кукурузы, хранящейся в закромах, сапнетках или на токах, отбирают в пяти местах по 40 початков из трех слоев на разной глубине. От партии кукурузы на 100 ц для анализа отбирают среднюю пробу в 200 початков. Если партия семян будет больше установленной, то число анализируемых початков увеличивают на 10 на каждые 30 ц. Анализ пробы, определение типичности и ксенитности проводят так же, как и при полевой апробации. При анализе на пораженность болезнями определяют общее количество пораженных зерновок в пробе и отдельно по болезням в пересчете на 100 початков, как принято при определении ксенитности. Пораженные болезнями зерновки учитывают как на початках основного типа, так и на початках других типов, имеющих в образце.

Подсолнечник

Полевые обследования проводятся с целью проверки выполнения всех правил выращивания семян гибридов первого поколения и их родительских форм на участках размножения суперэлитных и элитных семян стерильных аналогов материнских форм, а также на участках гибридизации простых, сортолинейных и трехлинейных гибридов.

За 10–15 дней до начала цветения подсолнечника обследуют участок размножения родительских форм или участки гибридизации на предмет соблюдения нормы пространственной изоляции (табл. 21.3), порядка чередования родительских форм и наличия разделительных междурядий (незасеянных рядков); проведения сортовых прополок и фитосанитарных прочисток с оформлением соответствующих документов. При обнаружении недоработок принимают меры к их устранению.

От начала и до полного цветения стерильных форм проводятся три полевых обследования (табл. 21.3) с интервалом в 3–4 дня.

Сначала проходят по диагонали, обследуя через равные промежутки в 50 пунктах по 10 цветущих растений стерильной формы (всего 500 растений). При этом учитывают количество оставленных при проведении последней прочистки и вновь появившихся фертильных растений и растений с оставленными соцветиями на боковых побегах. Не перевернутые цветками к земле срезанные при прочистке фертильные корзинки также учитывают как фертильные.

Если при каждом обследовании выявляют, что количество фертильных растений на рядах стерильной линии превышает 2%, то в течение суток необходимо срезать фертильные корзинки. В таком же порядке при прохождении по диагонали на обратном пути обследуют ряды растений фертильной «линии-закрепителя» стерильности на участках размножения материнских форм и «линии-восстановителя» фертильности на участках гибридизации. Учитывают также нетипичные и пораженные болезнями растения. К нетипичным относят однокорзинчатые растения в линиях (формах) с характерной ветвистостью, а также ветвистые растения в однокорзинчатых формах.

На участках размножения маточных семян примеси не допускаются. На участках гибридизации количество нетипичных растений, включая фертильные в стерильных аналогах материнских форм, после проведения сортовых прополок не должно превышать 2%, а на участках размножения семян элиты и суперэлиты — 1%. В случае превышения этой нормы и несоблюдения пространственной или временной изоляции от других посевов подсолнечника участок выбраковывают из числа семенных.

Процент примеси устанавливают соотношением числа растений, не отвечающих основному типу, к общему количеству обследованных растений. Процент стерильности устанавливается соотношением числа фертильных растений к общему количеству обследованных растений.

Проведение апробации

При апробации сортов подсолнечника в фазе созревания основной массы корзинок устанавливают типичность и панцирность путем отбора пробы семян, а также учитывают поражение белой и серой гнилями, склеротинией и ложной мучнистой росой. Пораженность этими болезнями выражают в процентах к числу осмотренных растений. Определяют процент поражения заразнои а степень поражения устанавливают путем подсчета цветоносов заразнои а всех пораженных растениях из числа осмотренных.

Предварительно проверяют соблюдение нормы пространственной изоляции, которая составляет у сортов 1000 м.

В каждом из 50 пунктов участка отбирают из десяти растений подряд по четыре нормально развитых семянки (отступая примерно на одну треть от края корзины) и складывают их по две в два матерчатых мешочка или в пакеты из плотной бумаги. При гнездовом размещении растений отделяют подряд в десяти гнездах по четыре семянки с одного наиболее развитого растения в гнезде.

Семянки из одного мешочка (пакета) используют для проведения анализа, второй мешочек (пакет) сохраняется в хозяйстве на случай проверки.

Анализ пробы начинают с определения типичности семян, которую устанавливают по величине, форме, окраске отдельных семян. В результате этого анализа все семянки каждого образца должны быть распределены на две фракции — типичные для данного сорта и нетипичные.

Сорта и гибриды подсолнечника по окраске семян можно разбить на следующие фракции, для которых типичными являются семена:

- темнополосатые, т. е. черные с серыми полосками;
- серополосатые, т. е. серые с белыми полосками;
- черноугольные;
- бурые.

Нетипичными являются грызовые фузарики (черно-фиолетовые), белые и серебристые.

После окончания анализа подсчитывают и записывают в журнал количество типичных и нетипичных для сорта и гибрида семян.

После выделения типичных семян определяют их панцирность.

У сортов и гибридов подсолнечника с серополосатой окраской семян панцирность устанавливают в поле и в лаборатории:

1) путем легкого соскабливания острым лезвием поверхностных тканей (одного ряда клеток эпидермиса и 2-3 рядов клеток гиподермы), обнажая расположенный под ним черный углеродистый слой фитомелана, защищающий их от гусениц поедолюбивой огневки или амбарной моли;

2) ввиду субъективности метода соскабливания для определения панцирности семян с серополосатой окраской применимы лабораторные методы.

Метод запаривания. При этом всю фракцию типичных семян помещают в эмалированную или алюминиевую посуду, заливают кипятком и выдерживают 10 мин. Затем воду сливают и каждую семянку осматривают. Панцирные семянки становятся более темными, почти черными, непанцирные приобретают более светлую сероватую, светло-коричневую окраску.

Химический метод. Определяют панцирность семян с черной и бурой окраской. Для этого типичные семянки (2 пробы по 100 шт.) помещают в отдельные стеклянные стаканчики и заливают смесью из 85 частей (по объему) 13%-ного раствора хромовокислого калия и 15 частей крепкой серной кислоты (технической) на 30 мин при температуре 16-20°C. Затем раствор осторожно сливают, семянки промывают водой и панцирность определяют до их высыхания. Под действием реактива поверхностные ткани плодовой оболочки семян сгорают.

На панцирных семянках обнажается нерастворимый в смеси черной фитомелановый слой, который отсутствует у непанцирных семянок.

Типичность и панцирность определяют в процентах. При установлении типичности следует исходить из числа семянок, типичных для данного биотипа, независимо от того, будут они панцирными или нет. Процент панцирности следует устанавливать только по количеству панцирных семянок.

В тех случаях, когда по типу семянок посев должен быть отнесен к одной категории сортовой чистоты, а по панцирности — к другой, категорию посева устанавливают по нижней из них.

Заполнение актов апробации

После завершения работ по апробации рассчитывают все нормируемые показатели и результаты вносят в соответствующие графы акта апробации — документа, удостоверяющего сортовую принадлежность, сортовую чистоту (типичность), засоренность, зараженность семенного посева.

Вычисление сортовой чистоты или типичности заканчивают десятичными долями. Семенные посевы, не отвечающие по сортовым качествам требованиям стандарта для заявленных категорий, переводят в более низкую категорию и документируют в соответствии с их фактическим качеством. Перевод в более низкую категорию допускается только при невозможности повышения качества путём дополнительной сортовой прополки посевов. В семенах, высеваемых на зеленый корм, сидераты и кулисы, допускается использовать семена без учета их сортовой чистоты.

На основании результатов проведения апробации посевов составляют следующие апробационные документы, приведенные в Инструкции по апробации сортовых посевов:

- на общие сортовые посевы зерновых, зернобобовых, крупяных и различных сельскохозяйственных растений, признанные пригодными для семенных целей, — акт апробации по форме 193;
- на семенные посевы этих культур, на все посевы РС1 и РС2 самоопыленных линий, на участки размножения простых гибридов, сортов и гибридных популяций кукурузы и семенные посевы семеноводческих и специализированных хозяйств, признанные пригодными для семенных целей, — акт по форме 195;
- на участки гибридизации простых гибридов, а также посевы ОС, ЭС, РС1 и РС2 стерильных линий и сортов — акт по форме 196;
- на семенные посевы ОС, ЭС и РС1 в учреждениях оригинаторов, а также на посевы ОС и ЭС самоопыленных линий, сортов, гибридных популяций кукурузы в этих же структурах — акт по форме 197;
- на семенники трав — акт по форме 198;
- на регистрируемые посевы — акт регистрации по форме 199;
- на выбракованные — акт выбраковки по приложению 200.

По результатам апробации посевов люпина оформляется акт апробации по форме 202. Если при апробации желтого, белого и узколистного люпинов проценты сортовой чистоты и проценты содержания алкалоидных семян не со-

ответствуют одной категории, то ее устанавливают по низшему показателю — оформляется акт по форме 205.

Семенные травостой разных лет пользования и укосов апробируют отдельно и на каждый участок оформляют акты апробации по форме 198.

Акты апробации составляют:

— на семенные посевы, урожай семян с которых предназначается использовать на собственные нужды, в двух экземплярах, из которых один оставляют в хозяйстве, а другой передают в орган по сертификации;

— на семенные посевы, урожай семян с которых предназначается для реализации, в трех экземплярах, один из которых оставляют в хозяйстве, второй передают в орган по сертификации семян, третий остается у апробатора.

На все зарегистрированные посевы составляют акт регистрации (форма 199) в двух экземплярах, один из которых остаётся в хозяйстве, другой направляют в орган по сертификации.

На все сортовые посевы, признанные непригодными к использованию на семена, взамен акта апробации составляют акт выбраковки (форма 200) в двух экземплярах, из которых один оставляют в хозяйстве, а второй передают старшему апробатору.

Посев может быть признан непригодным на семенные цели в случаях, если:

- 1) утеряны документы на высеянные семена;
- 2) показатель сортовой чистоты ниже нормы, установленной стандартом;
- 3) содержание трудноотделимых культурных растений более 3%;
- 4) содержание трудноотделимых сорных растений более 3%;
- 5) пораженность болезнями, учитываемыми при апробации, выше норм, установленных стандартом;
- 6) у перекрестноопыляющихся культур нарушены нормы пространственной изоляции;
- 7) обнаружены недопустимые ядовитые растения — гелиотроп опушенноплодный или триходесма седая;
- 8) обнаружен хотя бы один карантинный объект (растение, болезнь или вредитель).

Если при апробации или регистрации посевов обнаружены сорняки, вредители и возбудители болезней, имеющих карантинное значение, а также ядовитые растения — гелиотроп волосистоплодный и триходесма седая, то вместо акта апробации также заполняется акт выбраковки. Такие посевы не могут быть использованы как семенные.

На каждый апробационный участок посева составляют отдельный акт апробации. Если при анализе растений на нескольких участках репродукционных посевов в одном хозяйстве будет установлена однородность посевов по сортовому и другим качествам (в пределах одной категории), то можно составить из них один акт апробации, указав в них средневзвешенный процент сортовой чистоты и другие качества посевов. Данные анализа по каждому участку следует указывать отдельно в соответствующем пункте апробации.

Каждый выдаваемый акт должен быть подписан апробатором и представителями хозяйства, которые участвовали в апробации. Старший апробатор

проверяет правильность проведения апробации, оформление апробационных документов и утверждает их. Акты апробации, не подписанные им, считаются недействительными. Исправления в актах апробации могут быть сделаны только старшим апробатором, который проверяет правильность работ.

Если в результате проверки работы апробатора установлено, что посев неправильно признан сортовым или непригодным на семенные цели, то составленный акт аннулируется и принимаются меры к составлению другого акта в соответствии с результатами проверки. Все акты апробации, регистрации и выбраковки сортовых посевов, а также «Журнал полевого обследования» хранят в хозяйствах как денежные документы.

В процессе производства семян формируются их партии. Партия семян — это определенное количество однородных семян одной культуры, сорта, репродукции и категории сортовой чистоты, одного года урожая и происхождения, занумерованное и удостоверенное соответствующими документами. Партии семян могут быть различными по массе и состоянию. Хранят партии семян насыпью, в мешках, пакетах (семена овощных культур).

Качество каждой партии семян устанавливается на основании результатов апробации и лабораторного анализа качеств семян.

Лабораторный сортовой и семенной контроль

Иногда возникают проблемы при оценке сортовых качеств сортов методами полевой апробации. Так, часто трудно идентифицировать ряд сортов ячменя, относящихся к одной разновидности. Ряд сортов пшеницы отличается друг от друга степенью окраски зерна и т. д. Поэтому ряд сортовых признаков можно определить лишь в лаборатории.

Для проведения лабораторного анализа партии семян из нее по утвержденным методикам отбирается средняя проба семян. Отбирающий пробы должен иметь свидетельство на право отбора проб из партий семян.

Работа в лаборатории может основываться на наблюдении внешних признаков семян, проростков, частей растений. У семян это особенности формы, размера, цвета и других параметров. Проросшие семена также могут проявлять дополнительные признаки, такие, например, как наличие или отсутствие антоциановой пигментации у проростков ржи. У некоторых видов растений (рожь, овсяница и др.) для классификации сортов требуется установление уровня их плоидности. Иногда необходима детализация морфологических признаков, которые не использовались при описании сорта, но могут наблюдаться только под бинокулярной лупой (тип щетки у ячменя). Часто это позволяет выявить отдельные растения, являющиеся примесью в пробе.

Для рапса могут проводиться тесты на содержание эруковой кислоты и глюкозинолатов, семена мягкой пшеницы тестируются на фенольную реакцию, что позволяет выявить семена, являющиеся предположительно сортовой примесью.

У ряда культур (овса, люпина, гороха, клевера и др.) для идентификации сортовой принадлежности семян в лаборатории проводятся исследования с помощью ультрафиолета.

При проведении лабораторного анализа качества посевного и семенного материала в Российской Федерации используются стандарты, разработанные в СССР (Государственные стандарты Союза ССР. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. Издание официальное. — М., 1991. — Ч. 2. — 415 с.). Стандартными методами оценки при проведении сортового и семенного лабораторного контроля определяется большинство сортовых и посевных показателей качества семян, например масса 1000 семян, лабораторная всхожесть, энергия прорастания, сила роста, чистота семян и др.

Однако часто возникает проблема с определением чистоты семян, их сортовой принадлежности стандартными лабораторными методами. В этом случае для оценки сортовой идентичности и сортовой чистоты могут использоваться дополнительные методы исследования, например визуальный осмотр семян и рассады, химические и биохимические испытания. Успешно используются для определения подлинности сортов некоторых видов культур электрофорез и другие химико-таксономические методы. Эти методы зарекомендовали себя полезными в случаях, когда количество признаков, установленных для какого-либо конкретного сорта, сравнительно небольшое, но их использование в настоящее время в Российской Федерации — добровольный, необязательный метод определения сортовой чистоты.

Документы на семена

По результатам проведенного анализа при соответствии всех посевных качеств семян нормативам ГОСТ производителю семян может быть выдан документ — протокол испытаний. Этот документ удостоверяет посевные качества семян. При несоответствии хотя бы одного из показателей нормативам ГОСТов лабораторией выдаются результаты анализа.

Акт апробации и протокол испытаний являются первичными документами на семена. Первый подтверждает сортовые, второй — посевные качества семян. Их наличие уже позволяет приобретать и реализовывать партии семян.

Однако все больше покупателей требуют от производителей Сертификат соответствия, удостоверяющий сортовые и посевные качества партии семян (рис. 21.2).

Сертификат соответствия — вторичный документ, который выдается на основании акта апробации и протокола испытаний на каждую партию семян.

При международной торговле семенами используется международный сертификат ISTA.

При реализации всей партии покупатель получает оригиналы актов апробации и протокола испытаний или Сертификат соответствия, выданный органом по сертификации семян. При реализации партии по частям — ксерокопии Сертификата соответствия, заверенные подлинной печатью органа по сертификации семян. При реализации пакетированных семян оптом и в розницу — свидетельство, выданное владельцем сертификатов (копий) и заверенное его подлинной печатью.



Рис. 21.2

Сертификат соответствия (лицевая и оборотная стороны)

Сертификат соответствия имеет ограничения по срокам действия. В первую очередь это связано с вероятностью снижения всхожести семян во время хранения. Срок действия Сертификата соответствия устанавливается и продлевается только органами по сертификации семян на основании Протокола испытания семян. То есть для продления срока действия сертификата необходимо провести дополнительный анализ посевных качеств семян.

Грунтовой контроль в системе сертификации семян

Грунтовой контроль — это метод проверки подлинности и чистоты сортовых сельскохозяйственных культур на различных этапах его размножения, подтверждающий то, что качество производимых семян отвечает стандарту. Он позволяет дать относительно дешевую и точную оценку сортовой чистоты на всех этапах движения семян, контролировать в процессе размножения их генетическую чистоту.

Особенности грунтового контроля состоят в том, что при его проведении на поле одновременно представлены деланки стандартного образца, оригинальных, элитных и репродукционных семян.

Грунтовой контроль является важнейшим элементом оценки сортовых качеств семян сельскохозяйственных растений и используется для определения:

1) соответствует ли образец партии семян официальному описанию сорта при его регистрации, подтверждая тем самым свою сортовую подлинность;

2) соответствует ли образец партии семян заявленным стандартам сортовой чистоты.

На первый вопрос можно ответить путем визуального сравнения сортовых признаков растений, выросших на делянке из отобранного образца партии семян, с растениями, выросшими на этом же участке из стандартного образца.

У каждой культуры имеется ряд признаков, которые используются для определения подлинности сорта. Поскольку при грунтовом контроле практически невозможно исследовать каждый образец по всем возможным признакам, необходимо установить их основные группы для каждого сорта.

Как правило, выделяются три группы признаков.

1. Морфобиологические признаки, которые легко и отчетливо обнаруживаются на растении в период вегетации. Обычно это отличия по форме, размеру (длина, ширина и т. п.), окраске и т. д. Они относятся к группе первичных признаков.

2. Морфобиологические признаки, которые можно обнаружить лишь при детальном изучении отдельных частей растения. Например, опушение листа, колоса, стростие подкула и т. д. Это группа вторичных признаков.

3. Признаки, требующие для их выявления применения различных биохимических, физиологических и прочих методик. Например, реакция зерен пшеницы на фенол, устойчивость к специфическим для разных сортов расам болезней и т. д.

В настоящее время при проведении грунтового контроля удобнее всего определять степень выраженности признаков, по которым проводятся испытания на ООС по системе UPOV.

Грунтовому контролю по схемам сортовой сертификации OECD у пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса подвергаются оригинальные семена — 100% партий, элитные — 100%, репродукционные семена (1-я и 2-я репродукции) — 10%. В процессе вегетации ведется строгая оценка изучаемых образцов по признакам ООС с фиксацией результатов в полевом дневнике.

От партии семян отбирается два образца массой 2 кг каждый. Впоследствии один из них высевается на делянке так, чтобы на ней было не менее 4000 растений. При грунтовой оценке зерновых культур рекомендуется закладывать по две повторности. Если что-то случится с посевами одной повторности, то останется вторая.

Учет урожая при уборке не производится. Дозы удобрений должны быть не выше средних рекомендованных для зоны, чтобы четко просматривались специфические особенности сорта.

Для определения подлинности сорта путем визуального сравнения и установления нетипичных растений рекомендуется располагать делянки на контрольном участке так, чтобы все образцы одного сорта располагались рядом. Образцы семян партий одного поколения внутри каждого сорта также желательно располагать рядом. В этом случае делянки с нетипичными растениями более наглядны и удобны для наблюдения. Если же требуется проведение каких-либо статистических расчетов, это условие может не выполняться.

2) соответствует ли образец партии семян заявленным стандартам сортовой чистоты.

На первый вопрос можно ответить путем визуального сравнения сортовых признаков растений, выросших на делянке из отобранного образца партии семян, с растениями, выросшими на этом же участке из стандартного образца.

У каждой культуры имеется ряд признаков, которые используются для определения подлинности сорта. Поскольку при грунтовом контроле практически невозможно исследовать каждый образец по всем возможным признакам, необходимо установить их основные группы для каждого сорта.

Как правило, выделяются три группы признаков.

1. Морфобиологические признаки, которые легко и отчетливо обнаруживаются на растении в период вегетации. Обычно это отличия по форме, размеру (длина, ширина и т. п.), окраске и т. д. Они относятся к группе первичных признаков.

2. Морфобиологические признаки, которые можно обнаружить лишь при детальном изучении отдельных частей растения. Например, опушение листа, колоса, строение лодичек и т. д. Это группа вторичных признаков.

3. Признаки, требующие для их выявления применения различных биохимических, физиологических и прочих методик. Например, реакция зерен пшеницы на фенол, устойчивость к специфическим для разных сортов расам болезней и т. д.

В настоящее время при проведении грунтового контроля удобнее всего определять степень выраженности признаков, по которым проводятся испытания на ООС по системе УРОВО.

Грунтовому контролю по схемам сортовой сертификации OECD у пшеницы, ржи, ячменя, овса, риса подвергаются оригинальные семена — 100% партий, элитные — 100%, репродукционные семена (1-я и 2-я репродукции) — 10%. В процессе вегетации ведется строгая оценка изучаемых образцов по признакам ООС с фиксацией результатов в полевом дневнике.

От партии семян отбирается два образца массой 2 кг каждый. Впоследствии один из них высевается на делянке так, чтобы на ней было не менее 4000 растений. При грунтовой оценке зерновых культур рекомендуется закладывать по две повторности. Если что-то случится с посевами одной повторности, то останется вторая.

Учет урожая при уборке не производится. Дозы удобрений должны быть не выше средних рекомендованных для зоны, чтобы четко просматривались специфические особенности сорта.

Для определения подлинности сорта путем визуального сравнения и установления нетипичных растений рекомендуется располагать делянки на контрольном участке так, чтобы все образцы одного сорта располагались рядом. Образцы семян партий одного поколения внутри каждого сорта также желательно располагать рядом. В этом случае делянки с нетипичными растениями более наглядны и удобны для наблюдения. Если же требуется проведение каких-либо статистических расчетов, это условие может не выполняться.

Для определения, соответствует ли образец партии семян заявленным стандартам сортовой чистоты, необходимо установление количества нетипичных растений на контрольной делянке для сравнения со стандартами сортовой чистоты. Данный тест позволяет определить степень однородности партии семян и динамику изменения сортовых характеристик в процессе воспроизводства. Кроме того, это позволяет рекомендовать количество поколений семян для размножения в конкретных производственных условиях.

Методически грунтовой контроль состоит из *предконтроля* и *постконтроля*. Первый представляет собой одновременное испытание на полевых делянках образцов семян с семеноводческих посевов сорта разных поколений. Если партия размножается с целью дальнейшего получения семян, информация в результате предконтроля важна тем, что она предоставляет объективные данные о подлинности и качестве сорта до того момента, когда произведенные семена будут использованы. Ведь образцы партий семян на участках предконтроля выращиваются до использования их в семеноводческих посевах и дают важную информацию в дополнение к той, которая будет получена в ходе апробации. В идеале результаты предконтроля должны соответствовать результатам полевой апробации. Если результаты не совпадают, рекомендуется изучить возможные причины этого. Они могут быть самыми различными — от правильности отбора средней пробы семян, до специфического действия гербицидов, используемых в процессе производства, которые могут вызвать нетипичное развитие растений. Кроме того, на результаты испытаний могут оказать влияние различия в технологии обработки контрольной делянки и производственных посевов, различная агрохимическая характеристика почвы участков, а также если производитель семян уменьшает количество нетипичных растений путем проведения андовой и сортовой прополки перед полевой апробацией. Только после выявления причин установленного различия можно вынести окончательное решение о выбраковке партии семян.

Дополнение результатов апробации посевов результатами грунтового контроля дает ряд преимуществ:

- 1) анализ растений на участках предконтроля можно проводить так часто, как это необходимо с момента появления всходов до полного созревания;
- 2) при необходимости возможно изучение в деталях всех растений популяции на делянке;
- 3) анализ растений проводится на основе сравнения со стандартным образцом сорта;
- 4) возможен сравнительный анализ семян одного сорта в рамках нескольких последующих поколений;
- 5) поскольку выбранный участок предконтроля должен быть полностью свободен от засорения аналогичной культурой, можно быть абсолютно уверенными, что все выявленные сортовые примеси присутствовали в образце семян;
- 6) негативные результаты испытания могут быть использованы как основание для выбраковки семенных посевов из соответствующей партии семян.

Результаты предконтроля, проводимого в тепличных условиях или в регионах с вегетацией в зимний период, являются наиболее актуальными для сортовой оценки.

Постконтроль представляет собой испытание образцов коммерческих партий семян. То есть партия семян, находящаяся на испытании, уже высеяна в целях производства продуктов питания или сырья. Понятно, что результаты испытания будут получены слишком поздно для того, чтобы предпринять что-либо существенное в случае неподтверждения ее сортовых качеств. Постконтроль помогает установить эффективность семеноводческой работы того или иного предприятия с точки зрения поддержания чистоты сорта в процессе его воспроизводства. Имея возможность провести сравнительный анализ растений из партии семян, находящейся в производстве, и стандартного образца сертифицирующий орган может контролировать качество и определять соответствие минимальным принятым стандартам. Эти данные зачастую имеют решающее значение при арбитражных разбирательствах.

Кроме того, при проведении грунтового контроля партий семян, предназначенных для дальнейшего размножения, с одного и того же контрольного участка получают результаты постконтроля для партий семян, возделываемых в текущем году, и одновременно результаты предконтроля для партий семян, предназначенных на посев в следующем сезоне.

Используется метод сравнения сортовой чистоты проб, взятых на разных этапах производства семян со «стандартным образцом» данного сорта.

Стандартные образцы предназначены для составления точного описания сорта в ходе государственного испытания. Эта информация является наиболее надежным источником, на основе которого оцениваются образцы семян в процессе сертификации. Семена и растения, которые выращены из них, не должны существенно отличаться по всем характеристикам от полученных в ходе государственного испытания. Некоторые категории растений требуют наличия нескольких стандартных образцов для разных поколений (например, гибриды). Стандартный образец получают в Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений (Госсорткомиссии), куда он сдается при оформлении заявки по сортоиспытанию на отличимость, однородность, стабильность (ООС). Образец семян хранится там же в условиях минимального снижения всхожести. Обычно запаса семян от одного стандартного образца хватает на 5 лет, после чего оригинатор сорта его возобновляет. В качестве альтернативного варианта получения стандартной пробы разрешается использовать образец из оригинальных семян, полученный непосредственно у оригинатора сорта. При этом допустимо сравнение растений из такого образца по признакам ООС со стандартным образцом, находящимся в Госсорткомиссии. Если сорт происходит из другой страны, то соответствующему регистрационному органу этой страны направляется предложение сообщить о рекомендуемом источнике получения стандартного образца.

Если всхожесть стандартного образца снижается или запас семян требует пополнения, необходимо заблаговременное его обновление. При этом требуется проведение сравнительного анализа в полевых испытаниях нового и старого

образцов, чтобы проверить подлинность нового до того, как предыдущий закончится.

Средние образцы для грунтового контроля отбирают с соблюдением действующих стандартов от окончательно подготовленных партий семян, имеющих сортовые документы. Отбор производится комиссией в составе представителя контролирующего органа, руководителя или агронома хозяйства и кладовщика. Отбор средних образцов оформляется «Актом отбора средних образцов», который составляется в двух экземплярах. Образцы семян упаковывают в мешочки из плотной ткани, в которые вкладывают этикетку с перечисленными в акте данными, вторая этикетка наклеивается на поверхность мешочка. Образцы пломбируются пломбами или печатями контролирующего органа и производителя семян. Вместе с образцом и актом отбора проб берутся копии сортовых документов. Один экземпляр акта остается у производителя семян, другой вместе с двумя опломбированными образцами отправляется на участок грунтовой оценки.

На участке грунтового контроля поступившие семена регистрируются в журнале регистрации образцов. Регистрационный номер проставляют на мешочках двух образцов и на документах, их сопровождающих. Документы подшиваются в папку в порядке регистрации номеров. Один из двух образцов анализируют в соответствии с действующими методиками. Если установленные при этом сортовые и посевные качества будут ниже нормативных для данной категории семян, то такая партия выбраковывается. Второй образец хранится до урожая следующего года на случай возникновения спорных вопросов.

Особенности проведения наблюдений на делянках грунтового контроля

Растения на делянках обследуются в течение всего вегетационного периода, поскольку их сортовые характеристики могут проявляться в разные фазы развития. Результаты наблюдений заносятся в полевой дневник. У каждого сорта отмечают даты фенологических фаз, проявление поражений болезнями и вредителями. Прежде всего, инспектор на участке грунтового контроля должен убедиться, что делянка представляет именно сорт, заявленный в данной партии семян. Этого можно достичь детальным сравнением некоторого числа испытываемых растений с растениями, взятыми с делянки со стандартным образцом. Для облегчения задачи на участке грунтового контроля в качестве защитных делянок часто размещают демонстрационные посевы испытываемых сортов.

В течение вегетации делянка обследуется на присутствие нетипичных растений, на степень поражения растений болезнями, передающимися через семена. Растения, нетипичные с точки зрения наиболее важных признаков, необходимо изучить более детально. Их отмечают во время первого обнаружения этикеткой или цветной ниткой, чтобы впоследствии было легче найти. Эта мера особенно важна, когда нетипичный признак является временным, например различия в окраске проростков или их ускоренный рост в высоту.

У каждого сорта имеется известная степень выраженности различных признаков. Стандартный образец должен служить эталоном влияния экологических или сезонных условий, которые могут модифицировать отклонения, генетически присущие данному сорту.

На все виды полевых обследований и обсуждение их результатов желательно приглашать оригинаторов сортов или их представителей, работников органов управления сельским хозяйством, ученых, специалистов семеноводческих хозяйств, потребителей семян.

В дополнение к изучению растений на контрольных делянках с некоторых делянок могут быть взяты образцы растений для более детального изучения их в условиях лаборатории.

Лабораторный анализ может основываться на наблюдении внешних признаков семян, проростков, частей растений: особенностей формы, размера, цвета и других параметров. Проросшие семена также могут проявить дополнительные признаки, такие, например, как наличие или отсутствие антоциановой пигментации у проростков ржи. У некоторых видов растений для классификации сортов требуется установление уровня их плоидности.

В некоторых случаях требуются более сложные анализы с использованием биохимических, физиологических тестов, электрофореза и т. д. Например, для рапса могут проводиться тесты на содержание эруковой кислоты и гликозинолатов; семена мягкой пшеницы тестируются на фенольную реакцию.

Электрофорез и другие химико-таксономические методы зарекомендовали себя полезными в случаях, когда количество признаков, установленных для какого-либо конкретного сорта, сравнительно небольшое. Электрофорез целесообразно использовать для подтверждения подлинности сорта в отдельных арбитражных случаях, когда результаты других испытаний оказались неубедительными.

В случае несоответствия полученных результатов грунтового контроля заявленной по документам сортовой чистоте второй образец в присутствии производителя семян проверяется на целостность печатей и пломб. Если производитель семян не согласен с результатами грунтового контроля, часть семян второго образца направляется в ближайшую лабораторию сортового семенного контроля. Оставшиеся семена пломбируются обеими сторонами до получения результатов лабораторного сортового контроля. Если результаты грунтового и лабораторного сортового контроля совпали, дальнейший анализ образца прекращается. Если они не совпали, то представители участка грунтового контроля, лаборатории и производителя семян обсуждают полученные результаты и при необходимости анализ повторяется.

Вопросы для самоконтроля

1. В чём состоит сущность апробации посевов?
2. Дайте понятие грунтового контроля сортовых посевов.
3. Дайте понятие лабораторного сортового контроля семян.
4. Дайте понятие системы добровольной сертификации.

5. Какие функции производителя семян и посадочного материала входят в понятие сертификации?
6. Какие процедуры с семенами входят в порядок сертификации?
7. Что является целью проведения апробации семенных посевов?
8. Какие условия необходимо соблюдать при допуске апробатора к работе?
9. Назовите основной документ, где изложены вопросы методики, порядок и правила проверки документов на высеянные семена, определение норм пространственной изоляции, методик проведения расчётов и т. д.
10. Перечислите этапы апробации семенных посевов.
11. С какого этапа деятельности апробатора начинается подготовительная работа?
12. Какой основной документ при апробации с оригинатором на охраняемые патентом сорта?
13. Назовите основные документы, удостоверяющие сортовую принадлежность семян.
14. Какие условия должны выполнять апробаторы перед началом апробации?
15. В какую фазу развития растений проводится апробация основных сельскохозяйственных культур?
16. Сколько снопов отбирается при апробации посевов оригинальных и элитных семян?
17. На примере пшеницы назовите основные фракции при анализе апробационного снопа.
18. Приведите формулу расчёта сортовой чистоты у пшеницы.
19. Назовите трудноотделимые культурные растения у пшеницы.
20. Особенности проведения полевой апробации.
21. Назовите предельную площадь для отбора снопа при апробации пшеницы, полбы, ячменя, овса, тритикале и проса.
22. Приведите основные условия отбора апробационного снопа: число пунктов для взятия растений (стеблей), общее число стеблей в снопе.
23. В какую фазу роста и развития растений отбирают сноп у пшеницы, полбы, ячменя, овса, тритикале и проса?
24. Назовите особенности апробации ржи.
25. Назовите особенности апробации гречихи.
26. Назовите особенности апробации зернобобовых растений.
27. Назовите особенности апробации гороха посевного.
28. Назовите особенности апробации сои.
29. Назовите особенности апробации жёлтого, белого и узколистного люпина.
30. Назовите особенности апробации льна-долгуна.
31. Назовите особенности апробации злаковых трав (тимофеевка луговая, овсяница луговая, овсяница красная, райграс многоукосный, райграс пастбищный).
32. Назовите особенности апробации многолетних бобовых трав. Общие положения.

33. На какие типы при апробации клевера лугового подразделяется семенной травостой?
34. Охарактеризуйте методики отбора снопа клевера лугового.
35. Построение вариационной кривой для отнесения клевера лугового к определённому типу спелости.
36. Назовите особенности апробации семенных посевов люцерны.
37. Назовите особенности апробации картофеля.
38. Назовите особенности апробации кукурузы.
39. Назовите особенности апробации подсолнечника.
40. Назовите особенности грунтового контроля в системе сертификации семян.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Аклиматизация — приспособление растительной формы к жизни в новых, непривычных для нее условиях на основе изменения наследственности.

Алкалоиды — группа азотсодержащих органических соединений, обнаруженных у растений, многие из которых имеют фармакологическую активность (кофеин, кокаин, никотин).

Аллеель — одна из форм гена. В диплоидной клетке содержится по два аллеля каждого гена (от каждого родителя унаследован один аллель, они могут быть одинаковыми или разными). В популяции может существовать много аллелей одного гена.

Аллели — различные формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых участках или локусах гомологичных (парных) хромосом.

Аллогамия (перекрестное опыление) — перенос пыльцы с тыльчики одного цветка на рыльце пестика другого цветка.

Аллополиплоид — полиплоид, возникший путем объединения хромосомных наборов разных видов (например, скрещиванием $AA \times BB = F_1AB$) и последующего удвоения числа хромосом ($AB - AABB$) или скрещивания автополиплоидов ($AAA \times BBBB = F_1AABB$).

Амфидиплоиды — межвидовые гибриды, в соматических клетках которых содержится по диплоидному хромосомному набору от каждой из родительских форм (синоним — аллотетраплоид).

Аналитическая селекция — селекция, основанная на использовании для отбора в качестве исходного материала естественных популяций путем разложения (анализа) их на отдельные линии.

Андроклиния — процесс возникновения растения из микроспоры или пыльцевого зерна через соматический эмбриогенез либо через образование каллуса.

Анеуплоид — ядро, клетка, организм с числом хромосом, отклоняющимся от X и от чисел, кратных X .

Анеуплоидия — гетероплоидия, т. е. увеличение или уменьшение числа хромосом, не кратное основному числу хромосом вида.

Аниуплоидная популяция — популяция, состоящая из растений одного вида, но с различным числом хромосом. Такая популяция часто образуется при получении триплоидов сахарной свеклы и репродукции сортов тетраплоидной яки.

Апомиксис — замена полового размножения, для которого характерно слияние женских и мужских гамет, неполовым процессом.

Апробатор — лицо, аккредитованное и зарегистрированное в установленном порядке для обследования сортовых посевов в целях определения их сортовой чистоты или сортовой типичности растений, засоренности сортовых посевов, поражения болезнями и повреждения вредителями растений.

Апробация сортовых посевов (посадок) — обследование посевов (посадок) растений для получения данных (информации) о сортовых качествах (сортовой чистоте, сортовой типичности), засоренности сортовых посевов, пора-

Гаплоид — ядро, клетка, организм, характеризующиеся одинарным набором хромосом, представляющим половину полного набора, свойственного виду (символ *n*).

Гаплоиды — особи, в клетках которых содержится половина соматического набора хромосом, специфичного для данного вида.

Ген — единичная структура генетической информации, участок хромосомы (молекулы ДНК), кодирующий структуру одной или нескольких полипептидных цепей, или молекул РНК, или определенную регуляторную функцию.

Генетическая инженерия — целенаправленное изменение генетических программ клеток для придания исходным формам новых свойств или создания принципиально новых форм организмов. Осуществляется путем введения в клетку чужеродной генетической информации, гибридизации соматических клеток или другими приемами.

Генетические источники — формы, несущие желательный признак, чаще всего количественный, генетика которого не установлена.

Генная инженерия — совокупность приемов, методов и технологий, в том числе технологий получения рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот, по выделению генов из организма, осуществлению манипуляций с ними и введению их в другие организмы.

Генная мужская стерильность (ГМС) — стерильность пыльцы, обусловленная генами хромосом.

Генно-инженерная деятельность — деятельность ученых, специалистов, научных организаций и государственных органов, направленная на получение, испытание, транспортировку и использование генетически модифицированных организмов (ГМО) и полученных из них продуктов.

Геном — совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом данного организма. Диплоидные организмы содержат два генома — отцовский и материнский.

Генотип — конкретный набор генов особи.

Генотипическое варьирование — варибельность, обусловленная генотипическим разнообразием форм.

Генофонд — совокупность генов, которые имеются у особей, составляющих данную популяцию или коллекцию сортов/образов.

Гетерозис — повышение жизнеспособности, увеличение мощности и лучшее развитие других признаков у гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

Гетерозисный гибрид — совокупность культурных растений первого гибридного поколения, созданная путем скрещивания линий, самоопыленных линий, сортов, других гибридов, обладающая определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственно ценными признаками и свойствами.

Гибридизация — скрещивание двух или большего числа форм различающихся между собой по отдельным или многим признакам и свойствам.

Гибридный питомник — питомник, в котором высевают и изучают гибридные популяции, проводят отбор лучших элитных растений для закладки селекционного питомника.

Гибридный сорт — сорт, полученный путем скрещивания и отбора из гибридной популяции.

Гиногенез — процесс возникновения растения из клеток зародышевого мешка.

Гомозиготность — отсутствие различий между идентичными генами родителей.

Государственный реестр охраняемых селекционных достижений — реестр сортов и гибридов, на которые Госкомиссией выданы патенты, охраняемые законом в течение 30 лет (на сорта плодовых культур — 35 лет).

Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, — реестр сортов и гибридов, допущенных к использованию в сельскохозяйственном производстве на территории РФ.

Грунтовой контроль — установление принадлежности растений и семян к определенному сорту и определение сортовой чистоты и типичности растений посредством посева (посадки) семян на специальных участках.

Двойные межлинейные гибриды — гибриды от скрещивания простых межлинейных гибридов.

Двудомность — явление, при котором женские и мужские цветки располагаются на разных растениях.

Дефицитный сорт — недавно зарегистрированный сорт, спрос на семена которого не удовлетворен полностью.

Диаallelные скрещивания — скрещивания, применяемые для определения специфической комбинационной способности самоопыленных линий. При этом каждую линию скрещивают со всеми остальными для оценки всех возможных комбинаций.

Динамическое сортоиспытание — испытание, при котором у сортов ряда культур (картофель и др.) изучают динамику накопления урожая в течение вегетации.

Диплоид — ядро, клетка, организм, характеризующиеся двойным набором гомологичных хромосом, представленных числом, характерным для данного вида (символ — $2n$).

Диплоидизация — превращение гаплоидного набора хромосом в диплоидный путем удвоения каждой хромосомы.

Диплоидный набор хромосом — два гаплоидных набора хромосом, содержащие хромосомы только одного или обоих родителей.

ДНК — молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты — системы, состоящей из нуклеотидов (аденин, гуанин, цитозин, тимин), дезоксирибозы и остатков фосфорной кислоты.

Доноры — формы растений, несущие желательный признак, генетика которого изучена.

Естественные популяции — популяции, сформировавшиеся под воздействием естественных, природных факторов.

Закон гомологических рядов наследственной изменчивости — закон, установленный Н. И. Вавиловым, согласно которому систематически близкие виды растений имеют сходные и параллельные ряды наследственных форм и чем ближе друг к другу стоят виды по происхождению, тем резче проявляется сходство между рядами морфологических признаков и физиологических свойств.

Закрепители стерильности — самоопыленные линии, которые при скрещивании с формами, обладающими свойством ЦМС, не восстанавливают их фертильности.

Зигота — оплодотворенная яйцеклетка.

Зональное (экологическое) сортоиспытание — испытание, проводимое в различных экологических условиях для всесторонней и быстрой оценки новых, лучших сортов.

Иммунность — невосприимчивость к болезням и вредителям.

Инбридинг (инцухт) — получение у перекрестноопыляющихся растений потомства от принудительного самоопыления.

Ибридная депрессия (или инцухт-депрессия) — снижение жизнеспособности и продуктивности потомств перекрестноопыляющихся растений в результате их принудительного самоопыления.

Ибридная линия (инцухт-линия) — линия перекрестноопыляющейся культуры, полученная путем многократного принудительного самоопыления.

Индивидуальный отбор — отбор, основанный на оценке по потомству отобранных, индивидуально размножаемых лучших растений.

Индивидуально-семейный отбор — отбор у перекрестноопыляющихся культур, при котором семена с отобранных растений высевают отдельно (посеменно).

Интродукция — перенос в какую-либо страну или область видов и сортов растений, ранее здесь не произраставших.

Инфекционный фон — специальный питомник (теплица, вегетационный домик), в котором в условиях искусственного заражения определенной болезнью проводят оценку селекционного материала.

Инцухт-линия (самоопыленная линия, ибридная линия) — потомство одного перекрестноопыляющегося растения, полученное в результате принудительного самоопыления.

Испытательная лаборатория (центр) — лаборатория (центр), являющаяся юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, либо входящая в состав юридического лица, аккредитованная в установленном порядке на проведение исследований (испытаний) качества семян.

Исходный материал — культурные растения и их дикие сородичи, используемые для получения новых сортов и гибридов растений.

Карликовые формы — низкорослые, как правило, скороспелые растения, у многих культур имеющие в урожае узкое отношение массы семян и плодов к вегетативной массе.

ные, репродукционные семена).

Клеточная селекция — метод выделения мутантных клеток и соматоклональных вариаций с помощью селективных условий.

Клон — генетически однородное потомство одного вегетативно размноженного растения.

Клональное микроразмножение — получение *in vitro* неполовым путем растений, генетически идентичных исходному растению.

Клонирование — получение генетически идентичных популяций организмов.

Клоновый отбор — индивидуальный отбор у вегетативно размножаемых растений.

Коллекционный питомник — питомник, в котором проводят первичное изучение исходного материала в целях выделения наиболее перспективных форм.

Конвергентные скрещивания — параллельные возвратные скрещивания разных сортов-доноров с одним и тем же рекуррентным родителем в целях передачи ему нескольких ценных признаков одновременно.

Конкурсное сортоиспытание — завершающее испытание новых перспективных сортов перед передачей лучших из них в Государственное сортоиспытание.

Коэффициент размножения — отношение массы кондиционных семян в урожае к массе высеянных семян.

Ксении — проявление признаков отцовской формы у гибридных семян, развившихся на материнском растении.

Лабораторный сортовой контроль — установление принадлежности семян к определенному сорту и определение их сортовой чистоты посредством проведения лабораторного анализа.

Линейный сорт — сорт самоопыляющейся культуры, берущий начало от одного элитного растения и проверенный на гомозиготность по потомству.

Линия — потомство одного гомозиготного растения.

Маркер (ДНК) — фрагмент ДНК известного размера, используемый для калибровки фрагментов в электрофоретическом геле.

Маркерный ген — ген, идентифицированный по месту расположения и имеющий четкое фенотипическое проявление.

Массовый отбор — отбор, при котором семена с отобранных элитных растений после браковки объединяют и высевают на одной делянке без оценки по потомству.

Межсортовые гибриды — гибриды, получающиеся от скрещивания двух сортов.

Мейоз — процесс деления половых клеток, приводящий к редукции числа хромосом и рекомбинации генов.

Меристема — образовательные ткани с активно делящимися клетками.

Местный сорт — сорт, созданный в результате длительного действия естественного и простейших приемов искусственного отбора при возделывании той или иной культуры в определенной местности.

Метаболизм — промежуточный обмен — превращение веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов.

Метод ОСП (метод односемянного потомства, SSD метод) — метод ограничения гибридной популяции, при котором для пересева с каждого растения популяции берут только одно семя.

Метод парных элит — метод отбора у перекрестноопыляющихся культур, при котором формируют пары семей, сходных по характеристикам. Внутри пары допускается переопыление, между парами — нет.

Метод педигри — отбор из ранних поколений с ежегодными повторными отборами из лучших семей (остальные семьи целиком бракуются) до достижения константности, т. е. видимой однородности.

Метод пересева (балк-метод, рамш-метод, метод массовых популяций) — метод, при котором отбор (первичный) проводится из поздних гибридных поколений ($F_4...F_5$).

Метод резервов (половинок) — прием использования многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений, при котором семена с каждого элитного растения делят на две части (половинки). Одну часть семян высевают в селекционном питомнике, а другую — сохраняют в резерве. На следующий год, чтобы исключить нежелательное влияние отцовских форм, селекционный питомник 2-го года засевают семенами резервных половинок.

Механическое засорение сорта — засорение семенами других сортов и культур, происходящее во время посева, обмолота, очистки и других процессов.

Микроцентры дикорастущих видов — небольшие районы земного шара, в которых под влиянием изоляции возникли дикорастущие виды растений, не встречающиеся в других местах.

Митоз — процесс деления эукариотических соматических клеток.

Многолинейный (мультилинейный) сорт — сорт, состоящий из смеси линий, одинаковых по морфологическим и хозяйственно полезным признакам, но различающихся по устойчивости к различным расам возбудителя болезни.

Морфогенез — процесс формирования органов (органогенез), тканей (гистогенез) и клеток (цитогенез, или клеточная дифференцировка).

Мутагены — факторы, увеличивающие частоту возникновения мутаций в молекуле ДНК.

Мутант — новый организм с измененным признаком, возникшим вследствие мутирования отдельного гена или перестройки хромосом.

Мутация — спонтанное или индуцированное изменение гена, последовательности нуклеотидов хромосомы, генома, приводящее к изменению тех или иных признаков и сохранению их в поколениях.

Натурализация — приспособление растительной формы к жизни в новых, непривычных для нее условиях без изменения наследственности.

Негативный отбор — выбраковка из посевов худших или нетипичных для сорта особей.

Незаменимые аминокислоты — аминокислоты, которые не синтезируются в организме человека и животных.

Номер (селекционный номер) — это потомство одного или нескольких (многих) растений или часть этого потомства, поддерживающихся в процессе селекции отдельно друг от друга.

Нуклеиновые кислоты — это наиболее высокомолекулярные природные соединения (полимеры), состоящие из остатков различных нуклеотидов. Существуют два типа нуклеиновых кислот: РНК, ДНК.

Общая комбинационная способность (ОКС) — средняя ценность самоопыленных линий или сортов в гибридных комбинациях при селекции на гетерозис. Для определения ОКС обычно осуществляют тошкроссы с тестером.

Ограниченно-свободное опыление (краснодарский метод, метод подстановок) — способ опыления, при котором цветущие колосья опылителя помещают под общий изолятор с 2–5 прокастрированными материнскими колосьями.

Однородность — свойство сорта, заключающееся в его достаточной однородности по относительным характеристикам, отклонения могут иметь место в связи с особенностями размножения.

Определение сортовых качеств семян — мероприятия по исследованию (испытанию, анализу) сортовой чистоты посевов или семян для установления принадлежности семян к определенному сорту.

Орган по сертификации семян — юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованное (аккредитованный) в установленном порядке на проведение сертификации семян.

Отбор по фенотипу — наиболее распространенный в силу своей простоты методический прием, при котором особи (формы) отбирают по фенотипическим (внешним) признакам.

Отличимость — селекционное достижение должно явно отличаться от любого другого общезвестного селекционного достижения, существующего к моменту подачи заявки.

Онтогенез — индивидуальное развитие организма от оплодотворенной яйцеклетки до естественной смерти.

ООС — отличимость, однородность, стабильность (необходимые критерии для охраноспособности (патентоспособности) селекционного достижения).

Опыление — перенос пыльцы на рыльца пестиков.

Органогенез — процесс возникновения в неорганизованно растущей массе каллусных клеток зачатков органов (корней и побегов).

Оригинальные семена — семена сельскохозяйственных растений, произведенные оригинатором сорта сельскохозяйственного растения или уполномоченным им лицом. В США и Европе их называют селекционными семенами.

Оригинатор сорта — физическое или юридическое лицо, которое обеспечивает производство оригинальных семян определенного сорта и данные о котором внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Отборщик проб — лицо, аккредитованное в установленном порядке для проведения официального отбора проб от подготовленных партий семян.

Отдаленная гибридизация — скрещивание организмов, относящихся к разным видам и родам.

Охраняемое селекционное достижение — сорт, клон, линия, гибрид первого поколения, на которые имеется патент.

Партеногенез — развитие особи с участием только материнских генов.

Партенокарпия — образование бессемянных плодов.

Партия семян — определенное количество однородных по происхождению и качеству семян одного сорта (вида), удостоверенных одним документом.

Паспорт сорта — описание основных особенностей технологии, при которой он должен возделываться.

Патент на селекционное достижение — выдается селекционеру или его правопреемнику Госкомиссией на селекционное достижение, отвечающее критериям охраноспособности (новизна, отличимость, однородность, стабильность), и удостоверяет исключительное право патентообладателя на его использование. Регистрируется в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений.

Перспективный сорт — новый ценный сорт, проходящий сортоиспытание и размножаемый, но еще не внесенный в Госреестр сортов допущенных к использованию.

Повторение — часть площади сортоиспытания, включающая один полный набор испытываемых образцов.

Повторность — число повторений в сортоиспытании.

Полигенный признак — признак, контролируемый значительным числом генов, каждый из которых вносит в его развитие определенный вклад. Такой признак характеризуется непрерывной изменчивостью и менделевским типом наследования.

Поликросс — метод определения общей комбинационной способности в условиях свободного перекрестного опыления всех оцениваемых образцов. Применяют при работе с кормовыми растениями (люцерна, различные злаковые).

Полиплоид — ядро, клетка, организм, характеризующиеся умноженным основным числом хромосом (символы $3\times$, $4\times$ и т. д.).

Полиплоидия — геномная мутация, которая затрагивает весь генотип, — кратное увеличение основного набора хромосом.

Половые хромосомы — хромосомы, определяющие пол особи (обозначаются буквами: X, Y, W, Z и т. п.).

Посевные качества семян — совокупность показателей, характеризующих пригодность семян для посева (посадки).

Предварительное сортоиспытание — первоначальное испытание лучших селекционных номеров — будущих сортов, выделенных в контрольном питомнике.

Признак — морфологические, анатомические и другие ясно различимые характеристики, которые определяются путем измерения, взвешивания или глазомерной оценки.

Принудительное опыление — нанесение пыльцы отцовской формы непосредственно на рыльце прокастрированной материнской формы.

Провокационный фон — искусственно создаваемый фон для оценки селекционного материала на устойчивость к тому или иному неблагоприятному фактору: болезням, вредителям, засухе, низким температурам, затоплению и др.

Продукционный процесс — сумма всех одновременно протекающих в растении физиологических, биохимических, биофизических и других процессов образования и метаболизма веществ, обеспечивающих формирование хозяйственно ценных органов растения и продуктов вторичного обмена на основе генетического контроля и донорно-акценторных отношений.

Пространственная изоляция — размещение посевов различных сортов и культур на определенном расстоянии друг от друга для предотвращения переопыления.

Простые (парные) скрещивания — однократные скрещивания между двумя родительскими формами.

Протокол испытаний — документ, содержащий данные о результатах испытания семян (анализа пробы семян) на соответствие требованиям стандартов или иных нормативных документов.

Районирование — установление районов возделывания новых сортов и гибридов по результатам государственного сортоиспытания. В настоящее время носит рекомендательный характер.

Регистрация посевов — осмотр сортовых посевов без отбора снопа для апробации с последующим оформлением в установленном порядке результатов осмотра.

Регистрация селекционного достижения — внесение селекционного достижения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Рекомбинантный ген — ген, состоящий из компонентов различных генов.

Рекомбинация — перераспределение генетического материала родителей, приводящее к наследственной комбинативной изменчивости.

Репродукционные семена — категория семян, включающая семена первой и последующих репродукций от семян элиты. Число поколений репродукционных семян определяют территориальные органы специально уполномоченного федерального органа управления сельским хозяйством или соответствующие органы субъектов Российской Федерации. В странах Европейского сообщества этой категории семян эквивалентны сертифицированные семена, воспроизводимые до 3 поколений.

Реципрокные (обратные) скрещивания — разновидность простых скрещиваний, при которых меняют местами компоненты скрещивания: $A \times B$ — прямое, $B \times A$ — обратное.

РНК — молекула рибонуклеиновой кислоты, в состав которой входят нуклеотиды (аденин, гуанин, цитозин, урацил), рибоза и остатки фосфорной кислоты.

Родительские пары — две исходные формы или два сорта, подобранные для скрещивания.

Самоопыленная линия — совокупность растений перекрестноопыляющейся культуры, полученная путем длительного самоопыления с одновременным индивидуальным отбором.

Свойства растений — физиологические, биохимические и технологические особенности растения.

Селекционное достижение (юрид.) — сорт (сорт, гибрид F_1 , клон, линия, популяция и др.).

Селекционный материал — весь сортовой и гибридный материал, отбираемый и используемый селекционером в процессе селекционной работы.

Селекционный питомник — питомник, в который поступает селекционный материал из гибридного, коллекционного и специальных питомников для его первоначальной сравнительной оценки и отбора лучших потомств.

Селекционный центр — крупное научно-исследовательское учреждение, специализирующееся по селекции и семеноводству в определенной почвенно-климатической зоне, по селекции группы культур или отдельной культуры.

Сельскохозяйственные растения — зерновые, зернобобовые, кормовые, масличные, эфирномасличные, технические, овощные, лекарственные, цветочные, плодовые, ягодные растения, картофель, сахарная свекла, виноград, используемые в сельскохозяйственном производстве.

Семейно-групповой отбор — отбор у перекрестноопыляющихся культур, при котором морфологически сходные семьи объединяются в группы для снижения инбредной депрессии.

Семеноводство — деятельность по производству, подготовке, хранению, реализации, транспортировке, использованию семян растений, определению сортовых и посевных качеств семян.

Семена (юрид.) — части растений (клубни, луковицы, плоды, саженцы, собственно семена, соплодия, части сложных плодов и др.), применяемые для воспроизводства сортов сельскохозяйственных растений или для воспроизводства видов лесных растений, а также для посева на товарные цели.

Семена охраняемого сорта — семена сорта, зарегистрированного в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений.

Семена элиты (элитные семена) — семена, получаемые от оригинальных семян и соответствующие требованиям государственных стандартов и иных нормативных документов в области семеноводства. Число поколений элитных семян определяет оригинатор сорта. В странах Европейского сообщества и США семенам элиты эквивалентны *базисные семена*, воспроизводимые в течение двух поколений: *суперэлита* и *элита*.

Семенной контроль — система мероприятий по проверке посевных качеств семян в процессе их производства, хранения и реализации.

Семеноводство — деятельность по производству, подготовке, хранению, реализации, транспортировке, использованию семян растений, определению сортовых и посевных качеств семян.

Семья — потомство одного гетерозиготного растения.

Сертификат соответствия — документ, выданный органом сертификации, удостоверяющий качество и подтверждающий соответствие объекта требованиям стандартов или другой нормативной документации.

Сертификация семян — форма осуществления органом по сертификации семян подтверждения соответствия сортовых и посевных качеств семян требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Синтетическая селекция — селекция на основе использования метода гибридизации различных сортов в целях генетической рекомбинации полезных генов (синтеза).

Система семеноводства — совокупность структурных звеньев производства семян и функционально взаимосвязанных физических и юридических лиц, осуществляющих деятельность по производству разных категорий семян, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян, а также организации и проведения сортового и семенного контроля.

Система сертификации семян — система, обеспечивающая сертификацию семян и постоянный контроль за производством, заготовкой, обработкой, хранением, реализацией и использованием семян, сертифицируемых по правилам системы.

Сложные скрещивания — скрещивания, в которых участвует более двух родительских форм или когда гибридное потомство повторно скрещивается с одной из родительских форм.

Соматклоны — регенеранты растений, полученные из соматических клеток и обладающие определёнными отличиями от исходных форм.

Соматическая гибридизация — процесс вовлечения в генетическую рекомбинацию хромосомы и гены ядра и органелл вне сексуального цикла, например, путем слияния изолированных протопластов. Приводит к появлению гибридных клеточных линий и соматических гибридов растений.

Соматический гибрид — растение-регенерант, полученное путем слияния (гибридизации) соматических клеток.

Сорт — совокупность культурных растений, созданная путем селекции, обладающая определенными наследственными морфологическими, биологическими и хозяйственно ценными признаками и свойствами.

Сорт-стандарт (сорт-контроль) — сорт, с которым сравнивают по урожайности и другим хозяйственно-биологическим свойствам все другие испытываемые сорта или селекционные номера.

Сортовая типичность — показатель сортовой чистоты посева перекрестноопыляющихся культур (рожь, гречиха и др.).

Сортовая чистота — показатель сортовых качеств посева самоопыляющейся культуры (пшеница, ячмень, овес и др.). Представляет собой отношение числа стеблей растений основного сорта к числу всех развитых стеблей растений дашной культуры.

Сортовой контроль — мероприятия по определению сортовой чистоты и установлению принадлежности растений и семян к определенному сорту по-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас растений, учитываемых при апробации зерновых, зернобобовых, масличных культур, многолетних и однолетних трав : учебное пособие / В. С. Рубец, В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин [и др.]. — СПб. : Лань, 2014. — 240 с.
2. Березкин, А. Н. Международный опыт развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур : учебное пособие / А. Н. Березкин, А. М. Малько, М. Ю. Чередниченко. — М. : Изд-во РГАУ — МСХА, 2012. — 447 с.
3. Березкин, А. Н. Развитие нормативно-правовой базы в области селекции и семеноводства / А. Н. Березкин, М. Ю. Чередниченко, А. М. Малько // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2015. — Вып. 3 (54). — С. 381–387.
4. ГОСТ Р 52325-2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортосеменные и посевные качества. Общие технические условия. Издание официальное. — М. : ИПК «Издательство стандартов», 2005. — 19 с.
5. Борович, С. Принципы и методы селекции растений. — М. : Колос, 1984.
6. Вавилов, Н. И. Теоретические основы селекции. — М. : Наука, 1987.
7. Вавилов, Н. И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. — Л. : Наука, 1987.
8. Вавилов, Н. И. Пять континентов. — М. : Мысль, 1987.
9. Гужов, Ю. Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю. Л. Гужов, А. Фуке, П. Валичек. — М. : Мир, 2003. — 536 с.
10. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. — Т. 1. Сорта растений (официальное издание). — М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. — 504 с.
11. Гражданский кодекс РФ. Часть 4. Глава 73. Право на селекционные достижения. (в редакции ФЗ от 08.11.2008 № 230-ФЗ).
12. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужов. — М. : Агропромиздат, 1987. — 447 с.
13. Инструкция по апробации семеноводческих посевов овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. — М. : МСХ РФ, 2004. — 74 с.
14. Инструкция по апробации сортовых посевов. — Ч. 1 (зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные и прядильные культуры) / отв. за выпуск С. А. Тришкин, ред. Н. А. Пашкова. — М. : ВНИИТЭИагропром, 1996. — 84 с.
15. Инструкция по апробации сортовых посевов. — Ч. 2 (сахарная свекла, картофель, многолетние и однолетние кормовые травы) / отв. за выпуск С. А. Тришкин, ред. Н. А. Пашкова. — М. : ВНИИТЭИагропром, 1996. — 60 с.
16. Коновалов, Ю. Б. Общая селекция растений / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, В. С. Рубец [и др.]. — 3-е изд., испр. — М. : СПб. : Лань, 2021. — 480 с.
17. Коновалов, Ю. Б. Селекция растений на устойчивость к болезням и вредителям. — М. : Колос, 1999. — 136 с.

18. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые травы. — М., 1989.

19. *Неттевич, Э. Д.* Избранные труды. Селекция и семеноводство яровых зерновых культур. — Немчиновка, 2008.

20. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / Г. В. Еремин, А. В. Исачкин, И. В. Казаков [и др.] ; под ред. академика Г. В. Еремина. — М. : Мир, 2004.

21. Основы сертификации семян сельскохозяйственных растений и ее структурные элементы : учебное пособие / под общ. ред. А. Н. Березкина, А. М. Малько, В. В. Пыльнева. — М. : Изд. РГАУ — МСХА, 2010. — 335 с.

22. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур : учебное пособие / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, А. Н. Березкин [и др.] ; под ред. В. В. Пыльнева. — СПб, 2014. — 448 с.

23. Сборник нормативной документации системы добровольной сертификации «Россельхозцентр» / под общ. ред. А. М. Малько. — М., 2015. — 175 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ..... | 3 |
| ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ..... | 4 |
| Глава 1. Селекция как наука, искусство и отрасль..... | 4 |
| Глава 2. История селекции..... | 8 |
| Глава 3. Сорт и гетерозисный гибрид..... | 14 |
| Глава 4. Исходный материал для селекции..... | 22 |
| Глава 5. Внутривидовая гибридизация..... | 35 |
| Глава 6. Отдаленная гибридизация..... | 47 |
| Глава 7. Мутагенез..... | 55 |
| Глава 8. Полиплоидия..... | 62 |
| Глава 9. Получение исходного материала методами биотехнологии..... | 67 |
| Глава 10. Отбор и формирование сорта..... | 69 |
| Глава 11. Селекционный процесс..... | 80 |
| Глава 12. Селекционные оценки..... | 89 |
| Глава 13. Селекция на гетерозис..... | 93 |
| Глава 14. Государственное сортоиспытание..... | 99 |
| ОСНОВЫ СЕМЕНОВОДСТВА..... | 103 |
| Глава 15. Семеноводство как наука и отрасль сельскохозяйственного производства..... | 103 |
| Основная терминология семеноводства..... | 104 |
| Фонды семян в семеноводстве..... | 106 |
| Глава 16. Сортные и посевные качества семян..... | 107 |
| Глава 17. Теоретические основы семеноводства..... | 112 |
| Возможные причины ухудшения качеств семян..... | 114 |
| Неоднородность семян..... | 117 |
| Глава 18. Сортосмена и сортообновление..... | 119 |
| Планирование сортосмены..... | 121 |
| Глава 19. Отбор в семеноводстве и производство семян элиты..... | 124 |
| Особенности отбора в семеноводстве..... | 124 |
| Ускоренное размножение сорта..... | 126 |
| Производство семян элиты..... | 127 |
| Производство семян элиты..... | 135 |
| Планирование производства семян элиты..... | 140 |
| Глава 20. Организация семеноводства в хозяйстве..... | 152 |
| Глава 21. Сортовой и семенной контроль. Сертификация семян..... | 152 |
| Сертификация семян..... | 153 |
| Полевая апробация..... | 159 |
| Особенности проведения полевой апробации некоторых сельскохозяйственных растений..... | 183 |
| Проведение апробации..... | 185 |
| Заполнение актов апробации..... | 187 |
| Лабораторный сортовой и семенной контроль..... | 188 |
| Документы на семена..... | 188 |

| | |
|---|-----|
| Грунтовой контроль в системе сертификации семян..... | 189 |
| Особенности проведения наблюдений на делянках грунтового контроля..... | 193 |
| СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ..... | 197 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 212 |

**Владимир Валентинович ПЫЛЬНЕВ,
Анатолий Николаевич БЕРЕЗКИН**
ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА

Учебник

Под общей редакцией В. В. Пыльнева

Издание третье, стереотипное

Зав. редакцией ветеринарной
и сельскохозяйственной литературы *Т. В. Карпенко*

ЛР № 065466 от 21.10.97

Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦЭСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»

lan@lanbook.ru; www.lanbook.com

196105, Санкт-Петербург, пр-кт Юрия Гагарина, д.1, лит. А.

Тел.: (812) 336-25-09, 412-92-72.

Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

ГДЕ КУПИТЬ

ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ:

*Для того, чтобы заказать необходимые Вам книги, достаточно обратиться
в любую из торговых компаний Издательского Дома «ЛАНЬ»:*

по России и зарубежью

«ЛАНЬ-ТРЕЙД». 196105, Санкт-Петербург, пр-кт Юрия Гагарина, 1, лит. А
тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82; тел./факс: (812) 412-54-93

e-mail: trade@lanbook.ru

www.lanbook.com

пункт меню «Где купить»

раздел «Прайс-листы, каталоги»

в Москве и в Московской области

«ЛАНЬ-ПРЕСС». 115432, Москва, пр-кт Андропова, д. 10
(БЦ Технопарк Плаза), этаж 6, оф. 6.006

тел.: (499) 350-62-10, (495) 252-79-20; e-mail: lanpress@lanbook.ru

в Краснодаре и в Краснодарском крае

«ЛАНЬ-ЮГ». 350901, Краснодар, ул. ЖдОбы, д. 1/1

тел.: (861) 274-10-35; e-mail: lankrd98@mail.ru

ДЛЯ РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:

интернет-магазин

Издательство «Лань»: <http://www.lanbook.com>

магазин электронных книг

Global F5: <http://globalf5.com/>

Подписано в печать 29.01.25.

Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 70×100^{1/16}.

Печать офсетная/цифровая. Усл. п. л. 17,55. Тираж 500 экз.

Заказ № 049-25-1.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в АО «Т8 Издательские Технологии»
109316, г. Москва, Волгоградский пр-кт, д. 42, к. 5.