



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт агротехнологий и лесного дела

Л. И. Краснова, М. П. Мордвинцев

## **СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ И СЕМЕНОВОДСТВО: КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ**

Учебное пособие для обучения бакалавров  
направления подготовки 110400.62 «Агрономия»  
и 35.03.04 «Агрономия»

Оренбург  
Издательский центр ОГАУ  
2016

ББК 41.3я7  
УДК 631.52  
К78

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом Оренбургского государственного аграрного университета.

Рассмотрено и утверждено к печати на заседании кафедры агротехнологий Института агротехнологий и лесного дела 27 августа 2015 г. (протокол №1).

Рассмотрено и рекомендовано к печати на заседании методической комиссии Института агротехнологий и лесного дела 31 августа 2015 г. (протокол №12).

Рецензент

А.С. Крючков – д-р с.-х. наук, профессор, зав. отделением технологий зерновых культур Оренбургского НИИ сельского хозяйства ФАНО

**Краснова, Лилия Ильинична.**

К78

Селекция растений и семеноводство (конспект лекций): учебное пособие для обучения бакалавров направления подготовки 110400.62 «Агрономия» и 35.03.04 «Агрономия» [Электронный ресурс] 0,9 Мб / Л.И. Краснова, М.П. Мордвинцев. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2016. – 152 с. – Системн. требования: PC не ниже класса Pentium II; 512 Мб RAM; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader 7.0 и выше. – № свидетельства о регистрации электронного учебного пособия 7903-э.

И. Мордвинцев, Михаил Павлович.

Рассматриваются основные вопросы селекции полевых культур Оренбуржья и их семеноводство. Предназначено для студентов агрономических специальностей, магистрантов, аспирантов, научных и практических работников, преподавателей, специалистов сельского хозяйства, которые по роду своей деятельности сталкиваются с вопросами селекции и семеноводства. Является пособием для освоения теоретического материала по селекции и семеноводству сельскохозяйственных культур. При подготовке пособия авторы руководствовались собственным опытом многолетней селекционной работы и преподавания дисциплины в вузе, данными учебной и научной литературы и информацией, полученной от селекционеров, семеноводов и специалистов служб сортового и семенного контроля.

ББК 41.3я7  
УДК 631.52

---

Учебное издание

Краснова Лилия Ильинична

Мордвинцев Михаил Павлович

Селекция растений и семеноводство (конспект лекций): учебное пособие для обучения бакалавров направления подготовки 110400.62 «Агрономия» и 35.03.04 «Агрономия»

Подписано к использованию 20.01.2016 г. Заказ № 7903-э.

Издательский центр ОГАУ

460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18. Тел. (3532) 77-61-43

© Краснова Л.И.,  
Мордвинцев М.П., 2016  
© Издательский центр ОГАУ, 2016

## **ВВЕДЕНИЕ**

Данный курс лекций (конспект лекций) по дисциплине «Селекция и семеноводство» подготовлен в соответствии с существующей рабочей программой и учебным планом обучения бакалавров направления подготовки 110400.62 – агрономия и 35.03.04 – агрономия.

Освоение дисциплины «Селекция и семеноводство» осуществляется в соответствии с учебным планом в течение двух семестров. Курс дисциплины включает лекции, лабораторные работы и практические (семинарские) занятия. Кроме этого, предусмотрен большой объем самостоятельной работы для изучения некоторых разделов курса и подготовки по ним творческих работ (рефератов), а также для подготовки к лабораторным работам, семинарам и различным видам контроля.

В учебном пособии рассмотрены лекционные темы занятий по курсу дисциплины «Селекция и семеноводство» в форме конспекта лекций и приведены вопросы для самопроверки знаний. Конспект лекций является подспорьем при самостоятельном изучении пропущенных лекций и тем для самостоятельного изучения, при подготовке к семинарам, текущим контролям и экзамену как для студентов очной, так и заочной форм обучения. Его задача – кратко познакомить студентов с кругом основных вопросов, рассматриваемых учебной дисциплиной «Селекция и семеноводство».

В соответствии с логикой дисциплины «Селекция и семеноводство» учебное пособие состоит из двух частей: часть 1 – Основы селекции растений, часть 2 – Основы семеноводства полевых культур.

Предлагается литература для освоения курса дисциплины «Селекция и семеноводство».

### **Основная**

1. Пыльнев, В.В. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев. – СПб.: «Лань», 2014. – электронный ресурс.

2. Коновалов, Ю.Б. Общая селекция растений / Ю.Б. Коновалов и др. – СПб.: «Лань», 2013. – электронный ресурс.

### **Дополнительная**

1. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / под ред. В.В. Пыльнева. – М.: КолосС, 2008.

2. Краснова, Л. И. Частная селекция и первичное семеноводство полевых культур в условиях степного и лесостепного Приуралья / Л. И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.

3. Краснова, Л. И. Сортовой семенной контроль и его роль в семеноводстве: учеб. пособие / Л. И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.

4. Краснова, Л.И. Сортовой, семенной контроль и сортоведение полевых культур степной и лесостепной зон Приуралья / Л.И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.
5. Смиловенко, Л.А. Семеноводство с основами селекции полевых культур: учебное пособие / Л.А. Смиловенко. – Москва–Ростов-на-Дону: ИКЦ «МарТ», 2004. – электронный ресурс.
6. Краснова, Л.И. Учение о сорте и исходном материале: лекция-учеб. пособие / Л.И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2000.
7. Гужов, Ю. Селекция и семеноводство культурных растений / Ю. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: Колос, 1991 (лучше – 1999 г. – электронный ресурс или М.: Мир, 2003).
8. Коновалов, Ю.Б. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Ю.Б. Коновалов. – М.: Агропромиздат, 1987. – электронный ресурс.
9. Сайты Интернета, посвящённые селекции и семеноводству.

# Часть I

## ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

### Тема 1

#### **Селекция растений: предмет, история, достижения, задачи и направления**

1. Предмет селекции и семеноводства, селекция как наука и отрасль сельскохозяйственного производства
2. Возникновение и краткая история развития селекции растений
3. Основные задачи и направления современной селекции растений

#### **1 Предмет селекции и семеноводства, селекция как наука и отрасль сельскохозяйственного производства**

Латинское слово «*selectio*» переводится как «отбор», «выбор». В современном понимании научный и производственный термин «**селекция**» применительно к сельскому хозяйству имеет несколько значений.

С одной стороны, селекция – это наука о биологических основах и методах создания и улучшения сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов с нужными человеку признаками и свойствами. С другой стороны, селекция – это и отрасль сельского хозяйства, занимающаяся созданием или улучшением сортов, пород и штаммов различных организмов. Наконец, термином селекция обозначается и сам процесс создания сортов, пород и штаммов различных организмов.

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.

Можно выделить три части отрасли селекции:

- собственно селекционные учреждения;
- ресурсное подразделение отрасли;
- независимое от селекционных учреждений государственное сортоиспытание.

В качестве селекционных учреждений выступают научно-исследовательские институты, селекционные станции, селекционные подразделения университетов и сельскохозяйственных вузов, фирмы разных видов собственности. Большинство из этих структур носит национальный характер, но есть и международные.

Подразделением отрасли селекции, которое проводит конкурс сортов и гибридов, созданных различными селекционными учреждениями, и дает рекомендации относительно регионов, где их целесообразно возделывать, в России является Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений (Госсорткомиссия).

Ресурсное подразделение селекции как отрасли представлено учреждениями, функция которых заключается в мобилизации растительных ресурсов: это сбор коллекций растительных форм, изучение, сохранение и вовлечение в селекционную работу путем передачи их селекционным учреждениям. В России центром мобилизации растительных ресурсов является ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, расположенный в Санкт-Петербурге (больше известный по аббревиатуре ВИР).

Для того чтобы изучать и поддерживать коллекционные образцы, ВНИИ растениеводства имеет сеть опытных станций, расположенных в различных климатических зонах, а также на договорной основе ведет работу на станциях, расположенных в бывших республиках СССР. Так обеспечивается использование коллекционного материала из стран, расположенных в различных климатических поясах. ВИР имеет также национальное хранилище семян на Кубани (на опытной станции «Отрада Кубанская»).

По определению Н.И. Вавилова, *селекция растений – это эволюция, управляемая человеком*. Управляя эволюцией, селекционеры выводят для растениеводства новые высокопродуктивные сорта и гетерозисные гибриды сельскохозяйственных культур, которые при соблюдении технологии их возделывания дают высокий экономический эффект. При этом современные селекционеры не просто отбирают уже существующие в природе ценные формы растений, как это было ещё столетие назад, но и создают их, используя различные методы воздействия на растения. Поэтому селекционеров можно называть конструкторами растительного мира.

Селекция растений является агрономической наукой, поскольку её задачей является разработка способов получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Но в отличие от земледелия, растениеводства и прочих наук, изучающих приёмы воздействия на условия выращивания растений, селекция разрабатывает способы воздействия на *сами растения*, чтобы изменить в нужном направлении их наследственность.

Значение селекции растений для повышения эффективности сельскохозяйственного производства трудно переоценить. Яркой иллюстрацией этого значения является создание культуры сахарной свёклы, масличного подсолнечника, озимой твёрдой пшеницы, тритикале, безалкалоидного люпина или же производство гибридной кукурузы с использованием ЦМС, сортов геномодифицированной сои, кукурузы, картофеля и др.

Но и у достаточно традиционных для сельскохозяйственного производства культур успехи селекции очень впечатляющие. К примеру, ещё в 30-е годы прошлого века озимую мягкую пшеницу в России возделывали преимущественно только на Кубани – сегодня же ареал возделывания этой культуры значительно расширился. Благодаря успехам селекции земледелие в нашей стране продвинулось на север в европейской части почти на 200 км, а в азиатской части – на 600 км.

Очень значимо для человечества то, что селекция позволила значительно повысить продуктивность культивируемых растений. Ещё в 19 веке в Европе удвоение урожайности сельскохозяйственных культур за 100 лет (с 1820 по 1919 гг.) наполовину было обеспечено успехами селекции.

В нашей стране учёные НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов), сравнивая урожайность стародавнего сорта яровой мягкой пшеницы Полтавка и её современных сортов селекции института, установили, что успехи их селекционной работы обеспечили повышение урожайности этой культуры почти на 50%, и только остальные 50% повышения урожайности были обеспечены совершенствованием агротехники возделывания.

На озимой пшенице известный селекционер П. П. Лукьяненко (г. Краснодар) установил, что созданные им в ходе своей работы сорта обеспечили повышение урожайности почти на 50% в сравнении с исходным сортом Новоукраинка 83. Один из лучших сортов этого селекционера – Безостая 1 – уже в первые 10 лет после внедрения обеспечил нашей стране доход более 2 тыс. рублей (советских рублей!) на каждый рубль, затраченный на его создание (т.е. рентабельность более 2000%).

В Мексике за счёт внедрения новых сортов и технологий их выращивания подняли урожайность пшеницы с 7 ц/га в 1945 году до 28 ц/га в 1975 году. В этой связи значительные успехи селекции в повышении продуктивности зерновых культур, прежде всего пшеницы, новые сорта которой обеспечили резкое повышение её урожайности в развивающихся странах в 70-е годы прошлого века, получили название **«зелёной революции»**.

Как отмечает известный генетик и селекционер, академик РАСХН А. А. Жученко: «Мировой опыт свидетельствует о том, что селекция и семеноводство являются наиболее широкодоступным и экономически эффективным средством как при выводе сельского хозяйства из кризисной ситуации, так и в достижении его процветания». Поэтому сорт обоснованно считается важнейшим фактором научно-технического прогресса в растениеводстве и выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности любой культуры. Значимость этого фактора А. А. Жученко иллюстрирует данными о средней урожайности пшеницы в мире: 1800 год – 6,4 ц/га, 1900 год – 9,1 ц/га, 2000 год – 27,0 ц/га.

В настоящем учебном курсе рассматриваются общие вопросы селекции культурных растений (можно сказать – *общая селекция растений*) без учёта специфики отдельных культур (что учитывает дисциплина под названием *частная селекция растений*). Общая селекция составляет основу подготовки агронома, давая представление о селекционном процессе в целом, об исходном материале для селекции, методах создания генетического разнообразия и методах отбора, системе селекционных оценок и т.п.

Теоретической базой селекции является *генетика* – наука о наследственности и её изменчивости. В основе селекционной работы лежат закономерности наследственности и изменчивости организмов, установленные генетикой, и именно знание законов генетики позволяет селекционеру целенаправленно управлять наследственностью. Развитие генетики привело к разработке принципиально новых методов создания исходного материала и приёмов управления наследственностью в селекции растений. К ним относятся методы создания гетерозисных гибридов, использование ЦМС, искусственное получение мутаций, экспериментальное получение полиплоидов, различные методы замещения хромосом, трансгенез и другие современные методы селекции.

Селекция, как и генетика, при работе с растительными организмами имеет дело с признаками и определяющими их генами, генотипом и фенотипом, геномом и другими генетическими категориями. Признак – это условное обозначение единицы морфологической, физиологической или биохимической дискретности организма, определённое качество организма, по которому можно отличить один организм от другого. Как и в генетике, в селекции признаки условно подразделяются на качественные и количественные, рецессивные и доминантные, моногенные и полигенные и т.д. И все генетические особенности признаков растений селекционер учитывает и использует в своей работе по улучшению существующих или созданию новых растительных форм.

Помимо непосредственной связи с генетикой, селекция тесно связана с другими биологическими науками – ботаникой, цитологией, физиологией, биохимией, иммунологией, энтомологией и прочими, поскольку использует их данные, приёмы и методы исследований.

Специальной отраслью сельскохозяйственного производства является **семеноводство** выращиваемых человеком растений. Семеноводство теснейшим образом связано с селекцией растений, поскольку обе эти дисциплины (и, соответственно, обе науки) *имеют один и тот же предмет изучения – сорт и гетерозисный гибрид*, и именно семена являются носителями свойств сорта или гибрида.

Селекция изучает сорт и гетерозисный гибрид как бы в начале его жизни – *на этапе его создания*, а семеноводство занимается сортом и гибридом на следующем этапе его жизни – *этапе использования*, ибо достижения селекции реализуются в производстве через семеноводство созданных сортов



и гибридов. Использование багажа знаний, приёмов и методов семеноводства обеспечивает наиболее полную реализацию возможностей созданных селекционерами сортов и гибридов и сохранение их ценных хозяйственно-биологических свойств. Очевидно, что селекция и семеноводство взаимосвязаны и неразделимы, и по этой причине обе дисциплины изучаются обычно совместно и последовательно.

Успешное возделывание сельскохозяйственных культур, особенно их новых сортов, невозможно без знания теоретических и практических приёмов семеноводства возделываемых культур, научных основ организации и повышения эффективности производства их сортовых семян (оригинальных и элитных), сохранения сортовых и улучшения посевных качеств семян и их урожайных свойств в процессе семеноводства. Всё это – круг вопросов семеноводства культивируемых человеком растений, которое тоже может быть условно разбито на *общее семеноводство* и частное семеноводство. В настоящем учебном курсе рассматриваются общие вопросы семеноводства возделываемых полевых культур.

## **2 Возникновение и краткая история развития селекции растений**

Считается, что как комплекс практических навыков селекция существует около 15 тыс. лет. Возникновению селекции предшествовало введение диких растений в культуру, их domestикация. Это произошло в глубокой древности (*каменный век, более 15 тыс. лет назад*), когда человек стал обрабатывать землю и возделывать нужные ему растения (*возникновение растениеводства*), отбирая при этом (*конечно же, бессознательно*) те из них, которые более всего отвечали его потребностям. Например, созревали рано и дружно, не осыпались, были более продуктивными, давали более вкусную продукцию и т.п.

Так одновременно с domestикацией растений стала складываться т.н. **эмпирическая селекция**, некоторые элементы которой известны уже много тысяч лет, а успехи её значительны. Селекцию эпохи domestикации растений можно условно назвать (как это делал Н.И. Вавилов) *примитивной* селекцией, основным методом которой был бессознательный выбор лучших и уничтожение худших экземпляров растений (т.е. выбраковка). К очень древним культурам, созданным в процессе примитивной селекции, можно отнести пшеницу, рис, ячмень, сою, горох, кукурузу, арбуз и другие.

Эмпирическая селекция опиралась на простые методы, прежде всего – отбор необходимых человеку растений в плане их урожайности, скороспелости, качества продукции и других признаков и свойств. Выполнялась эта селекционная работа безвестными ныне селекционерами из народа, пото-

му и получила название (по Н. И. Вавилову) *народной селекции*. Благодаря народной селекции в России были созданы, например, замечательные для своего времени **местные** (стародавние) сорта мягкой пшеницы Полтавка, Русак, Усатка, Гирка, Белоколоска и др., сорта твёрдой пшеницы Белотурка, Кубанка, Арнаутка, Черноуска и др.

Развитие в Европе капитализма в 18–19 веках сделало производство сортовых семян доходной отраслью экономики и повысило интерес к созданию новых сортов. В связи с этим селекция растений стала выполняться целенаправленно и организованно, начали разрабатываться её научные основы. Например, метод отбора был усовершенствован, помимо отбора в селекционной работе стала использоваться гибридизация разных сортов. Этот период в истории селекции ещё не считают научным, а выделяют как *промышленную* селекцию. Если исходить из формулы Н. И. Вавилова, что *селекция – это наука и искусство*, то промышленная селекция всё ещё оставалась искусством.

Элементы селекции как науки встречаются в работах учёных уже 18–19 веков. Но в целом как научная дисциплина селекция стала складываться только в начале 20-го столетия. Первым, кто подвёл теоретическую базу под селекцию растений и животных, был Ч. Дарвин. В своих трудах, прежде всего в труде «Происхождение видов путём естественного отбора», он изложил эволюционное учение, которое стало первоосновой *научной селекции*.

Решающее значение для формирования научной селекции имело переоткрытие в 1900 году законов наследственности, сформулированных Г. Менделем, и возникновение науки генетики. Научное обоснование используемый селекционерами индивидуальный отбор получил в разработанном В. Иогансеном учении о популяциях и чистых линиях.

Границы между историческими этапами селекции не являются четкими, и это касается не только примитивной и народной селекции, но и других этапов. В то же время можно отделить этап народной селекции от промышленной годом появления первой селекционно-семеноводческой фирмы, а этап промышленной селекции и научной – годом переоткрытия законов Менделя.

Правоммерно утверждать, что сейчас *селекция находится на новом этапе*, который характеризуется применением методов биотехнологии и молекулярной генетики. Отличительным признаком этого этапа являются технологии, использующие работы *in vitro*.

В последней четверти 18 века под Парижем была основана первая в мире селекционно-семеноводческая фирма «Вильморен», затем – Свалёфская селекционная станция в Швеции (действуют и поныне). В России первым селекционным учреждением считают Полтавское опытное поле (1884 г.), а на научной основе селекция впервые стала выполняться на селекционной станции Московского СХИ (1903 год, ныне РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева). Примерно в эти же годы возникло немало селекционных станций, в т.ч. Саратовская, Безенчукская, Краснокутская (1910–1912 гг.).

В советское время начало планомерной селекционной работе положил правительственный декрет «О семеноводстве» (1921 г.). В 1923–1924 гг. в стране (в СССР) была организована государственная сеть по сортоиспытанию, которая начала планомерное изучение местных и селекционных сортов по всей стране и распространение лучших из них на крестьянские поля. Со временем в СССР была создана уникальная в мире стройная система селекции, сортоиспытания, семеноводства и заготовок сортовых семян. В рамках этой системы селекция растений достигла значительных для своего времени успехов.

Успехи отечественной селекции были обеспечены трудами селекционеров Д. Л. Рудзинского, П. И. Лисицина, И. В. Мичурина, П. Н. Константинова, В. Я. Юрьева, А. П. Шехурдина, П. П. Лукьяненко, Н. В. Цицина, В. Е. Писарева, В. Н. Мамонтовой, В. Н. Ремесло, В. С. Пустовойта, Э. Д. Нетевича, В. Х. Хангильдина и мн. других. В т.ч. и трудами наших оренбургских селекционеров Н. Д. Логачева, М. П. Долгалёва, Н. И. Тишкова, В. Н. Красавина, А. П. Артёмов, Л. И. Красновой и др.

В Оренбургской области основным центром селекции и семеноводства долгие годы является **Оренбургский НИИ сельского хозяйства**. Этот институт был организован в 1973 году на базе Оренбургской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции, созданной в селе Чебеньки Оренбургского района в 1937 году. Сегодня в нём ведутся работы по селекции яровой мягкой и твёрдой пшеницы, ячменя, проса, ранее велась селекция ещё и озимой ржи, озимой пшеницы, кукурузы, суданской травы, кормового гороха. По всем этим культурам Оренбургским НИИСХом выведено около 50 сортов, многие из которых рекомендованы к производственному возделыванию, в т.ч. в нашей области, где они сегодня высеваются на площади более 0,5 млн гектаров. Так, созданные сорта яровой мягкой пшеницы и ячменя занимают по 200 с лишним тысяч гектаров, яровой твёрдой пшеницы – около 100 тыс. га, проса – около 5 тыс. га.

Ведётся селекционная работа и в **Оренбургском аграрном университете** – в настоящее время по озимой пшенице, яровой пшенице и ячменю. Селекция озимой пшеницы была начата здесь многие годы назад, создано 9 сортов этой культуры, из которых 4 рекомендованы к производственному возделыванию. Селекция ярового ячменя начата около 10 лет назад совместно с Оренбургским НИИСХ. К настоящему времени уже создан сорт ячменя Оренбургский совместный, который с 2015 года рекомендован к возделыванию в Оренбургской области.

Селекцией многолетних и однолетних трав и других кормовых культур занимался до 80-х гг. прошлого века находящийся в Оренбурге **Всероссийский НИИ мясного скотоводства**. Многие из созданных здесь сортов и в настоящее время возделываются в производстве и порой не имеют себе конкурентов среди сортов, созданных в других регионах России.

Основы учения о современной селекции были разработаны нашим выдающимся соотечественником – агрономом, ботаником, географом, путешественником, всемирно признанным авторитетом в области генетики, селекции, растениеводства, иммунитета растений, крупным организатором сельскохозяйственной и биологической науки в нашей стране – Николаем Ивановичем Вавиловым (1887–1943).

Н. И. Вавилов выделил следующие разделы селекции:

- 1) учение об исходном сортовом, видовом и родовом потенциалах;
- 2) учение о наследственной изменчивости (закономерности в изменчивости, учение о мутациях);
- 3) учение о роли среды в выявлении сортовых признаков (влияние отдельных факторов среды, учение о стадиях в развитии растений применительно к селекции);
- 4) теория гибридизации как в пределах близких форм, так и отдаленных видов;
- 5) теория селекционного процесса (самоопылители, перекрестноопылители, вегетативно и апогамно размножающиеся растения);
- 6) учение об основных направлениях в селекционной работе, таких как селекция на иммунитет, на физиологические свойства (холодостойкость, засухоустойчивость, фотопериодизм), селекция на технологические качества, химический состав;
- 7) частная селекция растений.

Роль Н. И. Вавилова в развитии отечественной и мировой селекции и биологии растений в целом исключительно велика. Им разработаны **учения** о мировых центрах происхождения культурных растений и исходном материале в селекции растений, **закон** гомологических рядов в наследственной изменчивости, эколого-географические **принципы** селекции растений, заложены генетико-селекционные **основы** учения об иммунитете растений, создана уникальная мировая **коллекция** культурных растений во Всесоюзном (сегодня – Всероссийском) НИИ растениеводства (ВИР), начата **организация** селекционно-опытных учреждений и государственной сортоиспытательной сети в СССР.

### 3 Основные задачи и направления современной селекции растений

В различных природно-климатических зонах нашей страны условия для возделывания сельскохозяйственных культур неодинаковы. Это разнообразие условий выращивания требует большого разнообразия не только возделываемых в различных природных зонах России сельскохозяйствен-

ных культур, но даже сортов и гибридов этих культур, и ставит перед современной селекцией растений самые разнообразные задачи.

К наиболее важным задачам современной селекции можно отнести:

- устойчивый рост продуктивности сортов и качества их продукции, отвечающего требованиям потребителей,
- изучение генетического потенциала механизма адаптации растений и создание сортов с широкой нормой реакций на стрессовые воздействия,
- дальнейшая селекция на скороспелость,
- создание сортов с максимальным использованием ФАР,
- использование современных достижений генетики, физиологии, биотехнологии, биоинженерии.

Конечная задача селекционной работы – создание сорта или гибрида, который обеспечит получение в определённых условиях устойчиво высоких урожаев при высоком качестве продукции. Поэтому естественно, что *главное требование* к новому сорту и гибриду – всё более высокая урожайность при хорошем качестве выращенной продукции. В этой связи основные стратегические направления в селекции растений – *селекция на урожайность и селекция на качество продукции*, т.е. создание сортов и гибридов с высоким потенциалом продуктивности и качества продукции.

Однако в современном сорте или гибриде должны сочетаться высокий потенциал урожайности, высокое качество продукции, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным внешним условиям выращивания, приспособленность к механизации возделывания, уборки и переработки выращенной продукции. Эти требования к современному сорту и гибриду обуславливают *главные направления в селекции* любой сельскохозяйственной культуры: *на урожайность, высокое качество продукции, комплексную устойчивость, технологичность*.

Очень важна для сортов способность при разном сочетании природных и агротехнических условий и при климатических стрессах (например, засухе) сохранять урожайность относительно стабильной и на высоком уровне. Этим обусловлено ещё одно главное направление в селекции растений – *создание сортов с широкой экологической пластичностью*, т.е. обладающих повышенным гомеостазом.

Помимо рассмотренных задач, возникают задачи селекции на *засухоустойчивость, зимостойкость, холодостойкость, скороспелость и т.п.*, создания сортов интенсивного типа для условий орошения или отзывчивых на применение удобрений и иные специфические и частные задачи селекции. В этой связи существует множество других направлений селекции, при этом очевидно, что направления селекции обусловлены требованиями производства к новым сортам и гибридам.

Рассмотренные общие задачи и направления селекции всегда конкретизированы применительно к культурам и регионам России. Например, для Центрально-Чернозёмной зоны необходимо создавать высокопродуктивные (более 8 т/га) зимостойкие сорта озимой пшеницы, для Западной Сибири – раннеспелые засухоустойчивые сорта яровой пшеницы и т.д.

Селекционная работа с озимой пшеницей в нашем университете ведётся на сочетание в сорте повышенной зерновой продуктивности растений с зимостойкостью, засухоустойчивостью, соответствующими темпами роста и органогенеза в онтогенезе.

По яровой пшенице и яровому ячменю поставлена задача создать раннеспелые и среднеспелые сорта, способные противостоять засухе в условиях нашего региона, Поволжья, Западной Сибири и других степных регионов страны.

Селекционная работа с яровой пшеницей и ячменём в Оренбургском НИИСХ проводится с учётом сочетания урожайности с оптимальной продолжительностью периодов всходы–колошение и колошение–созревание, оптимальной продуктивной кустистостью и густотой стеблестоя, числом зёрен с главного колоса и их массой. Обязательным является учёт устойчивости к пыльной головне, повреждениям скрытостебельными вредителями.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Каковы задачи и значение селекции как науки и отрасли сельскохозяйственного производства?

2. Почему Н.И. Вавилов считал, что селекцию можно рассматривать как науку, искусство и определённую отрасль сельскохозяйственного производства?

3. Основные этапы в истории развития селекции (по Н.И. Вавилову).

4. Значение эволюционного учения Ч. Дарвина, работ Н.И. Вавилова для развития научной селекции.

5. Первые селекционно-опытные учреждения в мире и России.

6. История становления и развитие селекции в нашей стране.

7. Из каких разделов состоит селекция растений как наука?

8. Основные достижения в селекции важнейших полевых культур в мире и России.

9. Известные селекционеры мира, России и Оренбургской области и их достижения.

10. Основные направления селекции растений в России.

11. Какие направления селекции зерновых культур важны для Оренбургской области?

## Тема 2

### Учение о сорте (элементы сортоведения)

1. Понятие сорта и гетерозисного гибрида, классификация сортов
2. Место сорта в систематике растений
3. Эколого-географическая систематика культурных растений
4. Признаки и свойства растений в сортоведении

#### 1 Понятие сорта и гетерозисного гибрида, классификация сортов

В результате селекционной работы получают новые сорта, популяции и гетерозисные гибриды культивируемых растений (поэтому есть такой объединяющий эти понятия термин – культивар). Сорта, популяции и гибриды являются основными объектами изучения и селекции и семеноводства.

Однако сорта и гетерозисные гибриды являются предметом изучения не только селекции и семеноводства, но и специальной науки – **сортоведения**. С одной стороны, нельзя создавать новые сорта и вести семеноводство возделываемых сортов, не зная существующего сортимента, а с другой стороны, нельзя описывать и классифицировать сорта, не вовлекая в изучение новые из них, только что созданные селекционерами. Очевидно, что селекция и семеноводство базируются на знаниях сортоведения, а сортоведение развивается благодаря успехам селекции и является интегрирующей, объединяющей селекцию и семеноводство научной дисциплиной.

Сортоведение изучает ботанические, экологические, генетические и хозяйственные характеристики, признаки и свойства сортов и их распространение. Основной задачей сортоведения можно считать полную морфологическую и производственно-биологическую характеристику существующих сортов, которая позволяет описать у них апробационные и хозяйственно-ценные признаки и обоснованно использовать эти сорта в производственных и научных целях.

Но задачами сортоведения следует также считать изучение изменчивости сортов в зависимости от факторов внешней среды, выделение наиболее ценных для производства сортов по комплексу признаков и для дальнейшей селекции – по отдельным признакам, изучение филогенеза, родословных выдающихся сортов для выявления доноров ценных признаков, и даже – сохранение существующих сортов.

Для потребителей результатов селекции и семеноводства понятия «сорт» и «гетерозисный гибрид» равнозначны (на Западе гетерозисный гибрид даже называют гибридным сортом!). Определений понятия «сорт»

достаточно много, в т.ч. и в нормативных документах. Так, ГОСТ СССР (1974 г.) установил, что *сорт есть совокупность культурных растений, созданная путём селекции, обладающая определёнными наследственными, морфологическими, биологическими и хозяйственно-ценными признаками и свойствами.*

Исходя из этого, можно дать и более развёрнутое определение сорта: **сорт** – это созданная человеком для удовлетворения своих потребностей совокупность культурных растений, происходящих от одного или нескольких родоначальников и обладающих относительно одинаковыми, наследственно закреплёнными ботанико-биологическими и хозяйственными признаками и свойствами, которые позволяют в конкретных природных и производственных условиях получать высокие и устойчивые урожаи продукции требуемого качества.

В этих определениях сорта существенны следующие моменты.

*Прежде всего*, сорт – это всегда группа растений общего происхождения, а никак не одно растение.

*Далее*, эта группа растений, составляющая сорт, обязательно создана путём селекции.

*Наконец*, эта группа растений должна обладать определёнными отличительными признаками и свойствами.

Сорт создаётся в результате производственной деятельности человека, служит средством сельскохозяйственного производства и важнейшим элементом научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Основными характеристиками сорта являются его происхождение и комплекс признаков и свойств, по которым сорта узнаваемы и отличимы друг от друга. Поэтому понятие «сорт» – это агрономическая, а не ботаническая категория.

Сорта можно классифицировать с самых различных позиций. Например, по биологии размножения культуры, которой принадлежит сорт, типу её развития, продолжительности жизни и т.п. В селекции и семеноводстве более применимы две основные классификации сортов – по происхождению и по способам выведения.

*В зависимости от происхождения* различают **местные** (стародавние) и **селекционные** сорта. Местные сорта (точнее – стародавние, поскольку селекционный сорт тоже может быть созданным в данной местности, т.е. местным) – это сорта народной селекции, сформировались под действием естественного и примитивного искусственного отбора и отличаются высокой генетической гетерогенностью. Селекционные сорта созданы определёнными методами научной селекции, однородны и имеют чёткую характеристику (паспорт).

Селекционные сорта *по способу выведения и размножения* можно подразделить на *сорт-популяцию*, *сорт-линию* (линейный сорт), *сорт много-*



*линейный, сорт гибридного происхождения, сорт-клон, мутантный сорт, полиплоидный сорт.* По международным правилам принято ещё выделять *сорт-гетерозисный гибрид*.

Сортами-популяциями являются все местные сорта (и самоопылятелей, и перекрёстноопыляющихся культур). Линейный сорт является размноженным потомством одного растений, отобранного в сорте-популяции самоопыляющейся культуры. Сорт гибридного происхождения получен путём скрещивания и отбора из гибридной популяции; такими сортами сегодня являются почти все сорта большинства культурных растений. Многолинейный (мультилинейный) сорт получают путём объединения потомств нескольких морфологически одинаковых сестринских линий, выделенных из одной гибридной популяции. Сорт-клон – это потомство одного вегетативно размноженного растения.

Очевидно, что выведенные разными способами сорта различаются по своему **генетическому составу**, в соответствии с которым их можно подразделить на чистотелинейные сорта, мультилинейные сорта, сортовые смеси, сорта-популяции, синтетические сорта, гибридные сорта, полиплоидные сорта, сорта-клоны.

С хозяйственной точки зрения, сорта и гетерозисные гибриды различаются прежде всего тем, что в одних и тех же условиях могут давать разные по величине и/или качеству урожаи. Различаются они и другими своими хозяйственно-ценными признаками и свойствами: продолжительностью вегетации, качеством продукции, устойчивостью к болезням, вредителям и неблагоприятным для роста и развития растений условиям внешней среды и прочим.

С учётом отзывчивости сортов на уровень интенсивности технологии возделывания их можно подразделить на **экстенсивные, интенсивные и полунтенсивные**. С учётом способности сортов адаптироваться к возделыванию в различных природных и агротехнических условиях можно выделить сорта *широкой экологической пластичности*. Подобным же образом могут быть выделены сорта засухоустойчивые, раннеспелые, устойчивые к той или иной болезни и т.п.

Можно выделить определенные селекционно-семеноводческие и правовые категории сортов.

*Зарегистрированный сорт* – сорт, внесенный в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (в Госреестр).

*Перспективный сорт* – сорт, государственное испытание которого еще не закончено, но уже очевидно, что он будет внесен в Госреестр, и поэтому нужно начинать семеноводство такого сорта, чтобы ко времени, когда это произойдет, имелся бы большой запас семян, позволяющий занять новым сортом значительные площади.

Если сорт внесен в Госреестр, но запас его семян недостаточен, его называют *дефицитным*.

Сорт по итогам специально проведенного государственного сортоиспытания может иметь два статуса:

- быть допущенным к возделыванию в определенном регионе или регионах (внесённым в Госреестр допущенных сортов);
- быть запатентованным (охраноспособным – т.е. внесённым в Госреестр охраняемых сортов).

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, но он всё равно должен обладать специфическими характеристиками, дающими право называть его сортом (в соответствии со стандартным определением сорта).

Очень важным для селекции понятием является «**стандартный сорт**», или «сорт-стандарт» – лучший из сортов, возделываемых в данном регионе России (разумеется, он включен в Госреестр допущенных сортов), который играет роль контроля ко всему селекционному материалу развернутой в регионе селекционной работы.

## 2 Место сорта в систематике растений

Изучение и правильное использование культурных растений, в т.ч. их сортов, опирается на знание *систематики* растений. В ботанике основной систематической единицей является **вид**. Особи одного вида обладают сходством между собой, легко скрещиваются и дают плодовитое потомство. Они приспособлены к жизни в определённых условиях и вследствие этого занимают определённый ареал (район распространения).

Из многочисленных единиц, предлагавшихся для обозначения внутривидовых таксонов у культурных растений, наиболее приняты следующие: подвид – *subspecies*, группа разновидностей – *convarietas*, разновидность – *varietas*, подразновидность – *subvarietas*, сортотип – *concultivar*, сорт, или культивар – *cultivar*.

Ботаническая **разновидность** (*varietas*) представляет собой сочетание определённых генеративных признаков, легко отличимых и удобных для систематики и апробации. Признаками разновидности называются отличительные наследуемые морфологические признаки, по которым устанавливается принадлежность растений к данной разновидности. Например, при определении разновидностей мягкой пшеницы используют пять признаков: окраска зерна, опушение и окраска колосковых чешуй (колоса), наличие остей и их окраска. Так, растения мягкой пшеницы разновидности *лютесценс* имеют красное зерно, неопушённые колосковые чешуи и белый безостый колос.

Помимо разновидностей у некоторых культур выделяют ещё **подразновидности**: например, у гороха посевного их выделяют по форме и размеру семян, окраске семенной кожуры, семядолей и семян, а также окраске рубчика. Так, лущильный белоцветковый горох имеет несколько подразновидностей: вульгаре, неоппадающий розовый, пондерозум и др.

Родственные сорта растений, имеющие сходные хозяйственные и биологические признаки, для удобства изучения и инвентаризации объединяют в группы – **сортотипы**.

Например, сорта гибридной (изменчивой) люцерны по морфологическим признакам и биологическим свойствам объединены в четыре сортотипа – синегибридный, синепёстрогибридный, пёстрогибридный и жёлтогибридный. В пределах сортотипа отличить сорта люцерны довольно трудно, так как в результате перекрёстного опыления они представляют собой популяции, содержащие ряд переходных форм.

Другая культура – арахис – по форме куста, форме и величине бобов, величине, форме и окраске семян и длине вегетационного периода делится на четыре сортотипа: испанский, улучшенный испанский, тенессия и валенсия. Соя тоже делится на определённые сортотипы, которые у неё принято называть агрогруппами.

Даже у таких культур, как, например, пшеница, можно выделить сортотипы: так, сортотип составляют короткостебельные сорта, или белозёрные сорта и т.п.

### **3 Эколого-географическая систематика культурных растений**

Ботаническая систематика даёт знания о сходстве, различиях и происхождении различных таксономических единиц, но для практической селекции и семеноводства их недостаточно. Здесь необходимо знание не только видового и разновидностного состава культуры, но и дифференциации её по биологическим особенностям, с которыми связано приспособление растений к различным условиям произрастания.

Растения, относящиеся к одной и той же ботанической разновидности, но разного географического происхождения, могут резко различаться по устойчивости к засухе, низким температурам, поражению болезнями и повреждению вредителями, а также по биохимическим свойствам. С другой стороны, растения двух форм могут относиться к различным разновидностям, но характеризоваться сходными биологическими особенностями.

В связи с тем, что в природе имеются биологические различия между формами растений в пределах одного вида, в селекции существует важное понятие – экологический тип, или **экотип**. Экотип (от греч. *eikos* – дом, жи-

лище; *tipos* – место) – это относительно наследственно устойчивая форма данного вида, свойственная определённым почвенно-климатическим условиям и приспособленная отбором к существованию в этих условиях. Т.е. экотип – это экологическая единица растительного мира, которая объединяет близкородственные группы растений, приуроченные к какому-либо местообитанию и имеющие вследствие этого определённые приспособительные признаки. Например, северная и южная формы костра безостого – два отдельных экотипа этого вида, они существенно различаются по биологическим свойствам.

Известны три общих важных экотипа: *ксерофит* – растительная форма, приспособленная к засушливым условиям существования, *гигрофит* – форма, приспособленная к существованию в условиях избыточного увлажнения, и *мезофит* – форма, приспособленная к условиям среднего увлажнения.

Характеристика растительных форм, установление степени их сходства и различий по многим биологическим особенностям даётся в результате их *эколого-географической группировки* (дифференциации). Различные географические формы растений всегда произрастают в различных условиях и приспособляются к ним путём отбора как определённые экологические формы. Поэтому географические формы могут одновременно рассматриваться как экологические.

Основоположник эколого-географической систематики культурных растений – академик Н. И. Вавилов. Он установил определённые закономерности в дифференциации видов на эколого-географические группы, или типы. Каждая эколого-географическая группа характеризуется сходными для всех культур признаками, сформировавшимися под влиянием отбора в одних и тех же природно-географических условиях.

Н. И. Вавилов предложил схему внутривидовой систематики культурных растений, основанную на эколого-географических принципах: вид → эколого-географические типы → ботанические разновидности → формы и сорта.

Сорта и формы растений формируются и приспособляются в ходе естественного и искусственного отбора к определенным почвенно-климатическим условиям. В разных эколого-географических условиях создаются соответствующие им экотипы растений. Так, сорта пшеницы северных регионов нашей страны влаголюбивы в течение всей вегетации, в Западной Сибири сформировались сорта пшеницы, устойчивые к длительной весенней засухе, в государствах Средней Азии – устойчивые к засухе в период налива зерна. В северных областях нашей страны отбор создал скороспелые сорта и формы зерновых культур. Экологически отличный от этого тип скороспелости пшеницы сложился в Индии и Сирии.

Экотипы одного и того же вида растений отличаются наследственно обусловленным комплексом признаков и свойств приспособительного значения. Деление на экотипы обусловлено местом произрастания растений вида, поэтому обозначение экотипов обычно связано с географией этого места, а сами они являются, чаще всего, эколого-географическими типами.

Для целей селекции растений вопросы их экологической классификации очень важны по причине резких сортовых различий форм, происходящих из разных районов. Зная принадлежность растительного образца к тому или иному экотипу, уже можно в определённой мере судить о его биологических свойствах и признаках приспособительного значения и осознанно подбирать, например, родительские формы для скрещивания, чтобы получить потомство с необходимой выраженностью этих признаков и свойств.

В соответствии с предложенной Н. И. Вавиловым схемой внутривидовой систематики культурных растений (вид → эколого-географические типы → ботанические разновидности → формы и сорта) сорт предстаёт как завершающее, далее неделимое звено в этой системе. Но согласно многочисленным исследованиям, сорт представляет собой сложную биологическую систему, состоящую из нескольких *биотипов*.

Биотипы следует воспринимать как *группы растений в пределах сорта*, различающиеся между собой по ряду биологических свойств, морфологических и хозяйственных признаков. Возникновение биотипов – естественный процесс экологического дифференцирования сорта, растения которого находятся в многообразных взаимных связях с факторами окружающей среды, включая агротехнические.

Характер внутрисортной биотипической изменчивости у разных сортов неодинаков: особенно сильно биотипическое разнообразие проявляется у сортов гибридного происхождения. Внутрисортная изменчивость неустойчива в любом селекционном сорте, поскольку является его ответной реакцией на колебания внешних условий. При этом биотипический состав сорта не остаётся постоянным, он меняется в зависимости от условий произрастания.

За счёт дифференциации на биотипы и изменения соотношения их в меняющихся погодных условиях сорт приобретает адаптационную «*пластичность*», т.е. способность в любых местных условиях давать стабильную урожайность.

## **4 Признаки и свойства растений в сортоведении**

Характеристики возделываемых растений и их сортов изучаются очень давно: без такого изучения были бы невозможны ни ботаническая систематика растений, ни интродукция новых культур, ни селекция новых сор-

тов, в том числе народная. Однако существенное развитие сортоведение получило в эпохальных работах Н.И. Вавилова и его последователей во Всероссийском институте растениеводства.

Сорта качественно, т.е. в существенных чертах, различаются между собой. Качество сортов проявляется в их признаках и свойствах. Любая форма или сорт растений характеризуются совокупностью многих признаков и свойств. Признак или свойство – это единица морфологической, физиологической или биохимической дискретности организма.

**Признаками** называются морфологические особенности строения растений. Признаки у растений определяются путём измерения, взвешивания и глазомерной оценки. К ним относятся высота растений, число и величина листьев, толщина стебля, число междоузлий и побегов кущения у злаков, величина колоса, метёлки, форма клубня, корнеплода, плода, крупность зерна, наличие или отсутствие остей и опушения, плотность колоса или метёлки у злаков, окраска семян и плодов и т. д.

Хозяйственная значимость различных признаков неодинакова: одни имеют большее, другие меньшее значение.

Биологические, физиологические, биохимические и технологические особенности растений называются **свойствами**. Они тоже изучаются в сортоведении, поскольку определяют скороспелость, продуктивность, технологичность, болезнеустойчивость и другие производственно важные характеристики сорта.

К биологическим особенностям относятся тип размножения (семенное, вегетативное), продолжительность жизни (однолетник, двулетник, многолетник), тип развития (яровой, озимый, двуручка), даты прохождения и продолжительность отдельных фенологических фаз и всей вегетации.

Физиологические свойства растений – это степень их засухоустойчивости, холодостойкости, зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям и т. п. Кроме того, к физиологическим свойствам относят реакцию на условия освещения, отзывчивость на высокий агрофон, в том числе применение удобрений, орошения и т. д.

Биохимические свойства определяются количественным и качественным составом различных веществ: белка, крахмала, сахара, жира, эфирных масел, витаминов и алкалоидов.

Технологические свойства растений связаны с их промышленной переработкой. Это выход муки из зерна при помоле, объём и пористость выпекаемого из муки хлеба, количество экстрактивных веществ в зерне ячменя, перерабатываемого на пиво, пригодность для консервирования плодов и ягод, технические данные волокна у прядильных культур и т. д.

Производственная оценка сорта – тоже обязательный элемент его характеристики в сортоведении, которая складывается из комплекса по-

казателей, характеризующих продуктивность, скороспелость, качество продукции, пригодность к механизированному возделыванию и уборке. Основным показателем ценности сорта – его урожайность. Она представляет собой сложное сочетание многих хозяйственно-биологических признаков и свойств растений.

Признаки растений условно делят на две группы: *качественные и количественные*. С точки зрения математической статистики, различия между качественными и количественными признаками состоят в том, что первые группируются, а вторые не группируются в дискретные классы вариационного ряда.

**Качественными** называются такие признаки, различия по которым можно установить непосредственно путём глазомерного определения, например: остистый или безостый колос, голубая или белая окраска цветков, плёчатое или голое зерно, округлая или овальная форма клубней, полый или выполненный стебель, опушённый или неопушённый лист и т. д.

**Количественными** называются такие признаки, различия по которым нельзя или трудно установить путём глазомерной оценки и для их определения необходимо прибегать к измерению, взвешиванию, подсчёту. К ним относятся число зёрен в колосе и початке, масса клубней и корней, крупность семян, диаметр корзинки у подсолнечника, длина и толщина стебля и т. д.

Деление признаков на качественные и количественные носит условный характер. Любому качественному признаку можно дать количественную характеристику, но в большинстве случаев достаточная определённость в оценке его достигается глазомерно. Если же глазомерная оценка недостаточна, то различия по качественным признакам устанавливают соответствующей количественной мерой.

Например, при сравнении двух сортов, один из которых безостый, а другой остистый, различия между ними по этому признаку устанавливают глазомерно. Если же сравнивают два остистых сорта, то может возникнуть необходимость дать количественную характеристику этого признака, т. е. указать среднюю длину остей колоса у одного и у другого сорта. С другой стороны, различия по признакам, которые обычно относятся к количественным, иногда устанавливают глазомерно. Так, при оценке некоторых сортов по такому количественному признаку, как высота стебля, ограничиваются определениями: высокий, средний, низкий. Устанавливая величину зерна, нередко оценивают его как крупное, среднее, мелкое и т. д.

Любой признак или свойство организма в каждом поколении развивается заново на основе одного или нескольких генов во взаимодействии их с внешней средой. Но так как внешние условия, в которых развивается организм, никогда не бывают постоянными, то один и тот же признак бывает выражен в разной степени – в разных модификациях.

При этом качественные признаки, как правило, контролируются небольшим числом (1–3) генов. Они обладают большой устойчивостью, развитие их относительно меньше зависит от колебания внешних условий и поэтому носит прерывный (дискретный) характер. Количественные признаки контролируются большим числом генов и в значительной мере подвержены модификациям. Они обладают меньшей устойчивостью, развитие их сильно зависит от колебания внешних условий и поэтому носит непрерывный характер.

Степень изменчивости как качественных, так и количественных признаков растений под влиянием внешних условий различна: одни признаки более изменчивы, другие менее. Селекционеру и семеноводу при изучении внутривидового разнообразия экотипов, форм и сортов необходимо хорошо знать и учитывать:

- степень наследственной изменчивости того или иного признака или свойства у различных форм и сортов;
- степень изменчивости определённого признака у одного и того же сорта (норму его реакции) под влиянием различных условий выращивания.

Это необходимо для подбора нужных форм при выведении нового сорта, для создания наилучших условий уже выращиваемым сортам и для описания и различения разных сортов друг от друга в процессе апробации.

Например, у пшеницы существуют наследственно крупнозёрные и мелкозёрные формы. У первых из них средняя масса 1000 семян 50–60 г, у вторых – 20–25 г. При возделывании в одних и тех же условиях такая разница в крупности зерна сохраняется. При низкой агротехнике у крупнозёрной формы масса 1000 семян резко снижается, она может быть почти такой же, как у мелкозёрной формы, т. е. 25–30 г. У мелкозёрной формы в этих же условиях масса 1000 семян, как правило, снижается незначительно – всего на 2–3 г. Из этого следует, что крупнозёрная форма, представляя большой интерес для селекции, имеет преимущества и может быть использована только в условиях высокого агрофона.

В процессе обязательного в семеноводстве сортового контроля (путём прежде всего апробации) принадлежность растений к тому или иному сорту культуры устанавливают по типичным для него и стойким морфологическим признакам – апробационным (которыми обычно служат признаки разновидностей) и сортовым. Поэтому важно учитывать изменчивость этих апробационных и сортовых признаков в различных условиях выращивания.

Например, такие стойкие апробационные признаки, как безостость или окраска остей, у некоторых сортов пшеницы модифицируют под влиянием условий выращивания. При сухой и жаркой погоде после начала колошения у отдельных безостых сортов образуются зачатки остей. При влажной погоде у отдельных остистых сортов, имеющих в обычных условиях чёрную окраску остей, они приобретают белый цвет.



Форма колоса (сортовой признак) у пшеницы сильно изменяется в зависимости от условий выращивания. Сравнительно более устойчив булавовидный тип колоса. Длина колоса изменяется в зависимости от сорта, района и года возделывания, а также от агротехнических условий. Абсолютные величины не постоянны, но относительные различия сортов по данному признаку в условиях одной репродукции в большей или меньшей степени сохраняются.

Плотность колоса, как и признаки, из которых она складывается (длина колоса и число колосков в колосе), довольно изменчива и в сильной степени зависит от условий выращивания. Многие сорта при широкорядном посеве значительно снижают плотность колоса, которая бывает неодинаковой у разных растений и даже на разных стеблях одного куста.

Размеры и форма колосковых чешуй (средней части колоса) сравнительно меньше других признаков изменяются в зависимости от района возделывания и агротехники. Отмечено, что характер и амплитуда изменчивости более или менее постоянны для сорта. Изменчивость у сортов твёрдой пшеницы сильнее, чем мягкой, а среди последних у среднеазиатских больше, чем у европейских. Установлено, что совокупность факторов, вызывающих уплотнение колоса, обуславливает и соответствующее укорачивание колосковых чешуй.

Форма зерна варьирует, но в крайних своих выражениях признана довольно стойким признаком и часто может служить сортовым отличием.

Таким образом, знание признаков и свойств полевых культур и влияния на них факторов внешней среды облегчает селекционную и семеноводческую работу и позволяет правильно описывать и различать сорта.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое сорт и гетерозисный гибрид? Уточните существенные моменты определения сорта.
2. Как отличаются сорта по происхождению и способам выведения?
3. Что является предметом сортоведения и какие методы применяют для всестороннего изучения сортов?
4. Что такое сорт с точки зрения систематики растений?
5. Охарактеризуйте основные признаки растений сорта. Как они изменяются под влиянием среды?
6. Охарактеризуйте основные свойства сорта. Как они изменяются под влиянием среды?
7. Понятие об эколого-географической систематике культурных растений и экологических типах.
8. Принципы эколого-географической систематики культурных растений.
9. Что такое экотип и какие существуют основные экотипы растений? Какие установлены экологические группы у пшеницы?
10. Охарактеризуйте и отличите понятия экотип, сортотип, биотип.

## Тема 3

### Исходный материал в селекции растений

1. Исходный материал для селекции и его виды
2. Сбор и сохранение генофонда исходного материала
3. Учение Н. И. Вавилова об исходном материале и его практическое значение для селекции и семеноводства

#### 1 Исходный материал для селекции и его виды

Для создания селекционного сорта (или гетерозисного гибрида) необходим *исходный материал* – то разнообразие культурных и диких растительных форм, из которого могут быть созданы новые сорта. По убеждению Н. И. Вавилова, от правильного выбора исходного материала зависят темпы селекционной работы и её успех.

Используемые в качестве исходного материала растительные формы либо могут уже существовать в природе, либо селекционер их создаёт различными методами селекции (гибридизации, мутагенеза, полиплоидии, генной инженерии и т.п.).

Из существующих в природе растительных форм для создания новых сортов используют *дикорастущие формы, местные сорта, сорта селекционные* (районированные и нет).

Дикорастущие формы – обычно доноры иммунитета, высокой выносливости, устойчивости к экстремальным условиям, специфических питательных веществ. Нередко используют дикие формы не только данного вида культуры, но и других её видов, и даже родов (*разные виды пшениц, пшеница с рожью, сорго с гумеом*).

Ещё более ценны в этом плане местные сорта народной селекции: они не растеряли ценных качеств диких форм и в то же время окультурены народной селекцией. Эти сорта использовались в качестве исходного материала в селекции многих культур, но особенно – пшеницы (*Артёмовка – на Украине, Полтавка, Белотурка, Русак, Хивинка – в Поволжье*). Эти сорта сегодня практически вытеснены из посевов, поэтому велика опасность утраты их генофонда, в связи с чем их следует сохранять в коллекционных посевах.

Местные селекционные сорта являются, в определённой мере, лучшим на сегодняшний день исходным материалом для селекции, особенно в тех регионах, в которых они рекомендованы к возделыванию (районированы).

В исходном материале для селекции можно различать следующие его **виды**:

- естественные популяции (дикорастущие формы, местные сорта, образцы мировой коллекции),

- гибридные популяции (внутривидовые, межвидовые, межродовые),
- самоопыленные линии (в селекции на гетерозис),
- искусственные мутанты,
- полиплоидные формы.

Сегодня к этому списку можно уже добавить формы, созданные методами биотехнологии (путём генных модификаций, клонирования, и т.п.).

Очевидно, что исходный материал для селекции может быть:

- уже сформировавшийся (сорта народной селекции, селекционные сорта и гибриды, дикорастущие формы), который можно назвать первичным,
- либо созданный искусственно (гибридизацией, мутагенезом, полиплоидией, культурой клеток и т.п.), который можно назвать вторичным.

Можно также выделить исходный материал *местного* происхождения и **интродуцированный**. Местным исходным материалом могут быть как *сорта народной селекции* данной местности, так и созданные здесь селекционным путём (*селекционные сорта*). К интродуцированному исходному материалу относят сорта (и народной селекции, и селекционные), привлечённые из других мест и при этом сохранившие свои прежние свойства.

Интродукция – это введение в культуру (завоз) из других почвенно-климатических районов (эколого-географических зон) новых культур, видов, сортов или форм растений, которые здесь ранее не культивировались (*кукуруза, картофель, подсолнечник, соя, пшеница и др.*), а также введение (завоз) новых признаков (генов).

Существует два основных способа интродукции: **натурализация** и **акклиматизация**. При натурализации интродуцированные (завезённые) растения оказываются неплохо приспособленными к новым условиям произрастания (по причине схожести этих условий условиям на родине растений либо по причине высокой экологической пластичности этих растений) и обеспечивают высокую продуктивность.

Но обычно интродуцированные (завезённые) растения оказываются плохо приспособленными к новым условиям произрастания. Большинство биотипов завезённой популяции в новых условиях гибнет, поэтому необходима работа по адаптации культуры к новым условиям путём акклиматизации. При этом за счёт как естественного, так и искусственного отбора в завезённой популяции накапливаются приспособленные к новым условиям произрастания биотипы растений, что и обеспечивает высокую продуктивность акклиматизированной культуры. Однако завезённая популяция растений и акклиматизированная популяция по своей генетической структуре уже различаются.

В разработку теории и практики интродукции растений внесли свой вклад И. В. Мичурин и особенно Н. И. Вавилов, разработавший учение об исходном материале в селекции растений.

Интродуцированный материал может быть использован двояко: либо для непосредственного внедрения в производство, либо в качестве исходного материала для селекционной работы. Поэтому в интродуцированном материале можно согласно Н.И. Вавилову, выделить три группы:

- новые культуры,
- новые сорта возделываемых культур,
- источники новых признаков (генов) возделываемых культур.

Пример интродукции новой культуры: картофель вместо репы, кукуруза вместо чумизы. Пример интродукции новых сортов: советский сорт озимой пшеницы Безостая 1 в Турции, Иране, Китае, странах Восточной и Западной Европы. Пример интродукции новых признаков (генов): гены устойчивости к болезням и вредителям, гены короткостебельности.

## **2 Сбор и сохранение генофонда исходного материала**

Успех работы селекционера в значительной мере зависит от правильного выбора необходимого для селекции исходного материала, т.е. от использования в селекционном процессе образцов культурных растений с ценными в селекционном отношении признаками и свойствами. Но чтобы было что использовать в селекции, ценные образцы растений необходимо найти, изучить и сохранить в виде растительных коллекций.

Основоположник нашей научной селекции Н.И. Вавилов с целью изучения многообразия и географического распространения культурных растений одним из первых в мире в 20-е годы прошлого века организовал около 200 экспедиций по самым труднодоступным и часто опасным местам земного шара. В результате его работ и работ его последователей – сотрудников Всесоюзного (ныне – Всероссийского) НИИ растениеводства (сокращённо – ВИР) – в нашей стране была собрана уникальная, самая крупная в своё время в мире коллекция образцов дикорастущих форм, местных и селекционных сортов различных культур.

В коллекции ВИР более 300 тыс. образцов различных растений, в т.ч. около 60 тыс. образцов пшеницы и её родственников, более 40 тыс. образцов ржи, ячменя и овса, 45 тыс. образцов зернобобовых культур. При этом каждому образцу присвоен свой индивидуальный номер, зафиксировано место его происхождения и другая информация о нём.

Собрана мировая коллекция ВИР практически со всей планеты. Её задача – сохранить для будущих селекционеров имеющееся растительное разнообразие и всесторонне изучить его. Изучаются коллекции культур в сравнении со *стандартными* сортами по единым методикам на многих опорных пунктах ВИР. По результатам изучения издаются для селекционеров справочники-каталоги с характеристикой изученных образцов.

Собранный российскими учёными растительный генофонд сохраняется в живом виде путём регулярно проводимых посевов семян в различных регионах России, а также путём длительного хранения в специфических условиях. В 1976 г. для генофонда ВИРа на Кубани было построено подземное Национальное хранилище семян вместимостью около 0,5 млн образцов, где семена хранятся при строго определённой температуре, в т.ч. и при -196°C (жидкий азот). Благодаря созданию специальных режимов температуры и влажности срок хранения семян без пересева может достигать 30–50 лет.

В настоящее время идёт строительство такого же хранилища семян в Восточной Сибири (в зоне вечной мерзлоты). В объединённой Европе уже функционирует криохранилище генофонда растений на о. Шпицберген (Норвегия).

Общее число растительных образцов в коллекциях различных стран сегодня превышает 3 млн. Держателями крупных коллекций генетических ресурсов растений являются США (примерно 550 тыс. образцов), Китай (440 тыс.), Индия (340 тыс.), Россия (320 тыс.), Франция (250 тыс.), а также Канада, Япония, Германия, Корея и Великобритания.

Серьёзной проблемой при селекции большинства сельскохозяйственных культур является сегодня крайне узкое генетическое разнообразие их исходного материала и эрозия их генофонда. Это обусловлено следующими причинами.

С одной стороны, в процессе селекции повысилась генетическая однородность сортов: доля близкородственных сортов по регионам выращивания превышает 50%, и это может иметь опасные последствия из-за однообразной восприимчивости к патогенам.

С другой стороны, потеряно значительное число российских оригинальных предков современных сортов, которые могли нести комплекс генов адаптивности к специфическим условиям России.

Решение задачи расширения генетического разнообразия возделываемых культур связывают с вовлечением в их генофонд генетического материала диких сородичей и родственных видов. Однако естественные ареалы таких потенциальных видов-доноров резко сократились, а их полиморфизм в имеющихся генетических коллекциях невелик вследствие малого объёма этих коллекций. Поэтому сегодня быстро уменьшается потенциальная возможность расширения биоразнообразия возделываемых видов. Для предотвращения этого необходимо быстро собирать и эффективно сохранять не только природный исходный материал, но и экспериментально созданный генетический и селекционный материал.

При использовании исходного материала в селекции различают генетические *источники* и *доноры*. Генетический источник – это образец, обладающий селекционно-ценными признаками и свойствами, о которых

пока неизвестно, как они наследуются. Донор – это источник, изученный со стороны наследования его ценных признаков и свойств: известно, как его характеристики контролируются (полигенно или олигогенно, насколько легко передаются потомству, какими корреляциями связаны с другими признаками и свойствами и т.д.).

Очевидно, что знания об источниках и донорах в исходном материале – это разный уровень его изученности, и для селекции большую значимость имеют знания о донорах тех или иных признаков и свойств.

Селекционер привлекает для создания исходного материала и выведения в дальнейшем новых сортов большое количество различных образцов (прежде всего сортов). Однако далеко не каждый вовлечённый в селекционный процесс исходный образец обеспечивает создание нового сорта. Когда какой-либо из таких образцов оказывается в родословной многих созданных селекцией сортов, говорят о его высокой **сортообразующей способности**.

Сортов с высокой сортообразующей способностью немного. У озимой пшеницы можно назвать, например, сорта Безостая 1, Мироновская 808 и Одесская 16. Они вошли в родословную почти всех районированных в России сортов этой культуры. У яровой мягкой пшеницы высокой сортообразующей способностью обладает сорт Саратовская 29.

### **3 Учение Н. И. Вавилова об исходном материале и его практическое значение для селекции и семеноводства**

Знание закономерностей распределения растительных форм по земному шару, их ботанические, экологические и генетические особенности, характер их использования в селекционной работе – все это оформилось как **учение об исходном материале**, а наиболее весомый вклад в развитие учения принадлежит его основателю Н. И. Вавилову.

Учение об исходном материале является основополагающим в современной селекции, поскольку этот материал служит источником наследственной изменчивости, без которой невозможна селекция, а само учение об исходном материале помогает селекционеру ориентироваться в море имеющихся растительных форм и осознанно подбирать для селекции исходный материал.

Теоретической основой для создания исходного материала в селекции служат два закона, сформулированные Н. И. Вавиловым при изучении мирового генофонда культурных растений, который он и начал собирать в первой четверти прошлого века, создавая знаменитый сегодня ВИР и его мировой значимости коллекцию растительных ресурсов.

В основе учения об исходном материале – его *эколого-географическая дифференциация*, позволяющая выделить экологически обособленные группы растительных форм одного и того же вида – экологические типы, или **экотипы**, приспособленные к конкретным условиям произрастания и отличающиеся наследственно обусловленным комплексом необходимых для такой приспособленности признаков и свойств.

Используя разработанные эколого-географические принципы классификации растений, Н. И. Вавилов создал *теорию ботанико-географических очагов генетического разнообразия признаков растительного вида и центров происхождения* (точнее – *центров формирования или формообразования*) культурных растений. В соответствии с этой теорией центром происхождения того или иного культурного вида является географический район с максимальным ботаническим разнообразием его форм.

Различают первичные центры происхождения культурных растений и *вторичные* центры, которые сформировались в результате миграции отдельных растительных форм из первичных центров. Первичные центры происхождения являются носителями доминантных признаков растений, а вторичные – их рецессивных признаков вследствие большого распространения гомозиготных форм с рецессивными признаками (восковидный эндосперм кукурузы, голозёрные формы ячменя и т.п.).

Н. И. Вавилов установил 7 первичных мировых центров разнообразия и происхождения важнейших культурных растений: Южноазиатский тропический, Восточноазиатский, Юго-Западноазиатский, Средиземноморский, Эфиопский, Центральноамериканский и Андийский. В другой редакции своего труда он выделил 8 центров происхождения важнейших культурных растений: Китайский, Индийский, Среднеазиатский, Переднеазиатский, Средиземноморский, Абиссинский, Центральноамериканский и Южноамериканский. Все эти центры формирования культурных растений находятся в тропической и субтропической зонах, приурочены к горным массивам или плоскогорьям и связаны с очагами древнейших цивилизаций.

Учение Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений продолжили и развили его последователи, прежде всего работники ВИРа, в котором собрана и продолжает пополняться одна из самых крупных коллекций растительных ресурсов. Большой вклад в развитие учения о центрах происхождения культурных растений внёс П. М. Жуковский: на основе изучения новых поступлений в коллекцию ВИРа он установил существование не выявленных Вавиловым ещё четырех центров происхождения культурных растений: Австралийский, Европейско-Сибирский, Индонезийско-Индостанский, Североамериканский. Поэтому сегодня классификация центров происхождения культурных растений насчитывает 12 центров.

Более 80% культурных растений имеют свои первичные центры происхождения в восточном полушарии (в «Старом Свете»), и только менее



20% происходят из Америки. При этом почти половина всех видов культурных растений происходит из Китая и Индии, много видов сформировалось в Передней Азии и в Средиземноморье.

П. М. Жуковский не только установил существование новых центров разнообразия и происхождения культурных растений, но и создал теорию мегацентров (генетических центров, или генцентров), которые объединяют первичные и вторичные очаги происхождения культурных растений, установил эндемические микроцентры диких видов, генетически родственных культурным, и составил карты их распространения. Всё это ещё более повысило значимость для селекции учения (или закона) о центрах происхождения и разнообразия культурных растений.

Изучая и систематизируя собранное в многочисленных экспедициях мировое разнообразие растительных ресурсов, Вавилов установил параллелизм в изменчивости признаков и свойств различных культур и вывел *закон гомологических рядов в наследственной изменчивости* (1920 г., Вавилову 33 года). Гомологичный – соответственный.

Согласно этому закону, генетически близкие виды и роды растений характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости признаков и свойств, т.е. в их генетической изменчивости существует определённый параллелизм. Например, в пределах разных родов злаков существует параллельная изменчивость окраски зерна: у ржи, пшеницы, ячменя, овса и проса зерно бывает белым и зелёным, а у ржи, пшеницы и ячменя – ещё и красным, фиолетовым, чёрным.

Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости позволяет предвидеть и предсказать существование пока ещё не обнаруженных у вида признаков и свойств или их вариантов и целенаправленно создавать подобные формы (безостая твёрдая пшеницы, озимая твёрдая пшеница и т.п.). По своей значимости для генетики и селекции этот закон сопоставим с Периодической системой элементов Д. И. Менделеева в химии.

Современная трактовка этого закона такова: спонтанный мутационный процесс у генетически близких видов и родов протекает параллельно, в результате возникают сходные мутации, образующие гомологические ряды изменчивости, и при этом чем генетически ближе организмы, тем больше сходства наблюдается в спектре их изменчивости.

Эколого-географические принципы систематики растений, учение Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений и открытый им закон гомологических рядов в наследственной изменчивости имеют исключительно большое значение для изучения и нахождения необходимого селекционеру исходного материала: позволяют знать, где искать, например, засухоустойчивые формы, где – крупноплодные и крупнозёрные, стойкие к полеганию, поражению теми или иными болезнями и т.д.



### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое исходный материал в селекции, каковы его виды и его значение для селекции растений?
2. Что такое интродукция растений и акклиматизация растений, для чего они используются в растениеводстве?
3. Каково значение для селекции дикорастущих форм растений и стародавних сортов?
4. Каковы способы (или методы) получения (в т.ч. создания) исходного материала для селекции растений?
5. Эколого-географическая дифференциация исходного материала, её принципы и значение для селекции.
6. Учение Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений.
7. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и его значение для селекции.
8. Создание мировой коллекции сельскохозяйственных растений в России и её сохранение.
9. Как, для каких целей используется мировая коллекция растений в селекции?

## Тема 4

### Виды и методы селекции растений; аналитическая селекция, отбор

1. Методы селекции, аналитическая и синтетическая селекция
2. Отбор, его виды и методы
3. Особенности индивидуального отбора

#### 1 Методы селекции, аналитическая и синтетическая селекция

Методы селекции могут быть разделены на две большие группы.

- Аналитические методы – когда селекционер разлагает (анализирует) сложные популяции на уже существующие там биотипы (а значит, и генотипы) и отбирает нужные из них. Сюда относятся все методы отбора, а также инцухт (принудительное самоопыление перекрёстноопыляющихся культур).
- Синтетические методы – когда селекционер соединяет в одном сорте ценные качества нескольких исходных форм и создаёт новые, не существовавшие ранее генотипы, т.е. синтезирует новый сорт. Сюда относятся прежде всего методы гибридизации – внутривидовой и отдалённой. Но сюда же относятся методы, основанные на искусственно вызываемой изменчивости – мутагенез, полиплоидия, генетическая инженерия и другие.

Выбор метода селекции зависит от:

- имеющегося в распоряжении селекционера исходного материала,
- селекционной проработанности культуры,
- её биологических особенностей,
- сложностей задач, которые стоят перед селекционером при создании

нового сорта,

- технических возможностей селекционера.

Когда в селекционной работе используются аналитические методы (т.е. тот или иной вид отбора из уже существующих популяций), говорят об *аналитической селекции*.

Когда в селекционной работе используются синтетические методы селекции (позволяющие создавать новые, не существовавшие ранее популяции генотипов), говорят о *синтетической селекции*. Виды синтетической селекции бывают разные. Тот вид синтетической селекции, когда новые генотипы синтезируются путём гибридизации (скрещивания), которая позволяет комбинировать гены родителей, называют *комбинационной селекцией*.

Первоначальный период научной селекции – **аналитическая селекция**, в ходе которой селекционер из местных сортов народной селекции или иных естественных популяций растений отбирал лучшие по внешним признакам особи. Отобрать, естественно, удавалось только те генотипы, которые уже присутствовали в исходной популяции: она как бы анализировалась путём отбора, который и был методом селекции.

К примеру, селекционеры НИИСХ Юго-Востока (г. Саратов), начиная примерно 100 лет назад селекцию яровой мягкой пшеницы, проанализировали (разложили на линии) популяцию местного сорта народной селекции Полтавка и отобрали в ней лучшую линию под номером 062. Так был создан сорт аналитической селекции Лютесценс 62, который долго возделывался в производстве.

Эффективность аналитической селекции, использующей только отбор, определяется наличием в исходном материале генетического разнообразия. Поэтому её проведение эффективно при использовании популяций дикорастущих форм, местных стародавних сортов и селекционных сортов популяций, но неэффективно при использовании чистотинейных сортов.

Путём аналитической селекции создано много сортов полевых культур, однако возможности этой селекции ограничены, поскольку она позволяет отобрать только те биотипы и генотипы, которые уже имеются в используемой для работы популяции и возникли там без вмешательства селекционера.

Создать же новые генотипы, совмещающие в себе необходимые селекционеру качества, путём аналитической селекции невозможно – это позволяет сделать синтетическая селекция.

## 2 Отбор, его виды и методы

В ходе аналитической селекции используется только один метод селекции – **отбор**.

По своей сути отбор – это процесс дифференцированного (неодинакового) воспроизведения в потомстве различных генотипов популяции: наиболее ценные для целей отбора воспроизводятся (высеваются и дают потомство), а менее ценные – не воспроизводятся (выбраковываются). Отбор бывает двух видов: *естественный* (происходит в природе) и *искусственный* (выполняется в селекции и семеноводстве).

В дарвинизме естественный отбор – один из главных факторов эволюции. Он бывает либо *позитивный* (сохраняет эволюционно ценные особи), либо *негативный* (устраняет плохо приспособленные особи), либо *модальный* (сохраняет типичные для данной популяции особи).

В селекции и семеноводстве применяется искусственный отбор, который может быть бессознательным, но чаще бывает сознательным и при этом – по-

зитивным, негативным либо модальным. Искусственный отбор – *обязательный и неотъемлемый элемент всех методов селекции*, которые различаются прежде всего *способами создания исходного материала*. В этом плане исходный материал может быть естественного происхождения (*аналитическая селекция*) или получен путём гибридизации (*комбинационная селекция*), мутагенеза, полиплоидии и другими методами (*синтетическая селекция*). Но вот принципы отбора во всех случаях остаются одинаковыми.

Процесс искусственного отбора включает две группы мероприятий (два этапа):

**1) оценку исходного материала**, когда в исходной популяции (из исходного материала) отбирают лучшие (элитные) особи по определённым критериям;

**2) избирательное размножение (воспроизведение) отобранных элит**, когда проводят испытания их потомств, проверяя успех отбора желаемых генотипов.

Выполняемый селекционером отбор основан на следующих общих принципах.

1. Популяция исходного материала должна быть достаточно многочисленной, чтобы обеспечить генетическое разнообразие. При увеличении размера популяции повышается вероятность отбора ценных генотипов.

2. Отбор элитных растений из исходного материала проводят на основе запланированных критериев отбора в течение всей вегетации. Окончательно элитные растения отбирают по сумме всех критериев отбора после их проявления.

3. Число элитных растений, которое следует отбирать, определяется запланированной интенсивностью отбора. Хороший результат (сдвиг при отборе) получают, если отбирают около 10% особей исходной популяции или меньше.

4. Надёжность проверки результата отбора на втором этапе (испытание потомств элитных растений) зависит от точности полевого опыта. Первое потомство испытывают без повторности (так как мало семян), через 10–40 делянок высевает стандартный сорт (районированный в данной местности сорт, широко возделываемый в производстве) или исходную популяцию. На основании испытания первого потомства элитных растений опять отбирают около 10% наилучших линий или семей.

5. Оценку второго поколения потомств проводят в точном полевом опыте с повторностями. Теперь результат отбора можно проверить по урожайности и другим признакам. Из этих потомств отбирают опять около 10% наиболее продуктивных.

6. Площадь делянок и число повторностей в каждом последующем испытании увеличивается, а число потомств в результате отбора уменьша-

ется. Испытание прекращают, когда можно указать потомства, наилучшим образом отвечающие задачам селекции. Как правило, проводят три испытания потомств, из которых два последних – в местах будущего распространения создаваемых сортов.

Эффективность искусственного отбора зависит от многих факторов, прежде всего от способа опыления селективируемого растения (либо *аутогамия* = самоопыление, либо *аллогамия* = перекрёстное опыление), и от того, качественным или количественным является признак отбора (*пример*: качественные признаки обычно моногенны, и фенотип почти чётко отражает генотип, а количественные признаки полигенны, генетические различия по ним маскируются модификациями).

Эффективность отбора по количественным признакам много ниже, чем по качественным, и повысить её можно двумя способами:

- 1) минимизировать влияние среды на фенотипическое проявление признака,

- 2) вести отбор очень строго и в большом объёме.

Отбор по количественным признакам будет действенным только в том случае, если хотя бы часть наблюдаемой фенотипической изменчивости признака, подлежащего отбору, обусловлена генетически.

В ходе искусственного отбора, направленного на усиление признаков, полезных для человека, всегда происходит и естественный отбор, направленный на сохранение признаков, полезных для организмов. Направления естественного и искусственного отбора не всегда совпадают, а порой даже противоречат друг другу, и это противоречие может тормозить селекцию.

Существует два основных метода искусственного отбора: массовый и индивидуальный. Исторически массовый отбор предшествовал индивидуальному, на нём были основаны примитивная и народная селекция. Индивидуальный отбор начали использовать в период промышленной селекции.

При **массовом** отборе из исходной популяции отбирается большое число схожих друг с другом элитных растений, отвечающих по комплексу признаков целям селекции, т.е. тем требованиям, которыми должен обладать будущий сорт. После лабораторной браковки семена отобранных растений *объединяют* в один образец и высевают на одной делянке в качестве вновь созданной (улучшенной) популяции.

Применяют массовый отбор в селекции и аутогамных видов (самоопылителей), и аллогамных (перекрёстноопыляемых). У самоопылителей массовый отбор выполняется проще, а эффективность его выше, чем у перекрёстноопыляющихся культур.

Особенно низка эффективность массового отбора у перекрёстников на доминантные признаки. Поэтому у таких культур массовый отбор сочетают

с методами контролируемого опыления. Для этого разработаны два основных метода: массовый отбор при контролируемом опылении и повторяющийся (рекуррентный) отбор по фенотипу.

В первом случае (массовый отбор при контролируемом опылении) из исходной для отбора популяции ещё до начала цветения удаляют все особи, которые не отвечают целям селекции (до 90% популяции). В результате опыление происходит только между элитными растениями. Очевидно, что этот метод применим только к тем признакам, которые можно оценить (хотя бы косвенно) ещё до цветения.

Рекуррентный (повторяющийся, периодический) отбор по фенотипу предусматривает применение принудительного самоопыления (например, у кукурузы), которое выполняется у отобранных элитных растений. Семена этих элит после самоопыления объединяют и высевают для свободного переопыления, что позволяет снять инцухт-депрессию. На этом заканчивается первый цикл рекуррентного отбора по фенотипу, и может быть проведён второй цикл отбора и т.д., до тех пор, пока не будет исчерпана генетическая изменчивость, т.е. до исчезновения эффекта отбора.

Полученные после свободного переопыления каждого цикла рекуррентного отбора семена элит используют для оценки эффективности отбора по той же методике, которая используется при проведении простого массового отбора.

Массовый отбор бывает *однократный* и *многократный* (до *непрерывного*). Однократный массовый отбор эффективен только у самоопылителей. У перекрёстноопыляющихся растений эффективен многократный массовый отбор, когда массовый отбор повторяется в потомстве элитных растений на второй, затем на третий и т.д. год после первого отбора. Работу по этой схеме продолжают в таком порядке до получения нужного результата, и массовый отбор в принципе может стать непрерывным

Созданный массовым отбором сорт и аутогамных, и аллогамных культур является размноженным потомством некоего множества родоначальных (элитных) растений, т.е. более или менее выравненной **популяцией** (*сорт-популяция*). Поэтому массовый отбор больше отвечает генетической структуре перекрёстноопыляющихся культур и при селекционной работе с ними чаще всего и применяется.

При **индивидуальном** отборе из исходной популяции тоже отбирают необходимые селекционеру элитные растения, но после лабораторной браковки семена этих элит *не объединяют* в один образец (т.е. не смешивают), как при массовом отборе, а *высевают индивидуально* (раздельно друг с другом, на разных делянках). Каждое выращенное потомство отобранных элит оценивают на соответствие её признаков желаемому результату. В дальнейшем размножают (тоже индивидуально, не смешивая) только лучшие по-

томства, а остальные выбраковывают – и так до тех пор, пока не останется всего несколько, а то и одно самое лучшее потомство.

Индивидуальный отбор тоже подразделяется на *однократный* и *многократный* и тоже применяется в селекции и аутогамных видов (самоопылителей), и аллогамных (перекрёстноопыляемых). Однако обычно индивидуальный отбор выполняется однократно, поскольку повторный отбор в потомстве гомозиготного генотипа самоопылителей не имеет смысла, так как в его потомстве отсутствует необходимое для отбора генетическое разнообразие.

Таким образом, у *самоопылителей* индивидуальный отбор – это выделение одного самого лучшего (элитного) растения и его размножение, а созданный индивидуальным отбором сорт представляет собой размноженное потомство этого родоначального растения, т.е. является линией (*линейный сорт, чистотлинейный сорт*).

У аллогамных видов индивидуальный отбор обычно сочетают с методом половинок, методами индивидуально-семейного и семейно-группового отбора. По причине специфики генеративного размножения *перекрёстноопыляемых культур* созданный у них индивидуальным отбором *сорт* является потомством не одного, а множества родоначального растения, т.е. является всё-таки **сортом-популяцией**.

У *вегетативно* размножаемых растений *индивидуальный* отбор выполняют в виде **клонового** отбора. Клон – это вегетативное потомство одного растения, полученное путём его деления на части. Например, клубни одного куста картофеля – это клон. Все особи одного клона имеют один и тот же генотип (примерно как у линий самоопылителей).

После выполнения отбора элит испытание клонов проводится так же, как испытание потомств отбора у самоопылителей. Разница заключается лишь в том, что вместо генеративного размножения происходит размножение вегетативное. Но вот популяции для проведения отбора могут быть получены разными путями.

*Один путь* – использовать естественные популяции вегетативно размножающихся видов с ясно выраженной генетической изменчивостью. В таких популяциях есть что отбирать, и проводятся отбор и испытание элит традиционно.

*Другой путь* обеспечивает способность вегетативно размножающейся культуры размножаться и генеративно. Тогда для повышения генетического разнообразия у неё выполняют обычное скрещивание и получают генеративное (семенное) потомство. Затем в выращенной из семян популяции выполняют клоновый отбор.

*Третий путь* получения популяций вегетативно размножаемых растений для выполнения отбора связан с мутагенезом. В клонах могут возник-

нуть мутации (естественные или искусственные), и после этого клоновые растения будут состоять из генетически различных клеток и тканей, т.е. станут химерами.

Генетически различные клетки и ткани клона разделяют различными методами (т.е. клон расхимеривают). Например, добиваются развития всех почек химерного организма, и из них выращивают полноценные растения, среди которых будут и мутантные. В полученном после расхимеривания вегетативном потомстве выполняют клоновый отбор.

Аутогамные популяции стремятся в гомозиготное состояние, и отбор в них проще и эффективнее. Аллогамные популяции гетерозиготны, степень гетерозиготности в поколениях постоянна (если нет отбора или мутаций), и потому отбор сопряжён с рядом сложностей и менее эффективен.

Возможности индивидуального отбора по выделению нужных генотипов выше, чем возможности массового отбора, и он более эффективен при проведении как по качественным, так и по количественным, как по рецессивным, так и доминантным признакам.

В то же время метод индивидуального отбора значительно более сложен и трудоёмок по сравнению с массовым отбором, и для получения сорта требует больше времени, т.к. новый сорт зарождается из семян всего одного растения, а то и одного колоса или метёлки – а это очень небольшое количество.

### **3 Особенности индивидуального отбора**

Основные принципы индивидуального отбора установлены ещё в середине 19 века французским селекционером Л. Вильмореном. Сформулированный им *принцип индивидуальной оценки потомств* (принцип Вильморена, или изоляционный принцип) гласит, что достоинство особи как производителя определяется не по индивидуальным качествам самого растения, а по средней ценности его потомства.

В конце 19 века шведский селекционер Г. Нильсон на Свалёфской селекционной станции экспериментально доказал преимущества индивидуального отбора, установив в специальном опыте, что исходным объектом селекции должно быть отдельное растение.

В учении В. Иогансена (1903) о фенотипе и генотипе и наследовании в популяциях и чистых линиях метод индивидуального отбора получил теоретическое обоснование. Им были определены условия, необходимые для эффективного проведения селекции этим методом:

- отбор эффективен только в смешанном (гетерогенном) исходном материале, т.е. в популяциях,
- при этом исходное растение должно быть гомозиготным,



- а размножение его потомства должно осуществляться только путём самоопыления.

Потомство такого исходного растения В. Иогансен назвал чистой линией и экспериментально показал, что индивидуальный отбор в чистых линиях неэффективен. Разницу в эффективности отбора в популяциях и чистых линиях он объяснил тем, что в популяциях отбираются растения, различия которых по фенотипу обусловлены как условиями произрастания (которые потомством не наследуются), так и генетическими факторами (которые потомством наследуются), тогда как в чистых линиях отбираются растения, различия которых по фенотипу обусловлены только условиями произрастания, поскольку генотип у всех особей чистой линии один и тот же.

При этом В. Иогансен отметил, что и в чистых линиях могут сформироваться наследственно различающиеся особи в результате мутаций, гибридизации и расщепления, и тогда чистая линия превратится в популяцию, и отбор в ней станет эффективным.

В селекционно-генетической терминологии существуют термины *семья*, *линия*, *клон*. *Семья* – это гетерозиготное потомство одного растения, а *линия* – гомозиготное потомство одного растения.

Понятие *линия* (чистая линия по В. Иогансену) применимо только к самоопыляющимся культурам. Для перекрёстноопыляющихся культур есть понятие самоопыленная линия – потомство одного растения, полученное в результате длительного принудительного самоопыления (*инцукта*).

Понятие *клон* применимо к вегетативно размножающимся растениям: это генетически однородное вегетативное потомство одного растения. Но в отличие от чистой линии, особи клона не обязательно гомозиготны, а могут быть и гетерозиготными.

**Индивидуальный отбор** – отбор, основанный на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших растений. Он состоит в том, что из исходной популяции отбирают элитные растения, но семена их **не смешивают** между собой (как при массовом отборе), а высевает **индивидуально** для проверки по потомству их генетической ценности, и таким образом в потомстве осуществляется *отбор по генотипу*. Потомства худших по генотипу, ошибочно отобранных по фенотипу растений, выбраковывают.

Возможности индивидуального отбора по выделению нужных генотипов выше, чем возможности массового отбора, и он более эффективен при проведении как по качественным, так и по количественным, как по рецессивным, так и доминантным признакам. В то же время метод индивидуального отбора значительно более сложен и трудоёмок по сравнению с массовым отбором, и для получения сорта требует больше времени, т.к. новый сорт зарождается из семян всего одного растения, а то и одного колоса или метёлки – а это очень небольшое количество семян.

Индивидуальный отбор применяют в селекции не только аутогамных видов, но и аллогамных. Однако у перекрёстников схема индивидуального отбора сложнее, чем у самоопылителей, поскольку у них потомство отбора формируется в результате переопыления растущих по соседству растений, т.е. на основе объединения материнской и отцовской наследственности. Кроме того, сказывается гетерозиготность элит и проявление инцухт-депрессии при близкородственном опылении или же самоопылении. Поэтому при проведении индивидуального отбора у перекрёстников приходится тем или иным путём обеспечивать контролируемое опыление элит и при этом предотвращать проявление инцухт-депрессии.

Потомство каждого отобранного элитного растения у перекрёстников называют уже не линией, как у самоопылителей, а семьёй, поскольку оно является продуктом расщепления гетерозиготного генотипа, т.е. популяцией.

Для обеспечения контролируемого опыления при индивидуальном отборе у перекрёстников разработан *метод половинок* (метод резервов, остатков). Суть его в том, что контролируемое опыление достигается разделением семян элит и их потомств на части, одна из которых используется для испытания потомств, а вторая – для продолжения отбора. При этом для продолжения отбора используются семена только тех половинок, которые оказались лучшими при испытании потомств.

Данный метод очень эффективно используется при селекции кукурузы, подсолнечника, ржи и других культур, у которых каждое растение даёт большое количество семян.

При применении индивидуального отбора у перекрёстников из-за близкородственного переопыления внутри одной семьи по причине её изолированного выращивания нередко наблюдается проявление инцухт-депрессии. Снизить этот негативный эффект позволяют методы индивидуально-семейного и *семейно-группового отбора*.

При работе с перекрёстниками важная проблема заключается в сохранении генетической чистоты отбираемых семей и их размножении для обеспечения семенами различных селекционных испытаний. Ведь при таких испытаниях различные потомства высеваются в непосредственной близости друг с другом. Если у самоопылителей полученные при этом семена можно использовать в дальнейшей работе, то у перекрёстников этого делать нельзя – потомства-то переопылялись друг с другом и потеряли свою генетическую чистоту, стали в генетическом отношении другими.

Для сохранения генетической чистоты отбираемых семей перекрёстников и их размножения используют питомник размножения потомств в изолированных условиях. Это размножение является у перекрёстников *обязательным сопутствующим компонентом* обычных методов селекции и сортоиспытания и технически очень усложняет работу селекционера.

## Вопросы для самопроверки

1. Чем отличается местный сорт, сорт-популяция, чистая линия в плане возможности проведения в них отбора?
2. Генетическая структура популяции и чистой линии, эффективность проводимого в них отбора.
3. Значение естественных популяций в селекции растений.
4. В чём различие между аналитической и синтетической селекцией?
5. Достижения аналитической селекции.
6. Какова роль отбора в селекции?
7. В чём суть естественного и искусственного отборов?
8. Приведите классификацию методов отбора.
9. Учение В. Иогансена о популяциях и чистых линиях, закономерности отбора в них.
10. Характеристика разновидностей искусственного отбора – массового и индивидуального.
11. В чём суть массового и индивидуального отбора и в чём различие между ними?
12. Основные варианты массового отбора и их практическое использование в селекции.
13. Какие преимущества имеет многократный массовый отбор перед однократным?
14. В каком случае целесообразно применение массового, а в каком – индивидуального отбора?
15. От каких факторов зависит выбор метода отбора и его эффективность?
16. Достоинства и недостатки массового отбора.
17. Достоинства и недостатки индивидуального отбора.
18. Техника проведения массового и индивидуального отборов.
19. Особенности индивидуального отбора у самоопылителей, перекрёстников и вегетативно размножаемых культур.

## Тема 5

### Комбинационная селекция растений: внутривидовая и отдалённая гибридизация

#### Часть 1 Внутривидовая гибридизация

1.1 Гибридизация как основной метод создания исходного материала в селекции растений

1.2 Внутривидовая гибридизация в селекции растений

1.3 Техника скрещивания

1.4 Принципы подбора пар для скрещивания

1.5 Типы скрещиваний

1.6 Методы работы с гибридными популяциями

1.7 Создание многолинейных сортов

#### Часть 2 Отдалённая гибридизация

2.1 Отдалённая гибридизация в селекции растений

2.2 Сложности отдалённой гибридизации и их преодоление

2.3 Характер формообразовательных процессов при отдалённой гибридизации

2.4 Специфика использования отдалённой гибридизации у вегетативно размножаемых культур

#### Часть 1 Внутривидовая гибридизация

##### 1.1 Гибридизация как основной метод создания исходного материала в селекции растений

Возможности *аналитической* селекции по созданию новых сортов ограничены, поскольку она позволяет всего лишь выделить из исходной анализируемой популяции растений те генотипы, которые в ней *уже существуют*. А вот *несуществующие* в исходной популяции генотипы с совершенно новыми, но необходимыми селекционеру признаками и свойствами или с уникальным сочетанием признаков и свойств путём аналитической селекции выделить нельзя: их ведь в анализируемой популяции нет, их ещё надо создать!

Создать в исходных для селекции популяциях новые генотипы с необходимыми селекционеру признаками и свойствами или их с комплексом позволяет *синтетическая* селекция – прежде всего *комбинационная*, которая основана на гибридизации различных родительских форм. Поэтому в истории практической селекции на смену *аналитической* селекции достаточно быстро пришла комбинационная, которая и сегодня остаётся основным путём создания новых сортов.

**Гибридизацией** называют скрещивание двух и большего числа разных родительских форм. Она может быть и естественной (спонтанной), но в селекции почти всегда выполняется искусственно. Новые организмы, которые получаются в результате скрещивания, объединяют в себе признаки и свойства различающихся родителей и называются *гибридами*.

Когда скрещиваемые родительские формы принадлежат к одному виду – это гибридизация *внутривидовая* (а получаемые гибриды межсортовые), если же родительские формы принадлежат к разным видам, а то и к разным родам – это гибридизация *отдалённая* (межвидовая и межродовая, и гибриды, соответственно, межвидовые и межродовые).

## 1.2 Внутривидовая гибридизация в селекции растений

Внутривидовая гибридизация позволяет путём рекомбинации генов нескольких родительских форм **объединять** в одном сорте свойства и признаки родителей и получить сорта, *улучшенные* в сравнении с ними: сочетающие в одном сорте ценные качества исходных сортов.

Но, помимо этого, при внутривидовой гибридизации происходят более сложные формообразовательные процессы, которые обеспечивают возможность получения гибридных организмов, развивающих совершенно новые качества, отсутствовавшие у родителей. В результате скрещивания у гибрида, помимо сочетания признаков и свойств родителей, нередко **усиливаются** свойства и признаки по сравнению даже с лучшим родителем (явление *трансгрессии*). Происходит это обычно с полимерными признаками и свойствами, контролируемые несколькими генами. А к таковым относятся большинство хозяйственно-ценных показателей: продуктивность, качество продукции, зимостойкость, засухоустойчивость, скороспелость и т.п.

При внутривидовой гибридизации происходят сложные формообразовательные процессы, которые обеспечивают возможность получения новых организмов, не только сочетающих признаки и свойства исходных родительских форм, но и развивающих совершенно новые качества, которые отсутствовали у родителей. В этой связи гибридизацию нельзя рассматривать как простое суммирование в гибриде родительских признаков и свойств. Родительские организмы передают своему потомству не признаки, а гены, в результате чего в каждом поколении гибридов признаки, контролируемые этими генами, развиваются вновь.

Поэтому гибридизация – важнейший метод направленного формообразования растений. Основа формообразования при использовании метода гибридизации – рекомбинация генов и *трансгрессии*. В первом поколении гибридов нередко наблюдается явление *гетерозиса*. Поэтому используют внутривидовую гибридизацию как для создания константных *гибридных сортов*, так и для получения *гетерозисных гибридов*.

При создании новых сортов и получении гетерозисных гибридов скрещивание родительских форм позволяет решить множество задач, поэтому на основе поставленной при гибридизации цели условно можно выделить три вида скрещиваний: комбинационные скрещивания, трансгрессивные скрещивания, гетерозисные скрещивания.

Цель *комбинационного скрещивания* – получить генотипы, которые объединят в себе желаемые признаки и свойства родительских форм и обеспечат создание нового сорта, сочетающего лучшие качества исходных родителей. Селекция с использованием комбинационных скрещиваний – это *комбинационная селекция*.

Цель *трансгрессивного скрещивания* – получить генотипы с выраженной положительной трансгрессией по хозяйственно-ценным признакам и свойствам в сравнении даже с лучшей в этом плане родительской формой. Селекция с использованием трансгрессивных скрещиваний – это *трансгрессивная селекция*, которая позволяет создать новый сорт, превосходящий по выраженности ценного признака или свойства лучшего родителя.

У гибридов первого поколения может наблюдаться гетерозисный эффект. Селекция, направленная на использование эффекта гетерозиса, называется *гетерозисной селекцией*.

### 1.3 Техника скрещивания

Задолго до проведения гибридизации (ещё до посева) составляют **план скрещиваний**, в котором указывают предполагаемые родительские пары скрещивания и другие данные, необходимые в работе. В соответствии с этим планом проводят посев родительских форм – обычно в специальном питомнике гибридизации.

Техника выполнения скрещивания зависит от вида растения, особенностей его биологии, строения и размера цветка, способа размножения и оплодотворения и включает несколько процессов:

- подготовку материнского растения и соцветия к гибридизации,
- кастрацию цветков материнского растения,
- изоляцию кастрированных цветков,
- сбор пыльцы с отцовского растения,
- искусственное опыление цветков кастрированного материнского растения.

Например, у пшеницы подготовка растения и соцветия к гибридизации включает выбор развитых колосьев с зелёными пыльниками, удаление остей, плохо развитых колосков и цветков, обрезание верхней части цветковых чешуй.

Кастрация цветков – это своевременное удаление пыльников (тычинок), чтобы не произошло опыление собственной пылью; кастрация цветков

может быть выполнена механически, термически, химически и иным способом.

Но чтобы не произошло случайное неконтролируемое опыление кастрированных цветков, выполняют их изоляцию с помощью различных изоляторов или же пространственно. На изоляторах делают надписи о материнской форме и времени кастрации.

Опыление кастрированных цветков – это нанесение на рыльца их пестиков пыльцы отцовской родительской формы. Выполняют его тогда, когда рыльца будут готовы принять отцовскую пыльцу – у пшеницы, например, на 2–3 день, но не позже 7–10 дней после кастрации. Опылению предшествует сбор соцветий, пыльников и пыльцы отцовского растения, их подготовка к проведению опыления, а при необходимости – и их хранение.

При скрещивании применяют следующие способы искусственного опыления:

- 1) принудительное – цветки материнского растения опыляют пыльцой одного отцовского,
- 2) ограниченно свободное (групповое, в т.ч. твэл-метод) – материнские растения свободно опыляются пыльцой нескольких специально подобранных отцовских сортов,
- 3) свободное неограниченное – материнское растение может свободно опыляться пыльцой всех произрастающих вокруг сортов и форм.

После опыления материнские растения, соцветия или цветки вновь изолируют, а надписи на изоляторах дополняют данными об отцовской форме и времени опыления.

В ходе проведения гибридизации, а также после созревания и уборки материнских растений или их обработанных соцветий заполняют *журнал гибридизации*. В нем указывают все данные о проведённом скрещивании, которые берутся в основном с изоляторов. Журнал этот может быть продолжением плана гибридизации.

У самоопылителей при гибридизации приходится выполнять все 5 составных частей процесса скрещивания, однако у строгих самоопылителей изоляцию кастрированных цветков можно не проводить.

Перекрыстноопыляющиеся культуры бывают двудомными, однодомными и с обоеполами цветками, и некоторым из них свойственна аутостерильность. Скрещиванию этих культур присущи определённые особенности. Так, можно не проводить кастрацию цветков у культур, для которых характерна аутостерильность, у двудомных культур вместо кастрации удаляют перед цветением мужские растения материнского родителя, у однодомных культур – мужские соцветия на материнских растениях.

Эффективность комбинационной селекции в значительной степени определяется количеством полученных гибридных семян, прежде всего ги-

бридов первого поколения. При этом очень большое значение имеет количество семян, которое можно получить от одного цветка, одной завязи (*либо одно семя, как, например, у пшеницы, либо же сотни и тысячи семян – как, например, у мака*). Естественно, что когда количество семян, получаемых от одного кастрированного цветка, невелико, скрещивание приходится проводить в большом масштабе.

Скрещивание, как правило, очень трудоёмкий процесс, и поэтому вопрос о масштабе скрещивания селекционеры решают каждый по-своему.

#### **1.4 Принципы подбора пар для скрещивания**

Получение желаемого генотипа при гибридизации в значительной мере зависит от правильного **подбора родительских пар для скрещивания**. Подбирают пары на основе целого ряда критериев, в зависимости от задачи, направления и цели селекции. При этом принято различать подбор пар по *фенотипу* и подбор пар по *генотипу*.

В первом случае оценивают хозяйственно-полезные признаки и свойства у родительских пар (т.е. их фенотип) и делают предположение, что при гибридизации всё ценное будет передано от родителей потомству. Очевидно, что тут используются т.н. источники ценных признаков и свойств. Во втором случае учитывают уже происхождение, т.е. родословную родителей, их генетические особенности, характер наследования признаков и свойств и другие показатели генетической природы. Т.е. тут уже используются т.н. *доноры* ценных признаков и свойств.

Принципы подбора пар для скрещивания могут быть разными, и в практической селекции они используются, как правило, совместно.

Один из основных принципов подбора пар для скрещивания состоит в том, что пары подбирают по *принципу комплементарности* – дополнения друг друга по хозяйственно-ценным признакам и свойствам (*например, один родитель высокоурожайный, а другой – с высоким качеством продукции*).

Пары для скрещивания могут быть подобраны по эколого-географическому принципу – *на основе эколого-географических различий* родительских форм (*и здесь в основе тот же принцип комплементарности*). Наибольший успех в получении желаемых фенотипов обеспечивает, как правило, скрещивание географически (а значит, и экологически) отдалённых форм. Так, установлено, что при подборе пар для скрещивания в соответствии с этим принципом надо одним из родителей брать сорт, хорошо приспособленный к местным условиям – это обеспечит и ускорит получение в расщепляющемся потомстве хорошо адаптированных к данным условиям генотипов.

Присутствие родителя местного экотипа прослеживается в родословной лучших сортов многих культур. Например, в родословной очень многих сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции имеется местный



сорт Полтавка или отобранный из неё линейный сорт Лютесценс 62, в родословной сибирских скороспелых сортов яровой пшеницы – линейный сорт Балаганка из местной иркутской скороспелой популяции, в родословной засухоустойчивых сортов проса саратовской селекции – линейный сорт Саратовское 853 из заволжской местной популяции.

Как известно, величина урожая определяется выраженностью его отдельных структурных элементов: например, у хлебных злаков – количеством зёрен в колосе, массой 1000 зёрен, продуктивной кустистостью и т.д. Показатели отдельных компонентов урожая у разных сортов даже при их одинаковой урожайности различны. И если для скрещивания использовать родительские сорта, дополняющие друг друга по выраженности элементов структуры урожая, то в потомстве возможно получение высокопродуктивных генотипов. Такой принцип подбора родительских пар для скрещивания называется *подбор пар на основе элементов структуры урожая*.

Пары для скрещивания могут подбираться на основе продолжительности фаз вегетации, на основе разной устойчивости к болезням и вредителям и по другим основаниям. В современной селекции всё чаще используют подбор пар для гибридизации на основе статистических методов (векторный метод, метод весовых коэффициентов, коэффициентов родства и др.).

### 1.5 Типы скрещиваний

В селекции используют самые различные **типы** скрещиваний.

Так, по числу используемых исходных форм их можно подразделить на простые (*когда скрещивается только пара родителей*) и сложные (*когда за период скрещиваний используется более двух родителей или один родитель участвует в скрещивании несколько раз*).

Можно скрещивания подразделить и на другие **две большие группы**: *однократные* и *многократные*.

В свою очередь, *однократные* скрещивания бывают:

- простые парные ( $A \times B$ ),
- реципрокные (взаимные, т.е. прямые и обратные  $= \alpha A \times \beta B$  и  $\beta B \times \alpha A$ ), которые позволяют выявить специфику взаимодействия ядра и цитоплазмы,
- множественные (поликроссы  $= A \times (B + C + \dots)$ ), т.е. опыление проводят смесью пыльцы разных родителей,
- топкроссы (циклические скрещивания), когда разные матери скрещиваются с одним сортом-тестором,
- диаллельные (скрещиваются все родители со всеми во всех возможных сочетаниях).

*Многократные* скрещивания подразделяются на:

- возвратные (насыщающие, или беккроссы  $= (A \times B) \times A$  несколько раз, где  $A$  – рекуррентный родитель,  $B$  – донор) – очевидно, что это скре-

щивания гибридов с одним из родителей; сокращённое обозначение возвратных скрещиваний BC1, BC2 и т.д.,

- конвергентные (сходящиеся = параллельно возвратные скрещивания разных доноров с одним и тем же рекуррентным родителем, а затем скрещивание полученных беккросс-линий),

- ступенчатые ( $((A \times B) \times C) \times$  и т.д.),

- межгибридные (сложные).

Возможна и комбинация разных типов скрещиваний. Так, саратовские селекционеры (А. П. Шехурдин) разработали и давно используют при селекции пшеницы *метод сложной ступенчатой гибридизации* – например, так:  $[(A \times B) \times C] \times [(A \times B) \times D]$ . Сегодня метод сложной ступенчатой гибридизации – основной метод селекции многих самоопыляющихся культур.

## 1.6 Методы работы с гибридными популяциями

Популяции растений, которые получены путём гибридизации, в селекции используются по-разному. В гетерозисной селекции гибриды непосредственно используются в производстве. Но в других случаях гибридные популяции служат исходным материалом для дальнейшей селекционной работы путём отбора. При этом работа с гибридными популяциями самоопылителей, перекрёстноопыляющихся и вегетативно размножаемых растений выполняется по-разному.

*Аутогамные растения* гомозиготны, поэтому при их скрещивании поколение  $F_1$  бывает гетерозиготным, но генетически однородным, и только в поколении  $F_2$  и в последующих поколениях происходит расщепление. Причём с каждым поколением в популяции повышается доля гомозигот, которые более не расщепляются, и в поздних после скрещивания поколениях (примерно в  $F_5$ – $F_7$ ) популяция состоит почти полностью из гомозигот.

В связи с такой достаточно быстрой гомозигацией гибридных **популяций самоопылителей** их проработка выполняется либо *методом массовых популяций* (методом пересева), либо *методом педигри*.

*Аллогамные растения* гетерозиготны, поэтому при их скрещивании расщепление начинается уже в поколении  $F_1$ . В дальнейших поколениях гибридной популяции перекрёстников вследствие перекрёстного опыления растений сохраняется определённое соотношение гомозигот и гетерозигот, и популяция находится в более или менее сбалансированном состоянии.

В отличие от самоопыляющихся растений, селекция перекрёстноопыляющихся видов не может строиться на выделении гомозиготных генотипов. С одной стороны, вследствие аутобридинга (неродственного опыления) у них растения любого сорта имеют гетерозиготные генотипы и хотя бы в чём-то не похожи друг на друга. С другой стороны, инбридинг (самоопыление) у них приводит к инцухт-депрессии потомства.

Поэтому у **перекрёстников** использовать метод педигри или метод пересева в том виде, как это делается у самоопылителей, нельзя. В работе с гибридными популяциями таких культур используются другие методы: *индивидуально-семейного отбора*, семейно-группового отбора, *сложных популяций* (рожь) и прочие.

У **вегетативно размножаемых** культур элитное растение можно выделить в любом поколении и использовать в дальнейшей работе, не боясь расщепления гибрида. Это в определённой степени облегчает работу селекционера.

### **1.7 Создание многолинейных сортов**

В селекции нередко используется создание многолинейных сортов. Многолинейный сорт выводят путём объединения (смешивания) нескольких морфологически одинаковых, но биологически различающихся линий, которые были получены после проведённого в гибридной популяции индивидуального отбора. Такие сорта создаются и у самоопылителей, и у перекрёстников.

При создании многолинейного сорта получается смесь линий (популяция разных генотипов), которая обладает более широкой нормой реакции на разные условия произрастания. Поэтому многолинейный сорт характеризуется *высокой экологической пластичностью*, стабильной урожайностью и способен занимать большие ареалы и возделываться в производстве долгие годы (*пример Мироновской 808*).

Создание многолинейных сортов имеет большое значение не только в селекции на адаптивность, но и в селекции на иммунитет.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое синтетическая селекция, на чем она основана?
2. Каково значение внутривидовой гибридизации для создания исходного материала и новых сортов?
3. Какие селекционные задачи можно решить методом гибридизации?
4. Почему в большинстве случаев можно применить для создания нового сорта внутривидовую гибридизацию?
5. Какова специфика трансгрессивной селекции?
6. Известные типы скрещивания и их характеристика.
7. Какие процессы включает техника скрещивания?
8. Какие способы опыления применяются в селекции?
9. Какие принципы подбора пар для скрещивания?
10. Каковы генетические последствия скрещивания у аутогамных и аллогамных культур?
11. Какие методы применяют при работе с гибридными популяциями аутогамных, аллогамных и вегетативно размножаемых культур?
12. Назовите сорта, полученные методом внутривидовой гибридизации.

## Часть 2 Отдалённая гибридизация

### 2.1 Отдалённая гибридизация в селекции растений

При гибридизации можно получать совершенно новые формы, даже не похожие на родительские виды. Это невозможно сделать путём внутривидовой гибридизации, но можно – путём *отдалённой* гибридизации. Отдалённая гибридизация широко применяется с целью совмещения в одном сорте ценных качеств двух или нескольких **видов** или **родов** растений.

Первые межвидовые скрещивания были выполнены в селекции более двух столетий назад (*И. Г. Кёльрейтер, табак и махорка*). Для практических целей отдалённая гибридизация была начата уже в 1915 г. на Саратовской опытной станции (скрещивания разных видов пшеницы). Однако широко и успешно применяться отдалённая гибридизация стала немногим более полувека назад.

Из отечественных учёных существенный вклад в теорию и практику отдалённой гибридизации внесли И. Г. Кёльрейтер, И. В. Мичурин, Г. Д. Карпеченко, Н. В. Цицин и др. селекционеры.

Путём отдалённой гибридизации ещё в первой половине прошлого века были получены уникальные по качеству сорта мягкой пшеницы Сарроза и Саррубра. Отдалённая гибридизация применялась и при создании уникального сорта твёрдой пшеницы Харьковская 46 (тургидум, дикоккум, дурум), сорта озимой мягкой пшеницы Лютесценс 230 (пшеница и рожь), сорта яровой мягкой пшеницы Грекум 114 (пшеница и пырей). Путём отдалённой гибридизации созданы сорта озимой твёрдой пшеницы и многолетней пшеницы, получены сорго-суданковые гибриды, выведены устойчивые к болезням и вредителям сорта картофеля.

Путём отдалённой гибридизации созданы даже новые, не существовавшие ранее культуры – тритикале, топинсолнечник.

### 2.2 Сложности отдалённой гибридизации и их преодоление

Поскольку при отдалённой гибридизации в одном организме должен объединиться наследственный материал неродственных друг другу родителей, то возникает ряд трудностей:

- нескрещиваемость или низкая скрещиваемость генетически далёких видов,
- несовместимость гибридных семян или слабое развитие гибридов первого поколения,
- полная бесплодность (стерильность) или резкое понижение плодovitости гибридного потомства.

Основная причина нескрещиваемости или затруднений при отдалённой гибридизации заключается в генетическом, физиологическом и структур-

турном несоответствии гамет генетически отдалённых форм. Степень такого несоответствия (а значит, и несовместимости родителей) при гибридизации бывает различной. В этой связи скрещивания, не обнаруживающие несовместимости (вне зависимости от ботанического таксона, которому принадлежат родительские формы), принято называть **конгруэнтными**, а скрещивания, при которых несовместимость присутствует – **инконгруэнтными**.

Для повышения скрещиваемости при отдалённой гибридизации используют следующие приёмы:

- увеличение числа комбинаций и применение реципрокных скрещиваний, поскольку скрещиваемость разных пар родителей неодинакова,
- увеличение масштабов скрещивания,
- применение предварительного вегетативного сближения,
- опыление смесью пыльцы,
- применение метода посредника (плодовые),
- изменение уровня пloidности родительских форм,
- применение стимуляторов, способствующих завязыванию семян,
- и др. приёмы (в настоящее время это прежде всего методы биотехнологии – генной и генетической инженерии).

Преодолеть неспособность семян отдалённых гибридов первого поколения к прорастанию из-за неразвитости эндосперма удаётся путём применения метода культуры зародышей (эксплантация зародыша и его выращивание на искусственных средах).

Для преодоления бесплодия отдалённых гибридов первого поколения разработаны следующие способы:

- увеличение масштабов работы,
- выращивание гибридов в благоприятных условиях, с применением подкормки микроэлементами, с использованием ауксинов, ферментов и т.п.,
- повторные возвратные скрещивания,
- полиплоидия (самый эффективный путь восстановления фертильности).

Известны три уровня результатов отдаленной гибридизации:

- 1) интрогрессия (перенос) отдельных генов от другого вида в геном селектируемой культуры;
- 2) перенос отдельных хромосом или их фрагментов, часто с заменой ими части ядерного материала селектируемой культуры;
- 3) совмещение геномов разных видов.

Каждый из этих уровней результатов отдалённой гибридизации достигается определенной методикой скрещивания и работы с гибридными поколениями.

## 2.3 Характер формообразовательных процессов при отдалённой гибридизации

Расщепляющиеся потомства отдалённых гибридов характеризуются очень большим разнообразием, а изменчивость признаков намного больше, чем при внутривидовой гибридизации. Однако характер и размах изменчивости бывают неодинаковыми в зависимости от генетической близости родительских форм, числа у них хромосом и специфичности их структуры.

В связи с этим всё многообразие отдалённых скрещиваний можно условно подразделить на 3 группы:

- 1) скрещивания близкородственных видов, имеющих одинаковое число хромосом,
- 2) скрещивания видов одного рода, различающихся по геномному составу (числу и структуре хромосом),
- 3) межродовая гибридизация.

В первом случае (*скрещивания близкородственных видов, имеющих одинаковое число хромосом*) генетическая близость родительских форм достаточно большая, и сложностей при отдалённой гибридизации немного: родители неплохо скрещиваются, потомство достаточно плодовито. Работа с гибридными поколениями ведётся почти так же, как и при межсортной гибридизации, и опирается на генетическую рекомбинацию.

При втором типе скрещиваний (*скрещивания видов одного рода, различающихся по геномному составу*) возможны нарушения процесса мейоза, нежизнеспособность гамет, стерильность гибридных растений. Такой тип скрещиваний легче удаётся между полиплоидными видами, а не диплоидными. Гибридное потомство таких скрещиваний по комплексу признаков в основном приближается к родительским типам, а промежуточные формы неконстантны и постепенно элиминируются из гибридной популяции.

При межродовой гибридизации трудности скрещивания и передачи признаков от родителей потомству наиболее значительны, и преодолевать их приходится специальными методами. Потомства межродовых гибридов имеют много общего с гибридными потомствами от скрещивания видов одного рода, но различающихся по геномному составу.

У отдалённых гибридов второго и третьего типа скрещиваний получение константной промежуточной между родительскими видами формы возможно путём:

- амфидиплоидизации – удвоения числа хромосом у стерильных гибридов первого поколения,
- добавления и замещения хромосом при использовании серий моносомных линий (моносомиков и нуллисомиков) одного из родителей,
- индуцированного переноса сегментов хромосом от одного вида к другому,

- переноса геномов одного вида в цитоплазму другого,
- и другими методами.

## **2.4 Специфика использования отдалённой гибридизации у вегетативно размножаемых культур**

При работе с вегетативно размножаемыми культурами успех от использования отдалённой гибридизации может быть достигнут быстрее и легче, чем при работе с культурами, которые размножаются семенами. Объясняется это тем, что вегетативное размножение (в котором участвуют только соматические клетки) позволяет закрепить в вегетативном потомстве любую генетическую форму и позволяет использовать для производственных целей гибрид любого поколения, не опасаясь расщепления.

По этой причине отдалённая гибридизация ранее всего была успешно использована в селекции декоративных и плодовых растений (*например, И. В. Мичурин*).

Принесла она успех и в селекции сахарного тростника, картофеля и других культур, которые размножаются преимущественно вегетативно.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чём значение отдалённой гибридизации для селекции и какие задачи можно решить этим методом?
2. В чём суть межвидовых и межродовых скрещиваний?
3. Достижения селекции растений с использованием отдалённой гибридизации.
4. Какие трудности встречаются при отдалённой гибридизации и каковы пути их преодоления?
5. Причины нескрещиваемости отдалённых видов и родов, методы ее преодоления.
6. Причины бесплодия отдалённых гибридов и восстановление плодovitости.
7. Каковы особенности формообразовательного процесса при отдалённой гибридизации?

## Тема 6

### Создание гетерозисных гибридов растений

1. Гетерозис и его практическое значение и использование
2. Генетические основы гетерозиса
3. Типы гетерозисных гибридов для производственного использования
4. Получение самоопыленных линий
5. Комбинационная способность и её определение
6. Общая схема селекции гетерозисных гибридов и методы производства гибридных семян

#### 1 Гетерозис и его практическое значение и использование

Явление гетерозиса, или **гетерозис** – это увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами. В полной мере он проявляется только в *первом поколении* и уже во втором поколении гибридов сильно ослабевает.

В некоторых случаях возможно сохранение полученных гетерозисных генотипов и тем самым закрепление гетерозиса, например, при размножении растений вегетативным путем: у вегетативно размножающихся растений гетерозис передаётся вегетативному потомству стойко, так как все растения клона генетически соответствуют исходной материнской особи. Эффект гетерозиса сохраняется также при переводе диплоидных гетерозисных гибридов на полиплоидный уровень.

Гетерозис имеет большое производственное значение, поскольку обеспечивает значительное увеличение продуктивности культур и их устойчивости к неблагоприятным условиям выращивания, повышение качества продукции. Наиболее широко он используется при возделывании кукурузы, подсолнечника, сорго, сахарной свёклы, овощных и бахчевых культур, но стал применяться и в селекции риса, пшеницы, хлопчатника.

У растений можно выделить три типа гетерозиса: соматический – мощное развитие вегетативной массы, репродуктивный – лучшее развитие органов размножения, которое приводит к повышению урожая плодов и семян, и адаптивный, при котором происходит общее повышение жизнеспособности растительных организмов.

Создание гетерозисных гибридов первого поколения с высоким эффектом гетерозиса по хозяйственно-ценному признаку – это и есть **селекция на гетерозис**, гетерозисная селекция. Если в комбинационной селекции скрещивания проводят только в начале селекционного процесса, чтобы создать исходный материал для отбора, то в гетерозисной селекции подо-



бренные родительские формы скрещиваются ежегодно для массового получения гибридных семян и их использования в производстве. Очевидно, что в комбинационной селекции скрещивание – первый этап селекционного процесса, а в гетерозисной – ещё и последний этап.

Впервые явление гетерозиса было описано 2,5 века назад И.Г. Кёльрейтером на отдалённых гибридах махорки и табака. Он же и обозначил первым практические пути использования гетерозиса. Изучал явление гибридной мощности и Ч. Дарвин. Обстоятельное изучение гетерозиса выполнили в первой половине XX века американские учёные Г. Шелл и Д. Джонсон, что позволило начать производственное использование этого явления. Гетерозисные межсортовые гибриды кукурузы для производственного использования были получены в США уже в последней четверти 19 века. Однако масштабное использование таких гибридов началось только в середине следующего, 20-го века, после разработки метода **инцухта**, который предполагает получение *самоопыленных (чистых) линий* перекрёстноопыляющихся культур и их гибридизацию.

Сегодня гетерозисные гибриды широко используются при возделывании кукурузы, сорго, подсолнечника, ржи, сахарной свёклы, многолетних трав, многих овощных культур. Использование гетерозиса в селекции не сводится только к получению гетерозисных гибридов первого поколения. С его использованием связано создание искусственных гибридных популяций (смесь семян специально подобранных нескольких родительских форм перекрёстноопыляющихся культур, которая в процессе дальнейшего репродуцирования поддерживает определённый гетерозисный эффект) и получение триплоидов (гибридов диплоидных и тетраплоидных форм).

## 2 Генетические основы гетерозиса

С генетической точки зрения, в основе гетерозисного эффекта могут быть разные типы действия генов – сверхдоминирование, благоприятное взаимодействие доминантных факторов, аддитивное взаимодействие генов и прочее. Может иметь место и благоприятное взаимодействие ядра и цитоплазмы, поскольку установлено, что гетерозис определяется не только генотипической, но и плазматической конституцией гибридов.

Известно несколько гипотез, объясняющих явление гетерозиса: гипотеза сверхдоминирования, гипотеза доминирования, концепция генетического баланса и др. Наиболее популярны две теории гетерозиса: теория доминирования и теория сверхдоминирования.

Теория доминирования исходит из представлений о том, что при скрещивании гомозигот у гибридов первого поколения неблагоприятные рецес-

сивные аллели переводятся в гетерозиготное состояние:  $Aabb \times aaBB \rightarrow AaBb$ ; тогда  $AaBb > Aabb$ ,  $AaBb > aaBB$ .

Теория сверхдоминирования предполагает повышенную конститутивную (общую) приспособленность гетерозигот по сравнению с любой из гомозигот:  $Aa > AA$  и  $Aa > aa$ .

### 3 Типы гетерозисных гибридов для производственного использования

В гетерозисной селекции в качестве родительских форм применяют самоопыленные линии, простые межлинейные гибриды и сорта. В зависимости от того, какие формы берут для скрещивания и каким способом его проводят, различают следующие типы гибридов кукурузы при их производственном использовании:

- *межлинейные* (простые  $A \times B$ , трёхлинейные  $(A \times B) \times V$ , двойные  $(A \times B) \times (V \times G)$ , сложные – участвуют в скрещивании более четырех линий),
- *сортолинейные* (простые и сложные, соответственно (сорт  $\times$  линия) и (сорт  $\times$  простой гибрид)) и *линейно-сортные* (простой гибрид  $\times$  сорт) – в производстве оба подтипа называют сортолинейными гибридами,
- *межсортные*,
- гибридные, или *синтетические*, *популяции* от смешивания семян простых и иных гибридов и свободного переопыления выросших растений.

У кукурузы наиболее часто используют гибриды межлинейные и сортолинейные, поскольку наибольший эффект гетерозиса обеспечивает участие в гибридизации самоопыленных линий.

Иногда удаётся создать синтетическую популяцию (синтетический сорт, синтетик), в которой эффект гетерозиса сохраняется в течение нескольких поколений использования.

### 4 Получение самоопыленных линий

Наибольший гетерозисный эффект проявляется у гибридов, полученных с использованием самоопыленных линий (межлинейные и сортолинейные гибриды). Исходным материалом для получения самоопыленных линий служат и сорта культуры, и её гибриды. Техника принудительного самоопыления зависит от особенностей культуры, с которой работает селекционер. Материнские растения, которые подвергаются принудительному самоопылению, обозначают  $I_0$  или  $S_0$ , первое поколение от самоопыления –  $I_1$  или  $S_1$  и т.д.

В популяциях перекрёстноопыляющихся культур имеется большое количество неблагоприятных и даже вредных для растений рецессивных

генов, которые вследствие сильной гетерозиготности популяций из-за широкого неродственного скрещивания находятся в скрытом (латентном) состоянии. Но в процессе принудительного длительного самоопыления (инбридинга или инцухта = разведение в себе) эти неблагоприятные гены оказываются в гомозиготном состоянии и обнаруживают себя, проявляя отрицательное действие – *инбредную депрессию*. Таким образом, наблюдаемая при инбридинге депрессия – это результат перехода неблагоприятных для растения рецессивных генов в гомозиготное состояние.

При проведении принудительного самоопыления в течение нескольких поколений наблюдается инбредная депрессия, но потом снижение жизнеспособности потомства прекращается – это свидетельство того, что достигнут инбредный минимум, для которого характерна гомозиготность по большинству генов.

Существует ряд методов создания самоопыленных линий, но наиболее распространён *стандартный* метод, при котором во всех последовательных поколениях самоопыления индивидуально отбираются лучшие растения до тех пор, пока не будет достигнута необходимая однородность линий потомств отбора.

При работе с аутогамными видами растений создание самоопыленных линий не требуется, так как их сорта и представляют собой, по сути, самоопыленные линии. У аллогамных видов самоопыленные линии создают разными методами, обычно – стандартным методом, но используют и метод рекуррентного отбора, методы комбинационной селекции (возвратные скрещивания, беккроссы, педигри), метод получения гомозиготных линий на основе гаплоидов.

## 5 Комбинационная способность и её определение

Для практического использования гетерозиса у генеративно размножающихся видов растений необходимо проводить скрещивания в крупных масштабах, чтобы получать большое количество гибридных семян, и при этом скрещивать не любые, а специально подобранные родительские формы.

Вопрос о том, какие скрещиваемые пары дадут наибольший эффект гетерозиса, решается путём экспериментальной проверки. Но некоторые прогнозы можно дать заранее. Обычно гетерозис сильнее проявляется при скрещивании форм, сильно различающихся между собой в генотипическом отношении.

При решении вопроса о возможности использования линии или сорта в скрещивании на гетерозис пользуются понятием **комбинационная способность**. Это средняя выраженность необходимого селекционеру признака в потомстве некоего множества парных скрещиваний изучаемой линии

или сорта: чем выше эта средняя выраженность признака, тем выше комбинационная способность линии и вероятность получить при её использовании в скрещиваниях высокий гетерозисный эффект.

Для определения комбинационной способности линий и сортов существует один надёжный путь: скрещивание изучаемых генотипов между собой и изучение гибридного потомства прежде всего по урожайности. Средняя величина гетерозиса по всем гибридным комбинациям характеризует *общую комбинационную способность (ОКС)*, а величина гетерозиса в конкретном скрещивании – *специфическую комбинационную способность (СКС)*.

Точнее всего ОКС и СКС определяется в системе *диаллельных* скрещиваний, когда каждый родитель попарно скрещивается со всеми остальными (либо в прямом и обратном направлении – реципрокные диаллельные скрещивания, либо только в прямом направлении). Однако это очень большие объёмы работы: для изучения всего 5 линий надо выполнить, например, 20 реципрокных диаллельных скрещиваний (т.е.  $n \times (n - 1)$ ), а для изучения 100 линий – уже 4950 скрещиваний.

Селекционеру приходится иметь дело с сотнями и даже тысячами самоопыленных линий, и для изучения комбинационной способности перекомбинировать их во всех сочетаниях просто невозможно. Значительно сократить количество скрещиваний при изучении комбинационной способности позволяет *метод топкросса*, когда линии или сорта скрещивают не между собой, а с сортом-анализатором (*тестером*). Находят такие тестеры экспериментальным путём. При использовании этого метода в нашем примере с 5-ю линиями потребуется выполнить не 20 скрещиваний, а только 5, со 100 линиями – не 4950 скрещиваний, а только 100.

На практике селекционеры определяют комбинационную способность материала в два этапа: сначала ОКС – методом топкросса, затем СКС – путём диаллельных скрещиваний. При этом при определении ОКС можно использовать не один тестер, а два-три, что повысит точность оценки.

Комбинационная способность может быть определена ещё и методом *поликроссов*, или множественных скрещиваний. Применяется он при создании синтетиков (синтетических популяций) у многолетних трав.

Таким образом, чтобы найти лучшие в плане гетерозисного эффекта комбинации самоопыленных линий, следует выполнить диаллельные скрещивания и на основе испытания гибридов  $F_1$  оценить комбинационную способность используемых в скрещиваниях самоопыленных линий. При этом оценку следует провести по двум критериям – по ОКС и СКС.

После выявления пар скрещиваемых линий с высокой СКС можно приступать к созданию простых межлинейных гибридов для их производственного использования. Но в производстве экономически целесообразнее

использовать двойные межлинейные гибриды. Для этого вновь подбирают лучшие в плане гетерозисного эффекта комбинации скрещивания теперь уже простых гибридов.

## **6 Общая схема селекции гетерозисных гибридов и методы производства гибридных семян**

Замену сортов гетерозисными гибридами принято называть переводом культуры на гибридную основу. Чтобы этот перевод был успешным, требуется выполнение ряда условий.

- Нужны эффективные и нетрудоемкие методы эмаскуляции (элиминации мужских генеративных органов) у материнской формы гибрида.
- Отцовская форма должна иметь достаточно большую пыльцевую продуктивность, в особенности если гибридизация проводится методом свободного опыления. У культур, в плодах которых после опыления формируется большое число семян, бывает принудительное опыление (томаты, табак и др.).
- 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 и стабильный уровень гетерозиса (последнее условие особенно важно для культур сплошного сева, так как в густом посеве гетерозис проявляется слабее).

Только при выполнении этих условий затраты на получение гибридных семян не только окупятся, но и принесут прибыль.

Гетерозисная селекция состоит из нескольких этапов:

- **изучение** исходного материала,
- **создание** на основе лучших форм исходного материала самоопыленных линий,
- **испытание** самоопыленных линий на комбинационную способность и выбор лучших из них (с высокой ОКС и СКС),
- **производство** гибридных семян (производство простых гибридов и производство двойных гибридов).

Метод производства гибридных семян определяется прежде всего биологическими особенностями культуры и способом её размножения. Гибридные семена у разных культур можно получить различными способами. Для этого используют:

- удаление мужских элементов (у двудомных – мужских экземпляров в рядах материнской формы) вручную;
- ЦМС – цитоплазматическую мужскую стерильность;

- ЯЦМС – ядерно-цитоплазматическую мужскую стерильность;
- ГМС или ЯМС – генную или ядерную мужскую стерильность;
- ФМС – функциональную мужскую стерильность;
- самонесовместимость и маркерные гены;
- женские линии у однодомных, раздельнополых культур;
- гетеростилию, лонгостилию и протерогинию;
- гаметоциды.

Если культура образует в одной завязи очень много семян (мак, томат и т.п.), то производство гибридных семян можно организовать на основе ручной кастрации цветков и их искусственного опыления.

У перекрёстноопыляющихся двудомных культур (конопля) гибридные семена можно получать посевом скрещиваемых форм на участке гибридизации чередующимися рядами с последующим удалением в материнских рядах мужских растений до начала их цветения, и на семена убирать только рядки материнской формы. Таким же методом можно получать гибридные семена у перекрёстноопыляющихся однодомных раздельнополых культур (кукуруза), удаляя в материнских рядах мужские соцветия растений.

Однако у большинства культур с обоеполыми цветками организовать производство гибридных семян в большом масштабе на основе ручной кастрации невозможно. Для этого у них используют:

- мужскую стерильность, обычно цитоплазматическую,
- генетическую самонесовместимость,
- материнские формы с т.н. генетическими маркерами.

Экономический эффект от использования гибридных гетерозисных семян определяется соотношением стоимости прибавочного урожая и стоимости этих семян для посева. Поэтому культуры с высоким коэффициентом размножения и небольшой нормой высева легче перевести на посев гибридными семенами: у них стоимость семян для посева оказывается небольшой.

А вот у вегетативно размножаемых растений себестоимость гибридных семян не имеет значения, т.к. у них любую гетерозисную особь можно легко размножить вегетативно до необходимого количества.

На примере кукурузы схема производства гетерозисных гибридов в общих чертах выглядит следующим образом.

Сначала самоопылением создают много инбредных линий, добиваясь высокой степени их гомозиготности, о чем судят по их однородности в отношении морфологических и физиологических признаков; обычно это достигается после 4–6 поколений самоопыления.

Затем, используя диаллельные и топкроссные скрещивания полученных самоопыленных линий, определяют их ОКС и СКС и подбирают луч-

шие в плане гетерозисного эффекта комбинации скрещивания родительских пар.

После этого лучшие сочетания линий используют для получения семян простых гибридов. Однако эти семена образуются на относительно малоплодовитых инбредных родительских растениях, и от каждого материнского растения удастся собрать сравнительно немного семян. Поэтому семена для массовых посевов производят обычно с помощью двойной межлинейной гибридизации. Эти семена уже образуются на высокопродуктивных гетерозисных гибридных растениях, а развивающиеся из них растения сочетают гены четырех инбредных линий и по своим качествам не уступают гетерозисным растениям  $F_1$ , получаемых от двух инбредных линий.

Для массового производства гибридных семян наибольшее практическое значение имеет **цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС)**. Эта стерильность передаётся потомству только по материнской линии, поэтому при производстве гибридов растения с ЦМС используются только в качестве материнских форм.

Фертильные линии и сорта, которые при скрещивании со стерильной формой сохраняют её стерильность у потомства, называют *закрепители стерильности*. Другие же фертильные линии и сорта, которые при скрещивании со стерильной формой восстанавливают плодovitость потомства растений с ЦМС, называют *восстановители фертильности*. Именно они нужны при производстве гибридных семян, чтобы в завершающем скрещивании восстановить фертильность гибридов.

У кукурузы выделяют несколько типов ЦМС (М, Т, С, В), но наиболее распространены молдавский (М или S) и техасский (Т) типы. Различие у них в степени стерильности: первый иногда даёт фертильную пыльцу, второй – никогда не даёт, поскольку пыльники и пыльца сильно редуцированы.

Для использования ЦМС в производстве гибридных семян подобранную по высокой комбинационной способности материнскую форму переводят на стерильную основу путём возвратных скрещиваний, т.е. получают *стерильный аналог материнской формы*. В то же время в генотип отцовской формы будущего гибрида вводятся гены, подавляющие проявление ЦМС, т.е. создаётся *отцовская форма с восстановительной способностью* (это уже аналог-восстановитель фертильности).

Очевидно, что для производства гибридных семян необходимо иметь целый набор родительских форм: самоопыленные линии, их стерильные аналоги, закрепители стерильности, восстановители фертильности.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Что такое гетерозис и каково его производственное значение?
2. Чем отличается селекция на гетерозис от комбинационной селекции?
3. Генетические теории гетерозиса.
4. Типы гетерозисных гибридов, используемых в производстве.
5. Использование метода инцухта в селекции на гетерозис.
6. Что такое самоопыленные линии и каковы их особенности в сравнении с исходными формами?
7. Методы создания самоопыленных линий.
8. Методы определения комбинационной способности самоопыленных линий.
9. Достижения гетерозисной селекции и её перспективы.



## Тема 7

### Мутагенез, полиплоидия и другие методы селекции растений

1. Экспериментальный мутагенез в селекции растений
2. Использование в селекции растений полиплоидии
3. Использование в селекции анеуплоидов, гаплоидов
4. Методы биотехнологии в селекции растений

#### 1 Экспериментальный мутагенез в селекции растений

Генетически стойкие изменения в генах и хромосомах называют *мутациями*, а организмы с изменёнными вследствие этого признаками и свойствами называют *мутантами*. Мутанты представляют большую селекционную ценность, т.к. могут обладать новыми, ранее не известными полезными признаками и свойствами. Какие могут появиться мутации, позволяет предвидеть известный закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, сформулированный Н. И. Вавиловым.

Теоретические положения мутационной теории:

- Возникновение мутаций происходит внезапно.
- Мутантные формы константны с момента своего возникновения.
- Мутационная изменчивость не связана с модификационной и независима от нее.
- Мутации происходят во всех возможных направлениях.
- Одни и те же мутации могут возникать повторно.

По характеру изменения наследственных структур мутации делят на 2 основных типа: **генные** (точковые) и *хромосомные перестройки*. Некоторые генетики мутациями считают и изменение основного числа хромосом в организме (полиплоидия, гаплоидия), называя их *геномными мутациями*.

Мутация может возникнуть в любой клетке организма. Но при семенном размножении потомству будет передана только та мутация, которая возникла в клетке, из которой через цепь последовательных делений появится генеративная клетка.

*Доминантная* мутация обнаруживается уже в потомстве особи, у которой она впервые появилась в половых клетках. А вот *рецессивная* мутация проявится только тогда, когда генотип по мутировавшему гену окажется гомозиготным, что может произойти у самоопылителей во втором-третьем поколении после обработки, а у перекрёстников – только через много поколений репродукции (если не применять самоопыления). Часто видимый эффект мутировавшего гена столь мал, что мутация не проявляется внешне (малая мутация, или микромутация).

Мутации возникают естественным путём (**естественный мутагенез**), но могут быть вызваны искусственно (*искусственный*, или **индуцированный мутагенез**) путём воздействия на организмы различными физическими и химическими факторами (мутагенами). Разработано много приёмов индуцирования мутаций, но применяют обычно различные излучения ( $\gamma$ -излучение, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение) и особые химические вещества (например, МНМ – N-метил-N-нитрозомочевина).

Наиболее простой метод получения (индуцирования) мутаций – обработка каким-либо излучением семян, проростков, почек, других частей растений и даже пыльцы растений (перед цветением), которая затем используется для опыления. Или обработка семян перед посевом в растворе или газовой среде какого-либо химического мутагена.

Количество и ценность мутаций, возникающих в результате обработки мутагеном, зависит от вида мутагена, от его дозы или концентрации, от состояния объекта обработки (сухие, замоченные или наклюнувшиеся семена, пыльца и т.п.), от условий обработки (температура, влажность и т.п.). Зависит это и от генотипа растения.

Для обработки целесообразно использовать лучшие, хорошо адаптированные к местным условиям сорта. Более высоки количество и ценность мутаций (т.е. мутабельность) при обработке не константных сортов, а гибридов. Поэтому мутагенез часто сочетают с гибридизацией.

Появление полезных мутаций – очень редкое явление, поэтому для их выявления надо иметь очень большие по объёму мутантные популяции, выполнять очень тщательные наблюдения и отбирать растения для дальнейшего изучения в потомстве в очень большом количестве. Для выявления мутантов обработанные семена высевают и уже в первом поколении (в  $M_1$ , т.е. среди растений, выросших из обработанных семян) стремятся выявить доминантные мутации (но эти мутации очень редки). Рecessивные мутации у самоопылителей выявляют в последующих поколениях (в  $M_2$ ,  $M_3$  и т.д.).

Растения с ценными с точки зрения селекционера отклонениями в фенотипе отбирают и проверяют по потомству обычными методами: чаще всего, работая по типу метода педигри, но может быть использован для изучения мутантных популяций и метод пересева.

Большие трудности по выявлению мутантов возникают при работе с перекрестноопыляющимися культурами, потому что необходимо добиться гомозиготности по мутантному локусу, иначе мутантный аллель не может быть закреплен. Для выявления и закрепления мутации у перекрестноопыляющихся культур приходится прибегать к инбридингу, а это влечет за собой инбредную депрессию. Избавиться от нее можно, скрестив возникшую мутантную форму с рядом растений исходного образца, а затем вести инбридинг в потомстве каждого из этих скрещиваний, отбирая гомозиготы

по мутантному аллелю. На заключительном этапе нужно переопылить полученные формы.

Экспериментальный мутагенез – это не метод селекции новых сортов, это всего лишь метод создания исходного материала (в виде мутантных форм) для дальнейшей селекции.

Выделенные индуцированные (или даже естественные) мутанты в селекции используют по-разному. Выделенный мутант может стать новым сортом с уникальным признаком и свойством, но это случается очень редко (например, сорт подсолнечника Первенец с маслом, близким оливковому, сорт карликовых томатов с жёлтыми плодами). Обычно же мутанты имеют, помимо необходимых селекционеру признаков, и нежелательные признаки, поэтому для выведения нового сорта их используют в скрещиваниях в качестве одного из родительских сортов.

## 2 Использование в селекции растений полиплоидии

Полиплоидия – изменчивость, связанная с кратным увеличением основного числа хромосом в клетках организма, а организмы с кратно увеличенным числом хромосом исходного вида называют *полиплоидами*. В природе полиплоидные виды достаточно широко распространены среди культурных растений: пшеница, овёс, картофель, арахис, хлопчатник, люцерна, клевер и др. Однако у некоторых сельскохозяйственных культур (ячмень, рожь, свёкла) полиплоиды в природе не обнаружены.

Среди полиплоидов различают **аутополиплоиды** и **аллополиплоиды**. Первые возникают при кратном увеличении в клетках наборов хромосом одного и того же вида, т.е. одного и того же генома ( $AA \Rightarrow AAAA$ ). У вторых такое увеличение числа хромосом происходит путём суммирования геномов разных видов ( $A + B = AB$ , затем удвоение числа хромосом  $\Rightarrow AABB$ ).

В зависимости от того, во сколько раз у полиплоидных форм увеличено основное число хромосом, их называют тетраплоидами, гексаплоидами, октаплоидами. В результате скрещивания диплоидной и тетраплоидной формы получают триплоиды, содержащие тройной набор хромосом.

Полиплоидия приводит к глубоким и разносторонним изменениям признаков и свойств растений, и некоторые изменения оказываются полезными. Лучшие результаты в плане жизнестойкости, продуктивности и т.п. получают при переводе на полиплоидный уровень видов с небольшим числом хромосом. У многих родов растений оптимальный уровень пloidности уже достигнут, и его дальнейшее повышение приводит к отрицательным результатам (так, у пшеницы и овса это гексаплоиды). Чаще всего наиболее перспективный уровень пloidности – триплоиды (например, арбуз) и тетраплоиды (например, гречиха, рожь).

Экспериментально вызываемая полиплоидия позволяет решать следующие проблемы селекции и генетики растений.

- Повышение продуктивности.
- Преодоление самонесовместимости.
- Преодоление межродовой и межвидовой нескрещиваемости.
- Восстановление плодovitости у отдалённых гибридов.
- Закрепление гетерозиса.
- Проведение синтеза и ресинтеза видов.
- И др.

Полиплоидия индуцируется целым рядом веществ, но особенно широко применяется для этих целей алкалоид колхицин, который получают из семян и клубнелуковиц безвременника. Колхицином каким-либо образом обрабатывают прорастающие семена, молодые растения, цветонoсные побеги, т.е. те органы растений или их части, где есть активные точки роста и, соответственно, максимальное количество делящихся клеток. Концентрация колхицина для обработки от 0,1 до 1,0%, экспозиция – от нескольких часов до нескольких суток.

Предварительный отбор предполагаемых полиплоидов ведут по внешнему виду обработанных растений (они и их клетки обычно крупнее), а затем подсчитывают в их клетках количество хромосом (обычно подсчёт ведут в клетках корешков или конуса нарастания побегов). Выделенные в год обработки полиплоидные растения обозначают  $C_0$ , а их потомства –  $C_1$ ,  $C_2$  и т.д. Тетраплоидные формы обязательно размножают в условиях строгой изоляции от диплоидных форм, поэтому работу проводят в специальном питомнике.

С получением полиплоидных растений селекционная работа вовсе не заканчивается, а только начинается. Дело в том, что почти все полученные искусственно полиплоиды не имеют непосредственного хозяйственного значения и нуждаются в традиционном селекционном улучшении. Это улучшение достигают путём генетической рекомбинации, скрещивая полиплоидные формы (у самоопылителей, поскольку у перекрёстников это происходит само собой) и проводя в полученных гетерогенных полиплоидных популяциях отбор.

Одно из главных препятствий для широкого использования полиплоидов в селекционной практике (особенно аутополиплоидов) – их пониженная плодovitость (из-за определённой стерильности образуется мало семян). Но для вегетативно размножаемых растений это не имеет значения, а в некоторых случаях бессемянные плоды даже хозяйственно выгодны, поэтому в селекции таких культур полиплоидия особенно перспективна. Это декоративные цветочные растения, некоторые плодовые, ягодные культуры, картофель и др.

Пониженная плодовитость полиплоидов не является решающим фактором и для кормовых и овощных культур, которые возделываются ради получения вегетативных органов. В селекции этих культур полиплоидия тоже перспективна, и получены полиплоидные сорта турнепса, свёклы, арбуза, редиса, клевера, укропа, шпината и др.

Для культур, которые возделываются ради получения урожая зерна или семян, пониженная плодовитость полиплоидов имеет отрицательное значение и является серьёзной трудностью в полиплоидной селекции. Первые успехи в использовании полиплоидов были получены при селекции ржи, позволившей создать её достаточно урожайные тетраплоидные сорта. Также созданы высокоурожайные сорта тетраплоидной гречихи. При производственном возделывании тетраплоидных сортов этих перекрёстно-опыляемых культур их надо размещать при достаточной пространственной изоляции от диплоидов этого же вида, иначе из-за переопыления произойдёт резкое снижение продуктивности.

У аллополиплоидов пониженная плодовитость проявляется в гораздо меньшей степени, и в селекции таких культур полиплоидия обеспечила значительные успехи. Яркий тому пример – создание нового рода культурных злаков – *тритикале*. Получена эта культура путём отдалённой гибридизации пшеницы (мягкой или твёрдой) и ржи с последующим удвоением хромосомного набора стерильного по своей природе гибрида первого поколения. По своей генетической природе тритикале – это *амфидиплоиды* (аллополиплоид, полученный удвоением объединённых в результате отдалённой гибридизации хромосомных наборов двух видов или родов).

Помимо сортов тритикале, созданы аллополиплоидные сорта рапса, брюквы, мяты перечной и других культур.

У сахарной свёклы и некоторых других культур (например, арбуза, мяты, мака) селекция на основе полиплоидии осуществляется путём создания **триплоидных** гибридов. Для получения таких гибридных семян ежегодно скрещивают диплоидные и тетраплоидные формы (у свёклы – путём естественного переопыления при их чередном посеве).

### **3 Использование в селекции растений анеуплоидов, гаплоидов**

*Анеуплоиды* – растительные организмы, в геноме которых произошло не кратное увеличение количества хромосом, а их изменение (уменьшение или увеличение) всего лишь на 1–2 хромосомы. Так, у *нуллисомиков* количество хромосом ( $2n - 2$ ), у *моносомиков* – ( $2n - 1$ ), *трисомиков* – ( $2n + 1$ ).

Анеуплоиды долгое время не находили применение в селекции растений. Но в настоящее время созданы серии моносомных и трисомных линий

у ряда культур, прежде всего у пшеницы, которые широко используются в селекционно-генетических исследованиях и для решения специфических задач селекции.

Так, у мягкой пшеницы созданы полные серии из 21 моносомной линии (у каждой такой линии в геноме недостаёт какой-либо одной из пары гомологичных хромосом). Использование этих моносомиков позволяет осуществлять замещение одних хромосом пшеницы другими, установить генный состав хромосом, локализовать любой ген в хромосомах, установить группы сцепления генов, изучить наследование различных признаков и свойств. Благодаря выполнению таких исследований открываются широкие возможности для манипулирования с отдельными хромосомами пшеницы или их фрагментами, т.е. для генетической инженерии.

Помимо пшеницы, подобные серии моносомиков или трисомиков созданы также у овса, ржи, риса, сорго и ряда других культур. А это обуславливает в ближайшем будущем широкое использование анеуплоидов в селекции растений.

*Гаплоиды* – растительные организмы, в соматических клетках которых содержится не двойной, а одинарный набор хромосом генома, причём из каждой пары гомологичных хромосом представлена только одна. В современной селекции использование гаплоидных растений позволяет решать целый ряд теоретических и практических задач. В частности, получать из гаплоидов гомозиготные диплоидные линии путём прямого удвоения у них числа хромосом.

Гаплоидные организмы в очень небольшом количестве возникают естественным путём. Селекционеру остаётся их только обнаружить, для чего разработаны специальные методы. Можно получить гаплоидные растения и экспериментально – для этого тоже разработаны соответствующие методы, среди которых межвидовые скрещивания, радиологический метод, культура микроспор.

## **4 Методы биотехнологии в селекции растений**

Всё большее значение в селекции растений приобретают различные методы биотехнологии, которые включают микроклональное размножение ценных элитных растений, эмбриокультуру и культуру меристем, культуру пыльников, клеточную селекцию на основе соматической изменчивости, соматическую гибридизацию протопластов и др. Серьёзные результаты обеспечивает уже и генная инженерия, зародившаяся всего несколько десятилетий назад. Отличительным признаком биотехнологических методов, используемых в селекции растений, является манипуляции *in vitro*.

Основные задачи, решаемые с помощью методов биотехнологии в селекции и семеноводстве, следующие:

- создание нового исходного материала и расширение генетического базиса для селекции растений;
- сохранение и размножение *in vitro* селекционно ценных элитных растений и линий, криосохранение исходного растительного материала;
- ускорение селекционного процесса за счет быстрой гомозиготизации генотипа после проведения скрещивания или получения самоопыленных линий при селекции гетерозисных гибридов, сокращения ряда селекционных питомников;
- повышение эффективности отбора ценных генотипов за счет целенаправленной интрогрессии генов, снижения негативного влияния «генетического груза» популяции и повышения ее селекционной ценности, постоянного контроля за наличием ценных генотипов в отбираемом селекционном материале;
- снижение трудоемкости селекционных работ за счет уменьшения популяций для отбора и сокращения ряда селекционных питомников;
- оздоровление посадочного материала от вирусов и некоторых болезней.

Широкое практическое применение в селекции, семеноводстве и различных отраслях растениеводства имеет сегодня метод стерильной культуры тканей и клеток (т.н. культура *in vitro*), в частности, при производстве безвирусного семенного и посадочного материала. Разработан метод более полувека назад и позволяет бесконечно размножать одно единственное растение кусочками его стебля, почки и т.п. Этим методом удаётся решить комплекс задач следующих направлений:

- расширение генетического базиса селекции растений путём получения нового исходного материала,
- сохранение и размножение ценных элитных растений и линий,
- получение и сохранение безвирусного материала сельскохозяйственных культур.

Самыми современными методами биотехнологии являются методы генетической и геномной инженерии. **Генетическая инженерия** – это использование комплекса генетических, клеточных, молекулярно-генетических методов при создании растительных организмов с необходимыми человеку свойствами. В том случае, когда манипуляции осуществляются на уровне отдельных генов или их фрагментов, говорят о *геномной инженерии*.

Генетическая инженерия, в широком её понимании, осуществляется на уровне популяций, организмов, тканей, клеток, плазмидов, хромосом, генов и даже их отдельных частей (т.е. на молекулярном уровне). Если методы генетической инженерии на уровне популяций и организмов разра-

ботаны в селекции растений достаточно давно, то в современной селекции стали использоваться методы генетической инженерии на уровне клеток, хромосом и даже генов.

Более глубокое изучение биотехнологических методов является предметом специальной учебной дисциплины – биотехнологии.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Понятие о мутационной изменчивости, ее значение для селекции.
2. Различные типы мутаций.
3. Методы индуцирования мутаций и применяемые мутагены.
4. Направления и достижения практической селекции при использовании экспериментального и спонтанного мутагенеза.
5. Понятие о полиплоидии, типы полиплоидов.
6. Преимущества и недостатки полиплоидных форм.
7. Автополиплоиды, методы их получения, использование в селекции.
8. Аллополиплоиды, их роль в эволюции растений и селекции.
9. Практические достижения при использовании полиплоидов.
10. Получение тритикале как пример использования полиплоидии в практической селекции.
11. Гаплоидия, её использование в селекции.
12. Какова роль анеуплоидов в современной селекции?
13. Основные методы биотехнологии и перспективы их использования в селекции.
14. Что такое генетическая и генная инженерия и каковы перспективы её применения в селекции?



## Тема 8

# Организация и техника селекционного процесса растений

1. Селекционный процесс, его основные этапы, виды селекционных посевов и испытаний
2. Схема селекционного процесса самоопыляющихся культур
3. Схема селекционного процесса перекрёстноопыляющихся культур
4. Схема селекционного процесса вегетативно размножающихся культур

### 1 Селекционный процесс, его основные этапы, виды селекционных посевов и испытаний

Новые сорта и гибриды возделываемых культур создаются в ходе *длительного* процесса их селекции, или *селекционного процесса*, сущность которого состоит в улучшении старых и создании новых форм растений. Его продолжительность при создании нового сорта составляет в среднем от 12 до 18 лет. При этом последовательность и интенсивность селекционного процесса (т.е. его *схема*) определяется прежде всего биологией культуры.

**Селекционный процесс** – это совокупность (комплекс) мероприятий, которые выполняет селекционер от начала работы до её завершения – создания нового сорта. В селекции растений этот комплекс мероприятий включает сегодня следующие основные этапы (причём именно в такой последовательности):

- 1) разработка модели сорта, предназначенного для эксплуатации в определенных условиях, на определенном уровне агротехники,
- 2) создание или выбор исходного материала (например, популяций) для отбора,
- 3) отбор исходных родоначальных (элитных) растений,
- 4) испытание потомств отобранных элит.

Работа по созданию нового сорта начинается с разработки *модели сорта*, которая учитывает множество параметров растений: общую продуктивность, качество продукции, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды (морозоустойчивость, зимостойкость, жаростойкость, засухоустойчивость, устойчивость к различным видам химических загрязнений), устойчивость к неблагоприятным биологическим факторам (болезням и вредителям), конкурентоспособность, особенность ритма развития и фотопериодических реакций, отзывчивость на агротехнику и др. Модель сорта выступает как образ, как идеал, к которому стремится селекция.

*Организация селекционного процесса* связана с применением специфических селекционных методов (проведение скрещиваний, оценок,

отбора и т.д.) и таких же специфических технических приемов при посеве, уходе, наблюдениях, уборке урожая. Завершается селекционный процесс созданием нового сорта или гибрида, который передаётся в **Государственное сортоиспытание**, независимое от селекционера и потому объективное.

В организации и проведении селекционной работы с разными по биологии культурами существует большая специфика, поэтому и схемы селекции самоопыляющихся, перекрёстноопыляющихся и вегетативно размножающихся растений различны.

Тем не менее, во всех схемах селекции используются три основных вида селекционных посевов, причём именно в такой последовательности:

1) питомники: в большинстве из них из-за недостатка семян оценку селекционных форм проводят на небольших делянках, вплоть до однорядковых, и без повторений в пространстве,

2) сортоиспытания: здесь оценка селекционных форм проводится на достаточно больших делянках и с обязательным повторением в пространстве, а порой и во времени,

3) размножение перспективных селекционных форм.

Названные виды посевов составляют *звенья* селекционного процесса. Совокупность звеньев селекционного процесса, чередующихся в определенном порядке и обеспечивающих технологическую цепочку создания сорта, называется **схемой селекционного процесса** (*схемой селекции*).

Питомники делят на 4 основных вида:

- **исходного материала**: коллекционные – изучаются образцы коллекции, гибридные – изучаются гибридные популяции;
- **селекционные**, где проводят оценку элитных растений по потомству;
- **контрольные**, где контролируется ценность выбранных потомств элитных растений;
- **специальные**: питомник мутантов, питомник полиплоидов, питомник гибридизации и т.п.

Сортоиспытания могут быть:

- *предварительное* (или малое конкурсное);
- *конкурсное* (или основное конкурсное, станционное конкурсное);
- *экологическое* (или межстанционное);
- *специальное* (сортоиспытание на разных фонах, производственное испытание и т.п.).

Особняком стоит в ряду сортоиспытаний **Государственное сортоиспытание**, которое проводится вне селекционного учреждения на специальных государственных сортоучастках.

Во всех сортоиспытаниях, а порой и в питомниках, в обязательном порядке высевают один, иногда несколько контрольных сортов, или **стан-**

**дартов.** В качестве стандарта берут лучший по данным Государственного сортоиспытания в данном регионе сорт селективируемой культуры, и с ним при сортоиспытании сравнивают все изучаемые селекционные формы по урожайности, скороспелости и другим хозяйственно-ценным признакам и свойствам. Очевидно, что стандарт в селекции служит своего рода масштабом или меркой, сравнение с которой показывает ценность новых селекционных форм растений.

## **2 Схема селекционного процесса самоопыляющихся культур**

Цель селекции самоопыляющихся культур – отбор гомозиготных элитных растений, оценка и испытание их потомств и выпуск на основе самого лучшего потомства нового сорта.

Временная последовательность проработки селекционного материала называется **схемой** селекции или схемой селекционного процесса. У самоопылителей она следующая:

- питомники исходного материала (коллекционный, гибридный и специальные),
- селекционный питомник (или 2 селекционных питомника – 1-го и 2-го года; обозначают СП или СП-1, СП-2),
- контрольный питомник (обозначают КП),
- предварительное сортоиспытание (обозначают ПИ),
- конкурсное, экологическое сортоиспытание (обозначают КСИ, ЭСИ) и предварительное размножение, производственное испытание.

После проведения КСИ, ЭСИ, предварительного размножения и производственного испытания селекционный процесс с конкретной селекционной формой, которая у самоопылителей является линией (потомством одного растения) завершается, и самая-самая лучшая линия поступает в Государственное испытание, а селекционер начинает её первичное семеноводство.

Объём прорабатываемого селекционного материала (т.е. количество изучаемых селекционных форм, или селекционных номеров) в каждом звене селекционного процесса неодинаково. Но поскольку вероятность появления лучшей в селекционном отношении формы невысокая и даже очень низкая, то для успешной селекции объём прорабатываемого материала должен быть достаточно большим.

Наибольшее количество селекционных номеров изучается в селекционном питомнике – тысячи, а то и десятки тысяч потомств отобранных элитных растений. Однако после проведения оценок этих потомств и браковок худших из них сначала в поле, затем в лаборатории в контрольный питомник поступает около 10% номеров селекционного питомника.

Процесс браковки продолжается и в последующих питомниках и сортоиспытаниях (правда, не столь жёсткий, как в СП), и в результате в конкурсном испытании обычно изучается 2–3 десятка самых лучших линий, прошедших сито многолетнего изучения в ходе селекционного процесса. И только одна-две из этих линий конкурсного сортоиспытания в ближайшие 3–5 лет предлагаются на **Государственное сортоиспытание** в качестве будущего сорта.

### **3 Схема селекционного процесса перекрёстноопыляющихся культур**

При селекции перекрёстноопыляющихся культур последовательность работы и названия питомников и испытаний такие же, как при работе с самоопылителями. Но есть и специфика, обусловленная наличием перекрёстного переопыления изучаемых селекционных номеров, когда они расположены рядом, не изолированно друг от друга.

Главной отличительной особенностью работы с перекрёстноопыляющимися культурами является то, что в любом питомнике или сортоиспытании селекционные номера или сорта, находясь рядом, переопыляются друг с другом. Однако селекционер вынужден высевать изучаемые селекционные номера рядом друг с другом для целей их непосредственного сравнения. При этом они переопыляются, в результате чего собранные с делянки семена генетически уже отличаются от родоначальных, и при их посеве сформируются иные растения, отличные от родительских форм. Из-за переопыления отобранные селекционером элитные генотипы, конечно же, теряют свою исходную генетическую природу, которая, как правило, ухудшается.

Чтобы обойти это противоречие, необходимо параллельно с оценкой и испытанием селекционных номеров вести их размножение в изолированных условиях, препятствующих их переопылению. Для этого семена каждого номера приходится делить на части (метод половинок, или резервов) и одну часть использовать для посева питомников и испытаний, а другую часть – для посева **питомника изолированного размножения**. Следовательно, метод половинок или резервов – обязательный компонент селекции перекрёстноопыляющихся культур.

Очевидно, что из-за необходимости применять изоляцию на разных этапах селекционного процесса перекрёстноопыляющихся культур работа с ними более сложна в техническом отношении, чем с самоопылителями, а объём прорабатываемого материала меньше, эффективность работы ниже.

Из-за необходимости применять изоляцию на различных этапах селекционного процесса перекрёстноопыляющихся культур работа с ними более сложна в техническом отношении, чем с самоопылителями, а объём прорабатываемого материала меньше и эффективность работы ниже.

#### **4 Схема селекционного процесса вегетативно размножающихся культур**

Важнейший для нас представитель вегетативно размножаемых культур – картофель. Принципиальное отличие селекции таких культур в том, что у них родоначальник будущего сорта может быть отобран уже в первом поколении, а затем размножен вегетативно до производственно необходимого количества (поскольку при вегетативном размножении любой гетерозиготный организм сохраняется в потомстве без расщепления).

Схема селекционного процесса картофеля предусматривает:

- создание исходного материала для отбора (путём гибридизации или иными методами);
- оценку и отбор лучших сеянцев и клонов;
- размножение и браковку отобранных сеянцев и клонов в системе питомников и испытаний.

В питомниках проводят фенологические наблюдения и оценивают селекционный материал по комплексу хозяйственно важных и биологических признаков. Особое внимание уделяется оценке устойчивости к болезням и вредителям, а также вкусовым качествам и пищевым достоинствам картофеля. В связи с низким коэффициентом размножения картофеля схема селекции несколько растянута.

#### **Вопросы для самопроверки**

1. Назовите и охарактеризуйте основные этапы селекционного процесса.
2. Виды селекционных питомников и их назначение.
3. Виды сортоиспытаний, их назначение и способы проведения.
4. Что такое в селекции стандарт и какова его роль?
5. Сравните схемы селекционного процесса самоопылителей, перекрёстников и вегетативно размножаемых культур.
6. Для чего нужен питомник размножения в изолированных условиях при селекции аллогамных культур?

## Тема 9

# Оценка селекционного материала растений

1. Селекционные оценки и их классификация
2. Фоны для проведения селекционных оценок

## 1 Селекционные оценки и их классификация

Все изучаемые в процессе селекционной работы растения, популяции, формы, образцы и даже сорта принято называть *селекционным материалом*. Селекционеру в работе по созданию сорта постоянно приходится различным образом оценивать селекционный материал по тем или иным хозяйственно важным признакам и свойствам.

В процессе селекции изучаемый материал оценивают по его хозяйственным и биологическим свойствам на соответствие ранее разработанной модели сорта. В идеале сорт должен отвечать не отдельным требованиям модели, а их комплексу.

Изучение селекционного материала состоит в оценке признаков и свойств изучаемых растений и образцов. Под *оценкой селекционного материала* понимают учёт у селекционных образцов различных хозяйственно важных признаков и свойств, наблюдение за их проявлением, их непосредственную оценку (измерение выраженности) с использованием определённых методов и средств.

Оценка материала проводится обычно по следующим общезначимым критериям:

- определённый ритм развития, соответствующий почвенно-климатическим условиям, в которых планируется дальнейшая эксплуатация сорта;
- высокая потенциальная продуктивность при высоком качестве продукции;
- устойчивость к неблагоприятному воздействию физико-химических факторов среды (морозоустойчивость, зимоустойчивость, жароустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к различным видам химических загрязнений);
- устойчивость к воздействию болезней и вредителей (оценка по иммунитету);
- отзывчивость на агротехнику при высокой технологичности.

В процессе оценки изучаемые селекционные образцы сравнивают между собой, с исходными родительскими формами, но главным образом – со стандартом. Стандарт в селекции – это лучший из районированных в данной местности сортов изучаемой культуры, который принимается за контрольный вариант и служит своего рода масштабом или меркой, сравнение с которой показывает ценность новых селекционных форм растений.

Селекционеру в работе по созданию сорта постоянно, на всех этапах работы, приходится различным образом оценивать селекционный материал по тем или иным хозяйственно важным признакам и свойствам. На основании этой оценки подбирают родительские пары для скрещивания, отбирают или бракуют гибридные, мутантные, полиплоидные растения и даже популяции, а затем и выделенные селекционные формы на всех этапах селекционного процесса – от изучения исходного материала до конкурсного, экологического и даже производственного испытания.

Оценка селекционного материала – очень сложная и трудоёмкая работа, так как одновременно приходится оценивать громадное количество растений и селекционных образцов, да ещё и по многим признакам и свойствам и часто при ограниченном количестве семян. Поэтому приходится применять особые методы исследований и оценок, особые методики их выполнения.

Селекционные оценки ведут во всех звеньях селекционного процесса (кроме питомника гибридизации, задача которого – получение гибридных семян). Оценки ведутся на различных фонах, на всех стадиях онтогенеза (как на вегетирующих растениях, так и после уборки), поскольку разные признаки проявляются в разных возрастных состояниях. Проводятся оценки как органолептически, так и с помощью различных приборов и устройств, и охватывают разнообразные признаки и свойства растений.

Селекционные оценки можно классифицировать по:

- месту их проведения;
- фону, на котором они проводятся;
- средствам, с помощью которых эта информация добывается;
- признакам и свойствам, которые они оценивают.

По **месту проведения** оценки подразделяются на полевые и лабораторные.

*Полевые оценки* проводят в поле, на плантации овощных и ягодных культур, в саду, в теплице, фитотроне, ростовых камерах. Это оценки вегетирующих растений или уже завершивших вегетацию, но еще не убранных. К полевым также относятся:

- оценки длины вегетационного периода и отдельных его частей (межфазных периодов) путем фиксации дат наступления фенологических фаз роста и развития;
- часть оценок устойчивости к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам (есть и лабораторные методы таких оценок);
- оценки свойств, обуславливающих технологичность выращивания и уборки (хотя и здесь имеются лабораторные методы).

Полевые методы дают наиболее надежные результаты, поскольку материал оценивается в естественных условиях по прямым признакам.

Однако использование полевых методов не всегда возможно. Например, для оценки морозоустойчивости необходима морозная бесснежная зима; если же в данном году такой зимы не было, то материал остается без оценки. Точно так же оценку на иммунитет на фоне естественного заражения можно проводить только в годы сильного распространения болезни или вредителя.

*Лабораторные оценки* проводят в лаборатории (помещении). Как правило, их ведут на «мертвом» материале или находящемся в состоянии покоя (например, на семенах), но иногда это «живой», растущий материал (например, прорастающие семена). К лабораторным относятся оценки урожайности и элементов ее структуры, качества продукции и других свойств.

Лабораторные методы позволяют изменять градацию факторов среды по воле экспериментатора. Но нередко применение лабораторных методов оценки селекционного материала требует специального оборудования; например, для изучения зимостойкости требуются морозильные камеры с интенсивными источниками света.

Также имеется группа оценок, которые в равной мере ведутся и в поле, и в лаборатории (*лабораторно-полевые оценки*). Речь идет об описании морфологических, а иногда и анатомических особенностей селекционных образцов. Например, у злаков особенности куста (компактный, раскидистый), листовых пластинок (широкие, узкие, опушенные, неопушенные) и другие признаки вегетативных частей описывают в поле, а форму зерна, особенности соцветия – в лаборатории (некоторые особенности соцветия удобно описывать в поле, например степень поникания колосьев).

Лабораторно-полевые методы совмещают достоинства и недостатки собственно полевых и лабораторных методов.

В особую группу выделяются *провокационные методы*, с помощью которых искусственно создается *провокационный фон*, то есть условия для выявления отношения растений к неблагоприятным физико-химическим и биотическим факторам. Интенсивность провокационных методов должна быть оптимальной. При слишком слабом провокационном фоне не гарантируется проявление нежелательного признака, а при слишком жестком фоне могут быть выбракованы растения, обладающие достаточной устойчивостью к действию данного фактора.

К провокационным методам относится создание *инфекционного фона* при селекции на устойчивость к вредителям и болезням. Это направление селекции является крайне важным и в то же время очень трудным.

Оценка материала ведется на всех стадиях онтогенеза, поскольку разные признаки проявляются в разных возрастных состояниях. При этом оценку делают либо непосредственно по изучаемому признаку (**прямая оценка**), либо по каким-нибудь косвенным показателям (признакам или



свойствам), сопряженным, связанным с изучаемым показателем корреляционной зависимостью (*косвенная оценка*).

Например, при оценке зимостойкости озимых злаков и многолетних растений наиболее важным прямым признаком служит общая степень подмерзания в баллах. В то же время зимостойкость можно оценить, определяя содержание сахаров в клеточном соке. Данный показатель является косвенным. Оценка по косвенным признакам считается менее точной, но в ряде случаев она может быть удобной и даже неизбежной.

Прямые оценки объективнее косвенных, а соответствие их в большинстве случаев неполное. Так, коэффициент корреляции между хлебопекарными свойствами сортов, определенными прямым путем (выпечкой хлеба) и косвенным (показателем седиментации, т.е. толщиной осадка, полученного после взбалтывания навески муки в растворе молочной кислоты), составляет в среднем 0,70. Иногда прямая и косвенная оценки практически совпадают. Например, 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. Такие случаи относятся почти исключительно к оценке качества продукции. Так, на выпечку хлеба для оценки хлебопекарных достоинств сорта нужно не менее 1 кг зерна, а для анализа методом седиментации достаточно 2...5 г. Таким образом, седиментацией можно проводить оценку содержания и качества белка, и судить о хлебопекарных свойствах муки уже в ранних звеньях селекционного процесса, где урожай с делянки очень невелик. То же самое можно 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 осуществить прямую оценку хлебопекарных качеств зерна пшеницы, нужно, не считая времени «отлежки» зерна и муки, около четырех часов (помол, замес теста, брожение, подъем теста, его «перебивка», повторный замес, «расстойка», вторичный подъем, формовка, выпечка и сама оценка). Анализ методом седиментации требует всего несколько минут.

Определение содержания масла в семянках подсолнечника биохимическим методом — длительная операция, а косвенный метод, основанный на ядерно-магнитном резонансе, позволяет это сделать за считанные секунды.

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

Селекционные оценки можно классифицировать по свойствам, которые они должны характеризовать. Это, собственно, те характеристики, которыми должен обладать сорт: урожайность и ее структура, продолжительность вегетационного периода и его частей, технологичность возделывания и уборки, устойчивость к неблагоприятным абиотическим условиям, устойчивость к болезням, вредителям, растениям/паразитам, качество продукции. К этому нужно добавить оценки морфологических особенностей образцов, а также некоторых индексов.

Морфологические оценки, не связанные с перечисленными свойствами, делаются главным образом на заключительном этапе оценки потомств отобранных растений. Они нужны для идентификации сорта в случае его патентоспособности и для суждения о чистосортности посева, основанной на учете примесей в посеве сорта, которые можно распознать по морфологическим отличиям. Так, для многих культур (пшеницы, ячменя, проса и т.д.) обязательно определение разновидности. Устанавливают также более мелкие сортовые признаки. Эти оценки необходимы при описании в случае передачи его на государственное сортоиспытание.

Все оценки в селекционном процессе составляют определенную систему: в проведении оценок селекционного материала существует определённая последовательность, обусловленная логикой селекционного процесса. Для каждого его звена устанавливается свой набор селекционных оценок, их точность, методы, приборы или иное оборудование.

На первых этапах работы, когда стоит задача из большого количества разнообразнейших форм выделить лучшие растения и образцы, оценку материала проводят только по основным признакам и часто глазомерно. Здесь часто используются различные экспресс-методы, микрометоды.

По мере уменьшения количества изучаемых образцов и увеличения количества семян каждого образца оценка материала становится более сложной, а именно проводится по большему количеству признаков и свойств, более основательными и точными методами, и обязательно выполняется испытание на урожайность.

Наконец, на завершающем этапе селекции (конкурсное сортоиспытание), где изучается небольшое количество самых лучших селекционных форм, оценка селекционного материала становится наиболее полной и всесторонней, выполняется по комплексу хозяйственно важных признаков и свойств и обязательно – по урожайности.

Таким образом, при испытании потомств элитных растений от ранних к поздним звеньям селекции растет число и точность выполняемых оценок.

## **2 Фоны для проведения селекционных оценок**

**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. Поэтому специально создаются провокационные и инфекционные фоны.

*Провокационные фоны* выявляют устойчивость к абиотическим факторам: недостатку или избытку влаги в почве, высокой кислотности почвы, ее засолению, чрезмерно высоким и низким температурам и т.д. Приемы создания провокационных фонов (неблагоприятных абиотических условий) многообразны и большей частью связаны с уже существующими в природе условиями, в которые селекционер помещает испытываемые образцы. При этом интенсивность провокационных фонов должна быть оптимальной. При слишком слабом провокационном фоне не гарантируется проявление нежелательного признака, а при слишком жестком фоне могут быть выбракованы растения, обладающие достаточной устойчивостью к действию данного фактора.

Неблагоприятные условия создаются искусственно: промораживают растения или их части в морозильных камерах, помещают их на защищенные от атмосферных осадков участки («засушники»). Чтобы испытать образцы на солеустойчивость, высевает селекционный материал на засоленном участке, на устойчивость к кислой почве – на участке с низким рН и т.д.

Иногда искусственно усиливают действия природных факторов. Например, счищают снег, чтобы испытать образцы озимой пшеницы на устойчивость к морозам. Или, напротив, наращивают снежный покров, чтобы повысить температуру и заставить растения вегетировать в условиях, когда фотосинтез невозможен, трата органического материала невозполнима и растения становятся добычей патогенов, которые в обычных условиях не могут нанести существенного вреда.

*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 и бесменно высевалась, в результате чего паразит уже 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.

*Инокулом* (заразное начало) также готовят искусственно и применяют различные способы заражения в зависимости от природы патогена:

- опыление посева спорами 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 головни; то же, но во внутрь органа – спор пыльной головни 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 головни, высевают в возможно ранние сроки и на большую, чем обычно, глубину. Семена при этом прорастают медленно, и паразит успевает внедриться в ткани молодого растения. Снежной плесенью озимые злаки заражают, раскладывая в посеве резку соломы пораженных растений, а зимой искусственно наращивают снеговой покров, чтобы спровоцировать выпревание посевов.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Понятие о полевых, лабораторных и лабораторно-полевых методах оценки селекционного материала.
2. Оценка селекционного материала по прямым и косвенным признакам.
3. Что такое провокационные фоны?
4. Методы оценки продуктивности селекционных форм.
5. Основные методы оценки зимостойкости и засухоустойчивости селекционных форм.
6. Методы оценки селекционных форм на устойчивость к болезням и вредителям.
7. Методы оценки селекционных форм на пригодность к механизированному возделыванию.
8. Методы оценки селекционных форм на качество продукции.
9. Какие наблюдения ведут за растениями и каковы правила их выбраковки на различных этапах селекции?

## Тема 10

# Государственное испытание и районирование сортов и гибридов

1. Государственное сортоиспытание: задачи, структура и организация
2. Испытание сорта на хозяйственную полезность
3. Испытание сорта на охраноспособность
4. Районированные сорта полевых культур Оренбуржья

## 1 Государственное сортоиспытание: задачи, структура и организация

Огромная территория России характеризуется невероятным разнообразием природно-климатических условий выращивания сельскохозяйственных растений. Очевидно, что нет и не может быть сортов, одинаково пригодных для возделывания по всей территории России, поэтому правильный подбор сортов для её конкретных зон и районов – задача первостепенной важности.

В советское время подбором для каждого региона страны наиболее приспособленных сортов занималась созданная в 1937 г. при МСХ СССР Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Постепенно в системе государственного сортоиспытания сложилась обширная и стройная сеть сортоиспытательных станций и сортоиспытательных участков (сортучастков) – в общей сложности почти 1,5 тыс. пунктов сортоиспытания.

Система государственного сортоиспытания и соответствующая Государственная комиссия сохранились и в современной России. Практическое осуществление задач сортоиспытания возложено на *Государственную комиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений при МСХ России*, которая была образована в апреле 1994 г. на базе ранее действующей Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур и ее организаций, учреждений и предприятий.

Однако против предыдущего исторического периода в работе Госкомиссии по сортоиспытанию произошли существенные, но далеко не положительные изменения, и сегодня она переживает трудные времена: стоит даже вопрос о её ликвидации, как и ликвидации самого процесса государственного сортоиспытания (т.е. независимого от бизнеса).

Очень трудные времена переживает и система сортоиспытания: количество сортоиспытательных станций и сортучастков значительно сократилось, а их экономическое положение и материально-техническая обеспе-

ченность стали удручающими, надёжность результатов испытания – недопустимо низкой.

В настоящее время система Государственного сортоиспытания выполняет две основные задачи:

1) объективная и всесторонняя оценка новых сортов и гибридов, выявление наиболее перспективных из них и установление районов для их внедрения в сельскохозяйственное производство (их *районирование*);

2) установление новизны и охраноспособности созданных сортов для цели их *правовой защиты* государством.

Наряду с испытанием новых сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции Госкомиссия осуществляет разработку методической документации, оказывает практическую помощь республиканским, областным и районным сельскохозяйственным организациям в скорейшем внедрении новых сортов в производство, осуществляет международное сотрудничество в области охраны и использования селекционных достижений. Она же решает вопросы, связанные с оформлением авторства на сорт и охраной авторских прав.

В структуру Госкомиссии входят **инспектуры** по республикам и областям, государственные сортоиспытательные станции и государственные сортоиспытательные участки, а также Всероссийский центр по оценке качества сортов сельскохозяйственных культур с его *химико-технологической лабораторией*, и некоторые другие организации, уполномоченные на проведение испытаний. В научно-методическом и административном отношении инспектуры по сортоиспытанию подчиняются Госкомиссии, а сортоучастки – одновременно Госкомиссии и соответствующим инспектурам. Инспектуры анализируют и обобщают результаты сортоиспытания в республиках, краях и областях и передают их в Госкомиссию с предложениями по районированию новых сортов и гибридов в конкретной зоне.

Государственные сортоучастки создаются непосредственно в хозяйствах и опытных учреждениях, почвенно-климатические условия которых отражают особенности конкретной природной зоны региона. При этом хозяйства и опытные учреждения выделяют для сортоиспытания земельные участки, выровненные по рельефу, гранулометрическому составу и плодородию почвы, типичные для зоны.

Большинство сортоучастков проводят испытание целого ряда сельскохозяйственных культур, которые возделываются в районах их деятельности. Однако часть сортоучастков имеет определённую специализацию: для испытания овощных, или плодовых, или кормовых культур, для испытания в условиях орошения, или же энтомо-фитопатологические сортоучастки и т.п.

В каждой области, крае, республике России имеется по несколько сортоучастков. Число их зависит от уровня развития в регионе сельскохозяйственного производства, поэтому больше всего их в Краснодарском крае (около 30), а в Оренбуржье в настоящее время их осталось всего 10: Аксаковский, Александровский, Бузулукский, Гайский, Илекский, Кваркенский, Переволоцкий, Пономарёвский, Соль-Илецкий, Шарлыкский.

При государственном сортоиспытании сорта почти всех полевых культур проходят *конкурсное сортоиспытание*, и только некоторые менее значимые культуры подвергаются *экспертной оценке* представителями Госкомиссии. По результатам сортоиспытания или экспертной оценки принимается решение о возможности возделывания сорта в производстве (о его *районировании*).

Таким образом, государственное сортоиспытание и районирование – это заключительный этап селекционного процесса, на котором лучшие селекционные сорта и гетерозисные гибриды, самоопыленные линии, клоны и другие селекционные формы получают официальное признание и рекомендуются для практического использования.

## **2 Испытание сорта на хозяйственную полезность**

На создание селекционером нового сорта уходят долгие годы, а то и десятилетия. Но прежде чем созданная растительная форма будет признана сортом, она должна пройти специальное, независимое от селекционера государственное сортоиспытание *на хозяйственную полезность*. Надлежащее испытание (экспертизу) проводит Госкомиссия по сортоиспытанию после подачи авторами сорта соответствующей **заявки**. Но сорт принимается на испытание лишь в том случае, если он не менее чем в течение трёх лет во время *станционного конкурсного испытания*, которое выполняли создатели, превосходил стандарт по урожайности и другим хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Испытание нового сорта на **хозяйственную полезность** проводится в различных регионах России на сортоучастках Госкомиссии, которые высевают и изучают новые сорта в соответствии с общепринятой методикой *конкурсного сортоиспытания*, сравнивая их с лучшими в том или ином регионе сортами-стандартами по урожайности, болезнеустойчивости, качеству продукции и многим другим хозяйственно-ценным признакам и свойствам (отсюда и термин «хозяйственная полезность»).

Конкурсное сортоиспытание сортов и гибридов проводят по общепризнанной **Методике государственного сортоиспытания**. Объективная и сравнительная оценка испытываемых сортов и гибридов возможна только при условии точного соблюдения требований этой методики, в основе



которой лежат принципы точности опыта и высокая степень сравнимости данных на фоне стандартного сорта. Испытываемые сорта и гибриды должны размещаться на участках с выровненным рельефом по однородному предшественнику. Делянки должны быть удлиненной формы, что позволяет применять механизацию. Повторность четырех-шестикратная в пространстве и трёхкратная во времени. Обязательна математико-статистическая обработка данных.

Новые сорта изучаются не менее двух лет (обычно 3 года). Если за время испытания новый сорт в каком-либо регионе оказывается по оцениваемым признакам лучше стандартов, Госкомиссия принимает решение **о допуске его к производственному использованию** в этом регионе (раньше говорили – *районирует*, и сорт становился *районированным*).

При принятии положительного решения о допуске нового сорта к производственному использованию Госкомиссия заносит его в специальный *Государственный реестр сортов, допущенных к использованию*, а региональные инспектуры Госкомиссии публикуют *Перечень сортов, допущенных к использованию* в регионе, где перечисляют все районированные здесь сорта – и ранее, и впервые районированные.

Включение сорта в *Государственный реестр сортов, допущенных к использованию*, даёт право на его размножение, ввоз и реализацию семян на территории субъектов Российской Федерации соответствующего региона. В этой связи возделывать в производстве можно только те сорта, которые внесены в данный реестр. За возделывание не внесённого в этот реестр сорта законом предусмотрена административная ответственность в виде штрафа.

После того, как сорт допущен к производственному использованию, селекционному учреждению и авторам сорта выдаётся **авторское свидетельство** на сорт. **Авторское** свидетельство – документ, удостоверяющий авторство селекционера (или коллектива) в создании нового сорта, который приравнивается к изобретению и потому является объектом интеллектуальной собственности. Срок действия авторского свидетельства не ограничен.

Таким образом, государственное испытание сортов на хозяйственную полезность и последующая их регистрация в специальном Государственном реестре сортов, допущенных к производственному использованию, проводятся в первую очередь в интересах их потребителей, чтобы на рынок попали только сорта с определенными качественными свойствами.

### **3 Испытание сорта на охраноспособность**

Одновременно с испытанием на хозяйственную полезность новые сорта испытываются Государственной комиссией по сортоиспытанию *на охраноспособность* – после подачи авторами сорта заявки на выдачу **па-**

**тента.** Критериями охраноспособности сорта являются его *новизна* и *признаки ООС* (признаки отличимости, однородности и стабильности).

**Новизна.** Сорт считается новым, если на дату подачи заявки на выдачу патента его семена ранее чем за один год никому не передавались для коммерческого использования.

**Отличимость.** Сорт должен явно отличаться от любого другого общеизвестного, существующего к моменту подачи заявки. Общеизвестный сорт – тот, который находится в официальных каталогах, справочном фонде или имеет точное описание в публикации. При этом два сорта считаются отличимыми, если отличие между ними проявляется по крайней мере в одном месте испытания явно и постоянно.

**Однородность.** Растения сорта должны быть достаточно однородны по своим признакам, т.е. изменчивость его признаков в зависимости от метода селекции и наличия отклоняющихся форм из-за случайного засорения, мутаций или других причин не должна превышать уровня, позволяющего сделать точное его описание и идентификацию.

**Стабильность.** Сорт считается стабильным, если его основные признаки остаются неизменными после неоднократного размножения или, в случае особого цикла размножения, в конце каждого цикла.

Испытание по признакам отличимости, однородности и стабильности (*испытание на ООС*) проводится одновременно с испытанием сорта на хозяйственную полезность и выполняется не на всех, а на специальных сортоучастках Госкомиссии. Эти сортоучастки высевают и изучают новые сорта в соответствии со специальной методикой, сравнивая их с определёнными образцовыми сортами по многим специально оговорённым признакам, преимущественно морфологическим и биологическим, которые хорошо наследуются.

Если сорт характеризуется признаками новизны и по результатам выполненных испытаний на ООС отвечает установленным для каждой культуры требованиям по отличимости, однородности и стабильности, на него может быть выдан (по желанию его создателей) охранный документ – **патент**, независимо от результатов испытания на хозяйственную полезность. **Патент** является документом, который свидетельствует о том, что право на использование данного сорта закреплено за селекционером (или его работодателем) и охраняется государством. Срок действия патента – 30 лет. Сорт, на который селекционер получает патент, Госкомиссия заносит в специальный государственный *Реестр охраняемых сортов*.

Таким образом, государственное испытание сортов на охраноспособность и последующая их регистрация в специальном Государственном реестре охраняемых сортов и выдача патентов проводятся для защиты интересов их создателей – селекционных учреждений и селекционеров.

#### 4 Районированные сорта полевых культур Оренбуржья

Сорта полевых культур неодинаково проявляют свои биологические и хозяйственные свойства в различных почвенно-климатических условиях возделывания и не остаются в разных условиях одинаково хорошими или плохими с хозяйственной точки зрения. Поэтому их рекомендуют к возделыванию (районируют) для отдельных конкретных природных зон России и её отдельных регионов и районов.

В связи с этим на территории России сегодня выделяют 12 регионов Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию. Это т.н. регионы сортового районирования: 1 – Северный, 2 – Северо-западный, 3 – Центральный, 4 – Волго-вятский, 5 – Центрально-чернозёмный, 6 – Северо-Кавказский, 7 – Средневолжский, 8 – Нижневолжский, 9 – Уральский, 10 – Западно-сибирский, 11 – Восточно-сибирский, 12 – Дальневосточный.

В рассмотренном списке Оренбургская область включена в **Уральский (девятый) регион** сортового районирования – вместе с Курганской, Челябинской областями и Республикой Башкортостан.

В пределах Оренбургской области принято при районировании сортов выделять **5 почвенно-климатических зон** со сходными условиями внутри них и ощутимыми различиями условий между ними.

**Зона I** – Северная (лесостепная), включает Абдулинский, Асекеевский, Бугурусланский, Матвеевский, Пономаревский, Северный, Тюльганский и Шарлыкский районы. По вопросам сортоиспытания зону обслуживают Аксаковский, Пономарёвский и Шарлыкский государственные сортоучастки.

**Зона II** – Западная (степная), включает Александровский, Бузулукский, Грачевский, Красногвардейский, Курманаевский, Новосергиевский, Сорочинский и Тоцкий районы. Зону обслуживают Александровский и Бузулукский государственные сортоучастки.

**Зона III** – Южная (степная), включает Акбулакский, Илекский, Первомайский, Соль-Илецкий и Ташлинский районы. Зону обслуживают Илекский и Соль-Илецкий государственные сортоучастки.

**Зона IV** – Центральная (степная), включает Беляевский, Куvandкский, Октябрьский, Оренбургский, Переволоцкий, Сакмарский и Саракташский районы. Зону обслуживают Переволоцкий и Саракташский государственные сортоучастки.

**Зона V** – Восточная (степная), включает Адамовский, Домбаровский, Гайский, Кваркенский, Новоорский, Светлинский и Ясненский районы. Зону обслуживают Кваркенский и Гайский государственные сортоучастки.

В «Перечень сортов сельскохозяйственных культур, включенных в Государственный реестр Российской Федерации и допущенных к исполь-

зованию в Оренбургской области на 2015 год», были внесены следующие сорта основных зерновых культур *(по каждой культуре и зоне области – в очередности лет районирования: от давно районированных к районированным в последние годы)*:

**Озимая пшеница:** по области – Поволжская 86, Оренбургская 105, Мироновская 808, Колос Оренбуржья; по области, кроме Восточной (V) зоны – Кинельская 4, Комсомольская 56, Безенчукская 380, Саратовская 90, Пионерская 32, Новоершовская; по I, III и IV зонам – Губерния, по I, II и IV зонам – Донэко, по I и II зонам – Северодонецкая юбилейная, Губернатор Дона, по II зоне – Доминанта, Тарасовская остистая.

**Озимая рожь:** по области, кроме Восточной (V) зоны – Саратовская 5, Саратовская 6, Марусенька, Памяти Кунакбаева; по I зоне области – Чулпан 7; по II, III и IV зонам области – Саратовская 7.

**Озимая тритикале:** по области – Алмаз, Топаз; по I, II и IV зонам области – Башкирская короткостебельная; по II и IV зонам области – Легион.

**Яровая мягкая пшеница:** по области – Оренбургская 13, Варяг, Учитель, Альбидум 188, Прохоровка, Юго-Восточная 2, Л-503, Тулайковская 5, Л-505, Кинельская нива, Саратовская 73, Радуга, Фаворит, Симбирцит, Дуэт, Экада 70, Ульяновская 100, Тулайковская 108; по II, III, IV и V зонам области – Саратовская 42, Альбидум 32; по I, II и V зонам области – Тулайковская золотистая, Челябинка юбилейная, Тобольская; по I и II зонам области – Экада 113; по I, II, III и IV зонам области – Саратовская 74; по V зоне области – Саратовская 29.

**Яровая твёрдая пшеница:** по области – Харьковская 46, Оренбургская 10, Безенчукская 182, Безенчукский янтарь, Оренбургская 21, Безенчукская степная, Безенчукская 205, Донская элегия, Марина, Безенчукская нива, Безенчукская 210; по I зоне области – Рустикано, по II зоне области – Мелодия Дона.

**Ячмень:** по области – Донецкий 8, Нутанс 553, Анна, Натали, Оренбургский 17, Оренбургский 15, Оренбургский 11, Т-12; по I, II и V зонам области – Первоцелинник; по II и V зонам области – Оренбургский совместный.

**Овёс:** по области – Астор, Конкур, Отрада; по области, кроме Южной (III) зоны – Скаун.

**Просо** на зерно: по области – Оренбургское 9, Саратовское 10, Оренбургское 20, Саратовское 12, Саратовское жёлтое, Данила, Золотая орда; по III, IV и V зонам области – Камышинское 98; по II и V зонам области – Ярлык.

**Гречиха:** по области – Сумчанка, Уфимская, Светлана; по I и IV зонам области – Диалог, Землячка.

**Горох** на зерно: по области – Красноуфимский 93, Чишминский 95, Чишминский 229, Красноус, Спартак, Самариус, Ямал, Кумир; по I зоне области – Ватан; по II, III и V зонам области – Агроинтел; по II, IV и V зонам области – Флагман 12; по II и IV зоне области – Фараон.

**Нут:** по области – все сорта Госреестра РФ на 2015 год (с пометкой «повсеместно»).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Задачи государственного сортоиспытания.
2. Структура государственного сортоиспытания и типы государственных сортоучастков.
3. Условия и порядок включения новых сортов в государственное сортоиспытание.
4. Какие существуют два вида государственного испытания новых сортов и в чьих интересах они выполняются?
5. Задачи и правила испытания сортов на хозяйственную полезность.
6. Порядок и принципы районирования сортов и гибридов (рекомендации их для производственного возделывания).
7. Охарактеризуйте критерии охраноспособности сорта.
8. Авторское свидетельство на сорт и патент: назначение и отличия.
9. Два Государственных реестра сортов, их назначение и различие.
10. Допускается ли возделывание сорта в производстве уже на том основании, что он занесён в Реестр охраняемых сортов, и почему?
11. Почвенно-климатические зоны Оренбургской области для испытания и районирования сортов.
12. Сорта основных зерновых культур, районированные по всей Оренбургской области.

## Часть II

# ОСНОВЫ СЕМЕНОВОДСТВА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

## Тема 11

### Семеноводство: предмет, история, современная система и правовые основы

1. Семеноводство, его предмет, история и организация в современной России
2. Современная система семеноводства в России и Оренбуржье
3. Нормативная правовая база использования сорта и семеноводства

#### 1 Семеноводство, его предмет, история и организация в современной России

В комплексе мероприятий, обеспечивающих получение высоких урожаев качественной продукции, очень большое значение имеет семеноводство, поскольку уровень урожайности во многом предопределяется качеством семян (*от худого семени не жди хорошего племени*).

Известно, что за счёт внедрения новых сортов (в семеноводстве это называют сортосменой) увеличение урожайности может достигать десятков процентов. Но существенная прибавка урожая происходит и за счёт сортообновления – когда семена, у которых ухудшились сортовые и биологические качества, заменяют лучшими семенами того же самого сорта. При этом высококачественные семена – один из малозатратных факторов увеличения производства сельскохозяйственной продукции.

Селекция реализует свои достижения только через хорошо отлаженное семеноводство, поскольку не сорт сам по себе, а его **семена** являются объектом рынка, товаром. **Семеноводство** – это специальная отрасль сельскохозяйственного производства, функция которого состоит в массовом размножении сортовых семян или получении гетерозисных гибридных семян при сохранении их чистосортности, высоких посевных качеств и урожайных свойств.

В этой связи в процессе семеноводства осуществляется триединая задача:

- 1) размножение высококачественных семян до необходимого количества,
- 2) сохранение высоких сортовых качеств размножаемых семян,
- 3) улучшение посевных качеств и урожайных свойств семян.

Решение первых двух задач семеноводства базируется на биологических законах развития растений и их популяций, которые входят в круг знаний генетики, физиологии, агрохимии, растениеводства и других агрономических дисциплин. Для решения третьей задачи необходимы знания семеноведения, экологии, закономерностей модификационной изменчивости.

Задача семеноводства не заключается в улучшении сортов – этим занимается селекция. Задача семеноводства – не допустить ухудшения свойств существующих сортов при их размножении, сохранить всё ценное, что им было присуще при передаче для использования в производстве. Однако в некоторых случаях задачей семеноводства становится не только сохранение, но и улучшение сорта (например, при работе с перекрёстноопыляемыми культурами в научном учреждении).

Семеноводство как самостоятельная отрасль производства и наука имеет свои технические методы и приёмы работы, теоретически обоснованные и апробированные многолетней практикой. Объектами семеноводства служат сорта разных типов и гетерозисные гибриды.

Семеноводство как отрасль зародилось в России во второй половине 19 века, когда в помещичьих хозяйствах стали выращивать семена на продажу (например, в имениях Шатиловых – шатиловский овёс, в имениях Хлудовых – хлудовскую пшеницу). Но организованного семеноводства не существовало ещё долгие годы. История семеноводства в нашей стране началась, по сути дела, с декрета Совнаркома РСФСР «О семеноводстве», принятого в 1921 г.

В 1931–1937 гг. были законодательно определены организационные принципы системы семеноводства, которые в дальнейшем совершенствовались (*в учебниках говорится о пяти этапах развития отечественного семеноводства за советский период истории*). Именно тогда была организована в стране сеть сортоиспытания, был учреждён контроль за посевными качествами семян, были приняты первые ГОСТы на семена, введены сортовое районирование и апробация сортовых посевов, начато планомерное внедрение районированных селекционных сортов, создан Государственный фонд сортовых семян.

Принципы сложившейся в СССР системы семеноводства сводились в общих чертах к **следующему**:

- научные учреждения, в которых были созданы сорта (т.н. селекционные центры), вели их *первичное семеноводство* (т.е. поддерживающую селекцию),
- затем полученные семена в опытно-производственных хозяйствах (ОПХ) других научных учреждений и в учхозах вузов размножались до *элиты* (потому эти хозяйства назывались элитхозами),
- семена элиты передавались в специализированные семеноводческие хозяйства (спецсемхозы) для производства семян *первой и последу-*

*ющих репродукций*, которыми систематически в плановом порядке обеспечивались все остальные хозяйства для посева на своих производственных площадях.

В 70–80-е годы прошлого века в результате быстрого развития специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, в т.ч. семеноводства, происходил перевод его на промышленную основу. **Промышленное семеноводство** – это производство семян в специализированных семеноводческих хозяйствах (спецсхозах) или в семеноводческих бригадах и отделениях крупных сельхозпредприятий, которое осуществляется индустриальными методами с использованием механизированных комплексных пунктов и семенных заводов по обработке и хранению семян. При этом выращивание сортовых семян отделяется от производства продовольственного и фуражного зерна. Несеменоводческие хозяйства, а также отделения и бригады, которые выращивают товарное зерно, ежегодно получают высококачественные сортовые семена на всю площадь товарных посевов.

При промышленном семеноводстве сложились разные типы специализации: внутрихозяйственная, внутрирайонная, внутриобластная и межобластная. Промышленное семеноводство позволило использовать для производства семян наиболее благоприятные природно-климатические зоны страны или её отдельных регионов и даже районов, т.е. позволило осуществить *агроэкологическую специализацию производства семян*. С другой стороны, промышленное семеноводство позволило осуществить техническое перевооружение этой отрасли, особенно в сфере послеуборочной обработки, сортировки и хранения семян: их послеуборочная обработка выполнялась по поточной технологии, в единой технологической цепи.

Наиболее совершенной формой организации промышленного семеноводства явилось создание НПО – научно-производственных объединений. НПО вели первичное семеноводство и выращивали элиту и первую репродукцию семян, которые затем в семеноводческих хозяйствах размножались до второй и третьей репродукции и поступали в хозяйства, производящие товарную продукцию. Такая форма организации семеноводства позволяла быстро внедрять новые сорта в производство, поскольку их семеноводство начиналось ещё до принятия решения о районировании сорта.

Созданные за советский период истории единый селекционно-семеноводческий комплекс и система отечественного семеноводства обеспечили значительные успехи в производстве необходимого стране количества высококачественных семян лучших сортов. Эта система позволила организовать эффективное промышленное семеноводство и оказалась до такой степени живучей и востребованной производством, что её не удалось окончательно сломать до настоящего времени.



После разрушения в 1991 г. Советского Союза началась дезинтеграция единого селекционно-семеноводческого комплекса страны, которая коснулась важнейших его звеньев: селекционных центров, НПО, элитхозов и семхозов, государственной комиссии по сортоиспытанию, системы заготовки семян в государственные ресурсы, государственной семенной инспекции и др.

В современной России семеноводство стало предпринимательской деятельностью, но исчезла промышленная основа семеноводства: не стало централизованного заказа на оригинальные и элитные семена, исчезли взаимосвязи между производителями семян, которые являются звеньями семеноводческой системы, не стало планового обязательного порядка сортообновления и сортосмены и т.д.

Система семеноводства страны деградировала, и это создало серьёзные проблемы в сельскохозяйственном производстве. До настоящего времени нет единого концептуального представления о том, каким должен быть селекционно-семеноводческий комплекс современной России, поэтому селекционно-семеноводческие учреждения и семеноводческие хозяйства продолжают работать на неорганизованном, диком рынке семян, а селекция и семеноводство страны продолжают деградировать.

## **2 Современная система семеноводства в России и Оренбуржье**

В СССР семеноводство полевых культур было организовано по трехзвенной системе.

В **первом звене** (*первичном семеноводстве*) производителями семян являлись оригинаторы сортов (обычно селекционные учреждения), которые выпускали для второго звена семена суперэлиты.

Во **втором звене** (*звене производства элиты*) производителями семян являлись элитно-семеноводческие хозяйства (элитхозы) – обычно ОПХ НИИ, учхозы вузов, лучшие семеноводческие хозяйства. В этом звене системы семеноводства выпускались семена элиты и первой репродукции, которые поставлялись следующему звену семеноводства.

В **третьем звене** (*репродукционном семеноводстве*) производителями семян второй и последующих репродукций являлись специализированные семеноводческие хозяйства (спецсемхозы) и семеноводческие бригады или отделения несеменоводческих хозяйств. Выпускаемые этим звеном системы семеноводства семена использовались на товарных посевах возделываемых культур.

Рассмотренная трёхзвенная система организации семеноводства сохранилась в современной России и нашла своё отражение в национальном

стандарте РФ ГОСТ Р 52325–2005, который подразделяет семена на три **категории**, в зависимости от происхождения, норм регламентируемых показателей качества и назначения:

1) оригинальные семена (ОС) – семена первичных звеньев семеноводства, питомников размножения и суперэлиты, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом и предназначенные для дальнейшего размножения,

2) элитные семена (ЭС = семена элиты) – семена, полученные последующим размножением оригинальных семян,

3) репродукционные семена (РС и РСт) – семена, полученные последовательным пересевом семян элиты (первое и последующие поколения = РС1, РС2 и т.д.).

В упомянутом ГОСТе РФ приведены конкретные требования к соответствующим категориям семян той или иной культуры по сортовым и посевным качествам. Следует обратить внимание, что этот современный ГОСТ на семена существенно отличается от того ГОСТа, который действовал в бывшем СССР и термины и нормы которого вы встретите в старых учебниках (вышедших до 2005 г. и даже позже). Например, в современном ГОСТе нет подразделения семян по посевным качествам на классы, а существовавший и ранее термин «категория» приобрёл совсем иное значение и связан уже не с сортовой чистотой, а с происхождением, назначением семян и комплексом показателей их качества.

В современной системе семеноводства оригинальные семена для производства элиты выращивают оригинаторы сортов (это, как правило, НИИ и вузы) в соответствии с существующими *Методическими рекомендациями по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур* (М., 1990).

Как правило, семена элиты для реализации тоже выращивают в НИИ и вузах и под их руководством – в элитхозах, а семена следующих за элитой репродукций для целей реализации выращивают в семхозах. Остальные хозяйства, использующие при возделывании сельскохозяйственных культур на товарных посевах репродукционные семена, либо их приобретают, либо выращивают сами в рамках внутрихозяйственного семеноводства (не для реализации!), используя приобретённые семена элиты или первой репродукции.

Такова функциональная схема *системы семеноводства* полевых культур в современной России и в Оренбуржье.

В соответствии с существующим сегодня порядком деятельностью по производству *элитных и репродукционных семян* для реализации могут заниматься *любые* заинтересованные физические и юридические лица, которые всего лишь обязаны по сортам, охраняемым патентом РФ, иметь ли-

цензионный договор с патентообладателем (*в том случае, когда сорт не охраняется патентом, даже это не требуется*). Однако деятельностью по производству *оригинальных семян* могут заниматься только те физические и юридические лица, которые зарегистрированы Госкомиссией по испытанию и охране сортов в качестве **оригинаторов** и имеют *свидетельство оригинатора*.

В Оренбургской области (как и в других регионах России) организация семеноводческой деятельности осуществляется в рамках специальной программы, которая разрабатывается на определённый период под руководством регионального министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности. В настоящее время принята к действию Программа «Семеноводство зерновых, зернобобовых и кормовых культур в Оренбургской области на 2014–2020 годы». Её разработчиками и исполнителями являются министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбургский аграрный университет и Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства.

Целью Программы является увеличение валовых сборов сельскохозяйственных культур за счет совершенствования системы семеноводства зерновых и зернобобовых культур. На реализацию этой программы планируется выделять из областного бюджета по 60–80 млн руб. в год – в общей сложности более 0,5 млрд рублей.

Ожидается, что в результате реализации Программы удельный вес площади, засеваемый элитными семенами, будет доведён до 25% к общей посевной площади, производство семян сельскохозяйственных растений – до научно обоснованной потребности, увеличатся валовые сборы сельскохозяйственных растений в хозяйствах всех категорий.

Принятой Программой предусматривается производство оригинальных семян сельскохозяйственных культур осуществлять в селекционно-семеноводческих центрах ОНИИСХа, ОГАУ и ВНИИМСа. На оригинаторов сортов законодательно возлагается обязанность организации воспроизводства их высококачественных семян. В частности, ОГАУ является оригинатором сортов озимой пшеницы Оренбургская 105, Пионерская 32 и Колос Оренбуржья, сорта яровой пшеницы Юго-Восточная 2, сорта нута Краснокутский 36. Производство оригинальных семян по этим сортам ведется в учебно-опытном поле ОГАУ.

Производство элитных семян выращиваемых культур предусматривается осуществлять в тех же селекционно-семеноводческих центрах ОНИИСХа, ОГАУ и ВНИИМСа и, кроме того, в элитхозах. Эти элитхозы также имеют право производить и реализовывать семена элиты и I репро-

дукции тех сортов возделываемых культур, первичное семеноводство которых в области отсутствует, закупая для этого оригинальные семена в других регионах России (например, в Саратове).

В Программе отмечается, что элитхозы должны:

- быть включенными в перечень хозяйств по производству и реализации семян элиты и I репродукции,
- пройти установленную аттестацию,
- иметь соответствующую современным требованиям материально-техническую базу, а также разработанную научными учреждениями области технологию выращивания семян сельскохозяйственных культур высших репродукций.

Далее областная Программа по семеноводству определяет, что производство и реализацию репродукционных семян I и II репродукции будут осуществлять спецсемахозы, которые тоже прошли установленную аттестацию и включены в соответствующий список. Список элитно-семеноводческих хозяйств по производству и реализации семян элиты и I репродукции сельскохозяйственных культур и прошедших аттестацию с присвоением категории, представлен в Программе и включает 49 хозяйств.

В соответствии с Программой в хозяйствах с товарным производством зерновых, зернобобовых культур, однолетних и многолетних трав ведется только *внутрихозяйственное семеноводство* этих растений (т.е. производство семян для собственных нужд). Такие хозяйства, закупив семена I и II репродукций, размножают их в семеноводческих бригадах, отделениях, на семенных участках из расчета полного обеспечения своей потребности в сортовых семенах. Семена для реализации такие хозяйства не выращивают. Логично следует, что семена III и последующих репродукций могут использоваться только во внутрихозяйственном семеноводстве, а вот на рынке семян их не должно быть.

С целью укрепления отрасли семеноводства в 2011 году в Оренбургской области создана некоммерческая организация «Оренбургская Ассоциация селекционеров и семеноводов сельскохозяйственных культур» при поддержке министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области. Ассоциация способствует объединению усилий оригинаторов сортов, селекционеров, ОГАУ, ОНИИСХ, ВНИИМС, семеноводческих хозяйств, более эффективному использованию генетического потенциала имеющихся сортов и гибридов сельскохозяйственных культур зоны Поволжья и Урала.

### **3 Нормативная правовая база использования сорта и семеноводства**

Основу правовой защиты использования сортов и гибридов до недавнего прошлого обеспечивала нормативная база закона «О селекционных достижениях» от 06.08.1993 года. В соответствии с этим законом в рыночных условиях селекционное достижение (сорт, гибрид и т.п.) является интеллектуальной собственностью. Закон установил охранное право на селекционное достижение посредством выдачи **патента** и создал гипотетическую возможность ведения селекции растений на возвратной (самоокупаемой) основе через сбор селекционного вознаграждения – *роялти*.

Принятый в своё время закон «О селекционных достижениях» создал правовую базу для охраны сортов и защиты прав селекционеров и соответствовал международным нормам в этой сфере. В настоящее время вместо этого закона правовую защиту использования сортов и гибридов обеспечивает нормативная база **Гражданского кодекса Российской Федерации, часть четвёртая (№ 230–ФЗ)**, от 18.12.2006 года. *Глава 73 ГК РФ так и называется: Право на селекционное достижение.*

На созданный селекционером (и учреждением, в котором он работает) сорт выдаются авторское свидетельство и патент. Если новый сорт создан селекционером в порядке служебной деятельности (это обычное явление), то селекционеру выдаётся только авторское свидетельство на сорт, а патент выдаётся учреждению, в котором селекционер работает. При этом учреждение заключает с селекционером специальный *договор*, в котором обязуется, среди прочего, выплачивать селекционеру определённое вознаграждение за использование нового сорта (из выручки от продажи семян сорта и полученного за него роялти – отчислений других пользователей сорта). Рекомендуется размер этого вознаграждения не менее 2% от суммы ежегодных поступлений за использование сорта.

Поскольку достоинства сортов реализуются в производстве через семена, поэтому основой правового использования сорта и правового регулирования отрасли семеноводства является закон РФ «**О семеноводстве**» № 149-ФЗ от 17.12.1997 года. Этот закон определил, что в понятие семеноводства входит деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных и лесных растений, а также сортовой контроль и семенной контроль. Закон регламентирует правовые отношения производителей и потребителей семян, а также регулирует организационные основы деятельности производителей семян. Этот же закон определяет организацию и проведение сортового и семенного контроля в современной России. В развитие положений этого закона разработаны и действуют Положение

о сортовом и семенном контроле, Положение о сертификации семян, и другие подзаконные акты.

Выращиваемые в производстве **сорта** в обязательном порядке должны быть **внесены** в *Государственный реестр сортов, допущенных к использованию*. При этом одни из выращиваемых в производстве сортов охраняются патентами, а другие патентами не охраняются и потому находятся в *свободном пользовании*, поскольку на их использование ни у кого не надо получать разрешение. Такими сортами являются давно созданные сорта (более 30 лет назад), у которых закончился срок действия патента или на которые патент даже не выдавался. Такими же являются и сорта, на которые их авторы не пожелали получить патент.

Когда же выращиваемый сорт охраняется патентом, его использование осуществляется в особом, ограниченном режиме на основе специального договора с патентообладателем. Договор этот называется лицензионным, или **лицензией**, и он подтверждает право на использование сорта (в порядке оговорённых расчётов либо безвозмездно).

При заключении лицензионного договора патентообладатель (т.е. обладатель прав на использование сорта, который эти права по данному договору передаёт другому) называется *лицензиар*, а лицо, которое по договору наделяется правом на использование сорта, называется *лицензиат*.

Лицензия бывает *исключительной* и *неисключительной*. При *исключительной лицензии* лицензиату передаётся исключительное право на использование сорта (но в пределах, оговорённых договором), а за лицензиаром сохраняется право на использование сорта только в части, не передаваемой лицензиату. Эта лицензия регистрируется в Госкомиссии по сортоиспытанию. При *неисключительной лицензии* за лицензиаром по-прежнему остаются все права на использование сорта (нет исключений из права!).

При заключении лицензионного договора (будь то исключительная лицензия или неисключительная лицензия) в нем определяется размер платы за лицензию (хотя она может передаваться и безвозмездно) – т.н. роялти. *Автору* селекционного достижения, не являющемуся патентообладателем, в течение всего срока действия патента выплачивается *вознаграждение* по договору, заключаемому с патентообладателем. Это вознаграждение не может быть меньше суммы, установленной законом.

При использовании в производстве охраняемых сортов сбор роялти был и остаётся одним из центральных нерешённых вопросов взаимоотношения селекции, семеноводства и товарного производства семян. Сбор роялти – категория частного права. Как их собирать – дело конкретного правообладателя на сорт. Он может вообще отказаться от роялти, может собирать их сам, поручить это какому-либо союзу, ассоциации или юридической фирме. В современной России собираемость роялти исключительно низкая, и эти

собранные средства не играют заметной роли ни в финансировании селекционных работ по большинству сельскохозяйственных культур, ни в материальном вознаграждении селекционеров.

Хотя в целом к настоящему времени в России создана нормативно-правовая база работы с сортом и семенами, однако продолжается её совершенствование, и система селекции и семеноводства современной России ещё не достигла той стройности и логической завершенности, которой отличалась в предыдущий исторический период – при социализме.

Современная нормативная правовая база в области семеноводства в целом унифицирована с законодательством развитых стран. Это создает предпосылки для плавной интеграции России в международный рынок семян, ее активного участия в авторитетных организациях, таких как ISTA (Международная ассоциация по оценке качества семян – контролирует посевные качества), UPOV (Международный союз по охране новых сортов растений), ISF (Международная федерация по семеноводству), вступления в OECD (Организация экономического сотрудничества и развития – контролирует сортовые качества семян).

### **Вопросы для самопроверки**

1. Понятие о семеноводстве как науке и отрасли сельскохозяйственного производства.
2. Основные задачи семеноводства.
3. Особенности организации производства семян на промышленной основе.
4. Охарактеризуйте три звена современной системы семеноводства в России.
5. Охарактеризуйте предусмотренные ГОСТом РФ категории семян.
6. Современная система семеноводства в Оренбургской области.
7. Какие нормативные акты составляют правовую базу использования сорта и семеноводства?
8. Неохраняемые и охраняемые патентом сорта и режим их использования.

## Тема 12

### Теоретические основы семеноводства

1. Способ размножения культуры и организация семеноводства
2. Причины ухудшения сортовых семян и сохранение чистоты сорта, сортообновление
3. Сортосмена, семеноводство новых сортов

#### 1 Способ размножения культуры и организация семеноводства

Правильное ведение семеноводческой работы основывается на знании биологии возделываемых сортов и гибридов. Теоретической базой семеноводства, как и селекции, является генетика, однако семеноводство разрабатывает и использует свои приёмы и методы работы, направленные на наиболее полную реализацию хозяйственно-ценных возможностей сортов и гибридов и сохранение их биологических свойств при производстве семян.

**Главная задача семеноводства** – в процессе размножения *сохранить* генетическую природу размножаемого *сорта*, которая обеспечивает его преимущества, а при возможности (у перекрёстноопыляющихся культур) даже *улучшить* её. Поэтому успешное семеноводство требует знаний биологии культуры и сорта, способов их размножения, влияния внешних условий на образование семян.

Способ размножения накладывает очень большой отпечаток на организацию семеноводства культуры.

У **вегетативноразмножающихся** культур (у которых сорт – это клон) при организации производства оригинальных семян сорта (т.е. первого звена семеноводческой системы, а потому – первичного семеноводства) достаточно даже одного родоначального исходного растения, поэтому трудности генетического характера минимальные. Однако имеются серьёзные трудности технического характера: низкий коэффициент размножения, или большая масса посадочного материала, или ещё что-то.

Для организации первичного семеноводства сортов **самоопыляющихся** культур тоже не надо большого количества родоначальных растений, а пероопыление у них минимальное. Поэтому первичное семеноводство этих культур организовано наиболее просто и выполняется достаточно легко.

У **перекрёстно опыляющихся** культур сорт – это сложная в генетическом отношении гетерогенная популяция преимущественно гетерозиготных особей. Поэтому при организации первичного семеноводства этих культур необходимо брать достаточно большое количество исходных родо-



начальных растений, чтобы полностью воспроизвести генетическую структуру сорта-популяции и избежать возможную инцухт-депрессию. Также надо строго соблюдать пространственную изоляцию между посевами разных сортов, а желательно – и разных репродукций одного и того же сорта.

В этой связи первичное семеноводство сортов перекрёстноопыляющихся культур организационно и технически выполнять достаточно трудно. Но вместе с этим у этих культур существует возможность улучшения сорта в процессе его семеноводства.

## **2 Причины ухудшения сортовых семян и сохранение чистоты сорта, сортообновление**

*Сорт* полевых культур – это самовоспроизводящаяся, достаточно устойчивая биологическая система растительных организмов, непрерывно возобновляющаяся в ежегодной смене их поколений. Известно немало сортов, которые сохраняют свои хозяйственно-биологические свойства многие десятилетия (к примеру, Саратовская 29, Мироновская 808) без каких-либо признаков вырождения.

И в то же время в процессе производственного использования наблюдается постепенное ухудшение ценных хозяйственно-биологических качеств сортов, прежде всего сортовых качеств. **Основными причинами ухудшения** сортов являются:

- 1) механическое и биологическое засорение другими сортами,
- 2) расщепление,
- 3) появление мутаций,
- 4) снижение иммунитета и поражение болезнями,
- 5) экологическая депрессия сортов.

Механическое засорение другими сортами – одна из основных и наиболее опасных причин ухудшения хозяйственно-биологических качеств сортов, сортовых качеств их семян и выбраковки сортовых посевов при апробации. Поэтому *первое правило семеноводства* – не допускать при размножении семян механического засорения, т.е. попадания в семена основного сорта зёрен другого сорта и другой культуры (в сеялке, таре, при уборке, обработке, на складе и т.д.).

Когда *примесь* биологически лучше приспособлена к произрастанию в данных условиях возделывания и обладает более высоким коэффициентом размножения, она начинает быстро размножаться и *вытеснять растения основного сорта*. Это происходит, например, при засорении озимой пшеницы рожью или твёрдой пшеницы – мягкой.

Но и в тех случаях, когда сорт-засоритель менее урожаен, чем основной, его элиминации из посева (т.е. исчезновения) не происходит: его рас-

тения остаются в посеве засоряемого сорта и ухудшают его хозяйственно-биологические и сортовые качества.

Биологическое засорение сортов может происходить в результате естественного переопыления и особенно опасно для перекрёстноопыляющихся культур, хотя может иметь место и у самоопылителей. В этой связи для перекрёстноопыляющихся культур установлены *нормы пространственной изоляции* семеноводческих посевов (для подсолнечника 1000 м, кукурузы – от 200 до 500 м, ржи – 200 м), но определённые нормы надо бы установить и для самоопыляющихся культур.

Важно помнить, что *примесь*, попав в посев основного сорта в результате механического засорения, становится *источником биологического засорения*. В этой связи биологическое засорение может происходить также в результате вовлечения в спонтанную (самопроизвольную, естественную) гибридизации новых форм, образовавшихся в посеве основного сорта в результате расщепления, мутаций, анеуплоидии и других биологических процессов.

Новообразования, которые возникают в результате расщепления, могут быть следствием гетерозиготного состояния сорта по какому-либо признаку, а также следствием возникновения мутаций. Эти новообразования являются сортовой примесью и в процессе семеноводства должны удаляться.

Спонтанные мутанты, как и другие новообразования, хотя и появляются редко, но тоже приводят к ухудшению хозяйственно-биологических качеств сортов. Поэтому в семеноводстве их надо обнаруживать и удалять.

Грибные, бактериальные, вирусные болезни растений, которые передаются через семена, имеют громадный коэффициент размножения. В этой связи с каждой репродукцией семян в посеве резко возрастает количество поражённых растений, а хозяйственно-биологические качества сорта быстро ухудшаются, что приводит к выбраковке семенных посевов из числа сортовых. Поэтому в семеноводстве обязательна тщательная борьба с болезнями растений.

Экологическая депрессия сорта наступает тогда, когда он выращивается в неблагоприятных условиях. В результате нарушаются физиологические функции растений, что приводит к ослаблению жизнеспособности сорта, снижению его продуктивности и качества семян. Поэтому семеноводство следует вести в отдельных локальных зонах с *благоприятными агроклиматическими условиями*, особенно семеноводство сортов с невысокой экологической пластичностью.

Таким образом, причинами вырождения сортов могут быть механическое засорение при работе с семенами при посеве, уборке урожая, обработке и хранении, а также засорение падалицей предшествующей культуры, несоблюдение пространственной изоляции семенных посевов (биоло-

гическое засорение), иные наследственные, агротехнические и природные факторы.

Ухудшение сортовых качеств и вырождение сортов происходит не только у культур, размножающихся семенами, но и у *вегетативно размножающихся культур* (например, у картофеля). Вырождение сортов таких культур обусловлено постепенным старением растений в результате непрерывного вегетативного размножения и проявляется в резком снижении продуктивности, сильном поражении вирусными и другими болезнями, формировании мелких, больных клубней и т.п. Быстрое вырождение картофеля является следствием неблагоприятных условий выращивания, в т.ч. низкой агротехники, использования физиологически старых клубней, накопления в них вирусной и иной инфекции.

У различных сельскохозяйственных культур главные причины, приводящие к снижению качества сорта, неодинаковы. У зерновых культур главная причина потери сортовых достоинств – механическое засорение, а также увеличение уровня заболеваемости. У перекрестноопыляющихся культур во избежание переопыления необходимо строго соблюдать установленную пространственную изоляцию. У картофеля главная опасность исходит от вирусных и бактериальных болезней, при этом у него установлена почти линейная зависимость снижения урожайности от числа лет репродукцирования.

В связи с протекающим при репродукции семян процессом ухудшения сорта при его продолжительном возделывании периодически проводят обновление его семян (**сортообновление**): семена с ухудшившимися сортовыми качествами заменяют лучшими, более высокой категории и более урожайными. Основой обновления сорта являются его оригинальные семена или элитные.

Схемы проведения сортообновления могут быть разными. *Можно* проводить сортообновление семенами элиты или I репродукции сразу на всей площади один раз в 2–3–4 года (в зависимости от культуры). *Можно* сортообновление проводить ежегодно или через небольшое количество лет всего лишь на части семенных посевов.

В настоящее время при организации сортообновления семена элиты по экономическим причинам рациональнее приобретать только на часть семенных посевов (на участок размножения), но ежегодно.

В условиях современной экономики рынок постоянно предлагает для возделывания новые сорта сельскохозяйственных культур, поэтому сортообновление предыдущих сортов уже не представляет той производственной значимости, как это было ранее.

### 3 Сортосмена, семеноводство новых сортов

Селекционеры непрерывно создают новые, более совершенные сорта и гибриды полевых культур, которые лучше старых. В этой связи производится **сортосмена** – замена старых возделываемых сортов новыми. Поэтому сорта возделываются в производстве периодами – от одной сортосмены до другой, и каждый следующий период сортосмены является более высокой ступенью, новым этапом в совершенствовании возделываемой культуры.

Эффективность сортосмены может быть высокой либо же невысокой – в зависимости от удачности выбора нового сорта (действительно ли он лучше старого), а также от темпов замены старого сорта новым. При медленной сортосмене хозяйства упускают возможность получения добавочного урожая и экономического эффекта и не в полной мере используют достоинства и преимущества нового сорта.

Практика стран с рыночной экономикой показала, что срок эффективной «жизни» сорта близок к 5 годам, после чего он морально устаревает. Поэтому проведение сортосмены в короткий срок – важнейшая задача семеноводческой работы. А для этого надо как можно быстрее размножать семена нового сорта. В идеале, при регулярном введении новых сортов в производство исчезает необходимость в сортообновлении, поскольку появление нового сорта происходит в течение того периода, за который ухудшение сортовых качеств и урожайных свойств старого сорта ещё не достигает экономической значимости. Однако на практике постоянная сортосмена (через 4–5 лет) в России пока невозможна.

Ведущим фактором ускорения сортосмены является высокий коэффициент размножения семян (к.р.с.) – отношение массы (или количества) кондиционных семян в полученном с единицы площади урожае к массе (или количеству) посеянных на эту площадь семян. От величины к.р.с. напрямую зависит темп внедрения нового сорта. Поэтому надо увеличивать коэффициент размножения семян новых сортов на их семенных посевах.

На величину к.р.с. оказывают влияние многие агротехнические факторы, поэтому агротехническими приемами повышения к.р.с. могут быть:

- предшественник – черный пар + интенсивная технология с рациональной системой удобрений, которые обеспечат высокий фон питания, достаточное содержание продуктивной влаги в почве;
- способы посева, которые способствуют расширению площади питания растений (широкорядный, ленточный, пунктирный, гнездовой);
- пониженная норма высева всхожих семян на единицу площади (рекомендуется снижать до 30% от полной нормы высева);
- тщательный и своевременный уход за растениями в период вегетации, защита посевов от сорняков, болезней и вредителей.

Чтобы стимулировать быстрое размножение семян новых, лучших сортов, в семеноводстве советского времени существовало понятие дефицитных и перспективных сортов.

*Дефицитный* – новый районированный, но малораспространённый сорт по причине недостатка семян, который надо ускоренно размножить.

*Перспективный* – ещё проходящий государственное испытание сорт, который уже после одного-двух лет испытания показал себя как значительно превосходящий районированные сорта и имеет перспективу быть районированным.

Семеноводство дефицитных и перспективных сортов велось на особых организационных и экономических условиях, что позволяло быстро размножать их семена и осуществлять сортосмену. К сожалению, в современной России всё это не работает.

### **Вопросы для самопроверки**

1. В чём специфика семеноводства аутогамных, аллогамных и вегетативно размножаемых культур?
2. Причины ухудшения сортов и меры их предупреждения.
3. Сортообновление и сроки его проведения.
4. Понятие о сортосмене, значение ускоренного внедрения сортов в сельскохозяйственное производство.
5. Что такое перспективные и дефицитные сорта?

## Тема 13

### Организация производства элиты

1. Производство оригинальных семян и первичное семеноводство
2. Схемы производства семян элиты зерновых и зернобобовых культур
3. Особенности выращивания элиты картофеля
4. Особенности выращивания элиты многолетних трав

#### 1 Первичное семеноводство и производство оригинальных семян

В основе всей работы системы семеноводства по осуществлению надлежащей сортосмены и сортообновления лежит производство высококачественных семян элиты, при котором необходимо обеспечить:

- поддержание всех ценных биологических и хозяйственно полезных признаков сорта, благодаря которым он занесен в Государственный реестр и рекомендован для использования в производстве;
- сохранение высокой сортовой чистоты у сортов путем предотвращения биологического и механического засорения, проведения видо-вых и сортовых прополок;
- оздоровление семян от грибных, бактериальных и вирусных болезней путем проведения химической защиты и использования методов биотехнологии и отбора;
- ускоренное размножение новых районированных сортов для проведения своевременной сортосмены или сортообновления;
- выполнение планов производства и реализации семян элиты, создание необходимого объема страховых и переходящих фондов.

Производство семян элиты включает два этапа:

- выращивание оригинальных семян (которое начинается с первичного семеноводства и завершается выращиванием суперэлиты),
- дальнейшее размножение оригинальных семян, в результате которого выращивают элитные семена (т.н. элитное семеноводство).

Оригинальные семена выращивают **оригинаторы** сортов в соответствии с существующими на этот счёт Методическими указаниями, которые предусматривают выращивание оригинальных семян в специальных семеноводческих питомниках с использованием либо метода массового отбора, либо метода индивидуально-семейного отбора.

При массовом отборе из исходной популяции отбирается большое число схожих друг с другом элитных растений, отвечающих по комплексу признаков целям сохранения сорта. После лабораторной браковки семена отобранных растений *объединяют* в один образец и высевают на одной деланке в качестве вновь созданной (улучшенной) популяции.

Массовый отбор больше отвечает генетической структуре перекрёстно-опыляющихся культур и при семеноводческой работе с ними чаще всего и применяется. При массовом отборе элитные растения оцениваются по фенотипу, а ценность их генотипов остаётся неизвестной семеноводу.

При индивидуальном отборе из исходной популяции тоже отбирают элитные растения, отвечающие по комплексу признаков тем требованиям, которые обеспечивают сохранение сорта. Но после лабораторной браковки семена отобранных растений (элит) *не объединяют* в один образец (т.е. не смешивают), как при массовом отборе, а *высевают индивидуально* (раздельно друг с другом, на разных делянках).

Каждое выращенное потомство отобранных элит оценивают на соответствие её признаков желаемому результату. В дальнейшем размножают (тоже индивидуально, не смешивая) только лучшие (с точки зрения семеновода) потомства, а остальные выбраковывают.

Существенное достоинство индивидуального отбора – проверка по потомству отобранных фенотипов и выбраковка ошибочно отобранных из них (по причине модификационной изменчивости). Благодаря возможности проверки отобранных элит по потомству индивидуальный отбор является *отбором по генотипу* (тогда как массовый отбор – это *отбор по фенотипу*). Поэтому эффективность индивидуального отбора намного выше, чем массового.

В семеноводстве и самоопыляющихся, и перекрёстноопыляющихся культур используется, как правило, разновидность (форма) индивидуального отбора, которая называется индивидуально-семейный отбор.

При индивидуально-семейном отборе семена каждого родоначального растения высевают по семьям на отдельных делянках-рядочках, выращивают и убирают индивидуально, не смешивая, и все необходимые наблюдения, оценки и учёты тоже проводят индивидуально, применительно к каждой семье (делянке-рядочку). При этом применительно к перекрёстно-опыляемым культурам семена каждого родоначального растения высевают по семьям на отдельных изолированных делянках-рядочках, и поэтому переопыление происходит только в пределах семьи.

Группу питомников и семенных посевов, в которых в определенной последовательности путем отбора и размножения осуществляется процесс воспроизведения сорта, называют *схемой семеноводства*. Схема семеноводства определяет приемы и методы, на основе которых обеспечивается выращивание семян с высокими сортовыми и урожайными качествами. Схемы семеноводства культур обоснованы экспериментально и определены соответствующими Методическими указаниями.

Семеноводство различных культур ведётся по разным схемам и имеет свои особенности, что обусловлено биологией этих культур, способами соз-

дания их сортов и другими причинами. Тем не менее семеноводство почти всех полевых культур ведётся с использованием индивидуального отбора.

Схема производства элиты самоопыляющихся культур методом индивидуально-семейного отбора включает, как правило, следующие звенья:

- отбор родоначальных растений (семеноводческой элиты),
- питомник испытания потомств первого года (ПИП-1), затем – второго года (ПИП-2),
- питомник размножения 1-го – 4-го года (ПР-1...4),
- суперэлита,
- элита.

Первые звенья этой схемы (отбор семеноводческой элиты, ПИП-1, ПИП-2 и ПР-1), где применяют оценку потомств и осуществляют отбор лучших и браковку худших из них, обычно называют **первичным семеноводством** (впрочем, к звеньям первичного семеноводства иногда относят не только ПР-1, но все питомники размножения, а иногда не относят даже ПР-1, ограничиваясь только отбором, ПИП-1 и ПИП-2).

Схема производства элиты методом массового отбора проще предыдущей:

- отбор родоначальных растений (семеноводческой элиты) в большом количестве,
- питомник размножения 1-го – 4-го года (ПР-1...4),
- суперэлита,
- элита.

Общая задача первичного семеноводства – выращивание самых высококачественных семян для производства суперэлиты, а затем элиты. Поэтому в первичном семеноводстве используются особые приёмы и методы работы.

*Первой* задачей первичного семеноводства является сохранение сорта, предотвращение его вырождения, накопления в нем нетипичных форм, не отвечающим характеристикам сорта и ухудшающим его потребительские качества. Для этого в первичном семеноводстве используется известный метод – **отбор**.

Параллельно с задачей сохранения сорта в первичном семеноводстве решается и *другая* задача: оздоровление семенного материала, поскольку семена сорта, хотя бы и возвращенные в первоначальное состояние, но зараженные болезнями, для дальнейшей репродукции не годятся.

Отбор в семеноводстве выполняет совсем другие задачи, чем в селекции, и потому семеноводство (даже перекрёстноопыляющихся культур) не является продолжением селекционной работы. Задача отбора в семеноводстве состоит в том, чтобы сохранить и поддержать хозяйственно-биологические признаки и свойства возделываемого сорта. Для этого



в семеноводстве отбирают хотя и самые лучшие (элитные) родоначальные растения, но обязательно похожие на исходный сорт по наблюдаемым и учитываемым признакам и свойствам. Систематическое и тщательное выполнение семеноводческих отборов обеспечивает чистосортность семян, устойчивость к болезням и высокую продуктивность элитных растений.

У *самоопыляющихся* культур цель семеноводческого отбора состоит в наиболее полной реализации успеха селекции, поэтому он направлен не на улучшение сорта, а на его сохранение. У *перекрёстноопыляющихся* культур, по причине их постоянной гетерозиготности, цель семеноводческого отбора шире, чем у самоопылителей: не только сохранение, но и улучшение сорта (т.е. там, где это возможно и необходимо, проводят улучшающий отбор).

В любом случае отбор в семеноводстве имеет главной целью устранение растений, не соответствующих характеристикам сорта. Поэтому за рубежом не используют понятие «первичное семеноводство», а говорят о *поддерживающей селекции* сорта.

## **2 Схемы производства семян элиты зерновых и зернобобовых культур**

Первичное семеноводство различных полевых культур ведётся по разным схемам и имеет свои особенности, что обусловлено биологией этих культур, способами создания их сортов и другими причинами. Схемы семеноводства культур определены теоретически и обоснованы экспериментально. Существуют «Методические указания по производству семян элиты зерновых, зернобобовых и крупяных культур», которыми для этих культур (и перекрёстноопыляющихся, и самоопыляющихся) предписано использовать в первичном семеноводстве отбор, прежде всего **индивидуальный**.

При индивидуальном отборе отбираются лучшие растения сорта, т.е. типичные и наиболее продуктивные и здоровые (т.н. семеноводческую элиту), каждое из которых затем отдельно *оценивают по потомству* в течение двух лет. Схема производства семян элиты методом индивидуального (индивидуально-семейного) отбора состоит, как правило, из следующих основных звеньев:

- проведение отбора,
- питомник испытания потомств первого года,
- питомник испытания потомств второго года,
- питомники размножения (несколько лет – до 4-х),
- суперэлита,
- элита.

Сначала проводится индивидуальный отбор *родоначальных растений* (отбор семеноводческой элиты), семена которых затем высевают в питомнике испытания потомств 1-го года (в ПИП-1), где выполняют оценку отобранных элит по потомству.

**Отбор** родоначальных элитных растений для закладки питомников первичного семеноводства проводят *на посевах питомников размножения, суперэлиты или элиты*. Можно высевать и специальный **питомник отбора** на высоком агрофоне при оптимальной и одинаковой для всех растений норме высева. В поле при созревании отбирают типичные для сорта растения (колосья или метёлки) с комплексом присущих ему ценных признаков и свойств. В лаборатории ещё раз проводят оценку и браковку отобранных растений и для закладки питомника испытания потомств 1-го года оставляют типичные, здоровые, высокопродуктивные растения.

Индивидуальный отбор в первичном семеноводстве с оценкой элитных растений по потомству применяется для того, чтобы отличить наследственные отклонения от ненаследственных, обнаружить и удалить первые и сохранить вторые. А проверка отобранных в питомнике испытания потомств 1-го года лучших линий их пересевом в питомнике испытания потомств 2-го года делает оценку этих линий более надёжной.

**Питомник испытания потомств 1-го года** (П-1 по Гуляеву, Гужову (1987), ПИП-1 – в практике семеноводства ОГАУ, ОНИИСХ, других селекционно-семеноводческих учреждений, ПИП1 – в современном учебнике по селекции (Коновалов и др., 2013)) – первое звено схемы семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур. В нём выполняют оценку по потомству родоначальных элитных растений и отбор лучших линий (семей) для закладки **питомника испытания потомств 2-го года** (П-2 или ПИП-2, ПИП2 – второго звена схемы семеноводства). В питомнике испытания потомств 2-го года выполняют окончательную оценку потомств, отобранных в ПИП-1.

Семена лучших потомств ПИП-2 объединяют, поэтому в последующей работе (в **питомниках размножения** – например, ПР-1 (по другому – Р-1)) выполняется только размножение семян при одновременном сохранении их высокой сортовой чистоты и урожайных свойств. Для сохранения высокой сортовой чистоты посевов часто проводят **негативный отбор**, прополки и прочистки, а для формирования высоких урожайных свойств практикуют использование высокого агрофона, широкорядного посева и пониженных норм высева.

Негативный отбор – это разновидность массового отбора, при котором не отбирают лучшие растения, а удаляют из посева худшие. В этом контексте сортовые, видовые прополки и фитопрочистки тоже являются негативным отбором, и этот отбор обязательно выполняется в питомниках размножения.

Из теоретических соображений очевидно, а семеноводческой практикой подтверждено, что для сохранения хозяйственно-биологических свойств сорта самоопыляющейся культуры совершенно не обязательно отбирать тысячи родоначальных растений (ведь этот сорт является размноженным потомством одного растения!). В семеноводческой практике для первичного семеноводства сортов самоопыляющихся культур отбирают несколько сот родоначальных растений (обычно 300), а необходимое в будущем количество оригинальных семян получают, увеличивая число питомников размножения.

Чем больше требуется семян элиты, тем более трудоёмким является первичное семеноводство при использовании индивидуально-семейного отбора, так как приходится отбирать и испытывать большое количество потомств. Значительно сократить объёмы наиболее трудоёмких работ в первичном семеноводстве (уменьшить количество отбираемой семеноводческой элиты при индивидуально-семейном отборе, не проводить её отбор ежегодно, уменьшить количество испытываемых потомств первого года) позволяет использование *контролируемого пересева*.

При методе контролируемого пересева семьи питомника испытания потомств второго года (ПИП-2) объединяют не полностью (для посева ПР-1), а часть урожая лучших из них оставляют для пересева (и дальнейшего испытания вновь в ПИП-2) на следующий год. Поэтому при контролируемом пересеве высевается в ПИП-2 70–80% семей этого же питомника прошлых лет, а остальные потомства ежегодно возобновляются из числа лучших потомств ПИП-1, произведённых в обычном порядке.

В этом случае сокращается объём работ по индивидуальному отбору и появляется возможность проводить его в благоприятные для формирования элитных растений годы (ведь отбор можно проводить не только в меньшем объёме, но и не каждый год, а всего лишь один раз в 3–4 года). Повторное же использование лучших потомств ПИП-2 при контролируемом пересеве позволяет накопить и многократно использовать в семеноводстве лучшие из них, многократно проверенные по потомству.

В результате контролируемый пересев при производстве элиты самоопыляющихся культур выполняет роль аккумулятивного отбора, обеспечивающего накопление лучших биотипов сорта, при снижении затрат на отбор родоначальных растений и на испытание потомств этих отобранных элит, которые выполняются при контролируемом пересеве один раз в 3–4 года.

При выращивании элитных семян перекрёстноопыляющихся культур тоже применяют индивидуальный отбор – различные его варианты, в т.ч. и метод половинок. И опыты, и семеноводческая практика показали, что и у перекрёстноопыляющихся культур для сохранения всех особенностей со-

рта в первичном семеноводстве обычно тоже достаточно отобрать несколько сотен родоначальных растений, а вовсе не многие тысячи.

Метод **массового отбора** применяется в семеноводстве гораздо реже, чем метод индивидуального отбора: по рекомендации создателей сортов, которые выведены данным методом, а также для ускоренного размножения семян новых сортов. При использовании этого метода схема выращивания семян элиты проще и включает питомники размножения, суперэлиту и элиту. Но вот отбор семеноводческой элиты выполняют в значительно большем масштабе (счёт идёт на тысячи и даже десятки тысяч элитных растений!).

Для быстрого размножения новых сортов и ускоренного получения их элиты в советское время им присваивался статус **дефицитных** и **перспективных** сортов, а семеноводство велось на особых организационных и экономических условиях.

В частности, размножение нового сорта начиналось ещё до его районирования, а в базовых семеноводческих хозяйствах зоны его возможного районирования организовывалось массовое производство его семян и при их размножении применялись специальные семеноводческие приёмы, которые обеспечивали большой коэффициент размножения (высокие агрофоны, широкорядные посевы, пониженные нормы высева).

После районирования такого сорта его семена любой репродукции в течение 2–3 лет допускалось апробировать как элиту, а само его первичное семеноводство вести по сокращенной схеме (например, с использованием массового отбора).

Комплекс мероприятий по быстрому размножению новых сортов позволял в советское время внедрять их на значительных площадях Советского Союза за 2–3 года, от силы за 5 лет.

### **3 Особенности выращивания элиты картофеля**

В современной практике первичного семеноводства картофеля воспроизводство исходного материала ведут в основном одним из двух способов:

1) отбором здоровых исходных растений и клонов в полевых условиях на основе визуальных оценок и лабораторных методов тестирования на наличие вирусной и бактериальной инфекции,

2) оздоровлением сортов на основе меристемной культуры и отбора лучших меристемных линий, свободных от инфекции, клонального размножения меристемных микрорастений в лабораторных условиях и выращиванием безвирусных мини-клубней в защищённом грунте или гидропонных модулях.

При любом способе в основу выращивания элиты картофеля положен клоновый отбор, который позволяет оценить постоянство отобранных растений по комплексу признаков.

При первом (традиционном) способе производства элиты картофеля обычно применяют шестизвенную схему с использованием клонового отбора:

- 1-й год – питомник отбора,
- 2-й год – питомник испытания клонов 1-го года,
- 3-й год – питомник испытания клонов 2-го года,
- 4-й год – супер-суперэлита,
- 5-й год – суперэлита,
- 6-й год – элита.

В питомнике отбора проводят *индивидуальный клоновый отбор* лучших кустов, прежде всего по отсутствию поражения болезнями. Потомства отобранных клонов два года оцениваются в питомниках испытания клонов, и опять же прежде всего по отсутствию поражения болезнями, особенно вирусными. Однако семеноводство картофеля с использованием клонового отбора не обеспечивает получение посадочного материала, свободного от вирусной инфекции, т.е. качество элиты оказывается невысоким.

Современным и наиболее эффективным методом оздоровления растений картофеля от вирусной инфекции является *метод верхушечных меристем*, который используется при втором способе производства элиты картофеля. Основан метод верхушечных меристем на том обстоятельстве, что делящиеся клетки верхушки роста клубня свободны или могут быть освобождены от вирусной инфекции при их культивировании в искусственных условиях на специальной питательной среде.

При выращивании элиты на безвирусной основе с использованием верхушечных меристем применяют ускоренное размножение в закрытом грунте, чтобы быстро получить исходный материал в количестве, достаточном для закладки питомников испытания клонов. Поэтому при производстве элиты картофеля на основе тепличных и гидропонных мини-клубней обычно применяют пятизвенную схему:

- 1-й год – мини-клубни, полученные от безвирусных мини-растений,
- 2-й год – первая полевая репродукция из мини-клубней,
- 3-й год – супер-суперэлита,
- 4-й год – суперэлита,
- 5-й год – элита.

Качество элиты картофеля при использовании второго способа её производства очень высокое, но столь же высока и её себестоимость, а значит, и её цена. Поэтому нередко применяют **сочетание** двух рассмотренных способов производства элиты картофеля, когда в первой полевой репродукции из мини-клубней выполняют клоновый отбор, а затем закладывают питомники испытания клонов (первого, а порой и второго года). В этом случае значительно сокращается потребность в очень дорогих мини-клубнях и почти не ухудшается качество элиты.

## 4 Особенности выращивания элиты многолетних трав

Многолетние кормовые травы Оренбуржья включают виды семейств бобовые (люцерна, эспарцет) и мятликовые (житняк, кострец, пырей).

При семеноводстве трав, особенно бобовых, очень важно вести его в экологически наиболее благоприятных зонах. При этом агротехника выращивания семенников трав сильно отличается от агротехники выращивания трав на кормовые цели. Нормы высева должны быть много меньше, способ посева – широкорядный.

В первый год жизни (после посева) многолетние травы обычно не дают урожая семян – семена получают, начиная со второго года жизни трав. Но и продолжительное время травы не в состоянии давать устойчивых урожаев семян – бобовые травы используют на семенные цели обычно 2–3 года, мятликовые – 4–5 лет. Однако и в этот период урожай семян может быть в отдельные годы очень низким – при неблагоприятных погодных условиях.

Многолетние бобовые и злаковые травы являются преимущественно перекрёстноопыляемыми культурами. Люцерна и эспарцет – насекомопыляемые культуры, поэтому при их возделывании на семена хороший урожай можно получить только при использовании на посевах насекомых-опылителей – пчёл. При этом люцерна не опыляется медоносными пчёлами, и на её семенах необходимо использовать специальных одиночных пчёл-листорезов.

Семена трав созревают недружно, поэтому уборку семенников выполняют двухфазным способом, а после уборки немедленно выполняют первичную очистку собранного вороха.

Поскольку сорта многолетних бобовых и злаковых трав являются популяциями, при производстве их **элиты** принята *четырёхзвенная схема семеноводства* с использованием негативного отбора:

- 1-е звено – питомник сохранения сорта (ПСС),
- 2-е звено – питомник предварительного размножения (ППР),
- 3-е звено – суперэлита,
- 4-е звено – элита.

В первых двух звеньях должно быть достигнуто *сохранение и поддержание* биологических и хозяйственно-ценных признаков и свойств сорта, а последние два звена служат в основном для увеличения количества семян с высокими сортовыми и посевными качествами. При этом схема производства элиты трав может быть сокращена за счёт питомника предварительного размножения (ППР) и даже суперэлиты.

Семена питомника сохранения сорта получают по одной из двух схем:

- 1) массовым отбором – при закладке питомника с индивидуальным стоянием растений (2–3 тыс. по одному сорту), гнездовым способом, с последующей букетировкой и прорывкой гнёзд до одного растения;

2) внутрисортным свободным переопылением – при посеве семян с разных участков использования, мест выращивания, травостоев разных репродукций, различного возраста и условий возделывания блоками, раздельно, беспокровно, ширококрядно.

При использовании первой схемы в **питомнике сохранения сорта** семена отобранной семеноводческой элиты высеваются очень разреженно, и каждое выросшее растение потомств в течение вегетации изучается и оценивается с целью сохранить типичные из них и ценные по биологическим и хозяйственным признакам и свойствам. Нетипичные, больные, малопродуктивные растения бракуются и удаляются из посева до цветения (чтобы они не переопылили хорошие растения). Оставшиеся лучшие растения после созревания семян убирают вместе и полученные с них семена используют для закладки питомника предварительного размножения (или суперэлиты при сокращённой схеме, и даже элиты).

Такова схема получения оригинальных семян трав *массовым отбором*.

При использовании второй схемы в **питомнике сохранения сорта** высеваются раздельно, блоками, и ширококрядно семена отобранной семеноводческой элиты с разных участков использования, из разных мест выращивания, от разных условий возделывания, разных репродукций и т.п. В высеянных блоках семян растения потомств в течение вегетации тоже изучаются и оцениваются с целью сохранить типичные из них и ценные по биологическим и хозяйственным признакам и свойствам, а нетипичные, больные, малопродуктивные растения выбраковать и удалить из посева до цветения.

Такова схема получения оригинальных семян трав *путём внутрисортного свободного переопыления*.

Исходным материалом для закладки питомника предварительного размножения (ППР) служат семена с питомника сохранения сорта (ПСС).

Во всех звеньях первичного семеноводства обязательными приемами являются негативные и позитивные отборы, соблюдение сортовой агротехники, видовая прополка, пространственная изоляция от других сортов данного вида при дальнейшем репродуцировании, дополнительное опыление, защита травостоя от болезней и вредителей. Для сохранения популяционных особенностей сорта используется метод половинок.

У многолетних трав посевы питомника сохранения сорта, суперэлиты и элиты можно использовать на семена несколько лет. При этом семена разных лет урожая с одного травостоя составляют одно поколение и потому остаются всё той же категории (если не произошло ухудшение их сортовых качеств). Т.е. с посева, например, ППР несколько лет получают семена суперэлиты, с посева суперэлиты – семена элиты.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Понятие об элите, суперэлите, категориях, репродукциях.
2. Требования, предъявляемые к семенам элиты.
3. Отбор и его роль в семеноводстве.
4. Основные методы и приемы, обеспечивающие поддержание хозяйственно-ценных качеств и биологических свойств сорта при выращивании семян элиты.
5. Схемы выращивания элиты семян зерновых и зернобобовых культур.
6. Схема выращивания элиты картофеля на безвирусной основе.
7. Схема выращивания семян элиты многолетних трав.
8. Техника работ в семеноводческих питомниках зерновых культур.



## Тема 14

### Сортовой и семенной контроль, сертификация семян

1. Сортовой и семенной контроль в семеноводстве
2. Государственный контроль в семеноводстве
3. Внутрихозяйственный контроль в семеноводстве
4. Сертификация семян

#### 1 Сортовой и семенной контроль в семеноводстве

Чтобы произвести высококачественные семена, необходимо осуществлять постоянный контроль их сортовых и посевных качеств. Этот контроль представляет собой определенную систему мероприятий, которые охватывают выращивание, послеуборочную обработку, заготовку, хранение, реализацию и использование семян. Так как контролю подлежат и сортовые, и посевные (т.е. семенные) качества семян, он делится на **сортовой контроль** и *семенной контроль*.

Основная задача сортового и семенного контроля – сохранение и, когда это возможно, улучшение сортовых и посевных качеств семян, их высоких урожайных свойств.

Сортовые качества семян определяются признаками и свойствами, которые характеризуют их принадлежность к определённому сорту сельскохозяйственных растений. О сортовых качествах семян судят по сортовым качествам посева, оценка которых даётся при полевой апробации (инспектировании). Показатели этих качеств семян специфичны для культур с разной биологией цветения.

У **самоопыляющихся** культур это сортовая чистота (чистосортность): процентное содержание стеблей или растений, свойственных данному сорту, в общем количестве развитых стеблей или растений апробируемой культуры. У **перекрёстноопыляющихся** культур аналогичный показатель называют сортовой типичностью (у них нельзя говорить об однородности растений посева по апробационным признакам – говорят только о их схожести и типичности).

Посевные качества семян характеризуют их пригодность для посева и определяются двумя группами показателей. **Первая** группа характеризует способность семян к прорастанию и формированию в посеве полноценных растений (жизнеспособность, энергия прорастания, всхожесть, сила роста). **Вторая** группа показателей отражает состояние семян и их добротность (органолептические оценки, чистота, влажность, выравненность, масса 1000 штук, заражённость болезнями, заселённость вредите-

лями). Семена, посевные качества которых соответствуют требованиям нормативно-технической документации, в семеноводстве называют кондиционными.

Осуществление контроля в семеноводстве возлагается на соответствующие государственные службы, а также на специалистов и работников самих семенопроизводящих хозяйств. В связи с этим сортовой и семенной контроль подразделяется на **государственный** и *внутрихозяйственный*.

## **2 Государственный контроль в семеноводстве**

**Государственный** контроль проводится в отношении посевов и семян, принадлежащих любым физическим и юридическим лицам, осуществляющим деятельность по производству, заготовке, обработке, хранению, реализации, транспортировке и использованию семян сельскохозяйственных растений. Осуществляется он в двух формах:

1) контроль за состоянием сортовых и посевных качеств семян (это контроль по образцу семян за их посевными, а иногда и сортовыми качествами);

2) контроль за состоянием сортовых посевов на корню. Этот контроль предполагает полевую апробацию (инспектирование), лабораторный контроль, грунтовой контроль и другие методы контроля за сортовыми семенами.

Правовые основы сортового и семенного контроля определены действующим с 1997 г. законом РФ «О семеноводстве». В развитие заложенных в этом законе принципов Правительством приняты Положение о деятельности государственных инспекторов в области семеноводства и Положение о сортовом и семенном контроле.

*Сортовой контроль* – это система мероприятий по установлению принадлежности посева и семян к определённому сорту сельскохозяйственной культуры и по определению их сортовых качеств. Поэтому **цель** сортового контроля – установить, соответствуют ли посевы на корню тому сорту, который обозначен в документах на высеянные семена, определить степень сортовой чистоты (или типичности) и пригодность посева на семенные цели, чтобы все посевы сельскохозяйственных культур были обеспечены сортовыми семенами, отвечающими по своим качествам требованиям ГОСТа.

При проведении сортового контроля одновременно с оценкой сортовых качеств проверяют соблюдение правил семеноводства, обеспечивающих выращивание высококачественных семян, и подготовку хозяйства к уборке урожая.

Основной метод сортового контроля – полевая апробация (буквально – одобрение, утверждение, а по вкладываемому в этот термин смыслу – обследование, инспектирование), т.е. полевая инспекция сортовых посевов,

при которой определяют их чистосортность, степень поражения болезнями и повреждения вредителями, засоренность всевозможными сорняками, в т.ч. карантинными, а также контролируют соблюдение правил семеноводства и семеноводческой агротехники, ведение сортовой документации.

Другими методами сортового контроля являются грунтовой контроль и лабораторный сортовой контроль.

*Грунтовой контроль* (грунтовая идентификация) – это установление сортовой принадлежности посева и семян и определение их сортовой чистоты посредством высева семян на специальных участках (в грунт) и непрерывного наблюдения за сортовыми признаками выращиваемых растений. Наблюдение ведется в течение всей вегетации – от стадии всходов до наступления уборочной спелости. Например, у ярового ячменя 33 сортовых признака, и у каждого сорта есть только свое, их уникальное сочетание. На этом основан принцип отличия сортов с помощью грунтового контроля.

При полевой апробации просеивают о подлинности и сортовой чистоте семян судят по морфологическим признакам растений в поле с дополнительным анализом апробационного снопа в лаборатории. Существенный недостаток метода полевой апробации в том, что состояние сортовых посевов регистрируют только к моменту уборки (по некоторым культурам – к моменту цветения), оставляя вне поля зрения рост и развитие растений в предыдущие периоды вегетации.

При методе грунтового контроля за растениями наблюдают в течение всей вегетации, на различных этапах их роста и развития. При его проведении на поле одновременно представлены делянки стандартного образца, оригинальных, элитных и репродукционных семян сорта. Грунтовой контроль позволяет определить, с одной стороны, соответствует ли испытуемый образец семян официальному описанию сорта (т.е. является ли он подлинным), а с другой стороны, соответствует ли образец семян заявленным стандартам сортовой чистоты.

Сегодня грунтовому контролю подвергают посевы и семена не всех сельскохозяйственных культур, а только входящих в специальный перечень или в особых случаях (например, для арбитражных целей). Так, этот контроль применяют для проверки суперэлиты, элиты и самоопыленных линий **кукурузы**. В семеноводстве кукурузы для целей государственного сортового контроля, помимо грунтового контроля, проводят *полевые обследования* (для контроля качества обрывания метёлок и выполнения других семеноводческих правил при производстве гибридных семян), а также *амбарную апробацию* (для контроля сортовых качеств подготовленных к обмолаоту початков).

*Лабораторный сортовой контроль* – установление принадлежности семян к определённому сорту и определение их сортовой чистоты посредством

проведения лабораторного анализа (по морфологическим, биологическим и биохимическим особенностям семян и проростков). Этому виду сортового контроля тоже подвергают посеvy и семена не всех сельскохозяйственных культур, а только входящих в специальный перечень либо в особых случаях.

Лабораторный анализ по морфологическим признакам (морфологический метод) очень ограничен в своих возможностях, поэтому привлекателен биохимический метод лабораторного сортового контроля. Так, например, спектральный состав запасных белков эндосперма (т.н. проламинов) специфичен для каждого сорта, как отпечатки пальца для человека, и не меняется в зависимости от года, места репродукции, условий произрастания, сроков хранения семян. Поэтому спектр проламинов называют сортовой формулой белка.

Сортовая идентификация по компонентному составу проламинов производится с помощью прибора **электрофореза** и заключается в том, что растворенные в спирте белки помещают в электрическое поле, в котором они двигаются до тех пор, пока собственный заряд белковых молекул не приведет к остановке этого движения. Разные белки мигрируют с разной скоростью. Каждый сорт дает своеобразный спектр, и на основе сравнения его со спектром-эталоном, который включает все компоненты и фракции проламинов изучаемой культуры, путем наложения на соответствующий шаблон, производится запись сортовой формулы.

*Семенной контроль* – это система мероприятий по определению посевных качеств семян. Поэтому **цель** семенного контроля – установить, соответствуют ли семена по своим посевным качествам требованиям ГОСТа, чтобы на посев использовались только кондиционные семена сельскохозяйственных культур. ГОСТом определены показатели посевных качеств семян (чистота, всхожесть, влажность и т.д.) и их нормативы, а также методы определения при лабораторном анализе.

Проводится семенной контроль путём отбора проб из партий семян и их анализа на посевные качества семян в соответствии с требованиями ГОСТов и иных нормативных документов в области семеноводства. При проведении семенного контроля во время отбора средних проб семян проверяют соблюдение правил семеноводства (прежде всего правил подработки и хранения семян), обеспечивающих сохранение сортовых и посевных качеств имеющихся семян.

*Задача семенного контроля* – проверка посевных качеств семенного материала при производстве, хранении и использовании или реализации. Государственный семенной контроль осуществляют соответствующие государственные службы, которые проверяют все посевные партии семян у сельхозпроизводителей. Посевные качества семян устанавливают по определенным методикам в процессе их лабораторных испытаний и анализов. При этом проверке на посевные качества подлежат все заготовлен-

ные семена, и выполняется эта проверка не однократно, а периодически. Высевать можно только проверенный и кондиционный семенной материал.

На всей территории России при проведении государственного сортового и семенного контроля применяются единые термины, нормативные правовые документы в области семеноводства, единые методики и образцы технических средств. Осуществляется этот контроль в порядке, установленном «Положением о сортовом и семенном контроле сельскохозяйственных растений в Российской Федерации» от 1998 года.

В соответствии с этим Положением оценка сортовых и посевных качеств сельскохозяйственных растений и, соответственно, сортовой и семенной контроль были возложены на Государственные семенные инспекции (ГСИ). В 2007 г. было создано Федеральное государственное учреждение «Российский сельскохозяйственный центр» (ФГУ «Россельхозцентр») путем слияния ГСИ и службы защиты растений. В функции этого учреждения перешли функции бывших ГСИ. На территории Оренбургской области был создан филиал ФГУ «Россельхозцентр».

Примерно в те же годы в России была создана Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору «Россельхознадзор». На территории Оренбургской области создан филиал ФС «Россельхознадзор». Одно из подразделений филиала этой службы (*Оренбургский референтный центр «Россельхознадзора»*) тоже определяет сортовые и посевные качества семян и, соответственно, осуществляет сортовой и семенной контроль.

### 3 Внутрихозяйственный контроль в семеноводстве

В хозяйствах на всех этапах производства сортовых семян осуществляется *внутрихозяйственный сортовой и семенной контроль*, основная **задача** которого – выявление и обязательное устранение причин возможного ухудшения сортовых и посевных качеств семян, предупреждение нарушений правил семеноводства. Внутрихозяйственный сортовой и семенной контроль – это целая система мероприятий в семеноводстве, которая охватывает все процессы по их выращиванию, послеуборочной обработке, заготовке, хранению, реализации и использованию.

Основная задача внутрихозяйственного **сортового** контроля – выявление и обязательное устранение причин возможного ухудшения сортовых качеств семян, предупреждение нарушений правил семеноводства. Основные элементы этого контроля:

- полевая апробация и регистрация сортовых посевов,
- соблюдение в хозяйстве правил семеноводства,
- предотвращение засорения и смешения семян,
- правильное ведение документации на сортовые семена.

Основная задача внутривхозяйственного **семенного** контроля – выявление и обязательное устранение причин возможного ухудшения посевных качеств семян, предупреждение нарушений правил семеноводства. Основным элемент внутривхозяйственного семенного контроля – соблюдение правил семеноводства (при уборке, подработке, хранении семян и подготовке их к посеву) и правил ведения документации на сортовые семена.

Ответственные **исполнители** внутривхозяйственного сортового и семенного контроля – агроном и заведующий семенным складом.

#### **4 Сертификация семян**

Общепризнанным способом доказательства соответствия полученного продукта требованиям стандартов служит сертификация. **Сертификация** – процедура, посредством которой третья сторона даёт письменную гарантию, что товар (продукция, процесс, услуга и т.п.) соответствуют заданным требованиям.

Поэтому в условиях рынка семена, предназначенные для реализации, должны пройти процедуру сертификации – подтверждения их соответствия установленным требованиям. Существующие нормативные документы в области государственного сортового и семенного контроля определили и узаконили систему сертификации семян и посадочного материала сельскохозяйственных и лесных растений в Российской Федерации.

**Сертификация семян** – более широкое понятие, чем традиционная оценка их сортовых и посевных качеств и установление соответствия семенных посевов и партий семян требованиям государственных или отраслевых стандартов. Такая оценка является важнейшим структурным элементом сертификации семян. Но 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 и др.

Сертификация бывает обязательная и добровольная. Федеральным законом «О семеноводстве» была введена обязательная сертификация семян по показателям, удостоверяющим их сортовые и посевные качества. Порядок проведения сертификации семян был определён *«Положением о порядке проведения сертификации семян сельскохозяйственных и лесных растений»* 1999 года.

В соответствие с этим нормативным актом сертификации подлежат семена, предназначенные для реализации, а также для поставки в федеральные и региональные фонды семян. Процесс сертификации должен гарантировать высокое качество семян в товарном семеноводстве. Органами

по сертификации семян являются в нашей области областные филиалы Россельхозцентра и Россельхознадзора и их районные отделения (бывшие ГСИ либо вновь созданные структуры).

С 21 октября 2011 года на территории России отменена обязательная и введена *добровольная сертификация семян* сельскохозяйственных растений. Но это вовсе не означает, что отменен государственный контроль их качества. Теперь он осуществляется в несколько ином порядке в рамках федерального закона «О техническом регулировании».

Добровольная сертификация любого товара проводится по инициативе товаропроизводителей (заявителей) в тех случаях, когда не предусмотрена обязательная сертификация (*это когда стандарты или нормы не касаются требований безопасности*). Она носит добровольный характер и проводится с целью подтверждения соответствия продукции требованиям стандартов, технических условий и других документов, определяемых заявителем.

Введение добровольной сертификации семян вовсе не отменило закон «О семеноводстве». По прежнему в соответствие с этим законом разрешается реализация семян только тех сортов сельскохозяйственных культур, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, а также при наличии акта апробации, удостоверяющего сортовые качества семян, и протокола испытаний на посевные качества семян или сертификата соответствия, выданного в системе добровольной сертификации семян.

Для проведения сертификации семян подается **заявка** установленной формы, вместе с которой представляется документация, удостоверяющая сортовую принадлежность высеваемых или высеванных семян, их происхождение, качество, законность получения. Если сорт запатентован, то представляются и документы, подтверждающие соблюдение прав патентообладателя (т.н. лицензионные договоры).

По результатам проведённой в рамках процесса сертификации семян полевой апробации составляется акт апробации, один экземпляр которого передается заявителю. В случае выявления нарушений нормативных требований при выращивании семян или при неудовлетворительных результатах апробации посевы выбраковываются из числа сортовых, а полученные с них семена сертификации не подлежат и не могут быть использованы на семенные цели.

После сортировки семян и подготовки их к реализации производитель просит орган сертификации направить к нему отборщика проб, который отберет от партии семян объединенную пробу, выделит из нее средние пробы и их дубликаты и представит вместе с актом отбора средних проб в испытательную лабораторию для проведения анализа посевных качеств семян. По результатам лабораторных испытаний посевных качеств семян в испытательной лаборатории оформляется протокол испытаний. При

этом дубликат средних проб сохраняется на случай возникновения спорных вопросов.

Семенные посевы и семена, не отвечающие по сортовым и/или посевным качествам требованиям стандартов для заявленной категории, переводят в более низкую категорию и документируют в соответствии с их фактическим качеством. При этом перевод в более низкую категорию допускается только при невозможности повышения качества путем дополнительной видовой прочистки и сортовой прополки посевов или подработки семян.

На каждую партию семян, предназначенных для реализации в пределах России, а также поставки в региональные и федеральные семенные фонды, орган по сертификации на основании акта апробации, протокола испытаний семян и результатов контроля технологии производства семян, которые совместно подтверждают соответствие сортовых и посевных показателей качества семян установленным нормам, выдает сертификат соответствия на семена.

Сертификат соответствия вступает в силу с момента его выдачи и действует в течение срока, установленного для документов на посевные качества семян. Перед окончанием этого срока вновь проводится в партии семян отбор средних проб, определение посевных качеств семян, и органом по сертификации принимается решение о продлении срока действия старого сертификата соответствия либо выдачи нового сертификата (если посевные качества семян ухудшились). Сертификат соответствия на партию семян признаётся действительным на всей территории России.

Все реализуемые семена должны сопровождаться сертификатами соответствия, а другие документы являются недействительными. При этом покупатель вправе требовать у продавца копии сертификатов, заверенные оригинальной печатью органа по сертификации, выдавшего его. Копии сертификатов, заверенные печатью продавца, являются недействительными.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Значение сортового и семенного контроля.
2. Понятие о методах государственного сортового и семенного контроля.
3. Цель и задачи апробации.
4. Составление апробационных документов.
5. Что такое посевные качества семян?
6. Контроль посевных качеств семян.
7. Документы на сортовые и посевные качества семян.
8. Задачи и проведение государственного сортового и семенного контроля.
9. Задачи и проведение внутрихозяйственного сортового и семенного контроля.



## Тема 15

### Урожайные свойства семян и семеноводческая агротехника, семенные фонды

1. Урожайные свойства семян
2. Особенности семеноводческой агротехники
3. Основные правила семеноводства
4. Семенные фонды, их засыпка и хранение

#### 1 Урожайные свойства семян

Степень пригодности семян к посеву характеризуется их сортовыми, посевными качествами и урожайными свойствами.

*Сортовые* качества характеризуют сортовую принадлежность семян, *посевные* качества – степень их пригодности к посеву. **Урожайные свойства** характеризуют способность разных семян одного генотипа в одинаковых природных и агротехнических условиях давать разный урожай, когда растения, выросшие из семян с разными урожайными свойствами, различаются фенотипически и по хозяйственно-ценным признакам и свойствам.

Урожайные свойства – это интегральный показатель качества семян, отражающий весь комплекс их биологических особенностей. Они являются проявлением не генетических (наследственных) особенностей, а модификационной (ненаследственной) изменчивости под влиянием условий окружающей среды. Прежде всего условий выращивания семян – климатических и погодных условий, агротехники на семеноводческих посевах, и проч. Разница в урожайности одного и того же сорта, в зависимости от условий формирования семян на материнских растениях, может достигать 100%.

Благоприятные условия выращивания растений вызывают положительные модификации и обеспечивают получение высокоурожайных семян, т.е. таких семян, посев которых позволит получить высокую урожайность выращиваемой культуры. Поскольку урожайные свойства семян определяются положительными модификациями растений под влиянием условий внешней среды, они являются ненаследственной изменчивостью и проявляются через выросшие из них растения только в урожайности первого поколения после выращивания.

Таким образом, влияние благоприятных условий выращивания семян на величину урожая выращенных из них растений проявляется всего один год. Поэтому на любых семеноводческих посевах необходимо ежегодно создавать благоприятные условия для растений, ежегодно формируя высокоурожайные семена.

В этой связи семеноводство должно иметь выраженную *экологическую направленность* и семена следует выращивать в наиболее благоприятных для формирования их высоких урожайных свойств регионах страны или природно-климатических зонах её регионов на высоком агротехническом фоне. Научкой и практикой давно установлено влияние на урожайные свойства семян экологической зоны их выращивания: при посеве в одном месте семян одного и того же сорта, выращенных при одинаковой агротехнике, но в разных экологических зонах региона, разница в урожайности может быть даже двукратной!

Производство семян на промышленной основе эффективным образом позволяет организовать *зональное семеноводство* полевых культур в оптимальных для выращивания их семян природно-климатических условиях. Тем не менее в современной России и её регионах не организовано зональное семеноводство выращиваемых растений, а если элементы такового и имеют место, то в основе их не экологические факторы, а преимущественно экономические (*гибриды кукурузы, овощных культур, подсолнечника*).

Научкой и практикой также установлено сильное влияние на урожайные свойства семян как всего комплекса агротехники их выращивания (семеноводческой агротехники), так и её отдельных агроприёмов. Поэтому для семенных посевов разрабатывают специальную семеноводческую агротехнику, которая обеспечивает высокий агрофон для произрастания растений. Семенные посевы размещают по лучшим предшественникам, посев выполняют в оптимальные сроки, оптимальными для получения высококачественных семян способами посева и нормами высева. На семенных участках рационально применяют удобрения и химические средства защиты от сорняков, болезней и вредителей.

Помимо условий выращивания растений, на формирование высоких урожайных свойств семян оказывают влияние условия уборки, дальнейшей обработки и хранения семян. Уборку семенных участков выполняют в оптимальные для получения качественных семян сроки и таким способом, который позволяет снизить механическое повреждение (травмирование) семян.

Необходимо иметь в виду, что влияние условий выращивания на урожайные свойства семян в значительно меньшей степени сказывается на *экологически пластичных сортах*, т.е. районированных во многих регионах, чем на сортах, районированных в узком регионе возделывания.

## **2 Особенности семеноводческой агротехники**

Под семеноводческой агротехникой понимается комплекс специальных семеноводческих мероприятий, направленных на быстрое размножение семян при сохранении или даже улучшении их высоких сортовых и посевных качеств и урожайных свойств.

*Обеспечение чистосортности семян* – одна из главных задач семеноводства. Поэтому в семеноводстве при любых выполняемых мероприятиях должно обеспечиваться предупреждение видового и сортового засорения семян, получение их высокого урожая. Засорение посевов не только снижает сортовые качества семян, но и ухудшает товарные качества продукции. Различают **видовое** и *сортовое* засорение. Для семеноводства более опасно сортовое засорение, т.к. при производстве семян труднее распознать сортовую примесь и избавиться от неё.

Для борьбы с засорением проводят *профилактические мероприятия* (предупреждающие засорение) и *прямые меры борьбы*. К предупредительным мерам относятся пространственная изоляция сортовых посевов, их обкашивание перед уборкой, правильный выбор предшественников, всевозможные меры предотвращения механического засорения при посеве, выращивании, уборке, подработке, транспортировке, хранении семян и т.п. Прямыми мерами борьбы с засорением являются видовые и сортовые прополки.

Семеноводческая агротехника выращиваемых культур отличается от агротехники на их товарных посевах и имеет **особенности** в плане выбора предшественника, систем удобрений и защиты растений, определения сроков, способов посева и норм высева семян, режимов орошения, сроков и способов уборки урожая, применения чеканки, дефолиации, десикации и сеникации растений. При семеноводстве применяются меры для улучшения опыления перекрёстноопыляемых культур, у культур с неравномерным и длительным созреванием используются методы ускорения созревания семян, у всех культур стремятся уменьшить травмирование семян при обмолоте и сортировке.

В семеноводстве, помимо общих организационно-агротехнических мероприятий, необходимо применять ряд специфических приёмов выращивания культуры, которые при производстве обычной продукции не требуются. К ним относится комплекс мер, обеспечивающих повышение коэффициента размножения, высокие посевные качества семян, высокую сортовую чистоту. Получение таких семян возможно только при соблюдении всех агротехнических приёмов, включающих лучшие предшественники, соответствующий агрофон, высококачественный посевной материал, оптимальные сроки, способы посева и нормы высева, пространственную изоляцию посевов, уборку и послеуборочную обработку, эффективную организацию производства.

Для увеличения коэффициента размножения новых сортов на семенных посевах создают высокий фон плодородия, применяют пониженные нормы высева, широкорядные и ленточные способы посева. В течение вегетации за посевами проводят тщательный уход: поливают и подкармливают их, уничтожают сорняки, рыхлят междурядья и т.п.

Семеноводческая агротехника должна способствовать получению здоровых растений и создавать благоприятные условия для опыления, оплодотворения и развития семян, обеспечивать высокий выход кондиционных семян с единицы площади посева. Для получения высокоурожайных семян их следует выращивать при высоком уровне агротехники, желательно – по интенсивной технологии.

Органические, минеральные удобрения и микроэлементы являются эффективным средством повышения посевных качеств и урожайных свойств семян. Поэтому на семеноводческих посевах необходимо применять удобрения в таких видах, формах и дозах, чтобы создать оптимальные условия для роста и развития растений и формирования их семян. Особенно важно для формирования качественных семян достаточное и даже повышенное количество фосфора в почве, поэтому на семеноводческих посевах желательны высокие дозы фосфора в сочетании с умеренными дозами азота и калия.

Предшественники в семеноводстве, помимо того, что они должны быть лучшими в агротехническом отношении, должны исключать всякую возможность засорения посева и выращенных семян трудноотделимыми сорняками, культурами и другими сортами. Следует правильно размещать семенные посевы всех культур по предшественникам, соблюдая при этом установленную норму пространственной изоляции. Естественно, что самый лучший предшественник в семеноводстве – чёрный пар.

*Особенности посева* на семенных участках связаны с правильным выбором срока, способа посева и нормы высева семян.

Срок посева на семенных участках должен быть биологически оптимальным для культуры и даже для сорта. При этом посев следует *начинать с наиболее ценных семян* (элита или другая высокая репродукция), по окончании посева сорта или культуры сеялку следует чистить на этом же поле, посевные агрегаты ни в коем случае нельзя перегонять через семенные участки ни до, ни после того, как они будут засеяны.

Способы посева и нормы высева должны обеспечивать не только получение высокого урожая, но и формирование выравненных и высокоурожайных семян. Поэтому не рекомендуются ни разреженные, ни загущенные посевы, а способы посева должны обеспечивать равномерное распределение растений по площади.

Идеальный семеноводческий посев должен состоять из хорошо развитых одностебельных растений, так как лучшие по своим качествам и свойствам семена формируются на главном побеге. С учётом этого нормы высева на семеноводческих посевах обычно устанавливают несколько выше, чем при выращивании культуры на товарные цели: например, для зерновых культур выше на 10–15%. Однако озимые культуры с повышенной кустис-

тостью на семенные цели следует высевать с несколько пониженной нормой высева – на 8–10%.

Пониженные нормы высева и широкорядные посевы рекомендуются в семеноводстве только для питомников первичного семеноводства, а также для повышения коэффициента размножения семян с целью ускорения размножения новых сортов.

На семеноводческих посевах агротехническими мероприятиями следует добиваться *отсутствия сильной засорённости*. Но если это не удалось, применяют хорошо проверенные гербициды в оптимальных дозах, чтобы при их воздействии на культурные растения избежать мутационного эффекта.

При необходимости на семеноводческих посевах проводят борьбу с вредителями (особенно с пшеничным трипсом, клопом-черепашкой, жуком-кузьмой) и болезнями растений (головнёй, ржавчиной, и др.), в т.ч. химическую.

Могут выполняться на семеноводческих посевах и другие агротехнические мероприятия, повышающие посевные качества и улучшающие урожайные свойства семян. Например, орошение, чеканка или просто подкашивание, искусственное доопыление, дефолиация, десикация и сеникация и др.

В семеноводстве надо очень внимательно относиться к процессу **уборки**, поскольку посевные качества и урожайные свойства семян сильно зависят от срока, способа уборки, фазы спелости семян и погодных условий при уборке. Также важно при уборке, как и при проведении других агротехнических мероприятий, принимать меры, устраняющие механическое засорение семян и предотвращающие снижение их сортовых качеств.

Срок уборки семеноводческих посевов должен быть для каждой культуры и даже сорта исключительно оптимальным, а продолжительность уборки не должна быть большой. Перед началом уборки семенных участков обязательны их краевые обкосы. Начинать уборку следует с наиболее ценных участков (элита или другая высокая репродукция).

При двухфазном способе уборки посевные качества обычно выше, чем при прямом комбайнировании, но разрыв между скашиванием растений и подбором валков должен быть минимально необходимым. Поэтому убирать семенные посевы лучше раздельным способом, в оптимальную для скашивания фазу и при оптимальной для подбора и обмолота валков влажности.

Обмолот надо вести хорошо отрегулированным комбайном, лучше с двухбарабанным молотильным устройством. При уборке однобарабанным комбайном рекомендуется заведомо идти на некоторые потери, работая на мягком режиме обмолота.

Уборку семенных посевов зерновых культур при их больших площадях желательно начинать в середине восковой спелости двухфазным способом,

а при наступлении полной (твёрдой) спелости переходить на прямое комбайнирование. Но овёс, просо и гречиху, у которых семена созревают недружно и осыпаются, следует убирать двухфазным способом, но лучшим способом уборки этих культур было бы двукратное комбайнирование.

Послеуборочную обработку семян следует начинать сразу же после их поступления на ток, сначала *первичную* (на простейших воздушно-решётных машинах), затем *вторичную* (на более сложных воздушно-решётных и триерных машинах, на пневмосепараторах, сортировальных столах). Семена неочищенные или с повышенной влажностью засыпать в семенохранилища нельзя, как нельзя и производить очистку семян непосредственно в семенохранилищах.

Послеуборочная обработка семян должна быть выполнена в кратчайшие сроки. Если необходимо, после первичной очистки проводят досушивание семян, используя специальные мягкие температурные режимы, и только затем выполняют вторичную очистку и сортировку.

### 3 Основные правила семеноводства

Обеспечение чистосортности семян составляет одну из главных задач семеноводства. Поэтому **первое и главное правило семеноводства** – предупреждать, не допускать механического засорения семян и семенных посевов, т.е. попадания семян другого вида или сорта в партию семян основного сорта. Любой вид механического засорения является следствием небрежности, допускаемой при выращивании семян, их хранении, сортировании, перевозках.

Чтобы максимально уменьшить возможность засорения сорта, необходимо соблюдать определенные правила при проведении всех работ с семенами.

**При приёмке семян** нельзя засыпать семена в неподготовленные семенохранилища, а в семенохранилища нельзя засыпать неочищенные семена. Не допускается очистка семян в семенохранилище. Протравливание семян следует проводить в отдельном помещении, где в это время не ведется работа с семенами других сортов, культур, репродукций. Протравливание начинают с семян высших по качеству категорий, каждый раз тщательно очищая от зерна применяемые для этого машины и инвентарь.

Семена для посева **отпускают** по накладным в тех же мешках одинаковой массы, в которых они находились до протравливания, с этикетками, на которых указывают название культуры, сорта, категории и репродукции. Семена оригинальные и элитные отпускают в запломбированных мешках. При их приёмке проверяют исправность тары, пломб, соответствие наружных этикеток каждого мешка сортовым документам.

При транспортировке семян к посевным агрегатам нельзя заезжать на поля, где высеяны или будут высеваться другие сорта.

При решении вопроса о **размещении сортов в поле** место посева каждого сорта устанавливают заранее, с учётом правильности размещения культуры в семеноводческом севообороте. На семенном участке обязательно должны быть проведены уничтожение падалицы и борьба с сорняками. При смежном посеве разных культур сортов-самоопылителей или разных категорий одного сорта их отделяют изоляционной полосой шириной 2–3 м, которую засевают пропашной культурой или оставляют в чистом виде. Нельзя сеять зерновые по зерновым предшественникам, так как возможно засорение падалицей предшествующей трудноотделимой культуры.

Чтобы устранить возможность перекрестного опыления разных сортов перекрёстноопыляющихся культур, их семеноводческие посевы размещают на расстоянии, исключающем биологическое засорение. При этом необходимо учитывать расположение посевов перекрёстноопыляющихся культур даже в прилегающих хозяйствах. Возможность и степень перекрестного опыления между разными сортами зависят от расстояния между ними, от совпадения или несовпадения календарных дат цветения и направления ветра. Лесные насаждения уменьшают возможность переноса пыльцы ветром.

При **подготовке к посеву и посеве** щели в семенном ящике следует своевременно заделать, сеялки перед посевом нужно очистить, чтобы в них не оставалось ни одного зерна. Сеялки очищают от семян на том поле, где закончен посев данного сорта или культуры. Посев следует начинать с высших категорий и репродукций семян. Нельзя выезжать за границы засеваемого поля (семенного участка). Края поля (семенного участка) по окончании посева культивируют и засевают теми же семенами.

**Уход за посевами** должен обеспечить, чтобы на семенных посевах не было сорняков. Особенно тщательно нужно устранять (с поморщью гербицидов или путём прополки) сорняки, семена которых трудноотделимы при сортировании от семян основной культуры. На дорогах, межах сорняки обязательно уничтожают путем скашивания или обработки гербицидами.

При организации **уборки урожая** необходимо прежде всего выполнять следующие правила:

а) перед началом уборки каждого участка обкосить края на 2–4 м, урожаи с них обмолотить отдельно и зерно использовать для продовольственных и фуражных целей (т.е. обезличить);

б) не допускать использования комбайна после уборки трудноотделимых культур (озимая рожь) или другого сорта этой культуры без уборки промежуточной нетрудноотделимой культуры;

в) начинать уборку с посевов новых, лучших сортов, с высших категорий и репродукций каждого сорта – т.е. оригинальные семена и элиту убирать в первую очередь.



Уборочные машины перед началом уборки каждого следующего сорта тщательно очищают от остатков зерна. При этом хорошие результаты дает пневматическая очистка сжатым воздухом от передвижного компрессора. Зерно, намолоченное при первом проходе (или в первый бункер) комбайна используют для продовольственных и фуражных целей (обезличивают): оно не должно попадать на семенной ток – это т.н. **правило первого бункера**.

При переходе на уборку другого сорта или другой культуры комбайн необходимо некоторое время использовать на уборке какой-либо промежуточной нетрудноотделяемой культуры, а при начале уборки семенного участка первый бункер обязательно обезличить.

Возить зерно от комбайнов нужно только по постоянным дорогам. Зерно должно сопровождаться на ток накладными с обозначением культуры, сорта, репродукции, категории, номера поля. На току при очистке зерна нельзя допускать одновременного размещения разных сортов и культур. Перед началом работы со следующим сортом необходимо очистить ток.

В семеноводстве особое внимание обращают на **очистку машин, инвентаря и тары**. Перед началом работы и каждый раз при переходе от одного сорта к другому машины, инвентарь, тару необходимо тщательно очищать. После очистки машины, зерно- и семяочистительная и иная техника должны несколько минут поработать вхолостую. Начав работу с новым сортом, небольшое количество семян, которыми «промыта» техника, необходимо обезличить (**правило первого мешка** – по аналогии с правилом первого бункера). Мешки для затаривания следует использовать новые. Когда приходится использовать мешки, бывшие в употреблении, их тщательно вытряхивают и выворачивают наизнанку.

#### **4 Семенные фонды, их засыпка и хранение**

Законом «О семеноводстве» предусматривается формирование федеральных, страховых и переходящих фондов семян.

*Федеральные фонды семян* – запасы семян сельскохозяйственных растений, предназначенные для регионов России, где не осуществляется производство семян или имеют ограниченные возможности их производства, а также для оказания помощи в случаях стихийных бедствий или иных чрезвычайных ситуаций.

*Страховые фонды семян* – это запасы семян, которые формируются на случай неурожая. Прямое назначение страхового фонда – восполнение недостающего количества семян в годы, когда не получено запланированного урожая на семенных посевах.

*Переходящие фонды семян* – это запасы семян озимых культур, создающиеся на территориях, где уборка озимых проводится после наступления



оптимальных сроков их посева или между уборкой и посевом указанной группы культур. Переходящий семенной фонд – семенной фонд озимых культур из урожая прошлого года, предназначенный для посева текущего года.

Запасы сортовых семян (страховые фонды) зерновых, масличных культур и трав рекомендовано создавать в следующих размерах:

- в первичных звеньях семеноводства – 100% потребности для сортообновления,
- суперэлиты – 50%,
- элиты и первой репродукции – 25–30%,
- в хозяйствах страховые фонды семян создают в размерах 10–15% общей потребности в них.

Свежубранные семена озимых культур за короткий срок от уборки до посева не успевают закончить послеуборочное дозревание и имеют пониженную всхожесть. Поэтому в определённых районах России, где сроки посева озимых наступают раньше или совпадают с их уборкой, крайне необходимо создание т.н. **переходящих семенных фондов**. Переходящий семенной фонд – семенной фонд озимых культур из урожая прошлого года, предназначенный для посева текущего года.

Оренбургская область относится к тем регионам России, где необходимо иметь переходящий фонд семян озимых культур. Рекомендовано создавать переходящие фонды сортовых семян в размере 100% потребности.

Хранение семян в страховом и переходящем фондах не должно превышать следующих сроков:

- пшеницы яровой, ячменя, овса, гречихи – до 3,5 лет; пшеницы озимой, ржи – до 3 лет;
- проса, гороха, риса, подсолнечника – до 1,5 лет.

Хранят семена при установленной стандартом влажности – обычно при 14% и ниже. Для длительного хранения (переходящие фонды озимых культур – 13–14 месяцев, страховые фонды яровых культур – до 20–22 месяцев) следует закладывать семена с влажностью на 2–3% ниже стандартной. В случае, если при хранении в партиях семян началось снижение всхожести ранее установленного срока, их реализуют в первую очередь.

Семена, предназначенные для хранения, должны быть тщательно подготовлены – очищены, отсортированы и доведены до кондиционной или более низкой влажности. Подготовленные к посеву и реализации семена хранят в обеззараженных от амбарных вредителей семенохранилищах напольного, закромого, контейнерного или силосного типов в условиях, предотвращающих их увлажнение, засорение и порчу.

Размещают семена в хранилище по заранее продуманному плану, отдельно по сортам, репродукциям, категориям, а также по влажности, за-

раженности болезнями, засоренности и другим показателям. Для предотвращения смешивания или засорения нельзя складировать в смежных закромах семена двух сортов одноименной культуры, а также семена трудноотделимых друг от друга культур, например пшеницы и ячменя и т.д. Закрома оставляют недогруженными примерно на 15–20 см, чтобы избежать засорения. Семена трудноотделимых культур в соседние закрома сыпать нельзя. Их необходимо разделить закромом с культурой, легко от них отделимой.

*Протравленные* семена хранят в изолированном помещении с соблюдением установленных санитарных правил.

При хранении семян насыпью ее высота не должна превышать для масличных и эфиромасличных культур 1,5 м, для остальных – 2 м. Наиболее ценные партии семян следует хранить в мешках. При хранении семян в мешках (пакетах, контейнерах) их укладывают в штабели на деревянные настилы или поддоны, отстоящие от пола не менее 15 см и от наружных стен хранилища – 70 см. Мешки укладывают в штабель «двойником» или «тройником». Уложенные в штабеля мешки перекладывают через 4–6 месяцев, при этом верхние ряды мешков укладывают в нижний ряд, а нижние – в верхний.

На закроме, насыпи или на штабеле вывешивают этикетку – штабельный ярлык, где указывается культура, сорт, масса партии, категория, репродукция, посевные качества семян. Температуру, зараженность вредителями хлебных запасов, запах и цвет семян рекомендуется заносить в журнал наблюдений за состоянием хранения семян.

При хранении семян необходимо уберечь от увлажнения, не допустить их перегрева, повреждения амбарными вредителями и сохранить у них чистосортность. Сухие семена, доведенные до кондиционного состояния по всем показателям, не требуют особых затрат на сохранение. При хранении семян, в целях сохранности их качества, необходимо установить систематическое наблюдение за температурой, влажностью, органолептическими показателями качества семян (запах, цвет), зараженностью и всхожестью по каждой отдельной партии.

При правильной организации хранения можно не только сохранить сортовые и посевные качества семян, но и улучшить посевные качества: например, повысить их энергию прорастания.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Факторы, обуславливающие урожайные свойства семян.
2. Эффективность использования положительных модификаций в практике семеноводства.
3. В чем состоят особенности технологии выращивания семян?

4. Требования к предшественникам при выращивании семян.
5. Специальные приемы выращивания высокоурожайных семян, роль удобрений, сроков сева и других технологических приемов при выращивании семян.
6. Способы повышения коэффициента размножения семян.
7. Особенности уборки семеноводческих посевов.
8. Пути снижения травмирования семян.
9. Меры по сохранению посевных качеств.
10. Особенности хранения сортовых семян.
11. Меры предупреждения механического засорения семян.
12. Меры предупреждения биологического засорения и заражения семян болезнями.
13. Видовые и сортовые прополки, фитопрочистки: назначение и проведение у зерновых культур.

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ (ГЛОССАРИЙ)

**Акт апробации** – документ, устанавливающий сортовую чистоту или типичность сортового посева, засоренность трудноотделимыми и другими культурными и сорными растениями, карантинными сорняками, поражение болезнями и повреждение вредителями.

**Аллогамия** – оплодотворение в результате слияния мужской и женской гамет при перекрестном опылении.

**Аллополиплоид** – полиплоид, возникший путем объединения хромосомных наборов разных видов (например, скрещиванием  $AA \times BB \rightarrow F_1 AB$ ) и последующим удвоением числа хромосом ( $AB \rightarrow AABB$ ) или скрещиванием автополиплоидов ( $AAAA \times BBBB \rightarrow F_1 AABB$ ).

**Амфидиплоиды** – межвидовые гибриды, в соматических клетках которых содержится по диплоидному хромосомному набору от каждой из родительских форм (синоним – аллотетраплоид).

**Аналитическая селекция** – селекция, основанная на отборе родоначальных элитных растений из естественной популяции, местного или иного сорта.

**Андрогенез** – развитие жизнеспособного зародыша из ядра мужской гаметы (или двух слившихся мужских ядер) в цитоплазме яйцеклетки.

**Анеуплоидия** – гетероплоидия, т.е. увеличение или уменьшение числа хромосом, не кратное основному числу хромосом вида.

**Апомиксис** – замена полового размножения неполовым процессом, при котором образуется жизнеспособный зародыш и развивается новый организм без слияния мужской и женской гамет. А. подразделяют на партеногенез, апогамию и адвентивную эмбрионию.

**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 посевов** – обследование сортовых семенных посевов с целью определения их сортовой чистоты (или сортовой типичности растений), засоренности, пораженности болезнями и поврежденности вредителями путем осмотра растений на корню или отбора апробационного снопа.

**Апробационный сноп** (образец) – сноп (образец) из растений или их частей, отбираемый в соответствии с установленной методикой по проведению апробации сортовых посевов.

**Аутбридинг** – неродственное скрещивание или переопыление.

**Аутогамия** – самооплодотворение вследствие самоопыления.

**Автополиплоидия** – образование полиплоида путем кратного увеличения в клетках наборов хромосом одного и того же вида (например, AA → AAAA).

**Биологическое засорение сорта** – засорение сорта в результате естественного переопыления разных сортов и культур или вследствие возникновения мутаций.

**Биотип** – группа особей вида и разновидности, не имеющая обычно морфологических отличий, но обладающая биологическими или физиологическими устойчивыми особенностями.

**Вегетативное размножение** – размножение растений их вегетативными органами: луковицами, клубнями, корневищами, кусочками стебля, прививкой и т.д.

**Вегетационный период** – время, в течение которого растение проходит полный цикл развития от посева семян (посадка клубней) до созревания. Вегетационный период культуры или сорта характеризуется определённой структурой, т.е. продолжительностью отдельных составляющих его фенологических фаз развития.

**Видовая прополка** – удаление из посева примесей, относящихся к другим видам растений.

**Возвратные скрещивания** (беккроссы) – повторные скрещивания гибрида с одной из родительских форм (часто многократные).

**Восстановители фертильности** – формы, при скрещивании с которыми потомство линий и сортов с ЦМС получается фертильным.

**Гаплоиды** – особи, в клетках которых содержится половина соматического набора хромосом, специфичного для данного вида.

**Генофонд** – совокупность генов, которые имеются у особей, составляющих данную популяцию или коллекцию сортообразцов.

**Гетерозис** – увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

**Гетерозисный гибрид** – гибрид, повышенная урожайность которого связана с явлением гетерозиса.

**Гибрид** – гетерозиготная особь, возникшая в результате скрещивания генетически различающихся форм.

**Гибридизация** – скрещивание двух или большего числа родительских форм, различающихся между собой по отдельным или многим признакам и свойствам.

**Гибридный питомник** – питомник, в котором высевает и изучают гибридный материал, проводят отбор родоначальных растений для закладки селекционного питомника.

**Гибридный сорт** – сорт, полученный путём скрещивания и отбора из гибридной популяции.

**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** – список сортов и гибридов, рекомендованных для сертификации.

**Грунтовой контроль** – установление принадлежности растений и семян к определенному сорту и определение сортовой чистоты растений посредством посева семян в грунт и последующей проверки растений.

**Двойные межлинейные гибриды** – гибриды от скрещивания двух простых межлинейных гибридов.

**Двудомность** – явление, при котором женские и мужские цветки располагаются на разных растениях.

**Делянка** – имеющий определённые размеры и форму элементарный участок общей площади сортоиспытания, на котором высевается отдельный сорт.

**Дефицитный сорт** – недавно районированный сорт, спрос на семена которого не удовлетворен полностью.

**Диаллельные скрещивания** – скрещивания, предусматривающие получение гибридов в пределах определенной группы сортов или линий во всех возможных комбинациях. При селекции на гетерозис к ним прибегают для определения специфической комбинационной способности.

**Доместикация** – введение в культуру диких и сорных растений.

**Естественная популяция** – популяция, сформировавшаяся под действием естественных, природных факторов.

**Закон гомологических рядов в 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** – фертильные сорта или линии, которые при скрещивании с андростерильными формами дают мужское стерильное потомство.

**Засухоустойчивость** – способность растений наиболее продуктивно использовать воду и питательные вещества в условиях высокой температуры, низкой относительной влажности воздуха, низкой влажности почвы и давать при этом высокий урожай при хорошем качестве продукции.

**Зимостойкость** – способность растений озимых культур противостоять комплексу различных вредных воздействий внешней среды на протяжении зимнего и ранневесеннего периодов (действие мороза, вымокание, выпирание и т. п.).

**Зональное (экологическое) сортоиспытание** – испытание, проводимое в различных экологических условиях для всесторонней и быстрой оценки новых, перспективных сортов.

**Изменчивость модификационная** – ненаследственная изменчивость, при которой под влиянием факторов внешней среды в той или иной степени изменяется (модифицирует) фенотип особей, генотип же остаётся неизменным. Размах модификационной изменчивости определяется нормой реакции генотипа.

**Инбредная линия (инцухт-линия)** – линия перекрестноопыляющейся культуры, полученная путем многократного принудительного самоопыления.

**Инбридинг (инцухт)** – получение у перекрестноопыляющихся растений потомства от принудительного самоопыления.

**Индивидуальный отбор** – отбор, основанный на индивидуальной оценке по потомству отобранных элитных растений.

**Интродукция** – перенос в какую-либо страну или область видов или сортов растений, не произраставших ранее в данной местности.

**Инцухт-депрессия** – снижение жизнеспособности и продуктивности потомств аллогамных растений в результате их принудительного самоопыления.

**Инфекционный фон** – специальный питомник (теплица, вегетационный домик), в котором в условиях искусственного заражения определённым заболеванием производят оценку селекционного материала.

**Исходный материал** – культурные растения и их дикие сородичи, используемые для получения новых сортов и гибридов растений.

**Кастрация цветков** – удаление незрелых пыльников в цветках материнских форм перед их опылением при проведении скрещивания.

**Клон** – генетически однородное потомство, полученное путем вегетативного размножения материнского растения или его отдельной части.

**Клоновый отбор** – индивидуальный отбор у вегетативно размножаемых растений.

**Коллекционный питомник** – питомник, в котором проводят первоначальное изучение исходного материала в целях выделения наиболее перспективных форм.

**Колхицин** ( $C_{22}H_{25}O_6$ ) – вещество растительного происхождения, используемое для получения полиплоидных форм растений.

**Комбинационная способность** – способность линии или сорта при сочетании в гибридных комбинациях давать потомство ( $F_1$ ), характеризующееся различным относительно некоторого, условно принятого уровня выражением того или иного признака или свойства.

**Комбинация скрещивания** – сочетание определённых родительских форм при скрещивании, в потомстве которого планируется получить интересные селекционера новые комбинации генов.

**Конвергентные скрещивания** – параллельные возвратные скрещивания разных сортов-доноров с одним и тем же рекуррентным родителем в целях передачи ему нескольких ценных признаков одновременно.

**Конкурсное (основное) сортоиспытание** – завершающее испытание новых перспективных сортов перед передачей лучших из них в государственное сортоиспытание, при этом новые сорта сравниваются со стандартом и лучшими сортами других селекционных учреждений.

**Константная форма** – устойчивая, не расщепляющаяся в дальнейших поколениях форма гибрида.

**Контрольный питомник** – питомник, в который поступает материал из селекционного питомника. Здесь его впервые оценивают по урожайности.

**Косвенный признак оценки** – биохимический или технологический показатель, коррелятивно связанный с основным изучаемым у сортов свойством.

**Коэффициент размножения** – отношение массы кондиционных семян в урожае к массе высеванных семян.

**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 гомозиготного растения у самоопыляющихся культур.

**Массовый отбор** – отбор, при котором урожай отобранных элитных растений после браковки объединяют и высевают на одной делянке без оценки по потомству.

**Межсортový гибрид** – гибрид, получающийся от скрещивания двух сортов, который в первом поколении может давать гетерозис (межсортový гетерозисный гибрид).

**Местный сорт народной селекции** – сорт, созданный в результате длительного действия естественного и простейших приёмов искусственного отбора при возделывании той или иной культуры в определённой местности.

**Метод резервов (половинок)** – приём использования многократного индивидуального отбора у перекрёстноопыляющихся растений, при котором урожай каждого элитного растения делят на две части (половинки), одну из которых высевают в селекционном питомнике, а другую сохраняют в резерве.

**Многократное скрещивание** (сложное скрещивание) – скрещивание, в котором участвует более двух родительских форм или когда гибридное потомство повторно скрещивают с одной из родительских форм.

**Многолинейный (мультилинейный) сорт** – сорт, состоящий из смеси линий, одинаковых по морфологическим и хозяйственно полезным признакам, но различающихся по устойчивости к различным расам возбудителя болезни.

**Мутант** – новый организм с изменённым признаком, возникшим вследствие мутирования отдельного гена или перестройки хромосомы.



**Негативный отбор** – разновидность массового отбора, при котором не отбирают лучшие растения, а удаляют из посева худшие особи.

**Общая комбинационная способность (ОКС)** – средняя ценность самоопыленных линий или сортов в гибридных комбинациях при селекции на гетерозис. Для определения ОКС обычно осуществляют топкроссы с тестером.

**Опыление** – перенос пыльцы на рыльца пестиков.

**Орган по сертификации семян** – аккредитованная в установленном порядке организация, осуществляющая работы по сертификации семян.

**Оригинальные семена (ОС)** – семена сельскохозяйственных растений в первичных звеньях семеноводства, произведенные оригинатором сорта или уполномоченным им лицом и предназначенные для дальнейшего размножения.

**Оригинатор сорта** – физическое или юридическое лицо, которое создало, вывело, выявило сорт сельскохозяйственного растения и (или) обеспечивает его сохранение и данные о котором внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

**Отдаленная гибридизация** – скрещивание организмов, относящихся к разным видам или родам.

**Очаг (центр) происхождения и формообразования культурных растений** – район земного шара, в котором возникли определённые виды культурных растений и где наблюдается наибольшее их разнообразие.

**Партенокарпия** – образование бессемянных плодов.

**Патент на селекционное достижение** – юридический документ, выдаваемый селекционеру или его правопреемнику Госкомиссией, на селекционное достижение, отвечающее критериям охраноспособности (новизна, отличимость, однородность, стабильность); удостоверяет исключительное право патентообладателя на его использование. Регистрируется в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений.

**Периодический отбор** – отбор в популяциях перекрёстноопыляющихся культур, обеспечивающий последовательное повышение концентрации нужных комплексов наследственных факторов, предусматривающий периодическое чередование приёмов по выделению лучших генотипов путём инцукта и скрещивания их для получения рекомбинаций.

**Перспективный сорт** – новый ценный сорт, проходящий сортоиспытание и размножаемый, но еще не районированный.

**Повторение** – часть площади сортоиспытания, включающая один полный набор испытываемых сортов.

**Повторность** – число повторений в сортоиспытании.

**Поликросс** – метод определения общей комбинационной способности в условиях свободного переопыления всех оцениваемых образцов. Применяют при работе с кормовыми растениями (люцерна, злаковые).

**Посевные качества семян** – совокупность признаков, характеризующих пригодность семян для посева. Качество семян нормируется по следующим показателям: 1) сортовая идентификация, 2) сортовая чистота, 3) чистота семян, 4) всхожесть, 5) засоренность семенами культурных растений и сорняков, 6) зараженность болезнями, передающимися через семена.

**Предварительное (малое) сортоиспытание** – первоначальное испытание лучших селекционных номеров – будущих сортов, выделенных в контрольном питомнике.

**Признак** – морфологическая особенность или черта строения растений (единица морфологической дискретности организма).

**Провокационный фон** – искусственно создаваемый фон для ускорения оценки селекционного материала на устойчивость к тому или иному неблагоприятному фактору: болезням, вредителям, засухе, низким температурам, затоплению и др.

**Производственное сортоиспытание** – испытание в производственных условиях для хозяйственной оценки самых лучших перспективных сортов.

**Простое (парное) скрещивание** – однократное скрещивание между двумя родительскими формами.

**Простой межлинейный гибрид** – гибрид, получающийся от скрещивания двух самоопылённых линий.

**Пространственная изоляция** – размещение посевов различных сортов и культур на определенном расстоянии друг от друга для предотвращения переопыления.

**Протокол испытаний** – документ, содержащий данные о результатах оценки качества семян (анализа пробы семян на соответствие государственным и отраслевым стандартам).

**Прямой признак оценки** – признак, по которому оценка сортов и селекционных номеров даётся непосредственно путём подсчёта, взвешивания, измерения и т. д.

**Районирование** – установление районов возделывания новых сортов и гибридов по результатам государственного сортоиспытания.

**Регистрация посевов** – осмотр сортовых посевов на корню без отбора снопа для апробации с последующим документальным оформлением в установленном порядке результатов осмотра.

**Репродукционные семена (РС)** – семена сельскохозяйственных растений, полученные от последовательного пересева элитных семян (первое и последующие поколения – РС1, РС2 и т.д.). Репродукционные и гибридные ( $F_1$ ) семена, предназначенные для производства товарной продукции, обозначают РСт.

**Родительская пара** – две исходные формы или два сорта, подобранные для скрещивания.

**Самостерильность** – неспособность к самооплодотворению.

**Свойство растения** – физиологическая, биохимическая или технологическая особенность растений.

**Селекционное достижение** (юрид.) – сорт (сорт, гибрид, 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.

**Семена** – любые 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.

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

**Семена элиты** (элитные семена, ЭС) – семена, получаемые от оригинальных семян и соответствующие требованиям государственных стандартов и иных нормативных документов в области семеноводства. Число поколений элитных семян определяет оригинатор сорта.

**Семенной контроль** – система мероприятий по проверке посевных качеств семян в процессе их производства, хранения и реализации.

**Семеноводство** – специальная отрасль сельскохозяйственного производства, обеспечивающая массовое размножение сортовых семян и получение гибридных семян при сохранении их чистосортности, биологических и урожайных качеств.

**Семья** – потомство одного растения у перекрестноопыляющихся культур.

**Сертификат соответствия** (на семена) – документ, выданный по правилам системы добровольной сертификации семян, удостоверяющий сортовые и посевные качества семян и подтверждающий их соответствие требованиям государственных и отраслевых стандартов, а также другой нормативной документации.

**Синтетическая селекция** – селекция на основе использования метода гибридизации различных сортов в целях генетической рекомбинации полезных генов (синтеза).

**Синтетический сорт** (сложная гибридная популяция) – сорт, полученный путём смешения семян нескольких линий или 3–4 двойных межлинейных гибридов.

**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.

**Сложная ступенчатая гибридизация** – гибридизация, при которой полученные в результате скрещивания формы растений с рядом положительных свойств вновь скрещиваются с другими формами или сортами, имеющими другие положительные свойства, отсутствующие у ранее полученных форм.

**Сорт** – группа растений, которая независимо от охраноспособности определяется по признакам, характеризующим данный генотип или комбинацию генотипов, и отличается от других групп растений того же ботанического таксона одним или несколькими признаками.

**Сорт интенсивного типа** – сорт, приспособленный для возделывания в условиях интенсивной культуры земледелия: высокопродуктивный, устойчивый к заболеваниям, неполегающий, способный давать большие прибавки урожая на высоком агрофоне, в том числе при поливе.

**Сорт-клон** – сорт, полученный путём отбора у вегетативно размножающихся культур и являющийся потомством одного растения – клона.

**Сорт-популяция** – сорт, включающий растения, различающиеся генотипически.

**Сортовой посев** – посев, сортовая принадлежность которого подтверждена документами на семена и его апробацией.

**Сортовая типичность** – показатель сортовой чистоты у перекрестно-опыляющихся культур.

**Сортовая чистота** – процентное отношение стеблей или растений, типичных для данного сорта, к общему количеству стеблей или растений всех сортов и форм той же культуры.

**Сортовой контроль** – мероприятия по определению сортовой чистоты и установлению принадлежности растений и семян к определенному сорту посредством проведения апробации посевов, грунтового контроля и лабораторного сортового контроля.

**Сортовые качества семян** – совокупность признаков, характеризующих принадлежность семян к определенному сорту сельскохозяйственных растений.

**Сортолинейный гибрид** – гибрид, получающийся от скрещивания сорта с самоопылённой линией или от скрещивания простого межлинейного гибрида с сортом.

**Сортообновление** – замена семян лучшими семенами того же сорта.

**Сорт-популяция** – сорт, включающий растения, различающиеся генотипически.

**Сортосмена** – замена старых сортов новыми районированными сортами.

**Специфическая комбинационная способность (СКС)** – комбинационная способность линии или сорта, определяемая величиной гетерозиса в какой-нибудь конкретной комбинации. СКС оценивают на основе диаллельных скрещиваний.

**Стерильный аналог** – самоопыленная линия (сорт), сходная по всем признакам с исходной, но обладающая свойством ЦМС, создаваемая путём насыщающих скрещиваний.

**Суперэлита** – предшествующее элите звено размножения семян.

**Тестер** (определитель) – сорт или гибрид, используемый в качестве отцовской формы для определения общей комбинационной способности самоопыленных линий.

**Топкросс** – метод определения общей комбинационной способности самоопыленных линий путём скрещивания их с одним тестером (сортом или гибридом).

**Трансгрессия** – суммирующее действие полимерных генов, определяющих величину какого-либо количественного признака или свойства.

**Трёхлинейный гибрид** – гибрид, получающийся от скрещивания простого межлинейного гибрида с самоопылённой линией.

**Триплоидный гибрид** – гибрид, получающийся от скрещивания тетраплоидных форм с диплоидными сортами.

**Тритикале** – ржано-пшеничные 56- или 42-хромосомные амфидиплоиды.

**Фертильный** – плодovitый.

**Формообразовательный процесс** – возникновение в популяциях в результате гибридизации и мутаций разнообразных форм растений, на основе которых отбором создаются новые сорта.

**Чистая линия** – потомство одного исходного гомозиготного по всем генам самоопыляющегося растения.

**Эколого-географический принцип селекции** – принцип, основанный на использовании отбора из гибридных популяций, создаваемых путём скрещивания экологически и географически отдалённых форм и сортов.

**Экотип** – относительно наследственно устойчивая форма данного вида, свойственная определённым почвенно-климатическим условиям и приспособленная к ним отбором.

**Элитные растения** – наилучшие растения, отбираемые селекционером и семеноводами в качестве родоначальных для дальнейшей работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гужов, Ю. Селекция и семеноводство культурных растений / Ю. Гужов, А. Фукс, П. Валичек. – М.: Мир, 2003.
2. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов; 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987.
3. Инструкция по апробации сортовых посевов. Часть I (зерновые, крупяные, зернобобовые, масличные и прядильные культуры). – М., 1995.
4. Коновалов, Ю.Б. Общая селекция растений / Ю.Б. Коновалов и др. – СПб.: «Лань», 2013.
5. Коновалов, Ю.Б. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / Ю.Б. Коновалов и др. – М.: Агропромиздат, 1987.
6. Краснова, Л. И. Частная селекция и первичное семеноводство полевых культур в условиях степного и лесостепного Приуралья / Л. И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.
7. Краснова Л.И. Сортовой семенной контроль и его роль в семеноводстве: учеб. пособие / Л.И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.
8. Краснова Л.И. Сортовой, семенной контроль и сортоведение полевых культур степной и лесостепной зон Приуралья / Л.И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2007.
9. Краснова Л.И. Учение о сорте и исходном материале: лекция-учеб. пособие / Л.И. Краснова. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2000.
10. Перечень сортов сельскохозяйственных культур, включенных в Государственный реестр Российской Федерации и допущенных к использованию в Оренбургской области на 2015 год.
11. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / под ред. В.В. Пыльнева. – М.: КолосС, 2008.
12. Пыльнев, В.В. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур / В.В. Пыльнев. – СПб.: «Лань», 2014.
13. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур / под ред. М. А. Зеленского. – К.: Вища школа, Головное изд-во, 1987.
14. Смиловенко, Л. А. Семеноводство с основами селекции полевых культур: учеб. пособие / Л. А. Смиловенко. – Москва–Ростов-на-Дону: ИКЦ «МарТ», 2004.
15. Шаманин, В.П. Общая селекция и сортоведение полевых культур: учеб. пособие / В.П. Шаманин, А.Ю. Трущенко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2006.
16. Воробйова, Л.І. Генетичні основи селекції рослин і тварин: навч. посібник / Л.І. Воробйова, О.В. Тагліна. – Х.: Колорит, 2006.
17. Молоцький, М.Я. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: підручник / М.Я. Молоцький, С.П. Васильківський, В.І. Князюк и др. – К.: Вища освіта, 2006.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ЧАСТЬ I ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ .....	5
ТЕМА 1 Селекция: предмет, история, достижения, задачи и направления .....	5
ТЕМА 2 Учение о сорте (элементы сортоведения) .....	15
ТЕМА 3 Исходный материал в селекции растений .....	26
ТЕМА 4 Виды и методы селекции растений; аналитическая селекция, отбор .....	34
ТЕМА 5 Комбинационная селекция: внутривидовая и отдалённая гибридизация .....	44
Часть 1 Внутривидовая гибридизация .....	44
Часть 2 Отдалённая гибридизация .....	52
ТЕМА 6 Создание гетерозисных гибридов растений .....	56
ТЕМА 7 Мутагенез, полиплоидия и другие методы селекции растений .....	65
ТЕМА 8 Организация и техника селекционного процесса растений .....	73
ТЕМА 9 Оценка селекционного материала растений .....	78
ТЕМА 10 Государственное испытание и районирование сортов и гибридов .....	86
ЧАСТЬ II ОСНОВЫ СЕМЕНОВОДСТВА ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР .....	94
ТЕМА 11 Семеноводство: предмет, история, современная система и правовые основы .....	94
ТЕМА 12 Теоретические основы семеноводства .....	104
ТЕМА 13 Организация производства элиты .....	110
ТЕМА 14 Сортовой и семенной контроль, сертификация семян .....	121
ТЕМА 15 Урожайные свойства семян и семеноводческая агротехника, семенные фонды .....	129
КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ (ГЛОССАРИЙ) .....	140
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	150