

Г. В. Гуляев, А. П. Дубинин

•

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР С ОСНОВАМИ ГЕНЕТИКИ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ  
И ДОПОЛНЕННОЕ

*Допущено Главным управлением высшего и среднего сельскохозяйственного образования Министерства сельского хозяйства СССР в качестве учебника для средних сельскохозяйственных учебных заведений по специальности «Агрономия»*



МОСКВА «КОЛОС» 1980

Введение, главы «Краткая история селекции и достижения селекции в СССР», «Основы цитологии», «Учение о наследственности и изменчивости организмов (основы генетики)», «Общие основы селекции сельскохозяйственных растений», «Методы селекции», «Организация селекционного процесса и сортоиспытание» и краткий словарь терминов написаны профессором Московской сельскохозяйственной академии имени К. А. Тимирязева, заслуженным деятелем науки РСФСР *Г. В. Гуляевым*. Главы «Общие основы семеноводства» и «Частное семеноводство сельскохозяйственных культур» изложены преподавателем Сельскохозяйственного техникума имени И. В. Мичурина, заслуженным учителем школы РСФСР *А. П. Дубининым*.

Авторы благодарны профессору *А. И. Помогаевой* и доценту *А. И. Чиркову* за ценные замечания и предложения, сделанные при рецензировании рукописи.

**Гуляев Г. В., Дубинин А. П.**

**Г 94** Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Колос, 1980.— 375 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для сред. с.-х. учеб. заведений).

В учебнике рассмотрены вопросы цитологии, генетики, общей селекции и организации селекционного процесса и сортоиспытания. Даны основы семеноводства сельскохозяйственных культур.

Настоящее издание по сравнению с предыдущим дополнено описанием методов генетических исследований и последних достижений в области молекулярной генетики. Изложены мероприятия по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства полевых культур.

Г  $\frac{40302-043}{035(01)-80}$  92—80. 3803010301

ББК 42.1

633

## ВВЕДЕНИЕ



В получении высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур большая роль принадлежит использованию лучших сортов, наиболее приспособленных к возделыванию в местных условиях. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», утвержденных XXV съездом КПСС, одним из важнейших средств повышения эффективности сельскохозяйственного производства названо дальнейшее улучшение селекции и семеноводства. Одна из главных задач селекции — выведение неполегающих и устойчивых к болезням сортов и гибридов зерновых культур для возделывания их на орошаемых и осушенных землях, а также в условиях применения высоких доз минеральных удобрений.

Наука о выведении новых сортов сельскохозяйственных растений называется *селекцией* (*selectio* — в переводе с латинского означает отбор или выбор). Отбор лучших форм из имевшихся в природе или возделываемых растений был единственным методом селекции в прошлом. Поэтому первоначально это понятие полностью соответствовало содержанию работы по выведению новых сортов. С течением времени оно стало более широким. Современная селекция применяет отбор, используя методы искусственного создания исходного материала (гибридизацию, мутагенез и др.), различные способы выращивания отбираемых растений и целый ряд специальных технических приемов. Однако отбор остается единственным способом выведения новых сортов.

Селекция — учение об отборе в широком смысле этого слова. Она включает подбор исходного материала, процесс изменчивости и наследственности, выделение и создание новых форм.

Селекция растений неразрывно связана с семеноводством. *Семеноводство* — это специальная отрасль сельскохозяйственного производства, задача которой — обеспечить колхозы и совхозы высококачественными сортовными семенами всех возделываемых культур. В основе селекции и семеноводства лежит учение о наследственности и изменчивости организмов — генетика.

Академик Н. И. Вавилов писал, что селекцию можно рассматривать как науку, как искусство и как определенную отрасль сельскохозяйственного производства.

Селекция растений относится к агрономическим дисциплинам, задача которых — разработка способов получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Но в отличие от земледелия, агрохимии, растениеводства, изучающих приемы воздействия на условия выращивания растений, селекция разрабатывает способы воздействия на сами растения, чтобы изменить в нужном направлении их природу.

## ЗНАЧЕНИЕ СОРТА В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В результате селекционной работы создаются новые сорта. Сорт — это одно из средств сельскохозяйственного производства. При использовании лучших сортов повышается урожайность сельскохозяйственных культур и улучшается качество продукции, ради которой они возделываются. Различные сорта с хозяйственной точки зрения отличаются друг от друга прежде всего тем, что в одних и тех же условиях они могут давать разные урожаи. Средние прибавки урожая зерновых за счет посева нового, лучшего сорта составляют обычно не менее 2 ц с 1 га, а иногда достигают 8—10 ц с 1 га и более.

Использование высококачественных семян лучших районированных сортов — один из наиболее доступных и экономически выгодных способов повышения урожайности и валовых сборов сельскохозяйственной продукции. Подсчитано, что только в результате замены менее урожайных сортов зерновых культур более урожайными можно в целом по стране ежегодно получать дополнительно не менее 1 млрд. пудов зерна.

Многие сельскохозяйственные культуры имеют хозяйственно-биологические недостатки, ограничивающие возможности их возделывания в тех или иных почвенно-климатических зонах. К ним относятся: недостаточная зимостойкость, позднеспелость, полегаемость, поражаемость болезнями и вредителями и т. д. Повышение устойчивости к неблагоприятным условиям возделывания достигается приемами агротехники. Однако наряду с агротехникой важное, а в ряде случаев решающее значение принадлежит сорту. Известно, что ржавчина в годы ее массового распространения может снизить урожай озимой и яровой пшеницы, а также овса в 2 раза и более. Посев в оптимальные сроки, внесение калийных удобрений и другие агроприемы только в незначительной степени уменьшают вредоносность этой болезни. В то же время при замене поражаемых сортов этих культур ржавчиноустойчивыми урожайность резко возрастает. Зимостойкость озимой пшеницы при обычной агротехнике можно повысить путем посева высокозимостойких сортов. Значительна роль селекции в повышении засухоустойчивости сельскохозяйственных культур. Например, урожайность засухоустойчивых сортов яровой пшеницы в засушливые годы на 2—4 ц с 1 га выше в сравнении с обычными сортами,

не приспособленными к возделыванию в этих условиях. Именно благодаря селекции стало возможным продвижение зерновых, овощных культур и картофеля в северные и восточные районы страны, а также возделывание сельскохозяйственных растений на осушенных торфяно-болотных почвах.

Значительна роль селекции и в борьбе с полеганием хлебов, предотвратить которое обычными агротехническими приемами чрезвычайно трудно. Наиболее радикальным средством является создание неполегающих сортов. В нашей стране и за границей выведены устойчивые к полеганию сорта озимой пшеницы, риса и ячменя.

В ряде случаев устранить или даже снизить вредное действие некоторых неблагоприятных условий на те или иные сельскохозяйственные культуры не удастся никакими другими приемами и средствами, кроме селекционных. Например, только благодаря созданию панцирных сортов подсолнечника была предотвращена в прошлом столетии полная гибель этой культуры от массового распространения подсолнечной моли. Все современные сорта масличного подсолнечника панцирные. Исключительно большую опасность для этой же культуры 40—50 лет тому назад представляла заражиха. Этот паразит был побежден путем выведения заражихоустойчивых сортов. Распространению рака картофеля селекция поставила надежный заслон, созданы ракоустойчивые сорта.

Селекция имеет большое значение в повышении качества продукции сельскохозяйственных культур. Содержание белка в зерне пшеницы и семенах бобовых, масла в семенах подсолнечника и горчицы, сахара в корнях сахарной свеклы, крахмала в клубнях картофеля, волокна в стеблях льна и коробочках хлопчатника удастся повысить путем селекции в более сильной степени, чем любыми агротехническими средствами. Благодаря выведению безалкалоидных сортов люпина появилась возможность использовать эту культуру не только как сидеральную, но и как кормовую.

К некоторым культурам в зависимости от целей использования предъявляются прямо противоположные требования по важнейшим показателям качества продукции. Например ячмень, идущий на корм скоту, должен иметь высокое содержание белка, а для переработки на пиво — возможно меньшее его количество. Селекция успешно разрешила это противоречие путем создания кормовых и пивоваренных сортов ячменя.

Многие важные хозяйственно-полезные признаки и биологические свойства возделываемых в настоящее время сельскохозяйственных растений физиологически трудно совместимы. К примеру высокая продуктивность у большинства зерновых культур не сочетается со скороспелостью, высокой морозостойкостью и засухоустойчивостью. Увеличение урожайности у пшеницы и других зерновых обычно сопровождается снижением содержания белка в зерне, а у сахарной свеклы понижением сахаристости. Голозерные формы овса и ячменя, отличающиеся высоким содержанием бел-

ка, значительно уступают по урожайности пленчатым сортам. Штамбовые короткостебельные формы гороха менее продуктивны, чем сорта с длинным стелющимся стеблем. Крупнозерные формы и сорта большинства злаковых растений имеют, как правило, пониженную морозостойкость и засухоустойчивость.

Проблема совмещения в одном растении важнейших хозяйственно-биологических свойств и признаков чрезвычайно важна. Практическое решение ее полностью зависит от успехов селекционной работы. Селекция растений является важнейшим фактором ускорения научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. За последние годы на основе разработки высокоэффективных методов создания новых сортов получены важные практические результаты, к которым прежде всего следует отнести выведение короткостебельных сортов пшеницы и риса, позволяющих на высоком агрофоне получать урожаи до 100 ц с 1 га, создание гибридной кукурузы и гибридного сорго с потенциальной урожайностью 150 ц с 1 га, разработку приемов коренного улучшения аминокислотного состава белка важнейших зерновых и зерновых бобовых культур, создание по некоторым культурам сортов, устойчивых к опасным заболеваниям, удвоение масличности семян подсолнечника и другие достижения селекции, получившие название «зеленая революция».

Внедрение в производство лучших высокоурожайных сортов имеет большое экономическое значение и является самым доступным и дешевым способом увеличения производства всех сельскохозяйственных культур. Подсчитано, что затраты на выведение нового районированного сорта зерновых культур составляют примерно 100—150 тыс. руб. В то же время при средней прибавке урожая 2,5 ц с 1 га стоимость дополнительно собранного зерна с каждых 100 тыс. га посева ежегодно составляет 2,5—4 млн. руб. Экономическая эффективность высокоурожайных сортов, дающих прибавку в 5—6 ц с 1 га и более, определяется сотнями миллионов рублей. Стоимость дополнительного количества масла, получаемого при возделывании сортов подсолнечника, выведенных В. С. Пустовойтом, превышает 1 млрд. руб.

Выращивание высокопродуктивных сортов, способных наиболее полно использовать условия высокого агрофона, резко повышает экономическую эффективность внесения удобрений и орошения и тем самым ускоряет окупаемость капиталовложений на строительство химических заводов и оросительных систем.

## **РОЛЬ СЕЛЕКЦИИ В ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Интенсификация земледелия выдвинула перед селекцией в качестве одной из первоочередных задач создание сортов высокопродуктивных, неполегающих, устойчивых к болезням и вредителям, ценных по качеству продукции, обладающих высокой фото-

синтетической способностью и хорошо использующих высокий агрофон, особенно большие нормы минеральных удобрений.

Образцами сортов интенсивного типа служат сорта озимой пшеницы Безостая 1, Кавказ, Краснодарская 39, выведенные П. П. Лукьяненко в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (КНИИСХ). Они характеризуются высокой урожайностью, значительно более узким отношением массы зерна к соломе (в среднем 1:1 вместо 1:2 у обычных длинностебельных сортов) и лучшим использованием минеральных удобрений. Так, сорт Новоукраинка 83, высевавшийся на Северном Кавказе до сорта Безостая 1, при внесении полной нормы минеральных удобрений дает прибавку урожая в 8—9 ц, а сорт Безостая 1—18—20 ц с 1 га. На этом примере доказана принципиальная возможность создания сортов интенсивного типа других культур для различных условий возделывания.

Сорт и условия, в которых он возделывается, т. е. агротехника, неразрывно связаны между собой. Высокий агрофон может наиболее полно использоваться только высокопродуктивными сортами. В свою очередь, высокая потенциальная продуктивность сортов может проявиться лишь в условиях высокой агротехники. В колхозах и совхозах Краснодарского края после перехода на возделывание сорта Безостая 1 урожайность озимой пшеницы на всей площади посева повысилась в среднем на 9—10 ц, а в передовых хозяйствах — на 16—18 ц с 1 га.

К сортам интенсивного типа относится также пластичный, высокоурожайный сорт озимой пшеницы Мироновская 808, выведенный В. Н. Ремесло в Мироновском научно-исследовательском институте селекции и семеноводства пшеницы.

## **ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОЙ РАБОТЫ В СССР**

Селекционно-семеноводческая работа в нашей стране носит плановый характер. Все ее звенья взаимосвязаны между собой и объединены в единую централизованную государственную систему.

Важнейшие задачи и основные направления селекционно-семеноводческой работы в СССР определяются перспективными планами развития сельского хозяйства, на основе которых разрабатываются программы селекционных работ, в которых определены с дифференциацией по природно-климатическим зонам страны основные параметры моделей будущих сортов — их показатели по урожайности, качеству продукции, устойчивости к полеганию, наиболее опасным заболеваниям и вредителям, зимостойкости, засухоустойчивости и другим хозяйственно-ценным признакам. Обобщены методы и объемы селекционных работ, сроки выведения и передачи новых сортов в государственное сортоиспытание. Разработаны мероприятия по ускорению селекционного процесса,

быстрому размножению новых перспективных сортов, материально-техническому оснащению селекционных центров. Центральное место в этих программах отводится созданию высокопродуктивных сортов и гибридов интенсивного типа с потенциальной урожайностью в оптимальных условиях возделывания для озимой пшеницы — 70—90 ц с 1 га, озимой ржи — 50—60 ц, яровой пшеницы — 40—60 ц, зернофуражных культур — 60—70 ц, кукурузы в условиях богара — 80—90 ц, а при орошении — 120—130 ц, риса 100—110 ц, гороха — 40—45 ц, средневолокнистого хлопчатника — 70—80 ц, а тонковолокнистого — 40—50 ц с 1 га; предусмотрено также создание сортов и гибридов подсолнечника и сахарной свеклы, превосходящих возделываемые сейчас сорта по сбору масла (на 15—20%) и сахаристости (на 10—15%).

Опытно-селекционные учреждения более или менее равномерно размещены по всей территории страны, там, где необходимо, организируются новые. До Великой Октябрьской социалистической революции в Сибири, на Урале и в Казахстане селекционную работу вели лишь отдельные опытные станции. В настоящее время в этих крупных земледельческих зонах размещено около  $\frac{1}{3}$  всех селекционно-опытных учреждений страны.

Исключительно важное значение на современном этапе приобретают специализация и концентрация селекционной работы, поскольку создание новых сортов требует совместных усилий большого числа селекционеров и высококвалифицированных специалистов смежных наук, вооруженных передовыми методами исследований и новейшим оборудованием.

Для коренного улучшения селекционно-семеноводческой работы по важнейшим культурам в основных почвенно-климатических зонах страны созданы селекционные центры. Они ведут селекционную работу по важнейшим полевым культурам, дают всестороннюю оценку устойчивости новых сортов к вредителям и болезням сельскохозяйственных культур, изучают технологические качества сортов, разрабатывают и совершенствуют методы селекции и семеноводства, осуществляют научно-методическое руководство и координацию селекционных работ, проводимых другими научно-исследовательскими учреждениями.

В состав каждого селекционного центра входят крупные отделы, занимающиеся вопросами селекции (по культурам или группам культур), сортовой агротехники, научно-технической информации и пропаганды, семеноводства, иммунитета, а также лаборатории — генетики и цитологии, физиологии, биохимии, оценки технологических качеств зерна, семеноведения и семенного контроля, механизации селекционно-семеноводческих работ.

Селекционные центры располагают современными лабораторными корпусами, селекционными комплексами с теплицами и вегетационными камерами с автоматическим регулированием температуры, влажности воздуха и света, с морозильными камерами и камерами для фитопатологических работ. Они оснащены новей-



шим научным оборудованием и приборами, сушильно-зерноочистительными пунктами, малогабаритными машинами и орудиями (самоходные сеялки, комбайны и т. д.), а также другими средствами механизации для проведения селекционно-семеноводческой работы на современном научном уровне.

Создание селекционных центров позволило объединить научные силы специалистов разных профилей (селекционеров, генетиков, фитопатологов, биохимиков, технологов, физиологов и др.) и выводить сорта, обладающие высокой продуктивностью, засухоустойчивостью, комплексной устойчивостью к ржавчине и другим болезням, с высокими качествами зерна и другими хозяйственно ценными признаками.

Помимо селекционных центров и входящих в их систему селекционно-опытных учреждений, селекционную работу по различным культурам (масличным, техническим, кормовым, плодово-ягодным и др.) ведут отраслевые, зональные и республиканские научно-исследовательские учреждения, а также сельскохозяйственные вузы.

Общее руководство, планирование и координацию всей селекционно-семеноводческой работы в стране осуществляют Министерство сельского хозяйства СССР и Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). При президиуме ВАСХНИЛ создан Совет по научно-методическому руководству селекцентрами.

## **СВЯЗЬ СЕЛЕКЦИИ С ГЕНЕТИКОЙ И ДРУГИМИ НАУКАМИ**

Селекция и семеноводство принадлежат к числу комплексных наук, развитие которых невозможно без тесной связи с другими науками — биохимией, ботаникой, цитологией, физиологией растений, растениеводством, фитопатологией, энтомологией, экологией, технологией переработки сельскохозяйственной продукции. Исключительно большое значение для селекции и семеноводства имеют знания биологии опыления и оплодотворения, эмбриологии и гистологии растений. Теоретическим фундаментом селекции является генетика. В основе селекционной работы лежат закономерности наследственности и изменчивости организмов, установленные и разрабатываемые генетикой. Достижения генетики имеют важное значение для развития эффективных методов селекции.

Все реальные успехи селекции связаны с использованием классических методов генетики и положений эволюционного учения Ч. Дарвина. Генетика обосновала применение методов индивидуального и массового отбора и разработала теорию скрещиваний. Все современные сорта сельскохозяйственных растений выведены при использовании этих методов.

Дальнейшее развитие генетики привело к разработке принципиально новых методов создания исходного материала и приемов управления наследственностью. К числу наиболее перспективных

следует отнести метод создания гетерозисных гибридов, использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), получение мутаций под влиянием радиации и химических веществ и экспериментальное получение полиплоидных форм.

Использование новых генетических методов в селекционном процессе уже дало положительные результаты. Достигнуты крупные успехи в создании гетерозисных гибридов кукурузы и сорго, начато использование гибридов у овощных культур (огурцов, помидоров, лука). Новым этапом в использовании гетерозиса стало открытие цитоплазматической мужской стерильности у кукурузы и других сельскохозяйственных растений, выдвинувшее одну из крупнейших задач современного растениеводства — создание гетерозисных гибридов сельскохозяйственных культур. Выведены первые полиплоидные гибриды сахарной свеклы, проходят испытания и изучаются полиплоидные сорта ржи, гречихи и некоторых других растений. При воздействии радиации и химических веществ у многих культур получено большое число мутантных форм с ценными хозяйственно-биологическими признаками, созданы первые мутантные сорта зерновых, зерновых бобовых, технических и овощных культур.

Использование в селекции новых генетических методов будет расширяться и в дальнейшем.

Генетика и селекция развиваются как науки, тесно связанные между собой и взаимно обогащающие друг друга. Селекция широко использует законы наследственности и изменчивости организмов, установленные генетикой. В свою очередь, генетика для обобщения и установления закономерностей наследственности и изменчивости использует фактический материал, добываемый селекцией в процессе создания сортов. Заимствуя и применяя методы генетики и цитологии для изучения и использования закономерностей формообразовательных процессов при создании новых сортов, селекция в то же время вырабатывает свои собственные приемы и методы работы, выступая в качестве самостоятельной науки.

Часто селекционеры-практики делают крупные открытия, обогащающие теорию селекционного процесса. На основе новых теоретических открытий совершенствуется и расширяется практика создания новых сортов. Так в селекции, как и в развитии любой другой науки, осуществляется связь теории с практикой.

# Глава 1

## КРАТКАЯ ИСТОРИЯ СЕЛЕКЦИИ И ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ В СССР

### ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИИ

В истории развития земледелия и селекции легко проследить одну общую закономерность: последовательное улучшение условий возделывания растений сопровождалось созданием сортов, способных полнее их использовать. «Культура поля, культура растений,— писал Н. И. Вавилов,—шли параллельно общей человеческой культуре»\*.

В процессе своей производственной деятельности человек непрерывно совершенствовал возделываемые им растения. Этот процесс конкретно выражался в создании новых, лучших сортов.

В истории развития приемов выведения новых сортов можно выделить четыре этапа: примитивную, народную, промышленную и научную селекцию.

**Примитивная селекция у древних народов.** Первобытный человек, выбирая для использования в пищу лучшие из встречавшихся ему растений, не заботился об их сохранении. Начав возделывать растения, люди стали отбирать, сохранять и размножать лучшие из них. Так, на заре зарождения земледельческой культуры возникает простейшая, примитивная селекция. Ее история исчисляется тысячелетиями. Многие культурные растения, как это установлено при раскопках жилищ древнего человека, возделывались еще в каменном веке, т. е. примерно за 10 тыс. лет до нашей эры.

Селекционеры древности создали прекрасные сорта плодовых растений, винограда, бахчевых культур; сотни и тысячи лет существуют многие виды и сорта пшеницы. Дошедшие до нас сведения указывают, что людям очень давно уже были известны некоторые селекционные приемы. Так, искусственное опыление финиковой пальмы применялось в Египте за несколько веков до нашей эры. В сочинениях ученых Китая, Древней Греции и Рима за 2000 лет до нашего летоисчисления даются указания, как надо вести селекцию.

**Народная селекция.** С развитием земледелия, ростом человеческой культуры постепенно совершенствовались приемы искусственного отбора. Представления о различиях между формами куль-

---

\* Теоретические основы селекции растений. М.—Л., Сельхозгиз, 1935, т. 1.

турных растений становились все более определенными, и возможности их полезного использования постепенно расширялись. Получение путем искусственного отбора практически важных результатов способствовало массовому распространению этого метода. Так зарождается народная селекция. История ее охватывает многовековой период, но описана она очень неполно.

Народная селекция имела большие достижения во многих странах. Особенно успешно она велась в России. Русскими крестьянами было создано много хороших сортов различных культур. Эти сорта формировались в той или иной местности постепенно, на протяжении длительного времени, вследствие чего получили название *местных* или *стародавних*.

Большинство местных сортов создавалось на основе совместного действия искусственного и естественного отбора. Поэтому многие из них хорошо приспособились к неблагоприятным условиям произрастания. К примеру, в России были выведены такие засухоустойчивые сорта яровой мягкой пшеницы, как Полтавка, Русак, Улька, Красноколоска и др., а также очень ценные сорта озимой пшеницы — Крымка, Белоколоска, Сандомирка и т. д. В южных районах страны были созданы сорта твердой яровой пшеницы — Белотурка, Кубанка, Гарновка, Арнаутка, Черноуска и др.

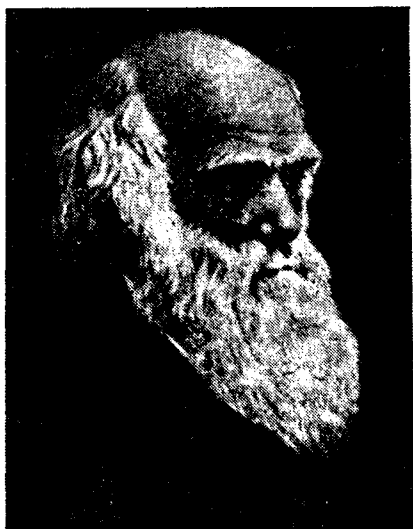
Местные сорта озимой и яровой пшеницы широко использовали для создания селекционных сортов как в нашей стране, так и за границей. В настоящее время около трети площади посевов пшеницы в СССР занято селекционными сортами, выведенными из местных сортов. В Канаде свыше 90 сортов пшеницы создано на основе русских сортов народной селекции. Выдающиеся американские сорта яровой пшеницы — Маркиз, Гарнет, Китченер и др. — также были выведены с использованием вывезенных из России местных сортов.

Народная селекция создала непревзойденные по зимостойкости местные сорта пермских клеверов. Лучшие в мире местные сорта льна-долгунца, так называемые *кряжи*, были получены псковскими и смоленскими крестьянами, которые на протяжении многих десятилетий проводили бессознательный отбор лучших растений путем сечки: лен убирали в снопы и после просушки отсекали косой их верхушки, в которые попадали коробочки наиболее высокорослых растений. Полученные из них семена отбирали и высевали отдельно. Оставшиеся в снопах коробочки обмолачивали обычным путем, а семена использовали для переработки на масло. В результате такого длительного, из года в год повторяющегося отбора постепенно формировались высокорослые местные сорта. Они широко распространились во многих странах Западной Европы и послужили там основой для селекционной работы.

Местные сорта по своему значению и ценности приравняются в нашей стране к селекционным. Это золотой фонд селекции.

**Промышленная селекция.** На развитие селекции значительное влияние оказала работа западноевропейских селекционеров-прак-

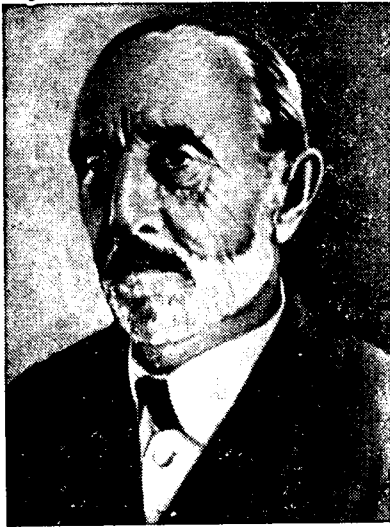
тиков XVIII в. — Ф. Галлета, Ле-Кутера, П. Ширефа, которые создали несколько сортов пшеницы, показали их значение и способы выведения. В 1774 г. под Парижем была основана известная селекционная фирма «Вильморен», очень много сделавшая для первоначального развития селекции. Вильморены первыми стали оценивать отбираемые растения по их потомству и показали возможность селекционным путем изменять природу растений в нужную человеку сторону. Особенно большую работу в этом направлении селекционеры фирмы проводили с сахарной свеклой. Им удалось вывести сорта, которые содержали почти в три раза больше сахара, чем исходные.



Чарлз Дарвин (1809—1882)

С развитием капитализма возникает и получает широкое распространение промышленная селекция. В конце XVIII — начале XIX вв. в Европе и Америке появляются промышленные семенные фирмы и крупные селекционно-семеноводческие предприятия. Во второй половине XVIII в. английские животноводы и растениеводы, применяя метод искусственного отбора, создают много новых сортов растений и пород животных. Большое влияние на развитие селекции оказывают достижения и открытия в области систематики растений, ботаники и микроскопической техники. Прогрессу в селекции во многом способствует установление пола и полового процесса у растений при образовании семян, а также изучение искусственного скрещивания и массовая гибридизация растений.

**Возникновение научной селекции.** Решающую роль в развитии научной селекции сыграло учение Ч. Дарвина, который в своих трудах обобщил предшествующую практику растениеводов и животноводов по созданию сортов растений и улучшению пород животных. В одном из своих произведений «Изменение животных и культурных растений в домашнем состоянии» он подытожил результаты селекции как искусства. В то же время выдвинутое Ч. Дарвином учение об эволюции органического мира впервые подвело научную базу под селекцию и стало ее фундаментом. Вся наука о селекции основана на эволюционном учении. Н. И. Вавилов указывал, что селекция по существу есть вмешательство человека в формирование растений и животных — это экспериментальная эволюция, направляемая человеком.



Иван Владимирович Мичурин  
(1855—1935)

Большой вклад в разработку теории и практики селекции растений сделан И. В. Мичуриным, который не только успешно применил ряд новых оригинальных методов, но и первым среди селекционеров выдвинул положение о том, что человек может сознательно управлять созданием форм и сортов с нужными признаками и свойствами. Обосновав теоретически это положение, он доказал его правильность практикой создания большого числа ценных сортов плодово-ягодных культур. Особенно большое значение для теории и практики селекции имели работы И. В. Мичурина по гибридизации географически отдаленных форм растений. Он разработал учение об управлении явлением доминирования в процессе фор-

мирования признаков и свойств многолетних растений. В результате длительного изучения приемов акклиматизации растений И. В. Мичурин пришел к очень важному выводу, что она возможна почти исключительно путем гибридизации и последующего отбора.

К этому же времени относится начало селекционной деятельности выдающегося американского селекционера Л. Бербанка, главными методами работы которого были гибридизация и отбор. Выращивая большое число сеянцев каждой гибридной комбинации, Л. Бербанк проводил среди них очень жесткий отбор. Тщательность в проведении скрещиваний и доведенный до высокой степени совершенства отбор позволили ему создать новые выдающиеся сорта различных сельскохозяйственных культур. Некоторые из них относились к формам, ранее никогда не встречавшимся в природе, например бескосточковая слива, гигантские ореховые деревья, гибрид абрикоса со сливой, неколючие сорта ежевики, а также формы сливы, у которой плоды высыхают на дереве, давая готовый чернослив.

В 1886 г. в Швеции была организована Свалёфская селекционная станция, оказавшая своими работами значительное влияние на развитие практической и научной селекции. Здесь впервые в больших масштабах применяют метод индивидуального отбора в селекции самоопылителей. Теоретически этот метод был обоснован значительно позднее В. Иоганнсенем. На основе индивидуального отбора в Свалёфе выведены знаменитые шведские сорта овса

и ценные сорта других культур. Эта станция и в настоящее время — одно из наиболее видных селекционных учреждений в Европе.

Несмотря на то, что элементы селекции встречаются уже в работах ряда ученых XVIII в., в целом селекция как наука сложилась только в начале текущего столетия, когда стали создаваться селекционные учреждения.

### СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНО- ВОДЧЕСКАЯ РАБОТА В РОССИИ

Первые селекционные учреждения в России появляются в конце XIX — начале XX в. В 1885 г. было организовано Полтавское опытное поле, а в 1896 г. — знаменитая шатиловская опытная станция, получившая широкую известность своими работами по селекции и семеноводству зерновых и кормовых культур.

В 1894 г. при Министерстве земледелия создано Бюро по прикладной ботанике, где под руководством Р. Э. Регеля были начаты работы по изучению и сбору образцов культурных растений. В 1924 г. на его основе был организован Институт прикладной ботаники, преобразованный в 1930 г. во Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства — ВИР (ныне имени Н. И. Вавилова), ставший впоследствии мировым центром по сбору и изучению растительных форм. Этим учреждением длительное время руководил выдающийся советский ученый академик Н. И. Вавилов, который создал учение об исходном материале, разработал ботанико-географические основы селекции растений, заложил основы учения об иммунитете культурных растений и провел огромную работу по организации селекционно-опытных учреждений в нашей стране.

В 1903 г. при Московском сельскохозяйственном институте (ныне Московская ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева — ТСХА) Д. Л. Рудзинским была организована первая в России селекционная станция. Созданные на этой станции сорта зерновых культур и льна на протяжении многих лет высевались на больших площадях. Среди них озимая пшеница Московская 2453, горох Московский 559, овес Московский 315, лен 806/3 и др.



Николай Иванович Вавилов  
(1887—1943)

В 1903—1904 гг. Д. Л. Рудзинский прочитал студентам Московского сельскохозяйственного института курс лекций по селекции и семеноводству. С этого времени в России началось преподавание этих дисциплин в высшей сельскохозяйственной школе.

В 1909 г. была создана Харьковская сельскохозяйственная опытная станция (ныне Украинский научно-исследовательский институт растениеводства, селекции и генетики имени В. Я. Юрьева), а в течение 1910—1914 гг. — Саратовская, Безенчукская, Краснокутская, Одесская, Мироновская, Верхняцкая, Ивановская (на Украине) опытные станции с отделами селекции.

В 1911 г. в Харькове созывается первый съезд селекционеров и семеноводов России, на котором были подведены итоги селекционно-семеноводческой работы опытных учреждений. Съезд показал, что, несмотря на молодость селекционно-опытных учреждений, Россия не только не отставала в селекции от Западной Европы и Америки, но в некоторых вопросах шла даже впереди. Но селекционно-опытные учреждения в то время не могли полностью использовать свои возможности: им отпускалось мало денежных средств, не хватало земли, оборудования и квалифицированных специалистов. В условиях мелкого единоличного крестьянского хозяйства с его примитивными орудиями производства и низкой культурой земледелия распространение селекционных сортов встречало большие трудности.

## **РАЗВИТИЕ И ДОСТИЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ В СССР**

Широкое развитие селекция и семеноводство в нашей стране получили только после установления Советской власти. Историческую роль в развитии селекции и семеноводства сыграл изданный в 1921 г. за подписью В. И. Ленина Декрет Совета Народных Комиссаров «О семеноводстве». Признавая важность семенного дела для сельского хозяйства молодой Советской республики, это постановление Советского правительства определяло перспективы развития и организационные формы построения селекции и семеноводства в нашей стране. При селекционно-опытных учреждениях создавались маточные рассадники сортовых семян. Их размножение возлагалось на специальные семеноводческие хозяйства — совхозы. Так были заложены основы создания единой централизованной государственной системы селекционно-семеноводческой работы в нашей стране.

В результате огромного внимания созданию и организации работы селекционно-опытных учреждений в Советском Союзе была создана стройная система селекции, сортоиспытания и семеноводства. Селекционную работу по различным культурам ведут свыше 400 научно-исследовательских учреждений. Среди них всемирно известные Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова (г. Ленинград) с сетью своих



станций, Всесоюзный НИИ масличных культур имени В. С. Пустовойта (ВНИИМК) в г. Краснодаре, Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени П. П. Лукьяненко (КНИИСХ), Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока (г. Саратов), Всесоюзный научно-исследовательский селекционно-генетический институт (г. Одесса), Мироновский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства пшеницы, Тулунская и Краснокутская селекционные станции и др.

К началу 30-х годов селекционно-опытные учреждения СССР, используя исключительное богатство местных сортов — популяций, методами индивидуального и массового отбора создали много первоклассных сортов, не потерявших своего значения и в настоящее время: сорта яровой пшеницы — Лютесценс 62 и Мелянопус 69, озимой пшеницы — Украинка и Гострианум 237; озимой ржи — Вятка и Лисицына; ярового ячменя — Винер, Европеум 353/133 и Нутанс 187; овса — Харьковский 596; проса — Саратовское 853 и Подольское 24/273. Создателями этих сортов были выдающиеся советские селекционеры А. П. Шехурдин, П. Н. Константинов, Г. К. Мейстер, В. Я. Юрьев, П. И. Лисицын, Н. В. Рудницкий, И. М. Еремеев, Л. И. Ковалевский, Б. М. Арнольд и др., которые одними из первых в мире стали использовать для создания новых сортов внутривидовую и отдаленную гибридизацию.

В нашей стране получены важные и в научном и в практическом отношении результаты по отдаленной гибридизации. Работами Г. К. Мейстера, Н. В. Цицина, Г. Д. Лапченко установлены основные закономерности формообразовательных процессов у ржано-пшеничных и пшенично-пырейных гибридов. На основе отдаленной гибридизации созданы ценные сорта ржано-пшеничных гибридов — Эритроспермум 46/131 и Лютесценс 230, пшенично-пырейных гибридов ППГ 186, ППГ 1, ППГ 599 и др., а также ценные гибридные сорта яровой пшеницы от скрещивания ее с твердой — Саррубра, Саратовская стекловидная и сложные гибридные сорта твердой пшеницы — Харьковская 46 и Ракета.

Применяя методы внутривидовой и отдаленной гибридизации, исключительно больших успехов в селекции яровой пшеницы достигли селекционеры



Алексей Павлович Шехурдин  
(1886—1972)





Павел Пантелеймонович Лукьяненко  
(1901—1973)

бились селекционеры Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока. Здесь А. П. Шехурдин впервые в нашей стране применил метод сложной ступенчатой гибридизации. В настоящее время это основной метод селекции пшеницы во всем мире. Используя его, селекционеры института под руководством А. П. Шехурдина и В. Н. Мамонтовой создали много высокоурожайных, засухоустойчивых, с первоклассными технологическими качествами сортов яровой пшеницы, широко известных не только в нашей стране, но и за рубежом. Среди них Саратовская 29, Саратовская 36, Саратовская 38, Саратовская 46, Саратовская 42 и др. Эти сорта занимают в Поволжье, Сибири и Казахстане огромные посевные площади. Ими засева-

ется свыше 28 млн. га, или более 60% всех посевов яровой пшеницы в СССР. Получают распространение новые селекционные сорта Омская 9, Саратовская 52, Сибирячка 8, Целинная 21, Московская 35.

Выдающиеся успехи в селекции озимой пшеницы получены в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства дважды Героем Социалистического Труда академиком П. П. Лукьяненко. Применяя метод гибридизации географически и экологически отдаленных форм, П. П. Лукьяненко создал большое количество высокоурожайных сортов озимой пшеницы и среди них знаменитый сорт Безостая 1, превышающий другие районированные сорта по урожайности на 3—12 ц с 1 га при среднем урожае 50—70 ц с 1 га. Он хорошо приспособлен для возделывания в условиях орошения и отличается исключительной отзывчивостью на высокую агротехнику, в том числе на повышенные дозы минеральных удобрений. Сочетая исключительно высокую продуктивность и неполегаетость, первоклассные качества зерна и устойчивость к поражению ржавчиной, сорт Безостая 1 быстро занял огромный ареал в нашей стране и за рубежом.

С участием сорта Безостая 1 в КНИИСХ выведены новые ценные сорта Кавказ, Краснодарская 46 и др., отличающиеся очень высокой продуктивностью, низкорослостью, устойчивостью к полеганию, хорошими хлебопекарными качествами и комплексным иммунитетом ко многим видам ржавчины и мучнистой росе. По

урожайности новые сорта превосходят сорт Безостая 1 на 6—8 ц с 1 га и более.

Очень большие достижения имеет Мироновский институт селекции и семеноводства пшеницы, где под руководством дважды Героя Социалистического Труда академика В. Н. Ремесло созданы высокоурожайные сорта озимой пшеницы Мироновская 808, Мироновская юбилейная 50, Мироновская 25 и др. Сорт Мироновская 808 благодаря высокой зимостойкости, повышенной способности к весеннему отрастанию и хорошим технологическим качествам зерна получил быстрое распространение и высевается более чем в 80 областях, краях и автономных республиках нашей страны, а также в Венгрии, ГДР, Польше, Чехословакии, Болгарии, Швеции, Турции, Дании, ФРГ и других странах. Сорта Безостая 1 и Мироновская 808 в настоящее время — самые распространенные на земном шаре. В нашей стране этими сортами занято около 50% всех посевов озимой пшеницы. В то же время в последние годы созданы и быстро распространяются более урожайные сорта озимой пшеницы Кавказ, Прибой, Одесская 51, Одесская 66, Ростовчанка, Ильичевка, Краснодарская 39, Краснодарская 46 и др., в короткий срок занявшие более  $\frac{1}{3}$  общей площади сортовых посевов этой культуры.

Важные результаты по селекции твердой озимой пшеницы получены во Всесоюзном научно-исследовательском селекционно-генетическом институте. Методом отбора из гибридных популяций от скрещивания мягкой озимой пшеницы с твердой яровой Ф. Г. Кириченко вывел несколько сортов озимой твердой пшеницы, которые по существу стали первыми представителями новой зерновой культуры — озимой твердой пшеницы, ранее никогда не встречавшейся в природе.

Свыше 95% посевов подсолнечника в нашей стране и более 1 млн. га за рубежом занято сортами, созданными под руководством дважды Героя Социалистического Труда академика В. С. Пустовойта во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур и на его опытных станциях. В этом институте за сравнительно короткий срок была решена крупнейшая проблема в селекции подсолнечника: созданы устойчивые к подсолнечной моли, комплексу заразах А и Б, ложной мучнистой росе высокомасличные сорта этой культуры. Применяя метод непрерывного семейно-группового отбора с переопылением лучших отбираемых растений между собой, В. С. Пустовойт добился существенного повышения масличности семян подсолнечника — с 28—33% в начале селекционной работы до 51—52% в лучших сортах — Смена, Передовик, ВНИИМК 1646, ВНИИМК 8883 и др. Содержание жира и устойчивость к болезням и вредителям в сортах, выведенных В. С. Пустовойтом, так значительны, что можно говорить о создании им новой высокомасличной культуры. У новых сортов Луч, Восток, Восход, Прогресс содержание масла в семенах достигает 53,5—54%. Эти сорта дают в 3 раза больше



Василий Степанович Пустовойт  
(1886—1972)

масла, чем 50 лет назад давали Круглики — первые селекционные сорта этого института. Но и это не предел. Получены новые перспективные номера, на основе которых могут быть созданы сорта с содержанием масла в семенах 58—60%.

В дореволюционной России свеклосеяние базировалось в основном на сортах иностранной селекции. Своих селекционных сортов в стране почти не было. За годы Советской власти наша страна в селекции сахарной свеклы добилась больших результатов и занимает теперь одно из первых мест в мире. Для всех основных зон свеклосеяния созданы высокоурожайные и высокосахаристые, приспособленные к возделыванию в местных усло-

виях сорта. Одним из важных достижений отечественной селекции является создание сортов односемянной (раздельноплодной) сахарной свеклы: Белоцерковская односемянная, Ялтушковская односемянная, Киргизская односемянная, Рамонская односемянная, Ялтушковский гибрид и др., которыми в настоящее время засеваются более половины площадей, занятых этой культурой. Использование односемянных сортов позволяет полностью механизировать обработку посевов, резко сократить затраты труда и снизить себестоимость сахара. В последние годы районированы межсортовые и полиплоидные гибриды сахарной свеклы, дающие более высокие сборы сахара, чем обычные сорта.

Селекционная работа с кукурузой в России начата еще в дореволюционное время. С приходом Советской власти внимание к этой культуре резко возросло и она становится объектом исследования многих селекционных учреждений, расположенных в южных и засушливых районах страны. Однако крупные успехи в селекции кукурузы были достигнуты в последние 20—25 лет, когда на основе использования инцухта и гетерозиса были созданы высокоурожайные гетерозисные гибриды.

Большая работа по селекции гибридной кукурузы ведется под руководством академиков ВАСХНИЛ М. И. Хаджинова в Краснодарском селекцентре, Г. С. Галеева на Кубанской станции ВИР, Б. П. Соколова во Всесоюзном научно-исследовательском институте кукурузы. Важным итогом этой работы явилось создание высокоурожайных сортолинейных, двойных и простых межлинейных гибридов. Почти все они переведены на стерильную основу с вос-

становлением фертильности. Сортолинейные гибриды Буковинский 3ТВ и Днепровский 247МВ районированы в огромных ареалах. Это самые холодостойкие гибриды кукурузы в мире. Наиболее широкое распространение в производстве получили двойные межлинейные гибриды ВИР 42МВ, Краснодарский 309ТВ, Одесский 50МВ и др. Весьма значительным этапом в селекции гибридной кукурузы явилось создание простых межлинейных гибридов, которые в условиях производства на 10—12 ц с 1 га и более превышают по урожаю зерна лучшие двойные межлинейные и сортолинейные гибриды. Повышенная их продуктивность обусловлена выравненностью растений по высоте и прикреплению початков, большей устойчивостью к полеганию, поражению болезнями и вредителями, а также высокой отзывчивостью на удобрения и полив.

С созданием высокоценных сортов неразрывно связаны успехи советского хлопководства. В результате пяти последовательно проведенных сортосмен значительно повышены урожайность хлопчатника, длина волокна и его выход. Большие достижения в нашей стране имеются и по селекции картофеля, льна, озимой ржи, озимого и ярового ячменя, зерновых бобовых и других культур.

Успехам отечественной селекции во многом способствовала мировая коллекция растений ВИР, насчитывающая около 250 тыс. образцов зерновых, технических, кормовых, овощных, плодовых культур и винограда, собранных со всех континентов земного шара. В этой коллекции сосредоточено все мировое разнообразие форм культурных растений, что представляет исключительную ценность для селекционной работы. На основе коллекционных образцов советские селекционеры вывели свыше 700 сортов различных сельскохозяйственных культур, в том числе более 300 районированных сортов полевых культур. Среди них такие сорта озимой пшеницы, как Безостая 1 и Кавказ, сорт яровой пшеницы Скала, большинство сортов и гибридов кукурузы, а также сорта картофеля, в селекции которых в качестве исходного материала были широко использованы дикие формы и древние сорта этой культуры, обладающие высокой морозостойкостью устойчивостью к колорадскому жуку, нематоду и другим вредителям и болезням. Из образцов мировой коллекции ВИР выведены сорта таких ценных, новых в нашей стране культур, как суданская трава, безалкалоидный люпин, белая горчица и некоторых других.

### Контрольные вопросы

1. Назовите и охарактеризуйте основные этапы в истории развития селекции.
2. В чем значение эволюционного учения Ч. Дарвина, работ И. В. Мичурина и Н. И. Вавилова для развития научной селекции?
3. Когда появились первые селекционно-опытные учреждения в России?
4. Как развивалась селекционная работа в нашей стране после Великой Октябрьской социалистической революции?
5. Какие достижения имеются в нашей стране по селекции важнейших полевых культур: пшеницы, кукурузы, подсолнечника, картофеля, льна, хлопчатника и др.?

## Глава 2

# ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ



Все населяющие Землю живые организмы состоят из клеток. Среди них имеются одноклеточные формы и многоклеточные, в которых число клеток может достигать нескольких миллионов и даже миллиардов. С клетками связаны важнейшие проявления жизнедеятельности организмов — рост и размножение, поглощение и выделение различных веществ, дыхание и раздражимость. Растительные клетки поглощают из воздуха углекислый газ и превращают световую энергию в энергию химических связей синтезированных органических веществ. Клетке присущи все свойства живой материи. Поэтому ее можно назвать простейшей ячейкой жизни.

Наука о клетке называется *цитологией* (от греч. цитос — клетка и логос — наука) и относится к числу биологических наук, она изучает структуру (строение) и функции (жизнедеятельность) клетки.

История возникновения и развития цитологии неразрывно связана с изобретением микроскопа и совершенствованием техники микроскопических исследований. В 1665 г. английский естествоиспытатель Р. Гук, рассматривая под микроскопом пробку, обнаружил, что она состоит из отдельных замкнутых ячеек, и назвал их клетками. Однако потребовалось немало времени и усилий многих поколений ученых, прежде чем было доказано клеточное строение живых организмов. В 1838—1839 гг. немецкие ученые, ботаник М. Шлейден и зоолог Т. Шванн, пришли к выводу, что органическая клетка является той единицей, из размножения и дифференциации которой возникают и вырастают все организмы. Так была создана *клеточная теория строения живых организмов*, оказавшая огромное влияние на развитие эмбриологии, физиологии, ботаники и многих других биологических наук. Открытие клеточного строения организмов указывало на единство происхождения жизни на Земле. Последующие исследования подтвердили это. Факт клеточного строения всех живых организмов стал неоспоримым.

Ф. Энгельс ставил обоснование теории клеточного строения живых существ в один ряд с такими величайшими открытиями естествознания XIX в., как закон превращения и сохранения энергии и эволюционное учение Дарвина.

## РАЗВИТИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И НОВОЕ В НАУКЕ О КЛЕТКЕ

За 130-летний период развития цитологии при помощи светового (биологического) микроскопа были установлены основные составные части клетки и выяснено их значение, а также сделаны важнейшие открытия. Однако на протяжении длительного времени цитология оставалась преимущественно описательной наукой. Качественно новый этап в изучении взаимосвязи строения и жизнедеятельности клеточных структур наступил в последние годы в результате развития молекулярной биологии, которая возникла на стыке биологии и химии. Она изучает основные проявления жизни (обмен веществ, наследственность, раздражимость) на уровне строения и взаимодействия молекул, слагающих все частицы клетки.

Используя последние достижения физики, химии, электроники и других точных наук, молекулярная биология широко применяет новейшие методы исследований, такие, как электронная микроскопия, центрифугирование, рентгеноструктурный анализ, метод радиоактивных изотопов и др.

Самый совершенный современный световой микроскоп увеличивает рассматриваемые микрообъекты примерно в 1800 раз, но для изучения мельчайших структур клетки такое увеличение оказалось недостаточным. Предел увеличению здесь ставит не совершенство оптической системы, а волновая природа света. Любое излучение, в том числе и свет, не может давать изображение предмета, если его размеры меньше, чем длина волны этого излучения. Длина волны видимого света около 5000 Å (ангстрем)\*. Это и есть предел возможности оптического микроскопа.

**Электронная микроскопия.** Принципиально иной способ для изучения структуры микрообъектов применяется в электронном микроскопе. Оказалось, что для получения изображения можно использовать не только световые, но и другие волны. Если ускорить электроны в электромагнитном поле с большим напряжением, то длина их волны оказывается равной примерно 0,04 Å, а в этом случае можно рассматривать любые предельно мелкие клеточные структуры и даже отдельные молекулы.

Световой луч, идущий через оптическую систему обычного микроскопа, в электронном микроскопе заменяется таким образом потоком летящих с большой скоростью электронов. Попадая на специальный экран, они дают свечение, которое можно наблюдать, как на экране телевизора, и фотографировать его. Лучшие современные электронные микроскопы имеют разрешающую способность от 4,5 до 14 Å. Обычно в электронном микроскопе получают снимки с увеличением в 100 тыс. раз. Затем путем фотографирования достигают их увеличения в 1 млн. раз и более.

---

\* 1 Å = 0,0000001 мм, или  $10^{-7}$  мм.

**Скоростное центрифугирование.** Этот метод применяют для выделения и изучения частиц, входящих в состав цитоплазмы. Он основан на различной скорости осаждения частиц из раствора при сильном его вращении. Измельченные клетки в растворе сахаразы при температуре 0 °С помещают в центрифуги, скорость вращения которых достигает 15—40 тыс. оборотов в минуту. При небольших скоростях центрифугирования осаждаются самые тяжелые части клетки — ядра; при увеличении скорости отделяются митохондрии — частицы, которые едва заметны в световом микроскопе; при еще больших скоростях осаждаются частицы, невидимые в обычных микроскопах, — рибосомы и полисомы, а при наибольшей скорости вращения выделяются содержащиеся в цитоплазме белки.

**Рентгеноструктурный анализ** основан на различном рассеивании лучей Рентгена разными атомами, входящими в состав исследуемого вещества. При помощи этого метода устанавливается молекулярная структура входящих в клетку веществ и пространственное расположение в них атомов и молекул.

Новые методы физико-химических исследований сыграли большую роль в изучении клетки, существенно расширив наши представления о строении и функциях ее мельчайших структурных элементов.

## ФОРМА И РАЗМЕРЫ КЛЕТОК

**Форма** растительных и животных клеток отличается большим разнообразием в зависимости от функций и местоположения в организме. Свободные клетки имеют в большинстве случаев шаровидную или овальную форму, например яйцеклетки. Клетки, входящие в состав различных тканей и органов растений, обычно значительно различаются по ширине и длине, часто вытянуты и имеют заостренные концы. Есть клетки, не имеющие постоянной формы.

Примерами могут служить одноклеточные организмы — амёбы, а также клетки крови — лейкоциты, форма которых меняется в соответствии с характером выполняемых ими в то или иное время функций.

**Размеры** клеток также разнообразны. Диаметр их колеблется от нескольких микрон, или микрометров (мкм)\*, до нескольких сантиметров. Например, диаметр куриного яйца достигает 6 см, а яйца страуса — 20—30 см. Длина нервной клетки, находящейся в спинном мозге человека, вместе с отростком, оканчивающимся в пальце руки, составляет 120—150 см. Размеры клеток покрытосеменных растений колеблются от 100 до 1000 мкм, а паренхимные клетки плодов и клубней растений могут достигать 1 мм и более. Наибольшие размеры имеют клетки лубяных волокон: у льна и

---

\* 1 мкм =  $10^{-3}$  мм, или  $10^{-6}$  м, или 10 000 А.



конопли длина волокна составляет 20—40 мм, а у хлопчатника — до 65 мм. В основной же массе клетки мелкие, с диаметром от 20 до 50 мкм, и видеть их можно только под микроскопом.

## ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ КЛЕТКИ

Несмотря на огромное разнообразие растительных и животных клеток, все они состоят из цитоплазмы и ядра, заключенных в оболочку. Цитоплазма и ядро неразрывно связаны между собой и представляют единую живую систему.

Все клетки снаружи окружены плазматической оболочкой — мембраной, отделяющей их содержимое от других клеток или от внешней среды. Клеточная оболочка полупроницаема, через нее в клетку легко поступают вода и растворенные в ней вещества и задерживаются крупные нерастворимые частицы.

В зависимости от степени сложности различают два главных типа клеточной организации — прокариотический и эукариотический. К первому принадлежат бактерии и сине-зеленые водоросли, ко второму — животные и высшие растения, грибы, простейшие и все виды других водорослей, кроме сине-зеленых.

**Прокариоты** имеют клетки небольших размеров (0,5—3 мкм), они лишены ядерной мембраны, образуя так называемый нуклеотид, и не содержат четко отграниченных мембранами органоидов. Генетическая информация у прокариотов содержится в единственно лишенной белков-гистонов хромосоме. Эта хромосома, состоящая из замкнутой в виде кольца двойной цепи ДНК, непосредственно включена в цитоплазму, образуя с ней единый протопласт. Прокариоты не имеют митотического аппарата и ядрышек. Они отличаются огромным биохимическим разнообразием, быстрым ростом и частой сменой поколений.

**Эукариоты** имеют четко отграниченное ядро, ядрышки, митохондрии, хлоропласты и другие органоиды. У них сильно развита сеть внутренних биологических мембран. Клетки эукариотов наделены целым рядом сложных трансформирующих энергию систем и имеют в высшей степени совершенный митотический аппарат. Хромосомы эукариотов состоят из ДНК и белков-гистонов.

## КОМПЛЕКС ЦИТОПЛАЗМЫ

Цитоплазма — это полужидкая коллоидная масса, состоящая из тончайших нитей, мембран и зерен. Она занимает основную часть объема клетки. В ней расположены ядро и все органоиды клетки, а также различные включения. Органоиды растительной клетки — митохондрии (у животных комплекс Гольджи), рибосомы и пластиды принадлежат к числу постоянных элементов клетки. Включения представляют собой или запасные вещества, или продукты жизнедеятельности клетки: капли жира, гранулы белка, витамины, различные пигменты, вакуоли.

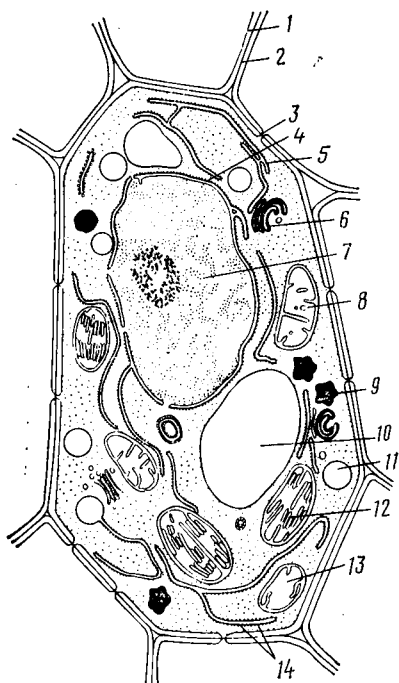


Рис. 1. Схема строения растительной клетки, по данным электронной микроскопии:

1, 2 — оболочки клетки; 3 — поры; 4 — оболочка ядра; 5 — эндоплазматическая сеть; 6 — аппарат Гольджи; 7 — ядро с ядрышком; 8 — митохондрия; 9 — капля жира; 10 — вакуоль; 11 — крахмальные зерна; 12 — хлоропласт; 13 — пропластида; 14 — рибосомы.

ферментов, витаминов и гормонов, при помощи которых в организме осуществляются многочисленные реакции обмена веществ.

Цитоплазма, будучи коллоидной системой, может менять свое агрегатное состояние, переходя от золя к гелю. Она растекается при повреждении оболочек, в ней можно наблюдать броуновское движение частиц. В то же время в семенах растений цитоплазма твердая.

**Эндоплазматическая сеть.** В отличие от обычных коллоидов цитоплазма представляет собой сложную структурную систему. На это указывает ряд фактов и наблюдений. Если клетку раздавить, то она погибает, хотя химический состав ее при этом не меняется. Очевидно, при раздавливании разрушается субмикроскопическая структура клетки, необходимая для ее жизнедеятельности. При центрифугировании клеток находящиеся в цитоплазме частицы движутся в направлении к центру, но не по прямой, а зигзагообразно, как будто они на своем пути непрерывно за что-то задева-

На экране электронного микроскопа цитоплазма имеет вид однородной зернистой массы (рис. 1). Она состоит из основного прозрачного вещества — *гиалоплазмы* и взвешенных в ней мельчайших частиц — *гранул*.

Химический состав цитоплазмы очень сложный. В ней содержатся растворенные минеральные и основные органические вещества. Важнейшее значение среди них имеют белки. Молекула белка состоит из нескольких десятков и даже сотен аминокислот, которые располагаются в ней в линейном порядке, последовательно одна за другой, образуя так называемую *первичную структуру белка*. Но сами белковые молекулы лежат не в одной плоскости, а находятся в трехмерном пространстве, образуя *вторичную и третичную структуру белка*.

Значение белков в жизнедеятельности клетки и ее цитоплазмы огромно. Они являются основным строительным материалом всех органов и тканей растений и входят в состав большинства биокатализаторов клетки:

ют. Так движется, например, камешек, брошенный в кучу рыхлого хвороста.

Предположение о сложном структурном строении цитоплазмы подтвердилось при изучении ее на молекулярном уровне. При помощи электронного микроскопа было установлено, что цитоплазма представляет собой развитую систему коротких и длинных, узких и широких, замкнутых и незамкнутых внутренних мембран и канальцев. На них имеются многочисленные гранулы, благодаря чему их поверхность кажется мелкозернистой. Эта пронизывающая всю цитоплазму система сообщающихся между собой мембран и канальцев с гранулами на наружной поверхности получила название внутренней эндоплазматической сети.

Эндоплазматическая сеть связана с ядром клетки, со всеми ее органоидами и оболочкой. Она представляет единую регуляторную систему клетки, через которую осуществляются все многочисленные процессы обмена веществ. Благодаря огромным поверхностям мембран эндоплазматической сети в небольшом объеме клетки могут одновременно протекать в определенной последовательности многие химические реакции.

На наружной поверхности эндоплазматических мембран расположены рибонуклеиновые гранулы — *рибосомы*. Размеры рибосом очень небольшие, всего от 150 до 350 Å, поэтому видеть их можно только в электронный микроскоп. Химический состав рибосом почти у всех организмов одинаков. Они состоят наполовину из белка и наполовину из РНК.

Рибосомы представляют собой своеобразные «фабрики» белка, синтезируемого из аминокислот. Образующиеся в рибосомах белковые молекулы направляются в каналы эндоплазматической сети, а оттуда — во все органоиды цитоплазмы и ядро клетки. Рибосомы работают очень высокопроизводительно, за один час они производят белка в количестве, большем их собственной массы.

Синтез белка в цитоплазме клетки осуществляется не только отдельными рибосомами, но и группами по несколько объединенных и совместно функционирующих рибосом, называемых *полисомами*. В полисоме отдельные рибосомы связаны тонкими нитями молекул РНК и расположены на расстоянии 50—150 Å друг от друга.

**Митохондрии.** В цитоплазме всех клеток в обычный световой микроскоп видны палочковидные, зернистые или нитчатые образования. Это митохондрии. Длина их 0,5—7 мкм, ширина от 0,5 до 1 мкм. В каждой клетке содержится 2—2,5 тыс. митохондрий.

Снаружи митохондрия покрыта *двойной оболочкой*, состоящей из наружной и внутренней мембран. Внутренность митохондрий заполнена жидким содержимым — *матриксом*.

Митохондрии — это своеобразные силовые станции клетки, где вырабатывается энергия, необходимая для поддержания всех процессов жизнедеятельности организма: роста, передвижения веществ, осмотических процессов и т. д.

**АТФ.** В биохимических системах на поверхности митохондрий при окислении органических веществ (углеводов, аминокислот и некоторых жирных кислот) выделяющаяся энергия превращается в энергию химических связей между кислородом и фосфором молекул аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в результате так называемого процесса фосфорилирования. АТФ представляет собой своеобразный биоаккумулятор энергии. При разрыве химических связей между фосфором и кислородом энергия освобождается и АТФ переходит в более устойчивое и менее богатое энергией соединение — АДФ (аденозиндифосфорную кислоту).

АТФ — единый и универсальный источник энергии для всех внутриклеточных процессов. При этом энергия в форме АТФ генерируется в «удобной расфасовке». По каналам эндоплазматической сети она направляется в те части клетки, где требуется в данный момент.

Все эти процессы происходят с участием многочисленных ферментов. Работа клеточных ферментов, обуславливающих одновременное протекание сотен различных химических реакций, отличается удивительной упорядоченностью. Они включаются всегда в нужный момент, и последовательность реакции поэтому не нарушается.

**Клеточный центр** — органоид, состоящий из плотных, темноокрашенных телец — *центриолей* (0,3—0,5 мкм) и *центросферы*. Центриоли обычно располагаются вблизи ядра и комплекса Гольджи и окружены центросферой — светлой сферой или лучистым сиянием. Клеточный центр имеет важное значение при делении клетки.

## СТРОЕНИЕ ЯДРА

В 1831 г. английский ученый Р. Броун, рассматривая под микроскопом клетки растений из семейства орхидных, обнаружил в них особые образования, которые назвал ядрами. Оказалось, что ядро — это важнейший и постоянный компонент всех клеток. В 1882 г. немецкий цитолог В. Флемминг на основе своих наблюдений описал изменения, которые происходят в ядре при каждом делении клетки.

Ядра клеток очень разнообразны по форме и размерам. Форма их в большинстве случаев связана с формой клетки, но иногда отличается от нее. Чаще всего ядро имеет округлую или овальную форму.

По размеру клеточные ядра очень невелики: у большинства высших растений их диаметр не превышает 10—30 мкм. Форма и величина ядра могут изменяться с возрастом клеток, а также в соответствии с их физиологическим и функциональным состоянием и условиями внешней среды. Размеры ядер находятся в постоянной зависимости от размеров клеток. Для каждого типа клеток существует постоянное ядерно-плазменное отношение (Я:П), с изменением которого клетка либо делится, либо погибает.

ет. Ядро обычно занимает около  $\frac{1}{5}$  объема клетки и отграничено от цитоплазмы ядерной оболочкой — мембраной. В ней имеются отверстия — поры, через которые происходит обмен различными веществами между ядром и цитоплазмой.

Ядру принадлежит ведущая роль в явлениях наследственности и регуляции всех основных процессов жизнедеятельности клетки. Прекрасным подтверждением справедливости этого положения явились опыты американских эмбриологов Р. Бриггса и Т. Кинга. Они пересадили клеточное ядро, взятое из клетки кишечника головастика, в икринку, из которой предварительно удалили ее собственное ядро. В результате такой трансплантации ядер из клеток дифференцированной ткани в женские половые клетки развивались нормальные головастики, а затем лягушки. Эти эксперименты еще раз показали, что в ядре любой клетки тела организма заложена вся программа его развития. Не цитоплазма икринки, а пересаженное в нее ядро несло программу и функции управления развитием будущей особи.

Ядро может находиться в двух состояниях: в фазе деления или в фазе покоя, которая называется интерфазой (фазой между делениями) или фазой покоящегося ядра. Исследования, однако, показали, что в фазе покоящегося ядра наиболее интенсивно идут многочисленные биохимические процессы, поэтому такое название очень условно.

На фиксированных и окрашенных препаратах в ядре легко различаются следующие структуры: ядерная оболочка, окружающая содержимое ядра, ядерный сок (кариолимфа), разбросанные в нем глыбки хроматина и 1—2 ядрышка.

Химический состав ядра характеризуется высоким содержанием белков. Они представлены двумя группами — простыми белками и дезоксирибонуклеопротеидами, состоящими из равного количества дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и белков. В небольшом количестве в состав клеточного ядра входит и рибонуклеиновая кислота (РНК).

**Нуклеиновые кислоты** впервые были обнаружены швейцарским биохимиком Ф. Мишером в 1869 г. в ядрах животных клеток, откуда они и получили свое название (от лат. *нуклеус* — ядро). Но биологическое значение и роль нуклеиновых кислот в явлениях наследственности и жизнедеятельности всех организмов полностью были установлены лишь в последние 20—25 лет, когда удалось выяснить их сложную биохимическую природу.

Обе нуклеиновые кислоты — биологические полимеры, т. е. вещества, сложные молекулы которых состоят из более простых молекул — мономеров. Эти кислоты различаются между собой химическому составу, местонахождению в клетке и той биологической роли, какую они в ней выполняют. ДНК находится главным образом в клеточном ядре, РНК входит в состав всех частей клетки, но наибольшее ее количество обнаруживается в цитоплазме. В целом же клетка со всеми ее органоидами как бы насы-

щена нуклеиновыми кислотами. Уже одно это указывает на их важнейшее биологическое значение.

В химическом составе молекул ДНК и РНК обнаружены как сходства, так и различия. При полном распаде молекулы ДНК образуются азотистые основания, пептозный сахар — дезоксирибоза и фосфорная кислота. Азотистые основания представлены четырьмя соединениями. Два из них — аденин и гуанин — производные пурина, два других — цитозин и тимин — производные пиримидина. При распаде молекулы РНК выделяются те же три типа соединений: азотистые основания, сахар и фосфорная кислота, только вместо тимина появляется уранил, а вместо сахара дезоксирибозы — рибоза.

Нуклеиновые кислоты состоят из более простых молекул — нуклеотидов, каждый из которых, в свою очередь, включает три компонента: молекулу сахара, молекулу азотистого основания и молекулу фосфорной кислоты. Молекула РНК состоит из рибонуклеотидов, а молекула ДНК — из дезоксирибонуклеотидов. Нуклеотиды именуются по входящим в них азотистым основаниям и сокращенно обозначаются соответствующими начальными буквами этих оснований (табл. 1).

Таблица 1. Нуклеотидный состав нуклеиновых кислот

Основания	Рибонуклеотиды, входящие в РНК	Дезоксирибонуклеотиды, входящие в ДНК	Сокращенные обозначения
Аденин	Адениловая кислота	Дезоксиадениловая кислота	А
Гуанин	Гуаниловая кислота	Дезоксигуаниловая кислота	Г
Цитозин	Цитидиловая кислота	Дезоксицитидиловая кислота	Ц
Тимин	—	Дезокситимидиловая кислота	Т
Урацил	Уридиловая кислота	—	У

Нуклеиновые кислоты — это высокомолекулярные соединения, так как в их состав входит очень большое число нуклеотидов. Так, ДНК включает 10—25 тыс. отдельных нуклеотидов (ее молекулярная масса равна примерно 4—8 млн. и выше), а РНК — 4—6 тыс. нуклеотидов (молекулярная масса ее равна 1,5—2 млн.).

Процесс связывания отдельных нуклеотидов в молекулы нуклеиновых кислот называется *полимеризацией*. Нуклеотиды в молекулах ДНК и РНК соединяются между собой через фосфорную кислоту и образуют длинные цепочки. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепочек (рис. 2), а РНК — из одной.

Химический анализ показал, что в ДНК любых организмов количество аденина всегда в точности соответствует количеству тимина, а количество гуанина — количеству цитозина, т. е. отноше-

ния А : Т и Г : Ц равны 1. Вместе с тем установлено, что молекулы ДНК различных растений и животных могут очень сильно различаться между собой по количеству входящих в них нуклеотидов и порядку их чередования, что и обуславливает различия в биологических свойствах ДНК.

Строение молекулы ДНК долгое время оставалось неясным.

В 1953 г. английский ученый Уотсон и американский ученый Крик на основании рентгеноструктурного анализа и математических расчетов предложили свою модель макромолекулярной структуры ДНК. Согласно модели Уотсона — Крика (рис. 3), молекула ДНК состоит из двух спиральных цепочек, закрученных правильными витками вокруг одной общей для них оси. Каждая из двух цепочек представляет собой полинуклеотид. Между собой такие полинуклеотидные цепочки связаны азотистыми основаниями. При этом пуриновые основания, состоящие из двух колец, соединяются слабыми водородными связями с пиримидиновыми основаниями, состоящими из одного кольца, таким образом, что аденин всегда связан с тиминном (А+Т), а гуанин — с цитозином (Г+Ц). Следовательно, эти пары азотистых оснований дополняют друг друга, а поэтому и обе цепочки молекул ДНК также дополняют одна другую. Схематически молекула ДНК может быть изображена в виде винтовой лестницы, ступени которой — это пары азотистых оснований, а боковые стороны — молекулы дезоксирибозы и фосфорной кислоты. Расстояние между нуклеотидами составляет 3,4 Å, а диаметр двойной спирали равен 20 Å. Один полный оборот спирали состоит из 10 нуклеотидов (34 Å). При помощи модели Уотсона — Крика удалось объяснить многие важные биологические свойства ДНК. Эта схема в настоящее время общепризнана.

Одно из важнейших свойств ДНК — способность ее к самоудвоению (*репликация*). В связи с тем, что цепочки молекулы ДНК дополняют друг друга и расположение нуклеотидов на одной из них точно определяет структуру другой, удалось объяснить механизм самоудвоения. В общих чертах он сводится к следующему. Двойная спираль молекулы ДНК начинает раскручиваться, водородные связи между парами оснований рвутся, и цепочки разъединяются. Каждая из них присоединяет имеющиеся в растворе свободные нуклеотиды и вновь строит дополнительную цепочку, подобную той, с которой она была соединена раньше. Так, из одной молекулы ДНК образуются две совершенно одинаковые молекулы (рис. 4). Свойство самоудвоения, или самокопирования, характерно только для молекул ДНК, молекулы никаких других химических веществ им не обладают.

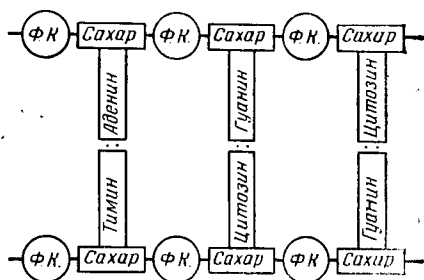


Рис. 2. Участок двойной цепи ДНК.

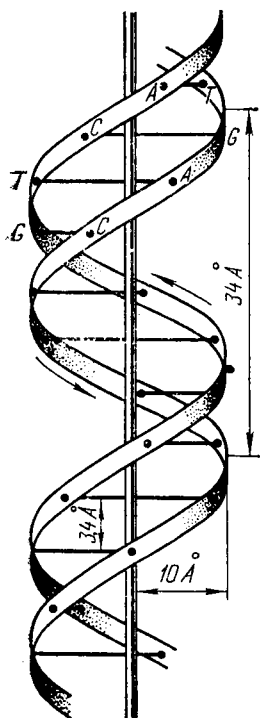


Рис. 3. Схема строения ДНК по Уотсону и Крику.

Очень важным открытием молекулярной биологии было установление того факта, что на одной из цепочек молекулы ДНК во время ее раздвоения строятся нуклеотиды, свойственные молекуле РНК. При этом нуклеотиды ДНК дополнительно соединяются не с тимидиловой кислотой, как это бывает при самокопировании ДНК, а с уридиловой. Так, вместо дополнительной цепочки ДНК строится одна цепочка молекулы РНК. Она получила название информационной или матричной РНК (и-РНК). Образуюсь на одной из цепочек молекулы ДНК, как на матрице, она через поры ядерной мембраны поступает в цитоплазму. и-РНК несет информацию о порядке расположения нуклеотидов ДНК, которым определяется последовательность связывания аминокислот в белковых молекулах, образующихся на рибосомах цитоплазмы.

Таким образом, ДНК, входя в состав ядра клетки, благодаря свойству самоудвоения молекул сохраняет свое количественное постоянство при делении клеток, определяет структуру и регулирует синтез образующихся в клетке белков. ДНК является тем субстратом, в форме которого организм и сохраняет свою наследственную информацию. Этим определяется то выдающееся значение, которое в данное время придается ДНК в жизнедеятельности организмов. Вместе с белками ДНК входит в состав хромосом — важнейших компонентов ядра, с которыми связаны все процессы наследственности организмов. В 1958 г. американский генетик А. Корнберг в лабораторных условиях искусственно синтезировал ДНК.

**Хромосомы.** Во время деления клетки в обычный световой микроскоп видны хорошо окрашивающиеся основными красителями небольшие тельца. Впервые их наблюдал в 1890 г. немецкий ученый В. Валдейер. Он назвал их хромосомами (от греч. хрома — цвет и сома — тело). Длина хромосом колеблется от 0,2 до 50 мкм, а диаметр — от 0,2 до 2 мкм.

Каждый вид растений и животных характеризуется определенным и постоянным числом хромосом, содержащихся во всех клетках тела организма. Это характерный видовой признак. Так, в клетках мягкой пшеницы имеются 42 хромосомы, твердой — 28, однозернянки — 14.

Число хромосом не зависит от величины и уровня развития животного или растения: в клетках человека 46 хромосом, у аскариды — 2, у рака — 208, у мыши — 40, у кошки — 60, у лютика



обыкновенного — 12, у радиолярии — 1600, у плодовой мухи дрозофилы — 8. Все клетки живых организмов содержат двойное, или *диплоидное* (от греч. диплос — двойной и эйдос — вид), число хромосом. Оно образуется от слияния двух половых клеток, в каждой из которых имеется одиночное, или гаплоидное, число хромосом (от греч. гаплос — одиночный, эйдос — вид). Так, у человека диплоидное число хромосом, равное 46, получается от слияния половых клеток, каждая из которых содержит 23 хромосомы. Гаплоидный набор хромосом обозначают буквой *n*, диплоидный — *2n*.

На рисунке 5 показаны диплоидный и гаплоидный наборы хромосом одного из видов рода *Crepis* (*Crepis capillaris*), а в таблице 2 приведены данные о числе хромосом у некоторых видов культурных растений.

В диплоидном наборе хромосомы представлены парами. Любой из них соответствует точно такая же по размеру и форме хромосома. Такие соответствующие друг другу, или парные, хромосомы называют *гомологичными*. В одном гаплоидном наборе хромосомы обычно отличаются по форме и размерам, т. е. имеют индивидуальные черты.

Размеры и формы отдельных хромосом постоянны, что дает возможность отличать их друг от друга, а в ряде случаев даже нумеровать. Например, хромосомы гаплоидного набора кукурузы имеют номера с 1-го по 10-й и соответственно называются 1-я, 2-я и т. д.

Хромосомы состоят из нитей, расположенных вдоль их оси. Они называются *хромонемами* (от греч. хрома — цвет и нема — нить). Число их различно. Толщина отдельной нити варьирует от 20 до 200 Å. По всей длине хромонемы расположены состоящие из ДНК зерна или дольки, получившие название *хромомер*. Следовательно, хромосома состоит из пучка хромонем, на которые как бы нанизаны хромомеры. Участки, которыми хромосомы прикрепляются к нитям веретена во время деления яд-

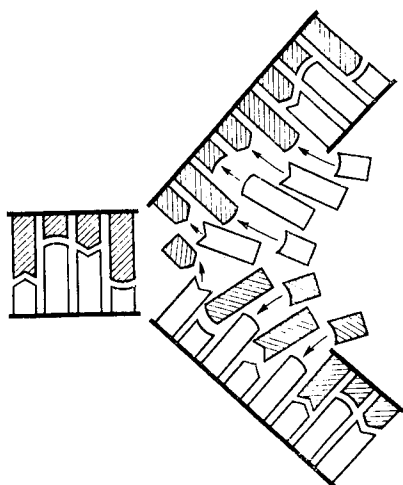


Рис. 4. Схема удвоения ДНК.

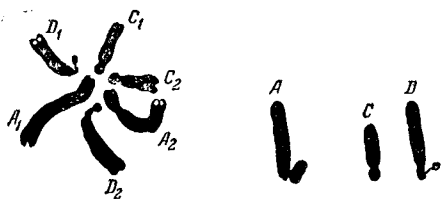


Рис. 5. Диплоидный (слева) и гаплоидный наборы хромосом растения одного из видов *Crepis*.

Таблица 2. Число хромосом в клетках важнейших видов культурных растений

Названия видов	Число хромосом	
	диплоидное (2n)	гаплоидное (n)
Горох посевной	14	7
Вика посевная	12	6
Клевер красный	16	8
Люцерна посевная	32	16
Лен-долгунец	30	15
Хлопчатник обыкновенный	52	26
Свекла сахарная	18	9
Конопля культурная	20	10
Гречиха посевная	16	8
Картофель культурный	48	24
Подсолнечник культурный	34	17
Пшеница мягкая	42	21
Рожь посевная	14	7
Ячмень	14	7
Овес посевной	42	21
Кукуруза	20	10
Рис посевной	24	12
Просо обыкновенное	36	18

ра, называются *центромерами*. В этом месте хромосома тоньше — *первичная перетяжка*. Некоторые хромосомы имеют *вторичную перетяжку*, которой основная часть хромосомы отделена от ее добавочного участка — *спутника*.

Каждый вид организмов обладает характерным для него набором хромосом — кариотипом. *Кариотип* — это совокупность хромосом организма, определяемая их числом, величиной и формой.

## ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

Клетка размножается путем деления. Существует два способа деления: митоз и мейоз.

**Митоз** (от греч. митос — нитка), или непрямоe деление клетки, представляет собой непрерывный процесс, в результате которого происходит сначала удвоение, а затем равномерное распределение наследственного материала, содержащегося в хромосомах, между двумя вновь образующимися клетками. В этом его биологическое значение. Деление ядра влечет за собой деление всей клетки. Этот процесс называется *цитокинезом* (от греч. цитос — клетка).

Состояние клетки между двумя митозами называют *интерфазой*, или *интеркинезом*, а все происходящие в ней во время подготовки к митозу и в период деления изменения — *митотическим* или *клеточным циклом* (рис. 6, 7).

У разных клеток митотические циклы имеют разную продолжительность. Большую часть времени клетка находится в состоя-

нии интеркинеза, митоз длится сравнительно недолго. В общем митотическом цикле собственно митоз занимает  $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{20}$  времени, и у большинства клеток он продолжается от 0,5 до 2 ч.

Интеркинез включает три периода:  $G_1$ ,  $S$  и  $G_2$ . Период  $G_1$  называется *пресинтетическим*; в это время синтез ДНК в клетке еще не начинается.  $S$ -период — это *период синтеза ДНК*, когда ее количество в ядре удваивается. Период  $G_2$  называется *постсинтетическим* и характеризуется полным завершением синтеза ДНК и готовностью клетки к делению.

Толщина хромосом столь мала, что при рассмотрении интерфазного ядра в световой микроскоп они не видны, удаётся лишь различить гранулы хроматина в узлах их скручивания. Электронный микроскоп позволил обнаруживать хромосомы и в неделящемся ядре, хотя они в это время очень длинные и состоят из двух нитей хроматид, диаметр каждой из которых составляет всего 100 Å. Следовательно, хромосомы в ядре не исчезают, а принимают форму длинных и тонких нитей, которые почти не видны.

Во время митоза ядро проходит четыре последовательные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (см. рис. 6).

**Профаза** (от греч. про — раньше, фазис — проявление). Это первая фаза деления ядра, во время которой внутри ядра появляются структурные элементы, имеющие вид тонких двойных нитей, что и обусловило название этого типа деления — митоз. В результате спирализации хромонем хромосомы в профазе уплотняются, укорачиваются и становятся отчетливо видимыми. К концу профазы можно хорошо наблюдать, что каждая хромосома состоит из двух тесно соприкасающихся друг с другом *хроматид*. В дальнейшем обе хроматиды соединяются общим участком — центромерой и начинают постепенно передвигаться к клеточному экватору.

В середине или в конце профазы ядерная оболочка и ядрышки исчезают, центриоли удваиваются и отходят к полюсам. Из материала цитоплазмы и ядра начинает формироваться веретено деления. Оно состоит из двух видов нитей: опорных и тянущих (хромосомных). Опорные нити составляют основу веретена, они тянутся от одного полюса клетки к другому. Тянущие нити соединяют центромеры хроматид с полюсами клетки и обеспечивают

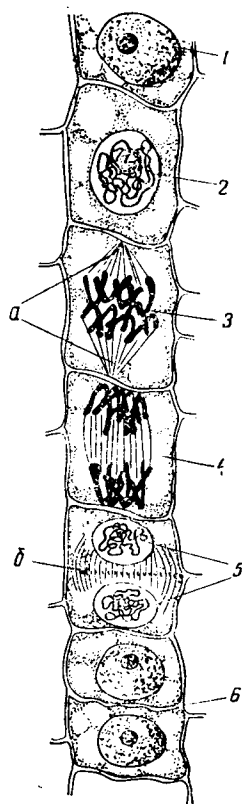


Рис. 6. Схема митоза: 1, 2 — профазы; 3 — метафаза; 4 — анафаза; 5 — телофаза; 6 — цитокинез; а — полюса веретена; б — заложение клеточной стенки.

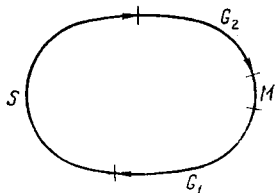


Рис. 7. Схема митотического цикла:

$G_1$  — пресинтетический период;  $S$  — период синтеза ДНК;  $G_2$  — постсинтетический период;  $M$  — митоз.

в последующем движение к ним хромосом. Митотический аппарат клетки очень чувствителен к различным внешним воздействиям. При действии радиации, химических веществ и высокой температуры клеточное веретено может разрушаться, возникают всевозможные неправильности в делении клетки.

**Метафаза** (от греч. мета — после, фазис — проявление). В метафазе хромосомы сильно уплотняются и приобретают определенную, характерную для данного вида форму. Дочерние хроматиды в каждой

паре разъединены хорошо видимой продольной щелью. Большинство хромосом становится двуплечими. Местом перегиба — центромерой — они прикрепляются к нити веретена. Все хромосомы располагаются в экваториальной плоскости ядра, свободные их концы направлены к центру ядра. В это время хромосомы лучше всего наблюдать и подсчитывать. Очень отчетливо видно и клеточное ядро.

**Анафаза** (от греч. ана — вверх, фазис — проявление). В анафазе вслед за делением центромер начинается расхождение хроматид, ставших теперь отдельными хромосомами, к противоположным полюсам. При этом хромосомы имеют вид разнообразных крючков, обращенных своими концами к центру клетки. Так как из каждой хромосомы возникли две совершенно одинаковые хроматиды, то в обеих образовавшихся дочерних клетках число хромосом будет равно диплоидному числу исходной материнской клетки.

Процесс деления центромер и движения к разным полюсам всех вновь образовавшихся парных хромосом отличается исключительной синхронностью.

В конце анафазы начинается раскручивание хромонемных нитей, и хромосомы, отошедшие к полюсам, видны уже не так четко.

**Телофаза** (от греч. телос — конец, фазис — проявление). В телофазе продолжается деспирализация хромосомных нитей, и хромосомы постепенно становятся более тонкими и длинными, приближаясь к тому состоянию, в котором они были в профазе. Вокруг каждой группы хромосом образуется ядерная оболочка, формируется ядрышко. В это же время завершается деление цитоплазмы и возникает клеточная оболочка. Обе новые дочерние клетки вступают в период интерфазы.

Весь процесс митоза, как уже отмечалось, занимает не более 2 ч. Продолжительность его зависит от вида и возраста клеток, а также от внешних условий, в которых они находятся (температура, освещенность, влажность воздуха и т. д.). Отрицательно сказываются на нормальном ходе деления клеток высокие темпера-

туры, действие радиации, различных наркотиков и растительных ядов (колхицина, аценафтена и др.).

Митотическое деление клеток отличается исключительно высокой степенью точности и совершенства. Механизм митоза создавался и совершенствовался на протяжении многих миллионов лет эволюционного развития организмов. В митозе находит свое проявление одно из важнейших свойств клетки как самоуправляемой и самовоспроизводящейся живой биологической системы.

## ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК

**Мейоз.** Все организмы, размножающиеся половым путем, образуют половые клетки, или *гаметы*. Образованию их предшествует особый вид деления клеточного ядра — мейоз (от греч. мейозис — уменьшение), существенно отличающийся от митоза.

Чтобы понять биологическое значение мейоза, нужно хорошо себе представлять, что цикл развития всех покрытосеменных растений состоит из двух фаз: *диплоидной*, или фазы *спорофита*, и *гаплоидной*, или фазы *гаметофита*. Диплоидная фаза охватывает весь период до образования половых клеток, гаплоидная связана лишь с существованием гамет. В диплоидной фазе в ядрах клеток содержится в 2 раза больше хромосом, чем в гаплоидной.

В связи с тем, что при оплодотворении происходит объединение материнского и отцовского наборов хромосом, уменьшение их числа вдвое при образовании гамет совершенно необходимо. Это и происходит в процессе мейоза (рис. 8). Мейоз состоит из двух быстро следующих друг за другом делений клеток: *редукционного*, или первого, деления, при котором число хромосом уменьшается в 2 раза, и второго, или *равного*, протекающего по типу митоза. Каждое из этих делений, как и обычный митоз, состоит из четырех фаз: профазы, метафазы, анафазы и телофазы.

Наиболее сложна профаза первого деления, подразделяющаяся на пять последовательных стадий: лептонеми, зигонеми, пахинеми, диплонеми и диакинез. В *лептонеми* размер ядра увеличивается, хромосомы имеют вид длинных тонких нитей, каждая из которых состоит из двух хроматид. В стадии *зигонемы* наблюдается так называемая конъюгация хромосом, состоящая в том, что парные (гомологичные) хромосомы притягиваются и по своей длине соприкасаются друг с другом. В следующей стадии — *пахинеме* конъюгирующие хромосомы образуют сдвоенные пары — *биваленты*, каждый из которых состоит из четырех хроматид. В стадии *диплонемы* биваленты хромосом начинают расходиться. В это время хорошо наблюдается перекрест отдельных участков парных хромосом, во время которого происходит обмен их гомологичными участками (так называемое явление *кроссинговера*).

В заключительной стадии первого деления — *диакинезе* — хромосомы благодаря спирализации утолщаются и укорачиваются;

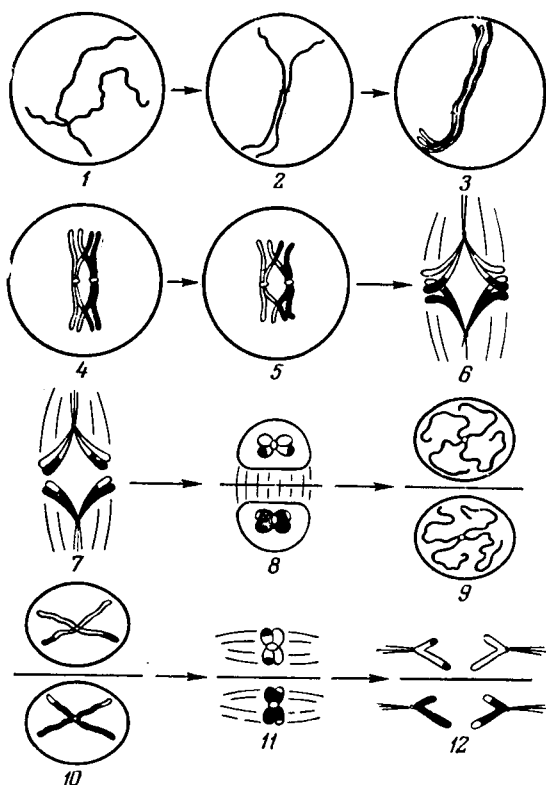


Рис. 8. Основные фазы и стадии мейоза:

1 — лептонема; 2 — зигонема; 3 — пахинема; 4 — диплонема; 5 — диакинез; 6 — метафаза I; 7 — анафаза I; 8 — телофаза I; 9 — интерфаза; 10 — профаза II; 11 — метафаза II; 12 — анафаза II.

разрушается оболочка ядра, и наступает вторая фаза первого деления — метафаза, во время которой спаренные хромосомы, состоящие из четырех хроматид, располагаются в плоскости экватора веретена.

В анафазе спаренные хромосомы расходятся. При этом к каждому полюсу отходит одна из хромосом каждой пары. Следовательно, в каждую из вновь образовавшихся дочерних клеток попадает половина хромосом материнской клетки, т. е. происходит редукция (уменьшение) числа хромосом.

Распределение хромосом по дочерним клеткам при редукционном делении случайно: из каждой пары гомологичных хромосом любая может попасть либо в одну, либо в другую клетку.

Сразу же после редукционного деления и короткой телофазы наступает интерфаза — промежуток времени между концом первого и началом второго деления. Она длится очень недолго, и хромосомы входят в нее уже удвоенными. Это удвоение (*редуплика-*

ция) произошло еще перед редукционным делением (в интерфазе, предшествующей профазе первого деления). Вслед за этим начинается второе деление мейоза, протекающее так же, как и митоз.

Генетическое значение мейотического деления сводится к трем основным моментам.

1. Благодаря мейозу поддерживается видовое постоянство числа хромосом.

2. Вследствие случайной рекомбинации материнских и отцовских хромосом мейоз обеспечивает генетическую разнородность гамет.

3. В результате мейоза благодаря обмену участками гомологичных (парных) материнских и отцовских хромосом образуются хромосомы нового генетического состава.

Половые клетки формируются из обычных клеток генеративных, или воспроизводительных, тканей. У животных они образуются в семенниках и яичниках, у покрытосеменных растений — в пыльниках и семяпочках цветка. Процесс образования микроспор в пыльниках цветка называется *микроспорогенезом*, процесс образования мегаспор в семяпочках завязи — *мегаспорогенезом*.

Возникновением микро- и мегаспор у растений заканчивается диплоидная фаза спорофита и начинается гаплоидная фаза развития гаметофита, которая завершается образованием пыльцевых зерен в пыльниках и зародышевых мешков в завязях. Мужские гаметы (*спермии*) в пыльцевых зернах и женские гаметы (*яйцеклетки*) в зародышевых мешках формируются в процессе *гаметогенеза*.

**Микроспорогенез и развитие мужского гаметофита.** Мужские генеративные органы растений — *тычинки* — образуются из цветковых почек и состоят из *пыльников* и *тычиночных нитей*. Развивающийся пыльник имеет четыре лопасти, в которых закладываются бугорки — микроспорангии.

В результате деления клеток микроспорангиев образуется спорогенная ткань — *археспорий пыльника*. Клетки археспория развиваются в материнские клетки микроспор, из которых в процессе микроспорогенеза формируются *микроспоры*.

Микроспорогенез состоит из двух последовательных делений мейоза, в результате которых образуются тетрады (четверки) микроспор с гаплоидным числом хромосом. Тетрады микроспор вначале покрыты общей оболочкой материнской клетки. Когда она растворится, тетрада микроспор распадается. Каждая микроспора образует собственную внешнюю и внутреннюю оболочки, предохраняющие ее содержимое от потери воды. Так микроспора превращается в *пыльцевое зерно*. Дальнейшие изменения пыльцевого зерна, ведущие к образованию мужских гамет, совершаются в процессе гаметогенеза — *спермиогенеза*.

Первичное ядро микроспоры начинает делиться путем митоза сразу же после образования пыльцевых оболочек. Обычно это

происходит за несколько дней до начала раскрытия цветка. В результате деления первичного ядра микроспоры и последующего деления цитоплазмы (цитокинеза) образуются две сильно различающиеся между собой клетки. Одна из них крупная, с крупным ядром и жидкой цитоплазмой, с большим числом вакуолей. Эта клетка называется *вегетативной*. Другая клетка, *генеративная*, меньших размеров, имеет более плотное ядро и густую цитоплазму. В ядре ее содержится больше ДНК, а в цитоплазме больше РНК. Она отличается интенсивным обменом веществ, а в дальнейшем располагается в цитоплазме вегетативной клетки и развивается в значительной степени за ее счет. Затем генеративная клетка делится, образуя два спермия. Этим актом заканчивается процесс формирования мужского гаметофита.

Ядро генеративной клетки делится по типу обычного митоза. Это деление, в результате которого образуются два спермия, происходит в пыльцевом зерне или, что наблюдается значительно чаще, в пыльцевой трубке уже во время ее прорастания. Поэтому зрелые пыльцевые зерна у большинства покрытосеменных растений двухклеточные. Спермии растений сильно различаются между собой по многим признакам.

Несмотря на то, что в оплодотворении яйцеклетки участвует один спермий, у растений, как правило, образуется очень большое количество пыльцы. Так, у кукурузы в одном султানে формируется около 25 млн. пыльцевых зерен, т. е. примерно по 25 тыс. на каждое зерно початка. На 1 см<sup>2</sup> посева этой культуры в среднем приходится 7 тыс. пыльцевых зерен.

Жизнеспособность пыльцы у различных видов растений разная, с продолжительностью от нескольких часов до нескольких суток. У пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы при благоприятных условиях пыльца остается жизнеспособной в течение 3—5 суток, пыльцу яблони и других плодовых можно хранить 20 и более суток.

В период образования пыльцы растения очень чувствительны к низкой температуре. Например, у пшеницы и ржи при температуре от 0 до —2°С наблюдается частичная, а при дальнейшем ее понижении — полная стерильность пыльцы. Поэтому даже небольшие заморозки в это время представляют очень большую опасность для урожая.

**Мегаспорогенез и развитие женского гаметофита.** Женский генеративный орган покрытосеменных растений называется *пестиком*. Он состоит из рыльца, столбика и завязи. В завязи цветка в виде небольших бугорков плодolistика образуются семяпочки. Клетки семяпочки в результате ряда быстро идущих митозов разрастаются. Из вершины бугорка образуется центральная часть семяпочки — *нуцеллус*, а из нижней части бугорка — *семяножка*. По бокам нуцеллуса закладываются один или два покровных слоя семяпочки — *интегументы*.

Сформировавшаяся семяпочка любого растения всегда состоит из трех основных частей: семяножки, интегументов и нуцеллу-



са. В одном из слоев ткани нуцеллуса закладывается так называемая *археспориальная клетка* семязпочки. Она благодаря усиленному росту и задержке деления более крупная по сравнению с другими клетками нуцеллуса. Ядро ее также более крупное, а цитоплазма густая. Археспориальная клетка сразу или в результате одного-двух делений дифференцируется в *материнскую клетку мегаспор* (материнскую клетку зародышевого мешка). Эта клетка интенсивно растет, увеличивается в размерах и затем путем двух делений мейоза дает начало четырем гаплоидным клеткам (*тетрады мегаспор*). Процесс образования мегаспор называется *мегаспорогенезом*.

Дальнейшие изменения, претерпеваемые мегаспорами и ведущие к образованию зародышевого мешка, совершаются в процессе развития женского гаметофита. Из четырех мегаспор тетрады развивается только одна (более крупная), остальные три дегенерируют и отмирают. Из оставшейся мегаспоры развивается одноядерный зародышевый мешок. Его ядро делится путем митоза и дает начало двум дочерним ядрам, которые расходятся к противоположным полюсам клетки, образуя *двухядерный зародышевый мешок*. Нижнее ядро, расположенное ближе к пыльцевходу (микропиле), называется микропилярным, а верхнее, расположенное ближе к халазе, через которую семязпочка снабжается питательными веществами, — халазальным.

В результате двукратного деления этих ядер образуется *восьмиядерный зародышевый мешок* (по четыре ядра в микропилярной и халазальной частях). Одновременно с делением ядер зародышевый мешок растет в длину, число вакуолей в цитоплазме увеличивается. После третьего деления ядер на противоположных концах зародышевого мешка начинается образование клеток. Нижнее полярное ядро микропилярной группы перемещается к центру зародышевого мешка, где сливается с идущим ему навстречу верхним полярным ядром халазальной группы. Слияние этих полярных ядер дает начало *центральному* (вторичному) *ядру зародышевого мешка* с диплоидным числом хромосом. Клетки микропилярной группы образуют *яйцевой аппарат зародышевого мешка*, состоящий из двух синергид и яйцеклетки, а клетки халазальной группы — три антиподы.

*Синергиды* выполняют важные физиологические функции: они привлекают пыльцевые трубки, направляют их к зародышевому мешку и способствуют растворению оболочек пыльцевых трубок. *Яйцеклетка*, или женская половая клетка (гамета), несущая наследственные признаки и свойства организма, расположена между синергидами, имеет крупное ядро и густую цитоплазму. Цитоплазма яйцеклетки содержит большое количество РНК и белков, а также сахаров и липидов. Функции *антипод* состоят в передаче питательных веществ из халазальной части семязпочки в зародышевый мешок, после того как произошло оплодотворение яйцеклетки, т. е. они способствуют ускорению начального роста зародыша.

## ТИПЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

Клетка и ее структурные элементы составляют материальную основу размножения организмов, благодаря которому поддерживаются продолжение и преемственность жизни. Размножение — это необходимое условие существования любого вида растений и животных. При огромном разнообразии форм размножения организмов все они могут быть сведены к двум основным типам: бесполому и половому.

При бесполом размножении потомство происходит от одной родительской особи путем образования спор или вегетативно. В первом случае новый организм развивается из одноклеточных спор, местом образования которых у растений являются спорангии. Таким способом размножаются грибы, папоротники, хвощи. При вегетативном размножении новые растения появляются из отделившихся от материнской особи участков тела — из корней, стеблей или других вегетативных органов. Многолетние травы размножаются корневищами, картофель — клубнями, земляника — усами. Возможно размножение растений черенками, глазками, листьями.

При половом размножении в создании потомства участвуют две родительские особи. Образованные ими половые клетки, или *гаметы* (от греч. гаметос — супруг), при оплодотворении сливаются и образуют *зиготу* (от греч. зиготе — соединенная в пару). У самоопыляющихся растений, имеющих обоеполые цветки, в половом размножении участвует одна особь.

Особой формой полового размножения является *партеногенез* (девственное размножение), при котором новый организм формируется из половой клетки, развивающейся без оплодотворения. У растений это явление называется *апомиксисом*. Многие растения могут размножаться как половым, так и бесполом путем.

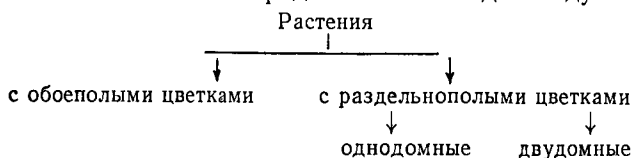
## ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Половое размножение животных и растений сопровождается оплодотворением, т. е. слиянием двух гамет — яйцеклетки и спермия (сперматозоида у животных). В результате образуется оплодотворенная яйцеклетка — *зигота*, дающая начало развитию следующего поколения организмов. Гаплоидные наборы хромосом родительских форм при оплодотворении объединяются, вследствие чего восстанавливается диплоидное их число. Таким образом, в процессе оплодотворения обеспечивается непрерывность материальной связи между поколениями организмов; кроме того, благодаря объединению наследственных свойств двух организмов в одной новой особи появляются новообразования, дающие материал для отбора.

**Опыление и оплодотворение у растений.** Собственно оплодотворению, т. е. слиянию гамет, у растений предшествует опыление и прорастание пыльцевых трубок.

Процессы опыления и оплодотворения растений физиологически тесно связаны между собой. Известны два способа опыления покрытосеменных растений — перекрестное и самоопыление. Способ опыления определяется характером строения цветка и расположением женских и мужских цветков на растениях, а также зависит от внешних условий в период цветения.

Разделение растений по признакам строения и характеру расположения цветков можно представить в виде следующей схемы.



У растений с обоеполюми цветками (пшеница, рожь, ячмень, горох и др.) женские и мужские генеративные органы находятся в одном цветке, тогда как у растений с раздельнополюми цветками они могут находиться на одной особи (например, у кукурузы) или на разных (например, у конопли).

Оплодотворение у растений с обоеполюми цветками и однодомных может происходить как в результате самоопыления (опыление цветков пыльцой одного и того же растения), так и перекрестного опыления (пыльцой других растений), правда, самоопыление у раздельнополюх однодомных растений (*гейтеногамия*) наблюдается очень редко. Оплодотворение двудомных растений возможно исключительно путем перекрестного опыления, которое в природе распространено значительно шире и в эволюционном отношении является более прогрессивным. При перекрестном опылении генетически разнородных растений появляется более жизнеспособное потомство и создается возможность для отбора форм, лучше приспособленных к изменяющимся внешним условиям. Принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений ведет, как правило, к депрессии потомства, снижению его мощности и плодовитости.

В ходе естественного отбора у растений выработались многочисленные и очень совершенные приспособления для перекрестного опыления, препятствующие самоопылению. Они связаны с окраской, формой и строением цветка. Довольно широко распространено и явление так называемой *самонесовместимости*, когда пыльца не прорастает на рыльцах или в столбиках цветков того же растения. Разновременность созревания тычинок и рылец в обоеполюх цветках также является приспособительной особенностью растений к перекрестному опылению. У подавляющего большинства покрытосеменных пыльники созревают раньше, чем рыльце.

В дикой флоре преобладают перекрестноопыляющиеся растения. Среди культурных растений встречаются как перекрестноопыляющиеся, так и самоопылители. Из важнейших полевых куль-

тур к перекрестноопыляющимся относятся рожь, кукуруза, гречиха, сахарная свекла, клевер, люцерна, а к самоопыляющимся — пшеница, ячмень, овес, рис, просо, горох, чечевица, лен, хлопчатник и др. Вместе с тем у большинства самоопыляющихся культур в той или иной степени наблюдаются открытое цветение и перекрестное опыление. Такие растения называются *факультативными* (необязательными) *самоопылителями*. Например, пшеница считается самоопыляющимся растением, но у нее в условиях Москвы в среднем около 0,2% цветков опыляется перекрестно пылью других растений. При жаркой погоде во время цветения и в более южных областях перекрестное опыление у этой культуры может увеличиваться до 1% и более. В связи с этим нередко наблюдается естественная (спонтанная) гибридизация не только между разными сортами одного вида пшеницы, но и между мягкой пшеницей и твердой, между пшеницей и рожью и т. д.

Возможность переопыления цветков чужой пылью в сильной степени зависит от характера цветения: будет ли оно открытым или закрытым. У ячменя цветение более закрытое, чем у пшеницы, иногда оно происходит до выколашивания, когда колос только начинает выходить из влагалища листа. В связи с этим процент перекрестного опыления у ячменя значительно ниже, чем у пшеницы.

Погодные условия во время цветения оказывают большое влияние на его характер. При жаркой и сухой погоде количество открыто цветущих цветков увеличивается и возможность перекрестного опыления соответственно возрастает и, наоборот, при холодной и влажной погоде сильно уменьшается.

Среди самоопыляющихся культур есть и такие, у которых опыление полностью проходит при закрытых цветках. Это явление называется *клейстогаммией*, а растения, у которых цветение всегда происходит при закрытых цветках (например, арахиса, ячменя), — *клейстогаммными*.

Большинство перекрестноопыляющихся растений опыляется при помощи ветра (*анемофильное опыление*) или насекомых (*энтомофильное*). Анемофильные растения образуют большое количество мелкой пыли, рыльца у них более разветвленные и имеют большую поверхность соприкосновения. У энтомофильных растений пыльца более крупная, часто с шероховатой поверхностью, их рыльца имеют большое число железок и выделяют липкие вещества (секреты), способствующие удержанию пыли насекомыми.

Попавшая на рыльце пестика пыльца начинает сразу же или через некоторое время прорастать. Пыльцевое зерно набухает, объем его увеличивается, и из пор появляется пыльцевая трубка. В первое время она растет за счет питательных веществ пылицы, в дальнейшем ее рост обеспечивается клеточными выделениями органов пестика — различного рода ферментами, аминокислотами, сахарами, витаминами.

На скорость прорастания пыльцы и пыльцевых трубок большое влияние оказывают температура и влажность воздуха. При температуре ниже  $5^{\circ}\text{C}$  прорастание резко замедляется, а при  $20\text{—}25^{\circ}\text{C}$  проходит наиболее интенсивно. Высокая влажность воздуха замедляет, а низкая ускоряет процесс прорастания.

У разных видов растений период от попадания пыльцы на рыльце до проникновения ее в зародышевый мешок различен. Он может продолжаться от нескольких минут до нескольких месяцев.

Кроме условий опыления, на скорость прорастания пыльцы и пыльцевых трубок влияют возраст пыльцы и ее количество. Старая пыльца прорастает медленнее молодой. По некоторым наблюдениям, прорастание пыльцевых трубок ускоряется при нанесении больших количеств пыльцы и ее смесей. Пыльцевая трубка у большинства растений врастает в зародышевый мешок через микропиле. Но у некоторых растений она прорастает более сложным путем — через халазу или другие ткани и части зародышевого мешка.

У одного и того же вида растений скорость прорастания пыльцевых трубок изменяется в зависимости от способа опыления: при перекрестном опылении она, как правило, выше, чем при самоопылении. При скрещивании различных видов и родов растений в подавляющем большинстве случаев пыльцевые трубки прорастают ненормально или так медленно, что оплодотворение не происходит. Поэтому приходится применять специальные приемы, обеспечивающие оплодотворение и завязывание семян.

## ДВОЙНОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Проникнув в зародышевый мешок, пыльцевая трубка приходит в соприкосновение с его яйцевым аппаратом. Из нее выходят два спермия. Один проникает в яйцеклетку и сливается с ее ядром, другой же оплодотворяет ядро центральной клетки зародышевого мешка. Происходит процесс *двойного оплодотворения*. Оплодотворенная яйцеклетка становится зиготой, в ней восстанавливается диплоидный ( $2n$ ) набор хромосом. Из зиготы путем ряда митотических делений клеток развивается зародыш семени нового растения. Центральная клетка зародышевого мешка после оплодотворения содержит тройной набор хромосом ( $3n$ ). Из нее развивается триплоидный эндосперм семени.

Двойное оплодотворение у растений впервые было открыто в 1898 г. выдающимся русским ученым С. Г. Навашиным. Это открытие сыграло большую роль в цитологии и ботанике. Благодаря ему были изучены и объяснены многие сложные процессы оплодотворения и размножения, а также наблюдаемое у некоторых растений явление *ксенийности*. Суть этого явления состоит в том, что признаки отцовского организма проявляются непосредственно в результате опыления на эндосперме семян материнских растений. Например, при произрастании рядом двух сортов кукурузы —

белосемянного и желтосемянного — у первого из них появляются початки, в которых часть семян окрашена в желтый цвет. Такие початки называются ксенийными. Признак желтой окраски эндосперма в этом случае проявляется как результат оплодотворения ядра центральной клетки зародышевого мешка белосемянного растения одним из спермиев пыльцевого зерна, попавшего на его рыльце с желтосемянного сорта. В явлении ксенийности очень хорошо выражены половая природа и возможный гибридный характер образования эндосперма.

## МОНОСПЕРМИЯ И ПОЛИСПЕРМИЯ

Сущность оплодотворения состоит в слиянии двух ядер — ядра яйцеклетки и ядра спермия (*кариогамия*). При этом в новом организме восстанавливается диплоидное число хромосом, свойственное данному виду. При слиянии ядра яйцеклетки с ядрами двух или нескольких спермиев происходило бы нагромождение ядерного материала и свойства отцовского и материнского организмов не могли бы наследоваться в равной степени. Поэтому у подавляющего большинства животных и растений оплодотворение идет по типу моноспермии, т. е. при участии одного сперматозоида и одного пыльцевого зерна.

Выработались различные приспособления, препятствующие проникновению в яйцо нескольких сперматозоидов. Яйца многих животных окружены плотной оболочкой, и через микропиле может проходить только один сперматозоид; у некоторых видов сразу же после внедрения сперматозоида на поверхности яйца образуется оболочка, препятствующая проникновению других сперматозоидов. Имеются и другие механизмы и приспособления, контролирующие и обеспечивающие моноспермию.

В то же время у некоторых видов птиц, млекопитающих, насекомых и рыб яйцо имеет не одно микропиле, а несколько, через которые в него проникает, как правило, много сперматозоидов. Это явление получило название *полиспермии*. При этом в цитоплазме яйца образуется несколько мужских пронуклеусов, однако только один из них соединяется с ядром яйца, а все другие растворяются и исчезают (элиминируются).

У растений, так же как и у животных, в ходе эволюции выработались механизмы, обеспечивающие блокирование зародышевого мешка после проникновения в него одной пыльцевой трубки. Однако бывают случаи, когда в зародышевый мешок проникает несколько пыльцевых трубок и происходит слияние спермиев с другими клетками зародышевого мешка, в результате чего образуется несколько зародышей. Полиспермия у растений возможна и при проникновении в зародышевый мешок одной пыльцевой трубки, когда спермии во время ее роста претерпели одно или несколько митотических делений. Явление полиспермии наблюдалось у хлопчатника, табака, свеклы и других растений.

Следует подчеркнуть, что, несмотря на все известные случаи полиспермии, ни в одном из них не было установлено слияния ядра яйцеклетки с двумя или большим числом ядер сперматозоидов. Следовательно, слияние двух гаплоидных ядер и образование диплоидной зиготы и при полиспермии сохраняют свое решающее значение в процессе оплодотворения и размножения организмов.

## ИЗБИРАТЕЛЬНОСТЬ ГАМЕТ И СЕЛЕКТИВНОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

С помощью ветра и насекомых на рыльце цветка попадает большое количество пыльцы разных растений того же вида, а очень часто и других видов. В то же время в зародышевый мешок проникает только одно пыльцевое зерно. Возникает вопрос: на какое из них и по каким причинам падает этот выбор? Многочисленные наблюдения и специально поставленные опыты показали, что чаще всего происходит оплодотворение пыльцой других особей данного вида и сорта растений. Этому во многом способствуют сроки созревания генеративных органов, особенности строения цветка, способы опыления, структура пестика, биохимический состав выделений пыльцевой трубки и тканей столбика определенного пестика и другие приспособления. Мужские половые клетки оказываются как бы хорошо «подогнанными» к соединению с женскими половыми клетками своего вида.

В то же время существуют не менее многочисленные физиологические и генетические барьеры, препятствующие оплодотворению растений одного вида пыльцой других видов или родов. При этом пыльцевые зерна совсем не прорастают или пыльцевые трубки не достигают зародышевого мешка, а если оплодотворение все-таки происходит, то зародыш не развивается из-за несоответствия хромосомных наборов соединившихся гамет. Таким образом, избирательность гамет при оплодотворении хорошо выражена.

Более сложно ответить на вопрос, какое из многих сотен и даже тысяч пыльцевых зерен того же вида достигнет зародышевого мешка и произведет оплодотворение. Здесь мы сталкиваемся с явлением так называемой *селективности* (отбора) пыльцы в процессе оплодотворения: при прорастании на одном рыльце пыльцы разных сортов или разных растений одного и того же сорта выявляется различная конкурентоспособность пыльцевых трубок по скорости их прорастания в тканях столбика пестика.

Селективность оплодотворения представляет собой сложный, очень интересный, но пока еще мало изученный процесс.

## НЕРЕГУЛЯРНЫЕ ТИПЫ ПОЛОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ

До сих пор мы подробно разбирали основной тип полового размножения, сущность которого составляет процесс соединения двух гамет — мужской и женской. Этот тип размножения получил

название *амфимиксиса* (от греч. амфи — с двух сторон, миксис — смешение). Но наряду с этим у некоторых растений и животных развитие зародыша происходит без слияния половых клеток. Такой тип размножения называется *апомиксисом* (от греч. апо — частица отрицания, миксис — смешение).

При апомиксисе новый организм может сформироваться из неоплодотворенной яйцеклетки (партеногенетическое развитие), из вегетативной клетки гаметофита (апогамное развитие) или из вегетативной клетки спорофита (апоспория).

Развитие зародыша без оплодотворения из яйцеклетки (*гаплоидный партеногенез*) и других гаплоидных клеток зародышевого мешка (*апогамия*) называется *нерегулярным апомиксисом*, а развитие зародыша из диплоидных клеток археспория или нуцеллуса (*апоспория*) — *регулярным апомиксисом*. При нерегулярном апомиксисе развиваются гаплоидные маложизнеспособные стерильные растения, из которых путем воздействия вещества, разрушающего веретено клеточного деления (колхицин, аценафтен), можно получать диплоидные формы, представляющие большой интерес в практике и для изучения явлений наследственности.

Регулярный апомиксис обеспечивает высокую жизнестойкость растений и устойчивое семяобразование в различных условиях опыления. Широко распространены, к примеру, апомиктические виды одуванчика. У многих покрытосеменных растений апомиксис можно вызывать искусственно путем раздражения рыльца некоторыми химическими веществами, чужеродной пылью и т. д.

Важнейшее преимущество апомиктического способа размножения по сравнению с обычным половым — сохранение в ряду поколений раз сложившегося хромосомного набора. В связи с этим создается возможность закрепления в ряду поколений наследственных свойств двух родительских форм.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Изучение строения клетки под микроскопом

Для наблюдения митозов можно использовать лук. Луковицы лука репчатого помещают сверху на широкогорлую склянку с водой при 24—25 °С. Через несколько дней у луковицы появляются корешки. Ножницами срезают их кончики длиной до 5 мм и сразу же погружают на 2—12 ч в фиксатор, состоящий из трех частей 96%-ного этилового спирта и одной части ледяной уксусной кислоты, который убивает все клетки.

После фиксации корешки промывают 3—4 раза в 70%-ном спирте и в нем же оставляют их на длительное хранение. Затем корешки промывают в воде и переносят на несколько секунд в пробирку с одонормальным раствором соляной кислоты при 60 °С для мацерации тканей. Промытые в воде корешки помещают в пробирку с ацетокармином и в течение нескольких минут



подогревают на водяной бане. Окрашенные корешки помещают на предметное стекло в каплю 45%-ной уксусной кислоты, накрывают покровным стеклом и аккуратно давят сверху спичкой или тупым концом препаровальной иглы, чтобы клеточки расположились в один слой, находят под микроскопом различные фазы митоза.

**Приготовление ацетокармина:** 1 г кармина растворяют в колбе с 55 мл дистиллированной воды и 45 мл ледяной уксусной кислоты на водяной бане в течение получаса. После этого раствор фильтруют, остужают, а затем используют.

При отсутствии кармина можно воспользоваться метиленовой синей (из расчета 100—500 мг красителя на 100 мл дистиллированной воды).

**Для наблюдения мейоза** фиксируют и промывают в спирте, как указано выше, молодые колосья ржи (за неделю или раньше до наступления фазы колошения). Из цветков пинцетом извлекают тычинки и помещают на предметное стекло. Быстро раздавливают их широкой стороной пинцета, а затем наносят каплю ацетокармина, накрывают покровным стеклом и осторожно подогревают препарат на спиртовке. После остывания препарата его рассматривают под микроскопом, находят различные фазы мейоза и зарисовывают их.

Если сами учащиеся не имеют возможности изготовить препараты, используют готовые препараты, а при их отсутствии — учебные таблицы.

При помощи бинокулярных микроскопов на готовых препаратах изучают карiotипы и подсчитывают число хромосом у основных видов культурных растений.

По готовым препаратам или учебным таблицам рассматривают и зарисовывают процесс двойного оплодотворения у подсолнечника и других растений.

### Контрольные вопросы

1. Что такое цитология, как возникла и развивалась эта наука?
2. Какие новые методы исследований используются в молекулярной биологии для изучения клетки?
3. Назовите основные типы размножения организмов.
4. Что представляет собой цитоплазма по физическому строению и химическому составу?
5. Каковы функции рибосом, митохондрий, клеточного центра?
6. Каково значение белков в жизни организма?
7. Расскажите о строении и биологическом значении нуклеиновых кислот.
8. Каковы биологическое значение, морфология, химический состав и число хромосом у разных организмов?
9. Что такое митоз и каково его генетическое значение?
10. Что такое мейоз, из каких последовательных фаз он состоит?
11. Как происходит микроспорогенез и развивается мужской гаметофит?
12. Как протекает мегаспорогенез и развивается женский гаметофит?
13. Как происходит опыление и оплодотворение у растений?
14. Что такое двойное оплодотворение и в чем его биологическая сущность?
15. Что такое моноспермия и полиспермия?
16. В чем состоит избирательность гамет и селективное оплодотворение?
17. Что такое апомиксис и каково его биологическое значение?

### Глава 3

## УЧЕНИЕ О НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ОРГАНИЗМОВ (ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ)



Развитие живой материи представляет собой бесконечную смену поколений особей. Жизнь неразрывно связана с размножением организмов. В каких бы формах оно ни осуществлялось, от одного поколения другому всегда передаются общие, характерные для данного вида черты строения и организации. Этот процесс воспроизведения организмами сходных признаков и свойств в ряду последовательных поколений называется *наследственностью*. Наследственность, как и жизнь, неотрывна от размножения и проявляется во всем том общем, что имеется между родственными поколениями организмов. Уже второе поколение когда-то возникшей живой материи было похоже на первое, несло на себе отпечаток наследственности.

Часто признаки и свойства организмов при размножении воспроизводятся очень стойко: дети бывают удивительно похожи на своих родителей. Однако абсолютного сходства между родителями и детьми никогда не бывает. Всегда отличаются между собой по каким-либо признакам и дети одних и тех же родителей.

Наследственность — это не простое воспроизведение, копирование каких-то неизменных свойств и признаков организмов. Она всегда сопровождается их *изменчивостью*. Поясним это на следующем примере. Растение краснозерной пшеницы имело один стебель, высота которого вместе с колосом равнялась 135 см, в колосе было 32 зерна. Из этих зерен выросло 30 растений. Все они по многим признакам (безостый, белый, неопушенный колос и др.) оказались одинаковыми с исходным материнским растением. В то же время высота только у одного, а число зерен лишь у трех растений были точно такими же, как у материнского растения. У четырех растений семена имели не красную, а белую окраску. Стало быть, при размножении не только воспроизводится подобное, но и возникает новое.

Наследственность и изменчивость всегда сопутствуют друг другу и проявляются при размножении организмов совместно, как противоречивые и в то же время неразрывно связанные между собой процессы.

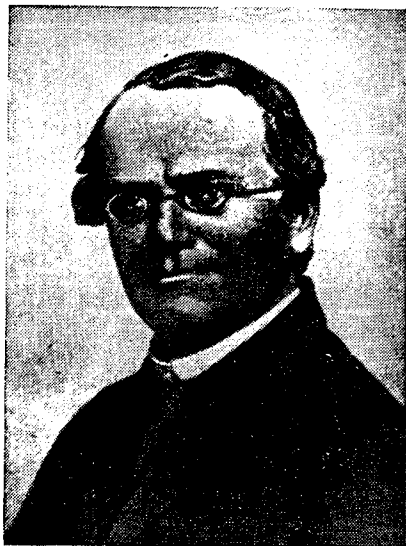
Наука о наследственности и изменчивости организмов называется генетикой (от греч. генетикос — относящийся к происхожде-

нию). Явления наследственности и изменчивости у растений и животных издавна привлекали внимание человека. Их безуспешно пытались понять и объяснить в течение многих веков, что привело к возникновению многочисленных умозрительных гипотез наследственности, в которых отдельные правильные наблюдения были перемешаны с вымыслом и произвольными предположениями.

Растущие запросы сельскохозяйственного производства, необходимость улучшения культурных растений и домашних животных требовали точных знаний о природе наследственности и изменчивости организмов. Этого можно было достичь лишь путем экспериментов и правильного обобщения полученных в них данных. Во второй половине XVIII — первой половине XIX в. ряд ученых — И. Кёльрейтер, К. Гертнер, О. Сажрэ, Ш. Нодэн и др. провели много опытов по гибридизации растений и получили результаты, благодаря которым изучение наследственности организмов в значительной степени продвинулось вперед. Но решающая роль в этом отношении принадлежит Г. Менделю. В 1865 г. в Обществе естествоиспытателей г. Брно (Чехословакия) он доложил о результатах своих опытов с растительными гибридами.

Выдающееся значение его работ заключается в установлении прерывности (дискретной природы) наследственности и разработке основных принципов генетического анализа наследственности организмов. Г. Мендель убедительно показал, что наследственность делима, что отдельные признаки и свойства организма развиваются на основе материальных наследственных факторов, которые в процессе слияния гамет не растворяются, не исчезают и могут наследоваться независимо друг от друга. Большая заслуга ученого состояла в том, что он впервые применил к изучению явлений наследственности методы математической статистики и установил основные закономерности числовых отношений гибридных организмов при скрещивании. Все это имело огромное значение для теории и практики гибридизации растений и селекции вообще.

Г. Мендель стал основоположником генетики. Но эти открытия долгое время оставались почти неизвестными и были по достоинству оценены лишь в 1900 г., когда трое ученых — К. Кор-



Грегор Мендель (1822—1884)

ренс в Германии, Э. Чермак в Австрии и Г. Де-Фриз в Голландии — проводя опыты по гибридизации различных растений, независимо друг от друга получили те же результаты, что и Г. Мендель. Именно этот год, когда были переоткрыты закономерности наследственности, впервые установленные Г. Менделем, считается официальной датой рождения новой науки — генетики. Это название науке о наследственности и изменчивости было дано позже, в 1906 г., английским генетиком В. Бетсоном.

Генетика, как любая наука, имеет свои методы исследования. Основные из них следующие.

1. *Гибридологический (генетический) анализ*, заключающийся в использовании системы скрещиваний для установления характера наследования признаков и генетических различий изучаемых организмов. Это основной метод генетики. Он, как правило, дополняется анализом числовых отношений в потомствах организмов с использованием математической статистики.

2. *Цитологический метод*, при помощи которого изучают материальные структуры клетки в связи с размножением организмов и передачей наследственности — «анатомию» наследственности. В последние годы на основе этого метода с использованием новейших способов изучения хромосомных структур возникла новая наука — *цитогенетика*.

3. *Онтогенетический метод* используется для изучения действия генов и их проявления в индивидуальном развитии организмов (онтогенезе) в разных условиях внешней среды.

4. *Статистический метод*, позволяющий изучать статистические закономерности наследственности и изменчивости организмов.

Огромное влияние на развитие генетики и биологии в целом оказало учение Ч. Дарвина, которое, по словам В. И. Ленина, впервые поставило биологию на научную основу. Дарвиновские положения о том, что в эволюции и селекции решающее значение принадлежит действию изменчивости, наследственности и отбора, стали главными для всего последующего развития генетики.

Крупный вклад в развитие генетики внес И. В. Мичурин. В его научной и практической деятельности можно выделить три основных периода. Первый из них связан с работой по акклиматизации растений, второй — с использованием метода массового отбора и третий — с применением отдаленной гибридизации. И. В. Мичурин показал несостоятельность теории акклиматизации путем прямого приспособления растений к условиям внешней среды, развил учение Ч. Дарвина о соотношении наследственности и среды в процессе эволюции организмов, выдвинул гибридизацию в качестве одного из основных методов активного вмешательства человека в природу организма, разработав целый ряд оригинальных приемов использования этого метода.

Генетика — одна из ведущих наук современной биологии. Она тесно связана со всем комплексом биологических дисциплин. Генетические закономерности лежат в основе всех биологических яв-

лений, их познание и использование дают возможность управлять индивидуальным развитием и формообразованием, создавать высокопродуктивные сорта растений, породы животных и штаммы микроорганизмов, бороться с явлениями злокачественного роста, наследственными болезнями, производить трансплантации тканей и пересадки органов и т. д.

## НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИ ВНУТРИВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ

Основные закономерности наследования впервые были установлены Г. Менделем, который в отличие от своих предшественников, изучавших наследственность как единое целое, в совокупности проявления всех отличимых признаков и свойств подошел к изучению этого сложного явления аналитически: любой организм обладает большим числом наследственных признаков. Наследование каждого из них Г. Мендель предложил изучать в отдельности. Теперь нам понятно, что именно такой метод изучения наследственности, соответствующий ее прерывному (дискретному) строению, только и мог дать положительные результаты.

### МЕТОД ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В качестве основного объекта для своих опытов Г. Мендель выбрал горох. Метод генетического анализа, при помощи которого он изучал наследственность, заключался в следующем.

1. Сорта гороха, выбранные для скрещивания, различались между собой хорошо заметными признаками. При размножении эти признаки стойко наследовались.

2. Скрещивались сорта, отличавшиеся по одной или несколькими (у гороха по семи) парам контрастных (по современной терминологии — аллельных) признаков, например желтая и зеленая окраска семян, красная и белая окраска цветков, низкий и высокий рост растений, гладкая и морщинистая форма семян и др.

3. Проводился точный количественный учет всех растений по каждой паре изучаемых признаков.

4. В каждом скрещивании давался точный анализ потомства в последовательном ряду поколений.

Методика, примененная Г. Менделем при изучении явлений наследственности у гороха, составляет сущность метода генетического анализа, ставшего одним из основных в генетике.

**Правила записи скрещиваний.** При генетическом анализе для записи различных схем скрещиваний используются определенные правила. Родителей обозначают буквой Р (от лат. parents — родители), женский пол — знаком ♀, мужской — ♂, скрещивание — ×, гибридные поколения — буквой F (от лат. filialis — сыновний) с соответствующими цифровыми индексами (F<sub>1</sub> — первое, F<sub>2</sub> — второе, F<sub>3</sub> — третье поколение и т. д.).

## ВИДЫ СКРЕЩИВАНИЯ

В результате скрещивания растений или животных, имеющих по тем или иным признакам наследственные различия, получаются *гибридные организмы (гибриды)*.

Скрещивания, в которых родительские формы отличаются по одной паре аллельных признаков, называются *моногибридными*, при различии по двум или трем парам признаков их называют соответственно *ди-* и *тригибридными*, а если число признаков больше — *полигибридными*.

Изучение явлений наследственности Г. Мендель начал с простейших моногибридных скрещиваний, а затем проводил гибридизацию сортов, различающихся по двум и большему числу признаков. Успешное применение метода генетического анализа позволило ему сформулировать ряд важнейших закономерностей и правил, которым подчиняется наследование признаков и свойств всех организмов.

### ПРАВИЛО ЕДИНООБРАЗИЯ ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ

При опылении гороха с красными цветками пыльцой, взятой от растений гороха с белыми цветками, все гибриды первого поколения имели красную окраску цветков (рис. 9). Аналогичные результаты были получены и при обратном скрещивании. Следовательно, все гибридные растения первого поколения имели одинаковую красную окраску цветков, т. е. были по этому признаку единообразны. Единообразие гибридов первого поколения наблюдалось Г. Менделем во всех проводимых им скрещиваниях. Это дало ему основание сформулировать одну из основных закономерностей наследственности — правило единообразия гибридов первого поколения.

### ЯВЛЕНИЕ ДОМИНИРОВАНИЯ

В примере, взятом из опытов Г. Менделя по скрещиванию разноокрашенных цветков гороха, признаки красной и белой окраски цветков, составляющие одну пару, вели себя по-разному. Красная окраска цветков у гибридов неизменно сохранялась, белая же подавлялась и не проявлялась. Признак, сохраняющийся у гибридов первого поколения (в данном случае красная окраска цветков), Г. Мендель назвал доминантным (от лат. доминантис — господствующий, подавляющий), а признак не проявляющийся (в данном опыте белая окраска цветков) — *рецессивным* (от лат. рецессус — отсутствующий, подавляемый). Подавление у гибридных организмов одних признаков другими получило в генетике название *доминирования*.

Почти во всех скрещиваниях, которые проводил Г. Мендель, доминантный признак полностью подавлял проявление рецессивного признака, поэтому гибриды первого поколения были едино-

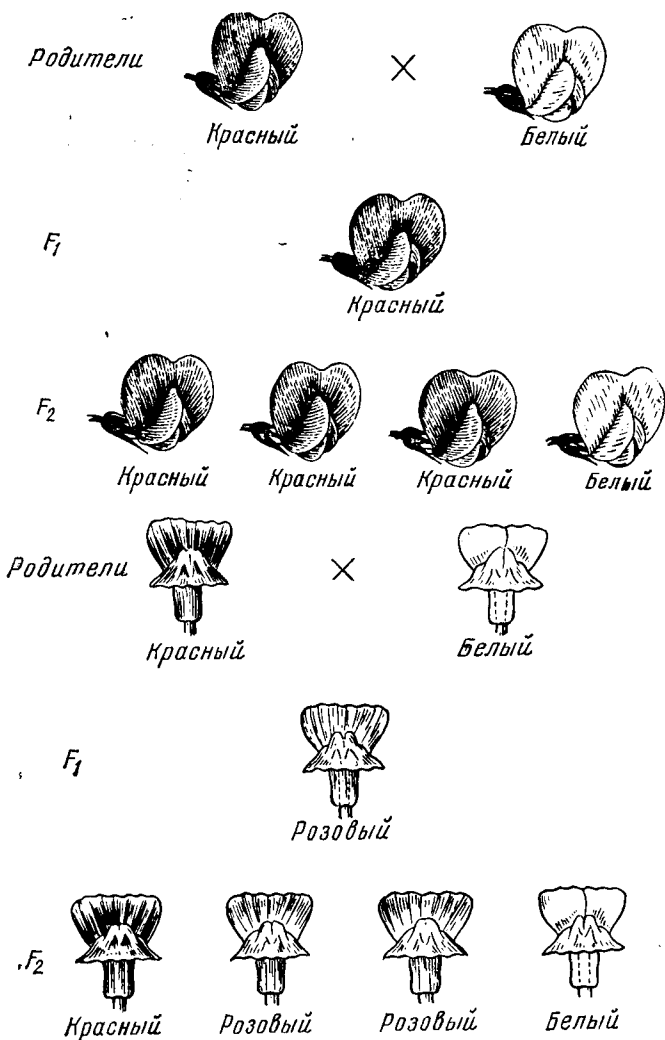


Рис. 9. Скрещивание между растениями гороха (вверху) и львиного зева (внизу), имеющими красные и белые цветки.

образны между собой и с родительским растением, имеющим доминантный признак. Но при скрещивании крупнолистного сорта гороха с мелколистным гибриды первого поколения имели листья средней величины. Доминирование, следовательно, было неполным, и наследование по этим признакам носило промежуточный характер. В дальнейшем выяснилось, что неполное доминирование и промежуточное наследование при скрещиваниях различных организмов наблюдаются довольно часто. Очень хорошо явление

неполного доминирования проявляется у львиного зева. Гибриды от скрещивания красноцветковых растений с белоцветковыми имеют промежуточную розовую окраску.

Эти положения нашли полное подтверждение при гибридизации различных культурных и диких видов полевых культур (пшенично-пырейные скрещивания, скрещивания пшеницы с эгилопсом, культурного картофеля с дикими видами и т. д.). Для уменьшения силы наследственной передачи вредных признаков диких форм приходится их повторно скрещивать с родительской формой культурного вида.

### ПРАВИЛО РАСЩЕПЛЕНИЯ ГИБРИДОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

Все семена гибридов первого поколения Г. Мендель собрал и высевал для размножения. В выращенном из них втором гибридном поколении уже не наблюдалось единообразия: одна часть растений наследовала один, а вторая — другой признак аллельной пары. Так, растения второго поколения, выращенные из красноцветковых гибридов первого поколения, имели как красные, так и белые цветки. Подсчеты показали, что на три красноцветковых растения приходилось одно белоцветковое. Такое отношение не представляло исключения, оно наблюдалось по всем другим парам признаков, по которым проводилось скрещивание.

Закономерность в распределении доминантных и рецессивных признаков у гибридов второго поколения в кратном отношении 3 : 1 была названа Г. Менделем *правилом расщепления*.

### ЗАКОН ЧИСТОТЫ ГАМЕТ

Для объяснения явлений единообразия гибридов первого поколения и расщепления признаков у гибридов второго поколения Г. Мендель предложил так называемую *гипотезу чистоты гамет*, согласно которой развитие любого признака организма определяется соответствующим ему наследственным фактором (в современном понимании — геном). Так, признак красной окраски цветков обуславливается доминантным фактором, а признак белой окраски — рецессивным.

Для обозначения наследственных факторов, участвующих в скрещиваниях, Г. Мендель предложил буквенную символику, применяемую с тех пор во всех генетических работах. Доминантные гены стали обозначать заглавными, а соответствующие им рецессивные гены — строчными буквами алфавита. Доминантный ген красной окраски цветков обозначают буквой *A*, а рецессивный ген белой окраски — *a*.

Гибридные растения первого поколения происходят в результате слияния гамет с доминантным геном *A* от красноцветкового родителя и с рецессивным геном *a* от белоцветкового родителя. Поэтому они одновременно имеют и ген красной, и ген белой



окраски цветков. Так как ген  $A$  доминирует над геном  $a$ , то все гибриды первого поколения оказываются красноцветковыми, но, будучи однородными (красноцветковыми) по внешнему виду (в современной терминологии — по фенотипу), они в своей наследственной структуре (генотипе) несут гены, обуславливающие развитие разнородных по окраске цветков: красных и белых.

При созревании гамет любая из них может получить или доминантный ген  $A$ , или рецессивный ген  $a$ . Соединение гамет с генами  $A$  и  $a$  в гибридном организме не вызвало их смешения или слияния. Гены  $A$  и  $a$  в гаметах, образуемых гибридными организмами первого поколения, остаются такими же «отдельностями», какими они были у исходных родительских форм. В этом и заключается чистота гамет по одной паре аллельных генов.

Г. Мендель не связывал наследственные факторы и процесс их распределения при образовании гамет с какими-либо конкретными материальными структурами клетки и процессами клеточного деления. Но последующее развитие генетики показало, что в гипотезе чистоты гамет задолго до создания хромосомной теории наследственности было предугадано существование элементарных единиц наследственности — генов и механизма мейоза. Было установлено, что гены одной пары признаков находятся в одинаковых точках гомологичных хромосом. Такие гены получили название *аллельных*. Материальной основой распределения аллельных генов при образовании гамет является мейоз.

Исходя из положений гипотезы чистоты гамет и применяя определенную буквенную символику, стало возможным составлять различные схемы скрещиваний и анализировать в ряду поколений получаемые в них результаты.

Приведенный выше пример моногибридного скрещивания гороха с красными и белыми цветками можно представить схематически:

Родители Р	♀ $AA$	×	♂ $aa$
	красноцветковое		белоцветковое
Гаметы	$A$		$a$
Первое поколение			
$F_1$	$Aa$		красноцветковое
Гаметы	$A, a$	и	$A, a$
Второе поколение	$AA, Aa, Aa$	и	$aa$
$F_2$	красноцветковое		белоцветковое

Гибриды  $F_1$  в соответствии с правилом единообразия все красноцветковые, но они образуют и яйцеклетки и пыльцу двух типов:  $A$  и  $a$ . При оплодотворении на основании равновероятного сочетания гамет получаются три типа зигот:  $AA$ ,  $Aa$  и  $aa$ . Так как красная окраска цветков доминирует над белой, то в  $F_2$  происходит расщепление признаков в отношении 3:1. Белоцветковые растения  $F_2$  при дальнейшем размножении будут давать потомство только с белыми цветками. Все они оказываются одинаковыми и по внешнему виду (фенотипу) и по своей наследственной структуре (генотипу).

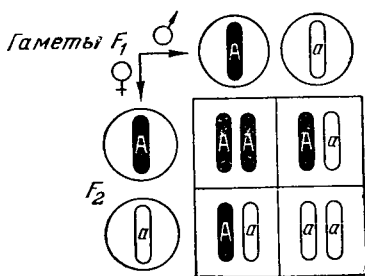
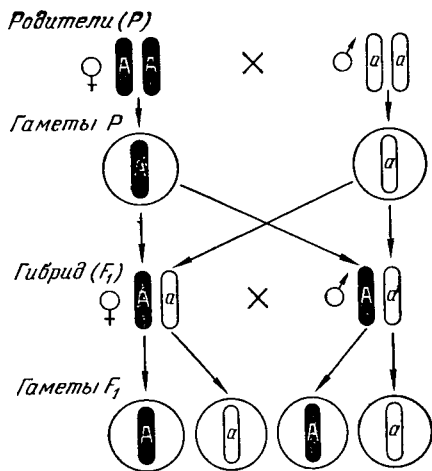


Рис. 10. Схема, показывающая поведение пары гомологичных хромосом при моногибридном скрещивании (хромосомы, несущие ген доминантного признака — черные, рецессивного — светлые).

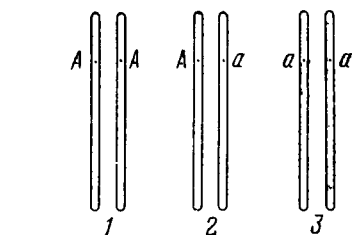


Рис. 11. Схематическое изображение гомозиготности и гетерозиготности по одной паре аллельных генов:

1 — гомозиготность по доминантному гену; 2 — гетерозиготность; 3 — гомозиготность по рецессивному гену.

Цитологические основы моногибридного скрещивания показаны на рисунке 10. Красноцветковые растения  $F_2$  одинаковы по фенотипу, но различны по генотипу:  $\frac{1}{3}$  их имеет два одинаковых доминантных гена ( $AA$ ),  $\frac{2}{3}$  — по одному доминантному и по одному рецессивному гену ( $Aa$ ). Организмы, содержащие в клетках тела два доминантных ( $AA$ ) или два рецессивных ( $aa$ ) гена данной аллельной пары, называются *гомозиготными* (от греч. го-

мос — одинаковый и зигота), а содержащие разные гены ( $Aa$ ) данной аллельной пары — *гетерозиготными* (от греч. гетерос — различный и зигота). На рисунке 11 показана схема гомозиготности и гетерозиготности по одной аллельной паре. Гомозиготные особи при размножении не дают расщепления в последующих поколениях, тогда как гетерозиготные формы продолжают расщепляться.

При полном доминировании число классов гибридных организмов в  $F_2$  по фенотипу и генотипу не совпадает. В моногибридных скрещиваниях по фенотипу выделяются два класса (например, красноцветковые и белоцветковые особи), а по генотипу — три класса (особи с генетической структурой  $AA$ ,  $Aa$  и  $aa$ ).

При неполном доминировании число классов по фенотипу и генотипу совпадает. Это хорошо можно наблюдать в упоминавшем-

ся нами скрещивании красноцветковой и белоцветковой форм львиного зева. Гибриды  $F_1$  имеют генотипы  $Aa$  и розовую окраску цветков. В  $F_2$  в результате расщепления получают красноцветковые ( $AA$ ), розовоцветковые ( $Aa$ ) и белоцветковые ( $aa$ ) формы в кратном отношении 1:2:1, т. е. трем классам особей по фенотипу с красными, белыми и розовыми цветками соответствуют три класса особей по генотипу ( $AA$ ,  $Aa$  и  $aa$ ).

Предположение Г. Менделя о наличии у скрещиваемых растений гороха материальных наследственных единиц, не исчезающих и не сливающихся в гибридных особях, высказанное в гипотезе чистоты гамет, оказалось верным для всех без исключения диплоидных организмов. Так, на основе гипотезы чистоты гамет был создан один из основных законов генетики.

### ВЗАИМНЫЕ (РЕЦИПРОКНЫЕ), АНАЛИЗИРУЮЩИЕ И ВОЗВРАТНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ

При гибридологическом анализе и в практической селекции применяют взаимные, анализирующие и возвратные скрещивания. Ознакомиться с ними лучше всего на примере уже известного нам моногибридного скрещивания.

При скрещивании красноцветкового гороха с белоцветковым первый можно взять в качестве материнского растения, а второй — в качестве отцовского. Для этого кастрированные цветки красноцветковых растений опыляют пылью растений с белыми цветками. Но можно их поменять местами. Тогда кастрировать нужно белые цветки и опылять их пылью красноцветковых растений. И в том и в другом случае гибриды  $F_1$  будут иметь красную окраску цветков. Аналогичные результаты получаются у большинства растений.

Однако иногда результат скрещивания зависит от того, в качестве материнского или отцовского родителя берется та или иная исходная форма. В этом случае принято говорить о прямых и обратных, или реципрокных, скрещиваниях.

*Взаимными* или *реципрокными* называют скрещивания между двумя родительскими формами  $AA$  и  $BB$ , в одном из которых  $AA$  — материнская форма, а в другом отцовская: ♀  $AA \times \sigma BB$  и ♀  $BB \times \sigma AA$ . При полном доминировании в  $F_2$  особи разной генетической структуры совершенно неразличимы между собой по фенотипу. Когда бывает необходимо выяснить их генетическую структуру, прибегают к так называемым анализирующим скрещиваниям.

*Анализирующими* называют такие скрещивания, когда какое-либо растение гибридного поколения скрещивают с рецессивной гомозиготной родительской формой. Например, при скрещивании двух красноцветковых растений гороха  $AA$  и  $Aa$  с белоцветковым растением получают различные результаты. Скрещивание ♀  $AA \times \sigma aa$  дает только красноцветковое потомство (получается

один тип зигот  $Aa$ ), скрещивание же  $\text{♀ } Aa \times \text{♂ } aa$  дает половину красноцветковых и половину белоцветковых растений (получаются два типа зигот —  $Aa$  и  $aa$ ).

В этих схемах анализирующих скрещиваний мы заранее выпи-сали возможные генотипы анализируемых особей  $F_2$ . Фактически анализ генотипов ведется на основе характера полученного потом-ства: если все полученные особи красноцветковые, то анализируе-мый генотип имеет структуру  $AA$ ; если получили половину крас-ноцветковых и половину белоцветковых растений, то был генот-ип  $Aa$ .

Скрещивание между гибридной особью и одной из родитель-ских форм называют *возвратным*. Например, если гибрид  $Aa$  по-лучен от скрещивания  $\text{♀ } AA \times \text{♂ } aa$ , то скрещивания типа  $\text{♀ } Aa \times \text{♂ } AA$  или  $\text{♀ } Aa \times \text{♂ } aa$  будут возвратными. Их применяют, ког-да хотят усилить в гибриде проявление признаков какого-либо родителя.

### ПРАВИЛО НЕЗАВИСИМОГО КОМБИНИРОВАНИЯ ГЕНОВ

Скрещивая сорта гороха, отличавшиеся двумя парами аллель-ных признаков, Г. Мендель установил еще одну важную законо-мерность наследственности, получившую название *независимого комбинирования генов*.

В качестве компонентов скрещивания он брал горох, имею-щий желтые круглые семена, и горох, у которого семена были зелеными и морщинистыми (рис. 12). Такое скрещивание по двум парам аллельных признаков называется дигибридным. Все гиб-ридные растения первого поколения сохраняли единообразие: они имели желтые и круглые семена. Во втором поколении расщепле-ние носило более сложный характер, чем при моногибридном скрещивании. Из 556 семян, полученных в этом скрещивании, 315 были желтые круглые, 101 — желтые морщинистые, 108 — зеленые круглые и 32 — зеленые морщинистые. Эти цифры почти точно со-ответствуют кратному отношению 9:3:3:1.

Сущность дигибридного скрещивания заключается в следую-щем.

В зиготу, из которой развивается гибридное растение  $F_1$ , вносятся четыре гена: гены желтой окраски ( $A$ ) и округлой фор-мы семян ( $B$ ) от одного родителя и гены зеленой окраски ( $a$ ) и морщинистой формы семян ( $b$ ) от другого. Такое растение будет дважды- или дигетерозиготным. Все возможные сочетания ука-занных генов дадут четыре типа яйцеклеток и спермиев:  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$  и  $ab$ .

Для расчета сочетаний разных типов гамет и определения ре-зультатов расщепления обычно пользуются так называемой *ре-шеткой Пеннета*. По вертикальной линии наносят типы яйцекле-ток, а по горизонтальной — типы спермиев. На пересечении линий, идущих от обозначений обоих типов гамет, выписывают сначала

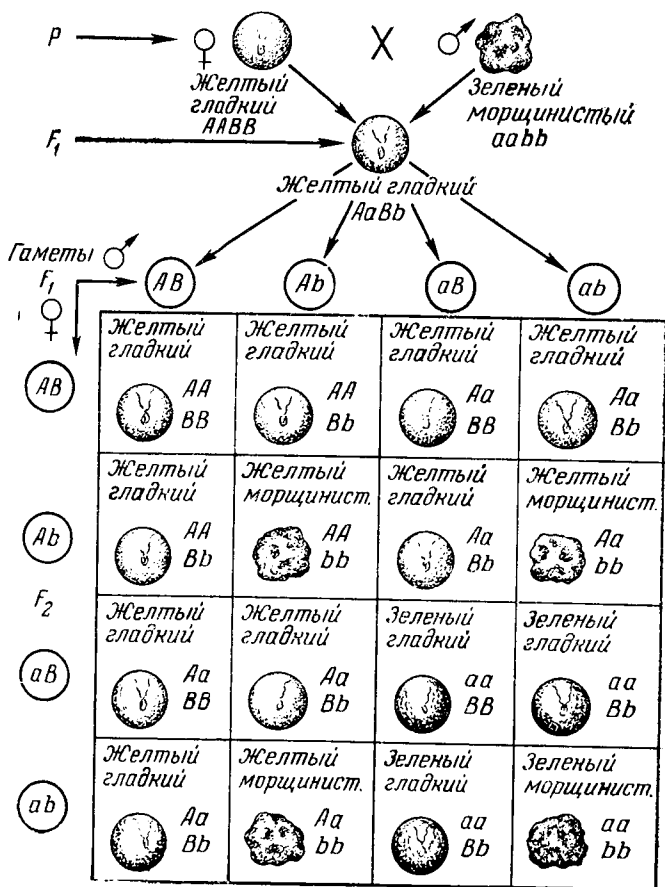


Рис. 12. Расщепление и независимое комбинирование признаков в F<sub>2</sub> при дигибридном скрещивании у гороха.

гены одной аллельной пары, а затем другой. Так определяют генотипы и соответствующие им фенотипы гибридов во всех возможных сочетаниях яйцеклеток и спермиев (см. рис. 13).

Анализ данных, полученных в результате расщепления гибридов F<sub>2</sub> при дигибридном скрещивании, позволяет сделать следующие выводы.

1. По фенотипу гибриды F<sub>2</sub> образуют четыре класса и распределяются в следующем числовом отношении: 9 желтых круглых : 3 желтых морщинистых : 3 зеленых круглых : 1 зеленое морщинистое.

2. Распределение тех же гибридов по генотипу дает девять классов: 4AaBa : 2AABb : 2AaBB : 2Aabb : 2aaBb : 1AABB : 1AAbb : 1aaBB : 1aabb.

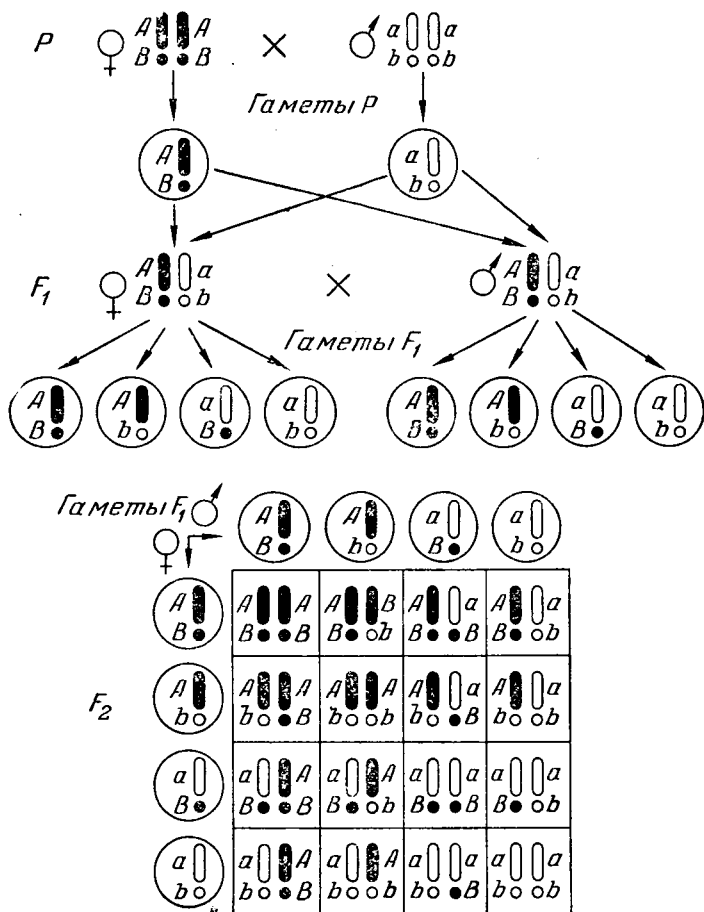


Рис. 13. Схема, показывающая поведение двух пар гомологичных хромосом при дигибридном скрещивании.

3. Гены каждой аллельной пары ( $A-a$  и  $B-b$ ) распределяются, как и при моногибридном скрещивании, в отношении 1:2:1 ( $AAA : 8Aa : 4aa$  и  $4BB : 8Bb : 4bb$ ).

4. В соответствии с этим и распределение классов по фенотипу по каждой паре аллелей идет в отношении 3:1 (12 желтых : 4 зеленых и 12 круглых : 4 морщинистых).

5. Окраска и форма семян у гибридов  $F_2$  сочетаются не только в тех комбинациях, которые были у родительских форм, но и во всех других возможных комбинациях. Благодаря этому во втором поколении получают гибриды, сочетающие признаки обоих родителей (растения с желтыми морщинистыми и с зелеными гладкими семенами), т. е. идет новообразование.

6. Числовые отношения распределения классов по фенотипу и генотипу при скрещивании организмов, различающихся по двум аллелям, получаются в результате произведения числовых отношений по каждой из аллельных пар. Так,  $(3:1) \times (3:1) = 9:3:3:1$  и  $(1:2:1) \times (1:2:1) = 1:2:1:2:4:2:1:2:1$ . Это положение верно для любого числа аллелей.

Правильность своих выводов о независимом комбинировании генов при дигибридном скрещивании Г. Мендель проверил путем анализирующего скрещивания гибридных растений  $F_1$ , имевших генотип  $AaBb$ , с отцовским родителем — гомозиготной рецессивной формой по обоим парам генов ( $aabb$ ). В результате такого скрещивания получалось четыре типа форм:  $AaBb$  (желтые круглые),  $Aabb$  (желтые морщинистые),  $aaBb$  (зеленые круглые) и  $aabb$  (зеленые морщинистые).

В каждой из этих групп было одинаковое число особей. Так как во всех четырех скрещиваниях от отцовского сорта передавались одинаковые гаметы ( $ab$ ), то равное число особей во всех четырех группах анализирующего скрещивания объясняется тем, что гибриды  $F_1$  ( $AaBb$ ) образовывали яйцеклетки  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$  и  $ab$  в равных количествах, а это возможно только на основе независимого комбинирования генов.

Следовательно, гены различных аллельных пар и определяемые ими признаки передаются в поколениях независимо друг от друга во всех возможных сочетаниях. Это положение и составляет правило независимого комбинирования генов, установленное впервые Г. Менделем.

Число возможных комбинаций гамет и количество классов по фенотипу и генотипу можно определить, не прибегая к составлению решетки Пеннета, а пользуясь таблицей 3. Для этого должно

Таблица 3. Число классов гибридных особей по фенотипу и генотипу и характер расщепления в  $F_2$  при различном числе пар признаков (полное доминирование)

Скрещивание	Число пар признаков различающихся родителей	Число образующихся гамет	Число возможных комбинаций гамет	Число классов		Число классов по фенотипу
				по фенотипу	по генотипу	
Моногибридное	1	$2^1=2$	$4^1=4$	$2^1=2$	$3^1=3$	3:1
Дигибридное	2	$2^2=4$	$4^2=16$	$2^2=4$	$3^2=9$	9:3:3:1
Тригибридное	3	$2^3=8$	$4^3=64$	$2^3=8$	$3^3=27$	27:9:9:9: :3:3:3:1
Полигибридное	$n$	$2^n$	$4^n$	$2^n$	$3^n$	$(3:1)^n$

быть известно, по скольким парам аллельных признаков различаются скрещиваемые формы.

Числовые отношения, установленные Менделем при образовании гамет и распределении классов по фенотипу и генотипу, —

следствие случайного распределения равновероятных событий. Поэтому чем больше гибридных особей, тем больше фактически полученные данные будут приближаться к теоретически ожидаемым. При небольшом объеме скрещиваний возможны значительные отклонения.

Изучая явления расщепления, И. В. Мичурин пришел к выводу, что они могут быть разными у многолетних плодовых и однолетних травянистых растений. Он писал, что в гибридах между собой чистых видов ржи, пшеницы, овса, гороха, проса и т. п. расщепление на производителей вполне возможно, и законы Менделя применимы здесь во многих их деталях. При изучении же процесса расщепления и комбинирования признаков у многолетних растений он считал совершенно необходимым учитывать их сложную гибридную природу и влияние на сеянцы разных условий, в которые они попадают в течение многих лет до окончания своего развития.

### НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГЕНОВ

Правильность установленных Менделем закономерностей наследственности была подтверждена в многочисленных опытах по изучению наследования различных признаков как у растений, так и у животных. Полученные им определенные числовые отношения при расщеплении в потомстве гибридов были верными во всех тех случаях, когда каждый ген определял развитие одного наследственного признака. Например, у гороха один ген определяет образование круглой формы семян, другой — морщинистой. Но наряду с этим было накоплено большое количество фактов, указывающих на то, что взаимоотношения между генами и определяемыми ими признаками носят более сложный характер. Выяснилось, что, во-первых, один и тот же ген может оказывать влияние на несколько различных признаков и, во-вторых, происходит взаимодействие генов, когда один и тот же наследственный признак развивается под влиянием многих генов.

Действие одного гена на развитие двух и большего числа признаков называется *множественным* или *плейотропным*, а само это явление — *плейотропией*. Оно распространено очень широко: большинство генов у всех организмов действует плейотропно.

Известно два вида взаимодействия генов — *аллельное* и *неаллельное*. Простейшим примером аллельного взаимодействия генов является неполное доминирование при скрещивании красноцветковой и белоцветковой форм львиного зева, или ночной красавицы.

Розовая окраска у гибридов  $F_1$  в этом скрещивании — результат взаимодействия двух аллельных генов. Полное доминирование также всегда наблюдается в результате взаимодействия двух генов одной аллельной пары. При этом доминантный ген подавляет проявление рецессивного гена.



<i>P</i>	<i>ААВЬ</i> <i>Белый</i>	X	<i>ааВВ</i> <i>Белый</i>
<i>Гаметы</i>	<i>АВ</i>	X	<i>аВ</i>

<i>F</i> <sub>1</sub>	<i>АаВЬ</i> <i>Красный</i>				
<i>Гаметы F</i> <sub>1</sub>	♂	<i>АВ</i>	<i>АЬ</i>	<i>аВ</i>	<i>аЬ</i>
<i>F</i> <sub>2</sub>	♀	<i>АВ</i>	<i>АЬ</i>	<i>аВ</i>	<i>аЬ</i>

		<i>АВ</i>	<i>АЬ</i>	<i>аВ</i>	<i>аЬ</i>
	<i>АВ</i>	<i>ААВВ</i> <i>Красный</i>	<i>ААВЬ</i> <i>Красный</i>	<i>АаВВ</i> <i>Красный</i>	<i>АаВЬ</i> <i>Красный</i>
	<i>АЬ</i>	<i>ААВЬ</i> <i>Красный</i>	<i>ААЬЬ</i> <i>Белый</i>	<i>АаВЬ</i> <i>Красный</i>	<i>АаЬЬ</i> <i>Белый</i>
	<i>аВ</i>	<i>АаВВ</i> <i>Красный</i>	<i>АаВЬ</i> <i>Красный</i>	<i>ааВВ</i> <i>Белый</i>	<i>ааВЬ</i> <i>Белый</i>
	<i>аЬ</i>	<i>АаВЬ</i> <i>Красный</i>	<i>АаЬЬ</i> <i>Белый</i>	<i>ааВЬ</i> <i>Белый</i>	<i>ааЬЬ</i> <i>Белый</i>

Рис. 14. Наследование окраски цветка у душистого горошка при комплементарном взаимодействии генов, дающем расщепление в отношении 9 (красные) к 7 (белые).

Взаимодействие неаллельных генов проявляется в четырех основных формах: комплементарности, эпистазе, полимерии и в модифицирующем действии генов. Каждая из этих форм приводит к характерным изменениям известных нам числовых соотношений при расщеплении в дигибридных скрещиваниях.

**Комплементарное (дополнительное) действие генов.** Неаллельные гены, которые раздельно не проявляют своего действия, но при одновременном присутствии в генотипе обуславливают развитие нового признака, называются *комплементарными* или *дополнительными*.

Хорошо изучено комплементарное действие генов у душистого горошка (рис. 14). При скрещивании двух сортов душистого горошка, имеющих белые цветки, все гибридные растения *F*<sub>1</sub> оказываются с красными цветками. При самоопылении этих растений или при скрещивании их между собой в *F*<sub>2</sub> идет расщепление на красноцветковые и белоцветковые формы в отношении 9:7. Такой результат нельзя объяснить на основе представления о связи одного гена с одним признаком, из которого мы исходили разбирая опыты Менделя. Правильно понять наблюдающийся в данном скрещивании характер расщепления можно, только предположив, что красная окраска цветков у душистого горошка обусловлена совместным присутствием в генотипе двух комплементар-

ных доминантных генов, каждый из которых в отдельности может воспроизводить только белую окраску цветков, бывшую у обоих родителей.

Признак красной окраски цветков у гибридов  $F_1$  возник как результат взаимодействия двух доминантных генов  $A$  и  $B$ . У таких гибридов образуются четыре типа гамет, дающих при оплодотворении в зиготах 16 различных сочетаний. В девяти из них развитие окраски семян идет под влиянием обоих доминантных генов  $A$  и  $B$ , вследствие чего получаются красноцветковые формы, а в семи сочетаниях гамет образуются зиготы, в которые попадает только один доминантный ген из двух взаимодействующих аллельных пар ( $A$  или  $B$ ), поэтому они дают белоцветковые формы. Отношение 9 красноцветковых : 7 белоцветковых представляет собой частный случай дигибридного расщепления, когда две группы генотипов фенотипически неотличимы, так как имеют только по одному доминантному гену:

$$9(A-B):3(A-вв):(aa-B):1(aавв).$$

красноцветковые                      белоцветковые

Явление комплементарного действия очень широко распространено в природе и часто наблюдается в селекционной практике.

**Эпистаз.** Подавление действия одной аллельной пары генов геном другой, неаллельной им пары генов называется эпистазом. Различают доминантный и рецессивный эпистаз. Если обычное аллельное доминирование можно представить в виде формулы  $A > a$ , то явление эпистаза, когда доминантный или рецессивный ген одной аллельной пары не допускает проявление генов другой аллельной пары, выразится формулой  $A > B$  (доминантный эпистаз) или  $a > B$  (рецессивный эпистаз). Гены, подавляющие действие неаллельных им генов, называются *эпистатическими*, а подавляемые — *гипостатическими*.

Разберем эпистатическое действие генов на примере наследования окраски зерна у овса (рис. 15). У этой культуры были установлены доминантные гены, определяющие черную и серую окраску зерна. Обозначим первый из них буквой  $A$ , а второй — буквой  $B$ . При этом можно представить себе скрещивание, в котором родительские формы имели генотипы  $AAвв$  (черносемянный) и  $aaBB$  (серосемянный). Растения первого поколения будут иметь в своем генотипе ( $AaBb$ ) доминантные гены черной ( $A$ ) и серой ( $B$ ) окраски. Так как ген  $A$  эпистатичен по отношению к гену  $B$ , он не дает ему проявиться, и все гибриды  $F_1$  будут черносемянными. В  $F_2$  произойдет расщепление в отношении 12 черных : 3 серых : 1 белый. Такой результат расщепления легко понять, если представить себе отношение 12 : 3 : 1 как видоизменение типичного для дигибридных скрещиваний отношения 9 : 3 : 3 : 1.

В девяти генотипах присутствуют оба доминантных гена  $A$  и  $B$ , но ген серой окраски  $B$  не может проявиться, и они дают черносемянные растения. В трех генотипах ( $AAвв$ ,  $Aавв$ ,  $Aавв$ ) ген чер-

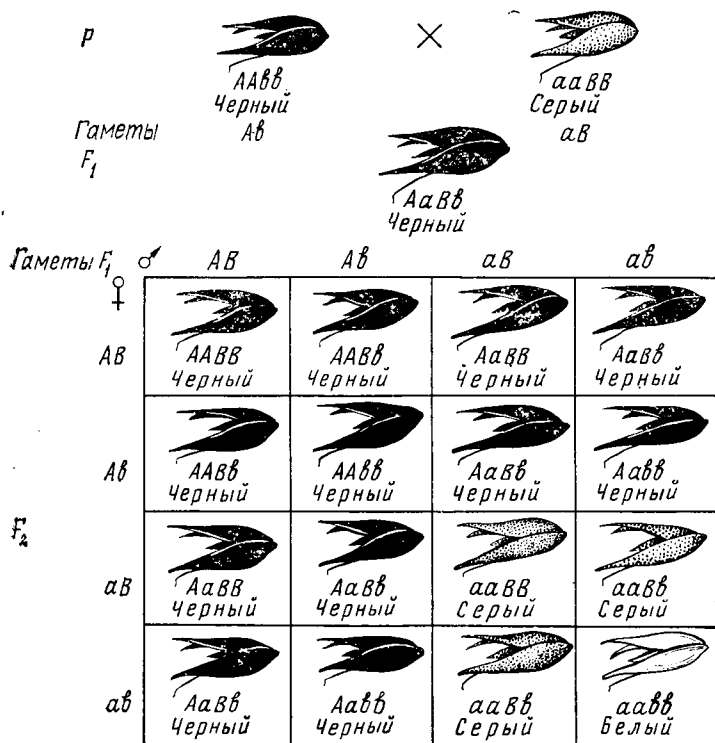


Рис. 15. Наследование окраски зерна у овса при эпистатическом взаимодействии генов (расщепление 12:3:1).

ной окраски семян  $A$  также обусловит развитие черносемянных растений. Эта группа растений по фенотипу будет совершенно сходна с первой, и, следовательно, из каждых 16 растений 12 будут черносемянными. В трех генотипах ( $aaBB$ ,  $aaBb$ ,  $aaBb$ ) доминантный ген  $B$  в результате отсутствия эпистатического гена  $A$  может проявить доминантное действие по отношению к своему рецессивному аллелю — развиваются серосемянные растения. Один генотип ( $aabb$ ) представляет собой новую комбинацию, в которой проявится белая окраска зерна, так как оба доминантных гена отсутствуют.

Явление эпистатического взаимодействия генов проявляется при наследовании окраски плодов у тыквы, окраски шерсти у некоторых грызунов и в ряде других случаев.

**Полимерия.** Признаки, характер наследования которых мы до сих пор рассматривали, называются *качественными* или *альтернативными*. Они четко отличаются друг от друга (круглая или морщинистая форма семян, белая или красная окраска цветков и т. д.). Но имеется очень много признаков, различия по которым

разграничены нечетко, и их можно установить только путем количественного определения (измерения, взвешивания и т. д.). Такие признаки называются *количественными*. Они определяются полимерными генами.

Неаллельные гены, действующие однозначно на формирование одного и того же признака, называются *полимерными* или *множественными*, а обуславливаемый ими процесс — *полимерией*. По типу полимерии наследуются многие важные хозяйственно-полезные признаки, такие, как высота растений, продолжительность вегетационного периода, количество белка в зерне, содержание витаминов в плодах, скорость протекания биохимических реакций и др.

Так как полимерные гены действуют на один и тот же признак, они обозначаются одной буквой, а разные их аллельные пары отмечаются цифрами. Например, генотип, в который входит две пары доминантных полимерных генов, можно обозначить  $A_1A_1A_2A_2$ , двойную гетерозиготу —  $A_1a_1A_2a_2$ , а рецессивную форму по тем же генам —  $a_1a_1a_2a_2$ .

Простейший пример полимерии — наследование окраски зерна у пшеницы. При скрещивании некоторых сортов пшеницы, имеющих темно-красное зерно, с белозерными сортами растения в  $F_1$  дают окрашенное зерно. В  $F_2$  идет расщепление в отношении 15 красозерных и 1 белозерное растение (рис. 16). Но интенсивность окраски зерна у красозерных растений различна. Она варьирует от темно-красной до бледно-красной. Объяснить это можно, предположив, что интенсивность окраски зерна зависит от нескольких доминантных генов, действующих на этот признак примерно в равной степени, т. е. однозначно. Наиболее темная окраска зерна у растений  $F_2$  вызвана двумя доминантными генами в гомозиготном состоянии, самая светлая (бледно-красная) — лишь одним геном. Два доминантных гена вызывают светло-красную, а три — красную окраску зерна.

При скрещивании некоторых сортов пшеницы расщепление в  $F_2$  идет не в отношении 15:1, а в отношении 63:1. Очевидно, в этих случаях окраска зерна определяется не двумя, а тремя парами полимерных генов, при этом генотипы исходных родительских форм можно, по всей вероятности, обозначить как  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$   $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ .

При взаимодействии трех пар полимерных генов различия по окраске зерна у гибридов  $F_2$  будут характеризоваться более плавными переходами, чем это имело место при наличии двух пар генов.

Разные количественные признаки могут контролироваться различным числом пар полимерных генов: их может быть 2, 3, 4 и более. При этом чем большее число полимерных генов влияет на развитие того или иного количественного признака, тем более плавными будут переходы в степени его выражения у различных групп гибридных организмов при расщеплении.

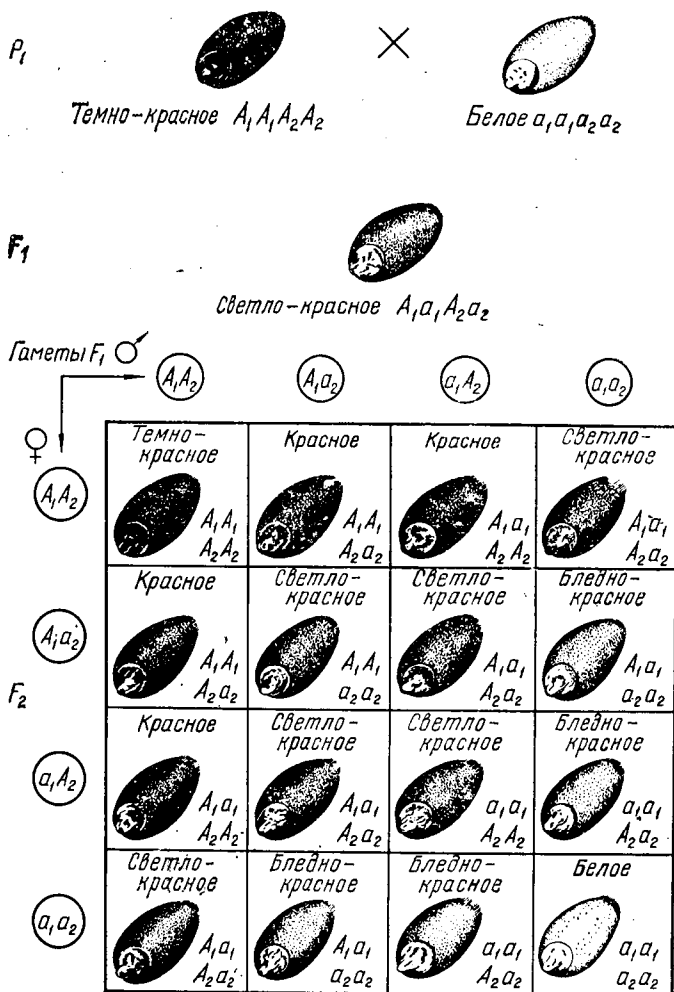


Рис. 16. Наследование окраски зерна у пшеницы при взаимодействии двух пар полимерных генов.

При скрещивании растений, различающихся между собой по продуктивности, высоте стебля, длине колоса и т. д., у гибридов  $F_1$  обычно наблюдается промежуточный характер наследования, а в  $F_2$  — плавный переход между крайними вариантами. Вследствие этого бывает очень трудно разграничить фенотипические классы с различной выраженностью соответствующего признака.

Развитие количественных признаков очень сильно зависит от влияния внешних условий. Часто оно бывает настолько значительным, что даже перекрывает эффект действия одного или нескольких полимерных генов, создавая тем самым большие трудности

при анализе изменчивости гибридного потомства по количественным признакам, имеющим полимерную природу.

При полимерии часто наблюдается явление *трансгрессии*, заключающееся в том, что при скрещивании организмов, отличающихся друг от друга по количественному выражению определенного признака, в гибридных потомствах появляются устойчивые (константные) формы со значительно более сильным, чем у обоих родителей, выражением соответствующего признака.

## ХРОСОМОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ВНЕЯДЕРНАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Сразу же после того, как в генетике утвердилось понятие о наследственных факторах, были проведены исследования с целью определить, с какими клеточными структурами они связаны. Факты, установленные генетическими и цитологическими работами еще в самом начале текущего столетия, согласованно показывали, что носителями наследственных факторов (генов) являются хромосомы.

В результате дальнейшего развития генетики появилась хромосомная теория наследственности. Создатель ее — американский генетик Т. Морган. Он проводил опыты на плодовой мушке дрозофиле, которую можно легко разводить в пробирках. У этой мушки очень короткий цикл развития: в течение двух недель из оплодотворенного яйца через промежуточные стадии личинки и куколки развивается взрослая особь, способная сразу же давать потомство. Одна оплодотворенная самка может дать несколько сот новых насекомых.

Дрозофила имеет большое число хорошо отличимых признаков, наследование которых легко наблюдать при различных видах скрещиваний. В соматических клетках у нее всего четыре пары хромосом (рис. 17).

Вследствие названных особенностей дрозофила оказалась очень удобным объектом для генетических исследований. На основе опытов с ней были разработаны многие важнейшие вопросы общей генетики.

### СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ И ПЕРЕКРЕСТ ХРОСОМОМ

Многочисленные лабораторные опыты, проведенные Т. Морганом, показали, что гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются, как правило, совместно, т. е. оказываются сцепленными и поэтому не подчиняются установленному Г. Менделем правилу независимого комбинирования.

В одном из его опытов дрозофила, имевшая серую окраску тела и длинные крылья, была скрещена с особью, обладавшей черной окраской тела и рудиментарными (укороченными) крыльями. Первое поколение мух имело серое тело и длинные крылья. При

скрещивании этих гибридов между собой во втором поколении не произошло независимого распределения признаков по двум аллельным парам (серое тело — черное тело, длинные крылья — рудиментарные крылья) в отношении 9:3:3:1. Среди гибридов F<sub>2</sub> преобладающее число особей унаследовало такую же комбинацию признаков, какой она была у родительских форм (серые длиннокрылые и черные короткокрылые), и лишь очень небольшая часть мух была с перекомбинированными признаками (серые короткокрылые и черные длиннокрылые). Этот пример показывает, что гены, обуславливающие признаки серого тела и длинных крыльев и черного тела и коротких крыльев, наследуются преимущественно вместе.

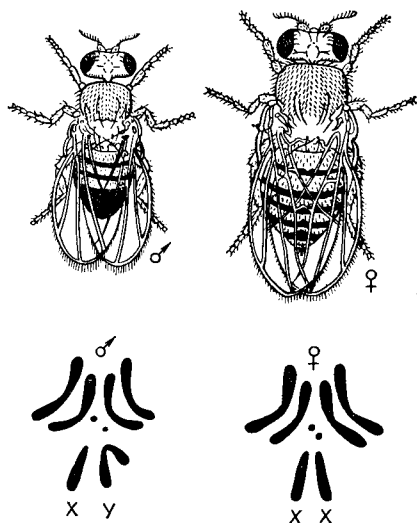


Рис. 17. Самец (слева) и самка дрозофилы и их хромосомные комплексы.

На основании этого и большого числа подобных опытов Морган пришел к выводу, что материальной основой сцепления генов является хромосома. Каждая из хромосом по своей длине неоднородна, она состоит из отдельных элементарных наследственных единиц — генов. У любого вида организмов их всегда во много раз больше, чем хромосом. Следовательно, в каждой хромосоме находится определенное число генов, которые наследуются совместно, образуя так называемые *группы сцепления*. Число групп сцепления соответствует числу пар гомологичных хромосом.

Изучая явление сцепления генов, Т. Морган и его ученики установили, что сцепление почти никогда не бывает полным\*. В разбираемом нами примере оно также не было полным, поскольку в небольшом числе случаев отмечена перекомбинация генов. Если гены разных аллельных пар лежат в одной и той же хромосоме, т. е. сцеплены, то единственной причиной их перекомбинации может быть процесс конъюгации гомологичных хромосом в профазе мейоза. Во время конъюгации парные хромосомы сближаются и прикладываются друг к другу гомологичными участками, образуя *биваленты* (четверки хроматид). В это время между хроматидами может происходить обмен гомологичными участками. Этот процесс получил название *перекреста хромосом* или *кроссинговера* (от англ. кроссинг — перекрещивание).

\* Полное сцепление генов наблюдается в хромосоме самцов дрозофилы, так как *y* — хромосома генетически инертна и перекомбинация генов невозможна.

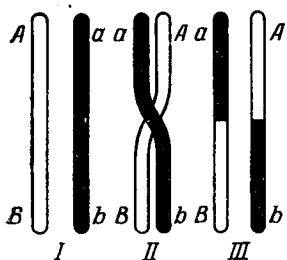


Рис. 18. Схема перекреста хромосом и рекомбинации локализованных в них генов.

На рисунке 18 показана схема перекреста хромосом и рекомбинации находящихся в них генов. Две парные хромосомы в результате перекреста и последующего разрыва обмениваются участками. Два гена *A* и *B*, расположенные первоначально в одной хромосоме, в результате кроссинговера оказываются в разных хромосомах и попадают в разные гаметы.

Гаметы с хромосомами, претерпевшими кроссинговер, называются *кроссоверными*, а гаметы, образованные хромосомами без кроссинговера, — *некроссоверными*. Соответственно этому и особи, возникшие с участием кроссоверных гамет, называются *кроссоверными* или *рекомбинантными*, а образованные без них — *некроссоверными* или *нерекомбинантными*.

Явление кроссинговера, установленное первоначально генетическим методом, в дальнейшем было доказано цитологически на дрозофиле и кукурузе (рис. 19). Для этого были использованы расы, у которых обе избранные хромосомы одной пары внешне отличались друг от друга и от остального их набора. Цитологически было доказано, что кроссинговер, установленный генетически путем подсчета кроссоверных особей, сопровождается материальным обменом участками хромосом в пункте, расположенном между двумя генами.

Рекомбинация генов в процессе скрещивания приводит к новообразованиям. Возникают гибридные формы, представляющие исходный материал для отбора и создания новых сортов растений и пород животных. Образование гибридных форм в природе дает материал для естественного отбора и поэтому имеет важнейшее значение в эволюции живых организмов.

Таким образом, рекомбинация генов в процессе мейоза осуществляется двумя путями — случайным расхождением негомологичных хромосом (правило независимого комбинирования по Менделю) и процессом перекреста гомологичных хромосом (явление кроссинговера, установленное Морганом).

### ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕКРЕСТА И ЛИНЕЙНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ГЕНОВ В ХРОМОСОМАХ

Величину перекреста хромосом вычисляют в процентах кроссоверных особей к общему их числу в данном скрещивании. Предположим, что при скрещивании двух линий кукурузы всего было получено 1000 зерен, в том числе 18 окрашенных морщинистых и 18 неокрашенных гладких. Величина перекреста  $X = \frac{36}{1000} \times 100 = 3,6\%$ .



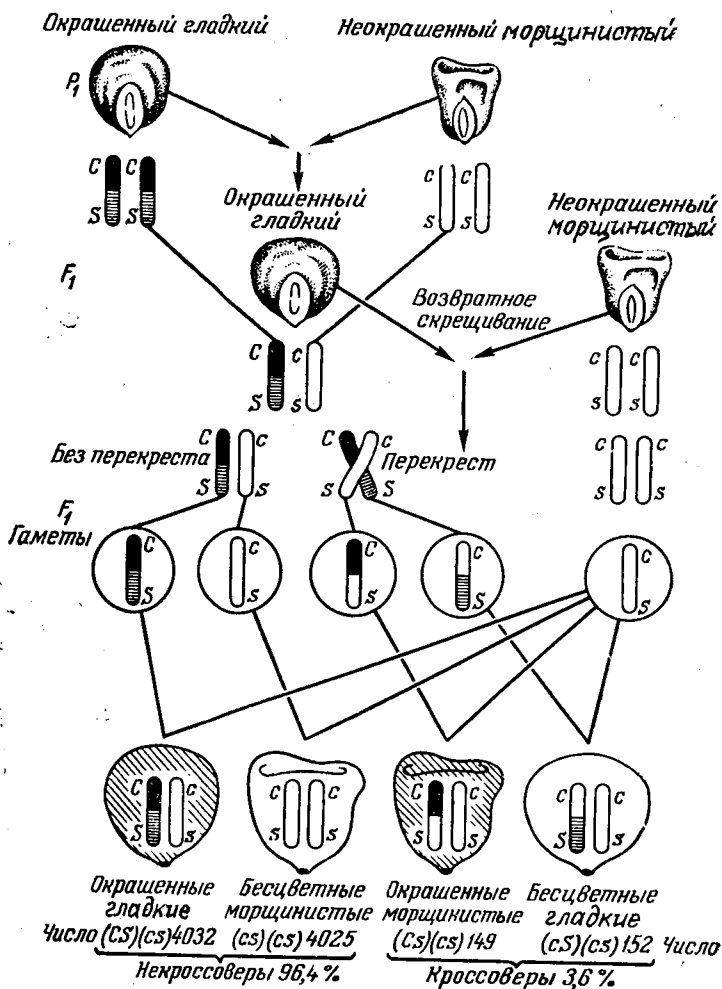


Рис. 19. Схема кроссинговера у кукурузы.

Величину перекреста хромосом можно поставить в зависимость от расстояния между генами. Чем больше расстояние между генами, тем больше вероятность того, что они в результате кроссинговера будут разделены и попадут в разные гаметы, и, наоборот, чем ближе расположены гены, тем в меньшем числе случаев они будут разъединены. Основываясь на этом представлении, Т. Морган полагал, что частота кроссинговера выражает относительное расстояние между генами в процентах перекреста между ними. На основе анализа и обобщения результатов своих многочисленных исследований он выдвинул гипотезу, согласно которой гены в хромосоме расположены в линейном порядке.

## ОДИНАРНЫЙ И ДВОЙНОЙ ПЕРЕКРЕСТ ХРОМОСОМ

Перекрест между гомологичными хромосомами может происходить в одном и одновременно в двух местах хромосом. Тройная гетерозигота  $\frac{ABC}{abc}$  при одинарном перекресте хромосом дает кроссоверные гаметы  $Abc$ ,  $aBC$ ,  $ABc$  и  $abC$ , а при двойном перекресте, кроме того, гаметы  $AbC$  и  $aBc$ . Нетрудно видеть, что рекомбинация генов при двойном перекресте увеличивается.

\* \* \*

В итоге разбора основных положений хромосомной теории наследственности можно сделать следующие выводы.

1. Гены находятся в хромосомах, расположены линейно и образуют группы сцепления.

2. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются сцепленно; сила этого сцепления зависит от расстояния между генами.

3. Между гомологичными хромосомами наблюдается перекрест, в результате которого происходит рекомбинация генов, имеющая важное значение как источник материала для естественного и искусственного отбора.

4. Сцепление генов и их рекомбинация в результате перекреста — закономерные биологические явления, в которых выражается единство процессов наследственности и изменчивости организмов.

## ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Хромосомная теория установила ведущую роль ядра в явлениях наследственности. Вместе с тем дальнейшие исследования показали, что и в цитоплазме клетки имеются материальные носители наследственности. Известны две формы внеядерной наследственности: пластидная и цитоплазматическая. *Пластидная наследственность* связана со стойкими изменениями пластид, передающимися при размножении клеток. Примером ее может служить наследование пестролистности (мозаичности) у растения ночной красавицы. При скрещивании обычной разновидности этого растения, имеющей зеленые листья, с пестролистной получают различные результаты в зависимости от того, какая из них берется в качестве материнского растения. Если материнской формой служит разновидность с зелеными листьями, а отцовской — с пестрыми листьями, то все потомство имеет зеленые листья. При обратном скрещивании часть растений имеет зеленые листья, часть — пестрые, у некоторых же образуются совершенно белые листья. Такие растения — альбиносы очень быстро погибают, так как из-за отсутствия хлорофилла они не способны к ассимиляции.

Пластиды при половом размножении передаются только через

яйцеклетки. Из яйцеклеток, несущих зеленые пластиды, формируются растения с зелеными листьями, из яйцеклеток, в которые попали зеленые и белые пластиды, развиваются пестролистное растения, яйцеклетки, имеющие только белые пластиды, производят альбиносов.

При *цитоплазматической наследственности* мозаичность, вызываемая расщеплением соматических клеток, отсутствует, но наследование идет, так же как и при пластидной наследственности, только по материнской линии. Примером цитоплазматической наследственности может служить мужская стерильность у кукурузы, сорго, пшеницы и у многих других растений. Цитоплазматическая мужская стерильность обусловлена взаимодействием цитоплазмы и генов, локализованных в хромосомах. ЦМС не может быть передана через отцовскую форму, но стойко передается из поколения в поколение по материнской линии.

В связи с установлением генетических свойств цитоплазмы употребляется понятие *плазмон*, обозначающее генетические свойства цитоплазмы данного вида.

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОРГАНИЗМОВ

Одно из важнейших проявлений жизни — изменчивость организмов, которой всегда сопровождается размножение, выражается в различиях между особями по ряду признаков тела или отдельных его органов (размеры, форма, окраска) и их функций. Различия между особями одного вида могут зависеть от изменений наследственных факторов — генов, полученных ими от родителей, и от внешних условий, в которых развивается организм. В соответствии с этим изменчивость организмов выражается в двух формах: наследственной и ненаследственной.

Наследственная изменчивость связана с изменением клеточных структур, обеспечивающих воспроизведение новообразований, с изменением генотипа организма. Поэтому она называется также *генотипической* изменчивостью. Различают два типа наследственной изменчивости — комбинационную и мутационную. *Комбинационная*, или *гибридная*, изменчивость связана с появлением новообразований в результате сочетания и взаимодействия генов родительских форм. Хотя новые гены в этом случае и не возникают, но ее роль в селекции растений, животных, микроорганизмов и в эволюционном процессе исключительно велика.

*Мутационная* изменчивость, мутация (от лат. мутацио — изменение, перемена) вызывает структурные изменения генов и хромосом, ведущие к появлению новых наследственных признаков и свойств организма. Мутации возникают внезапно, скачкообразно. Они представляют тот основной «строительный материал», который используется в эволюции организмов.

*Ненаследственная (фенотипическая)*, или *модификационная*, изменчивость не вызывает изменений генотипа. Она связана с ре-

акцией одного и того же генотипа на изменение внешних условий, в которых развивается организм. Формирование любого организма идет на основе генотипа, но меняющиеся внешние условия создают различия в формах его проявления.

Один и тот же генотип проявляется в разных фенотипах. Генотип и фенотип — важнейшие понятия генетики, предложенные в 1909 г. В. Иоганнсенем.

*Генотип* (от греч. *генос* — рождение, *типос* — отпечаток, образ) — это совокупность всех генов организма, его наследственная материальная основа, а *фенотип* (от греч. *файнос* — являться, *типос* — отпечаток, образ) — совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся на основе генотипа. Любой фенотип организма представляет собой результат взаимодействия генотипа с условиями внешней среды, в которых проходило его развитие. В различиях между фенотипами, развивающимися на основе одного и того же генотипа, и выражается модификационная изменчивость.

Таким образом, наследственная и ненаследственная изменчивость имеют коренные, качественные различия.

### МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Внешние условия оказывают огромное влияние на все признаки и свойства развивающегося организма. Это положение подтверждается большим числом специально поставленных опытов, а также повседневными наблюдениями за ростом и развитием растений и животных.

Если молодое растение одуванчика расчленить на две части и высадить одну из них в обычных равнинных условиях, а другую — в горной местности, то развившиеся из них взрослые растения будут резко отличаться друг от друга, несмотря на то, что они имеют одинаковый генотип. Растение, выросшее в горах, примерно в 10 раз меньше по размеру; различными окажутся также окраска цветков, строение листьев, их опушение и т. д. Не зная общего происхождения таких растений, можно отнести их к разным видам. В данном случае один и тот же генотип под влиянием неодинаковых условий выращивания проявился в резко различных формах. При посеве семян, собранных с растения, выращенного в горных условиях, развиваются растения, ничем не отличающиеся от тех, которые растут в обычных условиях.

У примулы (китайского первоцвета) имеется раса, растения которой при температуре 15—20 °С цветут красными цветками, а при перенесении их в условия с температурой 30—35 °С начинают цвести белыми цветками. Если цветущую примулу вновь перенести в условия с температурой 15—20 °С, то новые распускающиеся цветки окажутся красными.

Все эти опыты показывают, что наследственные свойства организма, его генотип, нельзя характеризовать какой-то одной фор-

мой проявления, одним фенотипом. Свойства генотипа характеризует *норма реакции*, т. е. способ его реагирования на изменение окружающих условий. Она выявляется в процессе модификационной изменчивости сортов.

При оценке сортов в сортоиспытании ставится задача выявить норму реакции их генотипов на различные благоприятные и неблагоприятные внешние условия. При этом могут быть сорта с узкой и широкой нормой реакции генотипов.

Модификации не исчерпываются отдельными случаями или примерами изменчивости организмов под влиянием различных внешних условий. Модификационная изменчивость представляет собой закономерное биологическое явление, постоянно сопровождающее процесс размножения организмов. Развитие каждого признака или свойства, осуществляющееся на основе генотипа, протекает всегда при различающихся в той или иной степени внешних условиях. Поэтому наследственность любого признака или свойства всегда проявляется в форме различных модификаций. Так, на 1 м<sup>2</sup> посева любого сорта пшеницы или другой культуры нельзя найти двух растений, которые бы в той или иной степени не отличались друг от друга. При этом в большинстве случаев имеются существенные различия по всем признакам. Более того, даже у одного и того же растения, имеющего, например, пять продуктивных стеблей, все они, несмотря на то что произошли от одного генотипа, будут, как правило, значительно различаться по длине колоса, числу колосков, числу зерен, их крупности и т. д., что является следствием их модификационной изменчивости.

### ПОПУЛЯЦИИ И ЧИСТЫЕ ЛИНИИ

Изменения различных признаков и свойств у растений и животных дают материал для отбора. Но, поскольку разнообразие признаков возникает под влиянием как наследственных различий, так и различий, вызываемых действием условий внешней среды на один и тот же генотип, селекционная практика уже в самом начале зарождения генетики пыталась установить их значение для отбора. Теоретически и экспериментально это сделал в 1903 г. датский генетик В. Иоганнсен. Из фасоли сорта Принцесса он отобрал самые тяжелые и самые легкие семена. Высеянные отдельно, они дали потомство, которое также отличалось по массе семян. Растения, выросшие из тяжелых семян, дали в среднем более тяжелые семена, чем растения из наиболее легких семян. Таким образом, отбор оказался результативным: на основе исходного сорта путем отбора удалось создать новые формы, различающиеся между собой по средней массе семян. В пределах каждой из них были растения как с тяжелыми, так и с легкими семенами.

Фасоль — строгий самоопылитель, поэтому при совместном произрастании отбиравшихся растений биологического засорения

не происходило. Потомство одного гомозиготного самоопыляющегося растения В. Иоганнсен назвал *чистой линией*. Размножая отдельно потомства нескольких растений, он получил ряд чистых линий, значительно различающихся между собой по массе семян, средние значения которой колебались от 0,35 г у наиболее легкой линии до 0,65 г у самой тяжелой. В пределах каждой линии в течение шести лет отбирали наиболее тяжелые и самые легкие семена. Результаты этого опыта В. Иоганнсена приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4. Результаты повторного отбора самых тяжелых и самых легких семян в двух линиях фасоли, выведенных из одного растения

Поколение	Средняя масса отобранных родительских семян, г		Средняя масса семян повторно отбировавшихся растений, г	
	легкие	тяжелые	от родителей с легкими семенами	от родителей с тяжелыми семенами
Первое	0,60	0,70	0,63	0,65
Второе	0,55	0,80	0,75	0,71
Третье	0,50	0,87	0,55	0,57
Четвертое	0,43	0,73	0,64	0,64
Пятое	0,46	0,84	0,74	0,73
Шестое	0,56	0,81	0,69	0,68

Оказалось, что при отборе тяжелых и легких семян в пределах линии средняя масса их в потомстве была практически одинаковой. Так, во втором поколении различия в средней массе легких и тяжелых семян в пределах родительской линии составили 0,25 г, а в потомстве эта разница совершенно исчезла: из легких семян выросли растения даже с несколько более тяжелыми семенами. Аналогичная картина наблюдалась и во всех других поколениях — отбор результатов не давал. На основании шестилетних опытов с 19 чистыми линиями фасоли В. Иоганнсен пришел к выводу о неэффективности проведения отбора в чистых линиях.

Положительные результаты первого опыта с отбором тяжелых и легких семян из сорта Принцесса объяснялись тем, что этот сорт по исследуемому признаку имел наследственные различия, т. е. был популяцией.

*Популяцией* в селекции называют группу особей, имеющих наследственные различия. Следовательно, результативность отбора определяется характером изменчивости того или иного признака или свойства. Отбор результативен в популяциях и неэффективен в чистых линиях. Изменчивость, наблюдаемая в чистой линии, носит модификационный характер, поскольку все потомство чистой линии имеет один и тот же генотип. Изменчивость же в популяции обусловлена разными генотипами, обеспечивающими результативность отбора.

Необходимо, однако, подчеркнуть относительный характер постоянства чистых линий. Под влиянием естественной гибридизации и мутаций они изменяются, и тогда отбор в них становится результативным. Следует также иметь в виду, что чистая линия может быть постоянной не по всем признакам. Гетерозиготность даже по одному какому-либо признаку уже создает возможность для действия отбора. Учитывая это, в практической селекции понятие «чистая линия» заменили понятием «линия».

### МУТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Прерывистое, скачкообразное изменение наследственности какого-либо признака получило в генетике название *мутации*. Этот термин впервые ввел в науку голландский генетик Де-Фриз. Он в течение нескольких лет проводил опыты с растением энотеры (*Oenothera lamarckiana*) и случайно обнаружил у нее экземпляры, отличающиеся очень большим ростом и другими резкими изменениями, оказавшимися наследственными. В результате обобщения своих наблюдений Г. Де-Фриз создал *мутационную теорию*, согласно которой единственными источниками новых изменений организмов служат мутации, т. е. внезапно возникающие качественные наследственные изменения организма, которые в отличие от модификаций не образуют переходов и идут разнонаправленно.

Последующее развитие генетики показало, что Г. Де-Фриз очень верно охарактеризовал природу мутаций и вскрыл основные черты мутационного процесса. Однако он допустил большую ошибку, противопоставив свою мутационную теорию эволюционному учению Дарвина, утверждая, что в природе виды появляются не постепенно под влиянием внешней среды, медленно к ней приспособляясь, а одним прыжком, независимо от окружения. Это положение глубоко ошибочно, оно отрицает влияние на организмы условий внешней среды и дарвиновскую теорию происхождения видов путем естественного отбора.

Появление мутационной теории Де-Фриза способствовало выявлению и описанию мутаций у различных видов животных и растений. Оказалось, что мутации известны давно, некоторые из них под названием «спорты» были описаны Ч. Дарвином. Но природа происхождения мутаций, причины их появления почти четверть века после создания мутационной теории оставались загадочными. Считалось, что они происходят под влиянием каких-то неизвестных внутренних причин, заложенных в самой природе организмов. Но в 1925 г. советские ученые Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов впервые в мире получили мутации у дрожжевых грибов под влиянием лучей радия. Через два года американский генетик Г. Мёллер, облучая дрозофил лучами Рентгена, обнаружил большое число различных мутаций и разработал методику их количественного учета. В 1928 г. в США Л. Стадлер получил рентгеномутации у кукурузы.

Эти открытия имели огромное значение. Они не только позволили установить причины возникновения мутаций, но и открывали возможности овладения в будущем процессом получения нужных наследственных изменений. Процесс возникновения мутаций — *мутагенез* — становится одной из важнейших проблем генетики.

В результате большой работы, проведенной генетиками различных стран, выяснены многие важные вопросы теории и практики этого явления. Мутации происходят в природе, в естественных условиях у всех организмов, от бактерий до человека. Мутационная изменчивость — неотъемлемое свойство всего живого. Мутации можно получить также, воздействуя на организмы соответствующими внешними условиями. В связи с этим мутагенез делится на *естественный*, или *спонтанный*, и *искусственный*, или *индуцированный*.

**Мутагены.** Как в природе, так и в опытах мутации возникают под влиянием различных воздействий, называемых *мутагенными факторами* или *мутагенами*. Применяемые для искусственного получения мутаций мутагены делятся на физические (радиация, температура, механические воздействия) и химические.

Из физических мутагенов особенно широко применяют электромагнитные и корпускулярные излучения. *Электромагнитные* излучения возникают в результате перехода электронов с орбиты на орбиту в пределах внешней оболочки атома (ультрафиолетовые лучи) или перемещения электронов между внутренними оболочками, или внутренними и внешними (лучи Рентгена и гамма-кванты). *Корпускулярные* (ядерные) излучения возникают в результате естественной или искусственной радиоактивности (альфа- и бета-частицы, протоны, нейтроны). Например, нейтроны получают при воздействии на бериллий или литий альфа-лучами (положительно заряженными атомами гелия).

Все виды излучений обладают очень высокой энергией и, попадая в ткани организмов, вызывают образование пар ионов. Их еще называют поэтому *ионизирующими излучениями*.

Ультрафиолетовые лучи относятся к электромагнитным колебаниям, но ионизации они не вызывают, их действие на организм связано с образованием в облученных тканях возбужденных молекул и атомов. Для получения мутаций наиболее широко применяют гамма-лучи, лучи Рентгена и нейтроны. Эти виды ионизирующих излучений лишены заряда и поэтому обладают исключительно большой проникаемостью.

Предполагается, что ионизирующие излучения могут действовать на наследственные структуры клеточного ядра двумя путями: непосредственно ионизируя и возбуждая атомы и молекулы ДНК и белков или через воздействие на них ионизированных молекул воды.

Под действием облучения частота мутаций у растений по сравнению с естественным процессом мутирования увеличивается



примерно в 1000 раз. Число возникающих мутаций зависит от дозы облучения: с увеличением ее до известных пределов число мутаций пропорционально увеличивается. За единицу дозы облучения принят один рентген (Р)\* — количество излучения, вызывающее образование в 1 см<sup>3</sup> сухого воздуха при 0 °С и давлении 760 мм ртутного столба 2,1·10<sup>9</sup> пар ионов. При облучении растений и животных дозу измеряют килорентгенами (кР). Например, гамма-лучи (<sup>60</sup>Со) при воздействии на сухие семена применяют в дозе 5—10 кР.

Различают летальную (смертельную для организма) и критическую дозы облучения. Критической называют такую дозу, при которой наблюдается сильное угнетение организмов, но значительная их часть все-таки выживает и дает большое число мутаций. Так, для большинства видов критические дозы радиации гамма-лучей, при воздействии которых на сухие семена выживает около половины растений, лежат за пределами 10 кР. К наименее радиочувствительным относятся лен и представители капустных. Высокой радиочувствительностью отличаются горох, подсолнечник и клубни картофеля.

Среди химических мутагенов наиболее широко распространены этиленмин (ЭИ), диэтилсульфат (ДЭС), диметилсульфат (ДМС), нитрозоэтилмочевина (НЭМ), нитрозометилмочевина (НММ), а также 1,4-бисдиазоацетилбутан (ДАБ), перекись водорода, азотистая кислота, горчичный газ (иприт) и др. Химические вещества, обладающие особенно высокой активностью, такие, как ацетилбутан, нитрозометилмочевина, этилметансульфонат и некоторые другие способны вызывать до 100% мутаций. Их называют супермутагенами. Обычно химические мутагены применяют в виде водных растворов различной концентрации (обычно в пределах 0,01—0,2%). В них намачивают семена в течение 12—24 ч.

Действие мутагенов на наследственные структуры клеточного ядра носит многообразный характер. Классификация известных типов мутаций позволила выявить в качестве основных следующие из них.

I. Изменения числа хромосом (перестройки генома).

II. Изменения структуры хромосом.

III. Изменения структуры гена — *генные*, или *точковые*, мутации — результат изменения молекулярной структуры ДНК.

Ионизирующее излучение вызывает главным образом хромосомные перестройки, сопровождающиеся резким изменением строения и функций организмов. Большинство их вредно. Химические же мутагены вызывают преимущественно точковые (генные) мутации, влияющие на физиологические и количественные признаки.

**Репарации генетических повреждений.** Бактерии, грибы и клетки высших организмов могут репарировать (исправлять) некоторые генетические повреждения после воздействия мутагенов. Так,

---

\* В единицах СИ 2,58·10<sup>-4</sup> Кл/кг.

например, ультрафиолетовый свет в момент своего действия на клетки бактерий вызывает только потенциальные повреждения ДНК. Если сразу же после обработки клеток ультрафиолетовым светом облучать их видимым светом, то реактивируется более 95 % возможных мутаций.

Способность к репарации зависит от генотипа организма и физиологических условий, в которых оказываются клетки после облучения или обработки химическими мутагенами. Одни организмы обладают очень мощными репарирующими системами и проявляют большую устойчивость к мутагенным воздействиям, у других репарирующие системы оказываются малоэффективными. У одних и тех же организмов работа репарирующих систем и вероятность исправления генетических повреждений очень сильно зависят от условий, в которых находится клетка, особенно от температуры, света и состава питательной среды.

**Классификация мутаций.** Многообразное действие, проявление и влияние мутаций могут быть представлены в виде следующей схемы (см. стр. 83).

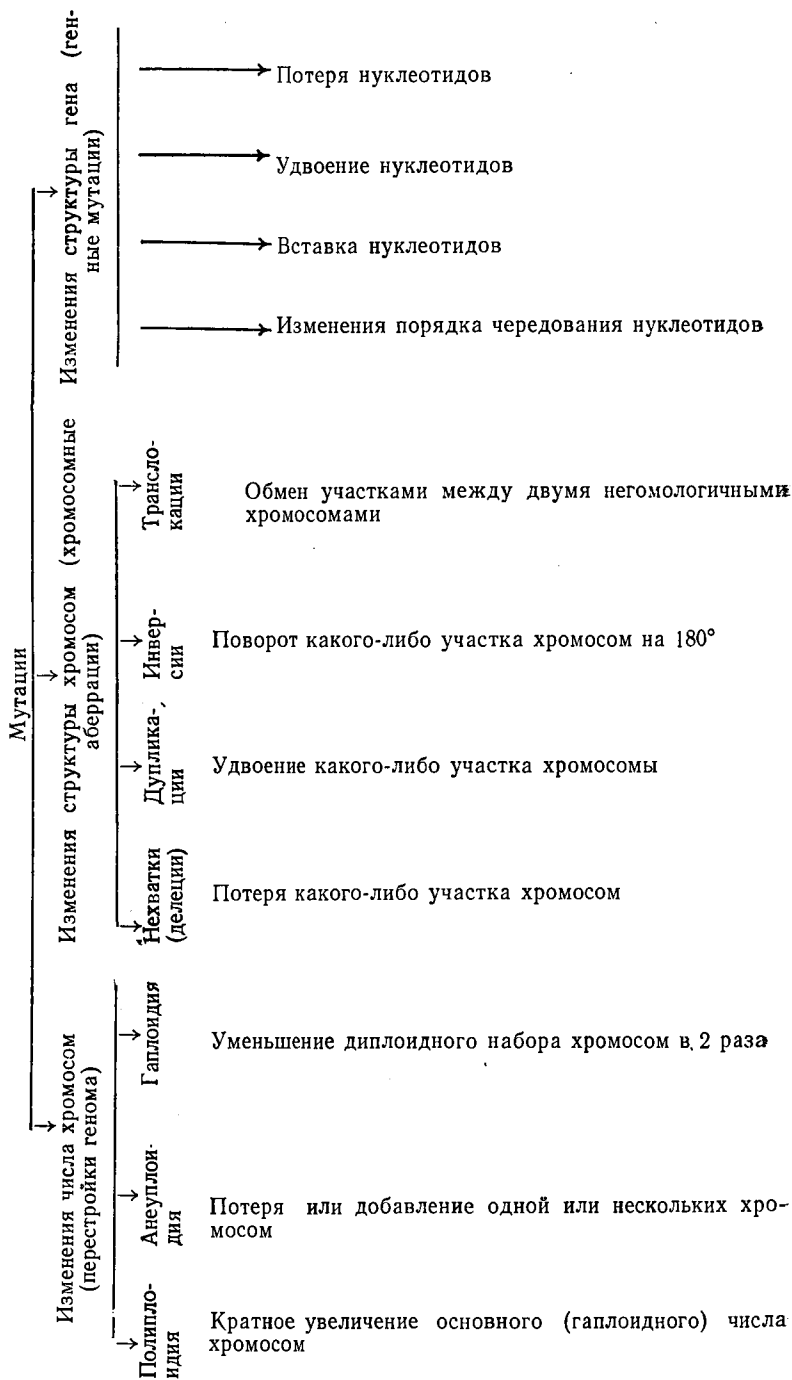
I. По своим действиям мутации делятся на *морфологические*, *физиологические* и *биохимические*. Они могут изменять проявление любого внешнего признака, влиять на функции отдельных органов, рост и развитие организма, вызывать различные изменения химического состава клеток и тканей и т. д.

II. По проявлению мутации могут быть *доминантными* и *рецессивными*. Рecessивные мутации возникают значительно чаще, чем доминантные. Причем доминантные мутации проявляются сразу же, в гетерозиготном состоянии, а рецессивные только после того, как мутировавший ген окажется в гомозиготном состоянии.

III. По влиянию на жизнеспособность организма мутации делятся на *полезные*, *нейтральные* и *вредные*. Полезные мутации повышают устойчивость организма к неблагоприятным внешним условиям, вредные тормозят нормальный ход жизненных процессов, понижают жизнеспособность организма. К ним относятся так называемые летальные (смертельные) мутации, обычно вызывающие гибель организма. Они могут быть и доминантными и рецессивными. Доминантные летальные мутации вследствие своего непосредственного проявления быстро отбрасываются естественным отбором. Рecessивные летальные мутации могут накапливаться в генотипе и проявляться в последующих поколениях. Примером рецессивных летальных мутаций является альбинизм у ячменя, кукурузы и других растений.

**Генеративные и соматические мутации.** Мутационная изменчивость идет на различных этапах развития организма и во всех его клетках. Мутации, возникающие в гаметах и клетках, из которых они образуются, называются *генеративными*, а мутации, происходящие в клетках тела организма, *соматическими*. Генеративные мутации при половом размножении передаются последующим поколениям организмов. Соматические же мутации для эво-

Схема классификации основных типов мутаций



люции и селекции организмов, размножающихся только половым путем, значения не имеют, зато у организмов с бесполом и вегетативным способами размножения они играют большую роль.

У плодовых растений хорошо изучены мутации, происходящие в клетках точек роста, так называемые *почковые* мутации. Раньше их называли *спортами*. Первый, выведенный в 1888 г. И. В. Мичуриным сорт яблони Антоновка шестисотграммовая ведет свое начало от почковой мутации, обнаруженной у сорта Антоновка могилевская.

**Прямые и обратные мутации.** Мутации генов могут быть *прямыми* и *обратными*. Например, у дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз ( $W$ ) может мутировать в рецессивный ген белой окраски ( $w$ ) и наоборот. Схематически прямое и обратное мутирование гена можно изобразить так:  $W \rightleftharpoons w$ .

У большинства генов частота прямых мутаций выше, чем обратных. Очень часто рецессивные мутации вызваны утерей наследственного материала хромосомы, и обратная мутация в этом случае невозможна.

**Малые мутации.** Наряду с мутациями, вызывающими резкие наследственные изменения, были обнаружены мутации, которые могут в незначительной степени изменять физиологические и морфологические признаки организмов. Это так называемые малые мутации, в результате которых, например, может едва заметно укоротиться ость или увеличиться длина колоса, чуть-чуть повыситься морозостойкость или возрасти содержание белка в зерне и т. д.

Малые мутации создают громадную наследственную изменчивость хозяйственно-полезных и биологических признаков (урожайность, содержание питательных веществ, устойчивость к неблагоприятным условиям и т. д.) и имеют очень большое значение в эволюции и селекции.

## ПОЛИПЛОИДИЯ

Наследственные изменения, связанные с кратным увеличением основного (гаплоидного) числа хромосом, занимают среди мутаций особое место. Этот вид наследственной изменчивости получил название *полиплоидии* (от греч. полиплоидия — множество).

Явление полиплоидии очень широко распространено в природе. Много полиплоидов и среди культурных растений. Пшеница, картофель, овес, сахарный тростник, хлопчатник, табак, земляника, слива, вишня, яблоня, груша, лимон, апельсин и многие другие растения — естественные полиплоиды, отобранные человеком за их хозяйственно-полезные качества. По образному выражению П. М. Жуковского, «человек питается преимущественно продуктами полиплоидии».

У многих растений различные виды образуют естественные полиплоидные ряды. Например, в роде пшеница у полбы однозер-

нянки 14 хромосом, у твердой пшеницы — 28, а у мягкой — 42 хромосомы; различные виды картофеля составляют полиплоидный ряд из 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96 и 108 хромосом, а растения рода пырей — из 14, 28, 42, 56 и 70.

При полиплоидии происходят перестройки геномов. Геном — это совокупность генов основного числа хромосом. Число хромосом, в результате кратного увеличения которого образуется полиплоидный ряд, называется *основным* ( $x$ ). У пшеницы, например, основное число  $x=7$ . У диплоидных видов основное число  $x$  и гаплоидное число совпадают. Так, у однозернянки *Triticum monosocum*  $2n=2x=14$ ,  $n=x=7$ . У полиплоидных видов эти числа не совпадают. Например, у мягкой пшеницы *T. aestivum*  $2n=6x=42$ ,  $n=3x=21$ .

Полиплоидия играет очень большую роль в эволюции растений. Она возникла в природе как естественное следствие полового процесса. Диплоидное состояние можно рассматривать как первый шаг в развитии полиплоидии, а первую зиготу, образовавшуюся в результате оплодотворения, — как первую полиплоидную форму. Полиплоидия вызывает глубокие разносторонние изменения природы растений: увеличиваются клетки, возрастает вегетативная масса и мощность растений, очень часто полиплоидные растения имеют более крупные цветки, плоды и семена. Отрицательными свойствами большинства полиплоидов являются растянутый период вегетации и пониженная плодovitость.

Полиплоиды делятся на три основных типа (см. Схему классификации основных типов полиплоидов на стр. 86).

I. *Автополиплоиды* — организмы, получающиеся в результате кратного увеличения одного и того же набора хромосом. При увеличении гаплоидного набора хромосом в 4 раза (или удвоении диплоидного набора) получают тетраплоиды, при увеличении в 6 раз — гексаплоиды, в 8 раз — октаплоиды и т. д.

II. *Аллополиплоиды* — организмы, образующиеся в результате объединения различных наборов хромосом. К разновидностям аллополиплоидов относятся: 1) *амфидиплоиды* (от греч. — двоякоживущие) — организмы, возникшие вследствие удвоения хромосомных наборов двух разных видов или родов; у них восстанавливается парность хромосом, и тем самым ликвидируется стерильность гибридов; 2) *триплоиды* — организмы, получающиеся в результате скрещивания тетраплоидных и диплоидных сортов или форм.

III. *Анеуплоиды* — несбалансированные полиплоиды, имеющие увеличенное или уменьшенное, но не кратное гаплоидному число хромосом. Они возникают в результате потери отдельных хромосом или нерасхождения одной или двух хромосом в анафазе мейоза.

В естественных условиях иногда встречаются, а также могут быть получены искусственным путем формы с уменьшенным в два раза числом хромосом — так называемые *гаплоиды*, которые в по-



давляющем большинстве случаев нежизнеспособны, но представляют большую ценность в качестве исходного материала для получения константных полиплоидных форм, гомозиготных по четырем и более генам. Искусственное получение полиплоидов долгое время было связано с большими трудностями. Переломным в экспериментальной полиплоидии оказался 1937 г., когда для получения полиплоидов был применен алкалоид колхицин — сильный растительный яд, добываемый из растения безвременника осеннего, относящегося к семейству лилейных. Он разрушает в молодых клетках проростков веретено клеточного деления — механизм, обеспечивающий расхождение хромосом к полюсам клеток. Но рост клетки и деление хромосом при этом не прекращаются, и так как клеточная перегородка не образуется, то возникает клетка с двойным числом хромосом. Применяют колхицин в виде водного раствора, обычно 0,1%-ной концентрации. Им обрабатывают прорастающие семена, молодые проростки и пыльцу диплоидных форм в течение 20—24 ч.

В настоящее время полиплоидные формы получены более чем у 500 видов культурных и дикорастущих растений.

### **ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

В огромном количестве разнообразных наследственных изменений можно установить определенные закономерности: родственные в систематическом отношении виды характеризуются сходными типами мутаций. Изучение этого вопроса позволило Н. И. Вавилову показать, что 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 и физиологических признаков. Например, у различных родов злаков — ржи, пшеницы, ячменя, овса, проса, сорго, кукурузы, риса и пырея — был обнаружен ряд сходных наследственных изменений по плечатости зерна, остистости колоса, окраске, форме и консистенции зерна, скороспелости, холодостойкости, отзывчивости на удобрения и т. д. (табл. 5).

На основе обобщения большого числа подобных наблюдений Н. И. Вавилов сформулировал закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Согласно этому закону, виды и роды, генетически близкие, характеризуются исходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Математически этот закон может быть выражен в виде формул:  $A_1 (a+b+c+...)$ ;  $A_2 (a+b+c+...)$ ;  $A_3 (a+b+c+...)$ , где большими буквами обозначены родственные виды или роды растений, а малыми буквами в скобках — ряды сходных наследственных признаков.

Таблица 5. Гомологические ряды в наследственной изменчивости признаков зерна и биологических свойств видов в семействе Мятликовые

Наследственно изменяющиеся признаки и свойства	Рожь	Пшеница	Ячмень	Овес	Просо	Сорго	Кукуруза	Рис	Пырей
<b>Признаки зерна</b>									
Окраска:									
белая	+	+	+	+	+	+	+	+	-
красная	+	+	+	+	+	+	+	+	+
зеленая	+	+	+	+	+	-	+	+	+
черная	+	+	+	+	+	+	+	+	+
фиолетовая	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Форма:									
округлая	+	+	+	+	+	+	+	+	-
удлиненная	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Консистенция:									
стекловидная	+	+	+	+	+	+	+	+	+
мучнистая	+	+	+	+	+	+	+	+	+
восковидная	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<b>Биологические свойства</b>									
Образ жизни:									
озимый	+	+	+	+	-	-	-	+	+
яровой	+	+	+	+	+	+	+	+	+
полуозимый	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Скороспелость:									
поздняя	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ранняя	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Экологический тип:									
гидрофит	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ксерофит	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Холодостойкость:									
низкая	+	+	+	+	+	+	+	+	-
высокая	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Отзывчивость на удобрения:									
высокая	+	+	+	+	-	-	+	-	-
низкая	+	+	+	+	-	-	+	-	-

Примечание. Знаком + обозначены формы, обладающие данным признаком или свойством.

В основе гомологической изменчивости лежат две причины: 1) единство генетической структуры ближайших видов и родов, общность их происхождения; 2) определенное действие отбора в относительно сходных условиях внешней среды.

Использование закона гомологических рядов в селекции позволяет правильно ориентироваться в многообразии наследственных изменений, находить нужные, но отсутствующие в данное время у того или иного вида формы, если они имеются у родственного вида, или создавать их искусственно.

Так, до 20-х годов текущего столетия у твердой пшеницы были известны только остистые разновидности. Но наличие безостых



разновидностей у мягкой пшеницы указывало на возможность существования или создания путем гибридизации безостых форм твердой пшеницы. Они действительно были обнаружены Н. И. Вавиловым в Абиссинии (Эфиопия), а известный саратовский селекционер А. П. Шехурдин в результате скрещивания твердых остистых сортов с мягкими безостыми вывел безостые сорта твердой яровой пшеницы.

Мягкая пшеница представлена в культуре озимыми и яровыми формами. У твердой пшеницы до самого последнего времени были известны лишь типичные яровые формы. На основании закона гомологических рядов в наследственной изменчивости можно было предположить, что и у этого вида будут обнаружены или созданы такие сорта. И они действительно были созданы Ф. Г. Кириченко. С учетом этого же закона были выведены безъязычковые формы ячменя, обнаружены и созданы формы и сорта чечевицы с зелеными семядолями, найдены формы сои с неопушенными бобами и т. д.

Закон гомологических рядов выражает общую закономерность мутационного процесса и формообразования организмов.

## ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ

Новым этапом в развитии генетической науки явилось возникновение молекулярной генетики, когда изучение влияния хромосом на обмен веществ и передачу наследственной информации начали вести на молекулярном уровне.

Химический анализ хромосом показывает, что они состоят из двух основных частей: белка и ДНК, которые соединены в них в общую надмолекулярную структуру, называемую *нуклеопротейдом*. Вначале считалось, что наследственность организмов определяется белковым компонентом хромосом, однако в результате изучения молекулярного строения хромосом накапливались данные, указывающие на то, что в явлениях наследственности ведущая роль принадлежит не белковой части, а ДНК.

### ДНК — ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛЬНЫЙ НОСИТЕЛЬ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

О важнейшем генетическом значении ДНК свидетельствуют следующие факты.

1. Количество ДНК в половых клетках в 2 раза меньше, чем в соматических. При образовании гамет оно уменьшается ровно наполовину и точно восстанавливается в зиготе. Таким образом, изменение содержания ДНК в клетках регулируется в процессе мейоза и оплодотворения. Это указывает на прямую связь ДНК с размножением организмов.

2. Уникальным свойством молекул ДНК, имеющим непосредственную связь с клеточным делением и размножением организ-

мов, является способность их к самовоспроизведению. Кроме ДНК, ни один составной компонент клетки, в том числе и все белки, таким свойством не обладают.

3. Прямым доказательством генетической роли ДНК являются опыты по бактериальной трансформации. Среди пневмококков, вызывающих воспаление легких, есть разновидности (штаммы), имеющие капсульные и бескапсульные оболочки клетки. В описываемых экспериментах убитые нагреванием в воде капсульные бактерии смешали с живыми бескапсульными бактериями и ввели в организм мыши. Через некоторое время в выделениях мыши были обнаружены капсульные бактерии. В контрольном опыте, где мышам вводили только убитые капсульные бактерии, размножения последних не происходило. Следовательно, убитые капсульные бактериальные клетки каким-то образом передавали свои наследственные свойства живым бескапсульным. Химический анализ показал, что убитые клетки капсульных бактерий содержали ДНК, под действием которой и происходила трансформация (передача) признака капсульного строения клеточной оболочки.

Таким образом, все полученные в исследованиях данные убедительно показывали, что ДНК — то химическое вещество, в котором организм сохраняет свои наследственные свойства. Наследственная информация организма записана в структуре молекул ДНК.

### ДНК И БЕЛКИ

Значение белков в жизни организмов определяется тем, что они служат структурным материалом для построения клетки, всех тканей и органов растений и животных, участвуют во всех химических процессах обмена веществ (ферменты-катализаторы). Любые различия между организмами обусловлены различиями в структурном и количественном составе белков, поэтому один из главных вопросов наследственности сводится к выяснению того, как генетическая информация, записанная в химической структуре молекул ДНК, передается в процессы биосинтеза специфических белков, каким образом она претворяется во все вещественные и функциональные признаки и свойства, которыми определяются особенности последующих поколений клеток и организмов.

Белки — это биологические полимеры. Макромолекулы их состоят всего из 20 мономеров — аминокислот, которые входят в молекулы белков в разных количествах, по-разному в них соединяются, чередуются между собой и располагаются в пространстве. Несмотря на огромное многообразие белков, в своей первичной структуре они отличаются друг от друга только порядком расположения аминокислот. 20 аминокислот могут образовать  $10^{24}$  комбинаций, т. е. миллион миллиардов различных белков. А так как любые различия в признаках сводятся к различиям в белках, то такое количество белков создает практически бесконечное разнообразие признаков и свойств организмов.

Различия хотя бы по одной аминокислоте достаточно, чтобы изменить свойство белка, а следовательно, и признак организма. Например, замена в белковой молекуле гемоглобина глутаминовой кислоты на валин ведет к тяжелому малокровию — болезни, получившей название серповидной анемии. Красные кровяные тельца таких больных приобретают полудунную форму и теряют способность связывать молекулы кислорода.

## КОД НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Каким образом молекулярное строение ДНК определяет биосинтез различных белков? ДНК — такой же биополимер, как и белок, но цепь ее молекулы построена не из 20 чередующихся мономерных звеньев, а всего из 4. Это уже известные нам нуклеотиды: аденин, гуанин, цитозин и тимин. Сахар и фосфорная кислота во всех нуклеотидах совершенно одинаковые. Различаются они только азотистыми основаниями. Именно порядком их чередования и обусловлены различия между молекулами ДНК. Последовательность азотистых оснований в молекуле ДНК определяет последовательность аминокислот в молекуле белка. Это соответствие последовательности и расположения азотистых оснований в ДНК расположению аминокислот в синтезируемом белке называется *генетическим кодом* или *кодом наследственности*. Следовательно, формы и функции всех организмов, их индивидуальные и видовые различия определяются комбинацией четырех азотистых оснований молекулы ДНК.

Какое же минимальное количество нуклеотидов может определять (кодировать) образование одной аминокислоты? Если бы каждая из 20 аминокислот кодировалась одним основанием, то ДНК должна бы иметь 20 различных оснований, фактически же их только 4. Очевидно, сочетания двух нуклеотидов также недостаточно для кодирования 20 аминокислот. Оно может кодировать лишь 16 аминокислот ( $4^2=16$  сочетаний). Сочетание же трех нуклеотидов дает 64 комбинации и, следовательно, способно кодировать более чем достаточное количество аминокислот для образования любых белков. Сочетание трех нуклеотидов называется *триплетным кодом*.

В триплетном коде аминокислоты кодируются тройками оснований (например, УУУ, ЦГЦ, АЦА и т. д.). Представление о триплетном коде было подтверждено многочисленными генетическими и биохимическими экспериментами. Участок цепи ДНК из трех нуклеотидов, определяющий включение в белковую молекулу строго определенной аминокислоты, называется *кодоном*.

Идея генетического кода объясняет образование белка со строго определенным порядком аминокислот в его полипептидной цепи в зависимости от нуклеотидного состава ДНК. Но сам процесс синтеза белка долгое время оставался неясным. ДНК находится в клеточном ядре, а белок синтезируется в рибосомах. Тре-

бывалось объяснить, каким материальным механизмом ДНК связана с рибосомами. Ответ на этот вопрос был дан после открытия РНК и установления ее роли в процессе биосинтеза белка.

### БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

На основе работ многих ученых была выдвинута матричная теория биосинтеза белка, согласно которой биосинтез белка — это очень сложный многоступенчатый процесс, осуществляемый при участии ДНК, различных видов РНК и разнообразных ферментов.

На молекуле ДНК синтезируется молекула и-РНК-матрица, при этом наследственная информация как бы «считывается» ею (транскрибируется), а затем на и-РНК-матрице синтезируется белок, т. е. последовательность азотистых оснований РНК переводится (транслируется) в последовательность аминокислот белка.

Биосинтез белка состоит из четырех этапов.

1. Активирование аминокислот, связываемых в дальнейшем в полипептидные цепи белковой молекулы.
2. Перенос аминокислот к местам синтеза белка — рибосомам.
3. Расположение аминокислот на и-РНК-матрице в порядке, определяемом чередованием нуклеотидов ДНК, и замыкание пептидных связей.

4. Приобретение линейной молекулой полипептидной цепи объемной структуры.

Рассмотрим этот процесс более подробно, пользуясь схемой на рисунке 20. Активация аминокислот происходит при помощи особого фермента и АТФ — вещества, богатого энергией. Активированная аминокислота снимается с активирующего ее фермента и переносится в рибосому на высокомолекулярную информационную РНК (и-РНК). Перенос аминокислот в рибосому осуществляется транспортными, или растворимыми, РНК (т-РНК). Каждой аминокислоте соответствует своя т-РНК. Перенеся соответствующую аминокислоту в рибосому, т-РНК возвращается для транспортировки такой же новой аминокислоты.

Информационная РНК выполняет функции посредника

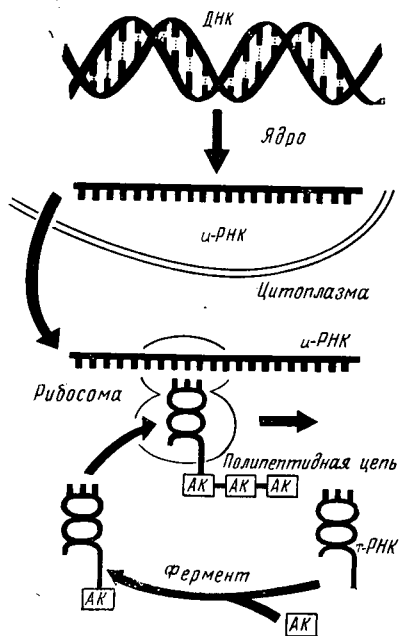


Рис. 20. Схема биосинтеза белка (АК — аминокислота).

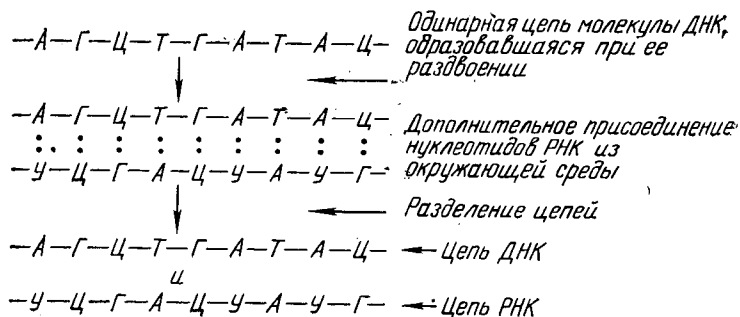


Рис. 21. Схема образования информационной РНК (и-РНК) на ДНК-матрице.

между ДНК клеточного ядра и рибосомой. Она синтезируется в клеточном ядре, причем матрицей для нее служит ДНК. Этот процесс идет также, как было описано в первой главе, при удвоении молекул ДНК. Синтезированная и-РНК полностью отражает последовательность нуклеотидов ДНК-матрицы, только вместо тимина к аденину будет присоединяться урацил. Схема этого процесса показана на рисунке 21.

Синтезированная в клеточном ядре цепь и-РНК проникает через ядерную оболочку в цитоплазму и включается в рибосомные частицы. Здесь она сама становится матрицей для синтеза белковых молекул. При этом аминокислоты в полипептидной цепи присоединяются друг к другу в соответствии с расположением триплетов в цепи молекул и-РНК. Изменения в расположении триплетов вдоль цепи молекул и-РНК неизбежно вызывают соответствующие изменения в последовательности аминокислот в строящейся белковой молекуле. Следовательно, любые изменения, происходящие в чередовании или структуре нуклеотидов ДНК, должны вызывать синтез других белков и соответственно этому развитие иных признаков и свойств организма.

### РНК — ЗАВИСИМЫЙ СИНТЕЗ ДНК

Открытием огромной важности в молекулярной биологии явилось установление фактов РНК — зависимого синтеза ДНК. В РНК-содержащих онкогенных вирусах обнаружен фермент, катализирующий синтез ДНК на матрице РНК. Этот фермент, названный обратной транскриптазой или ревертазой, в определенных условиях осуществляет обратный синтез (обратную транскрипцию). При этом матрицей служит РНК, на основе которой строится ДНК. РНК-содержащий вирус, проникнув в клетку, с помощью фермента обратной транскриптазы создает ДНК, которая объединяется с ДНК клетки, вследствие чего продолжается об-

разование новых опухолевых клеток и репликация вирусных частиц. Следовательно, в редких, особых случаях РНК может служить матрицей для ДНК. Открытие фермента обратной транскрипции оказало большое влияние на развитие вирусно-генетической теории рака, стимулирование исследований по генной инженерии, ферментативному синтезу генов, иммуногенезу и другим важнейшим проблемам современной биологии.

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ГЕНА

В истолковании природы и функции гена в первоначальный период развития генетики было высказано много ошибочных гипотез, пытавшихся представить гены как автономные и неизменные единицы, сочетание которых, подобно атомам, создает все многообразие жизни на Земле. Считалось, что ген не участвует в реакциях обмена веществ, протекающих в организме, и не может изменяться под влиянием условий внешней среды.

В процессе развития генетики эти ошибочные представления были преодолены. Было установлено, что ген способен удваиваться, изменяться и во взаимодействии с внешними условиями определять в существенных чертах развитие определенного признака или свойства. Гены не являются зачатками признаков. Признаки организмов не передаются в процессе размножения в готовом или в зачаточном виде от одного поколения другому. Они в каждом поколении развиваются заново. По наследству передаются только материальные наследственные структуры, на основе которых развивается организм со всеми его признаками и свойствами. Отсюда вытекает важнейшее положение современной биологии о невозможности наследования признаков, приобретаемых организмами в течение их индивидуального развития.

Гены изменяются под влиянием различных внешних условий, но эти изменения всегда связаны с их молекулярной перестройкой, поэтому приспособление организмов к действующим на них внешним условиям происходит не прямо, а в результате отбора.

Представление о гене, как об участке молекулы ДНК, и изучение регуляции белкового синтеза позволили установить единство структуры и функции гена. Являясь носителями наследственной информации, гены определяют последовательную цепь процессов морфологической и биохимической дифференциации организма на протяжении всей его жизни.

В хромосомной теории наследственности ген рассматривался как неделимая единица. Молекулярная генетика опровергла это положение. Установлено, что ген состоит из единиц низшего порядка — нуклеотидов, значительно меньших его по размерам, но сохраняющих способность к рекомбинации и мутации. Их количество и взаиморасположение определяют специфичность каждого отдельного гена. Ген имеет определенную величину, выраженную числом нуклеотидов и молекулярной массой.

В 1969 г. был выделен в чистом виде один из генов кишечной палочки, а недавно ученые Массачузетского технологического института (США) синтезировали искусственный ген простейшей бактерии. Пересаженный в живую бактерию, он функционировал как естественный.

## ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Открытие способности чужеродной ДНК проникать в клетку хозяина и объединяться с ее геномом привело к возникновению в молекулярной биологии нового направления — генной (генетической) инженерии, т. е. целенаправленного изменения наследственных свойств животных и растений путем синтеза или извлечения генов из одних организмов и введения их в клетки других. У высших организмов большие перспективы для переноса чужеродной наследственной информации открываются в связи с разработкой метода гибридизации клеток. Прикладное значение генной инженерии исключительно велико. Очень заманчивой представляется идея создания культурных злаков, содержащих гены фермента нитрогеназы, необходимого для ассимиляции атмосферного азота. Такие гены известны у некоторых бактерий, которым не требуются для роста соли аммиака или азотной кислоты. В самое последнее время показана возможность переноса генов бактерий в клетки растений. Генная инженерия может в дальнейшем беспредельно изменить возможности отдаленной гибридизации растений.

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Одна из самых удивительных загадок природы состоит в том, что в результате слияния при оплодотворении двух простых клеток, в которых нет никаких зачатков зародышей органов и признаков будущего организма, образуется зигота, воспроизводящая сложно организованную особь нового поколения. Сигналом для начала деления воспроизводящей клетки и развития нового организма служит проникновение в яйцеклетку сперматозоида (спермия у растений) или действие какого-либо внешнего фактора, чаще всего наступление определенной температуры. В результате большого числа последовательно проходящих митотических делений воспроизводящей клетки совершаются превращения, приводящие к дифференциации тканей зародыша и воспроизведению в строгой последовательности органов, признаков и свойств организма.

Жизненный цикл покрытосеменного растения осуществляется в процессе формирования и развития органов, т. е. органогенеза, когда последовательно реализуется наследственная информация, запрограммированная в генотипе организма. Основные этапы органогенеза следующие: развитие зародыша, формирование семе-

ни, развитие почки, затем листа, корня, стебля и репродуктивных органов.

Индивидуальное развитие (онтогенез) является следствием и отражением длительного исторического процесса взаимосвязи организма с внешней средой. Этот процесс закрепляется в генотипе организма. Индивидуальное развитие начинается с оплодотворенной яйцеклетки и продолжается до смерти организма. Оно осуществляется на основе генотипа в определенных условиях внешней среды. В онтогенезе происходит дифференциация соматических тканей, при этом клетки претерпевают изменения, однородность их ядра и хромосом в большинстве случаев утрачивается.

Зигота содержит «записанную» в структуре молекул ДНК программу развития будущего организма. Развивающиеся из нее дочерние клетки получают информацию, которая позволяет им во взаимодействии с условиями внешней среды вырасти в заранее predetermined организм. Например, в совершенно одинаковых условиях выращивания ржи и пшеницы будет реализоваться наследственность, присущая этим двум родам растений. В любых условиях, если они не вызывают гибели организма, зигота пшеницы развивается в растение пшеницы, а оплодотворенная яйцеклетка ржи дает рожь.

Однако признаки, свойственные данному виду или сорту растений, в процессе онтогенеза под влиянием различных внешних условий могут сильно изменяться, но наследование этих признаков невозможно, так как все они исчезают вместе со смертью организма. В каждом новом поколении признаки развиваются заново на основе передачи наследственных молекулярных структур — генов. Новые признаки и свойства возникают у организмов лишь в результате изменения генетического материала воспроизводящих клеток.

Онтогенез, несмотря на его целостность, складывается из последовательно проходящих морфологических и физиологических процессов, выражающихся в изменении характера роста, биохимических, физиологических превращений и дифференциации тканей и органов.

И. В. Мичурин одним из первых обратил внимание на то, что растения проходят в своем развитии ряд различных этапов. Это свойство онтогенеза он успешно использовал для разработки метода воспитания гибридов многолетних плодовых растений в течение их индивидуального развития. Таким путем ему удавалось, используя сложную гибридную природу семян плодовых растений, придавать им нужные хозяйственно-ценные свойства.

Овладение процессом управления индивидуальным развитием организмов — одна из важнейших задач генетики. Для успешного ее решения необходимо изучение норм реакции и характера действия различных факторов среды на реализацию наследственной основы определенных генотипов, что позволит вскрыть новые возможности значительного повышения урожайности растений.



## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Тема 1. Изучение изменчивости организмов путем анализа снопового материала

Для изучения изменчивости растений лучше всего использовать сноповый материал пшеницы. У этой культуры имеется большое количество четких морфологических признаков, анализируя изменчивость которых можно составить представление о характере изменчивости в популяциях и сортах.

Берется сноповый материал районированного сорта озимой или яровой пшеницы. Анализировать лучше всего сто взятых подряд растений. У каждого из них измеряют высоту стебля, длину колоса, количество колосков в колосе, число зерен в колосе.

Характер изменчивости признаков в популяции лучше всего изучать на предварительно размноженном гибридном материале, получаемом на практических занятиях по технике гибридизации. При отсутствии такого материала можно использовать механическую смесь нескольких сортов, различающихся по морфологическим признакам. Кроме признаков, изучавшихся у сорта, здесь устанавливают различия растений по окраске колоса и зерна (красная или белая), отсутствию или наличию опушения колосковых чешуй, остистости или безостистости и т. д.

### Тема 2. Решение задач на моногибридное и дигибридное скрещивания

Для закрепления знаний по основным закономерностям наследственности и изменчивости организмов при внутривидовой гибридизации, лучшего усвоения понятий гомо- и гетерозиготности, доминантности и рецессивности, расщепления и независимого комбинирования признаков решаются задачи на моногибридные и дигибридные скрещивания.

У фасоли черная окраска семян доминирует над белой.

1. Обозначим ген черной окраски семян  $A$ , а белой —  $a$ . Какие типы гамет в отношении этих генов дадут растения, имеющие генотип  $AA$ ,  $Aa$ ,  $aa$ ?

2. Если скрестить растение, гомозиготное по черной окраске семян, с белосемянным растением, каков будет фенотип:  $F_1$ ,  $F_2$ ; потомства от возвратного скрещивания растения  $F_1$  с его белосемянным и черноссемянным родителем?

3. При скрещивании растения, имеющего черные семена, с растением, имеющим белые семена, получено потомство, у которого половина черных, а половина белых семян. Каковы генотипы обоих родителей?

4. Какие гаметы образуют растения с указанными ниже генотипами и какова окраска семян в потомстве каждого из следующих скрещиваний:  $Aa \times Aa$ ;  $AA \times Aa$ ;  $aa \times AA$ ;  $Aa \times aa$ ?

5. При скрещивании двух растений с черными семенами получили около  $\frac{3}{4}$  черных семян и около  $\frac{1}{4}$  белых. Каковы генотипы обоих родителей? Какое будет потомство каждого из них при скрещивании их с растениями, имеющими белые семена?

6. При скрещивании черносемянного растения с белосемянным образовались только черные семена. Какая будет окраска семян от скрещивания между собой двух таких черносемянных особей в  $F_1$ ?

У пшеницы безостость *А* доминирует над остистостью *a*, а красная окраска колоса *В* над белой окраской *b*.

7. Остистое белоколосое растение скрестим с гомозиготным безостым красноколосым растением. Каков будет генотип: растений  $F_1$ , потомства от возвратного скрещивания  $F_1$  с остистым белоколосым родителем и с безостым красноколосым родителем?

8. Какие гаметы образуют растения с приведенными ниже генотипами и каков будет внешний вид колоса в потомстве каждого из следующих скрещиваний:  $AAbb \times aaBB$ ;  $AaBb \times Aabb$ ;  $AaBB \times \times aabb$ ;  $AaBb \times aabb$ ;  $AaBb \times AaBB$ ;  $AaBb \times AaBb$ ?

9. При скрещивании растений безостого красноколосого сорта с растениями остистого белоколосого сорта получено одинаковое количество безостых красноколосых и безостых белоколосых растений. Определить генотипы родителей.

10. Два безостых красноколосых растения, скрещенные между собой, дали 28 безостых красноколосых, 9 безостых белоколосых, 10 остистых красноколосых и 3 остистых белоколосых растения. Определить генотипы родителей.

В качестве примера разберем ход решения двух задач.

**Задача 3.** Обозначим растение, выросшее из черного семени, *Aa*, а белосемянное — *aa*.

Первое образует два типа гамет — *A* и *a*, гаметы белосемянного растения будут одинаковы — *a*. Возможны два типа сочетаний мужских и женских половых клеток:  $A \times a$  и  $a \times a$ . При этом половина семян будет черносемянными (*Aa*) и половина белосемянными (*aa*). Следовательно, генотипы родителей нами установлены правильно. Если бы мы обозначали генотипы черносемянного растения *AA*, то все бы потомство оказалось черносемянным.

**Задача 10.** Обозначим ген безостости буквой *A*, а ген остистости — буквой *a*, гены красной и белой окраски колоса соответственно *B* и *b*. Тогда генотипы обоих родителей будут иметь формулу *AaBb*. Построим решетку Пеннета, как это указано на странице 60.

Подсчет фенотипов дает отношение 9:3:3:1. Оно кратно отношению 28:9:10:3. Следовательно, генотипы родительских растений определены нами правильно.

### Контрольные вопросы

1. Что такое наследственность и изменчивость организмов? Каково значение работ Г. Менделя для изучения наследственности?

2. В чем заключается: а) метод генетического анализа; б) правило единообразия гибридов первого поколения?
3. Что такое доминирование?
4. В чем состоит: а) правило расщепления гибридов второго поколения; б) закон чистоты гамет?
5. Что такое: а) аллельные гены; б) моногибридное скрещивание; в) гомо- и гетерозиготность?
6. В чем состоит правило независимого комбинирования генов?
7. Что такое: а) комплементарное действие генов, б) эпистаз, в) полимерия?
8. Каковы основные положения хромосомной теории наследственности?
9. Как проявляется изменчивость организмов?
10. Что такое: а) модификация и норма реакции организма; б) популяция и чистая линия?
11. Что такое мутации и каково их значение в эволюции организмов и в селекции? Какие существуют мутагены и как их используют для получения мутаций?
12. Что такое полиплоидия?
13. В чем заключается закон гомологических рядов в наследственной изменчивости?
14. Как была доказана ведущая роль ДНК в явлениях наследственности?
15. Что такое код наследственности и как он реализуется в процессе размножения и развития организмов?
16. Что нового внесла молекулярная биология в понимание структуры и функции гена?

## Глава 4

# ОБЩИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ



### ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ВИДЫ И ЗНАЧЕНИЕ СОРТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Задачей селекции является создание новых сортов, превосходящих по хозяйственно-полезным признакам сорта, уже распространенные в производстве. Для выведения новых сортов необходим исходный материал. Его получают, используя разнообразие культурных и диких растений, путем гибридизации и создания искусственных мутаций. Для правильного использования исходного материала необходимо знание систематики растений.

### СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ГРУППИРОВКА КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

В настоящее время известно около 1800 тыс. видов организмов, в том числе более 500 тыс. видов растений, из них 300 тыс. видов покрытосеменных. Чтобы разобраться в большом разнообразии животных и растений, их классифицируют и систематизируют. Наука, разрабатывающая принципы классификации органического мира, называется *систематикой*. Это основа познания животного и растительного мира. Задача ее заключается в построении естественной системы, отражающей процесс эволюции живых веществ. На основании общности происхождения организмов их объединяют в группы — систематические таксономические единицы. Основная систематическая единица — вид.

*Видом* называется совокупность особей, родственных по происхождению и имеющих качественные отличия от других видов. Особи одного вида сходны между собой, легко скрещиваются и дают плодovitое потомство. Они приспособлены к жизни в определенных условиях и вследствие этого занимают определенный ареал.

В середине XVIII в. шведский натуралист К. Линней предложил для обозначения видов двойную, так называемую *бинарную номенклатуру*, основанную на принципе объединения близких видов в более крупные систематические группы — *роды*.

Каждое растение в бинарной номенклатуре обозначается двумя латинскими словами. Первое — название рода, оно пишется с заглавной буквы, следующее за ним собственно видовое название со строчной. Например, вид пшеница мягкая в бинарной номенк-

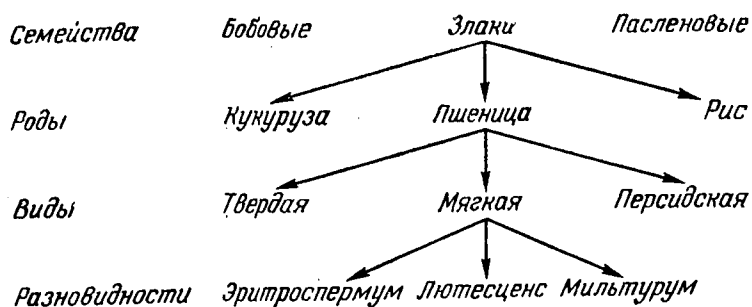


Рис. 22. Схема ботанической классификации растений на примере семейства Мятликовые.

латуре обозначается *Triticum aestivum*, вид картофель культурный — *Solanum tuberosum*.

Ботаническая классификация растений включает и другие систематические единицы. Близкие роды объединяются в одно *семейство*, виды делятся на *разновидности*. При изучении и использовании исходного материала в селекции необходимо знать соподчинение следующих основных систематических единиц: семейство — род — вид — разновидность. На примере семейства злаковые его можно представить в виде схемы, изображенной на рисунке 22.

На данной схеме семейства представлены как высшие систематические единицы, с которыми приходится иметь дело в практической селекционной работе. В общей же ботанической классификации семейства входят в порядки, порядки — в классы, классы — в типы и т. д. Чем выше ступень классификации, тем резче различия между составляющими ее единицами. В качестве низших единиц на схеме показаны разновидности, различий между которыми значительно меньше, чем между видами. Так, вид пшеницы делится на разновидности только по различиям в окраске колоса, наличию или отсутствию остей, их окраске, опушению колосковых чешуй и цвету зерна. Разновидности в ботанической систематике делятся на *формы*. Но для систематизации форм в пределах разновидностей нет определенных разграничений, и поэтому в схеме они не приводятся.

Ботаническая систематика — лишь первый шаг в познании многообразия культурных растений. Для практической селекции таких знаний совершенно недостаточно. Необходимо знать не только виды и разновидности данной культуры, но и их биологические особенности, с которыми связано приспособление растений к различным условиям произрастания. Растения, относящиеся к одной и той же ботанической разновидности, но разного географического происхождения, могут резко отличаться по устойчивости к засухе, низким температурам, поражению болезнями и повреждению вредителями, а также иметь биохимические различия. Растения

двух форм могут относиться к разным разновидностям, но характеризоваться сходными биологическими особенностями.

Так как между формами растений в пределах одного вида существуют биологические различия, в селекции очень важно понятие *экологический тип*, или *экотип* (от греч. эйкос — дом). Это относительно наследственно устойчивая форма данного вида, приспособленная к существованию в определенных почвенно-климатических условиях. Например, северная и южная форма костра безостого — два отдельных экотипа этого вида; они существенно отличаются по биологическим признакам.

Наука, изучающая взаимоотношения растений и окружающей среды, закономерности формирования экотипов, называется *экологией*. Для различных видов растений экология установила три важных общих экотипа: ксерофит, гигрофит и мезофит. Растения, приспособленные к засушливым условиям существования, называются *ксерофильными*, к жизни в избыточно увлажненных местобитаниях — *гигрофильными*, а к произрастанию в условиях среднего (достаточного) увлажнения — *мезофильными*.

Для селекции необходимо иметь характеристику одних и тех же и различных по хозяйственно-биологическим признакам форм растений при выращивании их в разных почвенно-климатических условиях. При этом наиболее важны следующие показатели:

- 1) различия в продолжительности вегетационного периода и его структуре, т. е. в прохождении отдельных фаз развития;
- 2) количественные признаки, определяющие урожай (число и масса семян, плодов и т. д.) и его структуру;
- 3) вегетативные признаки (длина стебля, облиственность, степень отрастания после различных повреждений и т. д.);
- 4) особенности цветения (открытое, закрытое, изменение типа цветения при различных показателях температуры и увлажнении);
- 5) степень устойчивости: к различным формам засухи (почвенной, атмосферной, комбинированной, весенней и летней), к действию низких температур (для озимых растений — различия по зимостойкости), к различным видам болезней с учетом расового состава паразитов, к повреждениям сельскохозяйственными вредителями, к полеганию, осыпанию и другим признакам, определяющим приспособленность к механизированной уборке урожая;
- 6) различия по биохимическому составу урожая (изменчивость содержания белка, сахара, крахмала, жира и т. д.);
- 7) отношение к условиям увлажнения (ксерофильный, гигрофильный или мезофильный типы развития).

Характеристика растительных форм, степень их сходства и различий по названным и многим другим биологическим особенностям даются в результате их эколого-географической группировки.

Эколого-географическая систематика культурных растений, основоположником которой является академик Н. И. Вавилов, отражает определенные закономерности в дифференциации видов на

эколого-географические группы. Каждая такая группа характеризуется сходными для всех культур признаками, сформировавшимися под влиянием отбора в одних и тех же природно-географических условиях, причем различия между растениями разных групп значительны как по морфологическим признакам, так и по физиологическим свойствам. Эколого-географическая систематика дает селекционеру возможность ориентироваться в огромном многообразии культурных растений и помогает отыскивать нужные формы и сорта.

В нашей стране проведено эколого-географическое изучение многих культур, выделены и описаны основные экотипы, сложившиеся в различных условиях местообитания и возделывания. Например, для пшеницы, по данным ВИР, установлены следующие основные экологические группы: степная, лесостепная, лесная, западноевропейская, северная скороспелая, среднеазиатская, горно-таджикская, предгорная, азербайджанская.

Изучение культурных растений на основе эколого-географических принципов позволило выяснить роль естественного и искусственного отбора и значение внешних условий в формировании различных экотипов. В полном соответствии с учением Дарвина эколого-географическая систематика устанавливает, что эволюция культурных растений во времени и в различных географических условиях связана с деятельностью человека по отбору и возделыванию растений.

По схеме, предложенной Н. И. Вавиловым, вид разделяется на различные эколого-географические типы, которые, в свою очередь, делятся по немногим, но хорошо различимым признакам на ботанические разновидности, а ботанические разновидности — на формы и сорта. Следовательно, изучение исходного материала в селекции растений необходимо вести на основе ботанической и эколого-географической систематики.

## ПРИЗНАКИ И СВОЙСТВА РАСТЕНИЙ

В результате постоянной изменчивости растений между ними создаются морфологические, физиологические и биохимические различия, которые используются и усиливаются в процессе отбора при создании новых сортов. Сорта качественно, т. е. в существенных чертах, различаются между собой по их признакам и свойствам.

Любая форма или сорт растений характеризуется совокупностью многих признаков и свойств. Признаками называются морфологические особенности и черты строения растений. К ним относятся: высота растений, число и величина листьев, толщина стебля, число междоузлий и побегов кущения (у злаков); величина колоса, метелки, початка, клубня, корнеплода, плода, крупность зерна; наличие или отсутствие остей и опушения, плотность колоса или метелки (у злаков); окраска семян и плодов и т. д.

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

Признаки растений условно делят на две группы: *качественные*, легко определяемые глазомерно (окраска, форма, наличие или отсутствие остей, опушенности и т. д.), и *количественные*, устанавливаемые путем измерения, взвешивания и подсчета (число зерен в колосе и початке, масса клубней и корней, крупность семян, длина и толщина стебля и т. д.). Любому качественному признаку можно дать количественную характеристику, но этого в большинстве случаев не делают, так как достаточная определенность в оценке достигается глазомерно. Нередко глазомерных наблюдений вполне достаточно и для установления количественных признаков. Так, при оценке некоторых сортов по высоте стебля ограничиваются характеристикой: *высокий, средний, низкий*. Определяя величину зерна, нередко оценивают его как *крупное, среднее, мелкое* и т. д.

Физиологические, биохимические и технологические особенности растений называются свойствами. *Физиологические* свойства растений — это степень их засухоустойчивости, холодостойкости, зимостойкости, устойчивости к болезням и вредителям, реакция на условия освещения, отзывчивость на высокий агрофон, в том числе применение удобрений, орошение и т. д. *Биохимические* свойства растений определяются количественным и качественным составом различных веществ: белка, крахмала, сахара, жира, эфирных масел, витаминов, алкалоидов. *Технологические* свойства растений связаны с их промышленной переработкой: выход муки из зерна при помолке; объем и пористость выпекаемого из муки хлеба; количество экстрактивных веществ в зерне ячменя, перерабатываемого на пиво; пригодность для консервирования плодов и ягод; технические данные волокон у прядильных культур и т. д.

Основной показатель ценности сорта — его урожайность. *Урожайность* — это сложное сочетание многих хозяйственно-биологических признаков и свойств растения.

Любой признак или свойство организма в каждом поколении развивается заново на основе одного или нескольких генов при взаимодействии их с внешними условиями. Так как внешние условия, в которых развивается организм, никогда не бывают постоянными, один и тот же признак выражается в различных величинах (модификациях), причем качественные признаки более жестко контролируются генами и обладают большей устойчивостью. Вследствие этого развитие их относительно меньше зависит от колебания внешних условий и носит прерывный характер. Количественные же признаки определяются, как правило, большим числом генов и менее жестко контролируются ими. Вследствие меньшей устойчивости и сильной зависимости от колебания внешних условий развитие их носит непрерывный характер.

Степень изменчивости как качественных, так и количественных признаков растений под влиянием внешних условий различна. По-



этому селекционеру 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, а также норму реакции исследуемого сорта на различные условия выращивания.

Это необходимо для подбора форм при выведении нового сорта и для создания наилучших условий уже выращиваемым сортам. У кукурузы известны карликовые (высотой 50—60 см) и высокорослые (более 5 м) формы. Такая изменчивость высоты стебля наследственно обусловлена. Карликовые формы представляют интерес в селекции зернового направления, высокорослые — для получения большого урожая силосной массы. При самых благоприятных условиях выращивания карликовые формы не увеличивают значительно урожай зеленой массы и для использования на силос непригодны. Высокорослые формы проявляют полно свои наследственные возможности лишь при хорошей агротехнике, при низкой они в значительной степени утрачивают свои замечательные качества силосной культуры и могут быть даже менее продуктивны, чем обычные среднерослые сорта.

Содержание белка в зерне ячменя изменяется в очень широких пределах — от 9 до 18%. В соответствии с этим различают сорта пивоваренного ячменя — с низким процентом белка и сорта кормового ячменя — с высоким процентом белка. Но содержание белка, определяемое генотипом, как и любое другое свойство, в очень сильной степени зависит от условий возделывания. При пониженной влажности, высокой солнечной радиации и температуре воздуха процент белка у всех сортов увеличивается, тогда как при пониженной солнечной радиации, избытке влаги и относительно невысокой температуре — снижается. С учетом этого пивоваренные, наследственно менее белковые сорта ячменя, для того чтобы у них это свойство могло проявиться в полной мере, выращивают в западных и северных областях, а наследственно высокобелковые сорта кормового ячменя — в южных и юго-восточных степных областях, где имеются лучшие условия для накопления белка.

Даже такие стойкие признаки, как безостость или окраска остей у некоторых сортов пшеницы, модифицируются под влиянием условий выращивания. При сухой жаркой погоде после начала колошения у отдельных безостых сортов образуются зачатки остей, при влажной погоде в это же время у некоторых остистых сортов ости, имеющие в обычных условиях черную окраску, становятся белыми.

Все культурные растения, а также их дикие сородичи представлены большим разнообразием сортов и форм, различающихся по многим признакам и хозяйственно-биологическим свойствам. Это важная предпосылка успеха селекционной работы.

## ПОНЯТИЕ О СОРТЕ

Для успешного ведения селекционно-семеноводческой работы и правильного использования сортов в сельскохозяйственном производстве необходимо хорошо представлять, что такое сорт. Очень важно знать, что общего у всех или определенной группы сортов и чем они отличаются друг от друга.

В систематике растений понятия «форма» и «сорт» совпадают. Но это совпадение неполное, оно касается лишь ботанического и экологического сходства между ними. Между сортом и ботанической формой имеется коренное различие. Сорт создается человеком и является средством сельскохозяйственного производства.

*Сортом* называется группа сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам культурных растений, отобранных и размноженных для возделывания в соответствующих природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции. При этом важно подчеркнуть следующие основные моменты.

1. Группа растений, составляющих сорт, имеет общее происхождение. Она представляет собой размноженное потомство одного или немногих растений.

2. Размножая родоначальные исходные растения, в их потомстве путем отбора добиваются сходства по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам. Степень этого сходства в зависимости от исходного материала и методов отбора может быть различной.

3. Сорт создается для возделывания в определенных природных и производственных условиях. При наличии соответствующих природных и производственных условий сорт должен обеспечивать получение устойчиво высоких урожаев и качественной продукции.

Сорта сельскохозяйственных растений различаются по происхождению и способам выведения. По происхождению они делятся на местные и селекционные. *Местными* называют сорта, созданные в результате длительного действия естественного и простейших приемов искусственного отбора при возделывании той или иной культуры в определенной местности. Очень много хороших местных сортов различных культур создано в результате народной селекции. Многие из них, обладая большим разнообразием хозяйственно-биологических признаков, служат ценным исходным материалом для выведения селекционных сортов.

*Селекционными* называются сорта, созданные в научно-исследовательских учреждениях на основе научных методов селекции. Они отличаются значительно большей выравненностью по морфологическим признакам и хозяйственно-биологическим свойствам: сорта-линии, сорта-клоны, мутантные сорта и сорта гибридного происхождения.

*Сортами-популяциями* называются сорта, получаемые путем массового отбора перекрестноопыляющихся или самоопыляющихся

ся растений. Они наследственно неоднородны. Сорто-популяции самоопылителей в большинстве случаев неоднородны морфологически и по хозяйственно-биологическим свойствам. Сорто-популяции перекрестноопылителей благодаря постоянному перекрестному опылению отличаются высокой выравненностью. Все местные сорта и сорта перекрестноопыляющихся культур — сорта-популяции.

*Линейными* называются сорта, выведенные путем индивидуального отбора у самоопыляющихся культур. Линейный сорт — это размноженное потомство одного растения, поэтому он отличается высокой выравненностью по всем признакам и свойствам. Под влиянием естественного переопыления, механического засорения и мутации линейные сорта постепенно утрачивают свою однородность. К линейным сортам относятся озимая пшеница Ульяновка и Горьковчанка, яровая пшеница Лютесценс 62 и Эритроспермум 841, овес Победа и Советский, ячмень Винер и Нутан 187, просо Саратовское 853, Веселоподолянское 38 и ряд других.

Мутантные сорта создаются путем отбора из популяций, полученных под воздействием мутагенных факторов. Районированы мутантные сорта яровой пшеницы Новосибирская 67, ячменя Минский, сои Универсал, люпина Киевский скороспелый, фасоли Санарис 75 и др.

Сорта, получаемые путем скрещивания и отбора из гибридных популяций, называют *гибридными*. У самоопылителей они менее выравнены, чем сорта-линии. Из них иногда можно путем повторного отбора выводить новые сорта. Многие гибридные сорта зерновых культур районированы, среди них озимая пшеница Безостая 1, Прибой и Одесская 51, яровая пшеница Саратовская 46, Московская 35 и Ленинградка, овес Геркулес и Львовский 1026, ячмень Южный и Московский 121, просо Скоропелое 66 и Саратовское 2.

*Сорта-клоны* получают путем индивидуального отбора у вегетативно размножаемых растений (картофеля, топинамбура, лука и др.). Они являются потомством одного вегетативно размножаемого растения и потому имеют очень высокую степень выравненности. Изменение их происходит под влиянием естественного мутагенеза. У картофеля к сортам-клонам относятся Зазерский, Скоропелка 1, Майкопский и др.

## ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОРТУ ПРОИЗВОДСТВОМ

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к сорту высокие требования. Основные из них следующие.

1. Высокая и стабильная по годам урожайность. Сорт должен обладать высокой продуктивностью, хорошо «оплачивать» дополнительные затраты на внесение удобрений и применение других агротехнических приемов.

2. Устойчивость к неблагоприятным условиям произрастания. Сорты должны противостоять засухе, пониженным температурам, неблагоприятным условиям перезимовки (для озимых культур) в соответствующих зонах возделывания, где эти свойства определяют устойчивость урожая.

3. Комплексная устойчивость к болезням и сельскохозяйственным вредителям, которые ежегодно причиняют значительный ущерб урожаю.

4. Приспособленность к механизированному возделыванию. Это требование связано с необходимостью применения комплексной механизации возделывания, особенно уборки урожая всех сельскохозяйственных культур.

5. Высокое качество продукции. Сорты должны давать наибольшее количество того продукта, ради которого возделывается та или иная культура (содержание белка, сахара, крахмала, жира, волокна и т. д.).

В соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к сортам, признаки и свойства, которыми они должны обладать, также делятся на несколько групп.

1. Свойства и признаки продуктивности: масса зерна одного колоса и продуктивная кустистость у колосовых культур, масса и число початков на одном растении у кукурузы, число и крупность клубней у картофеля и т. д.

2. Свойства и признаки устойчивости к неблагоприятным условиям произрастания. Способность растений продуктивно использовать влагу и развивать в засушливых условиях мощную корневую систему (важные свойства засухоустойчивости); зимостойкость растений (их свойство противостоять морозу, мощному снеговому покрову, резкой смене температур при зимних оттепелях, ледяной корке и т. д.); устойчивость к неблагоприятным условиям, вызывающим полегание хлебов, и др.

3. Свойства и признаки устойчивости к болезням и вредителям могут быть связаны с анатомо-морфологическими, биохимическими и физиологическими особенностями растений. Например, закрытое цветение у некоторых сортов пшеницы уменьшает поражение пыльной головней, наличие панцирного слоя в семянке подсолнечника препятствует поражению ее личинками подсолнечной моли, содержание алкалоида демисина в растениях некоторых видов дикого картофеля предохраняет его от поедания колорадским жуком и т. д.

4. Признаки, способствующие механизированному возделыванию и уборке урожая. Устойчивость к полеганию (у колосовых культур) обусловлена коротким и прочным стеблем. У кукурузы потери зерна при комбайновой уборке во многом зависят от высоты прикрепления первого початка: сорта, у которых первый початок расположен более высоко, убираются легче и без потерь. От плотности цветковых и колосковых чешуй зависит устойчивость многих хлебов к осыпанию, а также вымолачиваемость зерна.

Компактность и глубина расположения клубней у картофеля и бобов у арахиса — важные показатели для механизации уборки урожая этих культур.

5. Свойства и признаки, определяющие высокие качества урожая: стекловидность, процент белка, выход муки, количество и качество клейковины, объемный выход хлеба и его пористость у пшеницы и ржи; высокий выход и номер волокна, длина элементарных волокон у льна; длина и крепость волокна и отделяемость его от семян у хлопчатника; процент крахмала, разваримость и вкусовые качества у картофеля; содержание питательных веществ и витаминов, переваримость вегетативной массы у трав и т. д.

Приведенная группировка не является строгой. Ее можно рассматривать как примерную схему, облегчающую анализ сложного комплекса признаков и свойств, которыми должен обладать современный сорт. Многие из признаков и свойств могут быть отнесены к нескольким группам. Так, неполегаемость колосовых культур, обусловленная в основном коротким прочным стеблем, может быть одновременно отнесена к трем группам признаков: продуктивности, устойчивости к действию неблагоприятных условий и к признакам, необходимым для механизированной уборки урожая. Развитие признаков продуктивности в решающей степени зависит от устойчивости растений к неблагоприятным внешним условиям, поражению болезнями и сельскохозяйственными вредителями.

Все признаки и свойства растения тесно (физиологически) связаны между собой, и характер их проявления зависит от влияния внешних условий. Это необходимо учитывать как при селекционной работе, так и при использовании сорта в производстве. Конкретный комплекс признаков и свойств, которыми должен обладать создаваемый сорт, определяется тремя основными показателями: почвенно-климатическими условиями, для которых предназначается будущий сорт; уровнем агротехники и механизации, при которых сорт будет возделываться в производстве (использование высоких доз удобрений, орошение и др.), и направлением в использовании культуры (силосное или зерновое у кукурузы, пивоваренное или кормовое у ячменя, ранний столовый или технический картофель, повторные и пожнивные посевы и т. д.).

По данным П. П. Лукьяненко, сорт озимой пшеницы, возделываемой в условиях Кубани, должен обладать следующим комплексом основных биологических и хозяйственно-ценных признаков и свойств: высокой урожайностью; продуктивным колосом с высоким выходом зерна; прочной, невысокой, стойкой к ветрам и ливням соломиной; узким отношением зерна к соломе (в идеале 2:1); высокой натурой и массой 1000 зерен; высокой стекловидностью зерна (не ниже 70%) при посеве по непаровым предшественникам; темно-красной и красной окраской зерна при минимальном количестве «желтобоких» зерен (I и II подтипы); высоким процентом белка и сырой клейковины в зерне (не ниже 28%)

при высоких ее физических свойствах (1-я группа); высокими мукомольно-хлебопекарными качествами зерна (хорошим выходом муки, высоким объемным выходом хлеба, тонкой пористостью и хорошим внешним видом его, достаточной силой муки — не ниже 280 джоулей); неосыпаемостью зерна; выравненными (без подгонов) и одновременно созревающими стеблями, устойчивостью к бурой, желтой и стеблевой ржавчине, к пыльной и твердой головне, к мучнистой росе, фузариозу (корневой гнили), к вирусу полосатой мозаики и другим вирусам, к гессенской мухе, к вредной черепашке; зимостойкостью при резких колебаниях температур в зимне-весенний период; устойчивостью к атмосферной засухе, избыточной воздушной влаге и туманам; сравнительно коротким вегетационным периодом (скороспелые и раннеспелые сорта); высокой отзывчивостью на удобрения (особенно азотные) и другие приемы агротехники; отличительными морфологическими признаками для апробации.

Сорта сельскохозяйственных растений создаются для возделывания в определенных природных зонах и приспособляются отбором к этим или сходным с ними условиям. Поэтому нет и не может быть хороших сортов, одинаково пригодных к возделыванию в разных местностях. Любой, даже самый лучший сорт бывает ограничен определенным ареалом, величина которого для разных сортов может измеряться территорией от одного района и сотен гектаров посева до нескольких десятков областей и многих миллионов гектаров посевной площади. Как правило, хорошие сорта, имея широкую норму реакции генотипа, высокопластичны и могут возделываться на больших площадях в различных почвенно-климатических зонах страны и за ее пределами (табл. 6).

Т а б л и ц а 6. Наибольшие ареалы некоторых выдающихся сортов отечественной селекции (1979 г.)

Культура	Сорт	Число областей, краев, автономных республик	Посевная площадь, млн. га
Озимая пшеница	Безостая 1	42	5,8
	Мироновская 808	68	6,4
Яровая пшеница	Саратовская 29	27	18,3
Ячмень	Московский 121	28	3,7
Горох	Рамонский 77	67	1,3
Картофель	Лорх	77	0,6
Хлопчатник	Ташкент 1	13	1,4

*Пластичность сорта* определяется его биологической приспособленностью к резкому изменению комплекса условий внешней среды, способностью давать наибольшую продуктивность на фоне высокой агротехники как при благоприятных, так и при неблагоприятных условиях. Примером высокопластичного сорта служит сорт яровой пшеницы Саратовская 29, высеваемый почти в 30 об-

дастях, краях и автономных республиках Поволжья, Зауралья, Сибири и Северного Казахстана, где его урожайность при правильной агротехнике достигает 25—30 ц с 1 га. Растения этого сорта испаряют мало воды, и в то же время их корневая система обладает огромной поглощающей силой. Фотосинтетическая способность у него исключительно высокая.

Классическим примером высокопластичных сортов служат также сорт яровой пшеницы Харьковская 46, сорт гороха Рамонский 77, гибрид кукурузы Буковинский 3ТВ, сорт картофеля Лорх.

Широкие ареалы некоторых сортов объясняются не только их выдающимися качествами и пластичностью, но и тем, что в некоторых почвенно-климатических зонах недостаточно хорошо ведется селекционная работа и не создано своих, более приспособленных сортов.

Некоторые сорта хорошо приспособлены к специфическим условиям районов возделывания тех или иных культур и занимают поэтому небольшие посевные площади. Такие сорта очень часто обладают выдающимися хозяйственно-биологическими свойствами и представляют большую ценность. Например, скороспелые и ультраскороспелые сорта зерновых и овощных культур могут произрастать в северных областях, где мало тепла и очень короткий вегетационный период. Созданы сорта зерновых и других культур для возделывания на торфоболотных, засоленных и песчаных почвах, в полупустынных и высокогорных районах. Естественно, что ареалы таких сортов сравнительно невелики.

## ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Селекционная работа начинается с подбора *исходного материала*, в качестве которого могут быть использованы культурные и дикие формы растений.

В современной селекции используются следующие основные виды и способы получения исходного материала.

I. **Естественные популяции.** К этому виду исходного материала относятся дикорастущие формы, местные сорта культурных растений, популяции и образцы, представленные в мировой коллекции сельскохозяйственных растений ВИР.

II. **Гибридные популяции:** 1) внутривидовые, создаваемые в результате скрещивания сортов и форм в пределах одного вида, и 2) популяции, получаемые в результате скрещивания разных видов и родов растений (межвидовые и межродовые).

III. **Самоопыленные линии (инцухт-линии).** У перекрестноопыляющихся растений важным источником исходного материала являются самоопыленные линии, или инцухт-линии, получаемые путем многократного принудительного самоопыления. Лучшие линии скрещивают между собой или с сортами, а полученные семена используют в течение одного года для выращивания гетерозис-

ных гибридов. Гибриды, созданные на основе самоопыленных линий, в отличие от обычных гибридных сортов нужно ежегодно воспроизводить.

IV. Искусственные мутации и полиплоидные формы. Этот вид исходного материала создается путем воздействия на растения различными видами радиации, температурой, химическими веществами и другими мутагенными средствами.

Значение различных видов исходного материала в истории развития селекции и в настоящее время неодинаково.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ МЕСТНЫХ СОРТОВ

В недалеком прошлом успехи отечественной селекции были связаны преимущественно с использованием в качестве исходного материала естественных популяций и местных сортов. На их основе в середине 30-х годов были созданы лучшие сорта озимой и яровой пшеницы, ржи, льна, ячменя и кормовых культур. Так, самый морозостойкий сорт озимой пшеницы Ульяновка выведен путем отбора из популяции Белоколоски безостой. Из местных сортов созданы также знаменитые сорта ржи: Вятка, Лисицына, Волжанка, Омка и многие другие. Один из самых высокопластичных сортов яровой пшеницы Лютесценс 62 был выведен из местного сорта Полтавка. Сорт яровой пшеницы Эритроспермум 841, выведенный Краснокутской селекционной станцией из естественной популяции, полученной из Ашхабадского района, считается одним из самых засухоустойчивых сортов в мире.

Сорта твердой яровой пшеницы Мелянопус 69, Гордеиформе 189, Гордеиформе 432, создавшие в свое время славу русской твердой пшенице, получены из местных заволжских сортов. На основе местных сортов созданы также известные сорта ячменя Винер и Нутанс 187, самый засухоустойчивый и наиболее ценный по качеству пшена сорт проса Саратовское 853, знаменитый по урожайности и качеству крупы сорт гречихи Богатырь, лучший и самый распространенный в нашей стране сорт чечевицы Петровская 4/105, многие ценные сорта многолетних и однолетних трав.

Местные сорта имеют разное происхождение. Среди них следует различать *старые* сорта, подвергавшиеся естественному отбору в течение многих десятилетий и даже столетий, и *молодые* сорта, недавно возделывающиеся в данной местности и ведущие свое начало из случайно завезенных или присланных образцов.

Селекционная ценность местных сортов и естественных популяций определяется наличием или отсутствием у них разнообразных наследственных форм. В одних почвенно-климатических условиях местные сорта представлены сложными популяциями форм, значительно различающихся по морфологическим хозяйственно-биологическим признакам, в других местный материал более однотипный и выравненный. Селекционер должен хорошо знать



местный материал по своей культуре. Для сбора и изучения его организуют обследования и экспедиции. Научно-исследовательские учреждения, находящиеся в сходных эколого-географических условиях, обмениваются между собой образцами. Собранные образцы местных сортов и естественных популяций высевают в коллекционных питомниках, лучшие из них используют для отбора или для скрещиваний с селекционными сортами.

Но, несмотря на большую селекционную ценность местных сортов, они по многим культурам повсеместно вытесняются селекционными сортами. При этом ценнейшие формы местных сортов могут быть безвозвратно утеряны для селекции. Необходимо принимать все меры по выявлению и сохранению оставшихся очагов распространения местных сортов. Во всех селекционно-опытных учреждениях и ботанических садах следует иметь специальные питомники для сохранения местных сортов и естественных популяций. Эта работа является одним из важных звеньев в системе мер по охране природы и окружающей среды.

### ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ИНОРАЙОННОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

При всей ценности для селекции местных сортов они не могли быть единственным источником исходного материала. Несмотря на их большую экологическую приспособленность, они далеко не всегда имели те качества, которые требовались для создания новых селекционных сортов. Опыт земледелия ряда стран показал огромную важность использования инорайонного сортового материала культурных растений. Все сортовое богатство пшеницы, ячменя, овса, ржи, кормовых растений и плодовых культур США и Канады создано в результате заимствования исходного материала из России, Индии и стран Западной Европы. Так, все сорта озимой пшеницы засушливых районов США происходят от наших южных степных сортов. При использовании географических отдаленных рас пшеницы из Европы, Индии и Китая в Канаде, США и Аргентине были получены замечательные сорта озимой и яровой пшеницы. Местные сорта пшеницы Швеции и Франции были значительно улучшены в результате скрещивания с английскими крупноколосыми высокопродуктивными селекционными сортами.

Используя в скрещиваниях географически отдаленные формы, И. В. Мичурин вывел большое число новых сортов. Среди них груша Бере зимняя Мичурина, полученная от скрещивания дикой уссурийской груши с южным сортом Бере рояль из Франции, яблоня Кандиль-китайка, полученная в результате скрещивания китайской яблони, широко распространенной в средней полосе России, с крымским сортом Кандиль синап, вишня Краса севера — гибридный сорт от скрещивания местного сорта Владимирская ранняя с черешней Винклера белая и др.

## ИНТРОДУКЦИЯ И ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Использование растительных форм инорайонного происхождения связано с интродукцией растений, которая имеет очень большое значение в селекции. *Интродукцией* (от лат. интродукцио — введение) называется перенос в какую-либо страну или область видов и сортов растений, ранее не произрастающих в данной местности. Такие культуры, как кукуруза, подсолнечник, картофель, табак, хлопчатник-упланд, появились в странах восточного полушария в результате их интродукции из Америки.

Теоретические основы интродукции растений созданы Н. И. Вавиловым, установившим ряд важных закономерностей в географическом распространении культурных растений. Оказалось, что видовое разнообразие растений распределено по земному шару крайне неравномерно.

В результате изучения мировых растительных ресурсов Н. И. Вавилов создал учение о центрах происхождения культурных растений. Им было выделено восемь основных центров (очагов) видового разнообразия и происхождения культурных растений.

**I. Китайский центр.** Горный Центральный и Западный Китай с прилегающими к нему низменными районами — это первый, наиболее крупный, самостоятельный центр мирового земледелия и происхождения культурных растений. По богатству родового и видового состава растений Китай выделяется среди других центров. Виды здесь представлены множеством ботанических разновидностей и наследственных форм. Среди них встречаются такие, которых нет в других странах. Отсюда происходят просо, гречиха, соя, конопля, канатник, овощные, эфиромасличные, красильные и лекарственные растения. Здесь вторичный центр происхождения голозерного овса и восковой кукурузы. Всего в этом центре сосредоточено более 140 видов различных культур.

**II. Индийский центр.** Второй по значению центр — Индия, за исключением ее северо-западной части. Это родина риса и сахарного тростника. Здесь самый богатый в мире состав разновидностей культурного риса, встречаются дикий рис и промежуточные формы между культурным и диким. Отсюда были введены в культуру нут, кунжут, кенаф, индийская конопля. Это вторичный центр происхождения сорго, сафлора и сарептской горчицы.

**III. Среднеазиатский центр** включает Северо-Западную Индию, Афганистан, Таджикскую ССР, Узбекскую ССР и Западный Тянь-Шань. Это родина разнообразных форм мягкой пшеницы — главной хлебной культуры на земном шаре. Отсюда происходят карликовая и круглозерная пшеница и все важнейшие виды зернобобовых: горох, чечевица, чина, нут, бобы. Зернобобовые здесь представлены разнообразными формами. Многие масличные растения (горчица, лен, кориандр) распространились из этого района.

Здесь вторичный центр происхождения ржи и один из центров происхождения кунжута, сафлора, льна.

**IV. Переднеазиатский центр.** Это обширная территория, включающая Малую Азию, все Закавказье, Иран и горную часть Туркменской ССР. Здесь сосредоточен почти весь видовой потенциал культурных пшениц. В Закавказье, к примеру, обнаружено 18 видов пшеницы из 22 имеющихся на земном шаре, в том числе 8 более нигде не встречающихся. Особенно выделяется в этом отношении Армянская ССР. Из общего числа известных 650 разновидностей пшеницы на ее территории найдено более 200. Здесь же обнаружено необыкновенное разнообразие диких однозернянок и двузернянок. Широкое формообразование в этом районе шло у видов твердой и персидской пшеницы. Здесь был обнаружен очень ценный вид пшеницы *Triticum timopheevi*, обладающий комплексной устойчивостью к болезням и вредителям. Исследованиями последних лет установлено, что этот вид служит важным источником ЦМС.

По разнообразию видов и экотипов пшеницы Переднеазиатский центр выделяется среди всех других на земном шаре.

Малая Азия и Закавказье — основная родина ржи. Эта культура представлена здесь огромным числом форм, не встречающихся в Европе. Экспедициями ВИР были обнаружены черноколосые, красноколосые и даже самофертильные формы ржи, а также несколько видов дикой ржи, отсутствующих в других районах земного шара. В этом районе найдены также естественные полиплоидные формы пшеницы и других видов дикой растительности. Отсюда происходят люцерна синяя, люпин, эспарцет, вика.

**V. Средиземноморский центр.** Здесь сосредоточены некоторые породы твердой пшеницы, полба, овес песчаный, вика, свекла. Для пшеницы и зерновых бобовых этот район земного шара является вторичным центром происхождения. Здесь особенно проявилось положительное влияние более высокой земледельческой культуры на улучшение растений. Средиземноморские формы ячменя, бобов, нута, гороха, чечевицы имеют значительно более крупное зерно в сравнении с формами из Средней Азии, где находится первичный очаг происхождения этих культур.

**VI. Абиссинский центр.** Это обособленный мировой центр происхождения многих культурных растений. Очень большим числом своеобразных ботанических разновидностей и форм здесь представлены пшеницы, особенно абиссинская твердая. Эфиопия — центр происхождения культурного ячменя, имеющего необычайно большое разнообразие форм, а также автономный центр происхождения своеобразных форм льна, используемых исключительно на семена, из которых изготавливают муку. В отличие от европейских прядильных и масличных форм льна абиссинский лен — хлебное растение. Здесь находится один из центров происхождения многих бобовых культур — гороха, нута, чечевицы, чины люпина.

**VII. Южномексиканский и Центральноамериканский центр** (включая Антильские острова). Это основной центр происхождения кукурузы и ближайшего к ней дикого вида теосинте. Отсюда кукуруза распространилась по всему миру. Американские виды фасоли и тыквы сформировались в этом центре. Здесь родина какао. Происходящий отсюда американский хлопчатник-упланд послужил основой мирового хлопководства.

**VIII. Южноамериканский центр.** Отсюда произошли картофель, земляная груша, египетский хлопчатник. Южная Америка — родина подсолнечника.

В последние годы П. М. Жуковский в развитие идей Н. И. Вавилова наметил четыре новых центра происхождения культурных растений: Австралийский, Африканский, Европейский и Североамериканский.

По времени возникновения центры происхождения культурных растений делятся на первичные (более древние) и вторичные (более поздние). В результате скрещивания между видами во вторичных центрах происхождения шли особенно бурные формообразовательные процессы. Общая территория, занимаемая первичными центрами, составляет приблизительно  $\frac{1}{40}$  суши земного шара.

Более 80% культурных растений имеют свои первичные центры в восточном полушарии и менее 20% приходится на страны Америки. Почти половина всех видов культурных растений происходит из Индии и Китая, большое число их сформировалось также в Передней Азии и Средиземноморских странах. Близость нашей страны к основным центрам происхождения важнейших культурных растений обусловила распространение и формирование у нас в результате отбора исключительно ценных местных сортов и популяций зерновых, кормовых и плодовых культур.

Учение Н. И. Вавилова о центрах происхождения культурных растений, его закон гомологических рядов в наследственной изменчивости и эколого-географические принципы систематики растений имели исключительно большое значение для изучения и нахождения необходимого селекционерам исходного материала.

### **СОЗДАНИЕ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЕ В СЕЛЕКЦИИ**

Для сбора исходного сортового материала для селекции ВИР провел более 300 экспедиций в страны пяти континентов земного шара и по СССР. Для этих же целей был организован широкий обмен сортообразцами со многими зарубежными научными учреждениями. В результате двадцатилетней работы коллектива ученых ВИР под руководством Н. И. Вавилова удалось открыть столько же новых видов, сколько их было открыто за два предшествующих века. Установлено, что СССР является родиной многих важных культурных растений: мягкой пшеницы, ржи, гороха, вики, клевера, люцерны, льна, большого числа плодовых. Наша

страна обладает лучшими в мире зимостойкими и засухоустойчивыми сортами мягкой пшеницы, высококачественными сортами твердой пшеницы, а также высокомасличными сортами подсолнечника.

Экспедиционные обследования выявили много ценного для селекции материала в различных странах Европы, Азии, Африки и Америки. В Западной Европе были собраны высокопродуктивные селекционные сорта зерновых культур, свеклы, картофеля, овощных и плодовых растений. Из стран Средиземноморья были получены крупносемянные сорта льна и зернобобовых культур, высокопродуктивные сорта твердой пшеницы, виды английской и польской пшеницы, из Эфиопии — ценные формы твердой пшеницы, белосемянный лен, абиссинский овес, а из Тропической и Южной Африки — ценные формы сорго, суданской травы, клещевины, арахиса и риса. Засухоустойчивые формы ячменя, полуозимые формы льна, большое разнообразие нута, а также превосходные сорта дынь найдены в странах Малой Азии. В Китае было обнаружено очень много устойчивых к полеганию форм мягкой пшеницы и ячменя с коротким прочным стеблем, ценные формы сои, проса, конопли, бобов, большое количество овощных, плодовых, тропических и субтропических растений.

Из Индии получены неполегающие короткостебельные с шаровидным зерном формы пшеницы *Triticum sphaeococcum*. Листья у них направлены вверх, благодаря этому возможны значительно более густые посевы. Шаровидное зерно этих пшениц дает высокий выход муки и низкий процент отрубей, оно отличается большой стекловидностью и содержит много белка. Здесь же были найдены древовидный хлопчатник, индийская конопля, мелкосемянной нут, кунжут, джут и много овощных растений. Из стран Южной Америки было получено большое количество ценнейших форм кукурузы, диких видов подсолнечника, обладающих устойчивостью ко всем известным в Европе болезням этой культуры. Здесь был обнаружен весь полиплоидный ряд видов картофеля. Некоторые дикие виды картофеля высокобелковые (содержат до 6% белка), есть виды очень холодостойкие, ботва которых выносит заморозки до 5—6 °С. Некоторые из найденных здесь диких и примитивных видов картофеля обладали комплексной устойчивостью к различным видам болезней и вредителей. В Перу были обнаружены самый длиноволокнистый хлопчатник, много видов перца, дикий томат, крахмалистая кукуруза, новые виды арахиса, люцерны, все культурные виды тыквы. Из Южной Америки получены 56-хромосомные (тетраплоидные) виды хлопчатника, очень ценные виды табака, махорки, топинамбура, батата.

В результате огромной работы коллектива ученых ВИР в нашей стране создана мировая коллекция культурных растений, по разнообразию и общей численности собранных форм не имеющая себе равных в мире. Она включает весь основной генофонд возделываемых на земном шаре растений. В настоящее время в ней

насчитывается почти 250 тыс. образцов, представляющих более 1700 видов растений.

Мировая коллекция растений ежегодно пополняется новыми материалами и поддерживается путем посева в различных зонах страны. На Кубанской опытной станции ВИР недавно построено национальное хранилище семян, рассчитанное на единовременное хранение 350 тыс. образцов. Благодаря созданию оптимальных режимов температуры и влажности воздуха срок хранения семян без пересева будет продлен до тридцати, а по ряду культур даже до 50 лет. ВИР имеет постоянную связь с зарубежными научными учреждениями 100 стран, обменивается с ними образцами посевного и посадочного материала. Научно-исследовательским учреждениям нашей страны ВИР ежегодно высылает около 100 тыс. образцов различных семян для использования их в селекции.

На основе использования мировой коллекции в нашей стране создано свыше 700 сортов различных сельскохозяйственных культур, в том числе более 300 районированных сортов полевых культур. Среди них большое число сортов пшеницы, ржи, ячменя и овса, высеваемых на площади более 50 млн. га.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА СОРТОВ ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ**

В порядке обмена в нашу страну ежегодно завозится большое число иностранных сортов, широко используемых в качестве исходного материала при гибридизации. Исключительную ценность представляют селекционные гибридные сорта из Швеции, Франции, Нидерландов, ФРГ, а также новые низкостебельные (высота соломины 40—60 см) сорта пшеницы из Мексики, Индии, Канады, США, отличающиеся высокой продуктивностью и устойчивостью к полеганию, имеющие хорошие технологические качества зерна. Очень ценны американские и канадские селекционные сорта ячменя, созданные на базе наших степных засухоустойчивых местных сортов. В ФРГ получены сложные межвидовые гибридные сорта картофеля, обладающие комплексной устойчивостью к вирусам, фитофторе и раку.

Многие из зарубежных сортов были использованы при создании лучших отечественных сортов. Так, на основе аргентинских гибридных сортов, устойчивых к бурой листовой ржавчине, к осыпанию и полеганию, был создан знаменитый сорт озимой пшеницы Безостая 1.

#### **ДИКОРАСТУЩИЕ ФОРМЫ КАК ИСТОЧНИК ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА**

Ценность этого вида исходного материала заключается в большой приспособленности многих форм дикорастущих растений, их устойчивости к неблагоприятным условиям произрастания — засухе, морозу, засолению почв, болезням и вредителям. Гибридиза-

ция возделываемых сортов с дикими и примитивными формами культурных растений — наиболее верный путь в селекции на иммунитет, устойчивость к неблагоприятным внешним условиям, качество продукции.

Проведенные исследования показали, что среди дикорастущих видов пшеницы есть формы с рекордным содержанием белка, превышающим 23%. Особенно выделяется по этому показателю *Triticum dicoccoides*, отдельные формы которой содержат более 27% белка. В качестве одного из важнейших источников ЦМС во многих странах мира широко используется дикорастущая пшеница *Triticum timopheevi*. Наиболее важным достоинством *Triticum abyssinicum* является ее устойчивость к ряду физиологических рас стеблевой ржавчины.

Исключительную ценность для скрещивания с пшеницей представляют дикорастущие виды пырея и эгилопса, отличающиеся мощным развитием, иммунитетом к болезням и сельскохозяйственным вредителям, нетребовательностью к почве и другими ценнейшими биологическими свойствами. Среди диких сородичей овса есть виды, устойчивые ко многим болезням этой культуры, а также отличающиеся высоким содержанием протеина и лизина.

В Америке и Австралии обнаружено 25 диких видов хлопчатника, устойчивых к вилту, в том числе и к наиболее агрессивным его расам.

Дикорастущие местные формы клевера, люцерны, костра безостого, житняка могут представлять практическую селекционную ценность в различных зонах страны.

## ГИБРИДИЗАЦИЯ И ДРУГИЕ МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Метод гибридизации в практической селекции начали использовать в нашей стране еще в 20-е годы. В настоящее время внутривидовая гибридизация — основной метод создания исходного материала почти для всех культур. Несмотря на большие трудности, встречающиеся при использовании отдаленной гибридизации, она также довольно широко используется советскими селекционерами при создании исходного материала для многих сельскохозяйственных культур. Новые источники исходного материала — мутации и полиплоидные формы, работа с которыми с каждым годом расширяется и по некоторым культурам дает практически ценные результаты.

Исходный селекционный материал в научно-исследовательских учреждениях ежегодно высевают в специальных *питомниках исходного материала*. Они бывают двух видов — коллекционные и гибридные. В коллекционных питомниках высевают образцы местных сортов, естественных популяций, мировой коллекции ВИР, а в гибридных — популяции внутривидовых и отдаленных гибридов. Самоопыленные линии высевают на специальных изолиро-

ванных площадках. Селекционер должен хорошо знать все мировое разнообразие сортов и форм культуры, с которой он работает, и иметь возможность использовать любые нужные ему образцы, т. е., по образному выражению Н. И. Вавилова, «стоять на глобусе».

## ЗАДАЧИ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ В НАШЕЙ СТРАНЕ

Задачи и направления селекционной работы в СССР определяются государственным планом.

Огромная территория нашей страны включает различные природно-климатические зоны, в которых складываются неодинаковые условия для возделывания культур. От западных границ к восточным и от южных к северным значительно изменяются температурные условия, интенсивность солнечной радиации, почвенный покров, количество и характер распределения выпадающих осадков и другие условия, определяющие рост и развитие сельскохозяйственных растений. Яровую пшеницу, например, высевают в районах избыточного увлажнения Северо-Западной зоны и в засушливом Поволжье, на Дальнем Востоке, в Якутии и в полупустынных районах Казахстана. Совершенно очевидно, что для этих столь различных природно-климатических зон должны быть подобраны соответствующие экотипы и на их основе созданы свои, приспособленные к местным условиям сорта.

Разнообразие почвенно-климатических условий вызывает необходимость районирования большого количества сортов, обеспечивающих в определенных условиях получение устойчиво высоких урожаев. При этом к сортам одной и той же культуры, возделываемой в разных природно-климатических зонах, могут предъявляться резко различные требования, и в связи с этим они должны обладать различными биологическими свойствами. Например, сорта озимой пшеницы в условиях Нечерноземной зоны должны хорошо переносить глубокий снеговой покров, т. е. быть устойчивыми к выпреванию, а в степных районах Украины при мало-снежной или бесснежной зиме хорошо переносить действие морозов.

В то же время к разным культурам при возделывании их в одних и тех же или сходных почвенно-климатических условиях по ряду свойств могут предъявляться одинаковые требования. Например, все сорта любых сельскохозяйственных культур при возделывании на Юго-Востоке должны быть устойчивыми к засухе, а в северных областях страны с коротким вегетационным периодом — скороспелыми. Сорта зерновых культур, возделываемые при орошении, должны быть высокопродуктивными, устойчивыми к полеганию и поражению ржавчиной. У некоторых культур к сорту предъявляют специфические требования, связанные с биологическими особенностями и направлением их использова-



ния (пивоваренные сорта ячменя, безалкалоидный люпин, листопадный хлопчатник и т. д.).

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к сортам различных сельскохозяйственных культур применительно к условиям отдельных почвенно-климатических зон, важнейшее значение имеет селекция на засухоустойчивость, зимостойкость, холодостойкость, скороспелость, устойчивость к болезням и вредителям, высокое качество продукции, пригодность к механизированному возделыванию, создание сортов интенсивного типа, способных высокопроизводительно использовать высокий агрофон, в том числе орошение и большие дозы удобрений, и т. д.

### СЕЛЕКЦИЯ НА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Засуха, периодически захватывающая обширные сельскохозяйственные районы нашей страны, наносит большой вред сельскому хозяйству. Особенно часто она повторяется в Поволжье, Северном Казахстане, на Урале, в Западной Сибири, степных районах Украины и Центрально-Черноземной зоны, где сосредоточены основные площади посева зерновых культур.

В борьбе с засухой наряду с агротехническими средствами большая роль принадлежит внедрению в производство новых более засухоустойчивых сортов, особенно зерновых культур: яровой и озимой пшеницы, ячменя, овса, проса, гречихи, обеспечивающих прибавку урожая не менее 2—3 ц с 1 га. Научно-исследовательские учреждения нашей страны располагают ценным исходным материалом для селекционной работы на засухоустойчивость. Сорта яровой пшеницы Саратовская 38 и Саратовская 29, проса Саратовское 853 и Скороспелое 66 селекции НИИСХ Юго-Востока, яровой пшеницы Эритроспермум 841 и Мелянопус 26 Красноярской селекционной станции, Безенчукская 98 и Безенчукская 105 Куйбышевской областной сельскохозяйственной опытной станции, озимой пшеницы Одесская 27 и ярового ячменя Южный, выведенные Всесоюзным научно-исследовательским селекционно-генетическим институтом, и целый ряд других сортов, созданных советскими селекционерами, — самые засухоустойчивые в мире.

В селекции на засухоустойчивость очень важно, чтобы засухоустойчивые сорта растений отличались повышенной продуктивностью. Исключительную ценность в этом отношении представляет сорт яровой пшеницы Саратовская 46, у которого засухоустойчивость сочетается с высокой продуктивностью, скороспелостью и отличными мукомольно-хлебопекарными качествами зерна.

Одним из важных направлений селекционной работы является создание карликовых и полукарликовых сортов. Такие сорта в сравнении с обычными расходуют значительно меньше воды и питательных веществ на образование соломины и за счет этого формируют больший урожай зерна. Селекция карликовых сортов зерновых успешно ведется в Мексике, Индии и Канаде.

## СЕЛЕКЦИЯ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ

Озимые зерновые культуры более продуктивны, чем яровые. Они занимают в нашей стране четвертую часть всех посевов зерновых культур и дают ежегодно не менее  $\frac{1}{3}$  общего валового сбора зерна. Этим определяется их значение в зерновом балансе страны.

Среди наиболее высокопродуктивных сортов озимой пшеницы следует отметить такие замечательные отечественные сорта, как Безостая 1, Мироновская 808 и Кавказ. Специально для южных районов страны созданы новые сорта — Одесская 51, Краснодарская 46, Ростовчанка, Прибой и др., которые по продуктивности не уступают сорту Безостая 1, но существенно превосходят его по зимостойкости. Созданы также высокоурожайные и зимостойкие сорта озимой ржи — Харьковская 60, Саратовская 4, Восход 1, Восход 2, Чулпан и др.

Несмотря на возросший уровень агротехники озимых культур, гибель их от неблагоприятных условий перезимовки почти ежегодно отмечается на значительных площадях. В различных зонах возделывания озимых гибель их происходит от разных причин. На Юго-Востоке европейской части СССР, в юго-восточных и южных областях Украины озимая пшеница гибнет или сильно изреживается обычно под действием низких температур при отсутствии или очень небольшой мощности снегового покрова. На Северном Кавказе условия перезимовки складываются более благоприятно, зима здесь менее суровая, но частые зимние оттепели нередко сопровождаются образованием ледяной корки, что также приводит к выпадению посевов озимой пшеницы на значительных площадях. В Прибалтийских республиках, на Северо-Западе и в Центрально-Нечерноземной зоне гибель озимых в большинстве случаев происходит от «выпревания» посевов при большом количестве снега, особенно когда он ложится на незамерзшую почву. Во всех зонах возделывания озимых хлебов и многолетних трав, особенно клевера, крайне отрицательно действует на посевы и вызывает массовую гибель их ледяная корка, а также возврат морозов весной, когда ослабленные за зиму растения тронулись в рост.

Чтобы снизить гибель посевов озимых культур, необходимо создание высокоурожайных, устойчивых к неблагоприятным условиям перезимовки сортов. Основной метод в селекции на зимостойкость озимой пшеницы — внутривидовая гибридизация.

Селекционеры нашей страны располагают в качестве исходного материала самыми морозостойкими в мире сортами озимой пшеницы — Альбидум 114, Ульяновка, Одесская 26 и др., созданными путем отбора в условиях суровых зим. Имеются пластичные по зимостойкости сорта — Мироновская 808, Краснодарская 39 и др. Сочетание высокой зимостойкости и продуктивности растений у вновь выводимых сортов озимых культур и многолетних

трав является важнейшей задачей селекции. Высокая зимостойкость и продуктивность довольно хорошо сочетаются у новых районированных сортов озимой пшеницы Прибой, Ростовчанка, Альбидум 114, у озимой ржи Саратовская 4 и Восход 1.

Важная роль в селекции на зимостойкость принадлежит отдаленной гибридизации и полиплоидии. При скрещивании пшеницы с рожью и пыреем, а также на основе Тритикале можно создать высокозимостойкие сорта.

### СЕЛЕКЦИЯ НА ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

Получение устойчиво высоких урожаев некоторых культур в отдельных природно-климатических зонах лимитируется недостаточной их холодостойкостью. Прежде всего это относится к кукурузе, гречихе и просу, у которых в отдельные годы наблюдается гибель всходов от весенних заморозков или замедленный рост растений в фазе всходов. В более северных областях эти культуры не успевают в некоторые годы вызреть или повреждаются морозами во время созревания. Все это приводит к значительному недобору урожая и снижению качества получаемой продукции. Чтобы этого не происходило, крайне необходимо создание новых холодостойких сортов и гибридов кукурузы, гречихи, проса и других культур, обеспечивающих при развитии в условиях пониженных температур более высокую урожайность по сравнению с распространенными в настоящее время сортами.

### СЕЛЕКЦИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ И ВРЕДИТЕЛЯМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

В борьбе с сельскохозяйственными вредителями и болезнями наряду с агротехническими мерами и средствами химической и биологической защиты урожая важнейшая роль принадлежит селекции.

Наиболее опасные болезни пшеницы — различные виды ржавчины. Особенно вредоносна бурая листовая ржавчина, которая в годы массового ее распространения резко, иногда в 1,5—2 раза, снижает урожай пшеницы. Создать сорта, устойчивые к ржавчине, очень трудно. Селекционерам неоднократно удавалось вывести такие сорта, но они быстро теряли эту устойчивость. К тому же работа в значительной мере осложнялась и тем, что сорт, устойчивый к одной или даже нескольким расам ржавчины, оставался восприимчивым к другим.

Основные методы в селекции на устойчивость к ржавчине — внутривидовая и отдаленная гибридизация. На большие возможности этого метода указывает создание на основе скрещивания географически отдаленных форм высокоустойчивого ко всем трем видам ржавчины (листовой, стеблевой и желтой) сорта Безостая 1. Среди мировой коллекции имеется несколько образцов,

обладающих полным иммунитетом ко всем видам и расам ржавчины. Использование их в скрещиваниях и выращивание полученных гибридов в различных условиях при искусственном заражении посевов — один из главных путей создания ржавчиноустойчивых сортов.

К числу очень важных задач селекции относится выведение сортов яровой пшеницы и ячменя, устойчивых к головне, особенно к пыльной. Применяемое для борьбы с ней термическое протравливание семян — прием очень сложный и трудоемкий, а химические препараты недостаточно эффективны. Опыт работы селекционеров НИИСХ Юго-Востока показал, что путем гибридизации можно создавать устойчивые к пыльной головне сорта яровой пшеницы: в результате скрещивания сорта Лютесценс 62 с канадским сортом Китченер были получены практически устойчивые к пыльной головне сорта Лютесценс 758 и Саратовская 33. Селекционные сорта проса Веселоподольское 632, Саратовское 2 и Радуга также обладают устойчивостью к головне, что позволяет исключить необходимость обработки семян протравителями и повысить урожайность.

У кукурузы очень важно иметь гибриды, устойчивые к поражению пузырчатой головней. При инцухтировании растений кукурузы выделяются самоопыленные линии, устойчивые к пузырчатой головне. Их используют путем скрещивания для получения гибридов, не поражающихся этой болезнью.

Сложные задачи стоят перед селекцией на иммунитет картофеля. Необходимо создать сорта, устойчивые к фитофторе, картофельному раку и вирусным болезням. Если в селекции на ракоустойчивость уже достигнуты значительные успехи, то создание фитофтороустойчивых сортов связано с большими трудностями, поскольку у этой болезни картофеля, как и у ржавчины пшеницы, имеется большое число рас, многие из них агрессивные, т. е. особенно опасные. Сорта, устойчивые к обычным расам фитофторы, оказались неустойчивыми к агрессивным ее расам. Еще более сложно оказалось создать сорта, устойчивые к вирусным болезням. В мировой коллекции ВИР сосредоточено большое количество полученных из Южной Америки культурных и диких видов картофеля, устойчивых к картофельному раку, фитофторе и вирусным болезням. Главное направление в селекции картофеля на иммунитет — гибридизация лучших селекционных сортов с этими южноамериканскими фитофторо-вирусоустойчивыми видами.

Не менее важные задачи стоят перед селекцией и по созданию сортов, устойчивых к сельскохозяйственным вредителям. В первую очередь это относится к выведению сортов колосовых культур, устойчивых к скрытостебельным вредителям; особенно важно иметь сорта яровой пшеницы и ячменя, устойчивые к шведской мухе, и сорта озимой пшеницы, устойчивые к гессенской мухе.

Опаснейший вредитель пшеницы — клоп-черепашка. Исследования последних лет показывают, что не все сорта одинаково по-

вреждаются им. К примеру, сила муки у сорта Безостая 1 при повреждении зерна клопом-черепашкой снижается в значительно меньшей степени, чем у других сортов. Следовательно, биохимические особенности зерна могут иметь существенное значение для снижения вредоносности этого вредителя и должны учитываться при оценках селекционных материалов.

Колорадский жук уничтожает посевы любых сортов культурного картофеля, но в Мексике и Аргентине найдены устойчивые к нему дикие виды картофеля, которые и используют в селекционной работе в качестве доноров устойчивости. В последние годы обнаружен новый, очень опасный карантинный вредитель картофеля — картофельная нематода. Для выведения сортов, устойчивых к ней, используют в гибридизации нематодоустойчивые селекционные сорта из ГДР, ФРГ, Нидерландов, а также культурные виды картофеля, найденные экспедициями ВИР в высокогорных районах Южной Америки.

Таким образом, используя внутривидовую и отдаленную гибридизацию, а также отбор из образцов мировой коллекции и дикорастущих форм, создают сорта, устойчивые к наиболее опасным вредителям различных полевых культур.

### **ВЫВЕДЕНИЕ СОРТОВ ИНТЕНСИВНОГО ТИПА ДЛЯ УСЛОВИЙ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Для успешного развития орошаемого земледелия необходимы сорта, способные высокопроизводительно использовать влагу и минеральные удобрения и давать стабильно высокие по годам урожаи — на уровне 90—110 ц зерна с 1 га у озимой пшеницы и риса, 70—80 ц — у яровой пшеницы, 120—130 ц зерна и 600—800 ц зеленой массы — у кукурузы. Продуктивность обычных сортов зерновых культур при возделывании в условиях орошения заметно увеличивается, однако качество зерна при этом снижается, растения легче поражаются болезнями и полегают.

Селекционно-опытные учреждения нашей страны располагают очень ценным исходным материалом для выведения сортов, отвечающих требованиям орошаемого земледелия. При селекции озимой пшеницы для орошаемых районов исключительно перспективны сорта Безостая 1, Кавказ, Одесская 51, Мироновская юбилейная 50. Созданы и проходят испытание короткостебельные сорта озимой пшеницы Интенсивная, Краснодарская 49, Полукарлик 2, Полукарлик 3, Одесская полукарликовая. Они не полегают при поливах, обладают хорошим качеством зерна и способны давать урожаи до 100 и более ц с 1 га.

Среди селекционных сортов яровой пшеницы почти нет высокоустойчивых к полеганию в условиях орошения. Поэтому поиски и создание нового исходного материала этой культуры имеют особое важное значение. При создании сортов яровой пшеницы, устойчивых к бурой жнивчине в условиях орошения, широко использу-

ются североамериканские, аргентинские, чилийские и мексиканские сорта.

Одной из важнейших задач селекции является выведение высокопродуктивных низкорослых сортов риса с высокими технологическими качествами зерна, отзывчивых на повышенные дозы удобрений, устойчивых к полеганию, осыпанию и поражению пирикулярней. При создании гибридов кукурузы для условий орошения необходимо использовать отзывчивые на орошение, достаточно скороспелые, жаростойкие в поливных условиях самоопыленные линии. Такие линии созданы селекционными учреждениями нашей страны, а также в США и Венгрии.

Работа по созданию высокоинтенсивных карликовых и полукарликовых сортов пшеницы, риса, ячменя и других культур активно ведется во многих селекционных центрах. При этом в качестве исходного материала широко используются карликовые сорта из Мексики, Индии, Канады и США, сочетающие высокую продуктивность со скороспелостью, устойчивостью к полеганию и ржавчине, имеющие высокие технологические качества зерна. В Киргизском НИИСХ, например, используют при гибридизации ультракарликовую трехгенную тибетскую пшеницу Том пус.

### СЕЛЕКЦИЯ НА ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Создание сортов, дающих продукцию высокого качества, — одна из важнейших задач селекции. Новые сорта пшеницы должны иметь зерно с высоким содержанием белка и клейковины. Особенно ценятся сорта мягкой пшеницы, которые при высоком содержании этих веществ имеют и высококачественную (прочную и эластичную) клейковину. Сорта пшеницы, в зерне которых содержится не менее 28% клейковины и 14% протенна, называются *сильными*. Из их муки выпекается самый лучший хлеб. Мука сильных сортов, добавленная даже в небольшом количестве к муке обычных сортов, улучшает качество хлеба. Поэтому сорта сильной пшеницы называются *сортами-улучшителями*.

В СССР выведено и районировано около 30 сортов сильной пшеницы (Безостая 1, Мироновская 808, Одесская 51, Саратовская 29, Саратовская 44, Новосибирская 67 и др.). Это прекрасный исходный материал для выведения новых, еще более высококачественных сортов для всех природно-климатических зон страны. Среди образцов мировой коллекции имеются сорта и формы, обладающие исключительно высокими качествами зерна (образцы из Китая, Канады, Индии), которые успешно используются при гибридизации. Новые сорта пшеницы должны иметь повышенное содержание белка (15—16%), клейковины высокого качества и незаменимых аминокислот.

Селекция на повышенное содержание наиболее полезных аминокислот — триптофана, лизина, метионина (при селекции на бе-

лок), а также состав тех или иных жирных кислот в маслах — очень важная самостоятельная задача селекции. Для создания высоколизиновых сортов ячменя во всех странах широко используется образец Хайпроли. Он отличается самым высоким содержанием лизина среди всех сортов и форм этой культуры. Впервые в государственное сортоиспытание передан высоколизиновый сорт ярового ячменя Одесский 84Л, полученный путем насыщающих скрещиваний образца Хайпроли с обычными сортами. Он на 3—4 ц с 1 га превышает по урожайности стандарт и имеет повышенное содержание лизина.

В селекции твердой пшеницы важно вести отбор не только на повышенное содержание белка, но и на содержание каротина. У кукурузы получены формы, содержащие до 18—20% белка. Но он состоит главным образом из неполноценной его фракции — зеина, поэтому исключительно важно создать высоколизиновые гибриды, превышающие по кормовым достоинствам обычную кукурузу в 1,5—2 раза. Эту работу успешно ведет в КНИИСХ М. И. Хаджинов. Такие гибриды, как Краснодарский 303ВЛ, Краснодарский 82ВЛ, Днепровский 247ВЛ, уже высевают на полях колхозов и совхозов.

По зерновым бобовым культурам нужно вести селекцию на повышенное содержание белка. Производству крайне необходимы новые сорта сахарной свеклы с повышенной сахаристостью и высокими технологическими качествами, а также технические сорта картофеля с высоким содержанием крахмала в клубнях.

При выведении новых высокоурожайных и высокомасличных сортов и гибридов подсолнечника, масличного льна, клешевины, сои обязательно нужно учитывать состав масел. Методы отечественной селекции подсолнечника настолько совершенны и результативны, что ставится задача выведения новых сортов и гибридов с масличностью 58—59%.

Одно из главных направлений в селекции льна-долгунца — создание новых высокоурожайных сортов с высоким содержанием и качеством волокна, устойчивых к болезням, обеспечивающих повышение урожая и качества волокна не менее чем на 15%, а в селекции конопли — выведение однодомных и двудомных сортов с высоким содержанием и качеством волокна.

### **СЕЛЕКЦИЯ НА ЛУЧШУЮ ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ К МЕХАНИЗАЦИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ**

Важнейшая задача селекции многих зерновых, зерновых бобовых, крупяных культур, льна — создание сортов, устойчивых к полеганию. Для пшеницы важно иметь сорта, у которых устойчивость к осыпанию сочеталась бы с хорошей вымолачиваемостью зерна. Очень нужны штамбовые сорта гороха, сорта чечевицы с высоким прикреплением бобов и устойчивые к осыпанию. На Ворошиловградской областной опытной станции выведен необычный

**новый сорт гороха Неосыпающийся 1.** Он получен от скрещивания сортов Рамонский 77 и Прикульский, который обладает хорошо развитой семяножкой, связывающей семена со швом боба. Этот признак неосыпаемости семян при растрескивании бобов путем гибридизации и был передан новому сорту. Неосыпающийся 1 может давать урожай до 60 ц с 1 га и более. На 1979 г. этот сорт намечен к районированию в 24 областях и автономных республиках. Теперь предстоит перевод всех существующих сортов гороха на «неосыпающуюся основу». Имеется ценный исходный материал для выведения сортов кукурузы с высоким расположением первого початка.

Конопля — двудомное растение, посконь (растение с мужскими цветками) у нее созревает значительно раньше матерки (с женскими цветками), и поэтому уборку приходится проводить вручную. Создание однодомных сортов конопли внесет коренные изменения в возделывание этой ценной технической культуры. Важно создать сорта хлопчатника с компактным кустом, облегчающим междурядную механизированную обработку посевов и машинный сбор хлопка-сырца. Выведение листопадных сортов этой культуры также значительно улучшит работу хлопкоуборочных машин. При селекции картофеля в числе других важных признаков необходимо учитывать длину столонов и компактность расположения клубней, что обеспечивает более производительную работу картофельного комбайна.

#### Контрольные вопросы

1. Каковы принципы эколого-географической систематики растений?
2. Что такое экотип и на какие экотипы и эколого-географические группы делятся зерновые культуры?
3. Что такое признаки и свойства растений?
4. Назовите основные признаки и свойства, по которым должен оцениваться исходный материал в селекции растений.
5. Охарактеризуйте изменчивость признаков и свойств какого-либо вида культурных растений и расскажите, от чего она зависит.
6. Что такое сорт сельскохозяйственных растений?
7. Как разделяются сорта по происхождению и способам выведения?
8. Какие требования предъявляются к сорту производством?
9. Что такое ареал и пластичность сорта?
10. Что такое исходный материал в селекции растений и на какие виды он разделяется?
11. Что такое местные сорта и каково их значение в селекции?
12. Перечислите центры (очаги) происхождения культурных растений.
13. Каково значение для селекции мировой коллекции сельскохозяйственных растений, созданной ВИР?
14. В чем заключается селекционная ценность дикорастущих форм растений?
15. Каковы задачи и основные направления селекционной работы в нашей стране?



## Глава 5

# МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ



Все сорта сельскохозяйственных культур созданы путем отбора. Но использование отбора тесно связано с методами получения исходного материала. По мере совершенствования этих методов открывались новые возможности для отбора и повышалась его творческая роль в создании новых сортов растений.

### ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ СЕЛЕКЦИИ

Самым длительным в истории селекции был период, связанный с использованием естественных популяций и местных сортов, сформировавшихся под влиянием естественного и простейших приемов искусственного отбора. В зависимости от продолжительности и направления действия отбора создавались популяции, часто очень хорошо приспособленные к неблагоприятным условиям произрастания в той или иной природно-климатической зоне: засухоустойчивые, зимостойкие, скороспелые и т. д. Такими популяциями и местными сортами были представлены на протяжении многих веков все возделываемые в настоящее время сельскохозяйственные культуры.

Среди большой массы относительно скороспелых, засухоустойчивых или зимостойких растений нередко встречались формы, существенно различавшиеся по этим свойствам. Так, сформировавшийся в условиях Поволжья местный сорт-популяция яровой пшеницы Полтавка отличался способностью давать относительно устойчивые урожаи как в засушливые, так и в увлажненные годы. На высокую пластичность этого сорта обратил внимание известный саратовский селекционер А. П. Шехурдин. Изучение показало, что Полтавка неоднородна не только по морфологическим признакам, но и по хозяйственно-биологическим свойствам, а стало быть, может стать источником для выведения новых, значительно лучших селекционных сортов. В 1911 г. А. П. Шехурдин отобрал из Полтавки 727 растений. Потомство одного из них под номером 62 стало родоначальником сорта яровой пшеницы Лютеценс 62 — одного из самых пластичных и еще недавно широко распространенных в нашей стране сортов.

Путем отбора лучших растений из местных сортов-популяций были созданы многие селекционные сорта различных культур. Исходную популяцию, использовавшуюся в качестве лучшего сорта, подвергали разложению на составляющие ее линии, лучшие из них отбирали, размножали и использовали в дальнейшем как новые селекционные сорта. Этот метод, основанный на анализе линий, из которых состоит популяция, и отборе лучших из них, получил название *аналитической селекции*, а создаваемые этим методом сорта называются *линейными*.

Аналитическая селекция стала первым этапом научной селекции. Она использовала огромное разнообразие сортов-популяций, созданных человеком за многовековую историю земледелия и оказалась исключительно эффективной. За короткий срок в различных странах были созданы сотни и тысячи селекционных сортов, имевших в большинстве случаев существенные преимущества по целому ряду признаков и свойств по сравнению с исходными сортами-популяциями.

Но дальнейшее повышение требований сельскохозяйственного производства к селекционным сортам привело к необходимости применения метода гибридизации. Так возникла *синтетическая селекция*, при которой достигается сочетание в одном гибридном организме свойств и признаков двух и большего количества родительских форм. Гибридизация значительно расширила творческие возможности отбора и стала основным методом создания исходного материала. Благодаря гибридизации человеком созданы такие формы растений, которые в природе могли бы появиться очень нескоро или не появиться вообще.

Дав обоснование методам отбора и гибридизации, генетика в последнее двадцатилетие разработала новые методы получения исходного материала. Так, на основе самоопыленных линий были получены гетерозисные гибриды, значительно более урожайные, чем обычные сорта.

Широкое распространение в качестве новых источников исходного материала получили полиплоидные формы и мутации, создаваемые в результате искусственного мутагенеза. Появились первые полиплоидные и мутантные сорта различных сельскохозяйственных культур.

В зависимости от биологических особенностей различных культур, требований, предъявляемых к новым сортам, характера исходного материала и других условий в селекционной работе могут использоваться различные методы. Применение одного метода очень часто не только не исключает, а, наоборот, основывается на других. Так, метод получения самоопыленных линий обязательно предполагает последующее их скрещивание между собой или с сортами. Чтобы из полиплоидных форм получить сорта, их, как правило, нужно скрещивать. Больше всего полезных мутаций под влиянием искусственных мутагенов возникает у сортов гибридного происхождения, но полученные мутантные формы растений, для

того чтобы они стали сортами, в большинстве случаев также нужно снова скрещивать.

У разных сельскохозяйственных культур преобладающее значение могут иметь различные методы селекции: при создании новых сортов клевера основным методом является отбор из естественных популяций и местных сортов; почти все районированные в настоящее время сорта проса получены в результате аналитической селекции; в селекции пшеницы господствует метод внутривидовой гибридизации; у кукурузы идет очень быстрый процесс вытеснения обычных сортов гетерозисными гибридами и т. д.

Остановимся более подробно на основных методах селекционной работы.

## ВНУТРИВИДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ

*Гибридизацией* называется процесс скрещивания между собой двух или большего числа последовательно вовлекаемых в него наследственно различающихся родительских форм. Организмы, получающиеся в результате искусственного или естественного скрещивания и объединяющие в себе наследственные свойства и признаки разных особей, называются *гибридами*.

В этом разделе речь пойдет о *внутривидовой гибридизации*, при которой скрещивающиеся особи принадлежат к одному виду.

Гибридизация делится на искусственную и естественную (спонтанную). *Естественная гибридизация* широко распространена в природе. Она происходит не только между особями одного сорта, разновидности или вида, но и между растениями различных видов и родов. Например, во время цветения при близком произрастании могут скрещиваться разные сорта мягкой яровой пшеницы, яровая пшеница с озимой, кормовая свекла с сахарной, мягкая пшеница с твердой, пшеница с рожью, пыреем и эгилопсом, сорго с суданской травой и т. д.

В основе гибридизации лежат перекомбинации генов и трансгрессии. Ее нельзя рассматривать как простое арифметическое суммирование признаков и свойств растений. Родительские организмы передают своему потомству не признаки, а гены, в результате чего в каждом поколении гибридов признаки, контролируемые этими генами, развиваются вновь. Так, в некоторых случаях при скрещивании двух безостых форм пшеницы в гибридном потомстве появляется около четверти остистых растений. Объясняется это следующим образом. У родительских особей признаки остистости отсутствуют, но у них были рецессивные гены, определяющие развитие этого признака, и в потомстве гибридных растений рецессивные гомозиготы дали начало развитию остей.

При скрещивании двух сортов ячменя, имеющих в среднем длину колоса 8 см, у некоторых растений длина колоса может достигать 10 см и более. Это новообразование связано с *трансгрессией* — суммирующим действием полимерных генов, опреде-

ляющих длину колоса. Урожайность двух инцухт-линий кукурузы может составлять соответственно 40 и 50% урожайности исходного сорта, из которого они получены. При скрещивании таких линий между собой урожайность гибридных растений первого поколения достигает 130% и более урожайности исходного сорта. В данном случае повышение урожайности в результате гибридизации инцухт-линий объясняется гетерозисом.

Таким образом, в результате гибридизации можно получать новые организмы, способные не только сочетать признаки и свойства исходных родительских форм, но и развивать совершенно новые качества.

### ПОДБОР РОДИТЕЛЬСКИХ ПАР ДЛЯ СКРЕЩИВАНИЯ

Успех гибридизации в значительной степени определяется правильным подбором для скрещивания исходных родительских форм. Выбор родительских пар для скрещивания — один из самых трудных и важных вопросов практической селекции. Трудность его заключается в том, что любой признак или свойство родительских организмов не передается непосредственно их потомству. Гибридизация представляет собой сложный процесс образования новых форм, основанный на развитии генотипа в постоянно меняющихся условиях внешней среды. В гибридном организме признаки и свойства, полученные от родителей, образуя различные сочетания, развиваются в каждом поколении заново. Поэтому необходимо знать, как наследуются те или иные признаки при определенных условиях развития растений.

Обобщение накопившегося в распоряжении селекционеров фактического материала позволило установить некоторые закономерности формообразовательных процессов в гибридных популяциях и разработать общие принципы и методы подбора родительских форм для скрещивания.

**Эколого-географический метод подбора родительских пар.** Сорта и формы растений формируются и приспособляются в ходе естественного и искусственного отбора к определенным почвенно-климатическим условиям. Так, в Западной Сибири сформировались сорта пшеницы, устойчивые к длительной весенней засухе, в республиках Средней Азии — сорта, устойчивые к засухе в период налива зерна. В северных областях отбор создал скороспелые сорта и формы зерновых культур. В степных районах нашей страны с черноземными почвами, а также в подобных областях США и Австралии сформировались экотипы староместных популяций и селекционные сорта с повышенным содержанием белка, отличающиеся стекловидным зерном и сильной клейковиной. У китайских пшениц выработалось экологическое свойство быстрого налива зерна. Итальянские пшеницы обладают комплексным иммунитетом к стеблевой ржавчине, имеют крупное зерно, короткий стебель, но низкий процент белка, всего 9—10%.

К современному сорту сельскохозяйственных растений предъявляются очень высокие требования. Признаки и свойства, которыми он должен обладать, в комплексе в природе не существуют, а разобщены среди географически отдаленных экотипов. Сущность метода подбора родительских пар по экологическому принципу в том и состоит, чтобы признаки и свойства, разобщенные между географически и экологически отдаленными сортами и формами, объединить в одном новом сорте в нужном их сочетании.

Например, местная поволжская популяция яровой пшеницы Полтавка, из которой А. П. Шехурдин вывел линейный сорт Лютесценс 62, обладала высокой пластичностью и засухоустойчивостью в фазе выход в трубку — колошение, но устойчивость к засухе в фазе налива зерна у нее была низкой, и в годы, когда в этот период наблюдалась высокая температура воздуха, урожай у нее сильно снижался. В то же время было известно, что в Средней Азии в результате отбора у местных пшениц выработалась высокая устойчивость к засухе в фазе налива зерна, поэтому среднеазиатские экотипы пшеницы характеризуются наивысшей засухоустойчивостью в это время. Для того чтобы сочетать в одном гибриде засухоустойчивость в разные фазы роста, Полтавку скрестили с местным среднеазиатским сортом Грекум. Полученный от этого скрещивания сорт Лютесценс 91 в дальнейшем стал родоначальником многих саратовских гибридных сортов яровой пшеницы.

При подборе родительских пар на основе эколого-географического метода очень часто наблюдаются трансгрессии и новообразования, связанные не просто с географической отдаленностью скрещиваемых форм, а с различиями их генотипов, с возможностью комбинирования и получаемых гибридных форм и сортов свойств и признаков разных родителей. Ценность тех или иных экотипов определяется не степенью их географического удаления от места скрещивания, а такими их признаками и свойствами, которые отбор мог создать только в условиях различных природно-климатических зон и не имел возможности создавать в одной местности, где выводится новый сорт.

Успех применения метода подбора пар по эколого-географическому признаку зависит от ряда условий. Главные из них: 1) наличие обширных коллекций; 2) необходимые масштабы скрещивания; 3) правильная методика индивидуальных отборов из гибридных популяций.

Эколого-географический метод подбора родительских пар при гибридизации — основной в современной отечественной и зарубежной селекции. Особенно широко и успешно использовал его в селекции озимой пшеницы академик П. П. Лукьяненко. Правильно подбирая исходные родительские пары, он в отдельных комбинациях получал у гибридов превышение урожайности на 25—40% и более. Во Всесоюзном селекционно-генетическом институте, используя эколого-географический метод подбора пар, берут селек-

ционные районированные сорта местного происхождения, приспособленные по ведущим свойствам к местным степным условиям — зимостойкие и засухоустойчивые, такие, например, как Одесская 16, и сорта лесостепного экотипа, более продуктивные, дополняющие степной экотип по крупности зерна, устойчивости к болезням и т. д., такие, как Безостая 1, Кавказ и др.

Чем более сложны и суровы экологические условия, тем более важно, чтобы один из родительских местных сортов был к ним особенно хорошо приспособлен. При создании сортов для Юго-Востока страны нужно обязательно брать для скрещивания в качестве материнских или отцовских форм засухоустойчивые местные сорта. В Якутской АССР в основе создаваемого сорта яровой пшеницы или ячменя должен быть скороспелый северный экотип. В Северном Казахстане сорт яровой пшеницы необходимо создавать с участием местного холодостойкого и устойчивого к весенней засухе экотипа и т. д.

**Подбор пар по элементам продуктивности растений.** Главнейший признак, по которому ведется оценка сортов, — их урожайность. Это очень сложный признак. Но в итоге он представляет собой произведение двух величин: среднего числа растений на единице площади и средней урожайности, или, как принято называть, продуктивности одного растения. В свою очередь, продуктивность растений складывается из отдельных составных частей (элементов). Например, у зерновых культур она определяется средними показателями числа продуктивных стеблей, числа зерен на одном стебле (метелке) и массы 1000 семян.

У разных сортов элементы, слагающие продуктивность растений, могут в той или иной степени различаться, иногда существенно. Известно, что одни сорта кустятся сильнее других, они могут также отличаться по степени озерненности и крупности зерна. Установлено, что эти признаки наследуются независимо друг от друга и, следовательно, возможно наилучшее их сочетание в одном гибридном растении. Даже в том случае, если два сорта имеют равную среднюю продуктивность растений, существует возможность получения при их скрещивании значительно более продуктивного потомства. Вероятность этого тем больше, чем сильнее выражены различия между ними по элементам, слагающим продуктивность.

Подбор пар по элементам структуры продуктивности очень редко может быть использован в качестве самостоятельного метода. Но при подборе родителей по величинам сложных признаков следует всегда учитывать составляющие их элементы. Для этого прежде всего необходимо установить структуру сложного признака или свойства: число и степень выражения обуславливающих его элементов.

**Подбор пар по продолжительности отдельных фаз вегетации.** Одной из важнейших задач селекции является создание сортов, сочетающих высокую урожайность со скороспелостью. Во многих

засушливых районах позднеспелые сорта во время налива зерна попадают под «запал», отчего урожайность их резко снижается. В северных районах позднеспелые сорта не успевают вызреть и повреждаются заморозками. Сочетание в одном сорте скороспелости и высокой продуктивности — задача очень трудная, так как растения тем больше накапливают органического вещества, чем продолжительнее вегетационный период. Разорвать эту физиологическую связь очень сложно.

При решении данной задачи исходят из того, что продолжительность вегетационного периода — генетически сложный признак, включающий продолжительность отдельных фаз вегетации. Поэтому, подбирая для скрещивания сорта с разной продолжительностью отдельных фаз, можно добиться сочетания наиболее коротких из них и создать таким образом скороспелый сорт. Для этого нужно, чтобы исходные родительские пары отличались по данному признаку: у одного сорта короткими должны быть одни фазы, у второго — другие. Для выявления таких сортов проводят фенологические наблюдения, отмечая начало наступления отдельных фаз у всех изучаемых в питомниках сортов и образцов.

Этот метод подбора пар нашел практическое применение в селекции ряда культур.

**Подбор пар на основе различий устойчивости сортов к заболеваниям.** При селекции на устойчивость к грибным заболеваниям — ржавчине, головне и т. д. — обязательно нужно учитывать расовый состав паразитов. Одно и то же заболевание, как правило, вызывается не одной, а несколькими расами. Например, известно более 200 рас листовой ржавчины и около 20 рас пыльной головни пшеницы. При этом сорт может быть устойчивым к одним расам болезни и поражаться другими ее расами. Необходимо создавать сорта, способные противостоять возможно большему числу физиологических рас паразитов при самых разнообразных экологических условиях и, следовательно, способных возможно длительное время сохранять свою устойчивость.

Установлено два типа устойчивости растений к заболеваниям: расоспецифическая и полевая, или неспецифическая, устойчивость. Расоспецифическая устойчивость проявляется в реакции сверхчувствительности или повышенной чувствительности растения к определенным расам патогена, когда происходит быстрая гибель клеток при проникновении в них гиф гриба, вследствие чего патогенное начало быстро локализуется с образованием так называемых некрозов. Полевая устойчивость более стабильна, она имеет сложную полигенную природу и связана с рядом защитных особенностей сорта, ограничивающих или замедляющих поражение. Сорта, обладающие полевой устойчивостью, могут противостоять всем расам патогена в полевых условиях и способны продолжительно сохранять ее, несмотря на изменения, происходящие со временем в расовом составе паразита. Полевая устойчивость должна обеспечивать основу иммунитета создаваемым сортам. До-

полнительно им должна быть придана обусловленная основными генами специфическая устойчивость, дающая более высокий общий уровень устойчивости к существующим расам патогена. Следовательно подбираемые для скрещивания родительские формы должны вносить в гибридную популяцию оба типа устойчивости.

Многолетние исследования КНИИСХ показали, что практический интерес представляют, как правило, только те гибриды, у которых в  $F_1$  доминирует устойчивость. Если же гибриды  $F_1$  поражаются ржавчиной, то в последующих поколениях устойчивые формы отобрать нельзя.

### ТИПЫ СКРЕЩИВАНИЯ

Гибридизация растений осуществляется путем скрещивания. В практической селекции применяют различные типы скрещиваний, выбор которых определяется биологическими особенностями культуры, характером имеющегося у селекционера исходного материала, предъявляемыми к будущему новому сорту требованиями и т. д.

**Простые скрещивания.** Простыми называются скрещивания между двумя родительскими формами, производимые однократно. Если одного из родителей обозначить буквой А, а другого — В, то простое скрещивание между ними можно представить в виде формулы  $A \times B$ . При простых скрещиваниях гибриды обладают наследственными признаками обоих родителей. Формообразовательный процесс в гибридных популяциях от простых скрещиваний идет на основе перераспределения наследственного материала, привнесенного в равном количестве одной парой родителей. Поэтому простые скрещивания называются также *парными*. Разновидностью парных скрещиваний являются *реципрокные скрещивания* (см. главу 3), применяемые в двух случаях:

1) когда наследование какого-либо важного хозяйственно-биологического признака связано с цитоплазмой; например, иногда при скрещивании двух сортов озимой пшеницы, из которых один имеет более высокую морозостойкость, гибриды наследуют это свойство сильнее в том случае, если морозостойкий сорт берется в качестве материнской формы;

2) когда завязываемость семян зависит от того, в качестве материнской или отцовской формы берется тот или иной сорт.

Возможное влияние цитоплазмы при различных скрещиваниях показано на рисунке 23. Ядерный материал как при прямом, так и при обратном скрещиваниях родительские формы передают по ровну, цитоплазма же передается гибридам только по материнской линии. При реципрокных скрещиваниях в одних случаях влияние цитоплазмы материнской формы может быть очень существенным, в других оно не проявляется. Так, во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур (ВНИИМК) в реципрокных скрещиваниях сортов подсолнечника 3519 и 6540



были получены межсортовые гибриды, которые значительно различались по поражению заразой в зависимости от того, какой сорт был взят в качестве материнской или отцовской формы. Процент гибридных растений, пораженных заразой, в скрещивании 3519×6540 равнялся 100,

а в скрещивании 6540×3519 — 45,9, т. е. был в 2 с лишним раза меньше. В то же время разницы в продолжительности вегетационного периода у межсортовых гибридов подсолнечника в реципрокных скрещиваниях не установлено.

**Сложные скрещивания.** Скрещивания, в которых участвуют более двух родительских форм или когда гибридное потомство повторно скрещивается с одним из родителей, называются сложными. Они делятся на ступенчатые и возвратные.

**Ступенчатые скрещивания** применяют тогда, когда хотят соединить в гибридном потомстве наследственность нескольких родительских форм. Их можно представить в виде следующих простейших формул:  $[(A \times B) \times V] \times G$  или  $[(A \times B) \times (V \times G)] \times D$ . В первом случае гибрид, полученный от скрещивания двух родительских форм А и В, дополнительно скрещивается с формой В, а затем с формой Г, во втором случае сначала скрещиваются попарно сорта А и В, В и Г, а их гибридное потомство скрещивается между собой и с формой Д. В обоих случаях скрещивания осуществляются последовательно, ступенчато.

Метод ступенчатой гибридизации очень широко применяется в современной селекции. Переход от парной к сложной ступенчатой гибридизации вызван повышением требований к сортам сельскохозяйственных культур, поскольку скрещивание двух родительских форм, как правило, не обеспечивает получения сорта с нужными качествами. Для формирования нового сорта требуется участие 4—5, а иногда и большего числа исходных форм. Сущность ступенчатой гибридизации заключается в том, что полученные в результате скрещивания формы растений с несколькими положительными признаками вновь скрещиваются с другими формами или сортами, имеющими другие положительные свойства, которые у ранее полученных форм отсутствовали и которые желательно передать.

Метод сложной ступенчатой гибридизации в нашей стране был разработан и впервые успешно применен А. П. Шехурдиным. В НИИСХ Юго-Востока на основе этого метода были созданы сорта мягкой яровой пшеницы Лютесценс 53/12, Альбидум 43, Саратовская 36, Саратовская 39, Саратовская 210, Саратовская 29

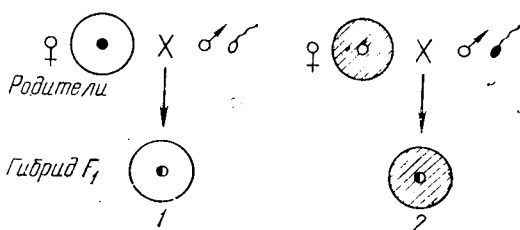


Рис. 23. Схема передачи цитоплазмы при реципрокном скрещивании:

1 — прямое скрещивание; 2 — обратное.

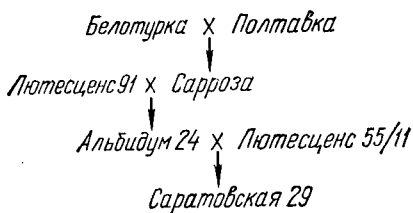


Рис. 24. Схема создания сорта яровой пшеницы Саратовская 29 методом сложной ступенчатой гибридизации.

зации одного из самых лучших отечественных сортов яровой пшеницы — Саратовская 29. Этот сорт был получен в результате трехступенчатого скрещивания. Вначале путем скрещивания Белотурки и Полтавки получили замечательный по технологическим качествам зерна сорт Сарроза (Саратовская розовая). Он превышал по урожайности Полтавку, но уступал выведенному из нее сорту Лютесценс 62. Для дальнейшего повышения урожайности сорта Сарроза его скрестили с высокоурожайным сортом Лютесценс 91 и получили высокоурожайный, но поражающийся пыльной головней сорт сильной пшеницы Альбидум 24. Чтобы ликвидировать этот недостаток, на третьей ступени его скрещивают с устойчивым к пыльной головне сортом Лютесценс 55/11. В результате такого трехступенчатого скрещивания из гибридной популяции был отобран высокоурожайный, выдающийся по технологическим качествам, устойчивый к пыльной головне сорт Саратовская 29.

Сложная ступенчатая гибридизация — основной метод селекции пшеницы во всех странах мира.

Академик П. П. Лукьяненко применил сложную ступенчатую гибридизацию с использованием географически отдаленных форм при создании сорта озимой пшеницы Безостая 1 (рис. 25). Выдающиеся качества этого сорта — результат длительного последовательного накопления на различных ступенях сложного скрещивания важнейших свойств, которыми должен обладать современный сорт пшеницы интенсивного типа. В этом сложном скрещивании можно выделить следующие основные этапы, или ступени.

1. Сочетание признаков короткостебельности японских форм с крупноколосостью и ржавчиноустойчивостью итальянских (сорт Ардито).

2. Внесение в этот сорт свойств скороспелости и засухоустойчивости аргентинских форм (сорт Клейн 33).

3. Скрещивание североамериканского озимого ржавчиноустойчивого (имеющего высокие технологические качества) сорта Канредфулькастер с яровым сортом Клейн 33 (озимый сорт Скоропелка 2).

4. Скрещивание скороспелого, ржавчиноустойчивого, короткостебельного, крупноколосого, но недостаточно зимостойкого сорта

и др., а также ряд сортов твердой безостой пшеницы. Урожайность новых сортов оказалась на 40—60% выше, чем у исходного местного сорта Полтавки, с которого началась селекция яровой пшеницы в этом институте.

На рисунке 24 представлена схема создания методом сложной ступенчатой гибридизации

Скороспелка 2 с более зимостойким, высокоурожайным сортом лесостепного экотипа Лютесценс 17 (сорт Безостая 4).

5. Выведение из сорта Безостая 4 путем повторного внутрисортного отбора сорта Безостая 1.

Метод сложной ступенчатой гибридизации применяется не только в селекции пшеницы. При работе с любой другой культурой по мере того, как исчерпываются возможности парной гибридизации, селекционеры переходят на сложные ступенчатые скрещивания. Очень успешно этот метод в селекции ячменя применяет во Всесоюзном научно-исследовательском селекционно-генетическом институте П. Ф. Гаркавый.

Селекционная практика показывает, что метод сложной ступенчатой гибридизации имеет огромные формообразовательные возможности, он себя никогда не исчерпает.

*Возвратные скрещивания.* Скрещивания, при которых гибрид повторно скрещивается с одним из родителей, называются возвратными. Их применяют в двух случаях:

1) для преодоления бесплодия гибридов первого поколения при отдаленной гибридизации; такое скрещивание можно представить в виде формулы  $(A \times B) \times B$ ;

2) для усиления в гибридном потомстве желаемых свойств одного из родителей. В этом случае возвратные скрещивания назы-

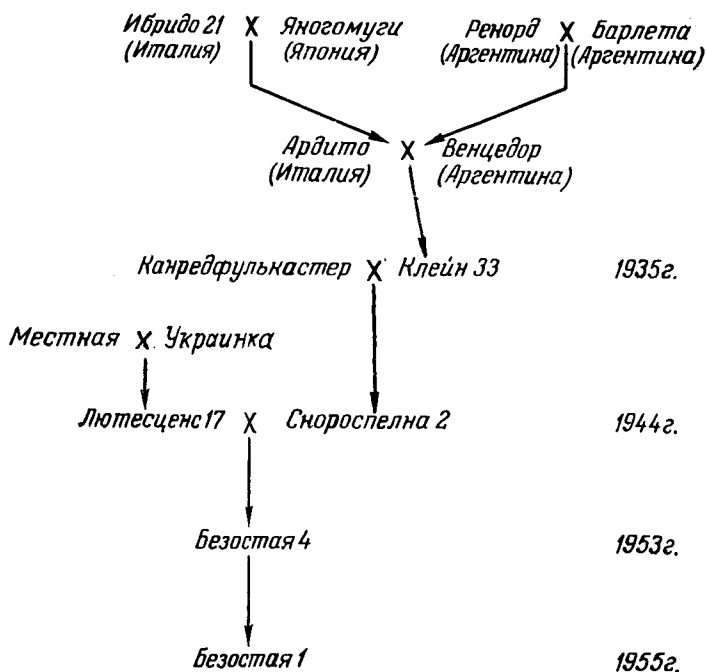


Рис. 25. Родословная сорта озимой пшеницы Безостая 1.

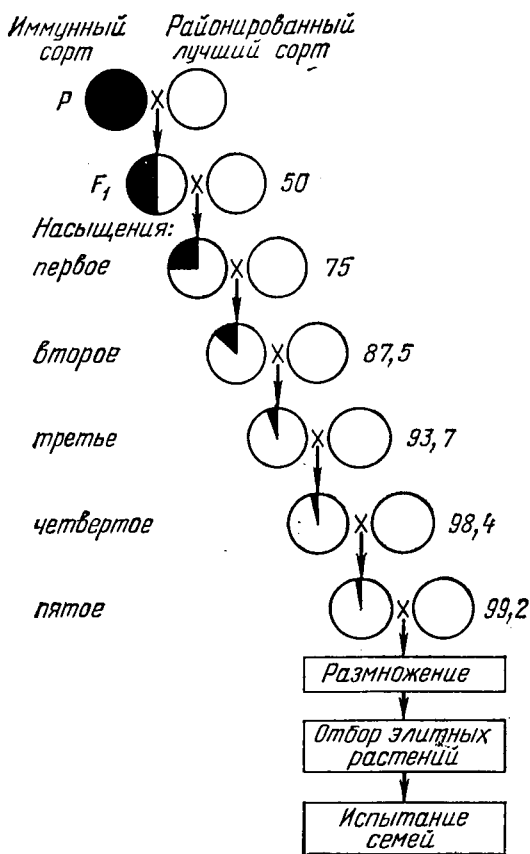


Рис. 26. Схема применения насыщающих скрещиваний в селекции на устойчивость к болезням зерновых культур (справа дано процентное содержание ядерного материала основного сорта в поколениях).

Гибриды первого поколения имеют равное количество материнского и отцовского ядерного материала, в дальнейших поколениях количество последнего непрерывно нарастает.

Каждое последующее скрещивание гибридного потомства с отцовской формой называется *беккроссом*. В результате первого беккросса количество отцовского ядерного материала увеличивается до 75%, после шестого беккросса оно равняется 99,2%, т. е. происходит почти полное поглощение материнской наследственности отцовской. Поэтому длительные насыщающие скрещивания называют *поглощительными*. Гибридное потомство от поглощительных скрещиваний после шестого беккросса обычно размножают и от-

вают *насыщающими*. Смысл данного названия состоит в том, что в ряде поколений гибридное потомство последовательно насыщается ядерным наследственным материалом отцовской формы, цитоплазма же у всех поколений гибридов остается материнской. Насыщающие скрещивания применяют в том случае, когда у одного из сортов, хорошего во многих отношениях, имеется какой-либо существенный недостаток, а другой сорт или форма представляет ценность лишь благодаря одному важному свойству, отсутствующему у первого.

Насыщающие скрещивания чаще всего используют при выведении сортов, устойчивых к болезням. Лучший высокопродуктивный, но неустойчивый к какому-либо заболеванию сорт берется в качестве отцовской формы, а сорт, обладающий устойчивостью к нему, — в качестве материнской (см. схему на рис. 26).

бирают из него лучшие линии — высокоурожайные и устойчивые к заболеваниям. При помощи насыщающих (поглотительных) скрещиваний в СССР, Швеции, Канаде и других странах выведены устойчивые к мучнистой росе сорта ячменя, ржавчиноустойчивые сорта и формы пшеницы, сорта картофеля, устойчивые к фитофторе.

Насыщающие скрещивания дают возможность передавать и такие свойства, как неполегаемость, скороспелость, высокие качества зерна и др. Используя насыщающие скрещивания, удастся совместить в гибридном организме цитоплазму одного сорта и ядерное вещество другого. Этот прием в настоящее время очень широко применяется при использовании ЦМС в селекции гетерозисных гибридов кукурузы и других культур.

### МЕТОДИКА И ТЕХНИКА СКРЕЩИВАНИЯ

При помощи скрещивания, применяемого при искусственной гибридизации, обеспечивается оплодотворение цветков материнского сорта пыльцой подобранного отцовского сорта для получения гибридных семян данной комбинации в требуемом количестве. Для скрещивания отбирают хорошо развитые здоровые растения.

Различия в технических приемах, применяемых при скрещиваниях, определяются прежде всего строением цветка (обоеполые и раздельнополые цветки, гетеростилия и другие особенности), способом опыления и характером цветения данной культуры (самоопыление или перекрестное опыление, открытое или закрытое цветение и т. д.). При проведении скрещиваний необходимо также учитывать продолжительность цветения растений, характер цветения в пределах соцветия (колос, метелка, корзинка), время цветения в пределах суток, продолжительность жизнеспособности пыльцы и рыльца.

Эти показатели сильно изменяются по годам и почвенно-климатическим зонам у различных сортов и форм. Например, продолжительность цветения в зависимости от метеорологических условий может варьировать от нескольких часов до нескольких суток, резко сокращаясь в жаркую сухую погоду и увеличиваясь при влажной и умеренно теплой погоде. У пшеницы цветение начинается в колосках средней части колоса, а в колоске — с боковых цветков. У ячменя боковые цветки зацветают значительно раньше срединных. У проса и овса раньше начинают цвести колоски верхней части метелки, а затем средней и нижней. В течение дня цветение у многих культур протекает неравномерно: наибольшее количество цветков раскрывается рано утром, а также вечером и т. д.

Существуют следующие способы искусственного опыления.

1. *Принудительное опыление* — материнское растение опыляется пыльцой одного отцовского растения.

2. *Ограниченно-свободное (групповое) опыление* — материнское растение опыляется пылью нескольких растений одного сорта или нескольких специально подобраных отцовских сортов.

3. *Свободное неограниченное опыление* — материнское растение может опыляться пылью всех произрастающих вокруг сортов и форм.

При принудительном опылении применяют три последовательных приема, включающих кастрацию цветков, сбор пыльцы и опыление.

**Кастрация цветков материнских растений** заключается в удалении недоразвитых пыльников с последующей изоляцией соцветий. Начинают кастрацию обычно за 1—3 дня до созревания пыльников. При этом следует иметь в виду, что например, у ячменя цветение, как правило, начинается, когда колос еще не вышел из влагалища листа. То же часто наблюдается в очень засушливые годы у пшеницы.

Для кастрации выбирают наиболее развитые цветки в пределах соцветия и создают лучшие условия для формирования в них в последующем хорошо развитых гибридных семян. Для этого у колосовых культур отрезают ножницами верхнюю часть колоса и обрывают пинцетом нижние колоски. В каждом колоске у пшеницы оставляют только боковые цветки и удаляют все срединные. Затем приступают к собственно кастрации — удалению пыльников из оставленных в колоске цветков. Пыльники нужно удалять полностью и в недозрелом состоянии, чтобы не допустить самоопыления. При этом всегда стараются как можно меньше травмировать цветок.

Кастрированный колос заключают в легкий непромокаемый изолятор из пергамента или целлофана. На изоляторе простым карандашом пишут номер комбинации и название материнского сорта, дату кастрации и фамилию лица, производившего ее. Чтобы под изолятор не проникли насекомые, в месте соприкосновения изолятора со стеблем подкладывают небольшое количество ваты.

Стебель с кастрированным колосом во избежание поломки подвязывают на уровне нижней и верхней частей изолятора к деревянному колышку или металлическому пруту. На этом подготовка материнского растения к опылению считается законченной.

**Сбор пыльцы.** Прежде чем проводить опыление, нужно собрать здоровую пыльцу с отцовских растений. Лучше всего для опыления использовать спелые пыльники. Но иногда пыльцу собирают в коробочки или бюксы. Если рыльца не успели созреть, а пыльники уже созрели, пыльцу собирают и сохраняют некоторое время в эксикаторе или банке с притертой пробкой.

Для проверки жизнеспособности пыльцы, когда это требуется, ее проращивают в чашках Петри при температуре 24—25°С на питательной среде из 1 г агар-агара, 100 см<sup>3</sup> воды и 25 г сахара.

Часто сорта, подобранные для скрещивания, значительно различаются по продолжительности вегетационного периода, и их цветение не совпадает по времени. Тогда для совмещения сроков цветения у скрещиваемых сортов применяют ряд приемов: посев в разные сроки, яровизацию позднеспелых сортов, подкашивание растений и др. Если необходимо скрестить озимые сорта с яровыми, последние высевают под зиму (поздно осенью) или очень рано весной в теплицах и вегетационных домиках.

**Опыление.** Кастрированные цветки материнских растений опыляют пылью подобранных отцовских, а затем опыленные соцветия изолируют. Наиболее успешно опыление происходит при полной спелости рылец. Продолжительность восприимчивости рылец колеблется от 3 до 10 дней и сильно зависит от метеорологических условий. Практикой установлено, что максимальное количество семян завязывается при проведении опыления на второй-третий день после кастрации.

Лучший способ опыления — нанесение на рыльце 1—2 зрелых, трескающихся при прикосновении пинцетом пыльников, взятых непосредственно из колоса отцовского растения. Опылять можно и пылью, нанесенной на кисточку. Лучшее время для опыления — ранние утренние часы, когда рыльце наиболее восприимчиво к пыльце и обеспечивается наилучшее ее прорастание.

После опыления на колос снова надевают изолятор, на котором отмечают дату опыления и фамилию работника. Так скрещивают колосовые культуры, Техника скрещивания других полевых культур имеет некоторые особенности, но в принципе она мало отличается от описанной.

Кастрация и в особенности опыление растений очень трудоемки и малопродуктивны. Даже работник, хорошо освоивший технику скрещиваний, за один рабочий день обычно кастрирует 60—80 и опыляет 30—40 колосьев. Для повышения производительности труда и большей результативности скрещиваний селекционно-опытные учреждения разработали ряд приемов, позволяющих усовершенствовать технику искусственного опыления сельскохозяйственных растений.

В КНИИСХ предложен групповой способ опыления. Сущность его состоит в следующем. Пять-шесть кастрированных колосьев материнского сорта заключают в один общий изолятор размером 20×35 см. Через 3—5 дней в него вводят вставленные в бутылку или банку с водой колосья отцовского сорта (из расчета 1,5—2 колоса на каждый кастрированный колос) с созревшими желтыми пыльниками (в момент начала растрескивания отдельных из них). Колосья сорта-опылителя ставят несколько выше колосьев материнского сорта и перемешивают с ними, что обеспечивает хорошее переопыление. Групповой способ позволяет повысить производительность труда при опылении растений более чем в 10 раз, при этом процент завязывания зерен увеличивается по сравнению с обычным в 3—4 раза.

## МАСШТАБ СКРЕЩИВАНИЙ И ОБЪЕМ РАБОТЫ С ГИБРИДНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Для получения гибридов с нужным сочетанием хозяйственно-полезных признаков создают много комбинаций и в каждой из них отбирают большое число растений. В Международном селекционном центре по улучшению пшеницы и кукурузы (Мексика) селекционер Н. Борлауг ежегодно проводит до 5000 комбинаций скрещиваний пшеницы. В КНИИСХ при работе с озимой пшеницей также ежегодно проводятся скрещивания в очень большом числе комбинаций. В каждой комбинации кастрируют 100—200 колосьев (2000—4000 цветков), чтобы в первом поколении иметь сотни, а во втором — сотни тысяч растений. Такой большой масштаб работы позволяет проводить индивидуальные отборы растений с нужным сочетанием хозяйственно-полезных признаков, начиная со второго-третьего поколения. В каждой комбинации из  $F_2$ — $F_3$  закладывают тысячу и более линий, а в некоторых наиболее ценных комбинациях — более 4000 линий. Всего в селекционном питомнике высевают 10—25 тыс. гибридных линий. Здесь в одной комбинации отбирают 3—5 самых лучших линий, размножаемых до конкурсного сортоиспытания без отборов. В последующем по результатам конкурсного сортоиспытания в выделившихся наиболее ценных линиях проводят индивидуально-групповые отборы. Такой метод работы с гибридными поколениями позволяет на самых ранних стадиях селекционного процесса выделять лучшие линии и дает возможность организовать быстрое их размножение. При этом новые сорта отбирают как из ранних, так и из старших поколений.

Перекрестноопыляющиеся культуры чаще всего скрещивают путем ограниченно-свободного или свободного опыления. Некоторые селекционно-опытные учреждения применяют ограниченно-свободное опыление и у самоопыляющихся культур, если у них наблюдается открытое цветение. Например, у отдельных сортов пшеницы количество открыто цветущих цветков может достигать 90—95%. При благоприятных условиях цветения насыщенность воздуха пылью бывает настолько значительной, что вероятность ее попадания на рыльце открыто цветущих цветков очень большая.

Скрещивание озимой пшеницы при свободном ветроопылении широко применяется во Всесоюзном научно-исследовательском селекционно-генетическом институте, Научно-исследовательском институте сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны и в некоторых других научно-исследовательских учреждениях. При этом в качестве материнского берется, как правило, лучший, экологически приспособленный к местным условиям сорт. Его высевают в окружении специально подобранных отцовских сортов-опылителей. Так создается возможность получения желаемого числа гибридных комбинаций на основе использования одной и той же материнской наследственности.



## ВЫРАЩИВАНИЕ ГИБРИДОВ ПЕРВЫХ ПОКОЛЕНИЯ

Селекционер обычно располагает небольшим числом гибридных семян, получаемых в результате скрещивания. Кроме того, часто гибридные семена, получаемые в год скрещивания ( $F_0$ ), оказываются плохо выполненными. Поэтому очень важно их быстро размножить и создать хорошие условия для выращивания из них полноценных растений. Обычно гибридные семена высевают по лучшим предшественникам в оптимальные для данной культуры и зоны сроки по хорошо удобренной почве. За растениями на протяжении всего вегетационного периода организуют тщательный уход, ведут борьбу с сорняками, вредителями и болезнями.

## ОТДАЛЕННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ

Скрещивание организмов, относящихся к разным видам и родам, называется отдаленной гибридизацией. Отдаленная гибридизация делится на *межвидовую* и *межродовую*. Примерами межвидовой гибридизации служат скрещивания мягкой пшеницы с твердой, подсолнечника с топинамбуром, овса посевного с овсом византийским и т. д. Скрещивания пшеницы с рожью, пшеницы с пыреем, ячменя с элимусом и др. относятся к межродовой гибридизации. Цель отдаленной гибридизации — создание растительных форм и сортов сочетающих в себе признаки и свойства разных видов и родов. В практическом и теоретическом отношении она представляет исключительный интерес, поскольку отдаленные гибриды очень часто отличаются повышенной мощностью роста и развития, крупностью плодов и семян, зимостойкостью и засухоустойчивостью.

Исключительно велико значение отдаленной гибридизации в создании сортов, обладающих устойчивостью к болезням и вредителям растений.

Отдаленная гибридизация имеет более чем двухвековую историю. Первый отдаленный гибрид между двумя видами табака был получен в 1760 г. И. Кельрейтером. С тех пор проблема отдаленной гибридизации неизменно привлекала к себе внимание многих выдающихся ботаников, генетиков и селекционеров во всем мире. Большой вклад в развитие теории и практики отдаленной гибридизации сделан И. В. Мичуриным, который на основе этого метода создал большое число новых сортов и форм плодовых растений. Им разработаны оригинальные приемы преодоления нескрещиваемости различных родов и видов растений.

Советские селекционеры первыми в мире стали широко использовать отдаленную гибридизацию растений, и наша страна по праву считается ее родиной. В двадцатые годы в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока Г. К. Мейстер скрещивал мягкую пшеницу с твердой и озимую пшеницу с

рожью и получил на этой основе первые гибридные сорта. В 1930 г. Н. В. Цицин в совхозе «Гигант» впервые в мире скрестил пшеницу с пыреем.

При проведении отдаленной гибридизации встречаются большие трудности. Они связаны с плохой скрещиваемостью или нескрещиваемостью разных видов и родов и стерильностью получаемых гибридов первого поколения.

**Трудности скрещивания разных видов и родов и способы их преодоления.** Нескрещиваемость или трудная скрещиваемость растений при отдаленной гибридизации вызывается тремя причинами.

1. Пыльца растений одного вида не прорастает на рыльцах цветков другого вида.

2. Пыльца прорастает, но пыльцевые трубки растут так медленно, что оплодотворение не происходит.

3. Оплодотворение происходит, но зародыш гибнет на той или иной стадии эмбрионального развития, и жизнеспособное семя не образуется.

Ряд способов преодоления нескрещиваемости растений при отдаленной гибридизации предложен И. В. Мичуриным. При получении гибридов между яблоней и грушей, вишней и черемухой, айвой и грушей, абрикосом и сливой он пользовался смесью пыльцы. По-видимому, выделения разнообразной пыльцы, наносимой на рыльца цветков материнского растения, способствуют прорастанию пыльцы вида-опылителя.

В некоторых случаях прорастание пыльцы отцовского растения стимулировалось добавлением пыльцы материнского растения. Так, при скрещивании розы с шиповником И. В. Мичурин не мог получить семян. При добавлении же к пыльце шиповника пыльцы розы семена образовывались, и из них выросли гибридные растения.

Для выведения зимостойких сортов персика И. В. Мичурин решил скрестить культурные сорта персика с зимостойкой формой дикого миндаля-бобовника. Но получить семена от такого скрещивания ему не удалось. Тогда он произвел предварительное скрещивание сеянцев бобовника с диким персиком Давида. В результате получился гибрид, названный им посредником. Он обладал достаточной зимостойкостью и легко скрещивался с культурными сортами персика. Этот метод ступенчатого скрещивания при гибридизации различных видов растений называется *методом посредника*.

Позднее метод посредника был применен и при отдаленной гибридизации однолетних культур, в частности картофеля. Дикий вид картофеля *Solanum bulbocastanum* устойчив ко всем известным агрессивным расам фитоготры, но он не скрещивался с культурным картофелем *Solanum tuberosum*. Для преодоления нескрещиваемости этих видов в качестве посредника был использован *Solanum acaule*.

**Бесплодие отдаленных гибридов первого поколения.** При отдаленной гибридизации скрещивания проводят в больших масштабах, так как при незначительном числе опыленных цветков может сложиться неправильное представление о нескрещиваемости тех или иных видов или родов растений. Межвидовые и межродовые гибриды первого поколения, как правило, бесплодны или имеют очень низкую плодовитость, хотя вегетативные органы у них могут быть хорошо развиты.

Причины бесплодия гибридов первого поколения отдаленных скрещиваний следующие.

I. Недоразвитость генеративных органов. Чаще всего недоразвитыми бывают мужские генеративные органы — пыльники, иногда они даже не вскрываются. Нередко стерильны и женские генеративные органы.

II. Нарушение мейоза. При образовании гамет возможна плохая или неправильная конъюгация хромосом разных видов. При этом возможны два случая:

скрещиваемые виды имеют разное число хромосом. Например, вид А ( $2n=14$ ) скрещивается с видом Б ( $2n=28$ ). У гибридов первого поколения число хромосом будет равняться 21. При гаметогенезе образуется 7 пар бивалентов и 7 унивалентов. Унивалентные хромосомы неравномерно распределяются между образующимися гаметами. При этом будут образовываться гаметы с различным числом хромосом: от 7 до 14;

скрещиваемые виды имеют одинаковое число хромосом, но вследствие их структурных различий конъюгация между ними может быть нарушена. Во время мейоза, как и в первом случае, негомологичные хромосомы расходятся неправильно. В результате этого явления наблюдается также более или менее выраженная стерильность гибридов.

Для преодоления бесплодия отдаленных гибридов первого поколения применяют следующие приемы.

1. Опыление пылью одного из родителей. Это один из наиболее часто применяемых методов, в большинстве случаев он дает хорошие результаты. Недостаток его заключается в возврате у последующих гибридных поколений признаков и свойств того родителя, пыльца которого была использована для повторного опыления.

2. Опыление пылью растений первого поколения. При больших масштабах работы и разнообразии родительских форм среди гибридов первого поколения обычно имеется немного растений с фертильной пылью. Их и используют для опыления стерильных растений того же поколения. При этом возврат к признакам родительских форм значительно слабее.

3. Обработка прорастающих семян раствором колхицина для удвоения числа хромосом. Этот метод позволяет получать в большом количестве плодовитые амфидиплоидные формы со сбалансированным числом хромосом.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТДАЛЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ В СЕЛЕКЦИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Отдаленная гибридизация довольно широко применяется в селекции растений. На ее основе советскими селекционерами созданы многие замечательные гибридные сорта зерновых культур, полученные путем скрещивания озимой пшеницы с рожью, мягкой пшеницы с твердой, пшеницы с пыреем. Наибольший интерес в гибридизации с пшеницей представляет пырей сизый *Agropyrum glaucum*. Он обладает комплексом хозяйственно-полезных признаков: высокой зимостойкостью (хорошо зимует при температуре минус 40—45°С и полном бесснежье), большой устойчивостью к грибным болезням, высоким содержанием белка в зерне (20—22%), большой продуктивной кустистостью, многоцветковостью (до 13 цветков в колоске), высокой продуктивностью (до 5000 зерен на одно растение), многолетним жизненным циклом и другими ценными признаками. Этот вид пырея — ближайший дикий родич пшеницы. Он широко распространен на всех континентах, что указывает на исключительную приспособляемость и выносливость этого растения.

В качестве материнского растения при скрещивании лучше брать пшеницу, поскольку при этом обеспечивается более высокий процент завязывания семян, значительно легче преодолевается бесплодие гибридов первого поколения, формообразовательный процесс идет в сторону гибридов пшеничного типа.

У гибридов первого поколения доминируют признаки пырея: многолетний образ жизни, высокая морозостойкость и зимостойкость, устойчивость к грибным болезням, длинный рыхлый колос, прочная соломина. Они полностью бесплодны. Лучший метод преодоления их бесплодия — повторное опыление пылью пшеницы. Скрещивание мягкой пшеницы ( $2n=42$ ) с пыреем сизым ( $2n=42$ ) проводят по схеме: пшеница  $\times$  пырей  $\rightarrow F_1$   $\times$  пшеница. Во втором и последующих поколениях идет широкий и сложный формообразовательный процесс по типу колоса, многолетию жизненного цикла, скороспелости, иммунитету, плодовитости и т. д. Возникает большое разнообразие константных форм растений, которые по типу колоса и числу хромосом делят на три группы: 42-хромосомные гибриды с пшеничным типом колоса; 56-хромосомные гибриды с промежуточным типом колоса; 42- и 56-хромосомные гибриды с пырейным типом колоса.

Наибольшую хозяйственную ценность представляет 42-хромосомная группа пшенично-пырейных гибридов (ППГ) с пшеничным типом колоса. По внешнему виду растения этой группы ничем не отличаются от обычных сортов пшеницы. Но в своем хромосомном наборе они несут отдельные гены пырея. Благодаря этому многие из них высокопродуктивны, зимостойки, устойчивы к болезням и полеганию. 56-хромосомные гибриды с промежуточным типом колоса в отличие от 42-хромосомных, имеющих отдельные

гены пырея, содержат 14 хромосом пырея. Они обладают большим количеством его признаков, но наряду с признаками исходных родительских форм у них есть и новые. В частности, зерно их отличается высоким содержанием белка, достигающим 25%. Они представляют собой ценный исходный материал для селекционной работы.

Скрещивания промежуточных 56-хромосомных ППГ между собой, а также с пшеницей и ржано-пшеничными амфидиплоидами (РПА) дают огромный спектр изменчивости. Образуются формы, представляющие исключительную селекционную ценность. Многие из них неизвестны ни в культуре, ни в диком виде. Получаются высокопродуктивные, крупноколосые и высокобелковые формы, обладающие комплексным иммунитетом к пыльной и твердой головне, к листовой и стеблевой ржавчине, в том числе ко всем агрессивным расам ее; формы с вертикальным расположением листьев, т. е. обладающие признаком, который может резко повысить фотосинтетическую способность будущих сортов; формы, обладающие ЦМС и одновременно открытым типом цветения, сходные по этому признаку с рожью; формы с крупным ржаным колосом, но закрытым, как у пшеницы, типом цветения; ветвистокосые и другие формы вида тургидум и т. д.

Использование в гибридизации озимой пшеницы пырея — один из путей повышения ее зимостойкости. 56-хромосомные ППГ зимуют даже в суровых условиях Сибири и при полном бесснежье дают урожай 18—20 ц с 1 га. При искусственном промораживании в течение суток при температуре минус 24° С они сохраняются почти полностью.

Промежуточные 56-хромосомные ППГ представляют большой интерес в селекции на устойчивость ко многим видам заболеваний. Получены формы, обладающие устойчивостью к пыльной и твердой головне и разным видам ржавчины. Некоторые из них абсолютно устойчивые ко всем названным болезням. Следовательно, создание сортов пшеницы, обладающих групповым иммунитетом, вполне реально.

На основе использования 56-хромосомных ППГ можно создать сорта озимой пшеницы с высоким содержанием белка. Для этого 56-хромосомные ППГ, в зерне которых имеется 20—24% белка, скрещивают между собой, с лучшими сортами озимой пшеницы и с ржано-пшеничными амфидиплоидами. Получаемые таким путем 42-хромосомные формы пшеничного типа отличаются высокой продуктивностью (в среднем 50—60 зерен в колосе) и высоким содержанием белка в зерне (18—20% и более).

42—56-хромосомные ППГ отличаются повышенной (в сравнении с обычными сортами) мутабельностью и являются ценным источником получения новых мутантных форм.

Новые короткостебельные, устойчивые к полеганию пшенично-пырейные гибриды выведены Г. Д. Лапченко в Московском селекцентре. Они обладают потенциалом урожайности в условиях

Нечерноземной зоны более 70 ц с 1 га. В Главном Ботаническом саду АН СССР в результате скрещивания сорта Лютесценс 62 с пыреем сизым создан пшенично-пырейный гибрид Грекум 114, районированный в ряде областей Сибири. В этом же учреждении получены ценные для селекции формы многолетней и зерно-кормовой пшеницы, а также пшенично-элимусовых гибридов. Один из лучших в нашей стране сортов твердой яровой пшеницы Харьковская 46 выведен путем трехвидовой гибридизации (*Triticum turgidum* × *T. dicossum*) × *T. durum*. На основе межвидовой гибридизации созданы ценные сорта твердой пшеницы Ракета и Безенчукская 115. Ф. Г. Кириченко во Всесоюзном селекционно-генетическом институте, скрещивая озимую мягкую пшеницу с яровой твердой, получил несколько сортов озимой твердой пшеницы. Таким образом, путем отдаленной гибридизации в нашей стране создана, по существу, новая культура — озимая твердая пшеница.

Во ВНИИМК от скрещивания лучших сортов подсолнечника с топинамбуром и некоторыми другими видами Г. В. Пустовойт получила сорта Октябрь и Юбилейный, сочетающие высокую продуктивность с комплексной устойчивостью к новым расам зарази, вертициллезному увяданию, ложной мучнистой росе и подсолнечной огневке.

В конце 20-х годов в нашей стране впервые в мире С. М. Букасов и А. Я. Камераз начали работы по межвидовой гибридизации культурного картофеля с дикими южноамериканскими видами. С использованием этого метода выведено более 50 сортов, среди них — устойчивые к раку, фитофторе и некоторым видам вирусов. Отдаленная гибридизация картофеля успешно применяется в США, Англии, Голландии и некоторых других странах.

Используя в гибридизации разновидность дикого мексиканского хлопчатника (*ssp. mexicanum*), в Институте экспериментальной биологии Академии наук Узбекской ССР вывели высокоустойчивые к вертициллезу сорта хлопчатника Ташкент 1, Ташкент 3 и Ташкент 6. На сильно зараженном фоне растения этих сортов в несколько раз меньше поражаются вилтом и дают на 20—25% более высокий урожай волокна по сравнению с лучшим сортом 108-ф (рис. 27).

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте табака и махорки М. Ф. Терновским на основе сложной межвидовой гибридизации создано несколько выдающихся сортов табака, занимающих более 85% общей площади этой культуры. Они обладают комплексным иммунитетом к наиболее распространенному вирусу табачной мозаики и таким вредоносным болезням табака, как корневая гниль и мучнистая роса. В результате внедрения этих сортов в производство сбор табачного листа в стране увеличился более чем в 2 раза. На основе отдаленной гибридизации созданы сорго-суданковые гибриды и ценные формы сахарной свеклы.

Огромную роль отдаленная гибридизация сыграла в культуре сахарного тростника. В результате скрещивания культурного ки-



Рис. 27. Растения хлопчатника, выращенные на почве, сильно зараженной вилтом:

1 — восприимчивый сорт С-4727; 2 — дикий мексиканский хлопчатник; 3 — вилтоустойчивый сорт Ташкент 1.

тайского сахарного тростника с дикими иммунными к вирусам видами выход сахара был увеличен почти в 3 раза. Почти все современные сорта сахарного тростника получены в результате межвидовой гибридизации.

Отдаленная гибридизация с использованием полиплоидии, насыщающих (поглочительных) скрещиваний, транслокаций, чужеродного добавления и замещения хромосом — важный источник создания исходного материала для естественного и искусственного отбора в эволюции и селекции.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИПЛОИДИИ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Полиплоидия значительно расширяет возможности использования отбора и гибридизации. Получаемые полиплоидные формы не являются готовыми сортами, они представляют лишь исходный материал для селекции. Отрицательная особенность большинства полиплоидов — пониженная плодовитость, что ограничивает их непосредственное использование.

Изучение искусственных полиплоидов у различных растений позволило установить следующие основные закономерности полиплоидии.

1. Растения с небольшим числом хромосом дают более жизнеспособные и ценные полиплоиды, чем многохромосомные.

2. Перекрестноопыляющиеся растения лучше отзываются на полиплоидию, чем самоопылители.

3. Практически более ценные полиплоиды получаются у растений, возделываемых для использования их вегетативных органов (кормовые растения, корнеплоды и др.), значительно большие трудности возникают при создании полиплоидов у растений, выращиваемых на семена.

В селекции растений используют следующие основные направления полиплоидии.

1. Получение тетраплоидных форм на основе существующих сортов с последующей их гибридизацией и отбором.

2. Создание амфидиплоидов для скрещивания их между собой и с обычными сортами.

3. Получение триплоидных гибридов.

4. Создание полиплоидных форм для закрепления гетерозиса.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОПОЛИПЛОИДНЫХ ФОРМ РАСТЕНИЙ

Большие успехи достигнуты в селекции полиплоидных форм клевера, перечной мяты, турнепса, ржи, гречихи и других культур. Некоторые полиплоидные формы клевера дают в 2 раза больший урожай зеленой массы в сравнении с исходными образцами.

В ГДР и Швеции получены тетраплоидные короткостебельные сорта ржи. Немецкая тетраплоидная петкуская рожь Тетра-Петкус ( $4x=28$ ) имеет короткий прочный стебель, не полегает и характеризуется крупным зерном и хорошими мукомольно-хлебопекарными качествами (рис. 28). Такими же свойствами обладает шведский тетраплоидный сорт ржи Дуббельстоль. В Главном Ботаническом саду Академии наук СССР Н. В. Цицин получил тетраплоидную ветвистокосую рожь с очень высокой продуктивностью.

Вследствие пониженной плодовитости тетраплоидные сорта зерновых культур пока не получили широкого распространения в производстве.

Многие культурные растения создавались на основе естественной полиплоидии, но подвергались гибридизации и длительному отбору. В результате этого сохранились лишь наиболее приспособленные к условиям среды формы со сбалансированным мейозом. Очевидно, этим же путем должна идти и селекция искусственных полиплоидов.

Важно создать большое количество тетраплоидов на основе различных по генотипу сортов для скрещивания их между собой. Практически ценно скрещивание тетраплоидов, полученных на основе отдаленных в эколого-географическом отношении сортов, например зимостойких забайкальских, саратовских, харьковских сор-



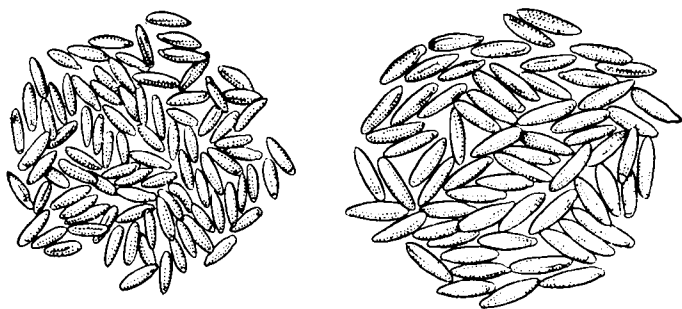


Рис. 28. Семена диплоидной (слева) и тетраплоидной ржи.

тов ржи с устойчивыми к полеганию западноевропейскими сортами. В результате скрещивания различных эколого-географических форм полиплоидов в Белорусском НИИ земледелия получен высокоурожайный тетраплоидный сорт ржи Белта, успешно конкурирующий с лучшими диплоидными районированными сортами. Растения этого сорта имеют значительно более низкий стебель с коротким первым междоузлем и упругой соломиной. В настоящее время этот сорт районирован и высевается на площади, превышающей миллион гектаров. Районирован первый тетраплоидный сорт гречихи Искра, выведенный в этом же институте.

Тетраплоидные рожь и гречиха имеют пониженную урожайность, если они переопыляются с диплоидными сортами. В одном из опытов урожай тетраплоидной ржи, посеянной без изоляции, составил 18, а с изоляцией — 48 ц с 1 га. Однако пространственная изоляция этих культур в производственных условиях в большинстве случаев малоэффективна. Поэтому ищут методы генетической изоляции тетраплоидных сортов. Она достигается наличием у материнской тетраплоидной формы доминантного гена, препятствующего прорастанию в ткани пестика пыльцы диплоидной формы, несущей его рецессивный аллель.

#### ПОЛУЧЕНИЕ АМФИДИПЛОИДОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В СЕЛЕКЦИИ

Первые константные промежуточные пшенично-ржаные гибриды были получены в 1821 г. в Римпау в Германии. Их генетическая природа в то время не была установлена, и в селекции они длительное время не использовались. В 1918 г. Г. К. Мейстер наблюдал образование таких гибридов в естественных скрещиваниях между пшеницей и рожью. Была установлена их генетическая природа. Поскольку в одном таком гибридном организме сочетались полные наборы хромосом двух разных родов растений — пшеницы и ржи, С. Г. Навашин назвал их *амфидиплоидами*. Позднее В. Е. Писарев получил 56-хромосомные яровые и озимые

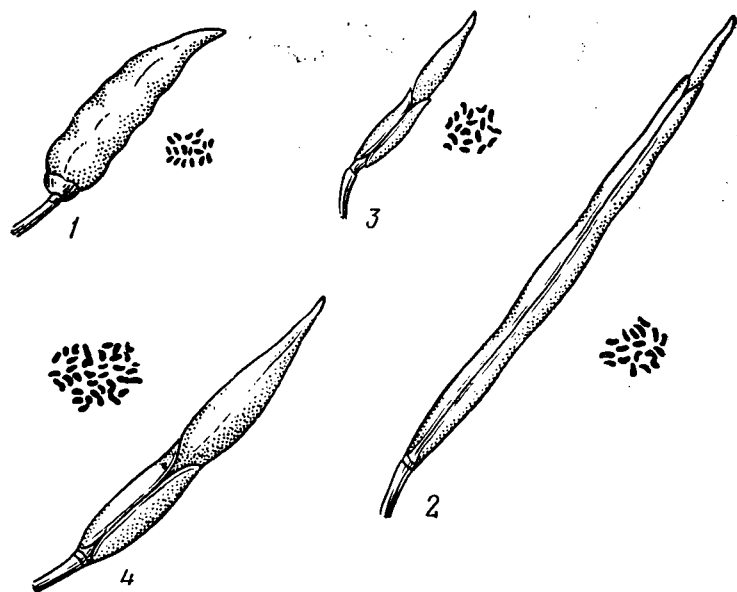


Рис. 29. Восстановление плодовитости у редечно-капустных гибридов при удвоении числа хромосом:

А — редька с 18 хромосомами (18 р); Б — капуста с 18 хромосомами (18 к); В — стерильный редечно-капустный гибрид с 18 хромосомами (9р+9к); Г — плодовитый редечно-капустный гибрид с 36 хромосомами (18р+18к).

амфидиплоиды от скрещивания яровой и озимой пшеницы с рожью. Им было дано название *Triticale*.

Очень большое значение для понимания явлений амфидиплоидии и разработки методов преодоления бесплодия отдаленных гибридов имели работы Г. Д. Карпеченко. Скрещивая редьку ( $2n=18$ ) с капустой ( $2n=18$ ), среди совершенно бесплодных гибридов первого поколения он обнаружил отдельные нормально плодовые растения, сочетающие в себе признаки обоих родителей. Цитологический анализ показал, что бесплодие большинства редечно-капустных гибридов вызвано неправильным расхождением хромосом во время мейоза: 9 хромосом редьки и 9 капусты не могли нормально конъюгировать, и поэтому получились нежизнеспособные гаметы. Лишь в тех случаях, когда вследствие нерасхождения хромосом образовывались яйцеклетки с удвоенным их числом ( $2n=18$ ), и они оплодотворялись спермиями такого же типа ( $2n=18$ ), у гибрида полностью восстанавливалась парность хромосом, мейоз протекал нормально и растения оказывались плодовитыми (рис. 29).

Получение 56-хромосомных *Triticale* можно представить в виде схемы: пшеница ( $2n=42$ ) × рожь ( $2n=14$ ); семена  $F_1$  ( $2n=28$ ) в результате обработки колхицином дают 56-хромосомные формы *Triticale*.

Эти формы амфидиплоидов характеризуются высоким содержанием белка (19—23%), крупным колосом, быстрым ростом, повышенной устойчивостью к болезням. Озимые Triticale, содержащие геном ржи, отличаются более высокой зимостойкостью в сравнении с обычными сортами озимой пшеницы. Однако плодовитость Triticale неполная: зерна образуют лишь 50—70% цветков.

В Украинском НИИ растениеводства, селекции и генетики имени В. Я. Юрьева А. Ф. Шульдинин получил 42-хромосомные трехвидовые Triticale от опыления гибридов  $F_1$  (мягкая пшеница  $\times$  Хрожь) пыльцой гексаплоидных Triticale. В процессе такого скрещивания происходит элиминация геномов *ДД* мягкой пшеницы, геномов  $A_1$  и  $B_1$  мягкой и геномов  $A$  и  $B$  твердой пшеницы. Образовавшийся трехвидовой аллополиплоид имеет 14 хромосом ржи, 14 хромосом мягкой пшеницы и 14 хромосом твердой пшеницы ( $AA_1BB_1RR$ ). Начиная с  $F_3$ , этот Triticale не расщепляется на исходные родительские виды, но изменяется по отдельным морфологическим признакам колоса и физиолого-биохимическим свойствам (зимостойкость, содержание белка в зерне и др.). Родственные геномы  $A$  и  $B$  мягкой и твердой пшеницы дают у него нормальный аллосиндез, а 14 хромосом ржи конъюгируют в результате полного автосиндеза. В результате этого мейоз у таких трехвидовых Triticale идет с небольшими нарушениями и получается высокая озерненность колоса.

Лучшие Triticale, созданные А. Ф. Шульдининым,— АД 206, АД 201, АД 196 и др., успешно проходят широкое производственное испытание. Можно полагать, что 42-хромосомные Triticale будут первым искусственно синтезированным видом культурного растения, имеющим большое практическое значение. Хорошие результаты показывает новый сорт озимого Тритикале — Одесский кормовой, дающий до 750 ц зеленой массы с 1 га. Начаты работы с яровыми Тритикале.

Сравнительное изучение 56- и 42-хромосомных амфидиплоидов показало, что последние представляют значительно большую селекционную ценность. Они более плодовиты и продуктивны, лучше поддаются улучшению под влиянием отбора. Очевидно, формы пшеницы с числом хромосом более 42 имеют неблагоприятное соотношение ядерного материала и цитоплазмы, поэтому их жизнеспособность снижается. Подтверждением этого является отсутствие в природе видов пшеницы с числом хромосом более 42. Эволюция рода *Triticum* остановилась на гексаплоидной пшенице, октаплоидных видов отбор не создал.

В 30-е годы в Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока проводилась большая работа с 56-хромосомными ржано-пшеничными амфидиплоидами, но создать непосредственно на их основе путем отбора новые сорта не удалось. Современный этап работы с ржано-пшеничными амфидиплоидами связан главным образом с использованием 42-хромосомных форм. Основное направление в селекции ржано-пшеничных амфи-

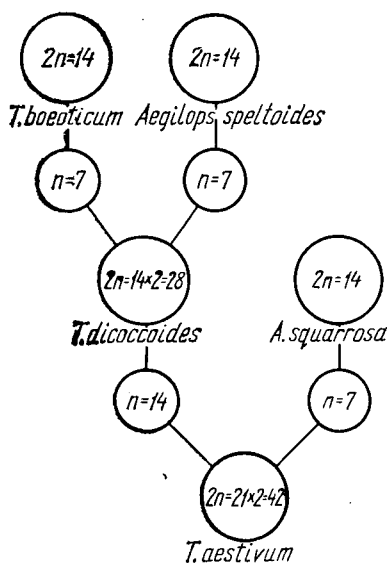


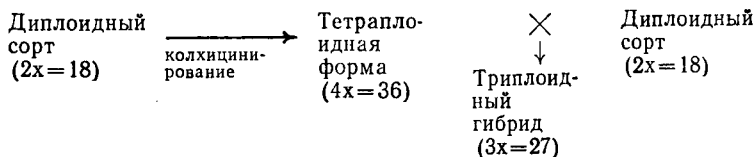
Рис. 30. Схема вероятного происхождения мягкой пшеницы.

тетраплоидной пшеницы *T. dicoccoides* ( $2n=28$ ) с одной из родительских пшениц *Aegilops squarrosa* ( $2n=14$ ) и последующим удвоением числа хромосом колхицинированием (рис. 30). Разгадка и выяснение родословной мягкой пшеницы — основного хлеба земли — позволит выводить искусственным путем на основе гибридизации и амфидиплоидии новые ее формы, значительно лучше тех, которые были созданы природой.

Ценные сорта табака на основе использования амфидиплоидии при межвидовой гибридизации получены М. Ф. Терновским во Всесоюзном научно-исследовательском институте табака и махорки в г. Краснодаре.

### СОЗДАНИЕ ТРИПЛОИДНЫХ ГИБРИДОВ

У некоторых культур полиплоидия используется для создания триплоидных гибридов. У таких гибридов одновременно сочетается эффект полиплоидии и гетерозиса. Наиболее ценные результаты этот метод дает при работе с сахарной свеклой. Он основан на получении тетраплоидных форм этой культуры и скрещивании их с обычными диплоидными сортами по схеме:



Для получения тетраплоидных форм семена сахарной свеклы перед посевом замачивают в 0,2%-ном растворе колхицина или действуют этим раствором на точку роста растений в фазе семядольных листочков. Из почки молодых растений развиваются ткани, во многих клетках которых имеется удвоенное число хромосом ( $4x=36$ ). Выросшие из таких семян тетраплоидные растения естественно переопыляются с диплоидными сортами, давая в большом количестве триплоидные гибриды ( $3x=27$ ). Примерно  $\frac{4}{5}$  семян триплоидные, а  $\frac{1}{5}$  — тетраплоидные.

Наибольшие результаты в селекции сахарной свеклы за последние четверть века получены при использовании экспериментальной полиплоидии. Полиплоидные сорта сахарной свеклы значительно превосходят лучшие диплоидные сорта как по урожаю корней, так и по содержанию сахара. Внедрение их в производство увеличивается с каждым годом. Многие страны Западной Европы уже полностью перешли на возделывание полиплоидных сортов. Районировано несколько полиплоидных гибридов и в СССР. Среди них Кубанский полигибрид 9, односемянный Белоцерковский полигибрид 611 и др. Интересно отметить, что Кубанский полигибрид 9 был создан в очень короткий для этой культуры срок — всего на 4 года. Обычными методами селекции вывести новый сорт за такой период невозможно. Этот триплоидный гибрид получен на основе скрещивания тетраплоидной формы сорта Верхнячская 038 ( $4x$ ) с сортом Первомайская 028 ( $2x$ ).

Помимо высокой урожайности и сахаристости, триплоидные гибриды сахарной свеклы отличаются повышенной устойчивостью к церкоспорозу. Ими занято более 15% общей площади посевов этой культуры в нашей стране.

Полиплоидия широко используется для повышения продуктивности кормовой свеклы. Получены триплоидные гибриды ее, превышающие обычные диплоидные сорта по урожаю корней на 30%.

Японский генетик и селекционер Г. Кихара путем скрещивания тетраплоидной и диплоидной форм арбузов получил триплоидный бессемянный арбуз, имеющий превосходные вкусовые качества. Его возделывают в Японии и США.

## СОЗДАНИЕ ПОЛИПЛОИДНЫХ ФОРМ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГЕТЕРОЗИСА

У аутополиплоидов во втором и последующих поколениях расщепление идет более замедленно, чем у исходных диплоидных растений; гомозиготных форм выделяется значительно меньше, тем самым поддерживается более высокий уровень гетерозиготности.

Например, расщепление по одной паре аллельных признаков у диплоидных форм происходит в отношении 3:1, у тетраплоидных — 35:1. Таким образом, появляется возможность для использования гетерозиса не только в первом, но и в последующих поколениях полиплоидных гибридов.

Перевод гетерозисных гибридов на полиплоидный уровень осуществляется генетическим методом: скрещиванием с растениями, несущими ген, обуславливающий нерасхождение хромосом. Колхицинирование в этом случае не требуется.

Возможное практическое использование полиплоидных гетерозисных гибридов кукурузы и других растений исключительно велико.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ ИСКУССТВЕННОГО МУТАГЕНЕЗА

Искусственный мутагенез — новый важный источник создания исходного материала в селекции растений. Применение ионизирующей излучений и химических мутагенов значительно увеличивает число мутаций. Однако значение экспериментального мутагенеза для селекции растений было понято не сразу.

А. А. Сапегин и Л. Н. Делоне были первыми исследователями, показавшими значение искусственных мутаций для селекции растений. В их опытах, проводившихся в 1928—1932 гг. в Одессе и Харькове, была получена целая серия хозяйственно-полезных мутантных форм у пшеницы. Несмотря на это, к применению экспериментального мутагенеза в селекции растений длительное время продолжали относиться отрицательно. Лишь в конце 50-х годов к проблеме использования в селекции экспериментального мутагенеза был проявлен повышенный интерес. Он был связан, во-первых, с крупными успехами ядерной физики и химии, давшими возможность использования для получения мутаций различных источников ионизирующих излучений и высокореактивных химических веществ и, во-вторых, с получением этими методами на самых различных культурах практически ценных наследственных изменений.

Особенно широко работы по экспериментальному мутагенезу в селекции растений развернулись в последние годы. Очень интенсивно они ведутся в СССР, Швеции, Японии, США, Индии, Чехословакии, Франции и некоторых других странах. В Институте химической физики АН СССР под руководством И. А. Рапопорта создан центр по химическому мутагенезу, координирующий работу многих сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений, использующих индуцированные мутации в качестве исходного селекционного материала.

Большую ценность представляют мутации, обладающие устойчивостью к грибным и другим заболеваниям. Создание иммунных сортов — одна из главных задач селекции, и в ее успешном решении большую роль должны сыграть методы радиационного и химического мутагенеза.

С помощью ионизирующих излучений и химических мутагенов можно ликвидировать отдельные недостатки у сортов сельскохозяйственных культур и создавать формы с хозяйственно-полезны-

ми признаками: неполегающие, морозостойкие, холодостойкие, скороспелые с повышенным содержанием белка и клейковины.

Возможны два основных пути селекционного использования искусственных мутаций: 1) прямое использование мутаций, полученных у самых лучших районированных сортов; 2) использование мутаций в процессе гибридизации.

В первом случае ставится задача улучшения существующих сортов по некоторым хозяйственно-биологическим признакам, исправления у них отдельных недостатков. Этот метод считается перспективным в селекции на устойчивость к заболеваниям. Предполагается, что у любого ценного сорта можно быстро получить мутации устойчивости и сохранить при этом нетронутыми другие хозяйственно-биологические признаки. Это дало бы возможность селекционерам быстро реагировать на расообразование паразитов.

Метод прямого использования мутаций рассчитан на быстрое создание исходного материала с нужными признаками и свойствами. Однако прямое и быстрое использование мутаций при тех высоких требованиях, которые предъявляются к современным селекционным сортам, далеко не всегда дает положительные результаты. Полученный вследствие мутагенеза исходный материал должен, как правило, пройти через гибридизацию. Это второй путь использования искусственных мутаций. Мутации могут изменять свое фенотипическое выражение в зависимости от того, в какой генотип они включаются. Особенно это относится к малым физиологическим мутациям. Поэтому скрещивание качественно меняет влияние отдельных мутаций на развитие многих признаков и свойств. Широко применяются также сочетание индуцированного мутагенеза с гибридизацией, обработка мутагенами гибридных семян  $F_0$ ,  $F_1$  и старших поколений, скрещивание мутантных форм между собой и с лучшими районированными сортами, беккроссовая гибридизация, которая проводится по схеме:

Мутант любой формы с нужным единичным признаком  $\times$  Данный исходный улучшаемый сорт

$F_1 \times$  данный исходный улучшаемый сорт

$F_2 \times$  данный исходный улучшаемый сорт

Используется экспериментальный мутагенез и совместно с отдаленной гибридизацией. Путем искусственных мутаций в ряде случаев удается преодолевать нескрещиваемость разных далеких видов растений, а также производить пересадку путем транслокации отдельных локусов хромосом диких видов в хромосомный комплекс культурных растений. Так, Э. Сирсу (США) удалось перенести от эгилопа в геном пшеницы очень небольшой кусочек хромосомы, контролирующей устойчивость к ржавчине. В результате этого была получена нормально плодовитая форма, ничем

не отличающаяся от пшеницы, но обладающая благодаря проведенной транслокации устойчивостью к ржавчине. Аналогичным путем Ф. Эллиот перенес от пырея в геном пшеницы локусы устойчивости к стеблевой ржавчине и головне.

Исключительный интерес представляет эксперимент Г. Штуббе по улучшению дикого мелкоплодного помидора в процессе мутагенеза. Путем многократного пятиступенчатого облучения лучами Рентгена и отбора он довел крупность плодов у этой формы до нормальных размеров.

Рядом исследователей установлено, что мутабельность отдаленных гибридов значительно выше, чем внутривидовых и чем у обычных линейных сортов. Многочисленные опыты показали, что частота и характер возникающих мутаций в равной степени зависят как от вида применяемых мутагенов, так и от наследственности исходного сорта.

Выбор исходного сорта для получения мутаций так же важен, как подбор родительских пар при гибридизации. Для получения нужных мутаций необходимо учитывать способность сортов к образованию тех или иных мутаций, а также частоту их возникновения. Выявлено, что чем ближе сорта по своему происхождению и генотипу, тем они более сходны в частоте и характере возникающих мутаций, и, наоборот, чем генетически сорта менее родственны, тем более они различаются по мутационной изменчивости. Таким образом, закономерности искусственного мутагенеза у различных сортов подчиняются закону гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Для получения хозяйственно-ценных мутаций наиболее широко применяются гамма-лучи, лучи Рентгена и нейтроны, а из химических мутагенов — алкилирующие соединения: этиленимин, нитрозозетилмочевина, этилметансульфонат и др.

Концентрация химических мутагенов и дозы ионизирующих излучений не должны быть очень высокими. Для облучения семян гамма-лучи и лучи Рентгена применяют в дозах от 5 до 10 кР; облучение быстрыми нейтронами производят при дозах от 100 до 1000 рад. Если облучению подвергается пыльца, доза уменьшается в 1,5—2 раза.

Химические мутагены обычно применяют в виде водных растворов 0,05—0,2%-ной концентрации при продолжительности намачивания семян от 12 до 24 ч. При этом обеспечивается лучшее выживание растений и сохранение среди них мутаций с хозяйственно-полезными признаками. Не следует допускать большого разрыва во времени между обработкой семян и их высевом, так как в противном случае может снизиться всхожесть и возрасти повреждающий эффект. Чтобы снизить повреждающее действие мутагенов, обработанные семена рекомендуется промывать в проточной воде.

Различные поколения растений, полученных из семян от воздействия мутагенами, обозначают буквой М с соответствующими



цифровыми индексами:  $M_1$  — первое поколение,  $M_2$  — второе и т. д.

Для получения хозяйственно-полезных мутаций у какого-либо сорта рекомендуется подвергать мутагенному воздействию от 2 до 4 тыс. семян. Отбор мутаций чаще всего проводят в  $M_2$ . Но так как в  $M_2$  выявляются не все мутации, его повторяют в  $M_3$ . Иногда отбор начинают и в  $M_1$ . В этом случае отбирают доминантные мутации, а также высокопродуктивные растения для последующего отбора в их потомстве генных мутаций, не связанных с хромосомными перестройками.

Первое поколение мутантов выращивают при оптимальных условиях питания и увлажнения. Растения  $M_1$  обмолачивают отдельно или совместно. При раздельном обмолоте во втором поколении высевают индивидуальные потомства (семьи) отдельных растений, что облегчает выделение мутаций с хозяйственно-полезными признаками. Во втором поколении отбирают мутанты с хорошо выраженными ценными признаками и растения для получения малых мутаций в следующем поколении. В дальнейшем мутации подвергаются отбору или используются в скрещиваниях между собой или с сортами.

К настоящему времени в мире создано более 200 мутантных сортов сельскохозяйственных растений. Некоторые из них имеют существенные преимущества в сравнении с исходными сортами. Ценные мутантные формы пшеницы, кукурузы, сои и других полевых и овощных культур получены в последние годы в научно-исследовательских учреждениях нашей страны. Районированы мутантные сорта яровой пшеницы Новосибирская 67, ячменя Минский, сои Универсал, люпина Киевский скороспелый и Киевский мутант, овса на корм Зеленый, фасоли Санарис 75 и других культур.

Во Всесоюзном НИИ масличных культур имени В. С. Пустовойта (ВНИИМК) впервые в мировой селекции методом химического мутагенеза создан сорт подсолнечника Первенец (оливковый мутант), в масле которого содержится до 75% олеиновой кислоты. По качеству оно не уступает маслу, добываемому из плодов субтропического вечнозеленого оливкового дерева. Многие мутантные сорта в настоящее время изучаются в производственных условиях и испытываются на сортоучастках Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Особое внимание селекционеров привлекает использование мутаций карликовости. С этой проблемой во многих странах связано осуществление селекционных программ по созданию короткостебельных сортов зерновых культур интенсивного типа, способных при орошении и внесении высоких доз минеральных удобрений давать урожай зерна 100 ц с 1 га и выше. Одним из наиболее ценных доноров короткостебельности у пшеницы оказался старый японский озимый сорт Norin 10, обладающий тремя парами спонтанно возникших рецессивных генов карликовости *dw* (от

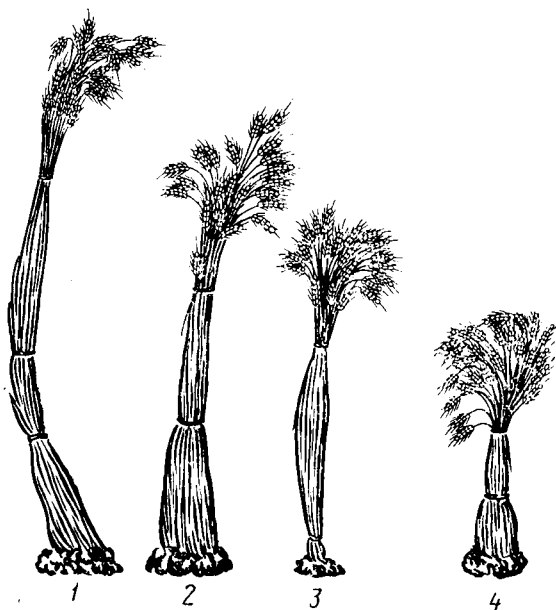


Рис. 31. Влияние рецессивных генов карликовости на снижение высоты стебля у пшеницы:

1 — исходный сорт; 2, 3, 4 — сорта с одним, двумя и тремя генами карликовости.

англ. dwarf — карлик) с неравнозначным эффектом ( $dw_1 > dw_2 > dw_3$ ).

На рисунке 31 представлены сорта пшеницы с различным числом рецессивных генов карликовости в сравнении с исходным длинностебельным сортом. Если обычный сорт имеет высоту стебля более 150 см, у полукарликовых сортов с одним геном карликовости высота стебля составляет 100—110 см, а у сортов с двумя и тремя генами карликовости соответственно 70—90 и 45—50 см.

Исключительно эффективной оказалась работа по созданию короткостебельных сортов пшеницы с использованием генов No-gin 10 в мексиканском международном центре по улучшению пшеницы и кукурузы (СИММИТ), проводимая под руководством Н. Борлауга. В короткий срок были созданы сорта мексиканской пшеницы интенсивного типа, возделывание которых с использованием специальной технологии позволило повысить среднюю урожайность пшеницы в Мексике в 4 раза, а валовое производство зерна в 7 раз. Мексиканские карликовые сорта пшеницы широко распространены в Индии, на Ближнем Востоке и в Северной Африке, где они высеваются на площади свыше 12 млн. га. Во многих странах на основе мексиканских карликовых пшениц созданы собственные приспособленные к местным условиям короткостебельные сорта интенсивного типа.

Наряду с рецессивными генами карликовости сорта *Nogin 10* в селекции сортов интенсивного типа используют доминантные гены, носителями которых являются тибетская пшеница *Tom Pouce* (Том Пус) и родезийский сорт *Olsen Dwarfs*. Эти гены снижают высоту стебля у пшеницы еще сильнее, чем рецессивные (рис. 32). Используя их, можно создавать ультранизкорослые трехгенные карликовые сорта с высотой стебля 30—35 см. Предполагается, что получение таких сортов позволит поднять урожайный потенциал пшеницы в условиях очень интенсивной культуры земледелия до 150 ц с 1 га и выше. В Краснодарском НИИСХ путем химического мутагенеза получены карликовые мутанты из сортов озимой пшеницы *Безостая 1* и *Мионовская 808*. Карликовые мутанты *Безостой 1*, имеющие хорошие качества зерна и более высокую зимостойкость, широко используются в гибридизации. Для создания высокопродуктивных сортов озимой ржи селекционными учреждениями нашей страны успешно используется естественный мутант *ЕМ-1*, несущий доминантный ген короткостебельности.

С помощью карликовых мутантов риса удалось создать сорта, устойчивые к полеганию, отзывчивые на высокие дозы минеральных удобрений, а также отличающиеся благодаря нейтральной фотопериодической реакции высокой пластичностью.

Ценные мутантные сорта ячменя получены в Австрии, ФРГ, ГДР, США, Чехословакии, Швеции. В НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны путем химического мутагенеза из сорта ярового ячменя *Московский 121* создан очень высокопродуктивный и устойчивый к полеганию мутантный сорт *Факел* (рис. 33). В Краснодарском селекцентре получен гигантский широколистный толстостебельный мутант овса и на его основе создан сорт *Зеленый*, дающий очень высокий урожай кормовой массы.

Используется мутагенез и для получения карликовых гибридов кукурузы. У таких гибридов предполагается повысить урожайность и ускорить созревание за счет снижения затрат питательных веществ и воды на рост стебля, что одновременно позволит выращивать их при значительно большей густоте стояния растений и использовать в повторных посевах.

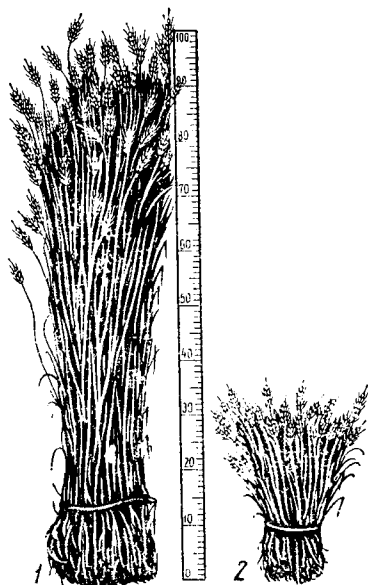


Рис. 32. Яровая пшеница сорта *Краснозерная* (1) и *Olesen Draft* (2), имеющий три доминантных гена карликовости.

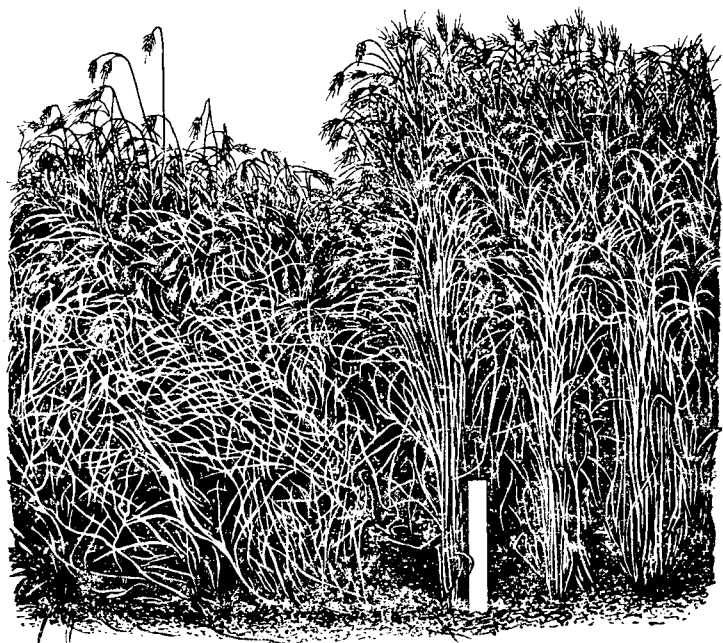


Рис. 33. Сортоиспытание ярового ячменя: *слева* — сорт Московский 121; *справа* — полученный из него мутантный сорт Факел.

Исключительно велико значение биохимических мутаций. Так, у кукурузы спонтанные мутации белкового комплекса *opaque-2* (тусклый-2) и *floury-2* (мучнистый-2) послужили основой для создания гибридов с высоким содержанием незаменимых аминокислот. Рецессивный ген  $o_2$  увеличивает содержание лизина в различных генотипах в 1,5—2 раза. Полудоминантный ген  $fl_2$  обладает такой способностью в меньшей степени, но под его контролем значительно повышается содержание метионина. При этом сокращается количество зеина и увеличивается содержание других белков, более богатых указанными аминокислотами. В нашей стране созданы первые высоколизиновые гибриды кукурузы Краснодарский 82ВЛ и Краснодарский 303ВЛ: в их белке содержится примерно в 1,5 раза больше лизина, чем у обычных гибридов. Животные на откорме зерном высоколизиновых гибридов кукурузы значительно повышают привесы, а затраты кормов при этом намного ниже, чем при использовании рационов с обычной кукурузой.

В Индии М. Сваминатан воздействовал гамма-лучами на высокоурожайный устойчивый к полеганию сорт пшеницы Сонора 64, обладающий двумя генами карликовости. Из полученных мутантов была выделена форма с янтарным зерном, давшая начало зна-

менитому индийскому сорту Шарбати Сонора. В зерне этого сорта по сравнению с исходным содержится на 2,5% больше белка (16,5% вместо 14%), а в белке — в 1,5 раза больше лизина.

## ГЕТЕРОЗИС И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Увеличение мощности, жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами называется *гетерозисом*. Понятие о гетерозисе как проявлении «гибридной силы» было введено в науку американским генетиком В. Шеллом в 1914 г. Впервые явление гибридной силы наблюдал Ч. Дарвин у кукурузы. В его опытах наблюдалось снижение продуктивности и уменьшение высоты растений в результате самоопыления и усиления этих признаков при перекрестном опылении. Повышенную мощность растений, получаемых в результате скрещивания, Дарвин связывал с наследственными различиями родительских гамет.

Гетерозис в природе — очень древнее явление. Он непосредственно связан с возникновением и совершенствованием в процессе эволюции способа перекрестного опыления. Естественный отбор на протяжении многих веков создавал многочисленные ограничения для гомозиготности и столь же многочисленные приспособления для осуществления гетерозиготности.

Гетерозис у гибридов проявляется в повышении роста, более интенсивном обмене веществ и большей урожайности. Повышенная урожайность гетерозисных гибридов — самое главное их преимущество. Прибавка урожая у гибридов первого поколения у всех сельскохозяйственных культур составляет в среднем 15—30%, при этом нередко повышается их скороспелость. К примеру, у помидоров гетерозисные гибриды начинают плодоносить на 10—12 дней раньше и превышают по урожайности исходные родительские сорта на 45—50%. В Болгарии все площади под этой культурой заняты гетерозисными гибридами. Используя гетерозис, можно значительно увеличить производство сельскохозяйственной продукции.

При гетерозисе не обязательно происходит усиление всех свойств и признаков растений. По одним из них он может проявляться сильнее, чем по другим, а по некоторым отсутствовать. Такая особенность в проявлении гетерозиса связана с дискретным характером наследования признаков, независимым и свободным их комбинированием. Дискретная природа наследственности определяет дискретное проявление гетерозиса. Например, повышенная продуктивность гетерозисных гибридов у колосовых культур может быть следствием гетерозиса по отдельным составляющим ее элементам: продуктивной кустистости, числу зерен в колосе, массе 1000 зерен.



Рис. 34. Падение мощности растений кукурузы в результате инцухта:  
*P* — сорт популяции до инцухтирования; *J*<sub>1</sub>—*J*<sub>7</sub> — различные поколения инцухт-линий.

Гетерозис наблюдается при скрещиваниях между сортами, а также между отдаленными в генетическом и экологическом отношении видами и формами. Наиболее же сильно он проявляется и поддается управлению при скрещивании самоопыленных линий. Инцухт дает возможность разложить сорт-популяцию на составляющие его биотипы (линии). Техника инцухтирования несложна. Например, у кукурузы метелку накрывают пергаментным изолятором в самом начале цветения. На этом же растении изолируют и початок, до того как у него появятся нити. Лучший материал для изоляторов початка — целлофан. Размеры изоляторов: для метелки 20×30 см, для початков — 10×16 см. Пергаментные изоляторы склеивают столярным клеем, добавляя к нему небольшое количество хромпика, а целлофановые — насыщенным раствором хлористого цинка.

При созревании пыльцы метелку срезают и помещают ее под изолятор вместе с початком. Растения, полученные от самоопыления, на следующий год снова подвергают самоопылению, повторяя эту процедуру в течение нескольких лет. Через 4—5 лет инцухтирования практически достигается очень высокая степень выравнивания в потомстве инцухт-линий и дальнейшее самоопыление становится излишним. На рисунке 34 показано ослабление мощности растений кукурузы в результате инцухта.

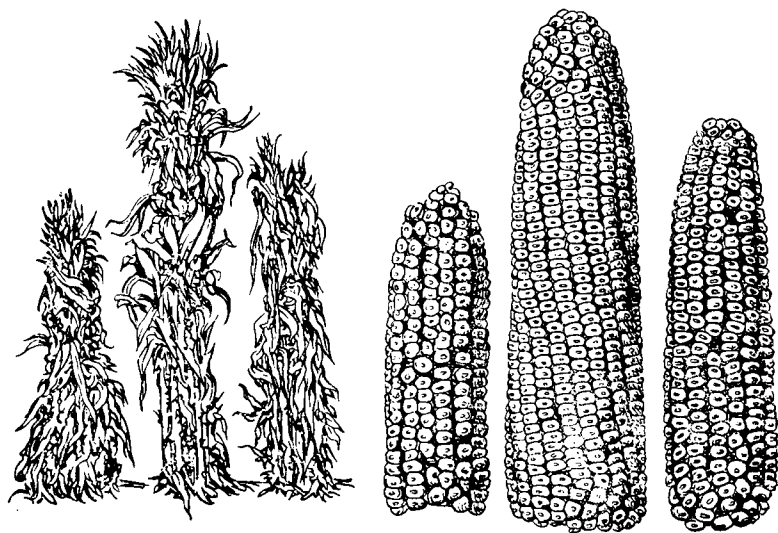


Рис. 35. Повышение мощности растений и урожайности гибрида (в центре) в результате скрещивания двух инцухт-линий (слева и справа).

Выделенные линии в дальнейшем размножают уже не под изоляторами, а на специальных участках, где происходит перекрестное опыление растений в пределах одной линии без опасности нарушения их однородности. Полученные инцухт-линии вследствие их низкой урожайности и слабого роста непосредственно использовать нельзя. Но среди этих линий бывают весьма ценные по отдельным хозяйственно-полезным признакам. Например, у кукурузы появляются линии, устойчивые к пузырчатой головне — очень опасной болезни этой культуры, уносящей до 10% урожая. Некоторые линии отличаются повышенным содержанием жира или белка в семенах, большой скороспелостью, низкорослостью, устойчивостью к повреждению кукурузным мотыльком, ветролому и т. д. Такие инцухт-линии используют в скрещиваниях между собой, а также с сортами. На рисунке 35 показано явление гетерозиса по мощности растений и продуктивности у гибрида, полученного от скрещивания двух инцухт-линий.

После достижения линиями однородности по морфологическим и физиологическим признакам, что обычно бывает после 4—5 лет самоопыления, их оценивают на комбинационную способность, т. е. способность давать высокопродуктивные гибриды. Различают общую и специфическую комбинационную способность.

*Общая комбинационная способность* показывает среднюю ценность линий в гибридных комбинациях. Ее определяют по резуль-

татам скрещивания линий с сортом, служащим в качестве отцовского родителя, называемого в этом случае *тестером*.

*Специфическую комбинационную способность* оценивают по результатам скрещивания линий с какой-либо одной линией или простым гибридом. При этом выявляются случаи, когда некоторые комбинации оказываются лучше или хуже, чем можно было бы ожидать на основании среднего качества изучаемых линий, устанавливаемого путем оценки общей комбинационной способности.

Для определения специфической комбинационной способности самоопыленных линий применяют диаллельные скрещивания, при которых каждая линия скрещивается со всеми остальными для получения и оценки всех возможных комбинаций.

Количество получаемых в результате диаллельных скрещиваний гибридов (без реципрочных комбинаций) вычисляется по формуле:

$$K = \frac{n(n-1)}{2},$$

где  $K$  — количество получаемых гибридов, а  $n$  — число анализируемых линий. Например, при скрещивании между собой 50 линий можно получить 1225 гибридов.

Одна из самых характерных особенностей гетерозиса — наибольшее его проявление у гибридов первого поколения, резкое снижение во втором поколении и дальнейшее затухание гибридной мощности растений в последующих поколениях. Это связано с уменьшением числа гетерозиготных особей. Например, если при скрещивании двух самоопыленных линий  $AAbb$  и  $aaBB$  в первом поколении будет 100% гетерозиготных растений, то во втором поколении их количество уменьшится в 2 раза, а в третьем — в 4 раза и т. д.

И. В. Мичурин неоднократно указывал на преимущества сеянцев первой генерации и категорически возражал против использования в работе гибридов второй и третьей генерации, поскольку только у сеянцев первого гибридного поколения, обладавших вследствие гетерозиготности родительских сортов большим разнообразием признаков и свойств, гетерозис закрепляется при дальнейшем вегетативном размножении.

Важнейшее отличие гетерозисных гибридов от обычных гибридных сортов состоит в том, что они используются в производстве лишь в первом поколении, и поэтому их нужно получать ежегодно.

Среди полевых культур гетерозис сейчас наиболее широко используется у кукурузы. С каждым годом сокращается число обычных сортов этой культуры и увеличивается использование гетерозисных гибридов первого поколения. В течение длительного времени для получения гетерозиса у кукурузы скрещивали два сле-



циально подобранных сорта, в результате чего образуется межсортовой гибрид. Первый межсортовой гибрид кукурузы был получен на Мичиганской опытной станции (США) в 1876 г. Д. Биллом.

В России межсортовые гибриды кукурузы начал создавать в 1910 г. В. В. Таланов. Такие гибриды более урожайны, чем обычные сорта (в среднем на 2—3 ц с 1 га). Их широко возделывали в производстве в первый период использования гетерозиса, но в настоящее время они полностью вытеснены другими, более урожайными типами гибридов, создаваемыми с использованием самоопыленных линий.

**Гетерозисные гибриды кукурузы** представлены следующими основными типами. *Сортолинейные гибриды* получают от скрещивания сорта с самоопыленной линией или от скрещивания простого межлинейного гибрида с сортом. Примером сортолинейных гибридов первого типа может служить Буковинский 3ТВ. Он получен от скрещивания немецкого сорта Глория Янецкого Т с самоопыленной линией ВИР 44 ТВ. Эта линия, являющаяся отцовской формой этого гибрида, — одна из лучших самоопыленных линий. Она высокоустойчива к засухе и пузырчатой головне, обладает высокой комбинационной способностью, растения ее, как правило, двухпочатковые.

Гибрид Буковинский 3ТВ отличается очень высокой холодостойкостью, сравнительно скороспелый и высокоурожайный, устойчив к шведской мухе, способен сохранять зеленые листья и стебли при полной зрелости зерна.

К сортолинейным гибридам второго типа относится Днепровский 56ТВ. Он получен от скрещивания простого межлинейного гибрида Искра Т с сортом Северодакотская ТВ: Искра (ВИР 26Т×ВИР 27Т)×Северодакотская ТВ. Сортолинейные гибриды превышают по урожайности зерна обычные сорта в среднем на 4—5 ц с 1 га, или на 15—20%.

*Простые межлинейные гибриды* получают путем скрещивания двух самоопыленных линий. Например, от скрещивания самоопыленных линий ВИР 28 и ВИР 29 получен простой межлинейный гибрид Идеал, а от скрещивания ВИР 44 и ВИР 38 — простой межлинейный гибрид Слава.

Простые межлинейные гибриды дают большой гетерозис, но вследствие низкой урожайности образующих их самоопыленных линий они долгое время не получали широкого распространения в производстве. За последние годы для возделывания при орошении районировано несколько гибридов этого типа, в том числе такие высокопродуктивные, как Краснодарский 303ТВ, Одесская 50МВ, Новинка, Награда ТВ, Закарпатский 2ТВ и др. Простые межлинейные гибриды в условиях производства на 10—12 ц с 1 га и более превышают по урожаю зерна лучшие двойные межлинейные и сортолинейные гибриды. Так, широко возделываемый в степных областях Украины, на Северном Кавказе и в Молдавской ССР

простой гибрид Краснодарский 303ТВ, дает с 1 га 80—90 ц зерна, а при орошении — свыше 150 ц. На основе простых межлинейных гибридов создаются высокоурожайные двойные межлинейные и сортолинейные гибриды, а также сложные гибридные популяции.

*Двойные межлинейные гибриды* получают при скрещивании между собой простых межлинейных гибридов. Например, в результате скрещивания: Слава М (ВИР 44М×ВИР 38М)×Светоч МВ (ВИР 40МВ×ВИР 43МВ) получается двойной межлинейный гибрид 42МВ. Двойные межлинейные гибриды дают прибавку урожая зерна в сравнении с обычными сортами 8—12 ц с 1 га, или 25—40%.

*Сложные гибридные популяции, или синтетические сорта*, получают путем смешения семян нескольких самоопыленных линий или трех-четырех двойных межлинейных гибридов. В отличие от других типов гибридов их можно возделывать без заметного снижения гетерозиса в течение нескольких лет. К примеру, сложная гибридная популяция Краснодарская 1/49, состоящая из потомства смеси семян четырех межлинейных гибридов (ВИР 37, ВИР 57, ВИР 114 и Краснодарский 3), используется путем простого посева в течение 3—4 лет. Благодаря постоянно идущему переопылению гетерозис в такой популяции может поддерживаться на достаточно высоком уровне в нескольких поколениях.

Самоопыленные линии, используемые в двойных и сортолинейных гибридах, раньше получали из обычных сортов, в настоящее время, как правило, из сортолинейных, простых, двойных или трехлинейных гибридов, а также из тех самоопыленных линий, которые недостаточно однородны. С особой силой гетерозис проявляется, если при создании двойных межлинейных гибридов берутся линии разного происхождения. Например, скрещивание четырех линий  $(A \times B) \times (C \times D)$ , происходящих от разных гибридов, дает больший гетерозис, чем скрещивание линий одного происхождения  $(A_1 \times A_2) \times (A_3 \times A_4)$ .

Для получения гибридных семян родительские формы гибридов высевают на участках гибридизации.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ (ЦМС)

Трудоемкость и большие затраты на работу по удалению метелок у растений материнских форм гибридов в значительной мере препятствовали широкому использованию явления гетерозиса. Наилучшее решение этого вопроса — отыскание или создание материнских форм растений, обладающих мужской стерильностью, что исключило бы необходимость проведения искусственной кастрации.

Было обращено внимание на то, что у многих видов растений с обоеполями цветками изредка встречаются единичные особи со

стерильными мужскими генеративными органами. Такие факты были известны еще Ч. Дарвину. Он рассматривал их как склонность вида переходить от однодомности к двудомности, которую считал в эволюционном отношении более совершенной. Таким образом, появление у однодомных растений особей, имеющих мужскую стерильность, представляет собой естественное явление эволюционного процесса.

Цитоплазматическую мужскую стерильность (ЦМС) впервые наблюдал немецкий генетик К. Корренс в 1904 г. у огородного растения летний чабер. В 1921 г. английский генетик В. Бетсон обнаружил ее у льна, а в 1924 г. американский генетик Д. Джонс — у лука. ЦМС у кукурузы впервые была открыта академиком ВАСХНИЛ М. И. Хаджиновым в 1932 г. и независимо от него одновременно американским генетиком М. Родсом. Особи, обладающие ЦМС, передают это свойство по наследству только через материнские растения.

Это замечательное открытие долгое время не использовалось в селекции. Но начиная с 50-х годов оно было оценено по достоинству и нашло широкое практическое применение вначале при возделывании кукурузы, а затем и при возделывании многих других культур.

У кукурузы существует два типа ЦМС: техасский (Т) и молдавский (М). Техасский тип ЦМС, при котором получаются почти полностью стерильные початки, был открыт американским генетиком Д. Роджерсом на Техасской опытной станции в 1944 г., а молдавский тип ЦМС — Г. С. Галеевым на Кубанской станции ВИР в 1953 г. в образце местной кукурузы из Молдавии. При этом типе стерильности в пыльниках образуется небольшое количество жизнеспособной пыльцы. Техасский и молдавский типы ЦМС различаются между собой тем, что для каждого из них имеются свои линии, закрепляющие стерильность или восстанавливающие фертильность.

Метод получения гибридных семян кукурузы без удаления метелок на основе ЦМС стал использоваться в начале 50-х годов.

Для создания гибридов кукурузы на стерильной основе необходимо иметь: а) стерильные аналоги самоопыленных линий или сортов; б) линии — закрепители стерильности; в) линии — восстановители фертильности.

**Создание стерильных аналогов самоопыленных линий (сортов).** Чтобы перевести материнскую форму гибрида (или сорт) на стерильную основу, необходимо иметь источник ЦМС. Им могут быть любые растения, передающие стерильность пыльцы через цитоплазму независимо от того, к какому сорту или линии они принадлежат.

При создании стерильных аналогов самоопыленных линий используют метод насыщающих скрещиваний. Свойства стерильности пыльцы линия приобретает при обратном скрещивании с ра-

стением, являющимся источником ЦМС. Полученное от такого скрещивания стерильное потомство повторно опыляют переводимой на стерильную основу линией до тех пор, пока не появятся растения, полностью сходные с ней по фенотипу. Опытным путем установлено, что в результате 4—5 насыщающих скрещиваний и отбора получают стерильные аналоги самоопыленных линий, практически полностью утратившие фертильность пыльцы. Размножают такую линию на изолированном участке при опылении ее своим фертильным аналогом.

В качестве примера разберем перевод на стерильную основу самоопыленной линии ВИР 44. В 1954 г. стерильные растения, выделенные из местного сорта Молдаванка, были опылены пыльцой линии ВИР 44. От них получили семена, давшие в 1955 г. растения с некоторыми признаками ВИР 44, но со стерильными метелками. Их повторно опыляли пыльцой линии ВИР 44. Такие насыщающие скрещивания проводили в течение пяти лет и в результате получили растения со всеми признаками линии ВИР 44, но со стерильными метелками. Созданная в результате этой работы линия стала стерильным аналогом обычной линии ВИР 44. Ее обозначают ВИР 44М (буква М указывает на молдавский тип стерильности).

В двойном межлинейном гибриде стерильная линия используется в качестве материнской формы простого материнского гибрида. При этом отцовская форма в данном гибриде не должна восстанавливать фертильность, тогда растения, полученные из его семян, будут иметь стерильные метелки. Так, в двойном межлинейном гибриде ВИР 42 линия ВИР 44 скрещивается без удаления метелок с линией ВИР 38. В результате этого скрещивания получается простой стерильный гибрид Слава. Его скрещивают также без удаления метелок с простым гибридом Светоч и получают семена первого поколения гибрида ВИР 42М на стерильной основе. Следовательно, для перевода на стерильную основу двойного межлинейного гибрида достаточно иметь одну стерильную материнскую линию в простом его гибриде (рис. 36).

Линия, при опылении пыльцой которой стерильность сохраняется, называется *закрепителем стерильности*. Например, линия ВИР 38 является закрепителем молдавского типа стерильности, а линия ВИР 26 — закрепителем стерильности техасского типа.

**Создание восстановителей фертильности.** Отцовская линия простого материнского гибрида не должна восстанавливать фертильность. Но в отцовском простом гибриде обе линии или хотя бы одна из них должны непременно обладать способностью восстанавливать ее.

Некоторые самоопыленные линии при скрещивании со стерильными формами восстанавливают их плодовитость. Такие линии называются *восстановителями фертильности*. Например, линия ВИР 44 — восстановитель техасского типа стерильности.

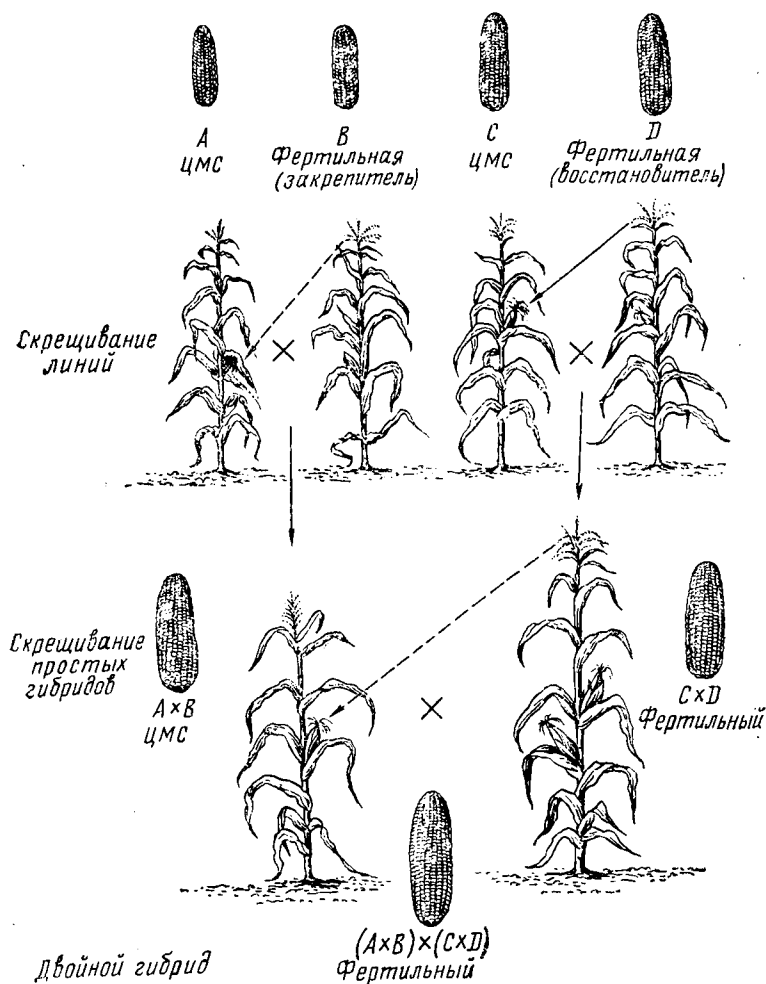


Рис. 36. Схема получения двойного межлинейного гибрида кукурузы с использованием ЦМС.

Если линия или сорт не обладают восстановительной способностью, ее можно вызвать искусственно. Для этого стерильную линию или сорт, для которых подбирают восстановитель фертильности, скрещивают с каким-либо восстановителем. Им может быть любая линия или сорт, обладающие такой способностью. Полученный при этом скрещивании гибрид опыляют пылью той формы, которую нужно сделать восстановителем фертильности. Такое опыление растений с восстановленной фертильностью в дальнейшем повторяют в течение пяти лет, пока опыляемая форма не станет полностью похожей на опылитель. На последнем этапе работы проводят индивидуальные скрещивания с самоопылением.

Работу по созданию восстановителей фертильности можно представить в виде следующей схемы:

1-й год	$A \times B$	$G$
2-й »	$G \times D$	$GD$
3-й »	$GD \times D$	$GDD$
4-й »	$GDD \times D$	$GDDD$
5-й »	$GDDD \times D$	$GDDDD$
6-й »	$GDDDD \times D$	$GDDDDD$
7-й »	$GDDDDD$	Самоопыление
8-й »	$GDDDDD$	Самоопыление

Отбирают растения с восстановленной фертильностью

В этой схеме  $A$  — стерильная линия или сорт, для которых подбирают восстановитель фертильности,  $B$  — любая форма, восстанавливающая фертильность,  $G$  — материнское растение гибрида с восстановленной фертильностью,  $D$  — линия, которой придается восстанавливающая способность.

Линии и гибриды с восстановленной фертильностью обозначаются буквой  $B$ . Если они созданы на основе ЦМС молдавского типа, то применяется обозначение  $MB$ , а при использовании ЦМС техасского типа —  $TB$ .

Гибриды кукурузы на производственных площадях в колхозах и совхозах засевают семенами первого поколения, выращиваемыми на участках гибридизации специальных семеноводческих хозяйств. При использовании гибридов на стерильной основе необходимо на участках гибридизации обеспечивать восстановление фертильности растений, которые будут в дальнейшем выращиваться из семян первого поколения. По урожайности гибриды кукурузы на стерильной основе, как правило, не отличаются от обычных гибридов, получаемых на основе тех же самоопыленных линий.

Успешное использование ЦМС у кукурузы побудило искать ее для практического использования у других культур. На стерильную основу уже переведено большое число гибридов сорго. Начата работа по созданию на стерильной основе гибридов подсолнечника. Ценные межлинейные гибриды подсолнечника получены во ВНИИМК. После обнаружения ЦМС у сахарной свеклы развернулись в широких масштабах работы по созданию стерильных гибридов ее.

Исключительно сильно гетерозис по урожайности, длине и прочности волокна проявляется у гибридов первого поколения от скрещивания средневолокнистых и длинноволокнистых сортов хлопчатника. Долгое время стерильные формы у этого растения не удавалось обнаружить, и поэтому стали испытывать опрыскивание бутонов специальными веществами — гаметоцидами — для искусственной стерилизации. В последние годы ЦМС найдена у некоторых диких видов хлопчатника. Такие формы используют в скрещиваниях с культурным хлопчатником. ЦМС обнаружена также у льна, ячменя, ржи и других культур.

## ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ ГИБРИДНОЙ ПШЕНИЦЫ

Несколько лет назад во многих странах развернулись широкие испытания по созданию гетерозисных гибридов пшеницы в связи с обнаружением у нее ЦМС.

Впервые ЦМС у пшеницы обнаружил японский генетик Г. Кихара в 1951 г. Японские ученые получили стерильные формы в результате многократных возвратных скрещиваний *Aegilops caudata* с мягкой пшеницей и *Aegilops ovata* с твердой пшеницей. После девяти беккроссов первого поколения *Aegilops caudata* × Мягкая пшеница с отцовской формой были получены линии — аналоги сортов мягкой пшеницы с высокой степенью мужской стерильности. В США растения пшеницы с ЦМС были найдены Д. Шмидтом и И. Джонсоном, а также М. Уилкинсом и У. Россом у гибридов от скрещивания пшеницы Тимофеева с мягкой пшеницей.

Недавно открыт новый источник ЦМС — открыто цветущие формы пшенично-пырейных гибридов. Сочетание у таких растений свойств цитоплазматической стерильности с открытым, как у перекрестников, цветением имеет большое практическое значение.

В 1962 г. были найдены растения (гены), восстанавливающие фертильность форм с ЦМС. Оказалось, что гены — восстановители фертильности сравнительно легко могут быть переданы, подобно ЦМС, любому сорту пшеницы. Открытие ЦМС и генов — восстановителей фертильности — очень важная предпосылка для товарного производства семян гибридной пшеницы. Для получения таких семян необходимо иметь стерильные аналоги и восстановители фертильности у сортов с высокой комбинационной способностью.

Комбинационную ценность различных сортов пшеницы устанавливают путем скрещивания их друг с другом и сравнения урожайности первого поколения с урожайностью родительских форм. Установлено, что в скрещиваниях лучших сортов пшеницы первое поколение дает не меньшую прибавку в урожае, чем гибриды кукурузы или сорго. В среднем степень гетерозисности у пшеницы достигает 30—40%.

Важное преимущество гибридной пшеницы — не только повышенная продуктивность, но и более легкое получение у нее сочетания нужных признаков и свойств, так как при этом необходимость их закрепления в потомстве гетерозисных гибридов отпадает. При подборе пар для получения гетерозисных гибридов в качестве одного из родителей используют лучший, приспособленный к возделыванию в местных условиях стандартный сорт. Изучение комбинационной ценности большого числа сортов озимой и яровой пшеницы в различных почвенно-климатических условиях показало, что высокую урожайность в первом поколении можно ожидать только в таких гибридных комбинациях, для получения которых используют самые высокоурожайные сорта.

Признак ЦМС передается любому сорту, избранному в качестве материнской формы будущего гибрида, путем повторных насыщающих скрещиваний. Растения с ЦМС, например стерильные формы от скрещивания пшеницы Тимофеева с мягкой пшеницей, в течение 5—7 поколений опыляют пыльцой того сорта, стерильный аналог которого хотят получить. Стерильность пыльцы исходных растений, взятых в качестве источника ЦМС, должна быть предварительно установлена путем цитологического анализа.

Первое насыщение обычно производят путем искусственного опыления, последующие — при высеве материнской формы в окружении растений сорта-опылителя. После второго насыщающего скрещивания при создании стерильных аналогов сортов обычно наблюдается расщепление признаков. Поэтому начинают проводить отбор стерильных форм, морфологически сходных с сортом-опылителем. После 4—5 насыщений получают стерильные формы, как правило, неотличимые от фертильного сорта-опылителя.

Стерильные аналоги часто создают другим способом — одновременно с получением восстановителей фертильности. При этом восстановители фертильности, имеющие стерильную цитоплазму, используются в качестве материнской формы, а опылителями служат предварительно подобранные сорта. Колосья материнских растений кастрируют до цветения и помещают под изоляторы. Первое поколение от таких скрещиваний бывает фертильным, а во втором поколении происходит расщепление на фертильные, стерильные и полуфертильные формы. Стерильные формы используют для дальнейших насыщающих скрещиваний путем опыления пыльцой сорта, превращаемого в стерильный аналог.

Этот метод, позволяющий одновременно создавать стерильные аналоги и восстановители фертильности, широко применяется в работах по гетерозису пшеницы.

Создание гетерозисных гибридов пшеницы должно базироваться на самых новейших высокопродуктивных сортах и линиях. Работу в этом направлении необходимо вести такими же высокими темпами, какими решаются и другие вопросы в селекции данной культуры.

Создать гибридную пшеницу очень трудно главным образом из-за отсутствия надежных восстановителей фертильности, плохой озерненности колосьев при свободном ветроопылении и низкого коэффициента размножения гибридных семян. У гибридов  $F_1$  в большинстве случаев наблюдается гетерозис по высоте стебля, что вызывает полегание посевов и приводит к потерям урожая. Поэтому важно, чтобы восстановители фертильности были одновременно донорами короткостебельности. В связи с низким коэффициентом размножения пшеницы использование гетерозисных гибридов у нее возможно в первую очередь в комбинациях наиболее продуктивных озимых сортов при возделывании их в условиях орошения.



Важнейшая задача в селекции гибридной пшеницы — создание гибридов с закрепленным гетерозисом, что позволило бы использовать их путем пересева в течение нескольких поколений.

## МЕТОДЫ ОТБОРА

### УЧЕНИЕ ДАРВИНА О ЕСТЕСТВЕННОМ И ИСКУССТВЕННОМ ОТБОРЕ

Ч. Дарвин в своей теории эволюции органического мира установил, что в основе процесса образования новых форм (пород и сортов) в сельскохозяйственной практике и новых форм (разновидностей и видов) в природе лежит один и тот же общий принцип — отбор (селекция). Согласно его учению, отбор делится на *естественный*, осуществляемый в природе, и *искусственный*, осуществляемый по воле человека.

Отбор основывается на изменчивости и наследственности организмов. Человек при помощи отбора видоизменяет и развивает (совершенствует) те признаки, которые отвечают его требованиям, создавая таким путем новые породы животных и сорта растений. Но искусственный отбор не сводится к простому выбору лучших форм из числа уже имеющихся в популяции. В подавляющем большинстве случаев он предполагает постепенное накопление и закрепление из поколения в поколение незначительных, нередко едва уловимых различий.

Ч. Дарвин различает два вида искусственного отбора: *бессознательный* и *методический*. На протяжении многих тысячелетий люди проводили искусственный отбор бессознательно, не ставя перед собой никакой конечной цели. Для размножения отбирали лучшие колосья, более крупные семена или более вкусные корни. Такой непреднамеренный, бессознательный отбор, повторяясь из поколения в поколение, создавал новые культурные растения.

При методическом отборе человек заранее ставит себе цель улучшить то или иное растение, определяет, какие признаки и в каком направлении он будет изменять. Методический искусственный отбор стали применять только с конца XVIII в. и достигли при его помощи выдающихся результатов.

### ТВОРЧЕСКАЯ РОЛЬ ОТБОРА

В учении об искусственном отборе Ч. Дарвин теоретически обобщил тысячелетнюю практику человека по созданию пород домашних животных и сортов культурных растений. В своих произведениях «Происхождение видов» (1859) и «Изменение домашних животных и культурных растений» (1868) он приводит многочисленные примеры совершенствования домашних животных и культурных растений путем отбора.

Могущественное действие отбора проявилось в изменении содержания сахара в сахарной свекле. Оно впервые было установлено в 1747 г. и составляло тогда всего 6%. В конце XVIII в. началась промышленная переработка этого корнеплода. За два с четвертью века благодаря отбору содержание сахара в сахарной свекле повысилось до 19—20%, а в лучших селекционных сортах даже до 21—22%. Таким образом, в результате селекции за исторически небольшой период была создана новая сахароносная культура. В результате планомерной длительной селекции в несколько раз увеличались клубни картофеля, а содержание крахмала в них возросло с 8 до 20% и выше.

У одной и той же культуры в зависимости от направления отбора могут резко изменяться хозяйственно-полезные признаки. Проводимый в течение 60 лет на Иллинойской опытной станции (США) индивидуальный отбор у кукурузы на содержание протеина и жира позволил получить формы как с очень высоким, так и с низким содержанием этих веществ. Если в начале работы процент протеина и жира составлял соответственно 10,9 и 4,7, то через 60 лет при отборе на увеличение — 22,84 и 14,83, а при селекции на снижение — 4,96 и 0,77.

Ярким примером планомерного изменения в результате селекции одного из наиболее важных хозяйственных признаков подсолнечника — содержания масла — могут служить работы академика В. С. Пустовойта по созданию высокомасличных сортов. Благодаря многолетнему направленному отбору содержание масла в семенах увеличилось с 28—33 до 50—54% и выше.

Творческое значение отбор приобретает, опираясь на непрерывную и разнонаправленную изменчивость организмов, вызываемую процессами мутации и гибридизации. Условия внешней среды не создают приспособительной изменчивости организмов, она идет в самых различных направлениях в одних и тех же условиях, но отбор постепенно или быстро устраняет менее приспособленные формы и сохраняет, хотя бы в самой незначительной степени, более приспособленные к данным условиям организмы, численность которых в исходной популяции будет непрерывно увеличиваться. Например, в местности с коротким летом возникают как более скороспелые, так и более позднеспелые формы растений, но в результате отбора будет сохраняться и увеличиваться количество скороспелых форм и уменьшается количество позднеспелых, т. е. формообразование постепенно пойдет в направлении сокращения продолжительности вегетационного периода исходной популяции. Аналогичным образом в засушливых местностях под воздействием различных внешних условий (повышенной температуры, ультрафиолетовых лучей, недостатка влаги в воздухе и почве и т. д.) образуются формы и менее и более засухоустойчивые. Но отбор будет сохранять и накапливать в популяции более засухоустойчивые формы и отметать менее приспособленные к засушливым условиям.

Известно, что экотипы, сформировавшиеся в засушливых местностях, менее продуктивны, чем экотипы, происходящие из увлажненных зон, у них меньше размеры колоса и более мелкое зерно. Это объясняется тем, что степень ксероморфности и величина продуктивности растений связаны обратной зависимостью. В засушливых районах у отдельных растений возникают признаки повышенной продуктивности, но это снижает их стойкость к засухе. Мелкоколосые и мелкозерные формы оказываются более засухоустойчивыми, чем крупноколосые и крупнозерные: отбор сохраняет и накапливает в популяции численность первых форм и устраняет вторые. В очень редких случаях среди популяций, сформировавшихся в засушливых местностях, возникают крупнозерные формы, которые сохраняются и вытесняют постепенно мелкозерные; значит, у них в результате проявления наследственных особенностей (более мощной корневой системы или повышенной фотосинтетической способности) в той или иной степени разрывается физиологическая несовместимость высокой продуктивности и засухоустойчивости. Такие формы представляют исключительно большую ценность для селекции.

В условиях увлажненного климата при больших дозах внесения удобрений идет отбор высокопродуктивных форм, не обладающих признаками достаточно высокой засухоустойчивости. Аналогично создаются морозостойкие экотипы и сорта озимых культур.

Свойства высокой продуктивности и морозоустойчивости физиологически трудно совместимы в одном типе растений. Западноевропейские сорта озимой пшеницы отличаются высокой продуктивностью, но они слабоморозостойки. Сорта озимой пшеницы восточного экотипа — Ульяновка, Алабасская, Секисовская — самые морозостойкие, но имеют небольшой размер колоса и мелкое зерно. Известно, что урожайность и содержание белка в зерне также связаны обратной зависимостью: с повышением урожайности уменьшается процент белка в зерне. Высокопродуктивные западноевропейские сорта пшеницы и ячменя имеют низкий процент белка. Сорта этих же культур, созданные в засушливых степных районах, обладают меньшей продуктивностью, но в их зерне содержится значительно больше белка.

Физиологическая несовместимость многих важнейших хозяйственно-ценных свойств растений не абсолютна. При помощи селекции ее удается в той или иной степени преодолевать. Например, созданы высокопродуктивные и достаточно морозостойкие и засухоустойчивые сорта (озимая пшеница Мироновская 808, яровая пшеница Саратовская 49 и др.), высокопродуктивные сорта с относительно высоким содержанием белка (озимая пшеница Безостая 1). У сортов озимой пшеницы Ранняя 12 и Русалка (Болгария) высокая продуктивность хорошо сочетается со скороспелостью. Большое значение в решении этой задачи принадлежит отдаленной гибридизации, а также использованию новых генети-

ческих методов селекции — искусственного мутагенеза и полиплоидии.

Творческая роль отбора и ненаправленность наследственной изменчивости особенно хорошо проявляются при создании форм и сортов растений, устойчивых к заболеваниям и насекомым-вредителям. Абсолютно ясно, что растение не может выработать устойчивости к повреждению его каким-либо насекомым под влиянием этого повреждения. Например, картофельный жук не поедает растения картофеля, в листьях и стеблях которых содержится алкалоид демиссин. Но невозможно себе представить, чтобы это вещество выработалось в растениях под влиянием поедания их жуком.

Образование форм и видов картофеля, содержащих демиссин, — это результат неопределенной изменчивости биохимических свойств у данного растения. Причем формы, содержащие демиссин, получили преимущество в борьбе с одним из самых опасных вредителей картофеля и благодаря этому сохранены отбором.

Шведская муха повреждает все виды пшеницы, кроме *Triticum timopheevi*, так как сильное опущение у основания листа данного вида препятствует отложению яиц насекомых. И в этом случае приспособление к повреждению является результатом отбора, а не приспособительной изменчивости самой по себе. То же происходит и при выведении сортов и форм, устойчивых к заболеваниям. Не случайно, например, ржавчиноустойчивые формы и сорта создаются в тех зонах, где наиболее сильно распространено это заболевание.

Н. И. Вавилов указывал, что формы растений, устойчивые к тому или иному заболеванию, следует искать в тех районах земного шара, где особенно сильно шел процесс его расообразования. Там, где постоянно образуются новые расы ржавчины, особенно интенсивно действует отбор, сохраняя наиболее устойчивые и устраняя поражающиеся формы.

Устойчивость к ржавчине вследствие ненаправленного характера изменчивости возникает в той или иной степени и в местности, где это заболевание не распространено, но здесь она не усиливается отбором, так как не оказывает влияния на выживаемость потомства. Следовательно, вся селекционная практика в полном соответствии с эволюционным учением Ч. Дарвина показывает, что изменчивость не носит адекватно приспособительного характера и сама по себе не создает новых форм и сортов растений. Их создают естественный и искусственный отбор.

### СОВМЕСТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА

Оба вида отбора в селекции растений неразрывно связаны между собой. Применяя искусственный отбор лучших растений из той или иной популяции, селекционер обязательно должен учи-

тывать результаты предшествующего действия на нее естественного отбора. Из популяции, экологически не приспособленной к данным условиям возделывания, сорт вывести нельзя.

Подавляющее большинство селекционных сортов самоопыляющихся культур получено из естественных и гибридных популяций в результате однократного отбора и последующего размножения отдельных лучших растений. Но отбор не был бы творческим методом, если бы все его значение сводилось только к выделению родоначальных растений будущих сортов. На самом деле отбор обязательно включает подбор или искусственное создание исходных популяций. Это особенно хорошо видно при использовании метода сложной ступенчатой гибридизации, когда новый сорт создается в результате последовательного вовлечения в скрещивания большого числа подбираемых родительских форм и многократно повторяющегося накапливающего отбора.

При выведении сорта из естественной популяции однократный искусственный отбор накладывается на результаты длительного действия естественного отбора, в результате которого сформирован данный экотип. Лучшие растения, отбираемые из гибридной популяции от скрещивания двух родительских пар, могут стать родоначальными будущего сорта только тогда, когда хотя бы одна из них экологически приспособлена естественным или искусственным отбором к возделыванию в условиях данной местности.

Эффективность отбора определяется прежде всего генетическими различиями между особями, составляющими исходную популяцию. Возможности отбора тем больше, чем сильнее выражена гетерозиготность по данному признаку или свойству. По мере уменьшения гетерозиготности эффективность последующих отборов в том же направлении снижается. Если гетерозиготность исчерпана, действие отбора прекращается. Поэтому чем большим числом генов определяется признак или свойство, тем длительнее действует отбор.

Такие признаки, как оститость или безостость, красная или белая окраска колоса, наличие или отсутствие опушения колосковых чешуй у пшеницы, определяются одной парой генов, поэтому они закрепляются в создаваемых сортах в результате однократного отбора. Формирование признаков скороспелости, высокобелковости, устойчивости к нескольким расам какого-либо заболевания и многим другим достигается в результате длительного естественно-го или многократно повторяемого искусственного отбора.

### **НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ОТБОРА ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ**

В зависимости от поставленных перед селекционером задач отбор ведется по отдельным, нескольким или многим признакам. Односторонний отбор по одному какому-либо признаку без учета связи его с другими особенностями растения может иметь

отрицательные последствия, если в результате его нарушается физиологическая слаженность процессов, влияющих в целом на формирование продуктивности и урожайности. Например, отбор на увеличение крупности зерна, если он одновременно не сопровождается отбором на лучшее развитие корневой системы, может быть безрезультатным. Повышение крупности зерна у отбираемых форм в этом случае приведет, как правило, к снижению озерненности колоса. Односторонний отбор на скороспелость в некоторых климатических условиях может сопровождаться снижением продуктивности растений, а отбор на увеличение массы корня у сахарной свеклы — уменьшением содержания сахара и т. д. Поэтому селекцию следует вести не по одному признаку или свойству, а комплексно.

Главные показатели, на которые необходимо обращать внимание при отборе, — урожайность (продуктивность), устойчивость к неблагоприятным условиям возделывания (засуха, низкая температура и др.), высокое качество продукции, устойчивость к болезням и сельскохозяйственным вредителям, пригодность к механизированному возделыванию.

В практической селекции применяют два метода отбора: массовый и индивидуальный. В зависимости от поставленных задач, культуры, биологии цветения, характера исходного материала и других условий каждый из этих методов делится на ряд вариантов.

### МАССОВЫЙ ОТБОР

Из исходной популяции одновременно отбирают большое число растений — от нескольких сотен до нескольких тысяч. Отбор обычно проводят непосредственно в поле, выбирая из посева лучшие растения по комплексу тех признаков, которыми должен обладать будущий сорт. Все отобранные растения дополнительно просматривают в лаборатории для установления типичности, отсутствия заболеваний, выполненности зерна и т. д. Растения, имеющие какие-либо отрицательные признаки, удаляют. Урожай всей массы растений, оставшихся после браковки, объединяют и высевают на следующий год на одном участке. Следовательно, будущий сорт — это потомство всей массы лучших отобранных растений.

Массовый отбор делится на *однократный* и *многократный*. В некоторых случаях улучшение исходной популяции по требуемым признакам достигается сразу же после проведения одного отбора — это однократный отбор. Такой отбор может быть результативным у самоопыляющихся культур. У перекрестноопыляющихся растений, как правило, требуется проведение многократного отбора (рис. 37). В первый год из исходной популяции (местного сорта) отбирают лучшие, элитные растения. Их урожай объединяют и на следующий год высевают для повторного мас-

сового отбора. Часть семян урожая первого отбора высевают в сортоиспытании. Здесь результаты первого отбора сравнивают с исходной популяцией, а также с лучшим стандартным районированным сортом. Урожай повторного массового отбора используют на посев для проведения третьего отбора и дальнейшего сортоиспытания. Если сортоиспытание дало хорошие результаты, организуют предварительное размножение нового сорта и испытание его на государственных сортоиспытательных участках. В последующие годы работу по этой схеме продолжают в таком же порядке до получения нужных результатов.

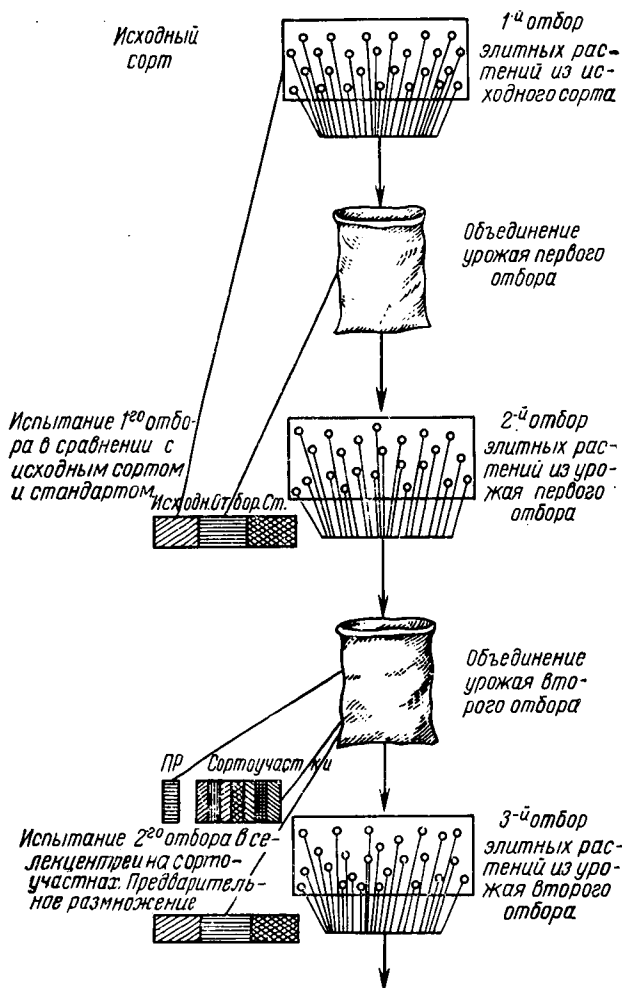


Рис. 37. Схема многократного массового отбора.

У сортов отдельных культур при прекращении отбора некоторые показатели (например, сахаристость у сахарной свеклы) снижаются. Для предотвращения этого массовый отбор проводят в течение всего периода использования сорта в производстве. Это *непрерывный массовый отбор*.

Преимущества метода массового отбора — его простота, доступность и быстрота проведения. Массовый отбор применяют в семеноводстве как метод сохранения морфологических и хозяйственно-биологических признаков выращиваемых сортов.

Одна из разновидностей массового отбора — *негативный отбор*, когда отбирают не лучшие растения, а удаляют из посева худшие из них. Негативный отбор также очень часто применяется в семеноводческой работе: для прополки семеноводческих посевов озимой пшеницы от ржи, чечевицы от плоскосемянной вики, для удаления растений, пораженных головней, и т. д.

Массовый отбор дает хорошие и быстрые результаты в том случае, когда его задачи совпадают с направлением естественного отбора. Например, если в популяции имеются раннеспелые формы и этот признак в данной местности решающий для получения устойчивых урожаев, массовый отбор на скороспелость может быть очень эффективным. То же и при отборе на зимостойкость или засухоустойчивость. Чем популяция экологически более приспособлена к данным условиям возделывания в ходе естественного отбора, тем лучшие результаты может дать применение массового отбора. В целом он оказывается значительно более эффективным по отношению к перекрестноопыляющимся растениям, чем к самоопылителям, однако в селекции на улучшение качества продукции (повышение сахаристости, белковости, крахмалистости) возможности этого вида отбора весьма ограничены.

Большой недостаток метода массового отбора — невозможность проверить отбираемые растения по их потомству. Массовый отбор стараются проводить на участках, выравненных по рельефу и плодородию почвы. Но все равно в общем урожае наряду с большинством наследственно ценных растений присутствуют и такие, которые выделяются в результате положительных модификаций, вызванных лучшим увлажнением почвы, микро-рельефом и действием других случайных благоприятных условий. В последующих повторных отборах вследствие неоднородности условий выращивания выбраковать такие наследственно малоценные растения очень трудно, а при однократном отборе вообще невозможно.

В каждой популяции в результате случайного характера изменчивости число растений, обладающих сочетанием наиболее ценных хозяйственных признаков, обычно очень невелико. Они могут быть значительно более продуктивны в сравнении с большинством хороших типичных растений, но на общем урожае всех отобранных растений ценные качества таких форм не скажутся. Массовый отбор, таким образом, не позволяет выделять из попу-



лящий наиболее ценные в селекционном отношении формы и реализовать их преимущества. Это второй очень большой недостаток данного метода.

Недостатки, присущие методу массового отбора, устраняются при использовании метода индивидуального отбора.

### ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ОТБОР

Сущность этого метода состоит в том, что отбирают отдельные растения и потомства каждого из них в дальнейшем размножают отдельно, т. е. исходные родоначальные растения многократно проверяются по потомству. При этом потомство худших, случайно отобранных растений выбраковывают, продолжая работу с лучшими из них.

Количество родоначальных (элитных) растений, выделяемых при индивидуальном отборе, зависит от размеров исходного образца, характера изменчивости популяции, условий и возможностей, которыми располагает селекционер. Обычно оно составляет от нескольких сотен до 2000—3000 растений.

При работе с самоопыляющимися культурами применяют однократный индивидуальный отбор, схема которого приведена на рисунке 38. Исходным материалом для него являются естественные, гибридные и мутантные популяции.

В первый год из исходной популяции отбирают и отдельно обмолачивают лучшие растения. Урожай всех оставшихся после браковки элитных растений на следующий год высевают отдельно в селекционном питомнике. Здесь бракуют худшие линии (семьи) и оставляют лучшие. Каждая линия (семья), высеваемая в селекционном питомнике, получает определенный номер, под которым она проходит все дальнейшие испытания. Все линии до присвоения им в конце испытания сортовых наименований называют *номера*ми.

На третий год оставшиеся после браковки номера высевают в селекционном питомнике второго года, а лучшие из них — в контрольном питомнике (КП), в котором также бракуют худшие и выделяют лучшие номера. В таком же порядке лучшие номера поступают в предварительное сортоиспытание (ПС), из него в конкурсное (КС), а затем в государственное сортоиспытание (ГС). Одновременно с испытанием проводится предварительное размножение самых лучших номеров (ПР) и начинается семеноводческая работа с ними.

Проведение индивидуального отбора из гибридных комбинаций у самоопылителей имеет некоторые особенности, связанные с явлением расщепления в потомствах отбираемых элитных растений (рис. 39). В первом поколении оставляют только те гибридные комбинации, в которых проявляется устойчивость растений к ржавчине. Все комбинации растений, поражающихся ржавчиной, выбраковывают. Во втором поколении отбирают лучшие, высо-

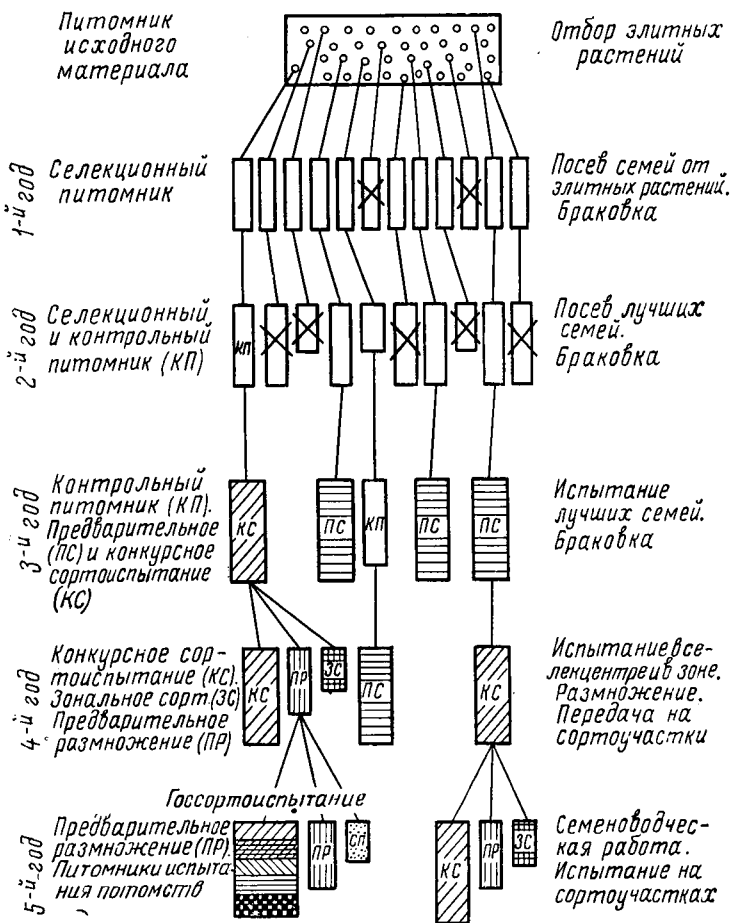


Рис. 38. Схема однократного индивидуального отбора у самоопыляющихся растений.

копродуктивные, устойчивые к ржавчине элитные растения — до 10 тыс. семей, высеваемых на следующий год в селекционном питомнике. В контрольном питомнике высевают четвертое, а в предварительном сортоиспытании — пятое поколение.

В лучших семьях предварительного сортоиспытания, намеченных для посева на следующий год в конкурсном сортоиспытании, проводят повторные индивидуальные отборы элитных растений. По каждой семье отбирают до 1000 и более растений. Их потомства высевают отдельно в семеноводческих питомниках. Конкурсное сортоиспытание до шестого-седьмого поколения засевают семенами, полученными без повторных индивидуальных отборов, а начиная с восьмого поколения — семенами предварительно-

го семеноводческого отбора. Эти же семена используют для испытания на сортоучастках, производственного испытания в колхозах и совхозах и для посева суперэлиты. В дальнейшем на посевах предварительного размножения проводятся повторные отборы элитных растений для закладки новых семеноводческих питомников.

Метод индивидуального отбора значительно более сложен и трудоемок в сравнении с массовым отбором. Новый сорт при индивидуальном отборе зарождается из одного элитного растения, масса семян которого у большинства зерновых культур обычно не превышает 1 г. Следовательно, для выведения и размножения нового сорта требуется много времени. Но эти недостатки данного метода перекрываются его огромным преимуществом — возможностью оценки и сравнения отбираемых элитных растений по их

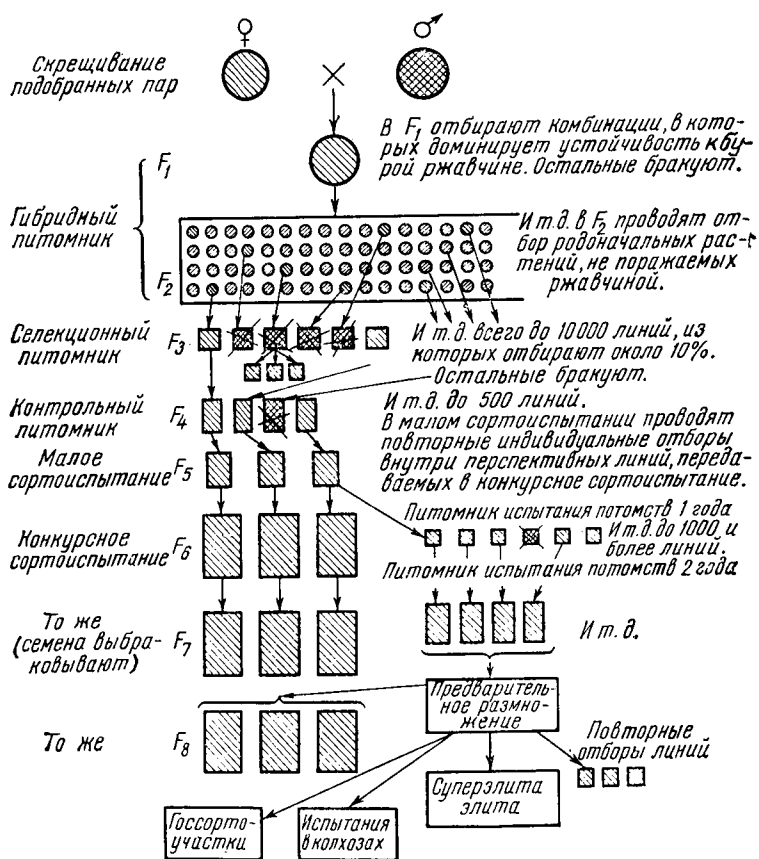


Рис. 39. Схема индивидуального отбора из гибридных популяций озимой пшеницы, применяющаяся в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко.

потомству на всех стадиях селекционного процесса, а следовательно, и его высокой результативностью.

подавляющее большинство сортов самоопыляющихся растений получено методом индивидуального отбора из естественных или гибридных популяций. Из естественных популяций были выведены, например, сорта озимой (Московская 2453, Ульяновка и Горьковчанка) и яровой пшеницы (Лютесценс 62 и Минская), овса (Советский и Победа), ячменя (Винер и Нутанс 187), большинство сортов проса, гороха, чечевицы и многих других культур. Из гибридных популяций индивидуальным отбором созданы такие выдающиеся селекционные сорта, как озимая пшеница Безостая 1 и Кавказ, яровая пшеница Саратовская 29 и Мелянопус 26, яровой ячмень Нутанс 244 и Московский 121, овес Львовский 1026, просо Саратовское 2, горох Рамонский 77 и многие другие.

Сорта, выведенные методом индивидуального отбора, как правило, стойко сохраняют свои хозяйственно-биологические качества во множестве поколений. Однако это постоянство весьма относительное. Под влиянием расщепления, естественной (спонтанной) гибридизации и мутагенеза у них появляются ценные формы, и отбор их может дать новые, еще лучшие сорта. Для использования таких полезных новообразований проводят повторные внутрисортные отборы. В практике селекционной работы известны примеры успешного применения повторных внутрисортных отборов из гибридных, а в некоторых случаях и из линейных сортов. Так, путем повторного внутрисортного отбора из сорта озимой пшеницы Безостая 4 выведен сорт Безостая 1. Этим же методом из сорта озимой пшеницы Харьковская 63 выведен Полукарлик 1, из сорта яровой пшеницы Шортардинка — сорт Пиротрикс 28. Сорт проса Мироновское 51 был получен из сорта Мироновское 85. Из сорта риса Красноармейский 313 был выведен сорт Кубань 9 и т. д. В Швеции из сорта овса Победа создан сорт Дилпе, а в Дании путем внутрисортного отбора из сорта ячменя Карлсберг I получен сорт Карлсберг II.

### КЛОНОВЫЙ ОТБОР

Индивидуальный отбор в селекции растений, размножаемых вегетативно, называется клоновым отбором. *Клон* — это потомство одного вегетативно размножаемого растения. Например, растения, выросшие из клубней одного куста картофеля, будут клоном.

Клоновый отбор применяют для выведения новых сортов как на основе гибридного материала, так и существующих сортов. Потомство одного самого лучшего клона, если оно в процессе испытания и размножения окажется отвечающим всем поставленным требованиям, становится сортом.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ОТБОР У ПЕРЕКРЕСТНООПЫЛЯЮЩИХСЯ РАСТЕНИЙ

В связи с постоянным переопылением и расщеплением сорт перекрестноопыляющихся культур нельзя вывести путем однократного индивидуального отбора, поэтому в селекции этих растений применяют *многократный индивидуальный отбор*, когда отбор элитных растений проводят не однократно, а повторяют несколько раз до тех пор, пока не будут достигнуты нужные результаты. Многократный отбор может перейти в *непрерывный*. В этом случае элитные растения из лучшей семьи выделяют из года в год, пока полученный на ее основе сорт высеивается в производстве.

Различие между многократным и непрерывным отборами условно, оно зависит только от продолжительности проводимой работы. На рисунке 40 приведена примерная схема многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся культур. Из исходной популяции (образца) отбирают элитные растения с нужными хозяйственно-полезными признаками. Урожай из семян на следующий год высеивают отдельно по семьям на делянках в селекционном питомнике. Семьи сравнивают между собой, худшие бракуют, из лучших снова отбирают элитные растения для посева в селекционном питомнике следующего года. Здесь также отбирают элитные растения, бракуют худшие растения и семьи; лучшие семьи объединяют и используют на посев конкурсного сортоиспытания (КС) и предварительного размножения (ПР). Дальнейшая работа ведется в том же порядке.

При получении хороших результатов в конкурсном сортоиспытании новый сорт передают для посева на государственные сортоиспытательные участки и одновременно организуют семеноводческую работу. При необходимости отбор элитных растений из лучших семей продолжают.

Таким образом, сущность данного метода заключается в последовательно повторяемом отборе лучших элитных растений из лучших семей. В связи с тем, что индивидуальный отбор на протяжении многих лет ведут в основном по одним и тем же показателям, результаты его могут постепенно улучшаться. При наличии в исходной популяции гетерозиготности по нужным признакам и свойствам и умелой работе он часто завершается созданием нового сорта.

У самоопыляющихся и вегетативно размножаемых растений элитные растения при индивидуальном отборе оценивают по их потомству с высокой степенью достоверности, поскольку формирование сорта у этих культур происходит только на основе материнской наследственности. У перекрестноопыляющихся же растений потомство формируется в результате переопыления, т. е. на основе объединения материнской и отцовской наследственности, и у тех или иных элитных растений оно может быть удовлетво-

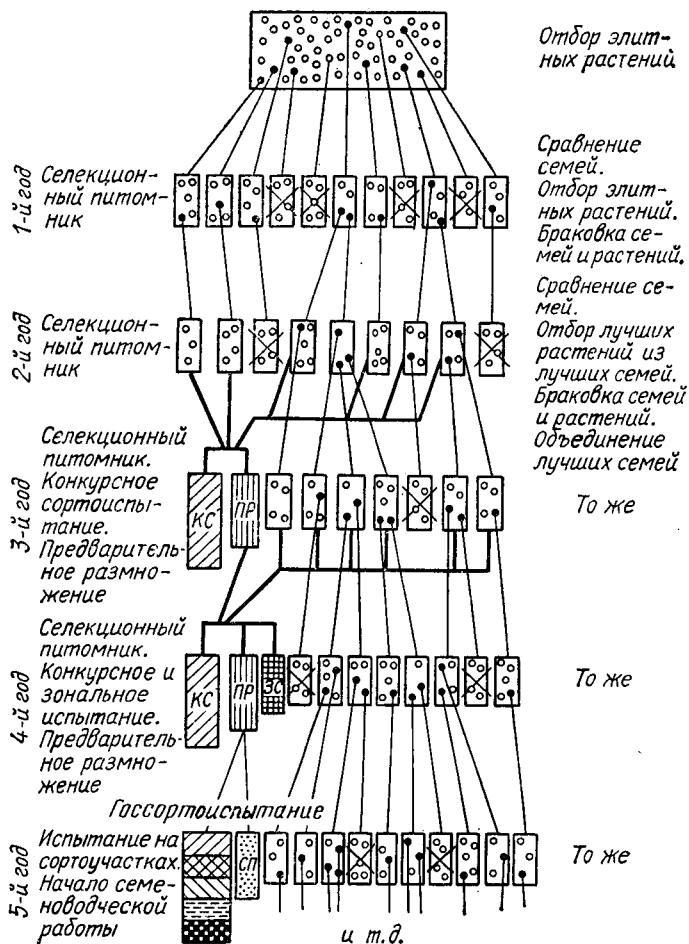


Рис. 40. Схема многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся культур.

рительным не в результате неправильного отбора, а вследствие переопыления их с нежелательными отцовскими формами. Поэтому в селекционной работе с перекрестноопыляющимися культурами важно не только правильно вести отбор элитных материнских растений, но и подбирать такие отцовские растения-опылители, которые не ухудшали бы, а по возможности улучшали наследственные качества потомства.

В общем виде задача сводится к необходимости контролировать отбор не только по материнской, но и по отцовской линии. В селекционной работе используют два основных варианта много-

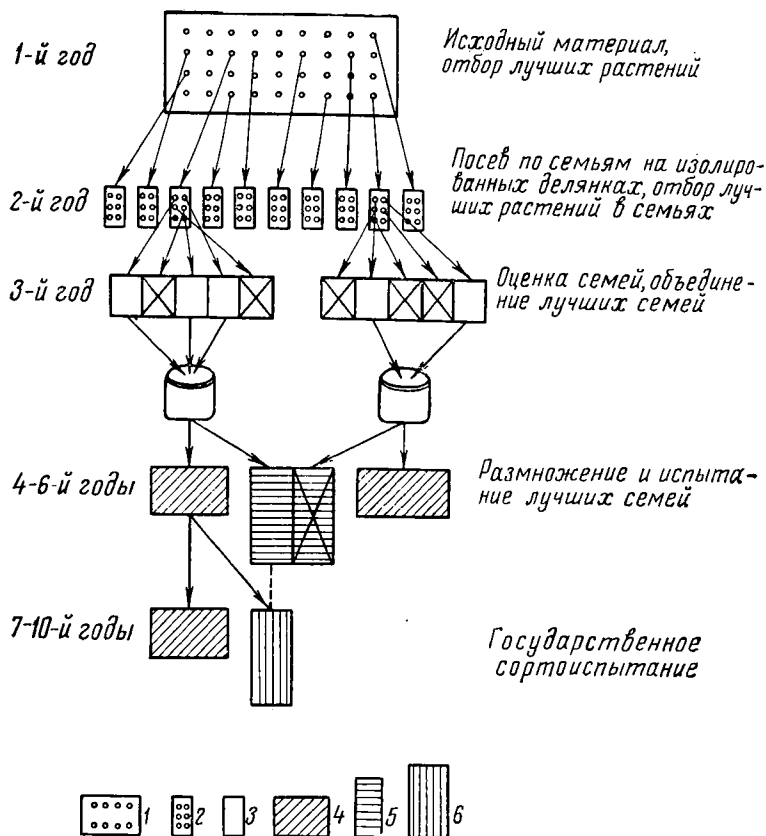


Рис. 41. Схема индивидуально-семейного отбора:

1 — исходный материал; 2 — изолированные делянки, на которых высеваны потомства отобранных растений; 3 — потомства растений, отобранных в лучших семьях; 4 — размножение лучших семей; 5 — испытание лучших семей; 6 — государственное сортоиспытание (забракованные делянки перечеркнуты).

кратного индивидуального отбора: индивидуально-семейный и семейно-групповой.

**Индивидуально-семейный отбор** (рис. 41). При этом методе отбора семена каждого элитного растения высевают по семьям на отдельных изолированных площадках. Между площадками устанавливают такое расстояние, при котором полностью исключается возможность переопыления потомства одного растения в пределах семьи. Благодаря этому быстро достигается выравнивание, т. е. усиление и закрепление тех признаков, по которым ведется отбор. В этом достоинство индивидуально-семейного отбора. Но при длительном применении данного метода наблюдается снижение продуктивности растений (депрессия) как следствие близкородственного оплодотворения.

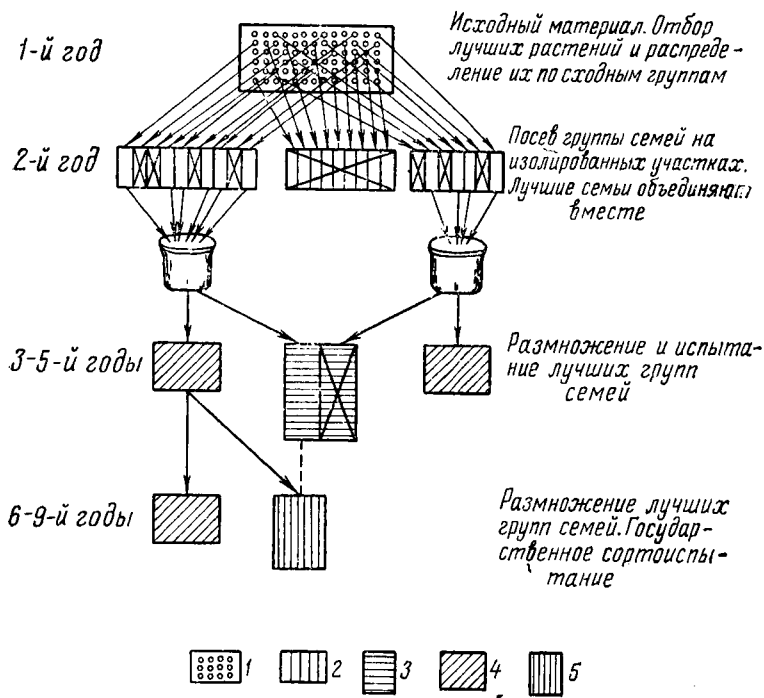


Рис. 42. Схема семейно-группового отбора:

1 — исходный материал; 2 — группа сходных семей, высеванная на изолированном участке; 3 — испытание лучших семей; 4 — размножение потомства лучших семей; 5 — государственное сортоиспытание (забракованные делянки перечеркнуты).

Отмеченный недостаток в значительной степени устраняется при использовании семейно-группового отбора (рис. 42). Отобранные родоначальные элитные растения здесь разбивают на несколько групп (обычно 3—4). В каждую группу подбирают семьи, относительно сходные по хозяйственно-биологическим и морфологическим признакам. В то же время каждая такая группа семей представляет собой популяцию, состоящую из потомства в той или иной степени наследственно разнородных растений.

Группы семей высевают на изолированных площадках, в пределах каждой группы семьи высевают тоже отдельно, но рядом друг с другом. Следовательно, потомства растений различных групп между собой переопыляться не могут, но происходит переопыление потомств растений в пределах каждой группы.

При этом методе отбора выравненность потомства достигается медленнее и несколько труднее, но зато устраняется опасность близкородственного переопыления и создаются достаточные возможности для накопления и усиления тех признаков и свойств, по которым ведется отбор.



## МЕТОД ПОЛОВИНОК

Чтобы исключить нежелательное влияние отцовских родительских форм, при проведении многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений, применяют так называемый *метод половинок*. Сущность его состоит в том, что урожай каждого элитного растения делят на две части (половинки). Одну часть семян от каждого отобранного растения высевают в селекционном питомнике, а другую сохраняют в резерве. Семена лучших потомств, выделившихся в селекционном питомнике, для посева будущего года не используют вследствие их переопыления с неизвестными отцовскими формами. Селекционный питомник в следующем году засевают семенами резервных половинок. На третий год в селекционном питомнике высевают семена половинок урожая тех растений, потомства которых в предыдущем году были лучшими, и с лучших отобранных растений вновь собирают семена, разделяя их на две части, и т. д.

Индивидуальный отбор при длительном и систематическом его проведении позволяет добиваться в популяциях перекрестноопыляющихся растений существенных сдвигов в желательном для селекционера направлении. Многие лучшие сорта сахарной свеклы, подсолнечника, озимой ржи и других перекрестноопыляющихся культур выведены методом многократного индивидуального отбора.

**Индивидуальный непрерывный отбор с использованием переопыления лучших семей и резервов семян.** Особенно успешно этот метод применял академик В. С. Пустовойт во ВНИИМК при работе с подсолнечником. В этом институте разработана новая совершенная схема селекции подсолнечника, представленная на рисунке 43. Элитные растения в количестве 10—15 тыс. отбирают среди различного исходного материала: районированных и перспективных сортов, межсортовых и межвидовых гибридов, лучших семей питомника направленного переопыления и т. д. Урожай каждой корзинки анализируют на лужистость, панцирность и содержание масла в ядре. Проводят жесткую браковку по этим признакам, в результате которой для дальнейшей селекционной работы остается 1200—1500 лучших элитных растений.

Семена этих отобранных родоначальных растений высевают в питомнике первого года изучения, разбивая их по продолжительности вегетационного периода на 3—4 группы. Для каждой из них подбирают свой сорт-контроль, близкий к ней по основным хозяйственно-биологическим признакам. Оставшиеся от посева семена по каждой семье сохраняют отдельно в резерве.

В питомнике первого года изучения учитывают урожай, определяют лужистость, панцирность, натуру, массу 1000 семян и содержание масла в ядре. На основании данных полевых и лабораторных учетов и анализов в этом питомнике выявляют семьи, которые по комплексу хозяйственно-полезных признаков превосхо-

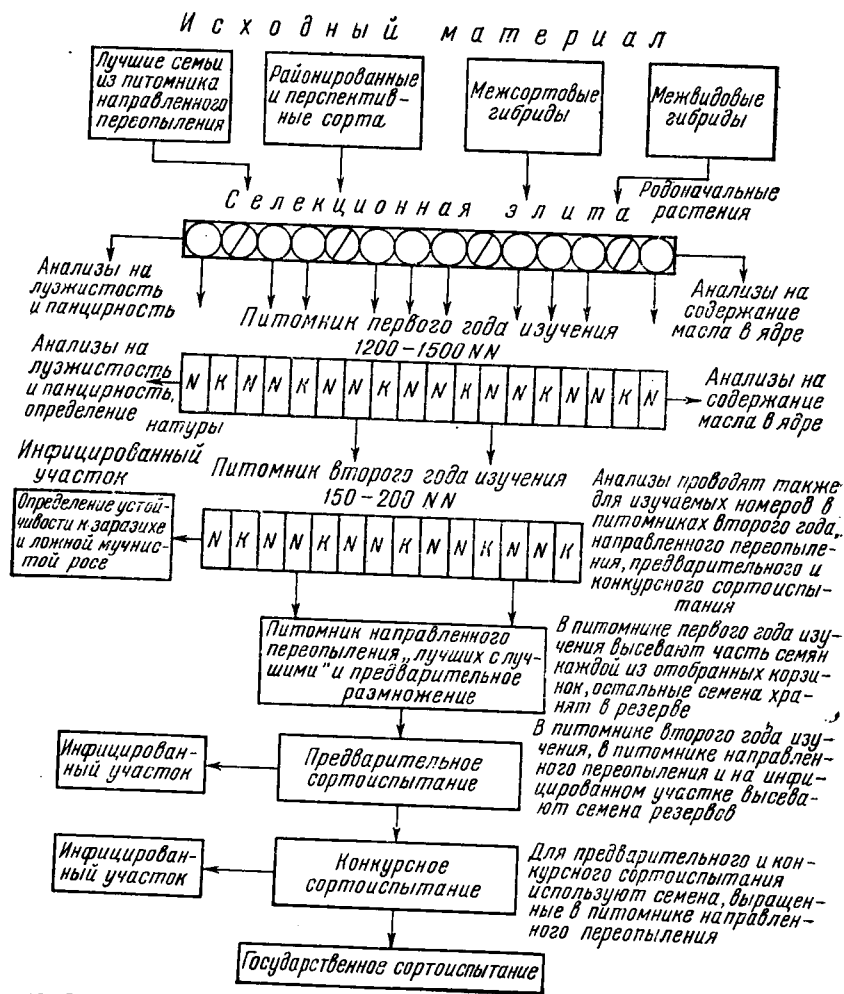


Рис. 43. Схема многократного индивидуального отбора в селекции подсолнечника, применяемая во ВНИИМК.

дят сорт-контроль. Обычно после браковки остается 15—20% таких семей. Их семена используют на посев питомника второго года изучения, в котором высевают также хранившиеся в резерве семена отобранных семей. Семьи питомника первого года изучения, забракованные в результате полевых и лабораторных анализов, и резервы их семян обезличивают.

В питомнике второго года изучения дают оценку по тому же комплексу хозяйственно-полезных признаков. Параллельно на инфицированном участке каждую семью оценивают по устойчивости к заражению и ложной мучнистой росе. Лучшие семьи питомника второго года изучения, превосходящие сорт-контроль, раз-

деляют по ведущим признакам отбора на группы для посева в питомниках направленного переопыления, в них высевают также семена резервов, т. е. семена, которые высевали в питомниках первого и второго года изучения.

Размер делянок в питомниках направленного переопыления определяется ценностью семей и наличием семян, оставшихся в резерве. В них проводят 4—5 тщательных прочисток, в результате которых удаляют все растения с отрицательными признаками. При уборке урожая корзинки в каждой семье обмолачивают отдельно. Корзинки, оставшиеся после лабораторной браковки, используют для двух целей: одну часть объединяют в фонд семян данной семьи, другую отбирают для нового цикла селекционного процесса.

В предварительном и конкурсном сортоиспытании высевают семена, давшие наилучшие результаты в питомниках первого и второго года изучения. Для этого используют семена из фонда семей, выращенных в питомниках направленного переопыления. Самые лучшие семьи, выделенные в конкурсном сортоиспытании, передают в качестве новых сортов в государственное сортоиспытание.

Применяемый В. С. Пустовойтом вариант индивидуального отбора в селекционной работе с подсолнечником позволяет в полной мере использовать наследственные возможности отдельных лучших элитных растений, устранить депрессию, вызываемую близкородственным переопылением, а также использовать для непрерывного отбора популяции, всегда в достаточной степени гетерозиготные по нужному комплексу хозяйственно-биологических признаков и свойств.

Методика селекционной работы, разработанная В. С. Пустовойтом, дает блестящие практические результаты.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Тема 1. Проведение массового и индивидуального отбора у различных культур

Массовый отбор в селекции и семеноводстве перекрестноопыляющихся культур можно проводить по целым растениям, по колосьям и зерну. Наилучшие результаты дает массовый отбор целых растений.

**Массовый отбор у ржи.** Для проведения отбора на посевах ржи выбирают участок, наиболее выравненный по плодородию, с достаточно равномерным распределением растений по площади (в местах сильного загущения растений, так же как и на изреженных, отбор проводить нельзя). Отбирают несколько тысяч растений, выдергивая их с корнями. Необходимо обратить внимание на следующие признаки отбираемых растений: 1) нормальный, не ниже среднего, рост; 2) хорошее развитие всех колосьев каждого растения, расположение колосьев в одном ярусе и одновремен-

ность их созревания; 3) устойчивость соломины к полеганию; 4) достаточную закрытозерность в сочетании с крупнозерностью; 5) отсутствие череззерницы; 6) непоражаемость болезнями и отсутствие повреждений вредителями.

Отбор растений, проведенный в поле, дополняется лабораторными анализами зерна. Так как на занятиях невозможно проанализировать качество зерна у всех отобранных растений, используют 200—300 из них. Каждое растение обмолачивают отдельно, и зерно высыпают в отдельную картонную тарелочку. Обмолотив 40—50 растений, оценивают зерно каждого растения. Выбраковывают те из них, которые имеют мелкое, плохо выполненное, невыравненное, с нетипичной окраской, пораженное болезнями или поврежденное вредителями зерно. Урожай всех оставшихся после лабораторной выбраковки растений объединяют и сыпают в отдельный мешочек.

**Индивидуальный отбор у пшеницы.** Лучшие растения отбирают в поле на посевах коллекционного питомника или на делянке гибридов второго поколения, специально высейных для этих целей. При индивидуальном отборе отбирают значительно меньше растений, чем при массовом, но более тщательно, при этом учитывают в основном те же признаки, что и у ржи.

Растения, отобранные с каждой делянки, связывают в отдельный снопок и тщательно оберегают от механических повреждений, а также от мышей и птиц. Оценку растений ведут по многим показателям, записывая результаты анализа отдельно по каждому растению в тетрадь по следующей форме.

Оценка по растению					Оценка по лучшему колосу					
№ растения	разновидность	продуктивная кустистость	выравненность стеблей	высота растений, см	поражение болезнями и повреждение вредителями	длина колосового стержня, см	число членков колосового стержня	плотность колоса	число зерен в колосе	масса зерна одного колоса,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

*Продолжение*

Общая оценка зерна							
число зерен с растения	масса зерна с растения, г	масса 1000 зерен, г	выполненность	выравненность	консистенция	поражение болезнями и повреждение вредителями	заключение
12	13	14	15	16	17	18	19

Все отобранные в поле растения оценивают индивидуально. Каждое растение получает свой номер. Дают оценку всему растению, лучшему его колосу и общему качеству зерна. В графе 2 записывают наименование ботанической разновидности анализируемого растения. Продуктивную куститость определяют по числу колосьев, имеющих зерно. Выравненность стеблей устанавливают глазомерно: хорошая, средняя или плохая. Хорошая выравненность характеризуется расположением всех колосьев в одном ярусе, плохая — в нескольких ярусах.

Высоту растений устанавливают путем измерения самого длинного стебля от его основания до верхушки колоса (без остей). В графе 6 при отсутствии поражения болезнями или повреждения вредителями пишут «нет», при наличии их указывают, чем повреждено или поражено растение, например: ржавчина стеблевая, спорынья, фузариоз и т. д. Длину колосового стержня измеряют от начала уступа нижнего колоска до конца уступа верхнего колоска. Число члеников колосового стержня определяют путем подсчета всех колосков, в том числе и недоразвитых у основания колоса, уменьшая его на единицу. Плотность колоса вычисляют путем деления числа члеников колосового стержня на его длину и выражают целым или дробным числом.

Массу зерна с колоса и растения (графы 11 и 13) определяют на технических весах, а массу 1000 зерен — путем расчета по данным граф 12 и 13. Выполненность и выравненность зерна устанавливают глазомерно и оценивают отметками хорошая, средняя, плохая. По консистенции зерно делится на стекловидное, полустекловидное, мучнистое. Графу 18 заполняют аналогично графе 6.

По совокупности всех данных индивидуальной оценки растений дают общую оценку, которую записывают в графу 19. Если растение выбраковывают, в ней пишут «брак», если его оставляют, делают пометку «в отбор». Зерно всех выбракованных растений обезличивают. Урожай каждого из отобранных растений ссыпают в отдельный пакетик, на котором ставят присвоенный ему номер. Под этими номерами семена отобранных растений высевают в селекционном питомнике для оценки их по потомству.

## Тема 2. Техника скрещивания

Занятия по технике скрещивания лучше всего проводить в поле.

При наличии теплицы обучать приемам скрещивания можно и зимой в лаборатории, посеяв предварительно скороспелые сорта. В соответствии с описанием техники искусственного скрещивания в главе «Методы селекции» необходимо последовательно отработать приемы подготовки соцветия к скрещиванию, кастрацию и опыление.

Для проведения скрещивания следует заранее подготовить: пинцеты, изоляторы, вату, спирт, суровые нитки, ножницы, коро-

бочку для сбора пыльцы, деревянные или железные колышки, маленькие скамеечки. В качестве объектов для обучения технике скрещивания лучше всего взять пшеницу или горох.

При работе с пшеницей в полевых условиях желательно, помимо основного способа, отработать скрещивание и групповым (бутылочным) способом.

Необходимо на всех занятиях строго следить за тщательностью проведения операций по технике скрещивания. Для контроля за чистотой проведения кастрации нужно оставлять по нескольку изолированных колосьев без опыления. Следует индивидуально учитывать работу каждого учащегося и после образования зерен в опыленных колосьях определить процент удачи скрещивания.

### **Т е м а 3. Изучение родословных сортов полевых культур, районированных в данной зоне**

Пользуясь каталогами районированных сортов Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, учащиеся изучают родословные нескольких наиболее распространенных в данной области сортов, устанавливая при этом научно-исследовательское учреждение, в котором выведен сорт, авторов сорта, исходный материал, из которого проводился отбор (естественная популяция, местный сорт, гибридная популяция и т. д.), метод отбора (индивидуальный или массовый), исходные родительские пары для сортов гибридного происхождения и год районирования сорта.

### **Т е м а 4. Изучение методов, схем и техники проведения различных видов отбора**

Используя материал учебника и учебных таблиц, подробно разбирают схемы всех основных видов отбора. При этом устанавливают: 1) вид исходного материала, использованного для отбора (местный сорт, гибридная популяция, коллекционные образцы и т. д.); 2) число отбираемых родоначальных растений; 3) последовательность движения селекционного материала по годам и питомникам; 4) начало предварительного размножения лучших номеров; 5) возможные коэффициенты размножения семян лучших линий и семей.

В заключение дают сравнительную характеристику различных схем отбора, отмечают преимущества и недостатки основных видов отбора.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое гибридизация и для чего она применяется?
2. В чем состоит эколого-географический метод подбора родительских пар?
3. Какие существуют типы скрещиваний и как они используются?
4. Как производится скрещивание растений?

## Глава 6

# ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА И СОРТОИСПЫТАНИЕ

### ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Главные показатели, характеризующие различные сорта, — их урожайность и качество продукции. Но эти показатели, во-первых, очень сложны, так как определяются большим числом отдельных более простых признаков и свойств, и, во-вторых, они сильно изменяются под влиянием различных условий выращивания. Селекционер должен хорошо представлять и правильно оценивать слагающие элементы урожайности и качества продукции той культуры, с которой ведется селекционная работа в определенных почвенно-климатических условиях. Каждый год и на любой стадии селекционного процесса необходимо точно знать, чем вызваны различия в урожайности и качестве продукции разных сортов и селекционных номеров.

Все отбираемые в процессе селекционной работы номера и сорта называют *селекционным материалом*. Различия по урожайности между сортами и селекционными номерами могут быть обусловлены разной их продуктивностью, неодинаковой устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям, к поражению болезнями и повреждению сельскохозяйственными вредителями и т. д.

Чтобы новые, передаваемые в производство сорта ежегодно обеспечивали стабильно высокие урожаи при хорошем качестве продукции, необходимо в процессе их выведения проводить оценку селекционного материала по следующим признакам: а) продуктивности; б) устойчивости к неблагоприятным климатическим условиям возделывания (оценка на зимостойкость и засухоустойчивость); в) устойчивости к болезням (оценка на устойчивость к ржавчине, головне, гельминтоспориозу, фитофторозу и т. д.) и сельскохозяйственным вредителям; г) пригодности к механизированному возделыванию и уборке урожая (оценки на полегаемость и осыпаемость); д) качеству продукции (определение содержания белка, крахмала, жира, оценка мукомольно-хлебопекарных качеств зерна пшеницы и др.).

Признаки, по которым оценивают селекционный материал в процессе выведения сортов, делятся на две группы: прямые и косвенные. Оценка сортов и селекционных номеров по *прямым признакам* дается непосредственно путем подсчета, взвешивания, из-

мерения и т. д. Например, число сохранившихся к весне растений — прямой показатель зимостойкости сортов озимой пшеницы, а степень поражения листьев — показатель их ржавчиноустойчивости.

Оценку некоторых свойств сортов можно проводить по *косвенным признакам*, какими чаще всего являются биохимические и технологические показатели. Например, процент и прочность клейковины — косвенные показатели хлебопекарных качеств муки различных сортов пшеницы. Высокая концентрация сахара в клеточном соке растений озимых культур — косвенный признак морозостойкости сортов. Интенсивность прироста сухого вещества растений и развитие корневой системы различных сортов зерновых культур косвенно характеризуют их засухоустойчивость. Наличие панцирного слоя в семянках подсолнечника служит надежным косвенным признаком устойчивости сортов к повреждению личинками подсолнечной моли.

Для оценки всех нужных признаков селекционных материалов используют два метода: полевой и провокационный.

*Полевой метод* заключается в проведении наблюдений и учетов сравниваемых сортов при посеве их непосредственно в поле. Он позволяет, как правило, давать наиболее полную и верную оценку, поэтому является главным при изучении любого селекционного материала. Но полевой метод требует в большинстве случаев длительного времени.

Очень часто дать оценку на устойчивость к действию какого-либо неблагоприятного фактора не представляется возможным в течение нескольких лет. Например, оценку селекционного материала озимых культур на морозостойкость полевым методом можно провести лишь в холодную зиму, так как только при таких условиях можно установить различие между сортами по морозостойкости. Если же селекционный материал испытывают в годы, благоприятные по перезимовке, то выявить морозостойкие сорта не удастся. Кроме того, сорт, отобранный селекционером за свою высокую продуктивность, может впоследствии, когда его будут высевать в производстве, вымерзнуть в первую же холодную зиму. Подобные затруднения встречаются при оценке селекционного материала полевым методом на устойчивость к засухе, к поражению болезнями, полеганию и т. д.

Для ускорения всесторонней оценки селекционного материала на устойчивость к различным неблагоприятным условиям одновременно с полевым применяют *провокационный метод*. Сущность его состоит в том, что на изучаемый селекционный материал в любой год преднамеренно воздействуют тем фактором, оценку на устойчивость к которому хотят дать. Провокационный метод не заменяет основной полевой метод оценки, а дополняет его. Но в то же время значение провокационного метода оценки в селекционной работе так велико, что без его использования во многих случаях нельзя вывести хорошие сорта, дающие устойчиво высо-



кие урожаи. Его применение совершенно необходимо при выведении морозостойких сортов озимой пшеницы, ржавчиноустойчивых сортов озимой и яровой пшеницы, заразиоустойчивых сортов подсолнечника, фитофторо- и ракоустойчивых сортов картофеля и т. д. Неблагоприятные условия при использовании этого метода создаются искусственно тогда, когда они отсутствуют в естественной природной обстановке при обычном испытании селекционного материала полевым методом.

Преимущество провокационного метода оценки заключается в том, что в большинстве случаев можно регулировать воздействие на растения того или иного неблагоприятного условия в соответствии с задачами работы. Так, при оценке сортов на морозостойкость путем искусственного промораживания растений в камерах холодильных установок можно регулировать температуру и продолжительность ее воздействия при любых заданных режимах.

В некоторых случаях при испытании сортов провокационным методом на устойчивость к тому или иному неблагоприятному фактору растения не могут проявить всех своих возможностей, как при полевой оценке. Например, при испытании на устойчивость к воздушной засухе растения выращивают в небольших сосудах, которые затем помещают в сушевую установку. Совершенно ясно, что корневая система у таких растений развивается слабее, чем при посеве тех же сортов в поле, поэтому степень засухоустойчивости растений выявляется лишь относительно.

Современная техника позволяет в значительной степени совмещать преимущества полевого и провокационного метода путем использования ростовых или вегетационных камер. Такие камеры представляют собой полностью автоматизированные установки, в которых в любое время года можно создавать микроклимат, необходимый для испытания новых сортов. Те условия, действие которых на растения при обычном полевом испытании приходится изучать годами, здесь становится возможным создавать в любое время года и регулировать по желанию селекционера. Использование ростовых камер позволяет получить несколько урожаев в год и тем самым ускорить селекционный процесс.

При испытании селекционного материала очень важно в наиболее короткий срок дать всестороннюю и точную оценку изучаемому сорту. Для оценки устойчивости сортов и селекционных номеров зерновых злаков к неблагоприятным внешним условиям, заболеваниям растений, а также по степени выраженности того или иного признака применяется, как правило, пятибалльная шкала. Однако в последнее время многие селекционеры переходят на международную девятибалльную систему, позволяющую лучше дифференцировать оценку. Показатели 1—2—3—4—5 по пятибалльной шкале соответствуют показателям 1—3—5—7—9 по девятибалльной системе оценки. Рассмотрим методы оценки селекционного материала по некоторым основным признакам и свойствам, определяющим хозяйственную ценность сортов.

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ

Продуктивность — это средняя урожайность одного растения. Урожай с единицы площади определяется произведением двух величин: продуктивности и среднего числа растений. Следовательно, продуктивность — один из двух показателей, характеризующих урожайность сорта. На самых ранних стадиях селекционного процесса, когда отбирают элитные растения, и в первые годы испытания их потомства оценку будущих сортов можно проводить только по продуктивности родоначальных растений. Но и позднее, когда появляется возможность определять урожайность селекционных сортов и номеров, оценка по продуктивности сохраняет свое значение.

Продуктивность растения у зерновых колосовых культур складывается из числа колососных стеблей, среднего числа зерен в одном колосе и массы 1000 зерен. В селекции зерновых культур на продуктивность большое внимание уделяется таким физиологическим показателям, как фотосинтетическая продуктивность, соотношение между фотосинтезом и дыханием и доля зерна в общем урожае. Очень важный показатель — распределение продуктов фотосинтеза между зерновой и незерновой частью урожая. У короткостебельных сортов интенсивного типа доля зерна в урожае увеличена, у них отношение зерна к соломе приближается к 1, тогда как у высокорослых сортов оно значительно шире. Создание сортов с урожайностью 90—100 ц с 1 га связано с увеличением продуктивности колоса в 1,5—2 раза. Созданы линии пшеницы с массой зерна в одном колосе до 3 г.

Оценка селекционного материала по продуктивности очень осложняется вследствие сильного модифицирования составляющих ее признаков. Продуктивная кустистость, число зерен в колосе, масса 1000 зерен у зерновых культур сильно изменяются под влиянием незначительных различий в условиях выращивания (микрорельефа, увлажнения, плотности почвы, распределения питательных веществ, глубины заделки семян и т. д.) даже в пределах небольшого участка (вплоть до 1 м<sup>2</sup>). Часто под влиянием названных и некоторых других факторов различия по продуктивности между растениями одного сорта могут значительно превосходить разницу в средней продуктивности между сортами, резко различающимися по биологии. Поэтому для правильной оценки селекционных номеров и сортов по продуктивности необходимо создавать в питомниках и при сортоиспытании выравненный фон, чтобы уменьшить влияние модификационной изменчивости.

## ОЦЕНКА ЗИМОСТОЙКОСТИ

Устойчивость урожая озимых культур в решающей степени определяется условиями их перезимовки, которые, в свою очередь, обусловлены агротехникой и наследственными особенно-

стями возделываемого сорта, его зимостойкостью. Почти во всех зонах возделывания озимых культур периодически на той или иной площади наблюдается изреживание, частичная или полная гибель их под влиянием неблагоприятных условий перезимовки.

Гибель озимых при перезимовке в отдельных зонах и в разные годы происходит от различных причин. Растения могут вымерзнуть в начале зимы при отсутствии или недостаточной мощности снегового покрова, а также от действия низких температур ранней весной после таяния снега. Очень опасны для озимых культур зимние оттепели, сопровождающиеся дождями; при этом часто образуется притертая ледяная корка, под которой растения вымерзают или погибают от недостатка кислорода.

При резкой смене температур ранней весной верхний слой почвы то оттаивает, то замерзает, что нередко ведет к разрыву корневой системы и гибели растений, называемой *выпиранием*. В районах с большим снеговым покровом озимые часто гибнут от *выпревания*. Оно происходит вследствие усиленного дыхания растений под снегом при небольших плюсовых температурах: растения, расходуя продукты ассимиляции, не могут их пополнять, становятся ослабленными и очень часто поражаются грибами болезнями — снежной плесенью и фузариозом, ускоряющими их гибель. Выпревание чаще всего наблюдается, когда снег выпадает рано осенью на талую землю. На пониженных элементах рельефа, где весной застаивается талая вода, растения могут гибнуть от *вымокания*.

Таким образом, зимостойкость растений, т. е. их способность противостоять неблагоприятным условиям перезимовки — очень сложный признак, который определяется различными биологическими свойствами растений и в то же время сильно изменяется под влиянием условий произрастания. Зимостойкий сорт благодаря устойчивости к выпреванию в зоне с большим снеговым покровом может оказаться совершенно незимостойким в районах с малоснежными морозными зимами, где зимостойкость непосредственно связана с устойчивостью растений к низким температурам. В то же время один из самых морозостойких сортов Ульяновка неустойчив к выпреванию и потому не получил распространения в местностях с большим снеговым покровом.

При оценке селекционного материала на зимостойкость необходимо учитывать, что в разные годы перезимовка растений складывается неодинаково. Большое влияние на перезимовку оказывает *закалка растений*. Устойчивость растений к неблагоприятным условиям тем сильнее, чем больше в их клеточном соке накапливается осенью сахаров и сухих веществ. Особенно хорошо закалка растений идет при ясной солнечной теплой погоде днем и небольших отрицательных температурах ночью. В этих условиях накапливающиеся в дневное время в результате ассимиляции сахара мало расходуются ночью. При высокой и мало меняющейся в течение суток температуре закалка проходит плохо.

**Полевые методы оценки зимостойкости.** В селекционной работе применяют различные полевые методы оценки зимостойкости. При длительном и систематическом их использовании, особенно при изменяющихся по годам условиях перезимовки они могут давать хорошие результаты.

*Глазомерная оценка перезимовки.* Весной, когда растения начнут отрастать и живые растения можно отличить от мертвых, последовательно осматривают один за другим все селекционные номера и сорта, давая глазомерно оценку их перезимовки по пятибалльной системе. При отсутствии следов гибели растений перезимовка оценивается баллом 5, при незначительных повреждениях — баллом 4, при гибели примерно половины растений — 3, больше половины — баллом 2 и при полной гибели или сохранении лишь единичных растений — баллом 1. Так как при глазомерной оценке устанавливается лишь относительная степень перезимовки сортов, необходимо, чтобы весь селекционный материал оценивал один работник.

*Оценка перезимовки при весеннем подсчете живых и погибших растений.* Подсчет проводят после того, как листья живых растений достаточно отрастут, а отмирание поврежденных в зимне-весенний период растений в основном закончится. На конечных защитках всех повторений каждого сорта выделяют по три пробные площадки площадью  $\frac{1}{6}$  м<sup>2</sup>. Ширина их два рядка, длина — в зависимости от ширины междурядий. Растения с пробных площадок выкапывают, затем подсчитывают число живых и погибших. Средний процент перезимовавших растений по каждому сорту определяют отношением числа живых растений к числу всех выкопанных (живых и мертвых).

*Искусственное создание бесснежья, снегового покрова и ледяной корки.* При изучении небольшого числа сортов можно оценивать их зимостойкость, искусственно создавая бесснежье или накапливая снег. Для этого на половине площади делянок всех сортов снег после каждого снегопада очищают или, наоборот, накапливают его для оценки растений на устойчивость к выпреванию. Половинки делянок с естественным снегонакоплением служат контролем для вычисления процента перезимовки. Так же можно создавать искусственную ледяную корку, поливая часть площади делянок изучаемых сортов. Указанные способы оценки зимостойкости можно использовать на заключительной стадии селекционного процесса, когда для изучения остается немного сортов и их можно высевать на больших делянках.

*Посев на склонах.* Склоны полей, направленные в сторону господствующих зимой ветров, можно использовать в качестве естественного провокационного фона для оценки морозостойкости сортов.

Снег на таких местах постоянно сдувается, и поэтому посеянные здесь сорта испытывают действие низких температур. Если избранные для посева склоны обращены при этом на юг или

юго-восток, то весной они рано освобождаются от снега и для озимых культур создаются очень тяжелые условия при возврате морозов во время начавшегося отрастания.

*Метод монолитов* — один из наиболее точных и широко распространенных приемов оценки зимостойкости сортов. В течение зимы на посевах каждого изучаемого сорта 3—5 раз вырубают монолиты определенных размеров. Обычно при ручной вырубке они имеют длину 20—30 см, ширину 12—15 см и глубину 10—12 см. В каждый монолит должно попасть не менее 15 растений одного рядка. По каждому сорту берут четыре монолита. Два из них оттаивают при небольших плюсовых температурах, а затем помещают в теплое помещение для отращивания растений. Через 15 дней подсчитывают число живых и мертвых растений и определяют состояние перезимовки озимых на день взятия монолита. Два других монолита без оттаивания помещают в шкафы холодильной установки для искусственного промораживания. Растения пшеницы обычно промораживают при температуре минус 22—24 °С в течение 24 или 48 ч. При таком режиме почти всегда удается установить четкие различия между сортами по морозостойкости. Если требуется изучить действие на сорта резкой смены температур во время зимних оттепелей, то монолиты в течение 3—5 дней после оттаивания держат в помещении с температурой 5—7 °С, а затем промораживают при температуре минус 10—12 °С.

При использовании данного метода необходимо следить за тем, чтобы вырубленные монолиты не подвергались длительному промораживанию в поле, их как можно быстрее нужно доставлять в лабораторию. Во время очень сильных морозов рубить монолиты нельзя.

*Посев в ящиках* (метод В. Я. Юрьева). Одновременно с посевом изучаемых сортов в поле их высевают в ящики с землей, которые могут быть любого размера, но наиболее удобны ящики длиной 40 см, шириной 30 см и глубиной 12—15 см. Растения в ящиках в течение всей осени растут в тех же условиях, что и на делянках, испытывая одинаковое действие температуры, солнечной радиации и влажности. С наступлением зимы, перед выпадением первого снега, ящики переносят в закрытом неоттапливаемом помещении (деревянный сарай, вегетационный домик, склад и т. д.), где растения испытывают воздействие низких температур со всеми их колебаниями, которые происходят в природных условиях данного района. Так как растения не укрыты снегом, они находятся как бы в условиях естественного холодильника. Для испытания устойчивости сортов к действию определенной заданной низкой температуры ящики можно, как и монолиты, помещать в камеры холодильной установки.

**Определение морозостойкости при выращивании озимых в открытых стеллажах.** Семена различных гибридов и линий высевают в открытых стеллажах, расположенных непосредственно на по-

верхности земли или на высоте 40—50 см. При этом под воздействием более низкой температуры создаются провокационные условия, дающие возможность ежегодно изучать морозостойкость и выявлять различия между большим числом гибридов и линий, чего нельзя сделать в обычных полевых условиях.

К их числу относится, например, количество сахаров в растениях и их динамика. Установлено, что у озимых зерновых культур сахара выполняют защитную функцию. При благоприятных условиях закалывания в растениях накапливается больше сахаров, особенно их сложных форм. Для оценки на зимостойкость сравнивают содержание сахаров в начале, середине и конце зимовки. У устойчивых сортов и форм содержание сахаров более стабильное. Используются и другие косвенные признаки определения морозостойкости растений.

### ОЦЕНКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ

Одно из важных средств борьбы с засухой — возделывание засухоустойчивых сортов. Под засухоустойчивостью растений подразумевается их способность наиболее продуктивно использовать воду при высокой температуре, низкой влажности почвы и воздуха и давать в этих условиях высокий урожай при хорошем качестве продукции.

Засуха проявляется в трех видах. Она может быть почвенной, атмосферной и комбинированной.

При *почвенной засухе* количество воды в корнеобитаемом слое почвы снижается до величины мертвого запаса. Характерная особенность почвенной засухи — более или менее постепенное ее наступление. При этом растения успевают в той или иной степени приспособиться к ней: отмирают лишние побеги кушения, приостанавливается рост, сокращается испарение воды и т. д. Все это дает возможность растениям более экономно расходовать влагу на формирование единицы урожая. При такой засухе даже при отсутствии осадков в течение 1,5—2 месяцев можно получить удовлетворительный урожай засухоустойчивых сортов, особенно если в период налива зерна засушливая погода сменяется благоприятной.

При *атмосферной засухе* относительная влажность воздуха падает до 18—20% и ниже. Она наступает внезапно и обычно начинается сухими, жаркими юго-восточными ветрами, сопровождающимися повышением температуры воздуха до 38—40 °С. В большинстве случаев атмосферная засуха застаёт растения в период начала налива зерна и наносит большой вред. Происходит так называемый *запал зерна*, и урожай его резко снижается. Особенно вредоносна *комбинированная засуха*, при которой недостаток воды в почве сочетается с атмосферной засухой.

По времени действия на растения засуха может быть весенней, летней и проявляющейся в течение всего периода вегетации.

Под весеннюю засуху обычно попадают яровые зерновые культуры в фазе всходы — кущение. Этот тип засухи характерен для Западной Сибири. *Летняя засуха* проявляется позднее, когда пшеница выходит в трубку, и продолжается в фазе колошение — начало налива зерна. Она чаще всего наблюдается в юго-восточных районах европейской части нашей страны.

В соответствии с условиями наступления и проявления указанных типов засухи и в ходе естественного и искусственного отбора у яровой пшеницы сформировались два резко отличающихся экотипа — *западносибирский* и *поволжский*. Первый из них представлен сортом Мильтурум 553, выведенным в Сибирском НИИ сельского хозяйства, второй — сортами селекции НИИ сельского хозяйства Юго-Востока — Саратовская 36, Саратовская 46 и др. Сорта западносибирского экотипа характеризуются замедленным первоначальным ростом надземной вегетативной массы, растянутой фазой кущения, но быстрым развитием корневой системы в глубину. Обычно выпадающие в Сибири во второй половине июля дожди хорошо используются такими позднеспелыми сортами. Сорта поволжского экотипа, используя весенние запасы влаги в почве, развиваются быстро в первые фазы и ко времени наступления обычной в Поволжье летней засухи образуют хорошо разветвленную сеть мелких корней, что позволяет им в этих условиях формировать хороший урожай. В тех же случаях, когда весенняя засуха переходит в длительную летнюю засуху, урожай сельскохозяйственных культур снижается особенно резко. В отдельные годы это наблюдается в Поволжье, Западной Сибири, Северном Казахстане и в некоторых других зонах.

Таким образом, сорта, относящиеся к разным эколого-географическим группам, проявляют различия по засухоустойчивости в разные фазы своего развития. Очень важно получить сорта, вмещающие устойчивость к почвенной и атмосферной засухе во всех фазах. Задача эта чрезвычайно трудная, но созданием сортов яровой пшеницы Саратовская 38 и Саратовская 39 намечены пути ее решения.

Все культуры и сорта имеют в своем развитии так называемый *критический период*, когда они оказываются особенно чувствительными к засухе. Для большинства сортов зерновых культур таким периодом в отношении к почвенной засухе является фаза выход в трубку — колошение. Воздушная засуха бывает особенно вредоносной в фазе цветение — начало налива зерна.

Засухоустойчивость растений — очень сложное свойство. Она связана с экологической приспособленностью сортов и форм к произрастанию в определенных засушливых условиях. Поэтому ее нельзя, например, отождествлять просто со скороспелостью на том основании, что скороспелые сорта, быстро развиваясь, могут избегать вредоносного действия засухи. Большим числом опытов установлено, что скороспелые формы зерновых культур при раннем наступлении засухи оказываются незасухоустойчивыми.

Засухоустойчивость обуславливается физиологической слаженностью, отрегулированностью всех процессов, происходящих во время развития растений. Засушливые периоды вегетации так же, как и годы с засухами, сменяются почти в любой местности благоприятными периодами и годами. Поэтому для производства нужных сорта, экономно расходующие воду во время засухи и хорошо отзывающиеся на увлажнение.

**Полевые методы оценки засухоустойчивости.** Оценку селекционного материала можно проводить непосредственно в поле по прямым признакам, никаких специальных опытов при этом не закладывая. В обычных полевых условиях за всеми изучаемыми сортами и селекционными номерами ведут тщательные наблюдения по засухоустойчивости, сопоставляют урожай и качество продукции сортов в засушливые и благоприятные по увлажнению годы.

Важно установить, как влияет засуха на рост растений, величину колоса и его озерненность, окраску листьев, быстроту их отмирания и т. д. Подобные наблюдения и учет относительного снижения урожая различных сортов в засушливые годы позволяют устанавливать степень их засухоустойчивости. Например, сорта, которые испытывали большое угнетающее действие засухи и дали в тех же условиях меньшие в сравнении с другими сортами урожай, менее засухоустойчивы.

**Учет прироста сухого вещества** является важным косвенным признаком при оценке сортов на засухоустойчивость. При наступлении засушливой погоды у всех культур прирост сухого вещества снижается, но у засухоустойчивых сортов этот процесс идет более замедленно, чем у незасухоустойчивых.

При первом проявлении засухи на посевах каждого сорта зерновых культур один раз в 2—3 дня берут от 50 до 100 растений для определения сухого вещества. Ход его прироста на протяжении длительного времени в сопоставлении с ходом температуры, относительной влажности воздуха и влажности почвы может хорошо характеризовать относительную засухоустойчивость сравниваемых сортов.

**Изучение развития корневой системы.** Мощность, глубина проникновения и степень разветвления корневой системы — важный показатель засухоустойчивости растений. Корневую систему изучают различными методами. Один из них — метод сравнительной оценки развития корневой системы непосредственно в поле, на вертикальной стенке специально вырытой канавы. Корни при этом отмывают из ранцевого опрыскивателя.

Оценку дают в баллах или путем подсчета числа корней на определенной площади вертикальной стенки канавы. Этим методом можно определять мощность корневой системы лишь у небольшого количества сортов, когда они уже размножены и высеваются на больших делянках.

**Метод засушников.** Для оценки растений по отношению к почвенной засухе применяют метод искусственных засушников. За-



сушник представляет собой деревянный или легкий металлический каркас с подвижной крышей из полиэтиленовой пленки, которую надвигают при выпадении дождя и убирают, как только дождь кончится. Благодаря прозрачному покрытию условия ассимиляции растений в засушниках и на контрольных делянках отличаются незначительно.

При помощи засушников растения на части делянок полностью изолируют от выпадающих осадков. Здесь постепенно создается почвенная засуха. Растения находятся в естественных условиях, и оценка степени их засухоустойчивости благодаря этому бывает довольно точной. Степень их засухоустойчивости определяют в сравнении с урожаями контрольных, неукрытых частей делянок. Недостаток этого метода заключается в том, что растения, укрываемые в засушниках от непосредственного промачивания почвы выпадающими дождями, находятся с контрольными делянками в одинаково благоприятных условиях по влажности воздуха.

Участок, на котором предполагается установить засушники, не должен иметь близко залегающих грунтовых вод, иначе результаты опытов могут сильно исказиться.

**Оценка засухоустойчивости в суховейных установках.** Для оценки сортов на устойчивость к воздушной засухе их высевают в вегетационные сосуды, которые в нужный момент помещают в камеры суховейной установки, где растения подвергаются воздействию сухого, сильно нагретого воздуха и ветра, т. е. атмосферной засухи. Воздух, подаваемый в камеру, предварительно пропускают через холодильную установку или гигроскопические вещества, где он иссушается, а затем его нагревают. Обычно он имеет температуру 38—40 °С и относительную влажность 16—18%.

Время и продолжительность воздействия устанавливают в зависимости от характера изучаемого материала и обычного проявления засухи в местных природных условиях. Оценка устойчивости сортов к атмосферной засухе при этом методе дают, сравнивая урожайность опытных и контрольных растений.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ЗАБОЛЕВАНИЯМ

Многие болезни сельскохозяйственных растений причиняют огромный ущерб, снижая урожай и его качество. К ним прежде всего относятся ржавчина пшеницы и овса, корневые гнили пшеницы и ячменя, вирусные болезни картофеля, вилт хлопчатника и др. В борьбе с различными заболеваниями растений наряду с агротехническими и химическими средствами очень большая роль принадлежит устойчивым к поражению сортам. Создание таких сортов представляет большие трудности, так как подавляющее большинство паразитов имеет огромный коэффициент размножения, к тому же многие из них представлены в природе очень большим числом физиологических рас. Расообразовательный процесс у паразитов культурных растений идет очень быстро: возникают

мутации, происходит гибридизация между различными расами, в процессе естественного отбора создаются особо агрессивные, хорошо приспособленные к неблагоприятным условиям высокоспециализированные формы паразитов.

Очень часто новый сорт, выведенный научно-исследовательским учреждением, считается устойчивым к какому-либо заболеванию, но при возделывании в производстве через несколько лет начинает поражаться данной болезнью. Чаще всего это бывает связано с появлением какой-либо новой физиологической расы, на устойчивость к которой сорт не испытывался. Это значительно осложняет создание устойчивых к заболеваниям сортов. Так, не поражавшиеся до 1973 г. бурой ржавчиной сорта озимой пшеницы Аврора и Кавказ с появлением нового биотипа 77 расы потеряли устойчивость к этой болезни.

При оценке сортов на устойчивость к заболеваниям необходимо учитывать влияние на растения агротехнических и погодных условий, а также фенотипы, в которых обычно происходит заражение.

**Оценка ржавчиноустойчивости.** В разных природно-климатических зонах и в разные годы ржавчина проявляется неодинаково. При частом и сильном ее распространении оценивать устойчивость сортов можно непосредственно в поле по степени их поражаемости. Если такие условия отсутствуют, применяют искусственное заражение растений — путем их опрыскивания суспензией спор, собираемых с пораженных сортов, из расчета 10 л суспензии на 100 м<sup>2</sup> участка. Правильная оценка ржавчиноустойчивости сортов возможна только при искусственном заражении чистыми расами.

Степень устойчивости к ржавчине определяют по проценту площади листьев, занятой ее пустулами. Обычно для этого используют специальные шкалы. Кроме того, устойчивость сортов к ржавчине можно определять, пользуясь балловой оценкой, по реакции растений на внедрение инфекции в их ткани. Например, различные типы поражения листьев пшеницы бурой листовой ржавчиной определяют по пятибалльной системе (рис. 44). Баллом 0 отмечают невосприимчивость растений, когда никаких признаков заболевания нет, баллами 1, 2, 3 и 4 — соответственно очень слабое, слабое, среднее и сильное поражение растений. Следует помнить, что у растений устойчивых сортов клетки при проникновении гиф гриба отмирают. Гриб не может развиваться в мертвой ткани и погибает вместе с пораженными им клетками с образованием характерных некротических пятен. Способность к образованию некрозов — важнейшее защитное свойство растений против ржавчины.

**Оценка устойчивости к головне.** Потери урожая зерновых культур от пыльной и твердой головни довольно значительны. В некоторые годы количество стеблей, пораженных головней, может достигать нескольких процентов. Кроме того, заражение зерно-

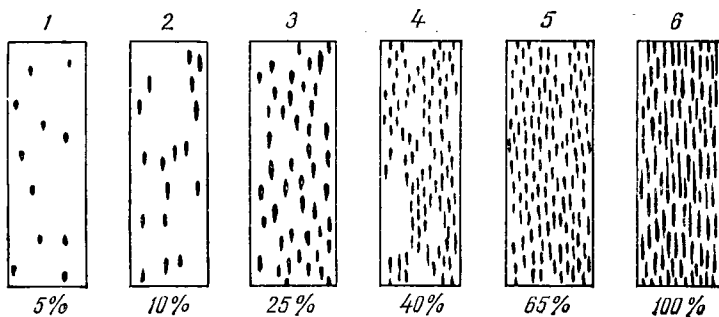


Рис. 44. Типы иммунитета и степень поражаемости пшеницы бурой листовой ржавчиной.

вых культур головней — одна из основных причин ежегодной выбраковки их посевов при апробации из числа сортовых.

Одно из наиболее надежных средств борьбы с головней, особенно пыльной, — создание не поражающихся ею сортов. Так как биология и способы, которыми происходит заражение растений пыльной и твердой головней, различны, то и методы оценки устойчивости к этим видам заболеваний неодинаковы. При оценке устойчивости сортов к пыльной головне обязательно учитывают естественное их поражение на всех стадиях селекционного процесса.

Искусственное заражение цветков проводят во время цветения и некоторое время спустя после цветения. Растянутый период заражения служит показателем сильной восприимчивости растений к инфекции.

Применяются следующие основные способы искусственного заражения пшеницы и ячменя пыльной головней.

1. *Заражение пучками головневых колосьев.* Пораженные пыльной головней колосья привязывают к кольям, равномерно расставленным по делянкам, так, чтобы они находились несколько выше здоровых колосьев заражаемого посева. Споры головни рассеиваются при помощи ветра.

2. *Индивидуальное заражение отдельных цветков.* Споры головни наносят кисточкой на рыльце каждого заражаемого цветка. Технически это делается так же, как при искусственном скрещивании. Этот способ позволяет производить почти полное заражение всех цветков, но он очень трудоемок.

3. *Вакуумный метод заражения* осуществляется с помощью специального прибора — инфекционной вакуум-камеры. Вследствие очень быстрого перепада атмосферного давления (от 760 до 250 мм ртутного столба) суспензия спор головневого гриба быстро проникает внутрь цветков заражаемого колоса.

**Оценка устойчивости к мучнистой росе.** Мучнистая роса поражает все основные зерновые колосовые культуры, а также зла-

ковые многолетние травы. У растений, листья которых поражаются мучнистой росой, усиливается транспирация, ассимиляция же ослабляется, вследствие этого получается щуплое зерно и значительно снижается урожай. Наибольшую опасность мучнистая роса представляет для ячменя. Установлено несколько специализированных физиологических рас этого гриба.

Один из приемов оценки на устойчивость к мучнистой росе — осенний посев селекционных номеров в теплице для самозаражения. Для искусственного же заражения изучаемых сортов мицелии гриба с пораженных листьев размножают на фильтровальной бумаге в чашках Петри при температуре 10—20 °С. Быстро образующиеся конидии используют для заражения всходов.

При создании сортов ячменя, обладающих комплексным иммунитетом к мучнистой росе, селекционный гибридный материал оценивают на устойчивость ко всем известным физиологическим расам этого гриба.

### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ ВРЕДНЫМИ НАСЕКОМЫМИ

У насекомых, повреждающих культурные растения, специализация выражена значительно слабее, чем у грибов, бактерий и вирусов. В большинстве случаев то или иное насекомое повреждает все формы данного вида растений, а часто и все виды данного рода. Например, клоп-черепашка в одинаковой степени повреждает зерно всех разновидностей и сортов озимой и яровой пшеницы, для саранчи не существует не только видовых или родовых различий, но и различий между отдаленными в систематическом отношении семействами растений. Подобные примеры не составляют исключения. Все это очень осложняет борьбу с сельскохозяйственными вредителями методами селекции. В то же время в результате совместной работы селекционеров и энтомологов постепенно накопился большой материал, свидетельствующий о различной повреждаемости отдельных сортов разными видами вредных насекомых. Эти данные имеют исключительно большое значение, так как дают возможность создавать сорта полевых и других сельскохозяйственных культур, устойчивых к опасным вредителям.

Сорта и формы растений, не повреждаемые сельскохозяйственными вредителями или обладающие способностью компенсировать причиненные им повреждения, называются устойчивыми. Различия в степени повреждения разных сортов сельскохозяйственных растений обуславливаются следующими причинами.

1. *Анатомо-морфологические особенности сортов.* У некоторых сортов отдельные органы и ткани имеют такое строение, которое затрудняет проникновение насекомого в них или препятствует повреждению. Эти особенности связаны со строением эпидермиса, наличием кутикулы, опушенности, воскового налета и т. д. Напри-

мер, у подсолнечника известны панцирные и беспанцирные сорта. Они различаются между собой по анатомическому строению оболочки семянки. У панцирных сортов в семенной оболочке между пробковым слоем и склеренхимой имеются темноокрашенные клетки с высоким содержанием углерода, образующие так называемый панцирный слой. Он надежно предохраняет семянки от прогрызания их личинками подсолнечной моли. Устойчивость некоторых сортов пшеницы к гессенской мухе обусловлена тем, что на верхней стороне листьев у них имеются узкие и мелкие бороздки, затрудняющие откладку яиц этими насекомыми. Различная степень поражения сортов пшеницы шведской мухой в значительной степени зависит от формы и плотности прилегания к стеблю листового влагалища. Гибели личинок гессенской и шведской мух во многом способствует быстрое огрубение стеблей, наблюдаемое у ряда сортов.

2. *Фенологические особенности роста и развития сортов.* Различия в прохождении фенологических фаз у разных сортов могут влиять на степень их повреждения некоторыми насекомыми. Например, сорта ячменя и яровой пшеницы, у которых фазы всходов и кушения проходят раньше откладки яиц шведской мухой, меньше повреждаются этим вредителем. Различная степень повреждения сортов гороха гороховой зерновкой зависит от сроков цветения и образования бобов.

3. *Способность сортов восстанавливать рост поврежденных насекомыми органов и тканей или компенсировать повреждения.* При повреждении растений пшеницы личинками шведской мухи некоторые сорта способны образовывать вторичные побеги кушения. Хорошо кустящиеся сорта ячменя при повреждении одного стебля компенсируют его потерю не образованием нового, а усиленным развитием оставшихся неповрежденных стеблей.

4. *Особенности биохимического состава тканей и органов различных видов и сортов растений.* Как уже отмечалось, один из самых опасных вредителей картофеля — колорадский жук — полностью поедает растения всех сортов и видов картофеля, кроме тех, в листьях и стеблях которых содержится алкалоид демиссин. На этом основана селекция сортов картофеля, устойчивых к жуку, с использованием путем гибридизации дикого вида *Solanum demissum*, который содержит демиссин и устойчив к этому вредителю.

Учет повреждения растений вредными насекомыми проводят во всех питомниках и на посевах размножений сортов.

В годы массового распространения того или иного вредителя появляется возможность дать более полную оценку устойчивости селекционного материала. При этом необходимо обязательно учитывать влияние погодных и агротехнических условий на численность насекомых и их вредоносность в годы изучения. Степень устойчивости сортов определяют путем подсчета среднего числа пораженных растений (стеблей) или по количеству вредных насекомых, приходящихся на единицу площади (1 м<sup>2</sup>).

Для оценки повреждаемости зерновых колосовых культур скрытостебельными вредителями (шведской и гессенской мухами, зеленоглазкой, стеблевой блохой и др.) проводят лабораторный анализ взятых в поле растений. При этом определяют общее число поврежденных растений, а также отдельно число главных и боковых стеблей у них. При необходимости дать более быструю и точную оценку устойчивости селекционного материала к вредителям применяют провокационные методы.

### ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА В СВЯЗИ С МЕХАНИЗАЦИЕЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ УРОЖАЯ

Современные сорта всех полевых культур должны обладать признаками, облегчающими комплексную механизацию их возделывания и уборки. Для зерновых очень большое значение имеет устойчивость к полеганию и осыпанию.

**Оценка устойчивости к полеганию.** Полегание хлебов не только затрудняет механизированную уборку урожая, но и ведет к большим его потерям. Особенно опасно оно во время цветения или в начале налива зерна. Устойчивость к полеганию — обязательное требование к сортам интенсивного типа. Известно много примеров, когда хорошо приспособленные к местным условиям сорта (высокозимостойкие и засухоустойчивые) исключаются из производства вследствие их сильного полегания.

Во многих случаях устойчивые и неустойчивые к полеганию сорта и формы различаются между собой по анатомическому строению стебля. Устойчивые имеют, как правило, более мощную склеренхимную ткань и большую толщину междоузлий. Два первых междоузлия у многих из них более укороченные. Листовые влагалища у неполегающих сортов значительно толще, с большим количеством пучков и сильным развитием механических элементов. Корни у них более толстые и прочные, располагаются радиально. У полегающих сортов корни размещаются более вертикально, механическая ткань у них менее развита.

Оценивают устойчивость селекционных материалов к полеганию в полевых условиях по пятибалльной шкале. Отсутствие полегания отмечают баллом 5, слабое полегание (стебли только слегка наклонены) — баллом 4, среднее полегание (угол наклона стеблей к поверхности почвы равен  $45^\circ$ ) — баллом 3, сильное полегание оценивают баллом 2 и очень сильное полегание, когда механизированная уборка урожая невозможна, — баллом 1. Важно учитывать, в какие фазы происходит полегание и наблюдаются ли в этом отношении различия между сортами.

**Оценка устойчивости к осыпанию зерна.** Осыпание зерна во время уборки очень часто приводит к значительным потерям его у многих зерновых и зерновых бобовых культур. Особенно в сильной степени оно проявляется при резкой смене дождливой погоды жаркой и сухой. У пшеницы осыпаемость связана со строе-

нием колосковых чешуй: устойчивые к осыпанию сорта имеют жесткие, грубые чешуи с широким основанием в месте их прикрепления к стержню колоса, а также более резко выраженные киль и жилкование. Все эти признаки увеличивают сопротивляемость колосковых чешуй отгибу и способствуют более прочному удержанию зерна. Установлено, что сорта твердой пшеницы осыпаются значительно меньше, чем сорта мягкой, а среди последних различия по этому признаку очень большие.

Наиболее простой и распространенный метод определения устойчивости сортов к осыпанию — оценка их при перестое на корню. Для этого во время уборки урожая концевые защитные полосы на двух повторениях учетных делянок не убирают. Через 5, 10 и 15 дней на каждой оставленной площадке отбирают определенное количество колосьев и подсчитывают процент осыпавшихся зерен.

### ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ

Создавая новые селекционные сорта, необходимо проводить оценку селекционного материала не только по количеству урожая, но и по его качеству. Разработаны довольно точные методы, позволяющие определять процент белка и технологические качества зерна пшеницы и ячменя, сахаристость корней сахарной свеклы, содержание крахмала в клубнях картофеля, процент масла в семенах подсолнечника, количество, длину и прочность волокна прядильных культур и т. д. на различных стадиях селекционного процесса.

Сортовые различия по содержанию некоторых важных аминокислот (лизина и триптофана) в белках пшениц позволили вести селекцию на улучшение качества белка у этой культуры. Очень важное значение имеет селекционная работа на улучшение аминокислотного состава белков кукурузы. Известны формы кукурузы Опейк-2 и Флаури-2, в зерне которых намного больше лизина и триптофана, чем у распространенных в производстве сортов и гибридов. Считается, что замена у кукурузы неполноценного белка полноценным обеспечила бы такой же экономический эффект, какой был получен в результате внедрения в производство гибридной кукурузы.

Проводя работу по созданию высокоурожайных и масличных сортов подсолнечника, селекционеры обнаружили значительные различия у сортов и гибридных популяций по составу жирных кислот, соотношению липидных групп, содержанию смолистых веществ, витамина Е и др. Установлено, что по такому свойству, как качество масла, почти каждый сорт подсолнечника является популяцией, которая, обладая большим количеством биотипов, может быть успешно использована в селекции на качественный состав масла.

Для определения содержания масла (сырого жира) в семенах масличных культур по обезвоженному сухому остатку применяют метод, разработанный С. В. Рушковским. Сравнительная простота и высокая производительность этого метода позволяют применять его для проведения массовых анализов на самых ранних стадиях селекционно-семеноводческой работы. Во ВНИИМК этим методом ежегодно анализируют около миллиона образцов.

Крупным достижением приборостроения для селекции является создание резонансного спектрофотометра, позволяющего проводить отбор на масличность без разрушения семян.

**Оценка качества зерна пшеницы.** Важнейшие признаки, характеризующие качество зерна пшеницы, следующие: количество белка и клейковины, прочность клейковины, а также наличие витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, Е и каротина, зольность, активность ферментов амилазы и протеазы. Именно от них прежде всего зависят питательность, вкусовые качества и внешний вид хлеба.

*Клейковиной* называют комплекс белковых веществ — глиадина (44%) и глютеина (41%), содержащихся в зерне. Сырая клейковина выделяется при промывании теста водой, во время которого удаляется большая часть крахмала, отрубей и растворимых веществ. Для механической отмывки клейковины создан специальный прибор.

Качество хлеба во многом зависит от технологических свойств муки, одним из которых является *сила муки*. Сорты мягкой пшеницы, из муки которых выпекается высококачественный хлеб, называются *сильными*. Зерно сильных пшениц характеризуется высокой стекловидностью (у краснозерных сортов не менее 70%, у белозерных не менее 60%), повышенным содержанием белка (не менее 14%) и сырой клейковины (в муке первого сорта не менее 32%), а также хорошими технологическими качествами (объемный выход хлеба из 100 г муки не менее 550 мл; внешний вид и пористость мякиша не менее 4 баллов). При испытании физических свойств теста упругость его должна быть не менее 80 мм, отношение упругости теста к его растяжимости от 0,8 до 2,0 и удельная работа деформации 1 г теста (собственно сила муки) — не менее 280 джоулей.

Важнейшее качество зерна сильных пшениц — его способность при смешивании в количестве 20—40% с зерном обычных сортов давать муку таких же технологических свойств, как и в чистом виде, поэтому сорта сильных пшениц называют сортами улучшителями (рис. 45).

В нашей стране районировано более 30 сортов сильной пшеницы: из озимых — Безостая 1, Одесская 51, Краснодарская 39, Краснодарская 46, Ростовчанка, Мироновская 808, Донская остистая и др. Из яровых — Альбидум 24, Безенчукская 98, Дальневосточная, Новосибирская 67, Казахстанская 126, Кзыл-бас, Саратовская 29, Саратовская 44 и др. На эти сорта установлена более высокая закупочная цена, чем на обычные сорта мягкой пшеницы.



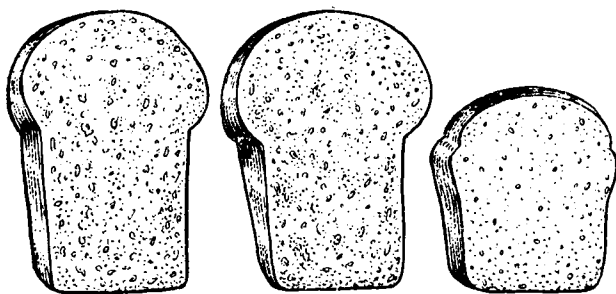


Рис. 45. Хлеб, выпеченный из муки сильной, слабой пшеницы и смеси их муки (в центре).

Наряду с сортами сильной пшеницы возделывается большое число сортов, не являющихся улучшителями, но очень ценных по качеству зерна. Это сорта озимой пшеницы — Альбидум 114, Ильичевка, Прибой и сорта яровой пшеницы — Московская 35, Пиротрикс 28 и др. Почти все площади пшеницы в нашей стране засеваются теперь сортами сильной пшеницы или сортами, наиболее ценными по качеству зерна.

Прямой связи между содержанием белка и клейковины и силой муки нет. Количество белка и клейковины — это признаки, очень сильно изменяющиеся под влиянием условий выращивания. Они в большой степени зависят от уровня агротехники, в частности от количества и сроков внесения удобрений. Технологические свойства муки, ее сила — это признак генетический. Не количество, а качество клейковинных белков, их компактность определяют силу муки.

Все сорта должны быть сильными генетически, иметь хорошую прочную (эластичную) клейковину. Наблюдается отчетливая отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белка и клейковины. С увеличением урожая количество протейна и клейковины уменьшается. Поэтому очень важно создавать высокоурожайные сорта с хорошей клейковиной. В условиях орошения необходимо выращивать сильные и очень сильные пшеницы.

На силу муки оказывают отрицательное влияние многие условия. Сильные по своей природе сорта пшеницы теряют силу муки при повреждении зерна клопом-черепашкой, прорастании зерна в валках и на корню, при поражении растений ржавчиной, полегании и образовании большого количества подгона. Для получения высококачественного зерна сильных сортов необходимо выполнять все агротехнические требования, разработанные для выращивания пшеницы в условиях той или иной природно-климатической зоны.

Качество зерна пшеницы характеризуется следующими основными внешними признаками:

а) стекловидность (определяется на разрезе зерна по внешнему виду или на специальном приборе — фотоэлектрическом диа-

фоноскопе; включение мучнистых белых вкраплений в зерне стекловидных пшениц — отрицательный признак);

б) форма зерна (лучшей считается бочонкообразная, она свойственна пшеница *Triticum sphegococcum*);

в) глубина бороздки (с увеличением глубины бороздки выход муки уменьшается).

Оценку хлебопекарных качеств и силы муки сортов и селекционных материалов проводят в технологических лабораториях. Эта работа делится на четыре этапа.

1. *Определение набухаемости и скорости осаждения муки в слабом растворе уксусной кислоты (метод седиментации)*. Для работы этим методом достаточно 2—5 г зерна, которое размалывают на специальной микромельнице. Непосредственно для анализа берут навеску муки от 0,5 до 3,2 г. Набухаемость муки определяют на шкале прибора по величине осадка: если осадок равен 50 мл, то качество муки высокое, при величине осадка от 31 до 50 мм — среднее и при 30 мм — низкое.

Метод седиментации ориентировочный. Он применяется на первом этапе оценки селекционных номеров, когда в распоряжении селекционера имеется небольшое количество зерна, и позволяет освободиться лишь от заведомо слабых пшениц.

Образцы, имеющие набухаемость свыше 50 делений шкалы, в дальнейшем для определения силы муки проходят всестороннюю оценку с использованием более точных приборов и методов.

Высокая производительность седиментационного метода (два человека за рабочий день проводят около 100 анализов) позволяет анализировать большое число образцов. В технологической лаборатории ВИР в течение одного года проанализировали всю мировую коллекцию пшеницы — 20 550 образцов. При этом обнаружили 2350 образцов с высокой набухаемостью (>50), из них около 350 оказались сильными пшеницами.

2. *Определение свойств теста (водопоглотительной способности и времени тестообразования)*. На этом этапе силу муки устанавливают значительно более достоверно, чем на предыдущем.

Определяя свойства теста, фаринограф по каждому испытываемому образцу вычерчивает карту — фаринограмму. Основной показатель фаринограммы — время от окончания образования теста до начала его разжижения. Тесто должно долго выдерживать замес, чтобы из него мог получиться хороший хлеб. Набухаемость муки может быть отличной, но если тесто не выдерживает длительного замеса, качество хлеба будет низким.

У сильных пшениц время до начала разжижения теста должно быть не менее 7 мин. Для работы на фаринографе обычно требуется навеска теста 50 г, но существуют микрофаринографы, для которых достаточно навеска всего 10 г.

3. *Определение эластичности клейковины, ее способности к растяжению под влиянием воздуха*. Это свойство клейковины определяют на альвеографах. В прибор запрессовывают навеску теста

из 5 г муки. Альвеограф автоматически вычерчивает карту-альвеограмму, важнейший показатель которой — удельная работа деформации 1 г теста, измеряемая в джоулях.

Слабые сорта пшеницы имеют силу муки менее 280 джоулей. У сильных пшениц этот показатель в зависимости от условий выращивания колеблется в очень больших пределах: от 280 до 1000 джоулей.

4. *Пробные выпечки хлеба из изучаемых образцов пшеницы.* В специальных лабораторных печах выпекают небольшие хлебцы. Микровыпечки делают из 5 г муки, выпечки полумикрометодом — из 70 г. Хлебцы, полученные в результате пробных выпечек из различных образцов, сравнивают между собой и с лучшими стандартами по хлебопекарным качествам: объемному выходу, внешнему виду, пористости мякиша и т. д.

Окончательную оценку качества зерна и муки изучаемых образцов дают, учитывая данные, полученные на всех четырех этапах работы.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНИКА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Селекционный процесс завершается выведением сорта. Сорта создаются для производства, и поэтому им должны давать во время испытания в научно-исследовательских учреждениях всестороннюю характеристику в производственно достоверном полевом опыте. Это означает, что если новый сорт превышает старый, районированный по данным сортоиспытания, например, на 4 ц с 1 га, то и в производственных условиях эта прибавка должна иметь примерно такую же величину. Чтобы получить производственно достоверные результаты при испытании сортов, необходимо на всех стадиях селекционного процесса обеспечивать типичность опыта и соблюдать принцип единственного различия.

**Типичность опыта при испытании сортов.** Изучение и испытание сортов в селекционно-опытных учреждениях должны проводиться в условиях, максимально приближенных к тем, в которых в дальнейшем предполагается эти сорта использовать. Типичными, т. е. характерными для будущей зоны возделывания сорта, должны быть как почвенно-климатические условия, так и производственно-агротехнические (предшественники, способы посева, применение удобрений и т. д.).

**Точность опыта в сортоиспытании.** На одном участке определенной площади испытывают несколько сортов или селекционных номеров. Каждый из них высевают на небольшой делянке, составляющей небольшую часть площади этого участка. Как бы ни хорошо был выбран участок для проведения сортоизучения, в пределах его всегда будут иметься некоторые различия по рельефу, почвенному плодородию, засоренности и т. д. Поэтому урожай любого сорта, высеваемого на одной делянке, всегда в той или иной степени будет отличаться от того урожая, который был бы

получен, если бы этот сорт размещали на всей площади участка сортоиспытания. Степень соответствия полученного в сортоиспытании урожая какого-либо сорта предполагаемому урожаю, который он мог бы дать на всем этом участке, называется *точностью опыта*. Она определяется ошибками, которые происходят из-за невозможности соблюдения на всех делянках сортоиспытания совершенно одинаковых условий. Чем больше таких ошибок, тем меньше точность опыта.

**Принцип единственного различия в сортоиспытании.** При испытании сортов и селекционных материалов все агротехнические условия должны быть для них совершенно одинаковыми (почвенное плодородие, обработка почвы, норма высева, глубина заделки семян, способ вспашки и т. д.). Единственное различие в любом таком опыте — норма реакции разных сортов (их наследственность) на одинаковые производственно-агротехнические условия. Изучаемый фактор в сортоиспытании один — сорт. При соблюдении этих принципов результаты сортоиспытания будут точными и производственно достоверными.

#### ВЫБОР, ИЗУЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА УЧАСТКА ДЛЯ СОРТОИСПЫТАНИЯ

Участок, на котором предполагается проводить сортоиспытание, должен быть типичным для данной местности по рельефу, почвенному покрову и предшествующей агротехнике, выравненным по почвенному плодородию и другим показателям в такой степени, чтобы ошибки в оценке сортов вследствие неодинаковых условий были наименьшими, а точность опыта — достаточно высокой. Все сорта нужно размещать по одному предшественнику, совершенно одинаковыми на всей площади участка должны быть обработка почвы и система удобрения. Рельеф должен быть горизонтальным или с небольшим уклоном в каком-либо одном направлении (не более  $2,5^\circ$  на 10 пог. м).

На участке, выбранном для сортоиспытания, проводят тщательное почвенное обследование. Необходимо иметь в виду, что однородность участка очень сильно нарушается, если на нем встречаются засыпанные ямы, канавы, остатки строений, гумен, места бывших стоянок скота, старые грунтовые дороги, места, где вносили большие дозы торфа и навоза, систематически проводили углубление пахотного слоя. Последствия этих условий могут создавать пестроту участка на протяжении 5—10 лет. Сильная и неравномерная засоренность участка, особенно куртинами осота и пырея, также создает большую неоднородность его и оказывает длительное последствие. Нужно соблюдать определенное удаление селекционных посевов от водоемов, древесных насаждений, оврагов, проезжих дорог и т. д.

Для выяснения степени выравненности будущего опытного участка по плодородию на нем проводят **рекогносцировочный**

(разведывательный) посев. Высевают одну какую-либо зерновую культуру (чаще всего ячмень, овес или яровую пшеницу) сплошным способом при одинаковой норме высева. Перед уборкой весь участок разбивают на элементарные делянки. Урожай с каждой делянки убирают самоходным комбайном и учитывают отдельно. Такой учет называют *дробным*.

Все примыкающие друг к другу делянки, давшие примерно одинаковый урожай, объединяют в так называемую *связанную площадку*. На участке, выбранном под опытное поле, обычно выделяют несколько связанных площадок. Они должны иметь правильную форму — прямоугольника или квадрата. Каждая отдельная связанная площадка характеризуется относительной выравниваемостью по плодородию. При закладке сортоиспытания следят за тем, чтобы все делянки одного опыта разместились в пределах одной связанной площадки.

Для уменьшения пестроты плодородия почвы на участке, выделенном под селекционные питомники и сортоиспытания, проводят *уравнительные посевы*. Высевают один сорт какой-либо яровой зерновой культуры. Очень хорошие результаты для выравнивания плодородия почвы дают глубокая вспашка, внесение больших доз извести и навоза.

Значение *уравнительных посевов* очень сильно повышается, если их применять не однократно, а в течение 2—3 лет, сохраняя принятое в севообороте чередование культур. Обычно при этом *уравнительный посев* и сортоиспытание чередуются на определенном месте через год. Половину поля занимают сортоиспытанием или другими селекционными посевами, а вторую половину поля используют под разноможение лучших перспективных сортов. Для выравнивания микрорельефа целесообразно применять специальные приспособления в виде штанг, плоскорезов и других орудий.

Несмотря на все меры, принимаемые для повышения точности опытов при проведении сортоиспытания и селекционно-опытных посевов, они всегда сопровождаются ошибками, обусловленными несовершенством или неисправностью используемых приборов и машин, субъективностью в оценке сортов, неоднородностью микрорельефа и почвенного плодородия и т. д.

### **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПЫТА СЕЛЕКЦИОННЫХ ПОСЕВОВ И СОРТОИСПЫТАНИЙ**

Существует много различных способов повышения точности опыта при изучении селекционных материалов. Большинство из них направлено на уменьшение ошибок, которые возникают в результате пестроты почвенного плодородия и микрорельефа. Величина ошибок зависит от размеров, формы, направления, размещения и повторности делянок, применяемых при изучении сортов.

**Размеры делянок.** С увеличением размеров делянок до определенных пределов точность опыта повышается. Объясняется это

тем, что на большей площади лучше погашается влияние почвенной пестроты, огрехов при обработке почвы, неравномерности высева и т. д. При достаточно большой площади делянки можно механизировать все работы и приблизить сортоиспытание к типичным производственным условиям. Таким образом, повышается не только точность, но и типичность условий сортоиспытания. Однако увеличение размеров делянки имеет свои пределы: точность опыта, связанная с пестротой плодородия, повышается при увеличении размеров до тех пор, пока общая площадь под сортоиспытанием укладывается в границах сравнительно однородного участка.

Как только часть сортоиспытания или другого какого-либо питомника или части отдельных делянок выйдут за пределы однородного участка, изучаемые сорта будут находиться в несравнимых условиях и точность опыта резко снизится. Эту несравнимость можно устранить путем сближения делянок между собой, за счет уменьшения их ширины и одновременного увеличения длины. При удлиненных и узких делянках ошибки сравнения сортов уменьшаются и точность опыта повышается.

Для зерновых культур лучшим соотношением ширины и длины сторон делянок в питомниках и сортоиспытаниях считается от 1:20 до 1:50, для пропашных культур лучше всего подходят однорядковые делянки. При удлиненной форме делянок улучшается использование техники. Создается возможность проводить посев за один проход сеялки, а уборку — за один проход комбайна.

Размеры делянок для закладки того или иного питомника или сортоиспытания устанавливают в зависимости от пестроты почвенного плодородия, назначения питомника, биологических особенностей возделываемой культуры и применяемой агротехники. Общая, или *посевная*, площадь делянки подразделяется на *учетную*, которая учитывается при изучении и определении урожайности сорта в сортоиспытании и *неучетную* — защитную площадь по обеим длинным сторонам посевной площади.

В течение длительного времени лучшими для сортоиспытания культур сплошного посева считались делянки площадью 50—100 м<sup>2</sup>. С созданием малогабаритных машин во многих селекционных центрах сортоиспытание яровых зерновых культур проводят на делянках площадью 10 м<sup>2</sup>, а озимых — 25 м<sup>2</sup>. В селекционных питомниках размер делянок зависит от количества семян и может быть очень небольшим. В некоторых питомниках применяют однорядковые делянки длиной 1 м.

Точность опыта в сортоиспытании можно повысить, увеличивая не только площадь делянки, но и число повторностей делянок, засеваемых одним и тем же сортом.

*Повторность* — число делянок каждого сорта — позволяет получать контрольные показания урожайности сорта в разных местах участка, на котором ведется сортоиспытание. Часть площади сортоиспытания, включающая полный набор сортов, называет-

ся *повторением*. С увеличением числа повторностей точность опыта повышается, причем гораздо быстрее, чем при увеличении размеров делянки.

Увеличение повторности, так же как и площади делянки, имеет свои пределы. При очень большом числе повторностей можно вынести часть сортоиспытания за пределы однородного участка, что повлечет за собой увеличение ошибок и снижение точности опыта. Кроме того, при очень большом числе повторностей будет затягиваться проведение всех работ по посеву, уходу, уборке урожая различных сортов, что также приведет к ошибкам в их оценке.

Размеры делянок, число повторностей и форму делянок определяют, исходя из конкретных условий (характер участка, назначение питомника, количество семян и т. д.). На участках, неоднородных по почвенному плодородию и микрорельефу, размеры делянок уменьшают, а число повторностей увеличивают и наоборот.

Сортоиспытания проводят, как правило, в четырех-шестикратной повторности. При большем числе повторностей точность опыта возрастает незначительно.

**Число испытываемых сортов.** Чем больше испытывается сортов, тем труднее разместить делянки всего опыта и даже одного повторения в пределах участка, однородного по плодородию и микрорельефу; кроме того, делянки одного и того же сорта по площади участка накладываются неравномерно. Для устранения этих недостатков применяют *метод блоков*, при котором все изучаемые сорта (50, 100 и более) группируют в отдельные самостоятельные звенья. В каждом блоке высевают сорта-контроли, общие для всего сортоиспытания данной культуры.

**Способ размещения делянок.** Достоверность результатов сравнения сортов и селекционных материалов зависит от способа распределения делянок в сортоиспытании или питомнике. Существуют два способа размещения повторений: в один ярус (ряд) и в два и большее количество ярусов (рядов). При этом необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) соседние делянки должны соприкасаться между собой своими длинными сторонами;
- 2) делянки одного и того же сорта нельзя размещать близко как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении;
- 3) необходимо, чтобы каждый сорт охватывал все разнообразие почвенного плодородия в пределах участка, избранного для сортоиспытания; в одном повторении все сорта по возможности нужно размещать в более однородных условиях по почвенному плодородию, рельефу и агрофону;
- 4) сорта одного повторения размещают только в одном ярусе;
- 5) нельзя располагать рядом сорта, значительно различающиеся по продолжительности вегетационного периода, мощности развития надземной массы и корневой системы.

**Сорт-контроль.** Для повышения точности опыта во всех селекционных испытаниях высевают сорта-контроли.

**Контролем** называют сорт, с которым сравнивают по урожайности и другим хозяйственно-биологическим признакам все другие испытываемые сорта или селекционные номера. Такой сорт является единицей сравнения. В качестве контроля обычно используют лучший сорт, районированный и возделываемый в хозяйствах данной области или зоны.

Контрольный сорт можно также использовать для повышения точности проводимого опыта, в этом случае его называют *стандартом*.

**Способы размещения делянок по повторениям.** Для размещения делянок в повторениях сортоиспытания применяют три метода: систематический, случайный (рэндомизированный) и процентный парный, или стандартный, метод.

При *систематическом методе* порядок следования сортов в каждом повторении устанавливается по заранее составленной схеме, предусматривающей последовательное размещение сортов (1, 2, 3, 4, 5, 6 — 1-е повторение; 1, 2, 3, 4, 5, 6 — 2-е повторение и т. д.) или ступенчатое (1, 2, 3, 4, 5, 6 — 1-е повторение, 4, 5, 6, 1, 2, 3 — 2-е повторение).

В связи с тем, что при систематическом расположении не всегда обеспечивается равноточность сравнения изучаемых сортов и возможны ошибки субъективного порядка, применяя *случайный (рэндомизированный) способ размещения*. При этом устраняется корреляция между сравниваемыми сортами, каждый сорт лучше охватывает пестроту плодородия опытного участка и исключается его влияние на результаты сортоиспытания. Изучаемые сорта при рэндомизированном размещении объединяются в несколько отдельных блоков, которые соответствуют повторениям при систематическом методе сортоиспытания. Каждый блок разделяют на делянки по числу испытываемых сортов. Для рэндомизированного размещения сортов в блоках чаще всего пользуются готовыми таблицами случайных чисел или производят жеребьевку.

*Процентный парный метод сортоиспытания*, предложенный П. Н. Константиновым, основан на сравнении урожайности испытываемых сортов с высеваемыми рядом стандартами-контролями. Стандарты-контроли размещают через каждые две делянки по следующей схеме: 1, 1, Ст.; 2, 3, Ст.; 4, 5, Ст.; 6, 7, Ст. и т. д. Урожай каждого сорта определяют в процентах от одного рядом расположенного стандарта, принимаемого за 100%.

Большинство селекционно-опытных учреждений и Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур применяют в сортоиспытании метод повторений. Но некоторые научно-исследовательские институты, например ВНИИМК, на всех стадиях селекционной работы пользуются процентным парным методом сравнения.



## ТЕХНИКА ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Обеспечение наиболее полной сравнимости изучаемых сортов и селекционных материалов — одно из важнейших требований организации селекционного процесса. Все работы в селекционных питомниках и на участках сортоиспытаний нужно проводить одновременно и высококачественно. Навоз и минеральные удобрения (однородные по составу) распределяют на участке равномерно и заделывают на одинаковую глубину. При разбивке делянок нужно следить, чтобы на них не попадали свальные и развальные полосы.

**Посев** — одна из наиболее ответственных работ при сортоизучении. Для посевов в селекционных питомниках и на участках сортоиспытаний применяют тракторные навесные сеялки, ручные сеялки и сажалки. Любой питомник и участки сортоиспытания должны быть засеяны в течение одного дня. Необходимо особенно тщательно следить за равномерностью высева и глубиной заделки семян. Очень большое значение имеют подготовка и проверка семенного материала, расчет норм высева, установка сеялки.

**Уход за селекционными посевами.** Селекционные посевы нужно содержать в образцовом порядке. За ними проводят тщательный и своевременный уход с соблюдением полного единообразия для всех испытываемых сортов. Дорожки в сортоиспытаниях и питомниках должны быть рыхлыми и абсолютно чистыми от сорняков и иметь такую ширину, которая позволяла бы проводить механизированный уход за посевами.

**Фенологические наблюдения** имеют большое значение при изучении селекционных материалов. Для оценки сортов очень важно знать время наступления и длительность различных фаз, а также общую продолжительность вегетационного периода — от полных всходов до полной спелости. Отмечают начало и конец каждой фазы: начало, когда 10%, а конец, когда 75% общего числа растений на делянке вступило в данную фазу. Фенологические наблюдения должен проводить на посевах сортоиспытания или любого питомника один человек в одно и то же время суток.

Для учета густоты стояния растений на делянках сортоиспытания во всех повторениях после появления полных всходов выделяют и закрепляют пробные площадки. На каждой делянке по диагонали на равных расстояниях выделяют три (у яровых) или четыре (у озимых) пробные площадки, при сплошном посеве культур они составляют два смежных ряда, а при широкорядном — один рядок. Выделенные рядки фиксируют колышками. Число растений на пробных площадках подсчитывают дважды — в фазе полных всходов и перед уборкой (для определения степени изреживаемости сортов за период вегетации).

**Производство выключек на делянках.** Несмотря на все меры, принимаемые для высококачественного проведения работ и по

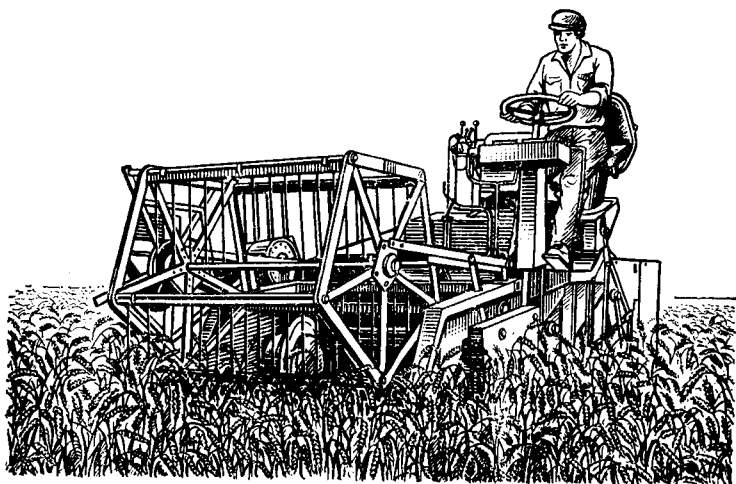


Рис. 46. Уборка делянок сортоиспытания пшеницы селекционным комбайном «Сидмастер-125».

охране селекционных посевов, иногда урожай на отдельных небольших частях делянки того или иного повторения по случайным причинам резко снижается (просев, поклев птицами, повреждение сельскохозяйственными вредителями и т. д.). В этих случаях из учетной площади делянки перед самой уборкой урожая делают *выключки*. Они представляют собой площадки, имеющие форму квадрата или правильного прямоугольника.

**Защитные полосы.** Чтобы избежать постороннего влияния на учетные делянки со стороны граничащих с ними участков и повреждения их, устраивают защитные полосы. Они делятся на окаймляющие, краевые и концевые. *Окаймляющие* защитные полосы имеют ширину 2—3 м, они отделяют участок, занятый сортоиспытанием или каким-либо питомником, от других опытов или посевов. *Краевые* защитные полосы выделяют по концам повторений, примыкающих к дорогам, они имеют такую же ширину, как и учетные делянки. *Концевые* защитные полосы — это небольшие площадки, отделяемые по длинной стороне делянок.

**Уборка и учет урожая.** Для уборки сортоиспытаний, питомников и размножений зерновых культур используют малогабаритные навесные комбайны «Сидмастер», «Сампо» и др. (рис. 46). Принимаются необходимые меры по предотвращению всех видов потерь урожая и смешения сортов. Урожай сортов приводится к одинаковой влажности (для зерновых культур 14%).

В селекционном процессе применяется общепринятая система записей наблюдений и форм учета селекционных материалов: посевные ведомости, журналы фенологических наблюдений, каталоги исходного материала и другая документация.

## СЕЛЕКЦИОННЫЕ СЕВООБОРОТЫ

На селекционных посевах и участках сортоиспытания строго соблюдается установленное в севообороте чередование культур. В селекционном севообороте для всех сортов культур нужно создавать оптимальные условия, при которых они в полной мере могут выявить свои наследственные возможности. В то же время селекционный севооборот в своих основных звеньях должен быть достаточно типичным для принятого в данной области (зоне) чередования культур. Например, если озимую пшеницу в производственных условиях высевают преимущественно по черному пару, то и сортоиспытание должно проводиться в таких же условиях. В тех районах, где колхозы и совхозы перешли на возделывание этой культуры по занятым парам, в селекционном севообороте сортоизучение ее следует проводить по аналогичным предшественникам.

Иногда целесообразно давать оценку сортам озимых культур при возделывании и по чистым и по занятым парам. Для этого в селекционном севообороте должно быть два вида пара: чистый и занятый.

При определении размера полей селекционного севооборота нужно учитывать необходимость проведения уравнильных посевов для каждой культуры в следующем году. Это достигается двумя способами: 1) каждой культурой засевают два поля: на одном размещают опытные посевы, на другом размножают лучшие сорта ее (уравнильные посевы); 2) каждое поле делят на две равные части — на одной размещают селекционные, на другой — уравнильные посевы. Ниже приводится примерная схема селекционного севооборота при размещении селекционных и уравнильных посевов на одном поле.

Чистый пар

Озимая пшеница

селекционные посевы

уравнильный посев (размножение сортов)

Зерновые бобовые

уравнильный посев (размножение сортов)

селекционные посевы

Яровая пшеница

селекционные посевы

уравнильный посев (размножение сортов)

Овес или ячмень

уравнильные посевы (размножение сортов)

селекционные посевы

## СЕЛЕКЦИОННЫЕ ПОСЕВЫ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Селекционный материал должен оцениваться на разных стадиях работы. Но количество семян, имеющееся в распоряжении селекционера на различных этапах селекционного процесса, неодинаково. В гибридных и селекционных питомниках оно измеряется граммами, в сортоиспытании достигает нескольких килограммов. Это определяет последовательность в прохождении селекционного материала, методику оценки и испытания его на различных стадиях работы.

Различают три основных вида селекционных посевов.

**I. Питомники.** В большинстве питомников вследствие недостатка семян селекционные номера высевают на небольших делянках, и поэтому здесь, как правило, оценивают только продуктивность.

**II. Сортоиспытания.** Проводится оценка новых сортов в условиях, приближающихся к производственным.

**III. Размножение перспективных сортов.** Оценка и размножение новых выведенных сортов с сохранением сортовой чистоты.

Высевая новые перспективные сорта, необходимо добиваться получения высокого коэффициента размножения семян (КР). *Коэффициентом размножения* называется отношение количества полученных в урожае семян к количеству высеянных. Например, при высеве 1,5 ц семян и урожае кондиционных семян 30 ц с 1 га КР равен 20 (30 : 1,5).

Для получения высоких коэффициентов размножения семян перспективных сортов применяют широкорядные способы посева, вносят большие дозы удобрений, проводят поливы и т. д.

### ВИДЫ ПИТОМНИКОВ

Питомники бывают четырех основных видов: 1) исходного материала (коллекционные и гибридные); 2) селекционные; 3) контрольные; 4) специальные.

**Коллекционные питомники** служат для первичного изучения нового материала и отборов для закладки селекционных питомников. В них обычно высевают 200—300 образцов каждой культуры, а иногда значительно больше. Например, в КНИИСХ в коллекционном питомнике озимой пшеницы ежегодно имеется от 600 до 1000 образцов, материал ежегодно пополняют и обновляют.

В один год могут высеваться не все сорта, а часть их, например  $\frac{1}{2}$  или  $\frac{1}{3}$ . В каждом образце культуры сплошного посева 500—1000 семян, а пропашных — 100—200 семян или клубней.

Площадь делянки для зерновых культур обычно равна 1—5 м<sup>2</sup>, для пропашных — 10—20 м<sup>2</sup>. Посев проводят, как правило, без повторностей, контроль размещают через 10—20 номеров.

**Гибридные питомники** предназначены для оценки гибридных популяций и отбора, начиная с F<sub>2</sub>, лучших элитных растений для закладки семян селекционного питомника. Высевают семьи первого и последующих поколений всех гибридных комбинаций.

Размер делянки зависит от количества семян в каждой комбинации. Посев проводят без повторностей. Для сравнения по каждой комбинации высевают родительские формы.

**Селекционные питомники.** Здесь проводят первоначальную сравнительную оценку (по продуктивности, содержанию жира, белка, технологическим качествам зерна) и отбор лучших потомств отдельных элитных растений для дальнейшего изучения и размножения. Высевают от нескольких сот до нескольких тысяч линий и гибридных семей. Например, во Всесоюзном научно-исследовательском селекционно-генетическом институте в селекционных питомниках высевают 1000—1200 семей ячменя, более 2000 семей озимой мягкой и твердой пшеницы. В этом питомнике применяется очень жесткая браковка: удаляют около 75% семей, имеющих те или иные недостатки.

Число высеваемых семян и площадь делянки различны и зависят от урожайности исходных элитных растений. Через каждые 5—10 номеров высевают контроль.

**Контрольные питомники.** В них оценивают по урожайности отобранные в предыдущем питомнике селекционные номера, осуществляют контроль за правильностью отбора элитных растений по элементам продуктивности путем оценки их потомства по урожайности на небольших делянках. Обычно высевают от 100 до 200 селекционных номеров, а в некоторых научно-исследовательских институтах, где работу ведут в большом масштабе, — до 600—700 номеров. В этом случае испытание ведут, группируя селекционные номера в две серии, закладывая соответственно первый и второй контрольные питомники. Например, в первом контрольном питомнике высевают 200, во втором — 400 номеров. Посев проводят специальными селекционными сеялками точного высева.

Площадь делянки обычно 10 м<sup>2</sup>, по зерновым культурам при большом числе номеров часто делянка имеет площадь 2—5 м<sup>2</sup>. Повторность двух-четырёхкратная, через 5—10 номеров высеваются контроль или испытание ведется процентным парным методом.

**Специальные питомники.** К ним относятся провокационные питомники для оценки отбираемых селекционных номеров на устойчивость к заболеваниям при искусственном заражении. Их закладывают параллельно основным питомникам — селекционным и контрольным.

Работу с самоопыленными линиями с использованием ЦМС ведут на отдельных изолированных площадках, также являющихся питомниками специального назначения.

## СОРТОИСПЫТАНИЕ В ПРОЦЕССЕ ВЫВЕДЕНИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ

Известно четыре вида сортоиспытаний: предварительное, конкурсное (основное), производственное и специальное.

**Предварительное (малое) сортоиспытание.** Лучшие селекционные номера, выделенные в контрольном питомнике, здесь впервые получают название сортов, которые и проходят первоначальное испытание. Обычно испытывают не менее 25—30 сортов, а при большом масштабе работы — 100 и более сортов. В этом случае испытание ведут по сериям. Одну из них размещают в первом предварительном сортоиспытании, а другую — во втором. Сеют навесной тракторной сеялкой с принятой в производстве нормой высева. Площадь делянки обычно равна 10—25 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная. Контроль высевают через 5—10 сортов.

**Конкурсное (большое) сортоиспытание.** Из большого набора сортов, испытывавшихся в предварительном сортоиспытании, самые лучшие поступают в конкурсное сортоиспытание. Здесь им дают основную оценку по комплексу хозяйственно-биологических признаков, сравнивают между собой и с лучшими сортами других селекционно-опытных учреждений. Сорта, успешно выдержавшие конкурсное испытание и показавшие неоспоримые преимущества по урожайности в сравнении с контролем и лучшими сортами других научно-исследовательских учреждений, ценные для данной зоны, передаются в государственное сортоиспытание.

В конкурсном сортоиспытании высевают обычно 10—20 сортов. Во ВСГИ и КНИИСХ испытывают 40—50 и более сортов озимой пшеницы.

Техника посева та же, что в предварительном сортоиспытании. Повторность, как правило, четырехкратная, иногда шестикратная, площадь делянки для зерновых культур 25—50 м<sup>2</sup>, для пропашных — 150—200 м<sup>2</sup>. Контроль высевают через 5—10 сортов.

Результаты конкурсного сортоиспытания обязательно подвергают статистической обработке.

**Производственное сортоиспытание** проводят для хозяйственной оценки самых лучших перспективных сортов, которые намеряют передать в государственное сортоиспытание. Сравнивают, как правило, два сорта: перспективный и лучший районированный. Их высевают на делянках площадью 1—2 га в двух повторениях с соблюдением всех условий, типичных для производства данной зоны.

**Специальное сортоиспытание** организуют в том случае, когда необходимо дать оценку сортов по признакам, которые не могут быть выявлены достаточно полно при испытании их в обычных условиях, или когда требуется дать характеристику сортов по их реакции на особые условия выращивания. С этой целью проводят сортоиспытание на разных агрофонах, динамическое, зональное (экологическое) и некоторые другие.

*Сортоиспытание на разных агрофонах.* Чтобы установить реакцию сортов на орошение и выявить лучшие из них для возделывания в этих условиях, сравнивают один и тот же набор специально подобранных сортов при поливе и без него (в богарных условиях).

Разные сорта неодинаково реагируют на внесение высоких доз удобрений. Например, в одном из опытов КНИИСХ урожай сорта озимой пшеницы Новоукраинка 83 без удобрений составил 29,4 ц с 1 га, а при внесении полного минерального удобрения  $N_{45}P_{45}K_{45}$  — 38,7 ц, т. е. прибавка составила 9,3 ц. В этих же условиях урожай сорта Безостая 1 равнялся соответственно 32 и 54,2 ц с 1 га и, следовательно, прибавка составила 22,2 ц с 1 га. Совершенно ясно, что высокая продуктивность сорта Безостая 1 могла быть выявлена только в условиях специального сортоиспытания — при внесении высоких доз удобрений.

Часто требуется определить урожайность сортов озимой пшеницы при посеве по чистому и по занятому пару, а урожайность сортов яровой пшеницы в Сибири и Северном Казахстане — при возделывании по пару и зяби. Для этого проводят специальное сортоиспытание по разным предшественникам. Здесь же выясняют различия сортов по продуктивности, устойчивости к ржавчине, способности накапливать белок в зерне и т. д.

*Динамическое сортоиспытание.* У некоторых культур (картофель, кукуруза на силос и др.) бывает очень важно определить не только конечный валовой урожай, но и выяснить ход его накопления в течение вегетации. В селекции ранних сортов картофеля наибольшую ценность представляют сорта, дающие наивысший урожай в самые ранние сроки уборки. При селекции кукурузы для центральных и северных областей также очень важно знать динамику накопления сухого вещества у разных гибридов по фазам вегетации. Для этого и применяют динамическое сортоиспытание, при котором урожайность сортов и гибридов определяют при различных сроках уборки: ее начинают с определенной даты или фазы и проводят в несколько сроков через определенное число дней. В связи с этим площадь делянки динамического сортоиспытания увеличивают в 1,5—2 раза по сравнению с обычной.

*Экологическое (зональное) сортоиспытание.* Для всесторонней и быстрой оценки новых, наиболее ценных сортов в различающихся экологических условиях их испытывают в других научно-исследовательских учреждениях. Обычно такие сорта высевают по типу конкурсного сортоиспытания для сравнения со своими новыми сортами и сортами, районированными в данной зоне. Результаты зонального сортоиспытания используют при составлении плана государственного сортоиспытания и для оценки состояния селекционной работы в различных научно-исследовательских учреждениях.

**Способы ускорения селекционного процесса.** В процессе селекционной работы новый сорт зерновых культур проходит длинный путь от отбора родоначального элитного растения до районирования. На это затрачивается обычно не менее 10—12 лет. Для ускорения селекционного процесса и сокращения сроков испытания применяют различные приемы и методы работы. Прежде все-

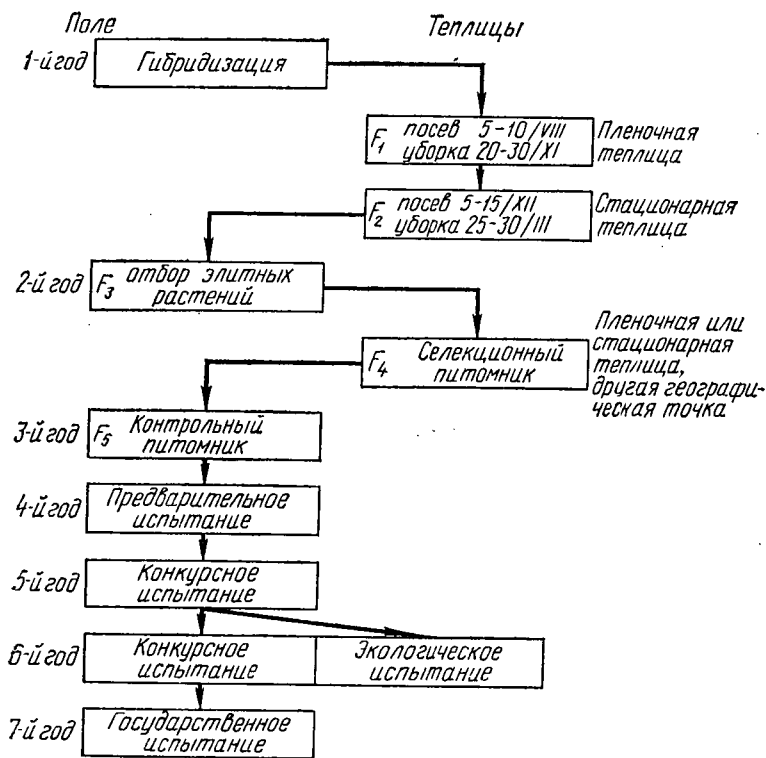


Рис. 47. Схема ускоренного селекционного процесса по ячменю.

го важно правильно подбирать родительские формы для скрещивания. Для выращивания двух-трех гибридных поколений в год используют теплицы, посев яровизированными семенами, а для повышения коэффициента размножения семян — широкорядные и разреженные посевы с уменьшенной нормой высева в условиях высокого агрофона. Для этих же целей применяют, когда предоставляется возможность, вегетативное размножение и клонирование растений. Необходимо проводить испытание и оценку селекционных номеров на провокационных фонах на морозостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням и вредителям.

Особенно выдающиеся номера можно испытывать и размножать минуя отдельные звенья принятой схемы селекционного процесса. Следует организовывать предварительное размножение семян особенно ценных номеров параллельно с конкурсными в государственном и экологическом сортоиспытаниях.

В КНИИСХ П. П. Лукьяненко по озимой пшенице и во ВСГИ П. Ф. Гаркавый по ячменю разработали методы, позволяющие значительно ускорить селекционный процесс по этим культурам. На рисунке 47 приводится схема ускоренного селекционного про-



цесса по яровому ячменю, применяемая во ВСГИ. В Мексиканском международном центре по улучшению кукурузы и пшеницы Н. Борлауг разработал и успешно осуществляет схему селекционного процесса, позволяющую выводить новые сорта пшеницы за 4—5 лет.

Большое значение для ускорения селекционного процесса имеют селекционные комплексы. Они построены или строятся во всех селекцентрах. Каждый комплекс включает две репродукционные теплицы (общей площадью 1000 м<sup>2</sup>) и климатические камеры. Для выращивания особо ценного селекционного материала, проведения скрещиваний и оценок на иммунитет, устойчивость к засухе, низким температурам и другим неблагоприятным условиям среды комплексы имеют специальную, разделенную на несколько боксов теплицу с автоматическим регулированием освещения, влажности и температуры.

В США и Канаде селекционный процесс ведется очень интенсивно и непрерывно в течение всего календарного года. Это достигается использованием ростовых (климатических) камер, в которых производят скрещивания и беккроссы. В качестве своеобразных естественных теплиц используют селекционные станции, расположенные в США (Калифорния), Мексике, странах Южной Америки, где ускоренно с очень большими коэффициентами размножают семена гибридных поколений.

## **ГОСУДАРСТВЕННОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ И РАЙОНИРОВАНИЕ СОРТОВ И ГИБРИДОВ**

### **ЗАДАЧИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ**

Чтобы лучше использовать достижения селекции, сорта, создаваемые в научно-исследовательских учреждениях, необходимо окончательно оценить и определить районы их будущего возделывания. Этим занимается государственное сортоиспытание. Оно представляет собой независимую от селекционно-опытных учреждений систему всесторонней оценки новых сортов сельскохозяйственных культур для правильного их размещения на территории страны.

Главная задача государственного сортоиспытания состоит в том, чтобы давать всем испытываемым сортам и гибридам сельскохозяйственных культур всестороннюю, объективную и точную оценку и отбирать наиболее урожайные и ценные по качеству и другим признакам сорта и гибриды для их районирования и внедрения в производство.

В настоящее время в системе Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР работает почти 1500 комплексных и специализированных сортоучастков. По характеру работы госсортоучастки делятся на следующие виды: полевых культур (неорошаемые, орошаемые — на осушенных зем-

лях); овощных культур; субтропических культур (неорошаемые и орошаемые); специальные (фитопатологические и энтомологические). Большое внимание в государственном сортоиспытании уделяется вопросам агротехники сорта.

Любая административная территория (область, край, автономная республика) включает районы, в той или иной степени различающиеся в почвенно-климатическом отношении. В соответствии с этим почти каждая область (край, автономная республика) делится на зоны районирования, например Воронежская область на три зоны: I — лесостепная на выщелоченном и мощном черноземе, II — переходная от лесостепи к степи на выщелоченном и обыкновенном черноземе и III — степная на обыкновенном черноземе. В Красноярском крае установлено семь зон районирования: I — тайга низменности, II — тайга гор и предгорий, III — подтайга низменности, IV — подтайга предгорий, V — лесостепь предгорий, VI — степь предгорий на обыкновенном и южном черноземах, VII — степь предгорий на каштановых и темно-каштановых почвах.

В пределах одной области, но в разных ее зонах могут районироваться различные сорта одной и той же культуры. Каждый сортоучасток обслуживает 4—6 административных районов, а иногда и целую зону районирования. Административное и методическое руководство работой сортоучастков на территории области (края) осуществляет областная инспекция по сортоиспытанию во главе с инспектором. Инспекция непосредственно подчиняется Госкомиссии по сортоиспытанию. Большинство сортоучастков работает на базе совхозов и колхозов.

Сортоучастки имеют небольшой штат постоянного персонала: заведующий, помощник заведующего и 2—3 технических работника. Совхоз (колхоз) по договору с сортоучастком выполняет все полевые работы, выделяет необходимое количество рабочих и сельскохозяйственной техники. Все работы, связанные с проведением сортоиспытания, хозяйствам оплачивает сортоучасток по утвержденным для них нормам выработки и расценкам.

Для сортоиспытания и размножения новых сортов хозяйство выделяет постоянный земельный участок, на котором вводится свой севооборот. Вся работа по сортоиспытанию ведется по единой методике, утвержденной Госкомиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Испытываемые сорта сравнивают с лучшим, районированным в данной области (зоне) сортом, который берут в качестве контроля (стандарта). Повторность в опытах шестикратная. Учетная площадь делянки, как правило, 100 м<sup>2</sup>. При использовании малогабаритной техники размер делянок по ряду культур составляет 25 и даже 10 м<sup>2</sup>. Сорта получают всестороннюю оценку по комплексу хозяйственно-биологических признаков: урожайности, качеству продукции, устойчивости к заболеваниям и вредителям, пригодности к механизированному возделыванию.

Государственное сортоиспытание зерновых культур на каждом сортоучастке проводится в течение трех лет, а технических культур — 3—4 года. Одновременно с основным испытанием на делянках лучшие, наиболее перспективные сорта испытывают в течение двух-трех лет в производственных условиях. После этого ценные сорта районировать, а неперспективные снимают с дальнейшего испытания. В исключительных случаях допускается районирование особенно ценных сортов после двухлетнего испытания. Так, в некоторых областях по результатам двух лет испытания были районированы сорта озимой пшеницы Мироновская 808, Кавказ, Прибой, яровой пшеницы — Саратовская 46, озимой ржи — Восход 1.

### **ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИСПЫТАНИЕ СОРТОВ, ПРОВОДИМОЕ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ СОРТОУЧАСТКАМИ**

Правильное и быстрое определение пригодности нового перспективного сорта для производства устанавливают в результате производственного сортоиспытания. По итогам одно-двухлетнего испытания на делянках сортоучастков организует испытание нового перспективного сорта в хозяйствах своей зоны. В одном хозяйстве испытывают один сорт. Его сравнивают с районированным стандартным сортом без повторностей. Площадь опытной делянки для зерновых культур 2—4 га, для картофеля 1—2 га.

Испытывают сорта на сортоучастках при высокой агротехнике. Благодаря этому большинство сортоучастков получает высокие урожаи всех сельскохозяйственных культур, сорта которых они испытывают. Средняя урожайность зерновых культур на сортоучастках нашей страны на всей площади посева почти в 2 раза выше, чем в колхозах и совхозах.

Сортоучастки размножают семена новых перспективных сортов и передают их для посева тем хозяйствам, на базе которых они работают, а также окружающим колхозам и совхозам.

### **ПОРЯДОК ВКЛЮЧЕНИЯ НОВЫХ СОРТОВ В ГОСУДАРСТВЕННОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ**

Новый, выведенный селекционно-опытным учреждением сорт может быть передан в государственное сортоиспытание, если он значительно превосходит по урожайности (по зерновым культурам не менее чем на 2 ц с 1 га) старый, районированный в данной зоне стандартный сорт, не уступает ему по качеству продукции и другим хозяйственно-полезным признакам, а также в том случае, если новый сорт значительно превосходит старый районированный стандартный сорт по качеству продукции или другим полезным признакам при равной с ним урожайности.

Новые сорта передают в государственное сортоиспытание по данным трехлетнего конкурсного сортоиспытания в своем науч-

но-исследовательском учреждении и одно-двухлетнего производственного испытания. При передаче нового сорта в государственное сортоиспытание ему присваивается название, на него представляется характеристика (описание) по установленной форме, где приводят результаты испытания и указывают требования сорта к агротехнике. Прилагают фотографии репродуктивных органов растения, оригинальные семена (плоды).

Ко времени передачи нового сорта в государственное сортоиспытание научно-исследовательское учреждение должно иметь достаточное количество семян для проведения испытания на других сортоучастках и в производственных условиях. По зерновым и зернобобовым культурам требуется примерно 15—20 ц семян.

В первый год все сортоучастки получают семена нового сорта непосредственно от научно-исследовательского учреждения, в котором он выведен. В последующие годы для посева сортов самоопыляющихся культур используют семена, выращенные на сортоучастке.

Семена сортов перекрестноопыляющихся культур сортоучастки получают ежегодно от селекционно-опытных учреждений своей области (края), или их размножение организуется на одном из сортоучастков для рассылки всем другим сортоучасткам, испытывающим данный сорт.

### РАЙОНИРОВАНИЕ СОРТОВ

Конечный результат работы всей системы государственного сортоиспытания — определение районов распространения новых сортов, т. е. их районирование.

Установлен следующий порядок районирования новых сортов. Сортоучасток по данным основного и производственного сортоиспытания составляет годовой отчет о своей работе. Результаты сортоиспытания рассматриваются сначала на совещании специалистов и руководителей хозяйств зоны обслуживания сортоучастка, а затем на областном агрономическом совещании, созываемом областным (краевым) сельскохозяйственным управлением и областной инспекцией по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Областное агрономическое совещание разрабатывает проект сортового районирования на следующий год, вносит предложения по снятию сортов с испытания и исключению из числа районированных. Окончательное решение по этим вопросам выносит Министерство сельского хозяйства республики, затем исполком областного (краевого) Совета народных депутатов утверждает сортовое районирование сельскохозяйственных культур на очередной год.

Ежегодно на сортоучастках страны испытывается около 10 тыс. сортов почти 180 культур (без декоративных растений). Районировано около 5000 сортов полевых культур. Среди райони-

рованных и внедренных в производство около 600 сортов зерновых колосовых и крупяных культур.

Госкомиссия по сортоиспытанию уделяет большое внимание испытанию сортов иностранной селекции. Ежегодно для испытания завозится несколько сот сортов и гибридов различных сельскохозяйственных культур из многих стран мира. В настоящее время у нас районировано более 900 иностранных сортов, высеваемых на площади около 10 млн. га.

По решению Постоянной Комиссии Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ) по сельскому хозяйству в нашей стране в различных почвенно-климатических зонах на сортоучастках испытывается одинаковый набор сортов, созданных в странах — членах СЭВ. Госкомиссия по сортоиспытанию осуществляет с ними постоянный обмен семенами лучших сортов для проведения государственного и международного сортоиспытания.

Результаты работы Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур свидетельствуют о высоком уровне развития селекции в нашей стране. Для всех основных почвенно-климатических зон выведены, районированы и внедрены в производство приспособленные к местным условиям высокоурожайные и ценные по качеству продукции сорта. Вместе с тем результаты государственного сортоиспытания указывают на необходимость улучшения работы по некоторым важным направлениям селекции отдельных культур: на устойчивость к заболеваниям, засухоустойчивость, зимостойкость озимых культур, качественный состав продукции, создание короткостебельных сортов и т. д.

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

##### **Тема 1. Составление схем расположения сортов, стандартов и повторений в селекционных питомниках и сортоиспытаниях**

Цель занятия — научить учащихся правильно размещать деланки в питомниках и сортоиспытаниях и составлять план расположения сортов, контролей и защитных полос.

Желательно на занятиях решить две задачи.

1. Расположить ступенчато в сортоиспытании 10 сортов при шестикратной повторности, в три яруса, с контролем через 5 сортов. На плане необходимо указать защитные полосы и дорожки.

2. Составить схему размещения 10 сортов при испытании их процентным парным методом без повторностей.

##### **Тема 2. Проведение экскурсии в селекцентр, на сельскохозяйственную опытную станцию и сортоиспытательный участок**

Экскурсию на сельскохозяйственную опытную (селекционную) станцию проводят, чтобы ознакомить учащихся с организацией селекционного процесса. На полях отделов селекции и семе-

новодства учащиеся должны увидеть в природе все виды питомников и сортоиспытаний тех культур, с которыми ведется работа; осмотреть машины, применяемые для посева, ухода и уборки урожая питомников и сортоиспытаний. В лабораториях нужно показать учащимся приборы и оборудование, которые используются для анализа и оценки селекционных материалов.

Экскурсию на сортоучасток проводят для ознакомления непосредственно в полевых условиях с государственным сортоиспытанием сельскохозяйственных культур.

### Контрольные вопросы

1. Что такое прямые и косвенные признаки и как по ним оценивают селекционный материал?
2. Как оценивают селекционный материал при полевом и провокационном методах?
3. Как оценивают сорта и селекционный материал по продуктивности?
4. Какие существуют методы оценки сортов на зимостойкость, засухоустойчивость, на устойчивость к заболеваниям и повреждению сельскохозяйственными вредителями?
5. Как оценивают селекционный материал в связи с механизацией возделывания и уборки урожая?
6. Как оценивают качество зерна пшеницы?
7. Что такое типичность и точность опыта в сортоиспытании?
8. Какие требования предъявляют к технике полевых работ в селекции?
9. Назовите виды селекционных питомников и их назначение.
10. Расскажите о видах сортоиспытаний, их назначении и способах проведения.
11. Для чего и как проводят государственное сортоиспытание? Какой установлен порядок для включения новых сортов в государственное сортоиспытание? Как районировать сорта?

## Глава 7

# ОБЩИЕ ОСНОВЫ СЕМЕНОВОДСТВА

### ЗАДАЧИ И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕМЕНОВОДСТВА В СССР

Семеноводство — это специальная отрасль сельскохозяйственного производства, задачей которой является массовое размножение сортовых семян при сохранении их чистосортности, биологических и урожайных качеств. Основное направление развития современного семеноводства — перевод его на промышленную основу, как необходимое звено интенсификации растениеводства.

Семеноводство решает две взаимосвязанные между собой задачи. Первая из них — размножение высококачественных сортовых семян новых, вводимых в производство сортов до размеров, определенных потребностью колхозов и совхозов области или нескольких областей (краев), составляющих зону районирования. Однако в процессе массового размножения и длительного возделывания сорта ухудшаются, их урожайные качества снижаются. Отсюда вторая задача семеноводства — сохранение сортовых и урожайных качеств семян всех возделываемых в производстве районированных сортов. В соответствии с этим в семеноводстве осуществляются сортосмена и сортообновление.

*Сортосмена* — это замена в производстве на основе результатов государственного сортоиспытания старых сортов новыми, более урожайными, лучшими по качеству продукции. Сортосмена является одной из наиболее эффективных средств повышения урожайности сельскохозяйственных культур. По данным Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, при проведении только одной сортосмены по зерновым культурам ежегодный сбор зерна может увеличиться примерно на 10—12 млн. т. Так, благодаря замене старых сортов пшеницы сортом Безостая 1 урожайность пшеницы в Краснодарском крае повысилась на 10 ц с 1 га и более, а внедрение только одного сорта озимой пшеницы Мироновская 808, выведенного академиком В. Н. Ремесло, позволило дополнительно получить по стране за годы девятой пятилетки свыше 10 млн. т зерна. В целом доход от внедрения сортов пшеницы селекции Мироновского НИИ составил около 1 млрд. 600 млн. рублей.

Важным условием высокой эффективности сортосмены является проведение ее в самые сжатые сроки — в 4—5 лет. При та-

ком быстром переходе на посевы вновь выведенных районированных сортов хозяйства получают от них наибольшую выгоду. Недопустимо затягивать сортосмену на длительные сроки, так как сорт может оказаться устаревшим и будет заменяться другим, так и не достигнув размеров площадей, отведенных ему сортовым районированием.

Образцово было организовано размножение и проведена сортосмена по сорту Мироновская 808. Этот сорт первоначально был районирован в 1963 г. и занимал тогда площадь 12,4 тыс. га, а в 1968 г., т. е. через 5 лет, он уже высевался на площади более 7 млн. га.

*Сортообновление* — это замена семян, ухудшивших при размножении свои сортовые и биологические качества, лучшими семенами того же сорта.

Переход полностью на сортовые посевы, замена менее урожайных сортов более урожайными, а также посев высококачественными семенами дает очень большой экономический эффект.

В Краснодарском крае в последние годы урожайность зерновых культур выросла с 25—30 до 40—50 ц с 1 га, т. е. практически удвоилась благодаря внедрению в производство сортов, созданных академиком П. П. Лукьяненко. В Белоруссии сорт озимой пшеницы Мироновская 808, районированный в 1965 г., дал республике дополнительный урожай, стоимость которого оценивается десятками миллионов рублей. Внедрение в производство высококачественных сортов подсолнечника селекции академика В. С. Пустовойта позволило в 2,6 раза повысить урожайность семян и в 4 раза увеличить сбор масла с 1 га.

Хорошо организованное семеноводство является необходимым условием дальнейшего повышения урожайности сельскохозяйственных культур. За последние годы площади сортовых посевов в нашей стране значительно расширились. Колхозы и совхозы Украинской, Белорусской, Молдавской, Латвийской, Армянской, Эстонской, Литовской союзных республик, большинства областей и краев РСФСР и многих областей Казахской ССР, где хорошо организована семеноводческая работа, практически завершили переход на сплошные сортовые посевы.

Ликвидация несортовых посевов и перевод их на сортовые — один из резервов повышения сбора зерна в стране. Велико значение сорта и как средства снижения затрат на производство единицы продукции и ее себестоимости. Так, возделывание неполегающих сортов зерновых культур значительно сокращает затраты труда на уборку. Использование цитоплазматической мужской стерильности при выращивании гибридных семян кукурузы исключает необходимость удаления метелок на материнских растениях, снижая тем самым затраты труда на получение гибридных семян до 15% и более. Высокомасличные сорта подсолнечника, высокосахаристые сорта сахарной свеклы даже при одинаковом урожае семян и корнеплодов с сортами, которые



возделывались ранее, обеспечивают больший выход масла и сахара с 1 га, что способствует снижению себестоимости получаемой продукции.

Урожайные качества сортов проявляются только при посеве высококачественными семенами. Подготовкой таких семян, как и внедрением в производство лучших сортов, и занимается семеноводство.

## ПОНЯТИЕ О КАЧЕСТВЕ СЕМЯН

Достоинства сортовых семян оцениваются по их посевным и сортовым качествам.

*Посевные качества* семян определяются по их чистоте (степени засоренности), энергии прорастания, всхожести, влажности, массе 1000 семян и степени зараженности болезнями и вредителями, а *сортовые качества* — сортовой чистотой (чистосортностью), типичностью. Чистосортность — это отношение числа стеблей основного сорта к общему количеству развитых стеблей данной культуры, выраженное в процентах. Только при высокой сортовой чистоте семена наиболее полно передают по наследству все свои качества и признаки, в том числе и высокую продуктивность.

Высококачественные сортовые семена должны обладать как высокой сортовой чистотой, так и хорошими посевными качествами. Нередко при размножении семян наблюдаются отклонения показателей качества в сторону их ухудшения. Допустимые нормы таких отклонений устанавливаются Государственным общесоюзным стандартом (ГОСТ).

В пределах этих норм семена по посевным качествам делятся на три класса, а в зависимости от их чистосортности — на три категории. Наиболее высокие показатели посевных и сортовых качеств имеют семена первого класса и I категории. Например, по посевным качествам семена ячменя должны иметь показатели (не менее): первого класса — чистота 99%, всхожесть — 95%; второго класса — соответственно 98,5 и 92% и третьего класса — 97 и 90%. Семена, соответствующие по посевным качествам требованиям ГОСТ, называются *кондиционными*.

У самоопыляющихся зерновых и зерновых бобовых культур сортовая чистота семян I, II и III категорий должна составлять соответственно не менее 99,5, 98 и 95%.

Качество семян во многом зависит и от числа их пересевов. Так, исходные семена, выпускаемые селекционно-семеноводческими учреждениями для дальнейшего размножения в производстве, называются *элитными* или *элитой*. Это лучшие семена данного сорта, поступающие в производство, которые наиболее полно передают его сортовые, т. е. наследственные качества и признаки. К элите предъявляются очень высокие требования. Эти семена должны иметь наивысшую, почти 100%-ную сортовую чистоту

(допустимая примесь других сортов не более 0,2%) и посевные качества не ниже первого класса, быть устойчивыми к болезням, отличаться хорошей выполненностью и выравненностью, а также высокой массой 1000 семян, сохранять преимущество по урожайности над другими семенами данного сорта.

Семена, получаемые при последующем ежегодном размножении элиты, называются *репродукциями*. Первый пересев элиты дает I репродукцию, пересев I репродукции — II, II — III и т. д. Чем ниже репродукция семян, тем их качество значительно отличается от элитных семян.

Посев высококачественными семенами лучших районированных сортов является наиболее эффективным способом повышения урожайности и увеличения валовых сборов зерна.

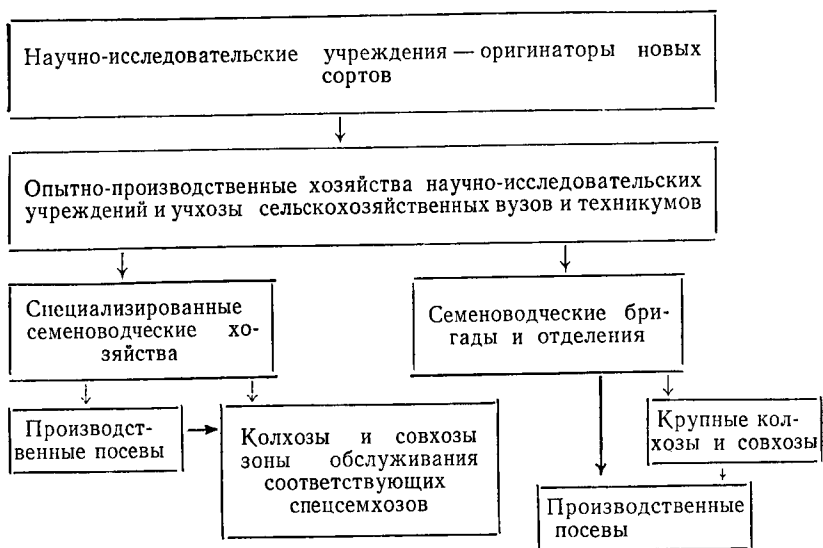
### **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕМЕНОВОДСТВА, ЕГО ОСОБЕННОСТИ**

Начало развитию семеноводства в нашей стране было положено декретом «О семеноводстве», подписанным В. И. Лениным 13 июня 1921 г. С этого времени началось организованное размножение сортовых семян. В 1923 г. была создана государственная сеть сортоиспытания, в 1924 г. введена апробация (одобрение) сортовых посевов, в 1926 г. учрежден государственный контроль за качеством семян, в 1929 г. проведено первое районирование сортов, в 1934 г. утверждены первые государственные стандарты на сортовые семена зерновых культур.

По мере развития сельского хозяйства развивается и совершенствуется система семеноводства в нашей стране. Улучшению семеноводства во многом способствовали постановления партии и правительства, направленные на устранение недостатков в организации семеноводства, укрепление его материально-технической базы и постепенный перевод производства семян на промышленную основу. В частности, постановлением ЦК КПСС и Советом Министров СССР от 4 ноября 1976 г. «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых и масличных культур и трав» предусматривается проведение концентрации производства высококачественных сортовых семян в специализированных семеноводческих хозяйствах, семеноводческих бригадах и отделениях крупных колхозов и совхозов. Одновременно планируется создание необходимой материально-технической базы возделывания, послеуборочной доработки и хранения семян на промышленной основе путем широкого использования межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции. Постановлением установлена система производства семян и определен порядок снабжения ими колхозов и совхозов (см. схему на стр. 243).

Согласно принятой схеме, научно-исследовательские учреждения — оригинаторы новых сортов — обеспечивают исходным се-

**Схема системы семеноводства зерновых, масличных культур и трав, принятая в 1976 г.**



менным материалом районированных и перспективных сортов опытно-производственные хозяйства научно-исследовательских учреждений и учебно-опытные хозяйства сельскохозяйственных вузов и техникумов в размерах, определяемых Министерством сельского хозяйства СССР. Эти хозяйства производят семена элиты и I репродукции районированных и перспективных сортов в размерах, необходимых для удовлетворения потребности в них специализированных семеноводческих хозяйств, семеноводческих бригад и отделений крупных колхозов и совхозов для проведения сортосмены и сортообновления.

Специализированные семеноводческие хозяйства, созданные на базе лучших совхозов с высокой культурой земледелия, размножают полученные семена с расчетом обеспечения потребности колхозов и совхозов обслуживаемой зоны в сортовых семенах для производственных посевов и заготовки их в государственные ресурсы.

Крупные колхозы и совхозы размножают полученные семена в семеноводческих бригадах и отделениях с расчетом полного обеспечения собственной потребности хозяйства и выполнения плана сдачи их государству.

Установлено, что посев зерновых и зернобобовых культур в колхозах, совхозах и других государственных сельскохозяйственных предприятиях производится, как правило, семенами не ниже пятой репродукции.

В целях улучшения руководства семеноводческой работой в стране при МСХ СССР организовано Всесоюзное производственное сортосеменоводческое объединение (Сортсемпром СССР). Соответствующие сортосеменоводческие объединения созданы также в союзных и автономных республиках, краях и областях. В их подчинение переданы специализированные семеноводческие хозяйства. На Сортосемпром СССР, республиканские, краевые и областные сортосеменоводческие объединения возложено осуществление мероприятий по концентрации и специализации семеноводства и переводу его на промышленную основу, организация ускоренного размножения и внедрения в производство новых районированных и перспективных сортов для полного обеспечения колхозов и совхозов высококачественными сортовыми семенами, а также выполнение плана заготовок семян в государственные ресурсы.

### ПОРЯДОК ОТПУСКА СЕМЯН КОЛХОЗАМ И СОВХОЗАМ, СОЗДАНИЯ СТРАХОВЫХ И ПЕРЕХОДЯЩИХ ФОНДОВ И ПРОИЗВОДСТВО СЕМЯН В ГОСУДАРСТВЕННЫЕ РЕСУРСЫ

Отпуск семян зерновых и масличных культур из специализированных семеноводческих хозяйств колхозам, совхозам и другим государственным сельскохозяйственным предприятиям производится в порядке продажи по закупочным ценам, установленным для колхозов, а семян трав и кормовых зерновых бобовых культур по ценам, установленным Советами Министров союзных республик (табл. 7).

Таблица 7. Денежные сортовые надбавки за кондиционные семена зерновых и зерновых бобовых культур (кроме кукурузы, сорго, люпина и вики), продаваемые колхозам и совхозам

Семена	Категория сортовой чистоты	Класс семенных стандартов	Денежная сортовая надбавка, в % к закупочным ценам, установленным для колхозов
Суперэлита	—	—	250
Элита	—	—	150
I репродукция	I	I	80
II—V репродукция	I	I	70
I—V репродукция	I	II	65

Страховые фонды семян зерновых, масличных культур и трав в колхозах и совхозах, выращивающих собственные семена для производственных посевов, создаются в размере до 15% общей потребности в семенах этих культур, а переходящие фонды сортовых семян озимых культур для отдельных районов — в размерах, определяемых Советами Министров союзных республик. Страховые и переходящие фонды указанных культур для хо-

зайств, не производящих эти семена, создаются в тех же размерах в государственных специализированных семеноводческих хозяйствах.

Для производства сортовых и гибридных семян зерновых, масличных культур и трав в государственные ресурсы выделена сеть специализированных семеноводческих хозяйств.

В целях улучшения организации работ по заготовке семян в государственные ресурсы, их обработке, хранению и реализации при Министерстве заготовок СССР образовано Главное управление (Главзаготсемфонд) с соответствующими управлениями и отделами в республиках, краях и областях. Отпуск сортовых и гибридных семян из государственных ресурсов производится с разрешения ЦК КПСС и Совета Министров СССР при наличии заключения Министерства сельского хозяйства СССР и Министерства заготовок СССР.

## СОРТООБНОВЛЕНИЕ И ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО

### ПРИЧИНЫ УХУДШЕНИЯ СОРТОВ

Вновь выделенный сорт, переданный в производство, довольно стойко сохраняет свои наследственные качества в ряде поколений. Но в процессе длительного размножения в производственных условиях присущие данному сорту ценные хозяйственно-биологические признаки постепенно ухудшаются, урожайность его снижается. Обусловливается это как механическим засорением семян, так и биологическими изменениями сорта вследствие расщепления, появления мутаций, переопыления.

**Механическое засорение** — одна из основных и наиболее опасных причин ухудшения сортовых качеств сортов. Академик П. И. Лисицын указывал, что засорение сорта является его гибелью как в биологическом, так и в производственном отношении. И если при засорении примесь биологически лучше приспособлена к произрастанию в данных условиях и обладает более высоким коэффициентом размножения, она начинает быстро размножаться и вытеснять растения основного сорта.

Засорение семенами других сортов (сортовое) и культур (видовое) возможно при посеве, уборке, перевозке, плохой организации работ на току и хранении семян, а также при неправильном подборе предшественника.

В семенных посевах наиболее опасна примесь других видов и родов, к примеру засорение озимой пшеницы рожью, мягкой пшеницы — твердой, овса — овсюгом и ячменем, ячменя — овсом и пшеницей и т. д. Такие примеси трудно отделимы при сортировании зерна.

**Биологическое засорение** происходит при переопылении высеваемого сорта с другими сортами и формами, когда между ними отсутствует пространственная изоляция. Особенно опасно биоло-

гическое засорение для перекрестноопыляющихся культур, хотя и самоопылители могут засоряться путем перекрестного опыления. Установлено, что у пшеницы в условиях Подмосквья естественная гибридизация достигает 0,2%, а в более южных районах страны она значительно выше.

Биологическое засорение является результатом несоблюдения установленных норм пространственной изоляции. В результате естественного переопыления в посевах следующих лет появляется большое разнообразие гибридных растений, отличающихся от основного сорта по ряду хозяйственных и биологических признаков.

**Расщепление и появление мутаций** особенно часто наблюдаются в сортах гибридного происхождения вследствие их гетерозиготного состояния по тому или иному признаку. Возникающие при этом новые формы при последующем размножении могут привести к нежелательному засорению посевов основного сорта.

**Увеличение заболеваемости растений.** Болезни, поражающие полевые культуры, чаще всего передаются через семена. С каждым пересевом число пораженных растений быстро нарастает, и это может привести к выбраковке посевов из числа сортовых, хотя сортовая чистота в этом случае может быть достаточно высокой.

**Условия выращивания.** Работами селекционно-опытных учреждений и практикой установлены многочисленные факты влияния условий выращивания на урожайные качества семян. Чем выше агрофон, тем лучше качество семян и наоборот. Только в условиях высокой культуры земледелия семена способны полностью реализовать наследственные качества, присущие данному сорту.

В производственных условиях путем проведения сортовых прополок, применения всех доступных способов снижения и ликвидации заболевания растений, а также улучшением условий выращивания растений стараются предотвратить процесс ухудшения сорта. Но полностью избавиться от причин, ухудшающих урожайные качества семян, практически невозможно. От культуры земледелия зависит лишь быстрое или медленное ухудшение сорта.

Чтобы предотвратить этот процесс, производят обновление семян — сортообновление, при котором семена с худшими сортовыми качествами (пятой, шестой и более низких репродукций) заменяют лучшими, более урожайными (элитными, первой репродукции).

Правильно организованное сортообновление обеспечивает посев производственных площадей всех хозяйств семенами высоких сортовых и посевных качеств, сохраняет устойчивость их к болезням и вредителям, повышает урожайность всех сельскохозяйственных культур.

## ПЕРВИЧНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО (ПРОИЗВОДСТВО ЭЛИТНЫХ СЕМЯН) ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОВЫХ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

При сортообновлении хозяйства должны обеспечиваться семенами элиты. Производство элиты требует высокой квалификации работников, поэтому выращивание ее семян поручено научно-исследовательским учреждениям и сельскохозяйственным вузам, которые руководствуются при этом методическими указаниями, утвержденными Министерством сельского хозяйства СССР и Всесоюзной академией сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ). Методы и схемы производства элиты будут различны в зависимости от культуры, сорта и условий зоны.

Получают элиту в процессе улучшающей семеноводческой работы с использованием ряда приемов: интенсивный отбор лучших растений и семян по урожайности и другим ценным качествам, выращивание растений в условиях оптимального агрофона, обеззараживание их от возбудителей болезней и вредителей, подзимние посевы яровых и др. Главным из этих приемов является индивидуальный и массовый отбор. Систематическое и тщательное проведение отборов обеспечит чистосортность, устойчивость к заболеваниям и высокую продуктивность будущей элиты.

*При индивидуальном отборе* схема выращивания элитных семян состоит, как правило, из следующих звеньев: 1) питомник испытания потомств 1-го года, 2) питомник испытания потомств 2-го года, 3) питомник размножения 1—4-го года, 4) суперэлита и 5) элита.

К элитным семенам, как уже указывалось, предъявляются очень высокие требования. Первичные звенья семеноводства, к которым относятся питомники испытания потомств 1 и 2-го года и питомник размножения 1-го года, занимаются выращиванием высококачественных семян для производства элиты. Поэтому под питомники первичных звеньев семеноводства отводят плодородные участки, на них создают такой агрофон, который обеспечил бы хорошее развитие растений и формирование семян с высокими урожайными качествами. Применяют меры, полностью исключающие механическое и биологическое засорение.

Для получения исходного материала используют наиболее урожайные посевы высоких репродукций (элита, суперэлита и др.). На них отбирают типичные для данного сорта растения 100%-ной сортовой чистоты. Семена отобранных растений идут на закладку питомника испытания потомств 1-го года. Высевают их ручными сеялками от каждого растения отдельно с таким расчетом, чтобы получить не менее 300 линий или семей. Контролем служит суперэлита последнего выпуска (через каждые 20—30 потомств). Больные и нетипичные линии удаляют до уборки, а семьи — до цветения. Оставшиеся лучшие линии и семьи убирают и обмолачивают каждую отдельно и после лабораторной проверки семена хранят в отдельных пакетах.

В питомнике испытания потомств 2-го года высевают лучшие линии или семьи (не менее 100) из питомника испытания потомств 1-го года, каждую отдельно, применяя селекционные сеялки. Худшие линии и семьи, как и в питомнике испытания потомств 1-го года, бракуют, а лучшие убирают и обмолачивают отдельно. После лабораторной оценки и браковки по урожаю семена отобранных линий или семей объединяют и используют в питомнике размножения. В первых двух питомниках применяются методика и агротехника, принятые в данной зоне для селекционных питомников.

Питомник размножения закладывают смесью семян из питомника испытания потомств второго года. Посев осуществляют протравленными семенами обычным рядовым способом. Затем проводят видовую и сортовую прополки, удаляют больные, слабо развитые и нетипичные растения. После уборки и обмолота хорошо отсортированные по крупности семена используют для посева в следующем питомнике.

При большом объеме производства семян элиты допускается пересев питомника размножения семенами того же питомника в течение 2—4 лет. В этих случаях семена документируют: первый пересев — семена размножения второго года, второй — семена размножения третьего года и т. д. Но нельзя допускать, чтобы такие пересевы были пассивными, поскольку отсутствие негативных отборов неизбежно приводит к снижению качества элиты.

Потомство, полученное от посева семян из питомника размножения, называют суперэлитой. Это наилучшие семена по урожайности, сортовым и посевным качествам.

Элита выращивается из семян суперэлиты, высеваемых обычным способом. Семена в этих питомниках обеззараживают. На посевах проводят своевременный тщательный уход за растениями, борьбу с сорняками, болезнями и вредителями, видовую и сортовую прополки.

К весьма эффективным семеноводческим приемам при производстве семян элиты можно отнести дополнительное искусственное опыление перекрестноопыляющихся растений. Оно обеспечивает лучшее опыление цветков и повышает урожайные качества семян.

В условиях Западной Сибири в целях оздоровления семян применяют подзимние посевы яровых культур (пшеницы и ячменя), при этом уничтожается находящаяся внутри семени грибница пыльной головни, борьба с которой чрезвычайно сложна.

Такова наиболее полная схема производства элитных семян. У культур с достаточным коэффициентом размножения из этой схемы можно исключить питомник размножения, а с большим коэффициентом размножения (просо, кукуруза) — питомник размножения и суперэлиты, т. е. в самом кратком виде схема будет включать три звена — питомники испытания потомств **первого и второго года и элиту.**



При *массовом отборе* схема выращивания элитных семян состоит из следующих звеньев: 1) питомник размножения (первого — третьего года), 2) суперэлита и 3) элита. Однако эффективность массового отбора, как правило, ниже, чем индивидуального, поскольку при этом методе не проводят отбор по потомству (отбор ведут не по генотипу, а лишь по фенотипу).

### СРОКИ СОРТООБНОВЛЕНИЯ

Семена элиты и I репродукции, выращенные научно-исследовательскими учреждениями и элитно-семеноводческими хозяйствами (работа в звеньях первичного семеноводства проводится в селекционном учреждении, а дальнейшее размножение семян, включая питомник размножения второго года со звеньями суперэлиты и элиты, часто организуется в элитно-семеноводческом хозяйстве), ссыпаются в новые мешки. Внутри каждого мешка вкладывают этикетку установленной формы, а вторую точно такого же содержания прикрепляют шпагатом снаружи мешка, после того как его зашьют. Внутренние и наружные этикетки подписывает агроном-семеновод. Затем мешки пломбируют.

На каждую отправленную в другое хозяйство партию семян элиты (и суперэлиты) выдается «Аттестат на семена», а на партию семян первой и других репродукций — «Свидетельство на семена». Подписывает эти документы директор научно-исследовательского учреждения или элитно-семеноводческого хозяйства, директор (главный агроном) учебно-опытного хозяйства.

Порядок и сроки проведения сортообновления в колхозах и совхозах устанавливают областные (краевые) производственные управления сельского хозяйства по предложению научных учреждений области, исходя из местных условий, дифференцированно по культурам, с учетом биологических особенностей сортов и экономической эффективности этого мероприятия.

В большинстве случаев периодичность сортообновления определяется сроками вырождения элитных семян при их размножении в колхозах и совхозах, а также возможностью производства элиты в том или ином количестве. Чаще всего семенные посевы обновляются семенами элиты или I репродукции один раз в 4—5 лет, а по отдельным культурам — через 2—3 года. В некоторых областях сортообновление проводят ежегодно или через определенное число лет на  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  площади семенных посевов (см. схему на стр. 250).

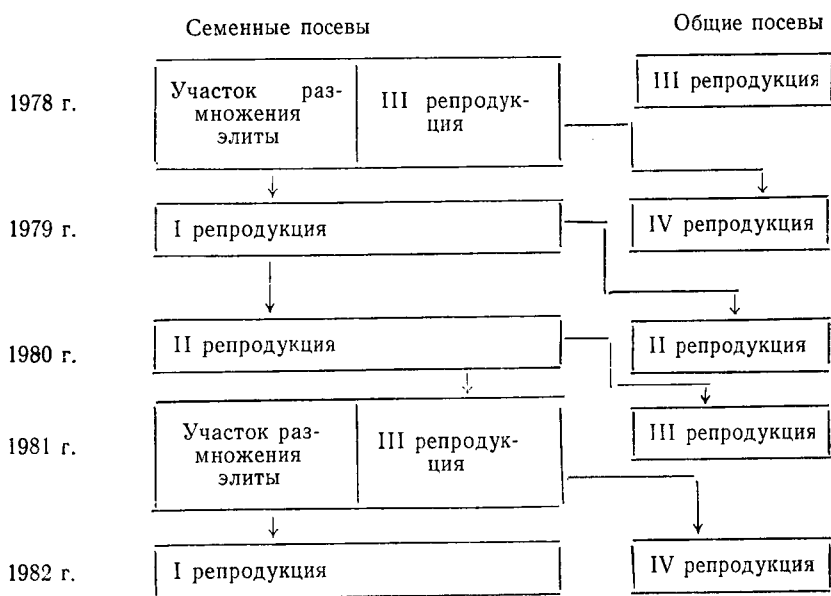
Обязательное сортообновление должно проводиться в системе промышленного семеноводства, когда товарные посевы несеменоводческих колхозов и совхозов ежегодно засеваются семенами, выращенными в спецсемхозах.

## Схема семеноводства при сортообновлении один раз в 3 года

### I. При закупке семян на всю площадь семенных посевов



### II. При закупке семян на $\frac{1}{4}$ площади семенных посевов



## ОРГАНИЗАЦИЯ СЕМЕНОВОДСТВА В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ХОЗЯЙСТВАХ, СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ БРИГАДАХ И ОТДЕЛЕНИЯХ КОЛХОЗОВ И СОВХОЗОВ

Высококачественные сортовые семена (элита, I репродукция), выращенные научными учреждениями поступают в колхозы и совхозы для размножения и посева на всех производственных площадях.

Основу производственного семеноводства составляют специализированные семеноводческие хозяйства и семеноводческие бригады и отделения в колхозах и совхозах, занимающиеся выращиванием высокоурожайных семян районированных сортов для обеспечения полной потребности производственных товарных посевов.

Выращивать сортовые семена сложнее, чем производить товарное зерно. Для этого необходимо применять специальные организационные и агротехнические мероприятия. Семеноводческие бригады и отделения должны иметь достаточную площадь лучшей в хозяйстве земли, быть хорошо обеспечены сельскохозяйственными машинами и орудиями, удобрениями, асфальтированными площадками, механизированными крытыми токами, семеновохранилищами, семяочистительно-сушильными пунктами. За ними закрепляются постоянные квалифицированные кадры.

Практика семеноводческой работы подтвердила целесообразность создания в крупных колхозах и совхозах специальных семеноводческих бригад и отделений. В результате этого заметно улучшились условия для своевременного выполнения работ, связанных с выращиванием, уборкой, очисткой и сушкой семенного зерна, что позволило обеспечить производственные посевы собственными высококачественными сортовыми семенами и резко повысить урожайность возделываемых культур в хозяйстве.

При выращивании сортовых семян особое внимание должно быть обращено на сохранение их чистосортности. Чтобы предотвратить семена от сортового и видового засорения, необходимо строго соблюдать правила предосторожности при посеве, уборке, подработке на току, транспортировке и хранении, а при получении сортовых семян элиты или I репродукции проверять исправность тары и пломб, соответствие записей на этикетках мешков и сопроводительных документах. Приемку семян оформляют актом и сдают по акту на хранение кладовщику с записью в шнуровую книгу учета семян. Снимать пломбы с мешков при хранении до момента подготовки семян к посеву запрещается.

Пломбы снимают при участии агронома-семеновода и кладовщика, которые проверяют соответствие внутренних этикеток наружным. Если семена не протравливают, их вывозят в поле нераспакованными и там снимают пломбы и расшивают мешки пе-

ред посевом. Протравленные семена перевозят на поле в тех же мешках, в которых они хранились (также протравленных), а если используют другие мешки, то их тщательно очищают и дезинфицируют, так же как и транспортные средства. Перевозят семена в прочно завязанных мешках только по постоянным дорогам; нельзя проезжать с семенами через поля, на которых будут высеваться другие культуры или сорта.

Сеялки перед посевом также тщательно очищают и дезинфицируют. После окончания посева данного сорта сеялку чистят на том же поле. При посеве нельзя заезжать сеялкой на соседние поля, где высеваются другие культуры и сорта, поворачивать сеялку нужно на краях засеваемого поля, а затем эти края засеять. Чтобы не засорять смежные посевы, между ними оставляют полосу шириной 2—3 м, засеваемую культурой на зеленый корм.

Чтобы избежать засорения зерна во время уборки, необходимо соблюдать следующие правила: 1) перед началом уборки тщательно очистить от остатков зерна уборочные машины, автомашины, повозки, тару, используемые для перевозки снопов и зерна, и зерноочистительные машины; 2) обкосить края полей сортовых посевов на 2—4 м, используя полученный с них урожай на продовольственные или фуражные цели; 3) снопы и зерно возить только по постоянным дорогам и полям, где произрастал убираемый сорт; 4) складывать скирды и подготавливать тока только на убранном поле при достаточном расстоянии от границ других полей; 5) отправлять семена от комбайнов и молотилок с накладными, в которых указывать культуру, сорт, категорию и номер поля; 6) на токах для дальнейшей обработки зерна под каждый сорт, категорию, репродукцию отводить отдельные площадки на расстоянии 10—12 м одна от другой, тщательно очищая сортировки при переходе с одной площадки на другую.

Засыпка семенных фондов из урожая семенных посевов должна быть закончена не позднее чем через месяц с начала уборки урожая каждой культуры, и расходование их на какие-либо другие цели, кроме посевных, запрещается.

Планы засыпки семян колхозами и совхозами под урожай будущего года по культурам и сортам составляются одновременно с разработкой планов посева на предстоящий год и утверждаются районными производственными управлениями сельского хозяйства.

Кроме семенного фонда, из семенных посевов засыпают также страховой и переходящий фонды семян. Страховой семенной фонд создают в хозяйстве на случай стихийных бедствий в размерах 10—15% потребности в семенах и ежегодно его возобновляют.

Переходящий семенной фонд создают по озимым культурам. Необходимость его выделения связана с тем, что при посеве озимых семенами урожая прошлого года, прошедшими послеуборочное дозревание, получают более высокий урожай по сравнению со свежубранными семенами. Переходящий фонд должен пол-

ностью обеспечивать потребность озимых посевов в семенах. Особенно он необходим для районов Северо-Востока, где озимые сеют через 7—10 дней после уборки. Если нет переходящего фонда, используют свежееубранные семена, предварительно подвергнув их воздушно-тепловому обогреву. Норму высева таких семян увеличивают, так как их всхожесть несколько понижена.

Сортовые семена, очищенные, просушенные и отсортированные, доведенные до стандартных посевных кондиций, с влажностью до 15% нужно хранить в сухих, хорошо проветриваемых семеновохранилищах отдельно от продовольственного и фуражного зерна.

Семенное зерно хранят раздельно не только по сортам, но и в пределах сорта по репродукциям, категориям, классам и другим показателям (чистоте, влажности, зараженности и т. д.).

Семеновохранилища заранее очищают и дезинфицируют, проверяют их готовность. Все это оформляют актом.

Семена хранят россыпью в закромах слоем 2—2,5 м или в мешках по 6—8 рядов в штабеле. Элитные семена, полученные для размножения, обязательно хранят в запломбированных мешках. Каждая партия семян должна иметь этикетку, на которой указывают культуру, сорт, репродукцию, категорию сортовой чистоты, класс семян и массу партии.

Хранение сортовых семян возлагается на ответственного лица (кладовщика), который принимает их по акту. Его задача — обеспечить сохранение качества семян, не допустить их самсогрева, слеживания, развития в них вредителей и болезней. Для этого в процессе хранения следят за температурой семян, их влажностью, проверяют внешний вид семян, цвет, запах, периодически проветривают помещения, перелопачивают зерно, а при необходимости и сортируют его. Не реже одного раза в 2 месяца семена проверяют на энергию прорастания и всхожесть.

## ПЕРЕВОД СЕМЕНОВОДСТВА НА ПРОМЫШЛЕННУЮ ОСНОВУ

Перевод семеноводства на промышленную основу является закономерным следствием быстро совершающегося в нашей стране процесса специализации и концентрации сельскохозяйственного производства на базе межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции.

Промышленное семеноводство — это производство семян в специализированных семеноводческих хозяйствах или в семеноводческих подразделениях крупных зерновых колхозов и совхозов, осуществляемое промышленными методами с использованием механизированных и автоматизированных комплексных пунктов и семенных заводов по обработке и хранению семян. При этом выращивание сортовых семян полностью отделяется от производства продовольственного и фуражного зерна. При промышленном семеноводстве семеноводческие хозяйства, а также

бригады и отделения крупных зерновых колхозов и совхозов ежегодно получают высокоурожайные сортовые семена высоких репродукций первого класса посевного стандарта на всю площадь товарных посевов.

Технология производства семян на промышленной основе состоит из следующих последовательно осуществляемых операций: комбайно-уборка — транспортировка к семяочистительному комплексу или заводу — предварительная очистка — активное вентилирование — сушка, доведение до посевных кондиций на сложных и специальных машинах — складирование в механизированные семеновохранилища — порционное взвешивание, протравливание и затаривание в мешки или специальные контейнеры — транспортировка в склады для временного или длительного хранения. Все эти операции совершаются без применения ручного труда. Система семеноводства на промышленной основе должна обеспечивать быстрое внедрение новых сортов в производство с периодом сортомены на всей площади районирования не более 4—5 лет, создание страховых и переходящих фондов, а также производство семян для государственных ресурсов.

Для выращивания высокоурожайных семян на семенных посевах применяется комплекс приемов сортовой агротехники, способствующий наиболее полному проявлению возможностей сорта.

Специализированные семеноводческие хозяйства (спецсемхозы) в области или районе создаются на базе передовых, экономически сильных колхозов и совхозов, в которых хорошо налажено семеноводство. Количество спецсемхозов в области (районе) устанавливаются на основе расчета потребности в семенах для основного посева, создания государственных ресурсов, страховых и переходящих фондов семян.

Структура производства хозяйств, на базе которых создаются спецсемхозы, должна обеспечивать высокую эффективность и товарность зерновой отрасли. При этом валовое производство зерна в семхозе должно быть возможно более высоким и стабильным по годам, а урожайность зерновых культур значительно выше (как правило, не менее 30 ц с 1 га), чем у группы хозяйств, которые будут покупать у семхоза семена. Территориально спецсемхозы должны быть размещены таким образом, чтобы дорожная сеть и расстояния между потребителями позволяли производить перевозку семян с наименьшими затратами.

В связи с большой сложностью организации, необходимостью осуществления больших капитальных вложений в семеноводческую отрасль, трудностями перехода на новые методы и схемы планирования и управления развитием системы промышленного семеноводства может осуществляться по этапам: путем перевода на промышленные методы производства семян зерновых культур с небольшими посевными площадями и большими коэффициентами размножения, совершенствования технологии производства семян и т. д.

Для перевода семеноводства на промышленную основу необходимо осуществить его техническое перевооружение. Это связано прежде всего с проектированием и строительством крупных, как правило, межхозяйственных комплексных пунктов по обработке и хранению семян. В таких комплексных пунктах поточные линии, бункерные установки активного вентилирования, механизированные напольные сушилки, зернохранилище и вспомогательные цеха химического протравливания и термического обеззараживания семян должны быть увязаны в единую технологическую цепь, обеспечивающую непрерывное перемещение зерна без затрат ручного труда, а также высокую дневную и сезонную производительность семян первого класса.

Каждый из таких комплексных пунктов должен иметь не менее двух независимых семяочистительно-сушильных поточных линий, позволяющих проводить одновременно послеуборочную обработку семян различных культур (две озимые или две яровые культуры), а также очистку агрегатов или производство аварийного ремонта. В состав каждой поточной линии должны входить: автопрокидыватель, приемный бункер, машины для первичной очистки семян, развитая система блоков бункеров активного вентилирования, шахтная сушилка, машины для вторичной и окончательной очистки семян, включая пневматические сортировальные столы. Поточная линия должна заканчиваться весовыбоечным аппаратом, мешкозашивочной машиной, а также механизмами для подачи семян в семенохранилища, лучше всего бункерного типа.

Независимо от сезонной производительности комплексного пункта общая емкость бункеров активного вентилирования, расположенных перед сушилкой, должна соответствовать объему зерна, убранного комбайнами в течение 2—3 дней. Только в этом случае может быть достигнута постоянная высококачественная сушка семенного материала при снижении влажности с 25% до 12—14%. Развитая система бункеров активного вентилирования комплексного пункта позволит исключить ненужную перевалку зерна от комбайна на асфальтированные площадки, а затем к поточным линиям.

В период обильного выпадения осадков часто приходится убирать зерно с влажностью выше 25%. Ввиду опасности травмирования такое зерно нельзя подавать ни в бункеры активного вентилирования, ни в сушилки. Чтобы не сдерживать в этот особо ответственный период нормальную работу поточных линий комплексного пункта, в нем должны быть предусмотрены универсальные механизированные напольные сушилки, располагать которые следует рядом с завальными бункерами поточных линий.

В состав семяочистительно-сушильного комплексного пункта обязательно должны входить цех термического жидкостного обеззараживания семян от пыльной головни, цех химического протравливания семян и небольшая лаборатория, снабженная совре-

менными приборами для контроля за качеством семенного материала по ходу обработки его на всех участках поточных линий.

Комплексный пункт для обработки семян с сезонной производительностью 15 тыс. т по совместному проекту НИИСХ центральных районов Нечерноземной зоны и института «Москолхозпроект» построен в колхозе «Борец» Раменского района Московской области. Комплекс будет обслуживать специально созданное межколхозное производственное объединение из трех хозяйств, которые ежегодно должны выдавать 7000—8000 т семян первого класса. В этом комплексном пункте предусмотрены две поточные линии, в состав которых входят, помимо зерноочистительных машин, 48 бункеров активного вентилирования общей емкостью 1200 т, две шахтные сушилки СЗС-16Ш и две механизированные напольные сушилки емкостью по 100 т каждая. В течение смены комплекс обслуживают 8 человек.

Проект этого комплекса разработан с таким расчетом, что по нему также можно строить комплексные пункты с сезонной производительностью 10 000 и 5000 т, соответственно уменьшая число бункеров активного вентилирования и производя замену сушилок СЗС-16Ш на СЗС-8Ш. Разрез здания при этом будет изменяться только по длине, сохраняя прежние элементы конструкции. Разработаны типовые проекты комплексных пунктов по обработке и хранению семян зерновых, масличных культур и трав различной мощности в зависимости от размеров семеноводческих хозяйств и зональных особенностей. Это значительно облегчает и улучшает промышленное изготовление общих узлов и механизмов, входящих в состав комплексных пунктов.

За годы десятой пятилетки намечено построить в колхозах, совхозах и других семеноводческих подразделениях 1930 крупных семяочистительно-сушильных комплексов с сезонной производительностью 6973 тыс. т семян. Уже в год выхода ноябрьского (1976 г.) постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР по улучшению семеноводства было создано 93 межхозяйственных объединения по семеноводству зерновых культур и многолетних трав, начато строительство 156 семеноводческих комплексов по послеуборочной обработке семенного зерна с полной механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Перевод семеноводства на промышленную основу в различных республиках, краях и областях имеет свои особенности.

Большая задача поставлена перед семеноводством по дальнейшей интенсификации зернового хозяйства Нечерноземья, где сосредоточено  $\frac{3}{4}$  посевов озимой ржи,  $\frac{1}{4}$  ячменя и 40% овса от всех посевов в Российской Федерации. До недавнего времени семеноводство в Нечерноземной зоне находилось в неудовлетворительном состоянии: было распространено многосортие (в центральном экономическом районе, например, высевали 213 сортов зерновых и зерновых бобовых культур, из них районированных только 71), внедрение в производство новых сортов (сортосмена)



часто растягивалось на 10 и более лет, озимые культуры высевались в основном свежееубранными семенами, хотя доказано, что использование семян переходящего фонда повышает урожай на 3—4 ц с 1 га. Многие хозяйства, имеющие слабокультуренные почвы, использовали для посева семена с пониженными урожайными качествами.

В Московской области при организации семеноводства зерновых культур на промышленной основе исходили из того, что хозяйства с большим удельным весом зерновых культур невозможно ежегодно обеспечивать семенами элиты или I репродукции на всей площади товарных посевов, и поэтому в них должны быть сохранены семеноводческие бригады и отделения. Для остальных же хозяйств (колхозов и совхозов с небольшой и средней площадью посевов зерновых культур) предусмотрено выращивание семян элиты и I репродукции в крупных специализированных семеноводческих хозяйствах, расположенных в районах, наиболее благоприятных для формирования высокоурожайных семян. В качестве спецсемхозов в 13 районах области выбрано 28 передовых хозяйств, собирающих ежегодно на больших площадях от 35 до 50 ц зерна с 1 га.

Основная задача, поставленная перед семеноводством области,— быстрая и наиболее полная реализация достижений селекции. Новые сорта должны внедряться в производство в течение 4—5 лет с сортосменой на всей площади районирования. Для этого в опытных хозяйствах институтов ко времени районирования нового сорта должна быть произведена суперэлита на полную потребность в ней элитхозов. Только при этом условии возможно внедрение нового сорта в производство на всей площади товарных посевов в срок, предусмотренный планом.

Для Московской области установлен следующий порядок производства сортовых семян на промышленной основе.

1. Научно-исследовательский институт сельского хозяйства центральных районов Нечерноземной зоны осуществляет производство семян высших репродукций (питомников размножения и суперэлиты) перспективных и районированных сортов и обеспечивает ими: учхоз «Михайловское» ТСХА, ЭПХ Московского отделения ВИР, селекционную станцию ВНИИК, элитхоз (колхоз) «Борец».

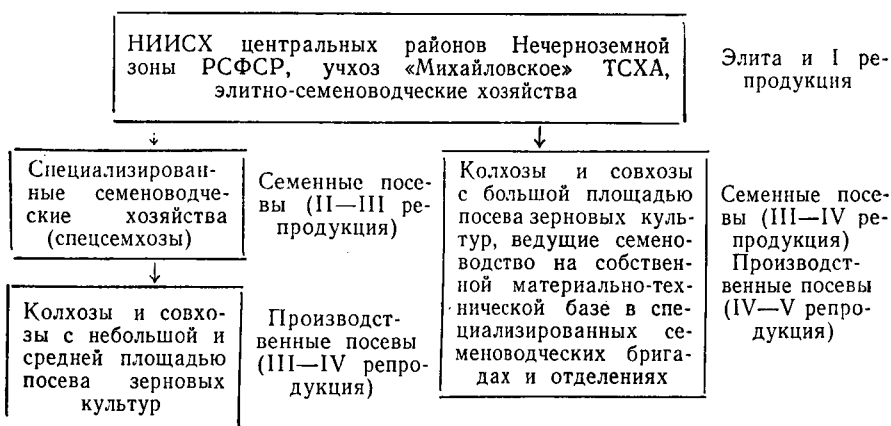
2. Научно-исследовательские учреждения, учхоз и элитхоз производят семена элиты и частично I репродукции перспективных и районированных сортов в количестве, достаточном для ежегодного обеспечения семенных посевов в специализированных семеноводческих хозяйствах (спецсемхозах) и семеноводческих бригадах и отделениях колхозов и совхозов, имеющих большие площади посева зерновых культур.

3. Спецсемхозы размножают элиту и I репродукцию районированных сортов в течение одного—двух лет до II (III) репродукции и обеспечивают этими семенами товарные посевы несеме-

новодческих хозяйств. Спецсемхозы также полностью обеспечивают производство семян для государственных ресурсов, создания страховых и переходящих (по озимым культурам) фондов. Семenovодческие бригады и отделений размножают элиту и I репродукцию до III (IV) репродукции для производственных посевов своих хозяйств.

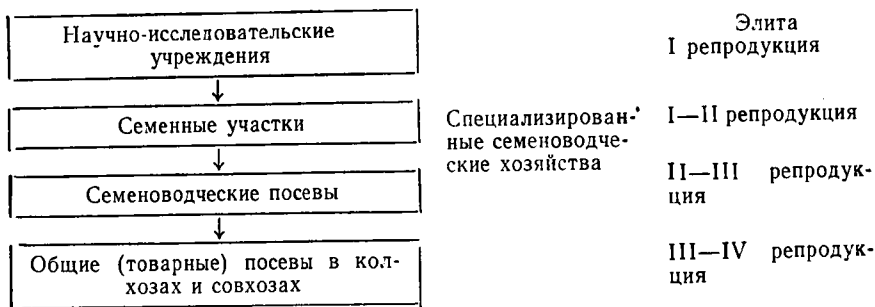
4. Несеменоводческие совхозы и колхозы с небольшой и средней площадью посевов зерновых культур ежегодно получают на все производственные посевы семена II (III) репродукции. Несеменоводческие хозяйства с большой площадью посева зерновых засевают товарные площади семенами III (IV) репродукции (см. схему).

**Схема организации семеноводства зерновых культур на промышленной основе в Московской области**



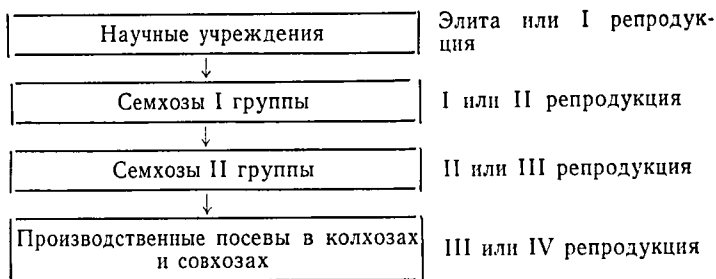
В Белорусской ССР принята система промышленного семеноводства, в соответствии с которой создано около 500 специализированных семеноводческих хозяйств (по 4—5 на район). Для посева на семенных участках эти хозяйства ежегодно получают от научно-исследовательских учреждений семена элиты, размножают их до III репродукции и доводят до первого класса посевного стандарта. Затаренные в опломбированные мешки семена реализуются всем колхозам и совхозам, входящим в зону обслуживания данного спецсемхоза. Достоинством белорусской системы промышленного семеноводства является простота ее организации, при которой производство семян для посева на товарных площадях всех колхозов и совхозов сосредоточивается в каждом административном районе, в связи с чем улучшается управление и резко сокращаются расходы на перевозку семян. Однако в этом случае в систему семеноводства вовлекается очень большое количество хозяйств (каждое шестое хозяйство в республике — семеноводческое).

### Схема организации промышленного семеноводства зерновых культур в Белорусской ССР



В Украинской ССР производство семян на промышленной основе сконцентрировано только в специализированных семеноводческих хозяйствах. Научно-исследовательские учреждения ежегодно выращивают семена элиты или I репродукции и продают их непосредственно семхозам I группы (1 или 2 на район). Семхозы I группы выращивают семена I или II репродукции для полной потребности в семенах семхозов II группы (3—4 хозяйства в районе). Семхозы II группы выращивают семена II или III репродукции в размерах, обеспечивающих потребности всех колхозов и совхозов района для товарных посевов и создания страховых фондов.

### Схема организации семеноводства зерновых культур на промышленной основе в Украинской ССР



Сушка, очистка, доведение до посевных кондиций первого класса и хранение семян, производимых семхозами I и II групп осуществляются на межхозяйственном семяобработывающем заводе, построенном за счет долевого участия колхозов и совхозов на базе спецхоза первой группы. В 1978—1982 гг. такие заводы предусмотрено построить в 300 районах республики.

Наиболее совершенной формой организации промышленного семеноводства является создание научно-производственных объединений (НПО). По такому принципу организовано, например,

производство сортовых семян зерновых культур в Молдавской ССР, где на базе Молдавского НИИ полевых культур, его опытного хозяйства и десяти совхозов организовано НПО «Селекция», занимающееся выведением новых высокоурожайных сортов и гибридов, первичным семеноводством, производством семян суперэлиты и элиты полевых культур, а также осуществляющее методическое руководство всеми семеноводческими хозяйствами. Разработаны основные положения об НПО, утверждены права и обязанности специалистов. Для оперативного руководства всеми звеньями НПО в соответствии с принятой структурой организованы специальные службы и создан Совет директоров. Производство семян зерновых культур организовано по предложенной институтом схеме. Первичные звенья семеноводства (питомники испытания потомств первого и второго года и питомник размножения первого года) сосредоточены в институте. Семена последующих питомников размножения и суперэлиты выращиваются в головном хозяйстве объединения, а производство семян элиты и частично I репродукции — в элитхозах НПО. Выращенные ими семена I или II репродукции зерновых культур отпускаются семхозам, производящим семена II и III репродукции для продажи их колхозам и совхозам на всю площадь производственных посевов. Элитхозы также продают элиту семеноводческим хозяйствам Кишиневского СХИ и учебным хозяйствам совхозов-техникумов, которые выращивают семена для госресурсов. Принятая в республике система промышленного семеноводства дает возможность применять передовую технологию производства семян.

## КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ СЕМЯН

**Государственный и внутрихозяйственный контроль.** Как указывалось выше, сортовые семена лишь в том случае будут высокоурожайными, если они имеют высокие посевные и сортовые качества. Однако сохранить качество семян при их выращивании, хранении и передаче из одного хозяйства в другое не всегда удается вследствие порчи и засорения.

Чтобы постоянно производить посев всех сельскохозяйственных культур высококачественными семенами, в нашей стране введена государственная система контроля за качеством семян и семеноводческими посевами. Ни одно хозяйство не имеет права высевать семена низких посевных и сортовых качеств: если они засорены, их надо очистить и довести до кондиционного состояния; если поражены болезнями — протравить, если влажные — подсушить и т. д. Если же семена нельзя улучшить, их заменяют.

Государственный контроль лишь тогда будет способствовать улучшению качества семян и повышению культуры семеноводства, когда он дополняется соответствующими мероприятиями, проводимыми специалистами и работниками в колхозах и сов-

хозах, т. е. когда будет хорошо налажен внутривозхозяйственный контроль. В каждом колхозе и совхозе он обязателен. Лица, ответственные за контроль в хозяйстве, участвуют в разработке планов и мероприятий по семеноводству и в выделении необходимых площадей под семеноводческие посевы, обеспечивают проведение видовых и сортовых прополок и оздоровление семенного материала, контролируют выполнение других мероприятий, установленных правилами семеноводства, ведут учет и запись всех операций при размножении, очистке, заготовке, хранении и отпуске сортовых семян, оформляют документацию на сортовые семена, участвуют в проведении государственного контроля.

Из перечня работ видно, что внутривозхозяйственный контроль ставит задачу не только фиксировать в определенные моменты посевные и сортовые качества семян в хозяйстве. Его основная задача — предупреждать нарушение техники и агротехники семеноводства, устранять причины, вызывающие ухудшение сортовых и посевных качеств семян во время их выращивания, уборки, хранения и транспортировки.

**Контроль за посевными качествами семян** осуществляется сетью государственных семенных инспекций, которые в обязательном порядке проверяют посевные качества каждой подготовленной к посеву партии семян от всех хозяйств. Таких инспекций в стране насчитывается более 4000. Только им предоставлено право выдавать документы о пригодности семян к посеву, без которых высевать семена в хозяйстве не разрешается. Контроль за работой районных семенных инспекций осуществляют областные, краевые и республиканские инспекции, а методическое руководство — Государственная семенная инспекция при МСХ СССР.

Наряду с определением посевных качеств семян Госсемиинспекции контролируют выполнение правил семеноводства непосредственно в колхозах и совхозах: состояние семенных посевов и складских помещений, качество семян при засыпке, условия сортирования и хранения, подготовку семян к посеву, документацию на семена и др. Такой контроль предупреждает нарушение правил семеноводческой работы и способствует получению в хозяйстве более высококачественных семян.

Проверка посевных качеств семян семенными инспекциями ведется по средним образцам, которые поступают из колхозов и совхозов. *Средние образцы* отбирают по принятой методике от партии семян — определенного количества однородных семян (одной культуры, сорта, репродукции, категории сортовой чистоты, года урожая, одного происхождения, занумерованного и удостоверенного соответствующими документами). Контрольная единица — предельное количество семян отдельной партии или ее части, для определения качества которых отбирают один средний образец. Для различных сельскохозяйственных культур ГОСТ установлены следующие размеры среднего образца и партии семян, от которой отбирают средний образец.

Культура	Размер партии, ц	Масса среднего образца, г
Зерновые злаковые (кроме проса), горох, чина, бобы кормовые	250	1000
Гречиха, просо, чечевича, лен, конопля	100	250
Многолетние бобовые травы, суданская трава	50	250
Многолетние злаковые травы, лядвенец рогатый	25	100

Отбор среднего образца — очень ответственное мероприятие, так как по нему оцениваются посевные качества всей партии семян, от которой был отобран образец, и право его взятия представляется специальным уполномоченным (агрономам колхозов, совхозов, научных учреждений), чаще всего лицам, осуществляющим внутривладельческий контроль и прошедшим специальный инструктаж в семенных инспекциях.

Партию семян перед взятием образца осматривают, сверяют соответствие названия сорта внешнему виду зерна. Если семена хранят в мешках, то из каждого берут шупом три пробы — сверху, из середины и снизу. При хранении насыпью средний образец отбирают амбарным шупом из разных мест.

Для анализа на посевные качества отбирают три средних образца: один — для определения чистоты, энергии прорастания, всхожести, жизнеспособности, подлинности, массы 1000 семян; второй — для определения влажности и зараженности амбарными вредителями; третий — для определения зараженности болезнями. Первый образец помещают в чистый продезинфицированный мешочек из плотной ткани, который печатают сургучной печатью или пломбируют. Внутрь вкладывают этикетку. Вторым образцом помещают в чистую, сухую стеклянную посуду (емкость ее зависит от размера образца), пробку которой заливают сургучом или воском. Этикетку установленной формы наклеивают снаружи. Третий образец помещают в бумажный пакет.

Отбор образца оформляют актом установленной формы в двух экземплярах: один — для Государственной семенной инспекции, другой — для хозяйства, на случай арбитражного определения. Акт подписывают лица, принимавшие участие в отборе образца. Подписанный акт скрепляют печатью хозяйства. Отобранный образец должен быть отправлен на анализ в течение двух суток после его взятия.

Учитывая важность правильного отбора среднего образца, семенные инспекции в порядке государственного контроля периодически берут для анализа из общей массы посевного материала непосредственно в хозяйствах контрольные образцы и сопоставляют их с образцами, присланными в инспекцию.

Для определения чистоты семян из среднего образца берут две навески, каждую из которых исследуют отдельно. Навески разби-

вают на две группы (согласно ГОСТ): на семена основной культуры (чистые) и на отход, состоящий из различных примесей. По разности массы всей навески и отходов определяют содержание чистых семян, а затем вычисляют их процент. Из остатка среднего образца выделяют семена других культурных растений, сорняков и подсчитывают их. К ним прибавляют количество семян других культурных и сорных растений из навесок и вычисляют раздельно по сорнякам и культурным примесям количество их (в штуках) на 1 кг семян.

Всхожесть определяют путем проращивания четырех проб по 100 семян (для крупносеменных по 50) в увлажненном песке на фильтровальной бумаге. Проросшие семена подсчитывают в установленные сроки дважды: по числу семян, проросших за первый срок, определяют энергию прорастания, а за первый и второй — всхожесть. Эти показатели выражают в процентах.

Для определения массы 1000 семян, имеющих кондиционную влажность, отсчитывают подряд без выбора две пробы по 500 штук. Взвешивают их с точностью до 0,01 г, переводят на 1000 семян и вычисляют среднюю массу.

По результатам анализа среднего образца семенные инспекции дают заключение о полном соответствии данной партии семян стандарту на посевные качества либо о необходимости их дополнительной подработки до посевных кондиций.

Государственные общесоюзные стандарты в нашей стране имеют силу закона и обязательны для выполнения. Семена, высеваемые в спецсхозах, на семеноводческих посевах бригад и отделений колхозов и совхозов (кроме элиты, на которую имеется особый стандарт), должны быть по посевным качествам не ниже первого класса, а на общих посевных площадях не ниже второго класса (табл. 8).

Государственная семенная инспекция, проверив посевные качества семян в результате анализа среднего образца, выдает хозяйству «Удостоверение о кондиционности семян». Этот документ служит основанием для использования семян на посев. Класс семян в удостоверении устанавливается по низшей оценке нормируемых показателей качества семян. Например, если по чистоте семена имеют показатель первого класса, а по влажности — второго класса, то в удостоверении указывается принадлежность семян ко второму классу.

Срок действия «Удостоверения о кондиционности семян» со времени его выдачи для всех культур, кроме овощных, бахчевых и кормовых корнеплодов, устанавливают по показателю всхожести — 4 месяца; для семян овощных, бахчевых и кормовых корнеплодов первого класса — 8 месяцев, второго класса — 6 месяцев.

На семена, которые по качеству не соответствуют нормам стандарта, т. е. некондиционные, хозяйству выдается «Результат анализа семян». Такие семена к посеву непригодны. Хозяйство принимает меры, чтобы улучшить их посевные качества. После это-

Таблица 8. ГОСТ на посевные качества семян зерновых культур

Культура	Класс	Семян основной культуры	Отход основной культуры	В том числе семян других растений, штук на 1 кг (не более)		Всхожесть (не менее), %
		%		всего	из них семян сорняков	
Пшеница мягкая	1	99,0	1,0	10	5	95
	2	98,5	1,5	40	20	92
	3	97,0	3,0	200	100	90
Пшеница твердая	1	99,0	1,0	10	5	90
	2	98,0	2,0	40	20	87
	3	97,0	3,0	200	100	85
Рожь озимая и яровая	1	99,0	1,0	10	5	95
	2	98,0	2,0	80	40	92
	3	97,0	3,0	200	100	90
Кукуруза	1	99,0	1,0	0	0	96
	2	98,0	2,0	0	0	92
	3	97,0	3,0	0	0	88
Овес и ячмень	1	99,0	1,0	10	5	95
	2	98,5	1,5	80	20	92
	3	97,0	3,0	300	100	90
Просо	1	99,0	1,0	16	10	95
	2	98,0	2,0	100	75	90
	3	97,0	3,0	200	150	85
Горох	1	99,0	1,0	5	—	95
	2	98,0	2,0	10	2	92
	3	96,0	4,0	50	5	90

го семена снова должны пройти государственный контроль. Если улучшить качество семян невозможно, хозяйство обязано их заменить на кондиционные. «Результат анализа семян» выдается и в том случае, если семена анализировали частично, например определяли только их влажность или только чистоту.

**Контроль за сортовыми качествами семян.** Семена разных сортов одной культуры сходны между собой, поэтому определить сортовую чистоту (сортовые качества) при анализе семян в лабораториях практически невозможно.

По семенам можно определить лишь некоторые сортовые качества, например отличить мягкую пшеницу от твердой, белозерную от краснозерной; по конусу нарастания и опушенности пластинки первого листа у мягких пшениц распознают сорта озимых и яровых форм; по зерну отличают белозерные и желтозерные семена овса; в лаборатории определяют типичность и панцирность семян подсолнечника, примесь пелюшки в семенах гороха; по цвету ростков можно установить сортовую группу свеклы и т. д.

Из перечисленного следует, что лабораторный метод сортового контроля не может быть самостоятельным, его используют лишь



как подсобный. Основным же методом государственного контроля сортовых качеств семян является метод *полевой апробации* (одобрения, признания).

Поскольку по семенам, засыпанным на хранение, установить сортность невозможно, а посевы должны проводиться лишь такими сортовыми семенами, которые отвечают по сортовым качествам требованиям стандарта, чистосортность семенных посевов определяют в поле на корню, непосредственно перед уборкой урожая, когда в травостое по внешним признакам созревших растений легко выявить в посевах основного сорта примеси других сортов и установить допустимый процент по стандарту.

В настоящее время апробация обязательна на всех посевах, урожай с которых предназначен для семенных целей. К ним относятся семенные посевы колхозов и совхозов, семеноводческих хозяйств и научно-исследовательских учреждений, все посевы новых и дефицитных сортов. При необходимости для выполнения государственного плана заготовок сортовых семян проводят апробацию и на общих сортовых посевах колхозов и совхозов, на наиболее высокоурожайных и наилучших по сортовым качествам участках.

Порядок апробации ежегодно устанавливается Министерством сельского хозяйства СССР. Ответственность за проведение апробации возлагается на производственные управления сельского хозяйства. Они устанавливают объем апробации по каждой культуре на основании потребности хозяйств в семенах и обеспечения плана вывоза семян за пределы данного района.

Право апробации посевов в колхозах и совхозах предоставляется работающим в этих хозяйствах агрономам после прохождения ими соответствующей подготовки. Контроль за апробацией возлагается на старшего апробатора, выделенного из числа наиболее опытных агрономов-апробаторов района.

Задача апробации не только определить чистосортность посева с учетом степени засоренности его сорняками, поражения болезнями и вредителями, но и выявить оптимальные условия выращивания сортовых семян. Апробатор проверяет в хозяйстве сортовые документы на выселенные семена, подтверждающие принадлежность к тому или другому сорту, следит за выполнением внутрихозяйственного контроля, соблюдением семеноводческой агротехники и правильностью хранения сортовых семян. В поле апробатор осматривает сортовые посевы, устанавливает границы участков для апробации. Если посевы засорены, хозяйство по указанию апробатора должно уничтожить сорняки, провести видовую и сортовую прополку, что будет способствовать улучшению сортовых качеств посевов. На посевах перекрестноопыляющихся культур проверяют соблюдение пространственной изоляции от посевов других сортов и, если она не соблюдена, выделяют участки, не подлежащие апробации, так как такие посевы для семенных целей непригодны.

Как и при контроле за посевными качествами семян, при апробации для установления сортовых качеств не проводят анализ всех растений семеноводческих посевов на сортовую чистоту, а берут с определенной площади средний образец в виде апробационного снопа, его анализируют и по нему делают вывод о сортовых качествах семеноводческих посевов.

Техника апробации включает отбор апробационного снопа, анализ его и составление документов на сортовые качества семян. Для каждой культуры установлена предельная площадь посева, с которой отбирают сноп, число пунктов для взятия растений и число растений, отбираемых в сноп. Отбор снопа проводят в такой период развития растений, когда у них наиболее выявлены сортовые признаки.

*Апробация пшеницы, ячменя, овса, проса.* Сортовую чистоту посева этих культур определяют в период восковой спелости зерна. Максимальная площадь, с которой берут апробационный сноп, для пшеницы, овса и ячменя составляет 450 га, для проса — 350 га. Если площадь, подлежащая апробации, больше установленной нормы, ее делят на участки, каждый из которых апробируют отдельно.

Сноп должен иметь не менее 1500 стеблей. Набирают его не менее чем из 150 пунктов (около 10 в каждом), проходя по диагонали поля. На семеноводческих посевах колхозов и совхозов отбирают один сноп, а на посевах научно-исследовательских учреждений и семеноводческих хозяйств отбирают два снопа по двум диагоналям. В научных учреждениях посевы апробируют, начиная от питомника размножения.

Отбирая сноп, апробатор определяет глазомерно общую засоренность посевов по шкале (в баллах): 0 — полное отсутствие сорняков; 1 — незначительная засоренность; 2 — средняя и 3 — сильная. Отобранный сноп связывают, внутрь него вкладывают этикетку, а другую привязывают снаружи. Анализ снопа должен быть проведен в течение двух дней после отбора.

При анализе все стебли снопа разбирают на следующие фракции:

1) стебли основного сорта — это наиболее крупная фракция, ее стебли связывают по сотням;

2) стебли других сортов, разновидностей и видов этой же культуры;

3) недоразвитые стебли апробируемой культуры с неплодоносящими соцветиями или с щуплым недоразвитым зерном, имеющие недостаточно ясно выраженные апробационные сортовые признаки;

4) стебли трудноотделимых культурных растений по видам; учитывают только хорошо развитые растения, неплодоносящие в расчет не принимают; к трудноотделимым культурам относят: озимые рожь и ячмень в озимой пшенице, ячмень в яровой пшенице, ячмень в овсе, овес и пшеницу в ячмене;

5) стебли трудноотделимых сорняков: в пшенице — софора толстоплодная и лисохвостная, головчатка сирийская, мышатник, синеглазка, гречиха татарская; в ячмене — те же, что и у пшеницы, кроме гречихи татарской, и, кроме того, дикая редька, овсюг, овес щетинистый; в овсе — овсюг и овес щетинистый;

6) стебли злостных сорняков;

7) стебли карантинных сорняков — амброзии, повилки и др.;

8) стебли апробируемой культуры, пораженные пыльной и твердой головней.

Число стеблей каждой фракции пересчитывают, связывают отдельно и объединяют снова в общий сноп, к которому привешивают прежнюю этикетку. В колхозах и совхозах сноп на случай проверки хранят 3 месяца, в научно-исследовательских учреждениях — 12 месяцев.

Полученное число стеблей всех фракций, кроме недоразвитых основной культуры и карантинных сорняков, выражают в процентах. По карантинным сорнякам записывают их количество и название.

Приведем пример определения сортовой чистоты при анализе апробационного снопа озимой пшеницы сорта Безостая 1 разновидности лютеценс.

Стеблей основного сорта Безостая 1 . . . . .	1464
Стеблей других сортов и разновидностей . . . . .	28
В том числе стеблей разновидности:	
ферругинеум . . . . .	10
эритроспермум . . . . .	18
Недоразвитых стеблей . . . . .	34
Стеблей трудноотделимых культур (ячменя) . . . . .	16
»    »    сорняков . . . . .	14
»    »    злостных сорняков . . . . .	
»    »    карантинных сорняков . . . . .	
Стеблей основной культуры, пораженной головней . . . . .	34
В том числе:	
пыльной . . . . .	18
твердой . . . . .	16

Процент сортовой чистоты определяют отношением числа стеблей основного сорта (1464) ко всему числу стеблей апробируемой культуры (1464+28). Недоразвитые и пораженные головней стебли, как не имеющие достаточно выраженных сортовых признаков, в расчет не принимают. В нашем примере сортовая чистота равна  $98,1\% \left( \frac{1464 \cdot 100}{1492} \right)$ .

Процент засорения трудноотделимыми культурами устанавливают отношением числа стеблей этих культур (16) ко всему числу стеблей основной культуры с включением стеблей трудноотделимых культур (1464+28+16). Процент засорения трудноотделимыми культурами равен  $\frac{16 \cdot 100}{1508}$ , или 1,1. Так же вычисляют процент остальных фракций: засорение трудноотделимыми сорня-

ками составляет  $0,9\% \left( \frac{14 \cdot 100}{1506} \right)$ , а поражение пыльной и твердой головней соответственно 1,2 и  $1,1\% \left( \frac{18 \cdot 100}{1510} \text{ и } \frac{16 \cdot 100}{1508} \right)$ .

По сортовой чистоте определяют категорию посевов. Если сортовая чистота зерновых не меньше 99,5%, посеvy относят к I категории, не меньше 98% — ко II и не менее 95% — к III. В рассмотренном нами примере посеvy пшеницы следует отнести ко II категории. Элита пшеницы, ячменя и овса должна иметь сортовую чистоту не менее 99,7%, проса — не менее 99,8%.

У семян, высеваемых в семеноводческих бригадах и отделениях, сортовая чистота должна быть I категории, а у высеваемых на общих площадях колхозов и совхозов — не ниже II категории. Если сортовая чистота посевов ниже 95%, их выбраковывают из числа сортовых. непригодны для использования на семенные цели и посеvy, засорение которых трудноотделимыми культурами превышает 5%, трудноотделимыми сорняками — 3%, а также посеvy пшеницы, пораженные стеблевой и карликовой головней или имеющие пораженность колосьев пыльной головней более 2%, а твердой более 5%; выбраковке подлежат посеvy ячменя и овса с суммарным поражением разными видами головни более 5% и посеvy проса при наличии пыльной головни свыше 3%. Семена с посевом, засоренных карантинными, ядовитыми и злостными сорняками (нетрудноотделимыми), из числа пригодных к посеву не исключаются, но их хранение и очистку ведут отдельно от других семян.

Элитные посеvy не используются для выращивания репродукции, когда пораженность пшеницы, ячменя и овса пыльной головней (по стеблям) выше 0,3% или твердой головней выше 0,1%, а пораженность проса пыльной головней выше 0,1%.

Завершающая работа апробатора — составление документа на сортовые качества семян — «Акт апробации». На сортовые посеvy, признанные непригодными на семенные цели, составляют «Акт выбраковки» в двух экземплярах.

Для полного и точного учета в стране сортовых посевов те из них, которые не апробируются, подлежат регистрации. Регистрацию посевов проводят до начала апробации. Апробатор проверяет сортовые документы на высеянные семена и осматривает эти посеvy на корню без отбора снопов. На этом основании он составляет «Акт регистрации посевов». Семена с зарегистрированных посевов особо ценных сортов сильных и твердых пшениц, пивоваренных сортов ячменя оценивают дороже и в случае надобности их используют на семенные цели.

Имеется еще один метод сортового контроля — грунтовой контроль, при котором семена, предназначенные к посеву в семеноводческих хозяйствах, высевают на полевых участках, выращивают их до созревания, а затем анализируют, как при апробации. Грунтовым контролем проверяют семена суперэлиты, элиты и

самоопыленных линий кукурузы. В производственных условиях этот метод не применяют, так как он длителен.

**Апробация ржи и гречихи.** У перекрестноопыляющихся культур морфологические признаки сильно варьируют, и распознавать сорта ржи и гречихи в посевах поэтому практически невозможно. При апробации этих культур сорт устанавливают по документам на высеянные семена, а затем подлинность сорта проверяют по сортовым признакам в поле. Если выявится, что сорт представляет собой смесь с другими сортами, такой посев выбраковывают из числа сортовых.

Категорию сортовой чистоты устанавливают в зависимости от репродукции. Посевы первых трех репродукций относятся к I категории; IV—VII—к II; VIII и массовых репродукций — к III категории.

Таким образом, апробационный сноп у ржи и гречихи отбирают не для определения процента сортовой чистоты, а для оценки качества посева. Сноп набирают не менее чем из 500 стеблей и разбирают на следующие фракции: 1) здоровые стебли основной культуры; 2) стебли, пораженные спорыньей; 3) стебли, пораженные стеблевой головней; 4) стебли трудноотделимых культурных растений; 5) стебли трудноотделимых сорняков; 6) недоразвитые стебли основной культуры. Количество стеблей каждой фракции (кроме карантинных сорняков) выражают в процентах и заносят в «Акт апробации». Здесь же записывают число карантинных сорняков каждого вида.

Посевы ржи выбраковывают из числа сортовых, если засоренность трудноотделимыми культурами — пшеницей и ячменем — более 5%, костром ржаным — более 3% и пораженность твердой и стеблевой головней более 5%. Посевы гречихи выбраковывают при засорении трудноотделимыми сорняками (гречихой татарской, дикой редькой, синеглазкой, а у гречихи мелкосеменной — куколем) больше 3%.

При апробации обязательно следят за соблюдением пространственной изоляции посевов данного сорта от других сортов или рядовых посевов (для ржи и гречихи она должна быть не менее 200 м).

**Документация сортовых семян.** Важным элементом контроля сортовых семян является их документация. Чтобы избежать обезлички сортовых семян и правильно их использовать, на все партии семян должны быть своевременно составлены документы. Без документов сортовые семена не могут быть использованы для посева.

Документы на семена делятся на две группы: первичные и вторичные. Первичные документы составляют при государственном контроле качества семян: при проверке посевных качеств семян — «Удостоверение о кондиционности семян» или «Результат анализа семян», а при проверке сортовых качеств — «Акт апробации» или «Акт выбраковки» и «Акт регистрации посевов».

Вторичные документы составляют на все партии сортовых семян, отпускаемые из хозяйств или со складов хлебоприемных пунктов. К ним относятся: «Аттестат на семена» — его выписывают на семена суперэлиты, элиты и самоопыленных линий кукурузы; «Свидетельство на семена», которое выдают на семена I и других репродукций и на гибридные семена кукурузы (основанием для составления этих документов служат «Удостоверение о кондиционности семян» и «Акт апробации»); «Сортовое удостоверение» выписывают на все сортовые семена, не доведенные до норм семенного стандарта, сдаваемые хозяйствами на склады хлебоприемных пунктов, на основании актов апробации и регистрации.

Вторичные сортовые документы подписывают руководители хозяйства, агрономы и кладовщики и скрепляют печатью хозяйства. Если указанные лица допускают выписку документов, не соответствующих качеству семян, то они несут за это ответственность.

Заготовительные организации выписывают вторичные документы на основании документов, полученных от хозяйств при приемке семян, и удостоверений о качестве семян, выдаваемых Государственной семенной инспекцией.

Следовательно, на семена, предназначенные к посеву в колхозах и совхозах, должны быть следующие документы: если хозяйство использует семена, выращенные у себя, — «Удостоверение о кондиционности семян» и «Акт апробации», если семена получены из других хозяйств или заготовительных организаций, — «Аттестат на семена» или «Свидетельство на семена».

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### **Тема 1. Расчет потребности семян для колхоза (совхоза) и площадей посевов семеноводческой бригады (отделения) по культурам**

Правления колхозов составляют планы засыпки семян под урожай будущего года по культурам и сортам одновременно с планами посевов на предстоящий год. Производственное управление рассматривает их в своем сводном плане развития сельского хозяйства, определяет потребность в семенах под урожай будущего года по культурам.

Колхоз определяет потребность в семенах на всю площадь производственных посевов по культурам с учетом страховых и переходящих фондов. Исходя из этого, устанавливают площадь посевов семеноводческой бригады колхоза с таким расчетом, чтобы полностью удовлетворить потребность хозяйства в семенах по культурам. Выделенная площадь семенных посевов должна обеспечить производственные посевы необходимым количеством хорошо отсортированных семян с высокой массой 1000 семян.

Для выполнения настоящего задания необходимо знать следующие данные: план производственных посевов в колхозе по культурам, утвержденные нормы высева семян, урожайность семеноводческих посевов в ц с 1 га по культурам, процент выхода кондиционных семян, установленный страховой фонд.

Для примера проведем расчет потребности в семенах озимой пшеницы сорта Мироновская 808, располагая при этом следующими данными:

площадь производственных посевов . . . . .	560 га
установленная норма высева семян . . . . .	2,2 ц на 1 га
установленный страховой фонд . . . . .	15 %
урожайность пшеницы на семеноводческих посевах . . . . .	32 ц с 1 га
выход кондиционных семян . . . . .	70 %

На 560 га требуется 1232 ц семян ( $560 \times 2,2$ ), страховой фонд (15%) составит 184,9 ц ( $\frac{1232 \times 15}{100}$ ), значит, всего потребуется 1416,8 ц семян.

При выходе 70% кондиционных семян с каждого гектара семенного посева получают 22,4 ц ( $\frac{32 \times 70}{100}$ ) таких семян. Следовательно, чтобы обеспечить всю производственную площадь пшеницы семенами, нужно иметь не менее 63 га семенных посевов ( $1416,8 : 22,4$ ).

Полученные расчетные данные заносят в таблицу по следующей форме.

Культура, сорт	Потребность семян для посева озимых и яровых под урожай будущего года					Урожайность семенных посевов, ц с 1 га	Выход кондиционных семян, ц с 1 га	Площадь семенных посевов, га
	общая площадь посева, га	норма высева семян на 1 га, ц	требуется семян на всю площадь посева, ц	страховой и переходящий фонды, ц	всего требуется семян, ц			

## Тема 2. Проверка состояния сортовых семян в семеноводческих хозяйствах, отбор среднего образца

По шнуровой книге учета семян устанавливают количество и качество засыпанных в семеноводческое хозяйство сортовых семян для посева будущего года. При этом также проверяют правильность засыпки семян (высоту насыпи или штабеля), выполнение требований по отдельному хранению семян сортов, отличающихся разными показателями.

Обследуют состояние сортовых семян. Семена высокого качества имеют соответствующий цвет и температуру, обладают глянцевой поверхностью и хорошей сыпучестью. У них нет плесневого или гнилостного запаха. Эти качества проверяют при обследовании. Для этого берут горсть семян, на них дышат, затем нюхают. По запаху легко определить наличие в семенах гнили или плесени. Просматривают внешний вид семян, пересыпанием из горсти (несколько раз) устанавливают их сыпучесть. Погрузив по локоть руку в толщу семян, определяют температуру внутри вороха. Более точно температуру измеряют термоштангой, термометром, а при их отсутствии — деревянной палкой, которую вставляют в ворох на 1—2 ч. Если погруженный конец палки будет теплее, чем наружный, значит состояние семян при хранении неблагоприятное, они имеют повышенную влажность, которая может привести к развитию болезней, снизить всхожесть.

При обследовании семеновохранилища устанавливают, как ведется наблюдение и уход за семенами: периодичность измерения температуры, проветривания помещений и перелопачивания семян, сроки отбора проб для анализа и др.

Знакомятся с записями в шнуровой книге и проверяют соответствие их фактическому состоянию семян.

В заключение составляют «Акт проверки состояния сортовых семян», в котором нужно сделать вывод о правильности их хранения, а при выявлении недостатков при хранении указать мероприятия по их устранению.

При обследовании состояния сортовых семян каждый учащийся для приобретения практических навыков должен от одной из партий семян, засыпанных в семеновохранилища, отобрать по установленной методике средний образец на полный анализ семян в семенной инспекции и оформить соответствующие документы.

### **Т е м а 3. Изучение документации на сортовые семена**

Первое знакомство с семенами проводят по документам, удостоверяющим их сортовые и посевные качества. Без таких документов семена не признаются сортовыми и, следовательно, теряют свою ценность. Правильное заполнение документов на сортовые семена входит в обязанность агронома.

Настоящее занятие посвящается изучению содержания документов на сортовые семена и правильному их заполнению.

Знакомиться с документацией на сортовые семена нужно по заполненным бланкам, использовав данные из практики работы государственных семенных инспекций, апробаторов семеноводческих бригад (отделений) колхозов (совхозов). Заполненные бланки документов дадут возможность проанализировать их, сравнить разные по качеству партии семян и семеноводческие посевы, сделать соответствующие выводы о ценности тех или других партий семян и посевов.



**Семеноводческие документы**

Название документа	Кем и на основании чего составляется
«Акт отбора средних образцов семян для определения посевных качеств»	Лицами, уполномоченными семенной инспекцией, и членами комиссии после взятия образцов семян на анализ для отправки вместе с образцами семян
«Удостоверение о кондиционности семян»	Семенной инспекцией по результатам анализа на определение посевных качеств семян. Направляется хозяйству как документ, подтверждающий посевные качества семян
«Результат анализа семян»	Семенной инспекцией по результатам анализа семян: 1) при определении посевных качеств направляется хозяйству в случае несоответствия семян кондициям по какому-либо показателю; 2) при частичном анализе (только влажность или чистота и т. д.) направляется хозяйству как подтверждающий тот или другой показатель семян
«Акт апробации», формы № 1 и 2	Апробатором при полевой апробации посевов, урожай которых используется на семена. Для хозяйства служит документом, подтверждающим сортовые качества семян. На общие сортовые посева составляют акт по форме № 1, на семенные — по форме № 2
«Акт выбраковки посева из числа сортовых»	Апробатором при полевой апробации посевов, оказавшихся по каким-либо показателям (сортовой чистоте, примесям трудноотделимых культур или сорняков и пр.) непригодными на семенные цели
«Акт регистрации посевов»	Апробатором при обследовании сортовых посевов, урожай которых не планируется для использования на семена
«Аттестат на семена»	Учреждением, производящим семена суперэлиты, элиты и самоопыленных линий кукурузы, на основании «Акта апробации» и «Удостоверения о кондиционности семян». Копия аттестата направляется вместе с отпускаемыми семенами как документ, подтверждающий их качество
«Свидетельство на семена»	Учреждением или хозяйством, производящим семена I и других репродукций, на основании «Акта апробации» и «Удостоверения о кондиционности семян». Копия свидетельства направляется вместе с отпускаемыми семенами как документ, подтверждающий их качество
«Сортовое удостоверение»	Хозяйством, сдающим сортовые семена, не доведенные до норм посевного стандарта, на основании «Акт апробации и регистрации посевов». Направляется вместе с партией отпускаемых семян
Этикетки	Учреждением или хозяйством при отправлении образца семян для анализа и при отпуске сортовых семян на основании «Акта отбора образца» и «Аттестата или свидетельства на семена». Одна этикетка вкладывается внутрь мешка, вторая прикрепляется снаружи

## Контрольные вопросы

1. Каковы значение и задачи семеноводства?
2. Каково значение для развития семеноводства постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 ноября 1976 г. «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых, масличных культур и трав?»
3. Почему необходимо сортообновление семян и как оно проводится?
4. Как организуется производство семян элиты?
5. Что означает перевод семеноводства на промышленную основу? Как организуется производство сортовых семян на промышленной основе (на примере Московской области)?
6. Как осуществляется контроль за посевными и сортовыми качествами семян?
7. Как ведется документация на сортовые семена?

# Глава 8

## ЧАСТНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

### ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

**Особенности агротехники семеноводческих посевов.** Специализированные семеноводческие хозяйства, бригады и отделения должны выращивать сортовые семена с высокими посевными и урожайными качествами. Получение таких семян возможно только при высокой культуре земледелия и осуществлении комплекса обоснованных и проверенных агроприемов, направленных на улучшение их качества, повышение устойчивости к вредителям и болезням.

Основной путь получения высокоурожайных семян — выращивание здоровых высокоурожайных растений с крупным, хорошо выполненным и выравненным зерном. К сожалению, влияние высокой агротехники на получение высокоурожайных семян очень непродолжительно, оно проявляется, как правило, только один год.

Выращивая на семенных посевах высокоурожайные семена и затем высевая их на общих (товарных) площадях, можно ежегодно использовать этот эффект в виде прибавки урожая в 2—3 и более ц с 1 га на производственных посевах без дополнительных затрат.

Важным резервом повышения урожайности семян служит отбор на посев крупного, тяжеловесного, выравненного зерна, который должен проводиться ежегодно в процессе сортировки семян. Посев такими семенами не только повышает урожайность зерновых на производственных площадях (не менее чем на 2 ц с 1 га), но и является проверенным средством непрерывного поддержания урожайности сортов. Установлено также, что растения, выращенные из крупных, тяжеловесных семян, в меньшей степени поражаются пыльной головней. Однако самые крупные семена, составляющие в семенной партии обычно 3—5%, использовать на посев не следует, потому что они имеют рыхлый эндосперм, легковесны и часто сильно травмированы.

Очень большое значение имеет введение и быстрее освоение во всех семеноводческих бригадах и отделениях правильных севооборотов. Севооборот должен обеспечивать создание наилучших условий для развития растений на всех семенных посевах; чередование культуры в нем должно предотвращать возможность

распространения болезней и вредителей, видовое и сортовое засорение вследствие падалицы семян.

Важнейшие приемы агротехники, обеспечивающие получение высокого урожая яровых зерновых культур на семенных посевах,— это глубокая ранняя зябь, снегозадержание, своевременная предпосевная обработка почвы, внесение удобрений, посев в оптимальные сроки чистосортными крупными семенами первого класса при лучшей норме высева, прикатывание посевов, систематическая борьба с сорняками, вредителями и болезнями растений, борьба с потерями при уборке урожая.

В каждой области для отдельных зон разработан комплекс агротехнических мероприятий для получения высоких и устойчивых урожаев. Их необходимо применять в первую очередь на семенных посевах и участках. Посев высокосортными семенами с высокими посевными качествами первого класса — надежный резерв повышения урожая на больших площадях. Многие районы и отдельные области засевают теперь все товарные посевы только семенами первого класса.

*Протравливание семян.* Одной из основных причин выбраковки сортовых посевов при апробации является заражение их болезнями свыше допустимых пределов. Для предотвращения этого необходимо точно соблюдать инструкцию по протравливанию семян, правильно выбирать ядохимикаты, соблюдать их дозировки и сроки проведения работы.

*Удобрения.* Семенные посевы следует удобрять в соответствии с разработанной и хорошо проверенной системой применения удобрений, принятой в семеноводческом севообороте.

Полноценные семена формируются при полной обеспеченности растений всеми элементами питания и в наилучшем их сочетании. При внесении минеральных удобрений под семенные посевы необходимо учитывать потребности растений и особенности почв. На черноземах азотные удобрения следует применять с осторожностью, чтобы не ухудшить физические качества зерна вследствие чрезмерного развития вегетативной массы и удлинения вегетационного периода. Под озимые культуры их лучше вносить в подкормку. Фосфорные удобрения повышают семенную продуктивность и урожайные качества семян. При посеве озимых необходимо вносить гранулированный суперфосфат в рядки в смеси с семенами. Калийные удобрения, внесенные под озимые вместе с суперфосфатом, повышают их зимостойкость и устойчивость к полеганию.

Нельзя допускать полегания семенных посевов, которое приводит обычно к значительному снижению массы 1000 семян и их урожайных качеств. По данным Украинского НИИ растениеводства, селекции и генетики имени В. Я. Юрьева, семена с полегших растений давали урожай на 2—3,5 ц с 1 га меньше, чем с обычных. Особенно опасно полегание растений семенных посевов до цветения и в фазе молочной спелости.

Посев на семенных посевах и семенных участках должен проводиться только семенами I категории сортовой чистоты и первого класса посевного стандарта. Тогда всходы появляются дружно, растения более устойчивы к засухе, вымерзанию, болезням и вредителям.

Семенные посевы проводят в оптимальные для данной культуры сроки. Для многих областей Сибири и Северного Казахстана выбор правильного срока посева имеет исключительно важное значение. В этих районах для борьбы с сорняками и для лучшего использования растениями поздних летних осадков сроки посева ранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы на производственных площадях отодвигают. При этом очень часто обеспечивается значительное повышение урожайности. Но, как показал многолетний производственный опыт земледелия в Сибири, на семенных посевах этого делать нельзя. Формирование зерна при поздних сроках посева проходит при пониженной температуре и высокой влажности воздуха, семена имеют большую влажность, плохо хранятся, их урожайные качества снижаются. Нередко поздние посевы попадают под осенние заморозки и дают морозобойное, непригодное для посевных целей зерно.

Зерновые культуры при обычных способах посева имеют в большинстве невысокий коэффициент размножения (отношение урожая семян с 1 га к количеству высеванных семян на 1 га): озимые — 11—12, яровые (ячмень, овес) — 7—9.

Для увеличения коэффициента размножения дефицитных и перспективных сортов на семенных посевах создают высокий фон плодородия, применяют пониженные нормы высева, широкорядные и ленточные способы посева. В течение вегетации на таких посевах проводят тщательный уход за растениями — подкармливают их, уничтожают сорняки, рыхлят междурядья. Многие колхозы и совхозы на участках размножения высевают до 40—50 кг на 1 га семян озимой пшеницы и получают урожаи 40—50 ц с 1 га, доводя при этом коэффициент размножения до 100.

Чтобы устранить возможность перекрестного опыления разных сортов ржи, гречихи, их размещают на расстоянии не менее 200 м друг от друга, что исключает биологическое засорение. Необходимо учитывать расположение посевов этих культур в прилегающих хозяйствах.

Урожай, сортовые и посевные качества семян во многом зависят от правильного и своевременного ухода за семеноводческими посевами. Они должны быть чистыми от сорняков. Особенно тщательно нужно удалять сорняки, семена которых трудно отделимы при сортировке от семян основной культуры, а именно: овсюга — в овсе и ячмене, дикой редьки — в ячмене, татарской гречихи — в пшенице и гречихе, щетинника и тысячеголовника — в просе. Овсюг выметывается раньше овса, его выпалывают при выбрасывании метелки. Сорняки необходимо уничтожать и на дорогах, межах, пустырях путем скашивания, обработки гербицидами.

Очень важно проводить на семеноводческих посевах видовую и сортовую прополки. При видовой прополке удаляют из посевов примеси других культур. Особенно тщательно нужно удалять культурные растения, семена которых трудно отделимы при очистке основной культуры: рожь в пшенице, ячмень в пшенице и овсе, пшеницу в ячмене и ржи. Проводят видовую прополку в период выколашивания и выметывания растений, когда культуры легко отличить одну от другой.

При сортовой прополке удаляют прочие сорта той же культуры. В посевах ржи и гречихи ее не применяют, так как сорта их во время прополки практически неразличимы. У пшеницы проводят две сортовые прополки: при полном колошении, когда можно отличить твердые и мягкие пшеницы, остистые и безостые формы, и в фазе восковой спелости — в это время сорта различаются по окраске колоса и остей. Ячмень первый раз пропалывают при полном выколашивании по форме колоса и остистости и второй раз при восковой спелости — по окраске колоса и остей. У овса примеси других сортов отличаются в фазе молочной спелости по форме метелки. Сортные признаки проса — форма метелки, окраска колосковых чешуй — хорошо различимы после полного выбрасывания метелки.

При сортовой прополке окончательно проводят и видовую прополку — удаляют оставшиеся примеси культурных растений и сорняков. Руководит прополкой агроном-семеновод, который предварительно знакомит работающих с признаками растений, по которым следует распознавать сортовые и видовые примеси. Полоточки становятся в ряд на расстоянии вытянутых рук друг от друга и, чтобы не повреждать посеvy, идут вдоль рядков, раздвигая растения. Примеси выдергивают с корнями или срезают, затем их выносят с поля и уничтожают.

При видовой прополке до начала цветения растений обязательно удаляют колосья пшеницы и ячменя, пораженные пыльной головней. Чтобы споры не разлетались, колосья больных растений собирают в ведро, а затем уничтожают. Более позднее выпалывание таких растений (во время цветения) приводит к сильному поражению посева пыльной головней.

После окончания работ составляют «Акт сортовой прополки семеноводческого посева».

**Уборка и сушка сортовых семян.** Уборку семенных посевов особенно важно провести в лучшие сроки. Таким сроком для раздельной уборки ржи, пшеницы и ячменя будет начало восковой спелости зерна; для овса — полная спелость зерна в верхней части метелок; для проса — когда на метелках главного стебля начальная полная спелость будет у 50% зерна; гречиху убирают при побурении 50—60% плодов.

Начало восковой спелости определяют перед уборкой, взяв пробу из 10 растений в разных местах посева. Выбранные из пробных колосьев зерна сдавливают пальцами; в начале фазы во-

сковой спелости половина их будет расплющиваться. Потери зерна при уборке во время восковой спелости значительно сокращаются.

При обмолоте и последующих операциях семенное зерно получает механические повреждения, травмируется. Образуются битые, растреснувшие и частично оголенные зерна. Число поврежденных при обмолоте в той или иной степени зерен может достигать 50% и более, особенно у ржи из-за удлиненной формы и продолговатого выпуклого зародыша. Травмированные семена плохо хранятся: они интенсивно дышат, выделяют много тепла, плесневеют и самосогреваются, на них сильно развиваются микроорганизмы. Всякое повреждение заметно снижает полевую всхожесть семян.

При обмолоте валков, а также при комбайнировании нужно добиваться максимального снижения механического повреждения семян. Это достигается оптимальной величиной подачи хлебной массы в молотильный аппарат и правильной регулировкой скорости барабана. В настоящее время освоено производство комбайнов, специально предназначенных для уборки семенных посевов. Они, имея по два барабана, обеспечивают отдельный вымолот и отделение более крупных семян от менее ценного зерна, которое используется на продовольственные и фуражные цели.

Широко известен в нашей стране колхоз «Россия» Змеиногорского района — лучшее хозяйство Алтайского края. За успешное завершение девятой пятилетки он награжден переходящим Красным знаменем ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ. Колхоз — многоотраслевой, но главная отрасль — полеводство, а в нем — семеноводство. Колхоз специализируется на выращивании высококачественных семян зерновых культур, в основном пшеницы. Вся посевная площадь 13 064 га, в том числе зерновых 9925 га, из них пшеницы 5356 га. Урожай зерна в 1975 г. составил 26,4 ц, озимой пшеницы сорта Мироновская 808 — более 32 ц с 1 га. План продажи зерна государству был выполнен на 258%. Денежный доход от реализации продукции растениеводства в общем доходе (6 млн. 322 тыс. руб.) составил 3 млн. 371 тыс. руб. При этом больше половины его получено за счет повышения качества продукции: за высокое качество семян — 340 328 руб., за сортность — 596 333 руб.

Высокие урожаи на семенных посевах — результат высокой культуры земледелия в хозяйстве. Колхоз постоянно совершенствует структуру посевных площадей (разработаны, внедрены и строго соблюдаются интенсивные семипольные севообороты), строго поддерживается специализация бригад — каждая выращивает только один сорт и одну его репродукцию, что дает возможность избежать обезличку и предотвратить засорение одного сорта другим; в этих же бригадах размножают семена суперэлиты и элиты того или иного сорта; сортообновление проводится не реже одного раза в три года.

Под семенные участки отводят самые плодородные и чистые от сорняков земли (чистый пар, поля из-под многолетних трав или хорошо удобренных пропашных культур). Стараются выбирать участки, где почва поспевает раньше — при посеве в более ранние сроки получают лучшие семена. Ликвидирован шаблонный подход к обработке массивов, который приводил к значительному недобору урожая. Проводится дифференцированная обработка почвы. В соответствии с почвенной картограммой для каждого поля разработана своя агротехника. Большое внимание уделяется подготовке семян (калибровка, воздушно-тепловой обогрев и протравливание), чем достигается высокая полевая всхожесть, устойчивость растений к болезням и вредителям.

В колхозе пять механизированных токов с мощными очистительными линиями, специальными вентилируемыми складами для хранения кондиционного зерна. Каждый ток специализирован на очистке, сортировании и доведении до необходимых кондиций только одного определенного сорта. За один пропуск семена доводятся до первого и второго классов посевного стандарта. На токах многое сделано для того, чтобы семена меньше травмировались.

Колхоз работает в тесном контакте со специалистами и учеными Алтайского НИИ земледелия и селекции, Алтайского СХИ и Бийской селекционной станции.

Технологический процесс послеуборочной обработки семенного зерна состоит из следующих последовательно проводимых операций: первичной очистки; сушки или активного вентилирования; вторичной очистки; сортировки (выделение фракции крупных и средних тяжеловесных семян). Эта схема может при необходимости дополняться воздушно-тепловым обогревом семян или сокращаться на одно звено, если сушка не требуется.

Первичная очистка проводится для отделения живого и мертвого сора и снижения влажности зерна. Для этого используют высокопроизводительные ворохоочистительные машины ОВП-20А, ЗВС-20, «Петкус» (К-523), ЗД-10 и др. Все поступающее на ток зерно должно в тот же день пройти первичную очистку. Запаздывание с очисткой примеси (остатков соломы, мякоти и др.) способствует увлажнению семян, размножению микроорганизмов и амбарных вредителей, что ведет к самосогреванию семян и потере всхожести.

Чаще всего семена при отдельной уборке имеют нормальную влажность и не требуют дополнительной сушки. Но в дождливую осень, а также в северных и восточных областях в результате затяжного характера созревания хлебов на ток поступает зерно с повышенной влажностью. Если такое зерно своевременно не просушить, семена быстро портятся, снижаются их всхожесть и энергия прорастания. Необходимо проводить немедленную сушку всего семенного зерна, поступающего на тока от комбайнов. Исследования Л. А. Азина, проводившиеся в Уральском НИИСХ, по-



казали, что при этом полевая всхожесть семян увеличивается на 10—15%, а урожайность повышается на 3—5 ц с 1 га.

В южных районах страны, а также при хорошей солнечной погоде применяется воздушно-солнечная сушка на открытых площадках с асфальтовым покрытием, которые быстро нагреваются, держат тепло и не пропускают почвенную влагу. Под влиянием солнечных лучей уменьшается влажность семян, они хорошо физиологически дозревают, микроорганизмы и амбарные вредители в семенах под солнцем значительно теряют свою жизнеспособность или погибают. На площадки насыпают семена слоем до 10 см и просушивают, перелопачивая в течение 3—5 дней. Для 1 т семян пшеницы нужна площадь 13 м<sup>2</sup>, ржи — 14, ячменя — 17, овса — около 22 м<sup>2</sup>.

В увлажненных районах сушка семенного зерна повышенной влажности производится на стационарных (СЗСБ-4, СЗСБ-8) и передвижных (СЗПБ-2) сушилках барабанного типа или стационарных (СЗШ-8, СЗШ-16) и передвижных (СЗПЖ-8) сушилках шахтного типа. Очень хорошие результаты дает сушка путем активного вентилирования подогретым воздухом.

Цель вторичной очистки — доведение семян по чистоте до первого класса посевного стандарта. При этом полностью удаляются семена сорняков и других культурных растений, битые, незрелые, щуплые и больные зерна, головневые мешочки и рожки спорыньи.

Сортировку проводят одновременно со второй очисткой или как самостоятельный прием для разделения семян на фракции по крупности и удельному весу. На посев лучше всего использовать первую и вторую фракции крупных и средних (по массе 1000 штук) семян.

Для вторичной очистки и сортировки применяют зерноочистительные машины ОС-4, 5А, СМ-4, «Петкус-Гигант» (К-531/1).

Концентрация производства сортовых семян в специализированных хозяйствах, а также в семеноводческом отделении (бригаде) дает возможность создавать поточные линии и применять поточную технологию послеуборочной обработки семян. При поточном методе зерновой ворох, поступающий непосредственно от комбайнов, подвергается непрерывной обработке в ряду последовательных операций, в результате чего семена своевременно доводятся до посевных кондиций. При этом обеспечивается высокое качество работы, значительно повышается производительность труда и достигается большая экономия рабочей силы.

Поточные линии можно создавать, используя имеющиеся в хозяйствах зерноочистительные машины, сушилки и другие механизмы. Во многих семеноводческих хозяйствах на этой основе созданы довольно совершенные и высокопроизводительные зерноочистительные пункты. В качестве примера можно назвать механизированный зерноочистительный пункт совхоза «Кубань» Краснодарского края. Зерно непосредственно от комбайнов поступает здесь

на центральный совхозный ток-элеватор. Он полностью механизирован. Самосвалы с зерном проходят через автоматические весы, затем сгружают его в завальную яму элеватора. Отсюда зерно подается по нориям в размещенные на двух этажах очистительные и сортировальные машины. Если зерно влажное, его пропускают через сушилку барабанного типа. Отсортированные семена попадают в башни емкостью 300 т каждая, где хранятся до посева. Полная обработка семян обычно заканчивается в день их обмолота комбайном.

За последние годы многие хозяйства стали широко использовать выпускаемые промышленностью укомплектованные зерноочистительные пункты завода «Воронежсельмаш» и поточные зерноочистительные линии фирмы «Петкус» (ГДР). Завод «Воронежсельмаш» выпускает машины и оборудование для зерноочистительных и зерноочистительно-сушильных пунктов производительностью 10 и 20 т/ч. Разработаны типовые проекты на строительство таких пунктов. Они предназначены для комплексной механизации обработки зерна. Технологические схемы и оборудование пунктов позволяют полностью исключать ручной труд при очистке, сортировке и сушке как товарного, так и семенного зерна.

Чтобы избежать порчи влажных семян при хранении их без сушки, в последние годы колхозы и совхозы стали использовать простейшие напольные установки для активного вентилирования атмосферным воздухом. Такие установки получили широкое применение в Прибалтийских советских республиках, в Московской области и других районах с повышенным увлажнением в период уборки урожая.

Для хранения влажных семян под навесом вблизи от поточных линий сооружают напольные установки. Устанавливают небольшие центробежные вентиляторы, каждый из которых может обрабатывать холодным воздухом насыпь семян в 20—50 т. Влажные семена засыпают на площадке из деревянных воздухораспределительных решеток. Их укладывают в один или два ряда и соединяют через диффузор с вентилятором. Слой семян в этом случае в зависимости от влажности равен 1—1,2 м. Семена с влажностью более 20% вентилируют круглосуточно, при меньшей влажности — только днем. Таким способом можно хранить семена без снижения их всхожести до 8—10 суток. По мере освобождения сушилок зерно с установок активного вентилирования направляют на сушку и сортировку.

Вентилирование при подогреве атмосферного воздуха можно использовать и для сушки семенного зерна до кондиционной влажности. Особенно полезно сушить таким способом семена зерновых бобовых культур и трав. Сушка вентилированием проводится при невысоких температурах — около 30—35 °С. Наружный воздух при этом подогревается теплогенератором (или калорифером) только на 10—15 °С. По технологической эффективности этот способ сушки близок к сушке в зерносушилках.

Широко применяют активное вентилирование и при предпосевной подготовке семян. В теплые дни вентилирование можно проводить неподогретым атмосферным воздухом, а в холодные и дождливые дни воздух следует подогревать до 30—35 °С. По данным Уральского НИИСХ, такое воздействие на семена яровой пшеницы в течение пяти дней в среднем повышало их энергию прорастания на 30—40%, полевую всхожесть — на 6—12% и урожай зерна — на 14%.

Напольные установки активной вентиляции представляют большой практический интерес не только для элитно-семеноводческих хозяйств и семхозов, которые должны производить большие количества первоклассных семян высших репродукций, но и для семеноводческих бригад и отделений колхозов и совхозов в районах с неустойчивой погодой в период уборки урожая для послепосевной обработки и доведения семян до высоких посевных кондиций первого класса. При организации хорошо поставленного сушильного хозяйства и обеспеченности поточными зерноочистительными линиями и семеноводческие бригады и отделения при любой погоде во время уборки будут в состоянии обеспечить свои хозяйства высококачественными семенами первого класса. Затраты на их сооружение очень быстро окупаются.

**Особенности семеноводства кукурузы.** Современная система семеноводства кукурузы состоит из двух основных звеньев: научно-исследовательских учреждений и специализированных семеноводческих хозяйств по производству семян кукурузы.

Опытно-производственные хозяйства научно-исследовательских учреждений и учебно-опытные хозяйства сельскохозяйственных вузов и техникумов, работу которых возглавляют специализированные научно-исследовательские учреждения, производят семена элиты и I репродукции всех самоопыленных линий и сортов (по схеме: питомник отбора, семенной питомник, питомник элиты), семена простых гибридов — родительских форм районированных гибридов и семена элиты районированных сортов для продажи специализированным семеноводческим хозяйствам.

Специализированные семеноводческие звенья производят семена районированных простых, двойных и других гибридов и сортов кукурузы для выполнения плана заготовок их в государственные ресурсы.

Согласно постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 ноября 1976 г. «О мерах по дальнейшему улучшению селекции и семеноводства зерновых, масличных культур и трав», посев кукурузы в колхозах, совхозах и других государственных сельскохозяйственных предприятиях должен проводиться семенами гибридов первого поколения и сортами не ниже III репродукции.

Специализированные семеноводческие хозяйства выращивают гибридные семена первого поколения на участках гибридизации,

которые должны быть удалены от других посевов кукурузы на расстояние не менее 300 м.

Посев родительских форм должен быть произведен таким способом, чтобы обеспечить наиболее полное опыление материнских растений. Чередование материнских и отцовских самоопыленных линий при выращивании простых межлинейных гибридов определяется рядом условий: совпадением сроков цветения, пыльцеобразующей способностью отцовской линии, почвенно-климатическими условиями той или иной зоны. В практике можно встретить размещение материнских и отцовских линий в отношениях 4:4,2:1,2:2, но чаще всего чередование рядков осуществляется в отношении 4:2. Для этого при посеве в крайние коробки сеялки засыпают семена отцовской, а в четыре средние — материнской формы.

Гибридные семена первого поколения, которые затем используют для производственных посевов, образуются на материнских растениях, и их качество прежде всего определяется тем, в какой степени цветы материнской формы оказались опыленными высеянными рядом отцовскими растениями. Поэтому всякая возможность смешения семян родительских форм гибрида при посеве, наличие семян другой линии или сорта должны быть исключены. Агроном-семеновод лично проверяет все семенные коробки сеялки до засыпки семян — они должны быть тщательно очищены (до одного зерна). Также строго должна соблюдаться и изоляция участка гибридизации от других посевов. Для лучшего распознавания рядков родительских форм к семенам отцовских растений добавляют немного семян (0,2—0,3% семян кукурузы) маячной культуры, чаще всего подсолнечника. После всходов их оставляют по одному на 25 пог. м.

На участке применяют комплекс агротехнических мероприятий, обеспечивающий получение хороших урожаев и формирование высококачественных семян. Своевременно и качественно должны выполняться все работы по уходу за посевами (удаление сорняков, рыхление почвы и т. д.). Проводят не менее двух сортовых прополок, последнюю — в начале выметывания метелок, когда гибридные примеси бывают хорошо заметны. Их удаляют до цветения. Все растения с фертильными или полустерильными метелками в рядках стерильной формы удаляют в самом начале цветения и в течение всего периода выметывания. Результаты проведения каждой сортовой прополки отмечают в «Акте апробации».

Качество работы на участках гибридизации на протяжении всего периода выращивания гибридных семян контролирует агроном-семеновод. Государственный контроль за выращиванием семян осуществляется полевыми обследованиями, которые проводятся в соответствии с действующей инструкцией.

Початки с материнских растений убирают при наступлении полной спелости зерна в сжатые сроки, применяя меры предосторожности, чтобы не допустить даже частичного смешивания початков материнских (гибридных) и отцовских. Сначала убирают

и вывозят с поля початки с рядков материнских растений, а затем с отцовских, подбирая вместе с ними с поля початки, упавшие на землю при уборке материнских форм. Их используют как товарное зерно. Если посева отцовской формы идут на силос, их убирают раньше.

Початки с материнских растений непосредственно с поля сдают для обработки на специализированные заводы Министерства заготовок СССР, где их очищают от оберток, сушат, обмолачивают, калибруют на фракции, протравливают и затаривают в мешки.

Гибридные семена первого поколения ежегодно продаются колхозам и совхозам для товарных посевов. Высокой урожайностью обладают лишь гибридные семена первого поколения, а в последующих поколениях она снижается до уровня урожая обычных сортов, в связи с чем и производится ежегодное сортообновление гибридных семян кукурузы.

Дальнейшее совершенствование системы семеноводства кукурузы должно идти по пути создания производственных и научно-производственных объединений, организующих выращивание, заготовку и переработку гибридных семян. При этом заводы по обработке и хранению семян кукурузы должны стать собственной промышленной базой этих объединений. Первое научно-производственное объединение такого типа под названием «Гибрид» создано в Молдавии. В Украинской ССР созданы зональные научно-производственные объединения «Днепр», «Таврия», «Черноморец» по выращиванию и обработке семян простых межлинейных гибридов фуражного использования.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Тема 1. Изучение сортовых признаков и сортов зерновых культур

При выполнении задания не ставится цель изучить сортовые признаки и свойства сортов. Производственную характеристику основных районированных сортов учащиеся должны знать из курса растениеводства.

Задача занятия — научиться пользоваться комплексом признаков для отличия сортов, принадлежащих к одной разновидности.

Учащиеся изучают по каждой культуре 2—3 наиболее распространенных сорта, один из которых районирован в зоне, где расположен техникум (предварительно учащийся должен, вспоминая курс растениеводства, определить, к какому виду, подвиду, разновидности относятся изучаемые сорта). При описании сортов нужно учитывать модификацию сортовых признаков от условий выращивания.

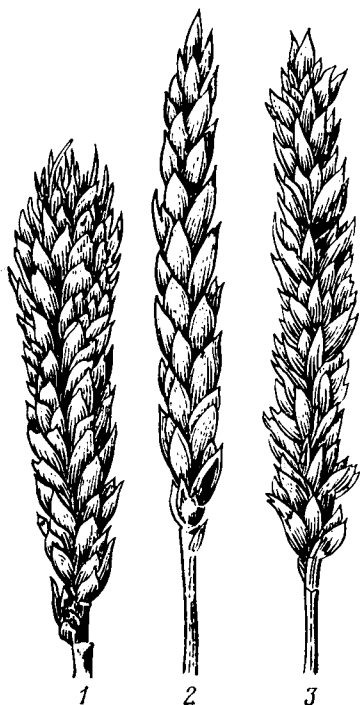


Рис. 48. Форма колоса пшеницы:  
1 — булавовидная; 2 — веретеновидная;  
3 — цилиндрическая.

На уроке под руководством преподавателя учащийся проводит описание сортов одной-двух ведущих зерновых культур. По остальным культурам задание выполняется самостоятельно.

**Сортовые признаки пшеницы** изучают на наиболее типичных колосках из средней части колоса. Сорта различают по строению колоса, характеру остей, форме и признакам колосковых чешуй, килевому зубцу и форме зерна.

**Строение колоса.** У сортов может быть три формы колоса: 1) веретеновидная, сужающаяся к вершине, а часто и к основанию; 2) цилиндрическая (призматическая), когда колос в поперечном сечении более или менее одинаков по всей длине, за исключением самого верхнего и нижнего колосков; 3) булавовидная (скверхед), утолщающаяся и уплотняющаяся к вершине (рис. 48). Большинство сортов мягкой пшеницы имеет веретеновидный колос, а твердой — цилиндрический.

По длине колосья могут быть короткие (до 8 см у мягкой пшеницы и до 6 см у твердой), средней длины (соответственно 8—10 и 7—9 см) и длинные (более 10 и 9 см).

Плотность колоса определяют по числу колосков на 10 см длины стержня. Длину стержня промеряют от основания нижнего колоска до основания верхнего.

Показатели плотности колоса у мягкой пшеницы: рыхлоколосые — до 17, средней плотности — 17—22 и плотноколосые — 23—28 и выше; у твердой пшеницы соответственно до 25, 25—28 и 29 и выше.

**Характер остей.** Различают ости грубые (толстые, жесткие) и нежные (тонкие, эластичные); по степени зазубренности — с крупными или мелкими зубчиками, редко или густо посаженными; по длине — короткие, средней длины и длинные. У третьих и четвертых цветков ости короче, чем у первых и вторых. У ряда безостых сортов цветки верхней части колоса могут иметь остевидные отростки длиной до 2—3 см.

**Форма колосковой чешуи:** 1) ланцетная — узкая, суживающаяся к вершине и основанию, длина ее более чем в 2 раза

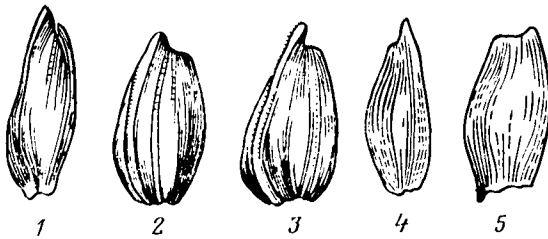


Рис. 49. Форма колосковой чешуи пшеницы:  
1 — ланцетная; 2 — овальная; 3 — яйцевидная; 4 — яйце-  
видно-ланцетная; 5 — лопатчатая.

превышает ширину; 2) овальная — короткая, широкая, округлая, длина ее превышает ширину не более чем в 2 раза; 3) яйцевидная — короткая, округлая и расширенная у основания и сильно суженная в верхней части; 4) лопатчатая — наименее вытянутая, короткая, широкая (рис. 49). У многих сортов встречается промежуточная форма — яйцевидно-ланцетная — длинная, округлая у основания, сильно суженная вверх.

Колосковые чешуи различаются также по степени грубости, длине (короткие — 7—8 мм, средней длины — 9—10 мм, длинные — 11—12 мм), ширине (узкие — 3 мм, средней ширины — 4 мм, широкие — 5 мм). Они могут быть выпуклыми и плоскими.

*Плечо колосковой чешуи* (выступ на верхушке от основания килевого зубца до наружного края чешуи). Различают следующие типы плеча: 1) едва заметное (отсутствует) — направлено вниз от зубца и незаметно переходит в боковой край чешуи; 2) скошенное — направлено вниз от зубца под тупым углом; 3) прямое — направлено перпендикулярно зубцу; 4) приподнятое — направлено вверх от зубца под острым углом (резко выраженное приподнятое плечо иногда образует как бы второй зубец и тогда называется бугорчатым) (рис. 50). В зависимости от ширины плечо может быть узким, если оно меньше 1 мм, средней ширины — 1—2 мм и широким — больше 2 мм.

*Киль и килевой зубец колосковой чешуи.* Киль может быть резко или слабо выражен, широкий или узкий, доходящий или не доходящий до основания чешуи. Различают сорта также по зазубренности киля, заметной по всему килю или выраженной только в верхней части его. Килевой зубец может быть коротким — до 2 мм, средней длины — 3—5 мм, длинным — 6—10 мм и остевидным — свыше 10 мм. Зубцы бывают тупыми, острыми, прямыми и изогнутыми: клювовидный — в сторону плеча, отогнутый назад — в противоположную сторону (рис. 51).

*Форма и признаки зерна.* Типичные формы зерна: 1) яйцевидная — расширенная у основания зерна; 2) овальная — суживающаяся у вершины и основания зерна; 3) бочковидная — усеченная и плоская у вершины и основания; в этом случае длина зерна незначительно превышает ширину (рис. 52).

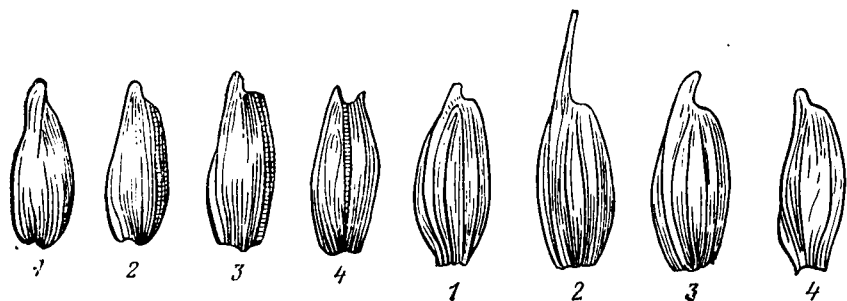


Рис. 50. Плечо колосковой чешуи пшеницы:

1 — отсутствует; 2 — скошенное; 3 — прямое; 4 — приподнятое.

Рис. 51. Зубцы колосковой чешуи пшеницы:

1 — тупой; 2 — острый; 3 — клювовидный; 4 — отогнутый назад.

Сорта различаются также по крупности зерна (крупные — масса 1000 зерен более 30 г, средней крупности — 25—30 г и мелкие — менее 25 г), консистенции (мучнистые, стекловидные, полумучнистые и полустекловидные), окраске фенолом, опушению верхушки зерна (волоски хохолка длинные, короткие; густые, редкие) (см. схему описания сортов).

**Сортовые признаки ржи.** Все сорта озимой ржи представлены одной разновидностью *vulgaris*. Они отличаются друг от друга меньше, чем сорта остальных зерновых культур, так как представляют собой популяции биотипов и форм разной сложности и многообразия, поэтому определять их сложнее. Сорта ржи различают по форме, длине и плотности колоса, характеру остей, размерам, форме и окраске зерна.

**Форма колоса** может быть: 1) призматической (Вятка, Саратовская 1) — лицевая и боковые стороны равны по ширине; 2) веретеновидной (Харьковская 194) — в нижней части колоса лицевая сторона шире боковой; 3) удлинено-эллиптической (Лисицына) — лицевая сторона в середине более широкая, а к основанию и вершине суживается.

**Длина колоса:** длинный — 12 см и более, средней длины — 8—11 см, короткий — менее 8 см.

**Плотность колоса:** высокая — на 10 см стержня приходится 40 колосков и более, выше средней — 36—39, средняя — 32—35 и низкая (колос рыхлый) — меньше 32.

**Ости:** по длине различают короткие — менее 1 см, средней длины — 1—3 см, длинные — более 3 см, а по направлению их — прижатые, расходящиеся и промежуточные.

**Форма зерна:** овальная — длина превышает толщину менее чем в 3,3 раза, удлиненная — отношение длины к толщине более 3,3 (рис. 53).

**Признаки зерна.** Зерно может быть длинное — более 8 мм, средней длины — 7—8 мм, короткое — менее 7 мм, а так-



же крупное — (масса 1000 зерен 25 г и более), средней крупности (20—23 г) и мелкое (менее 20 г); окраска зерна — зеленая, желтая или коричневая (однако она не выдержана у сортов: зерна каждого из них имеют свои оттенки, поэтому при описании указывают преобладающий цвет окраски зерна).

Сорта различают также по наличию или отсутствию хохолка на зерне, плотности заключения зерна в цветковых чешуях (этот признак характеризует устойчивость сортов к осыпанию): имеются сорта с зернами, плотно заключенными в чешуях, и сорта с зернами, открытыми в различной степени (рис. 54).

Кроме указанных признаков, сорта ржи различаются по форме колосковых чешуй (ланцетная, ромбическая), форме наружных цветковых чешуй (прямая, вздутая), по прочности внутренней цветковой чешуи (ломкая или неломкая, рвущаяся или нервущаяся) (см. схему описания сортов).

**Сортовые признаки ячменя.** Сорта ячменя различаются по плотности, длине и форме колоса, по переходу цветковой чешуи в ость, строению остей, а также по признакам зерна и цветковых чешуй.

**Плотность колоса.** Определяется числом колосков или членков стержня на 4 см длины колоса в средней его части (как наиболее правильно построенной). Плотность колоса у ячменя — признак разновидностей. Различают рыхлые колосья (7—14 членков на 4 см длины стержня колоса) и плотные (15—30 членков). Распространенные в нашей стране сорта относятся к группе рыхлоколосых разновидностей. В этих пределах сорта могут иметь колосья с пониженной плотностью — 9—9,9, средней — 10—10,9 и повышенной плотностью — 11 и более.

**Длина колоса:** длинный — более 8 см, средней длины — 6—8 см и короткий — менее 6 см.

**Форма колоса** (определяется поперечным размером колоса у многорядных ячменей): ромбическая, прямоугольная или квадратная.

**Переход цветковой чешуи в ость** может быть: 1) постепенным — основание ости расширено и ость как бы продолжает цветковую чешую; 2) резким — основание ости тонкое и ость резко ограничена от цветковых чешуй; 3) широким — основание ости широкое с ушками (рис. 55).

**Строение остей.** У сортов ячменя южного происхождения ости грубые, ломкие, неосыпающиеся, у северных сортов они нежные и осыпающиеся. Различают также длинноостистые сорта ячменя — ости превышают длину колоса в 1,5—

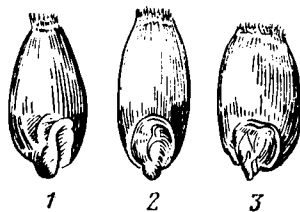


Рис. 52. Форма зерна пшеницы:

1 — яйцевидная; 2 — овальная;  
3 — бочковидная.

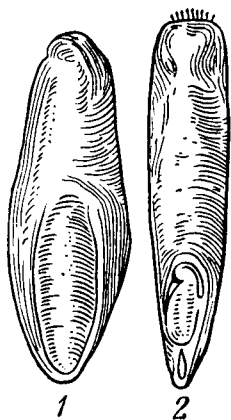


Рис. 53. Форма зерна ржи:  
1 — овальная; 2 — удлиненная.

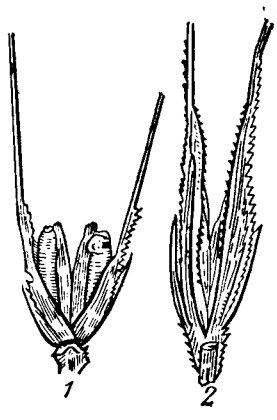


Рис. 54. Плотность заключения зерен ржи в цветковых чешуях:  
1 — неплотное (зерна открытые); 2 — плотное (зерна закрытые).

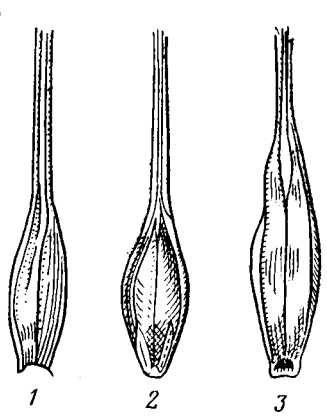


Рис. 55. Переход наружной цветковой чешуи ячменя в ость:  
1 — постепенный; 2 — резкий, 3 — широкий.

2 раза), среднеостистые (превышают ненамного) и короткоостистые (равны или немного короче колоса).

**Признаки зерна.** По крупности зерна сорта могут быть крупнозерными (длина более 10 мм, масса 1000 зерен более 40 г), средней крупности (9—9,9 мм и 35—40 г) и мелкозерными (менее 9 мм и менее 35 г).

**Форма зерна:** 1) удлиненная — основная масса эндосперма сосредоточена выше середины зерна; 2) эллиптическая — масса эндосперма расположена равномерно по всему зерну; 3) ромбическая — масса сосредоточена в середине зерна с резким сбегом к вершине и основанию (рис. 56). Зерна для определения формы берут из нижней трети колоса.

**Основная щетинка зерна** (рис. 57), находящаяся у основания его с брюшной стороны, по характеру опушения может быть в олоистой (волоски длинные) и войлочной (волоски короткие). Такой же характер опушения у колосковых чешуй и стержня.

**Наружная цветковая чешуя.** Различают тонкую морщинистую цветковую чешую (обычно у пивоваренных сортов) и грубую гладкую (у южных кормовых сортов). Средние жилки ее у одних сортов имеют зазубренность (Винер), у других — гладкие (Золотой) (см. схему описания сортов).

**Сортовые признаки овса.** Сорта овса различают по форме метелки, типу зерна, характеру колосковых чешуй и остей, числу зерен в колоске и опушению основания нижнего зерна. Распознавать сорта овса несколько затруднительно вследствие изменчивости некоторых сортовых признаков (например, остистость) под

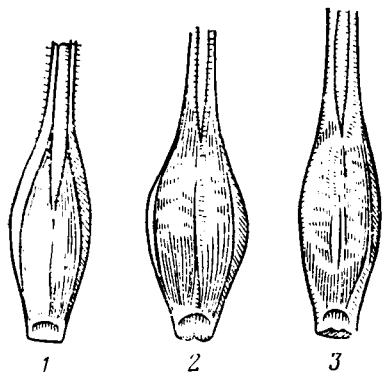


Рис. 56. Форма зерна ячменя:  
1 — удлиненная; 2 — ромбическая; 3 — эллиптическая.

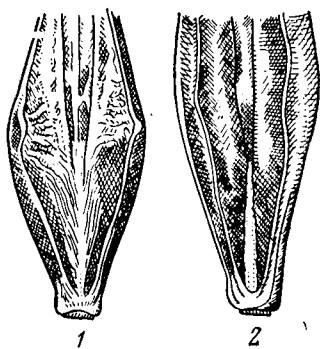


Рис. 57. Основная щетинка зерна ячменя:  
1 — волосистая; 2 — войлочная.

действием условий произрастания и нерезко выраженных отличий отдельных из них (тип зерна).

Для распознавания сортовых признаков берут только нижние и одиночные (недвойные) зерна колосков верхней части метелки. Остальные зерна нехарактерны.

**Форма метелки.** Если для установления разновидности достаточно знать лишь крайние варианты форм метелки — раскидистая или сжатая (одногривая), то при определении сортов учитывают и степень раскидистости метелки, т. е. под каким углом отклоняются боковые ветки от главного стержня: полусжатая — боковые ветки отходят от главного стержня под углом 30—40° (направлены вверх); раскидистая — угол отклонения ветвей 60—70° (тоже направлены вверх); с горизонтальными ветвями (рыхлая) — боковые ветки отходят от главной оси под углом 90°, пониклая — с дугообразно опущенными ветвями. Определять форму метелки нужно не позднее восковой спелости зерна, так как под тяжестью колосков веточки поникают и форма метелки изменяется.

**Тип зерна** (рис. 58): московский (толстопенчатый, или шведский) — зерно крупное, широкое, выполненное, с горбатой спинкой, с широко открытой до верхушки внутренней цветковой чешуей, плоским брюшком, тупой верхушкой, коротким стерженьком второго зерна (Московский 315, Победа); харьковский (тонкопенчатый, или лейтевицкий) — зерно уже и тоньше, спинка более ровная, выполненность зерновки меньшая (на  $\frac{2}{3}$  длины цветковых чешуй), вершина зерна удлиненная, пустая, притупленная (Харьковский 596, Лоховский, Лейтевицкий); верхняцкий (длиннопенчатый) сходен с харьковским, имеет более длинное и выполненное зерно с заостренной верхушкой (Советский); шатиловский (встречается как примесь) — зерно более короткое, заостренное с обоих концов, выпуклое со спинки и

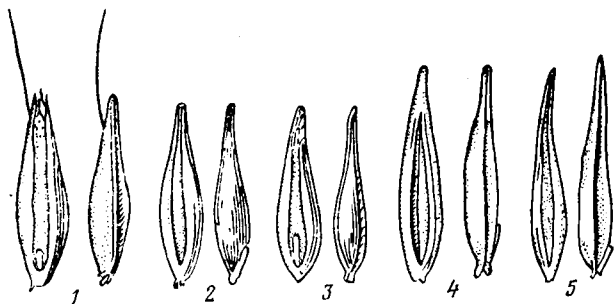


Рис. 58. Типы зерна овса:

1 — московский (толстопленчатый, или шведский); 2 — харьковский (тонкопленчатый, или лейтевацкий); 3 — шатиловский; 4 — верхняцкий (длиннопленчатый); 5 — игольчатый.

брюшка, с длинным стерженьком второго зерна; игольчатый — зерно узкое, тонкое, длинное, с острой длинной вершиной, плоское с обеих сторон, цветковые чешуи значительно превосходят зерновку, внутренние цветковые чешуи закрыты или слабо открыты. Характерен для местных сортов.

*Колосковые чешуи* могут быть длинные (22—25 мм и больше) и короткие (18—21 мм), широкие (6—7 мм) и узкие (5—5,5 мм).

*Характер остей*: I тип — ость грубая, имеет заметную коленчатость, в нижней части спирально закрученная, темная (Байкал); II тип — ость среднеразвитая, коленчатость отсутствует, в нижней части закрученная, слегка окрашенная (Московский 315); III тип — ость слаборазвитая; короткая, белая, прямая или слегка закрученная, встречается у безостых сортов (Победа).

Сорта различаются также по опушению основания нижнего зерна (имеются сорта с опушенным и неопушенным основанием). Кроме того, необходимо различать степень опушенности, например густые пучки белых волосков по бокам основания зерна (Московский 315) и редкие пучки волосков (Советский) (см. схему описания сортов).

**Сортовые признаки проса** (форма зерна, его окраска и крупность, длина метелки). В период созревания проса в поле можно ознакомиться с сортовыми признаками самого растения — его высотой, числом междоузлий стебля, длиной нижнего междоузлия и степенью пониклости метелки при созревании. Но надо учитывать, что признаки самого растения неустойчивы и значительно изменяются в зависимости от внешних условий.

*Форма зерна* может быть: 1) шаровидной — длина, ширина и толщина его почти одинаковы, цветковые чешуи на вершине зерна часто разомкнуты; 2) удлиненой — длина зерна превышает ширину и толщину примерно в 1,5 раза, цветковые чешуи на вершине сомкнуты; 3) овальной — промежуточная между шаровидной и удлиненой. Форму определяют по зернам верхней части метелки.

По крупности зерна различают сорта: 1) крупнозерные — масса 1000 зерен более 7 г (зерна не проходят через сито с круглыми отверстиями 1,8 мм); 2) средней крупности — масса 1000 зерен 5—7 г (зерна не проходят через сито с отверстиями 1,5 мм); 3) мелкозерные — масса 1000 зерен менее 5 г (зерна не проходят через сито с отверстиями 1,2 мм).

**Окраска зерна.** Когда устанавливают разновидность проса, степень интенсивности окраски зерна не учитывают, при определении же сортов — это важный признак, так как в пределах разновидности встречаются сорта с различной окраской зерна. Например, к разновидности *flavum* относится просо с развесистой метелкой и желтой окраской цветковой чешуи зерна, а относящиеся к этой разновидности сорта имеют неодинаковую окраску зерна: Долинское 12 — кремовую, Долинское 36 — светло-желтую, Казанское 506 — золотисто-желтую. Вместе с тем нужно учитывать, что интенсивность окраски зерна не является устойчивым признаком, она меняется в зависимости от метеорологических и других условий.

**Длина метелки** у разных сортов колеблется от 10 до 50 см. По высоте растений различают высокорослые сорта (выше 90 см), среднерослые (70—90 см) и низкорослые (менее 70 см). Число междоузлий колеблется от 2 до 8 и более. Длина нижнего междоузлия может быть от 10 до 25 см. По степени пониклости метелки при созревании различают сорта с непоникающей, среднепоникающей и сильнопоникающей метелкой (см. схему описания сортов).

## **Тема 2. Полевая апробация сортовых посевов зерновых культур**

Полевая апробация — основной метод государственного контроля. Каждый учащийся должен выполнить задание самостоятельно.

В летнее время после проведения учащимися видовой и сортовой прополки и составления акта на сортовую прополку семеноводческого посева необходимо отобрать снопы (сноп одной из самоопыляющихся культур — на четырех учащихся и сноп ржи из расчета на одну академическую группу). После анализа снопа составить апробационные документы и указать конкретные предложения об улучшении семеноводства в хозяйстве.

## **Тема 3. Определение чистосортности зерновых культур по семенам и всходам**

Применяя этот метод, можно дополнительно к полевой апробации проверить засыпанные на хранение сортовые партии зерна и установить, не произошло ли засорение их при уборке и хранении, и при необходимости своевременно очистить или даже изъять ту партию, которая засорена. От своевременного и правиль-

ного проведения этого мероприятия во многом зависит качество семян.

Для анализа отбирают среднюю пробу и средний образец по той же методике, что и для определения посевных качеств семян. Берут образцы семян двух-трех районированных в зоне техникума сортов разных культур.

**Методы определения чистосортности по семенам. Морфологический метод.** Из образца отсчитывают две пробы по 1000 семян. На основании различий по форме зерна, окраске, опушенности и другим признакам, пользуясь лупой, отделяют семена основного сорта от примесей семян других сортов и культур, подсчитывают их, выводят среднее из двух проб и вычисляют процент засорения.

Так можно установить засорение сортов твердой пшеницы сортами мягкой, белозерных краснозерными и наоборот. У овса сорта различают по типу зерна и окраске (белозерные и желтозерные овсы), а уячменя — по выравненности зерна (двурядные и многорядные), окраске цветковых пленок (белые и черные), их прикреплению к зерновке (пленчатые и голозерные формы) и характеру опушения основной щетинки зерна (длинноволосистые и войлочные).

**Метод окраски зерна фенолом** (карболовой кислотой). У разных сортов зерновых культур химический состав плодовых оболочек зерна и цветковых чешуй (у пленчатых хлебов) различен, вследствие чего при обработке семян фенолом они окрашиваются в темные или светлые тона. Данный метод основан на том, что для каждого сорта тон окраски — постоянный признак.

**Пшеница.** Из образца берут две пробы по 1000 семян. Каждую пробу кладут на блюдце или в чашку Петри на фильтровальную бумагу и заливают на 15 мин раствором фенола (10 мл) соответствующей концентрации с добавлением для более быстрого окрашивания раствора аммиака. Затем раствор сливают, а зерно прекрывают сверху фильтровальной бумагой, смоченной фенолом.

Твердая пшеница	— для окраски используют 1%-ный раствор фенола, на 100 см <sup>3</sup> которого прибавляют 100 капель аммиака; время окрашивания — 2 ч
Мягкая пшеница: яровая белозерная и озимая	— 0,5%-ный раствор фенола + 50 капель аммиака; продолжительность окрашивания — 1 ч
Яровая краснозерная	— 0,1%-ный раствор фенола + 50 капель аммиака, время окрашивания — 30 мин

Однородно окрашенные зерна подсчитывают, отделяют от зерен с иной окраской и по средним определениям из двух проб вычисляют процент примеси. Для контроля можно семена посмотреть через сутки еще раз.

**О в е с.** По зерну можно отличить друг от друга сорта одной разновидности, имеющие один тип зерна. Например, семена сорта Победа не окрашиваются фенолом, а сорта Диппе окрашиваются в коричневый цвет. Для анализа берут две пробы по 500 зерен, заливают их на 30 мин 5%-ным раствором фенола, а через 4 ч после замачивания подсчитывают.

**Р о ж ь.** После обработки семян фенолом каждый сорт ржи имеет характерную окраску зерна и различное соотношение окрашенных и неокрашенных зерен. Так, у сортов Саратовская 1 и Лисицына все зерна окрашиваются в темный цвет, у сорта Вятка неокрашенными окажутся лишь единичные зерна, а остальные будут темноокрашенными, тогда как у сорта Казанская наряду с темноокрашенными будет значительное количество неокрашенных зерен. Поэтому при анализе устанавливают соотношение окрашенных и неокрашенных зерен сорта.

Для анализа ржи берут пробы по 1000 зерен, погружают их на 2 ч в 0,2%-ный раствор фенола и просматривают зерна через 4 ч после замачивания. (Свойственные отдельным сортам тона окраски семян приводятся в руководствах по апробации.)

*Другие методы определения окраски зерна.* Пшеница: 1) изменение окраски зерна при кипячении (зерна с белой окраской остаются светлыми, а красные буреют) — пробы по 1000 зерен в марлевых мешочках кипятят в химических стаканах 20 мин, затем их просматривают и подсчитывают процент примеси; 2) изменение окраски зерна при обработке его 5%-ным раствором КОН или NaOH (зерна сортов с белой окраской становятся светлокремовыми, а красные — интенсивно красно-бурыми) — пробы по 1000 зерен помещают в стаканы и заливают на 15—20 мин раствором щелочи. Сливают и сразу проводят разбор зерна.

**О в е с.** Семена освещают ультрафиолетовыми лучами кварцевой лампы: белозерный овес имеет голубоватую или сероватую окраску, а желтозерный — коричневую.

**Распознавание озимых и яровых пшениц по всходам.** *По конусу* нарастания: берут две пробы по 100 семян, предварительно проращивают в термостате на увлажненной фильтровальной бумаге (семена мягкой пшеницы — в течение 15—18 дней, твердой — 20 дней), затем проростки переносят в плошки с почвой, которые помещают в световую камеру при температуре 20—25 °С. Выращенные растения выдергивают вместе с остатками зерна из почвы, освобождают конус нарастания от покрывающих его листьев и рассматривают под микроскопом при малом увеличении. В точке роста (конус нарастания) закладываются элементы будущего колоса. У озимых форм конус нарастания слабо развит и напоминает небольшой сидячий бугорок, у яровых он резко выражен, на местах будущих колосков имеются боковые выступы.

Выращивание растений в световых камерах ускоряет их развитие, а кроме того, при естественном освещении растения вытягиваются, и конус нарастания у них выделить труднее.

Схема описания сортов пшеницы

Сорт	Разновидность	Колос		Характер остей и остевидных отростков	Колосковая чешуя	
		форма	плотность		форма	ялече
Мироновская 808 Мироновского НИИ селекции и семеноводства пшеницы	Lutescens	Слабопризматическая	Среднеплотный и плотный	Длина остевидных отростков 1—3 см, в некоторые годы 4—5 см и более	Яйцевидная, неровная хорошо выражена	Прямое, в нижней части колоса слегка скошенное, вверху приподнятое

Продолжение

Сорт	Колосковая чешуя		Зерно	Биологические особенности	Районы распространения
	киль	кылевой зубец			
Мироновская 808 Мироновского НИИ селекции и семеноводства пшеницы	Четко выделяется	Короткий, тупой, слегка загнут в сторону плеча, выравненный по всей длине колоса	Овально-удлинненное, стекловидное и полустекловидное, очень крупное (масса 1000 зерен 38—50 г)	Среднеспелый, хорошей засухоустойчивости и зимостойкости, устойчив к полеганию и осыпанию, высокоурожайный, хлебопекарные качества хорошие	Районирован во многих областях, краях и республиках, в том числе в средней полосе РСФСР и во многих европейских государствах



### Схема описания сортов ржи

Сорт	Колос				Направление остей
	форма	поперечное сечение	длина, см	плотность	

*Продолжение*

Сорт	Зерно		Высота соломины, см	Биологические особенности	Районы распространения
	окраска	характер заключения в цветковых чешуях			

### Схема описания сортов ячменя

Сорт	Разновидность	Число члеников колосового стержня на 4 см длины	Колос		Ости	
			форма	длина, см	превышение длины колоса	переход цветковой чешуи в ость

*Продолжение*

Сорт	Зерно				Биологические особенности	Районы распространения
	форма	окраска	величина	характер цветковой чешуи		

Схема описания сортов овса

Сорт	Равновидность	Форма метелки	Наличие и характер остей	Число зерен в колоске	Колосковые чешуи

*Продолжение*

Сорт	Зерно		Биологические особенности	Районы распространения
	тип	окраска		
		опущение оснований нижнего зерна		

Схема описания сортов проса

Сорт	Равновидность	Окраска зерна	Форма зерна	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Выход пшена, %

*Продолжение*

Сорт	Высота растений, см	Длина метелок, см	Число междоузлий	Биологические особенности	Районы распространения

*По опушению первого листа и листовой пластинки* (у озимых пшениц листовое влагалище и листовая пластинка гладкие или слабоопушенные, а у большинства сортов яровых они сильно опушены): две пробы по 100 семян пророщивают в течение 8—10 дней в растительных ванночках, оранжереях или световом термостате при температуре 20 °С. К этому времени хорошо развиваются пластинки первого листа, их срезают и рассматривают нижнюю сторону листа под лупой. Опушенные листья имеют серовато-зеленый оттенок, а голые изумрудно-зеленый. Подсчетом растений определяют процент озимых и яровых.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите об организации семеноводства зерновых культур.
2. Каковы особенности агротехники семеноводческих посевов зерновых культур (на примере передовых хозяйств)?
3. Дайте понятие о гибридных семенах.
4. Какова система семеноводства кукурузы?
5. Как выращивают гибридные семена кукурузы?
6. Как проводится апробация сортовых посевов зерновых культур?
7. Каковы сортовые признаки зерновых культур (на примере пшеницы)?
8. Какие существуют методы определения чистосортности зерновых культур по семенам и всходам?
9. Дайте характеристику основных сортов зерновых в районе расположения техникума.
10. Какие требования предъявляются к посевному стандарту отдельных зерновых культур?

## ЗЕРНОВЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Для увеличения производства зерновых бобовых культур — основного источника растительного белка — прежде всего необходимо хорошо организованное семеноводство, предусматривающее внедрение новых высокопродуктивных сортов с повышенным содержанием протеина и ценных аминокислот, обеспечение семенных посевов высокой агротехникой, оснащение семеноводческих хозяйств, бригад и отделений необходимой зерноочистительной, сортировальной и сушильной техникой, складскими помещениями, своевременное проведение сортообновления и сортосмены (посев зернобобовых в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях должен проводиться семенами не ниже V репродукции).

Методика первичного семеноводства (производство семян элиты) та же, что и у зерновых культур. Лучший метод — индивидуальный отбор по схеме: питомник испытаний потомств первого года, питомник испытания потомств второго года, питомник размножения, суперэлита, элита.

Приемы возделывания зерновых бобовых, рекомендованные для различных зон, должны применяться на семенных посевах. Выращивать сортовые семена зерновых бобовых нужно на высоком агрофоне. Чаще всего посеvy семенного гороха размеща-

ют после яровых зерновых в качестве парозанимающей культуры. Одновременно с уборкой яровых проводят лушение стерни, в конце августа — вспашку под зябь на глубину 27—30 см, позднее, после прорастания сорняков, культивацию на 8—10 см. Зимой задерживают снег, а рано весной — талые воды. Влаго закрывают тяжелыми боронами в два следа.

Посевы гороха требуют тщательно выровненной поверхности почвы. Трудно найти другую культуру, для которой проведение этого агроприема было бы столь необходимо. В семеноводческих хозяйствах при вспашке стремятся делать меньше разъемных борозд, хорошо разделяют свальные борозды, применяя в одном агрегате с плугом борону и каток, и особенно тщательно выравнивают поле перед посевом и после него. Это дает возможность заделывать семена на заданную глубину и получать дружные всходы, что намного облегчает уборку, сокращает потери урожая.

После боронования применяют шлейф-бороны, перед посевом проводят культивацию на глубину заделки семян (7—8 см), до и после посева почву прикатывают кольчатыми катками. Под предпосевную культивацию вносят 80—100 кг хлористого калия на 1 га, в рядки при посеве 50—55 кг двойного суперфосфата на 1 га.

За 2 месяца до посева семена протравливают препаратом ТМТД из расчета 1,5 кг на 1 т, а в день посева их обрабатывают нитрагином (0,5 кг на 1 т семян).

Сеют горох в возможно ранние сроки (в этом случае растения меньше страдают от вредителей и болезней) при норме посева 1,3—1,35 млн. зерен на 1 га.

Уход за посевами заключается в довсходовом бороновании средними боронами; на тяжелых почвах при образовании корки посевы боронуют по всходам, в период появления 3—4 листочков. Для борьбы с вредителями края посевов в период всходов обрабатывают 12%-ным дустом гексахлорана, а в фазе 3—4 листьев (при появлении долгоносиков) все посевы опыливают этим же препаратом из расчета 10—15 кг на 1 га. В фазе бутонизации (до цветения) против гороховой зерновки растения опрыскивают полихлорпином (2 кг на 1 га), а по мере появления гороховой тли — метафосом из расчета 400—800 г препарата на 1 га. Обработку посевов заканчивают за 30 дней до начала уборки.

На семеноводческих посевах обязательно проводят видовую и сортовую прополки: горох пропалывают от пелюшки в два срока — до цветения, когда пелюшку легко отличить по фиолетовой окраске междоузлий и оснований прилистников, и во время цветения, когда пелюшка резко выделяется красно-фиолетовыми цветами, в это же время из гороха удаляют примеси вики; чечевицу во время цветения пропалывают от плоскосемянной вики (цветки чечевицы белые или голубоватые, а вики — фиолето-

вые); сортовую прополку фасоли проводят во время цветения по окраске цветков и характеру стебля (вьющийся, невьющийся).

Апробируют посевы бобовых во время созревания нижних бобов у основной массы растений. С площади не более 200 га по диагонали в 50 пунктах берут по 5—6 растений с таким расчетом, чтобы апробационный сноп имел не менее 250 растений. Сноп отбирают при апробации гороха, чины и чечевицы (для чины и чечевицы с площади не более 100 га). В посевах фасоли, бобов, нута и маша сноп не отбирают, а такое же количество растений осматривают на корню, срывая два боба с каждого растения (один для анализа, другой для контроля).

Сноп разбирают на фракции: растения основного сорта, растения других сортов, другие культурные растения, растения основной культуры, пораженные болезнями, стебли трудноотделимых растений. Эти же показатели учитывают и для растений, просматриваемых на корню.

Категории устанавливают по сортовой чистоте: первая — сортовая чистота не менее 99,5%, вторая — не менее 98%, третья — не менее 95%. Из болезней при апробации учитывают аскохитоз на бобах гороха и нута, а также антракноз и бактериоз на бобах фасоли.

Трудноотделимыми сорняками считаются: в горохе — пелюшка (если ее больше 3%, посевы непригодны для семенных целей), в чечевице — плоскосемянная вика и софора лисохвостная и толстоплодная (если их больше 2%, посевы из числа семенных выбраковывают). В элитных посевах примесь пелюшки в горохе и плоскосемянной вики в чечевице не допускается.

Слабым звеном в технологии производства семян зерновых бобовых является уборка урожая в связи с сильной осыпаемостью их семян. Горох скашивают, но срезанную массу не формируют в валок, а оставляют в прокосах в виде широких полос. Разостланная равномерным рыхлым слоем масса хорошо обдувается ветром, быстро просыхает. К обмолоту можно приступить спустя несколько часов после установления хорошей погоды. Этот способ позволяет начинать скашивание гороха в фазе восковой спелости у 65—70% бобов, т. е. на 3—5 дней раньше, и обмолачивать массу на 2—3 дня раньше, чем при уборке в валки. Скашивают горох широкозахватной трехбрусной сенокосилкой КНУ-6, оборудованной приспособлением ПБ-2,1, или другой косилкой с фронтальным расположением режущего аппарата. Подбирают и обмолачивают валки комбайнами с увеличенным до 4 м барабанным подборщиком, который позволяет убирать за один проход сразу две ленты скошенной массы.

До посевных кондиций семена доводят очисткой и сортировкой. На хранение их засыпают при влажности 14—15%. При хранении насыпью высота слоя семян не должна превышать 1,5—2 м, при хранении в мешках штабель складывают в высоту не более 5—7 ярусов.

**Тема 1. Изучение сортовых признаков и сортов бобовых культур**

**Сортовые признаки гороха** наиболее полно можно установить по растениям в период созревания. В хорошо сохранившемся гербарном материале некоторые из сортовых признаков можно различить и в лаборатории.

В пределах разновидности к сортовым признакам самого растения относятся: высота растений, число пар листочков на листе, их форма и окраска, общее число междуузлий, а также их число от корневой шейки до первого боба, продолжительность вегетационного периода. Сортовые признаки бобов и семян: форма, размер и характер окончания боба; окраска, форма и крупность семян.

*По высоте растений* большинство сортов гороха относится к высокорослым разновидностям (70—120 см).

*Число междуузлий до первого боба* указывает на скороспелость сорта: раннеспелые сорта имеют 7—10 междуузлий, у позднеспелых их число доходит до 17—19. Низкое расположение бобов у гороха затрудняет механизацию уборки.

*Форма бобов* может быть прямой, изогнутой и саблевидной (рис. 59). Длина бобов колеблется от 4 до 7 см (бобы крупные, средние, мелкие). Окончание боба бывает тупым или острым.

*Окраска семян* — признак разновидности. У сортов в пределах разновидности различают лишь изменение тона окраски. Например, желтая окраска семян может иметь у одних сортов розоватый оттенок, у других — зеленоватый.

*По крупности семян* некоторые сорта отличаются очень резко. Крупными считаются семена, имеющие массу 1000 штук более 250 г и диаметр более 7 мм, средними — 180—250 г и 6—7 мм, мелкими — менее 180 г и менее 6 мм (см. схему описания сортов гороха).

**Сортовые признаки чечевицы.** Сорта чечевицы в пределах разновидностей различают по высоте растений, размеру и форме листочков, величине бобов и крупности семян.

*По высоте растений* сорта могут быть: высокорослыми более 50 см, средней высоты — 30—50 см и низкорослыми — менее 30 см.

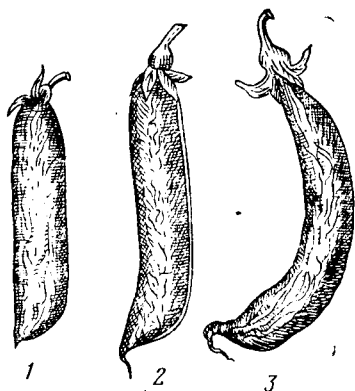


Рис. 59. Форма боба гороха:  
1 — прямая; 2 — изогнутая; 3 — саблевидная.

*Размер и форма листочков.* Различают листочки длинные — более 15 мм и короткие — до 15 мм, широкие — более 5 мм и узкие — до 5 мм, овальные — длина превосходит ширину в 3—3,5 раза и удлиненные — длина превышает ширину в 4—5 раз.

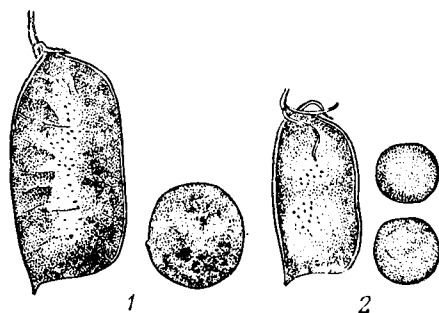


Рис. 60. Бобы и семена чечевицы: 1 — крупносеменной (тарелочной); 2 — мелкосеменной.

*Величина и характер бобов:* различные сорта крупносеменной чечевицы имеют длину бобов от 16 до 20 мм и ширину от 7,5 до 11 мм, бобы плоские; у мелкосеменной чечевицы бобы выпуклые, длина их варьирует от 6 до 15 мм и ширина — от 3,5 до 7 мм (рис. 60).

*По крупности семян различают сорта:* крупнозерные, если их диаметр 5,6 мм и более, а масса 1000 штук больше 60 г, средней крупности — 5—5,5 мм и 50—60 г, мелкозерные — менее 5 мм и менее 50 г.

Отличительным сортовым признаком сорта чечевицы Луна 9 служит темно-зеленая окраска растений (см. схему описания сортов чечевицы).

## Тема 2. Апробация гороха

Это задание желательно выполнять летом в поле. При невозможности проведения апробации в поле пробный сноп по существующей методике отбирают летом, а его разбор проводят на лабораторных занятиях. При анализе снопа определяют сортовую чистоту, примеси трудноотделимых растений, зараженность болезнями.

На апробируемые посевы к занятиям нужно подготовить заполненный «Акт апробации» прошлого года или, если семена были закуплены, сопроводительный документ.

В итоге занятий устанавливают категорию посевов и заполняют апробационные документы.

## Тема 3. Определение чистосортности зерновых бобовых культур по семенам

**Морфологический метод. Горох.** Определение чистоты сорта по семенам основано на различной окраске семян гороха, которая зависит от окраски семенной кожуры и окраски семядолей. Семенная кожура может быть окрашенной (однотонно, в виде рисунка) и неокрашенной (прозрачная). Окраска семян

определяется окраской или рисунком окрашенной семенной кожуры, а у сортов с прозрачной кожурой — окраской семядолей. Кроме того, у темноокрашенных семян гороха рубчик бурый или черный и бугорок ниже рубчика (в виде точки) почти всегда более темного цвета, чем кожура. У белых семян рубчик светлый (реже черный) и бугорок по цвету не отличается от цвета семени.

Для определения чистосортности из образца отсчитывают две пробы по 500 семян и из каждой отбирают темноокрашенные семена (пелюшку). Если неясно, от чего зависит окраска семени (от окраски семядолей или кожуры), снимают с семени кожуру и определяют примесь по окраске семядолей. Семена примесей подсчитывают, определяют процент чистосортности и выводят среднее из двух проб.

**Чечевица.** К резкому снижению сортовых качеств чечевицы приводит засорение ее семян плоскосемянной вики. Поэтому, если примесь ее составляет 2% и более, семена чечевицы считаются непригодными для посева.

Отличают чечевицу от плоскосемянной вики по следующим признакам.

Признак	Чечевица	Плоскосемянная вика
Форма	Почти плоская (сплюснутая)	Более утолщенная (выпуклая)
Блеск семян	Более блестящие	Менее блестящие
Края семян	Тонкие, острые	Менее острые
Семенной рубчик	Тонкий, короткий	Утолщенный, длинный

Методика проведения анализа семян та же, что и у гороха, лишь число семян в пробе увеличивают до 1000.

**Биохимический метод** применяют для определения чистосортности семян гороха. При обработке их 5%-ным раствором NaOH или 1%-ным раствором двуххромовокислого калия темноокрашенные семена приобретают темно-коричневую или черную окраску, а семена светлоокрашенных сортов окраску не изменяют.

Каждую пробу по 500 семян, чтобы они набухали, заливают водой с температурой 17—20 °С на 3 ч. Для быстрого набухания семени можно прокипятить в течение 20 мин. Затем воду сливают и заливают их раствором. Уже через 5 мин семена окрасятся. При подсчете особое внимание надо обратить на рубчик, который у темноокрашенных сортов темнеет.

Кроме указанных методов, семена просматривают под ультрафиолетовыми лучами кварцевой лампы. Светлые семена гороха дают голубоватое или розоватое свечение с фиолетовым оттенком, а семена пелюшки — коричневатое. У семян чечевицы наблюдается зеленое свечение, а у плоскосемянной вики — розовое.



Схема описания сортов гороха

Сорт	Равновидность	Высота стебля, см	Число междоузлий		Бобы			
			до первого боба	вес	форма	длина, см	ширина, см	

*Продолжение*

Сорт	Семца		Биологические особенности	Районы распространения
	число	окраска		
		масса 1000 штук, г		

Схема описания сортов чечевицы

Сорт	Равновидность	Высота растения, см	Листочки		Бобы			
			форма	размер	длина, мм	ширина, мм	форма	

*Продолжение*

Сорт	Семена		Биологические особенности	Районы распространения
	диаметр, мм	масса 1000 штук, г		

## Контрольные вопросы

1. Какова схема семеноводства зерновых бобовых культур? Укажите сроки сортообновления на примере данной области.
2. Расскажите об особенностях агротехники семеноводства бобовых.
3. Какие требования предъявляются к посевному стандарту бобовых культур? Расскажите об особенностях хранения их семян.
4. Как проводится апробация зерновых бобовых культур?
5. Расскажите о сортовых признаках зерновых бобовых на примере гороха.
6. Как определяют чистосортность бобовых по семенам?
7. Какие основные сорта зерновых бобовых культур возделывают в районе расположения техникума?

## ПОДСОЛНЕЧНИК

Система семеноводства подсолнечника разработана во Всесоюзном научно-исследовательском институте масличных культур (ВНИИМК) имени В. С. Пустовойта. Сорт подсолнечника, как считал В. С. Пустовойт,— это гибридная популяция, выравненная по длине вегетационного периода, высоте стебля и окраске семян. Но она состоит из множества биотипов, наследственно различающихся между собой по таким важным признакам, как масличность, урожайность семян, устойчивость к болезням и вредителям и т. п. Поэтому путем отбора из такой популяции в пределах сорта можно всегда выделить биотипы, наиболее ценные по масличности, урожайности и другим признакам. Для этого институт предложил схему семеноводства, включающую следующие звенья: 1) семеноводческая элита, 2) питомник оценки потомств, 3) семенной питомник, 4) суперэлита, 5) элита.

В нескольких географических точках отбирают 1—2 тыс. лучших типичных для сорта растений. В семенах каждой корзинки определяют процентное содержание лузги и масла в ядре, по этим показателям отбирают 400—600 лучших корзинок, семена которых идут на посев питомника оценки потомств.

Посев в нем располагают однорядковыми делянками по схеме KNNKNN в двукратной повторности. Контролем (К) служат семена суперэлиты этого же сорта урожая предыдущего года. Параллельно семена всех номеров (потомств) высевают в инфицированном питомнике для оценки на устойчивость к заразику. Оставшиеся от посева семена хранят по номерам в резерве.

С каждой делянки питомника оценки потомств отбирают средние пробы, по которым определяют лузжистость, содержание масла в ядре, панцирность, массу 1000 семян и натуру. На основании этих исследований отбирают лучшие номера, превосходящие по комплексу важнейших признаков контроль. Обычно их количество составляет 30—40% от числа высеванных (400—600). Питомник оценки потомств — важнейшее звено схемы семеноводства.

Семена лучших номеров объединяют из резерва и высевают в семенном питомнике, его урожай используют для получения су-

перелиты, и из ее семян выращивают элиту. Во всех звеньях размножения проводится жесткая выбраковка нетипичных и малопродуктивных растений.

Выращиванием семян элиты занимаются научно-исследовательские учреждения, которые ежегодно продают их колхозам и совхозам для размножения на семенных участках и выращивания из них семян I репродукции в количестве, достаточном для посева на всей производственной площади хозяйства и засыпки страховых фондов. На производственных посевах получают семена II репродукции, которые сдают как товарные на заготовительные пункты или маслозаводы.

#### Система семеноводства подсолнечника

Научные учреждения (элита)	Семенные участки хозяйств (I репродукция)	Товарные посевы колхозов и совхозов (II репродукция)
----------------------------	---	--

Такой порядок ежегодного сортообновления подсолнечника практически выполним благодаря высокому коэффициенту его размножения (с 1 га семенного участка получают урожай семян, достаточный для посева на 100 га и более) и принят во всех районах возделывания подсолнечника в нашей стране.

Многолетние опыты показали высокую эффективность этой системы семеноводства. Кроме ежегодного повышения масличности и сбора масла с 1 га, у ряда районированных сортов подсолнечника удалось сократить длину вегетационного периода, понизить высоту стеблестоя, повысить устойчивость к заразице и моли. Так, у сорта ВНИИМК 6540 масличность в первые годы его районирования (1950—1951) составляла 42%, а в настоящее время она достигла 52%. На основе системы улучшающего семеноводства повышена масличность и у некоторых других сортов подсолнечника.

**Особенности выращивания семян подсолнечника на семенных участках.** На семенных посевах колхозов и совхозов применяют комплекс агроприемов, рекомендованный В. С. Пустовойтом. Семенной участок размещают по лучшим предшественникам на тех полях севооборота, где подсолнечник не высевался в течение 8—10 лет, с соблюдением пространственной изоляции (до 1000 м на открытой местности, а при наличии естественных преград — до 500 м).

Сразу за уборкой колосовых лушат стерню, затем применяют гербициды и пашут зябь на глубину 25—30 см. Весной культивируют 1—2 раза (в зависимости от засоренности) и боронят. Дозы удобрений, вносимых в рядки и в подкормках, те же, что и на производственных посевах, принятых для данной зоны. Хорошие результаты от удобрений получают повсеместно. На кубанских черноземах, например, при внесении азотно-фосфорных удобрений сбор семян повышается на 1,6—2,4 ц с 1 га.

Элитные семена сеют квадратно-гнездовым или гнездовым способом с площадью питания  $70 \times 70$  см, в оптимальные сроки, добиваясь, чтобы в каждом гнезде находилось 2—3 семянки. На 1 га высевают около 8 кг.

Чтобы получить крупные и хорошо выполненные семена, на 1 га семеноводческих посевов следует размещать от 16 до 20 тыс. растений. При большей площади питания растения формируют семена с массой 80—90 г. С этой целью при прорывке в гнезде оставляют по одному растению. Проводят ее в фазе 2—3 пар настоящих листьев, а в районах распространения ложной мучнистой росы — при 3—4 парах (в это время пораженные растения отличаются от здоровых, и их удаляют). В период вегетации проводят рыхления междурядий в двух направлениях и ручную прополку сорняков в гнездах.

Для поддержания породных качеств районированных сортов требуются тщательные прочистки посевов. Первую сортовую прочистку проводят перед цветением подсолнечника, удаляя ветвистые, высокорослые (выше общего массива на 70 см и более), недоразвитые, больные, а также пораженные болезнями растения. При второй прочистке (перед апробацией) удаляют растения, пораженные склеротинией, серой и сухой гнилью, а также с дефектными корзинками. При цветении на посевах подсолнечника нужно вывозить пчел.

Апробацию подсолнечника проводят при созревании семян. На участке площадью не более 200 га апробатор, проходя по диагонали, в 50 пунктах отбирает по 10 растений, всего не менее 500. С каждого отобранного в поле растения апробатор берет по три нормально развитые семянки и складывает их в мешочки. Всего отбирают 1500 семянок. Их тщательно перемешивают и делят на три части (по 500 штук). По двум из них проводят анализ, а третью хранят на случай проверки.

Анализ проводят на типичность семянок и их панцирность. Данные анализа (среднее из двух партий) заносят в «Акт апробации». Категорию сортовых посевов определяют на основании следующих норм: I категория — минимальный процент типичности (сортовой чистоты) и панцирности соответственно 99,8 и 98; II категория — 98 и 97; III — 96 и 95.

Пораженность подсолнечника сухой и серой гнилью, склеротинией, ложной мучнистой росой и болезнями определяют в процентах к числу осмотренных растений (при отборе семянок).

Подсолнечник убирают через 36—40 дней после полного цветения, когда тыльная сторона корзинок пожелтеет. Уборку семенных участков проводят в два приема. Корзинки срезают серпами и по 2—3 нанизывают на стебли для просушки: нижнюю семенами вверх на высоте 100—120 см от поверхности земли, а верхнюю семенами вниз на расстоянии 10—15 см от конца стебля. Корзинки оставляют в поле на 7—10 дней, пока влажность семян не снизится до 6—7%. Затем корзинки обмолачивают комбайном (луч-

ше в первой половине дня) при малых оборотах барабана (до 300 в мин) с заменой металлических бичей деревянными или резиновыми для уменьшения травмированности семян.

Хороший семенной материал — одно из решающих условий повышения урожайности подсолнечника. Ворох от комбайна сразу же очищают и засыпают на хранение слоем не выше 1 м. При уборке семян с влажностью более 7% (но не выше 10%) их хранят только в мешках, в штабеле не выше 5—6 ярусов. Хранение таких семян насыпью снижает их всхожесть и энергию прорастания. Только при уборке отдельным способом можно получать семена с высокой всхожестью и энергией прорастания.

Продуктивность подсолнечника зависит как от подбора лучшего для той или иной зоны сорта, так и от качества высеваемых семян. Семена I репродукции, высеваемые на производственных посевах для товарных целей, должны быть только первого класса со всхожестью и энергией прорастания, близкими к 100%, с большой массой 1000 семян. При посеве семенами третьего класса не только снижается урожай (на 1,5—3 ц с 1 га) и ухудшается его качество, но и снижается масличность семян на 1%.

Рассмотренные выше несложные, но очень эффективные приемы выращивания семенного подсолнечника широко применяют во многих районах страны.

Для посева подсолнечника на семена не следует выделять большие участки. Даже если в хозяйстве имеется 500 га посевов подсолнечника, можно с 10 га семенного участка получить 10 т откалиброванных семян и обеспечить производственные посевы семенами на 2 года.

Каждое хозяйство должно иметь двухлетний запас семян I репродукции. Переходящие фонды заготавливают в благоприятные годы при выращивании высоких урожаев. В годы, когда на семенных участках получают низкие урожаи мелких семян, используют семена из страхового фонда. Если его нет, семена надо обменять. Семена с низкой массой 1000 семян высевать не следует.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Изучение сортовых признаков и сортов подсолнечника

Различать сорта подсолнечника только по морфологическим признакам очень сложно. Для определения сорта нужно иметь целое растение, зрелую корзинку и образец зрелых семян. Предварительно определяют лужистость семян, панцирность и массу 1000 семян (см. схему описания сортов подсолнечника).

#### Контрольные вопросы

1. Почему необходимо ежегодное сортообновление семян подсолнечника? В чем его преимущества?
2. Как организовано семеноводство подсолнечника?
3. Каковы задачи и схема первичного семеноводства подсолнечника?

Схема описания сортов подсолнечника

Сорт	Высота стебля, см	Диаметр корзинки, см	Семянка				
			окраска	лузжистость, %	содержание масла, %	масса 1000 семян, г	панцирность, %
Саратовский 169 селекцион НИИСХ Юго-Востока	100—165	10—18	Темно-серая сагая	34—39	30—38	53,0	93—99

Продолжение

Сорт	Скороспелость	Засухоустойчивость	Устойчивость к болезням		Районы распространения
			расы А	комплексы рас	
Саратовский 169 селекцион НИИСХ Юго-Востока	Средне-ранняя	Средняя	Устойчив	Неустойчив	Поволжье, Казахская ССР, Западная Сибирь, Урал, Дальний Восток

4. Каковы организация и задачи семенных участков подсолнечника в колхозах и совхозах?
5. В чем заключаются особенности семеноводческой агротехники подсолнечника?
6. Каковы особенности уборки подсолнечника на семенных участках и особенности хранения семян подсолнечника?
7. Как проводят апробацию семенных посевов подсолнечника?
8. Каковы показатели посевных и сортовых качеств семян подсолнечника?
9. Охарактеризуйте основные районированные сорта подсолнечника и сорта его, высеваемые в данной области.

## САХАРНАЯ СВЕКЛА

Рост объема производства этой культуры должен осуществляться прежде всего за счет повышения ее урожайности на основе применения современной прогрессивной технологии с минимальными затратами ручного труда. В свою очередь, совершенствование технологии возделывания сахарной свеклы невозможно без обеспечения свеклосеющих колхозов и совхозов высокопродуктивными сортами и гибридами и высококачественными свекловичными семенами. Современное сельскохозяйственное производство нуждается в высокоурожайных с высокой всхожестью семян и высокой сахаристостью сортах и полигибридах сахарной свеклы, обеспечивающих увеличение сбора сахара с 1 га на 10—15%.

**Организация семеноводства.** Современные сорта и гибриды сахарной свеклы — сложные популяции, состоящие из огромного числа разнообразных биотипов (групп растений, отличающихся друг от друга реакциями на условия жизни). Поэтому при размножении сорта качественный состав его изменяется: количество одних биотипов увеличивается, других уменьшается, а вследствие процессов расщепления и повторного скрещивания создаются даже новые формы. Все это в конечном счете сказывается и на сахаристости сорта. При этом надо иметь в виду, что высокая сахаристость не является биологической необходимостью для сахарной свеклы, и это ценное свойство, полученное при создании сорта, может оказаться утерянным, если применяемая агротехника не будет способствовать проявлению сахаристости. Наконец, надо учитывать и то, что наряду с селекционным отбором постоянно происходит и естественный отбор и притом не всегда в благоприятную для селекционера сторону (накопление растений с меньшей сахаристостью, цветущих, многосемянных среди односемянных популяций и т. д.).

Вот почему нельзя смотреть на семеноводческую работу со свеклой как на простое размножение сорта. Задача селекционера не заканчивается выведением нового сорта или гибрида. Учитывая, что содержание сахара в корнеплодах неустойчиво и может снижаться, селекционер с первого года посева сорта должен систематически повторными массовыми и индивидуальными отборами поддерживать его.

Для решения этой задачи в СССР создана хорошо организованная система семеноводства сахарной свеклы с разработкой приемов, предохраняющих сорта от вырождения и ухудшения. Отличительной особенностью этой системы является высокий уровень специализации всех ее звеньев.

1. Созданием стационарной элиты (суперэлиты) занимаются Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара и ряд специализированных опытно-селекционных станций, расположенных в различных районах зоны свеклосеяния. Научно-методическое руководство ими осуществляет Всесоюзный научно-исследовательский институт сахарной свеклы.

Созданные семена стационарной элиты испытывают в соответствии с принятым районированием сортов, передают на первое размножение (репродукционный посев) в крупные элитно-семеноводческие совхозы, расположенные в различных зонах свеклосеяния.

Репродукционный посев может производиться и на опытно-селекционных станциях.

2. Элитно-семеноводческие совхозы под непосредственным руководством научно-исследовательских учреждений из семян стационарной элиты выращивают семенную элиту (элиту). Эти семена в запломбированных мешках с маркой хозяйств и документами о сортовых и посевных качествах передают для второго размножения в специализированные семеноводческие совхозы, расположенные в 56 областях, краях и республиках, занимающихся свеклосеянием. В РСФСР таких совхозов 78, а всего в стране 258.

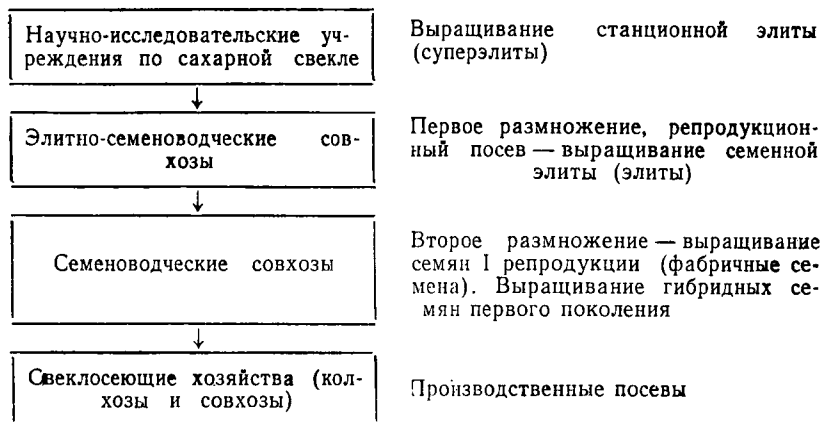
3. Семеноводческие совхозы из семенной элиты выращивают фабричные семена (I репродукция) для производственных посевов. Эти же совхозы выращивают гибридные семена первого поколения межсортовых и полиплоидных гибридов. Свеклосеющие хозяйства покупают в семеноводческих совхозах откалиброванные и протравленные семена, затаренные в опломбированные мешки.

Принятая организация свекловичного семеноводства, ежегодного сортообновления, при которой на производственные посевы используются только семена I репродукции, оправдала себя. На ее основе все посевные площади сахарной свеклы ежегодно обеспечиваются высокоурожайными семенами сортов отечественной селекции и создается необходимый переходящий фонд в размере годовой потребности.

**Особенности выращивания сортовых семян сахарной свеклы.** Сахарная свекла — растение двулетнее. Чтобы получить ее семена, нужно ежегодно выращивать из маточных семян (элиты) корнеплоды-семенники (маточники). Высаженные весной (после зимнего хранения) семенники дают розетку листьев, а через 20—30 дней у них начинают расти цветonoсные стебли, на которых развиваются соплодия, а у односемянной свеклы — плодики, на-



## Система семеноводства сахарной свеклы



зываются в практике семенами (соплодия имеют по 3—4 плода, в каждом из которых заключено по одному семени).

Для обеспечения колхозов и совхозов высокопродуктивными семенами районированных сортов Всесоюзным НИИ сахарной свеклы из года в год совершенствуется технология выращивания маточной свеклы и семян, которая и применяется свекловодческими семеноводческими совхозами.

Свеклосовхоз Бершадского сахарного комбината Винницкой области под маточными посевами и семенниками свеклы занимает лишь 17—18% пахотной земли (250—300 га) и получает хорошие стабильные по годам урожаи семян. Звено, руководимое М. Е. Жучишиной, в среднем за девятую пятилетку получило с 1 га 26,4 ц семян, звено В. С. Оченаш — 26,9 ц.

**Культура маточной свеклы.** Опыт совхоза показывает, что для получения хороших урожаев семян сахарной свеклы решающее значение имеет качество посадочного материала, поэтому особое внимание здесь уделяется выращиванию маточных корней.

В севообороте маточную свеклу размещают после озимой пшеницы.

Подготовку почвы начинают сразу после уборки озимых. Луцильником ЛД-10 проводят лущение стерни на глубину 5—7 см, первое — вслед за уборкой соломы, второе — через 8—10 дней под прямым углом к направлению первого. Зяблевую вспашку проводят плугом с предплужником на глубину 30—31 см. При глубокой вспашке машинами РУМ-3 вносят минеральные удобрения, всего под маточники и свекловичные высадки на каждый гектар по 22—25 ц (азотных 7—8, фосфорных 10—11, калийных 5—6 ц). Зимой на полях проводят снегозадержание.

Весной закрывают влагу вначале тяжелыми боронами с укороченными зубьями, а вторым проходом — шлейфами в агрегате

с райборонками. Перед посевом почву обрабатывают по диагонали полей боронами ВНИС-Р в два следа в агрегате с райборонками на глубину 4—5 см или же культиваторами 2 КРН-2,8 с плоскорезными лапами-бритвами.

Посев проводят сразу же вслед за предпосевной культивацией почвы, в сжатые сроки (1,5—2 суток) сеялками 2 СТНС-6 на глубину 4—5 см, с высевом 30—35 клубочков на 1 пог. м рядка. При посеве вносят в рядки 0,4 ц аммиачной селитры на 1 га, 1 ц гранулированного суперфосфата, 0,3 ц калийной соли и 0,5 ц сухого просеянного птичьего помета. Вслед за сеялкой посеvy прикатывают тяжелыми водоналивными катками. Через 3—4 дня после посева поперек рядков проводят дождевое боронование райборонками, а при развитии у растений первой пары настоящих листьев посеvy обрабатываются райборонками повторно.

Следом проводят механизированную шаровку междурядий, вслед за которой приступают к прорывке всходов. Начинают ее, когда свекла находится в стадии вилочки, и заканчивают через 6—7 дней. На 1 пог. м рядка оставляют 6—7 растений (130—150 тыс. на 1 га). Проверку посевов проводят через 10—12 дней после прорывки, оставляя на каждом метре 5—6 растений (110—130 тыс. на 1 га). При прорывке удаляют растения больные, дефектные, а в дальнейшем — пораженные пероноспорозом, мозаикой, случайно попавшие растения столовой и кормовой свеклы, а также цветonoсные побеги. При двух первых рыхлениях почвы культиваторами вносят в междурядья удобрения. Против болезней и вредителей посеvy обрабатываются ядохимикатами с помощью самолетов или наземных опрыскивателей. По установленной инструкции проводят апробацию посевов.

Перед уборкой маточной свеклы при размыкании рядков рыхлят почву в междурядьях. Убирают корнеплоды с наступлением устойчивого похолодания (с 1—5 по 20—25 октября) комбайном поточно-перевалочным способом.

Хранят маточники в траншеях глубиной 70 и шириной 90 см, выкопанные траншеекопателем ТКУ-0,9 в агрегате с тракторами типа «Беларусь». Дезинфицируют траншеи гашеной известью. При недостаточной влажности почвы стенки и дно траншей, а также землю, используемую для переслойки и укрытия корней в кагатах, поливают водой (5—6 л на 1 пог. м). Перед укладкой в траншеи выбраковывают корни больные, поврежденные, неправильной формы, цветущие, с признаками столовой и кормовой свеклы.

Укрывают маточники в кагатах слоем земли 35—40 см, а при снижении температуры в них до 5—6°С — до 110 см. Для охлаждения корней с боков делают вентиляционные колодцы.

Такая технология выращивания маточной свеклы и ее хранения позволяет совхозу получать требуемое количество доброкачественных корней.

**Культура высадков** (второй год выращивания свеклы на семена). Формирование урожая семян на втором году жизни зависит

от условий роста и развития семенников, поэтому особое внимание уделяется агротехнике их выращивания.

Почву под высадки с осени обрабатывают так же, как и под маточники. Кроме минеральных удобрений, в связи с большей требовательностью семенников к питательным веществам под глубокую зяблевую вспашку вносят на каждый гектар по 30—35 т навоза.

Весеннюю подготовку почвы начинают с раннего закрытия влаги в два следа и глубокой (на 18—20 см) предпосевной культивации зяби с последующим боронованием.

Тщательно готовится посадочный материал. Земляное укрытие с кагатов снимают тракторными бульдозерами, не дожидаясь полного его оттаивания. Для выборки корней из траншей используют переоборудованный ТКУ-0,9: рабочие органы ковшей устанавливают на глубину, обеспечивающую внедрение пальцев гребенок в почву ниже слоя корней, чтобы избежать их повреждения.

Во избежание травмирования семенников боковыми стенками ковшей корнеплоды выбирают из траншей вместе с защитными слоями почвы ее стенок.

Выбранные маточники сортируют на пригодные и непригодные к посадке. Отобранные корни перекладывают в секцию траншей размером 1—2 м и укрывают слоем земли 15—20 см.

Урожай и качество семян сахарной свеклы в значительной степени зависят от сроков посадки высадков. Чем раньше они посажены, тем выше урожай семян, тем лучше их качество и выше урожай фабричной свеклы, выращенной из этих семян. Маточники прорастают при невысокой температуре, хорошо переносят весенние заморозки, а ранняя их посадка во влажную почву способствует лучшей приживаемости. Высаживают их на второй-третий день после выезда в поле, в сжатые сроки (за 6—7 рабочих дней) машинами БПГ-4Б и БПУ-4 по схеме 70×70 см. Органы посадочной машины регулируют таким образом, чтобы корни высаживались вертикально. Земля вокруг них хорошо должна быть уплотнена, а головки корней находятся на 2—3 см ниже поверхности почвы. Для разравнивания гребней почвы в агрегате с посадочной машиной применяют деревянные брусья от шлейфов. Сразу после посадки почву прикатывают гладкими водоналивными или шпоровыми катками. Качество посадки систематически контролируется специалистами совхоза.

Первым мероприятием по уходу за семенниками свеклы (на 4—5-й день после посадки) является открытие розеток рядборонками. С обозначением рядков проводят рыхление почвы в междурядьях — первое на глубину 10—12 см, второе — на 8—10 и третье — на 6—8 см. Одновременно с глубоким рыхлением семенники подкармливают минеральными удобрениями, внося их на расстоянии 16—18 см от рядка. В первую подкормку на каждый гектар вносят 1,5—2 ц аммиачной селитры и 0,8—1 ц грану-

лированного суперфосфата, во вторую — 1,5—2 ц гранулированного суперфосфата и 0,5—0,6 ц калийной соли.

По мере необходимости ведут борьбу с вредителями и болезнями семенников. Первую авиаобработку против тли проводят при массовом ее появлении, опрыскивая плантации метилмеркаптофосом и другими инсектицидами.

Через 15—20 дней обработку повторяют. Одновременно с инсектицидами для химической пинцировки высадков в период их массового цветения применяют гидразид малеиновой кислоты (100—120 г в 100 л воды на 1 га), что приостанавливает рост молодых побегов и образование новых мелких клубочков.

Повышению урожая способствует дополнительное опыление высадков. Его проводят 3—4 раза в утренние часы, в ясную погоду, когда нет росы. Для этого на веревку прикрепляют куски мешковины длиной 20—25 см и, проходя по междурядьям, проносят ее над растениями, чтобы мешковина касалась верхушек кустов.

Уборку урожая семенников осложняет одновременное созревание и легкая осыпаемость семян. Во избежание потерь сроки уборки высадков устанавливают отдельно для каждого поля и даже его участка, учитывая состояние растений. До начала уборки подготавливают загонки, срезая семенники в 10—11 рядах по всей длине гона. Начинается уборка при массовом побурении клубочков (60%) на большей части растений. Скашивают жатками ЖРС-4,9, ЖБА-3,5 и заканчивают уборку за 1,5—2 суток.

После подсыхания стебли семенников подбирают и обмолачивают комбайнами СК-4, оборудованными полотняно-планчатыми подборщиками ПТП-2,4Б. Комбайн движется вдоль рядков в направлении, обратном наклону стеблей в валках. После обмолота в семенах содержится от 10 до 40% примесей (кусочки стеблей и листьев, комочки земли, пыли, семена сорняков), поэтому их нужно немедленно очистить и отсортировать. Семена от комбайна перевозят на ток, где их очищают на ЗАВ-10, ОВП-20, ОС-4,5 и свекловичных горках ОСГ-0,5. При необходимости семена сушат, пропуская их многократно через зерноочистительные машины или перелопачивая, а при высокой влажности — в зерносушилках.

Очищенные семена с влажностью до 13% затаривают в мешки и хранят штабелями в 12—14 ярусов. При хранении насыпью толщина слоя семян допускается в зависимости от их влажности от 0,5 до 1,25 м. Фабричные семена должны иметь чистоту не ниже 97%, всхожесть не ниже 80—85%.

**Семеноводство полиплоидных гибридов свеклы.** При семеноводстве полиплоидных гибридов сахарной свеклы для фабричных посевов используются семена первого гибридного поколения. Наибольшее производственное значение имеют триплоидные гибриды свеклы, в соматических клетках которых имеется 27 хромосом. Чтобы в фабричной репродукции семян сахарной свеклы получить такие триплоиды (не менее 60%), необходимо скрестить

в правильных соотношениях тетраплоидные растения одного сорта или линии, содержащие 36 хромосом, с диплоидными растениями другого сорта, содержащими 18 хромосом. По опытным данным, при свободном переопылении тетраплоидных и диплоидных высадков на тетраплоидных растениях образуется 65—80% триплоидных семян, а на диплоидных — только около 10—15%. Поскольку исходные компоненты убирают совместно, для скрещивания нужно брать больше тетраплоидов (соотношение их к диплоидам должно быть не меньше 3:1). При этих условиях в фабричной репродукции окажется не менее 60% триплоидных семян.

Тетраплоидные и диплоидные линии или сорта сахарной свеклы выращивают в элитно-семеноводческих свекловичных совхозах. Затем семена их поступают для выращивания маточных корней и скрещивания высадков в семеноводческие специализированные совхозы, где тетраплоидные и диплоидные формы в первый год жизни выращивают отдельно и полученные маточники также сохраняют раздельно. Для создания некоторого резерва тетраплоидов площадь посева тетраплоидной свеклы должна быть в 4 раза больше площади посева диплоидной.

Высадки сажают машиной ВПГ-4. При этом на три ряда тетраплоидных корней высаживают один (крайний) рядок диплоидных. Чтобы корни не смешивались, бункер машины перегораживают досками. При такой посадке на поле будет чередоваться шесть рядков тетраплоидных высадков с двумя рядками диплоидных.

Дальнейший уход за высадками и их уборка ничем не отличаются от ухода за высадками обычных сортов.

**Безвысадочный способ производства семян.** Процессы производства семян сахарной свеклы пока еще трудоемки, поэтому особенно привлекает к себе безвысадочный способ получения ее семян. При нем исключаются работы, связанные с прорывкой всходов, уборкой маточников, их перевозкой, хранением и высадкой, что сокращает затраты труда и удешевляет производство семян в 2—3 раза. Правда, безвысадочный способ возможен только в районах с благоприятными климатическими условиями для перезимовки маточных корней без их выкопки из почвы. При неустойчивом снежном покрове свекла может перезимовать при среднесуточной температуре самого холодного месяца не ниже минус 4°C, среднем абсолютном годовом минимуме минус 20°C.

В настоящее время семена сахарной свеклы выращивают безвысадочным способом в Киргизской ССР, Краснодарском крае и некоторых других зонах страны.

В семеноводческих хозяйствах Краснодарского края маточную свеклу в этом случае сеют на весной, а летом (июль — август). При высеве 12—14 кг семян на 1 га получают дружные и полные всходы, которые не прорывают. Осенью при наступлении устойчивого похолодания (3—5°C) свеклу укрывают землей слоем 15—18 см. В зиму уходит в среднем около 200 тыс. растений на 1 га с

массой корня 20—50 г. Листья свеклы сохраняются до январских-февральских морозов, а затем отмирают. К весне на 1 га остается 100—130 тыс. растений. В конце марта — начале апреля рядки свеклы открывают перевернутыми вверх зубьями боронами, направляя агрегат по диагонали участка. Растения, сохранив корневую систему, быстро трогаются в рост и, максимально используя запасы влаги в почве, раньше и дружнее проходят все фазы развития. Созревают семенники безвысадочной культуры рано и дружно. Они имеют, как правило, один стебель, почти не полегают, поэтому их легко убирать жатками.

Урожай семян при безвысадочном способе их производства не снижается, а в отдельные годы даже на 2—3 ц с 1 га выше, чем на высадках. Качество семян также не ухудшается.

Хорошо освоена технология выращивания семян сахарной свеклы безвысадочным способом в Киргизской ССР, где урожай их в среднем за девятую пятилетку составил 22,6 ц с 1 га.

Требованиям безвысадочной культуры вполне отвечает климат юга и юго-востока Узбекской ССР при условии постоянного орошения. Эффективность безвысадочного семеноводства свеклы в последние годы изучалась в опытах Самаркандского СХИ и ряде совхозов республики. В совхозе имени XXI партсъезда (Ташкентская область) себестоимость 1 ц семян, выращенных безвысадочным способом, составила 19 руб. 71 коп., а в совхозе «Овоще-виноградный» (Самаркандская область) — 12 руб. 29 коп., тогда как в совхозе Бершадского сахарного комбината Винницкой области, опыт которого изложен выше, себестоимость 1 ц семян сахарной свеклы за девятую пятилетку при выращивании с выкопкой маточников, их хранением и высадкой составила 53 руб. 32 коп.

Внедрение в производство безвысадочного семеноводства сахарной свеклы на орошаемых землях в зонах страны с мягкими непродолжительными зимами (Азербайджанская ССР, Узбекская ССР, южные области Украины, некоторые районы Кубани) явится большим резервом увеличения производства семян этой культуры, снижения их себестоимости и улучшения качества.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Тема 1. Изучение сортов сахарной свеклы

Существующие сорта сахарной свеклы относятся к одной разновидности alba с белой окраской кожуры и мякоти корня. По морфологическим признакам отличить сорта свеклы практически невозможно. Эти признаки незначительны, невыравнены и неустойчивы. Сортные особенности в большей степени проявляются по хозяйственным и физиологическим качествам: направлению, урожайности, сахаристости, устойчивости к засухе. По этим показателям и проводят на занятиях описание лучших районированных в зоне техникума сортов.

Возделываемые сорта сахарной свеклы по их хозяйственным качествам объединены в три группы, или направления: урожайное, обозначаемое буквой E (начальная буква немецкого слова Ertrag — урожай), сахаристое — Z (Zucker — сахар), урожайно-сахаристое, или промежуточное, — N (Normal — нормальное).

Для примера приведем схему описания самого распространенного в СССР сорта сахарной свеклы Рамонская 06, селекции бывшей Рамонской селекционной станции.

Направление	Урожайность	Сахаристость	Биологические особенности	Районы возделывания
Урожайно-сахаристое	Высокая	Повышенная	Скороспелый, засухоустойчивый, очень пластичный, отзывчивый на выскокий агрофон	Центрально-Черноземная зона, Поволжье, Северный Кавказ, УССР

## Тема 2. Определение сортов сахарной свеклы по окраске проростков

По проросткам можно быстро распознать, к какой группе сортов принадлежит данная партия семян, и таким образом установить сортовую чистоту семенного материала.

У сахарной свеклы образуется 80% розовых проростков (окраска особенно ясно видна под семядолями) и 20% зеленовато-белых. Подземная часть стебля не окрашена. У столовых сортов проростки имеют интенсивно-красную или малиновую окраску, а у кормовых сортов следующую: у красных сортов — карминово-красную и в подземной части стебля слабо-красную; у белых — исключительно белую или зеленовато-белую; у желтых и оранжевых — желтую, в подземной части — слабо-желтую. Полусахарная розовая свекла дает интенсивно и равномерно окрашенные проростки, подземная часть их окраски не имеет.

Для определения сортовой чистоты две пробы, каждую по 100 клубочков, высевают в растильни, наполненные почвой. Клубочки располагают на расстоянии 2 см друг от друга и заделывают на глубину 0,5 см. Проращивают их в течение пяти суток при температуре 20—25 °С, а на шестой день выносят на 3—4 ч на дневной свет, чтобы проростки приобрели окраску. На седьмой день их вынимают, просматривают на черной пластинке и подсчитывают сорта примесей. Полученные данные выражают в процентах для установления сортовой чистоты партии семян.

### Контрольные вопросы

1. Почему необходимо ежегодное сортообновление семян сахарной свеклы?
2. Как организовано семеноводство сахарной свеклы?
3. Каковы задачи отдельных звеньев семеноводства сахарной свеклы?

4. Каковы особенности агротехники при выращивании маточников сахарной свеклы?
5. Как убирают и хранят маточники?
6. Расскажите о различных приемах выращивания посадков (посадка маточников, уход за ними, пинцировка).
7. Как убирают посадки, очищают и хранят семена сахарной свеклы?
8. Каковы особенности семеноводства полиплоидных гибридов сахарной свеклы?
9. В чем заключается безвысадочный способ производства семян сахарной свеклы?

## ЛЕН-ДОЛГУНЕЦ

**Организация семеноводства.** В сравнении с зерновыми культурами семеноводство льна-долгунца несколько сложнее, так как лен имеет низкий коэффициент размножения семян и не все мероприятия, увеличивающие урожай семян (например, широкорядные посевы с уменьшенной нормой высева) приводят к повышению продуктивности и качества волокна растений. Кроме того, под воздействием неблагоприятных условий выращивания и при заболевании растений сортовые качества льна быстро ухудшаются.

Система семеноводства льна-долгунца была разработана и внедрена в производство в 1934—1938 гг. Всесоюзным научно-исследовательским институтом льна. К настоящему времени она претерпела изменения и усовершенствовалась.

Современная система семеноводства льна-долгунца имеет три звена:

первое — первичное семеноводство, вплоть до производства элиты;

второе — последующее размножение элиты — I, II и III репродукции элитных семян;

третье — сортообновление в колхозах и совхозах.

Первичное семеноводство льна-долгунца осуществляют ВНИИ льна и опытные научно-исследовательские учреждения, расположенные в льносеющих зонах. Задачи их состоят в том, чтобы ежегодно воспроизводить определенное количество элитных семян (лучших по урожайности и качеству волокна) районированных сортов. Улучшение семян достигается отбором типичных растений из различных посевов данного сорта, проверкой лучших маточных растений в потомстве, отбраковкой худших семей и составлением из лучших типичных семей партий семян для дальнейшего размножения и использования.

**Производство элитных семян** ведут по следующей схеме.

1-й год — *питомник отбора*. Его засевают семенами определенного сорта. Он служит для отбора маточных растений, которые отбирают также в наилучших посевах сорта.

2-й год — *питомник проверки маточных растений*. Маточные растения в этом питомнике высевают по семьям, полученное потомство изучают по основным хозяйственно-ценным признакам: продуктивности семян, выходу волокна и др.



Наиболее ценные типичные семьи (маточная элита) отбирают для дальнейшей работы, а сомнительные и явно не относящиеся к сорту выбраковывают.

3—4-й год — *размножение маточной элиты* (маточная элита первой генерации и маточная элита второй генерации). В этих питомниках высевают отдельно по семьям отобранные из питомника проверки растения маточной элиты. В период цветения и перед уборкой проводят сортовые прочистки и выбраковывают уклонившиеся от типа сорта и худшие по качествам семьи.

5—6-й год — *суперэлита и семеноводческая элита* (элита). Проверенные и отобранные по сортовым признакам и выравненности семьи маточной элиты второй генерации соответствующего сорта обмолачивают, семена смешивают и высевают для производства суперэлиты. На следующий год урожай семян суперэлиты дает семена семеноводческой элиты (элиты).

**Размножение семеноводческой элиты.** Задача второго звена — размножить семеноводческую элиту до таких размеров, чтобы провести сортосмену (сортообновление). Размножение семеноводческой элиты проводится в льносеменоводческих колхозах под руководством научно-исследовательских учреждений.

Льносеющие районы страны разбиты по сходным природно-климатическим условиям на отдельные зоны (в каждую из них входит несколько административных районов) с общей площадью посева льна от 10 до 30 тыс. га. В каждой такой зоне, называемой *льносеменоводческой единицей*, имеется межрайонная льносеменоводческая станция, вокруг которой в пределах зоны организованы льносеменоводческие гнезда (5—7), состоящие из группы лучших семеноводческих хозяйств.

Задача льносеменоводческой станции и льносеменоводческого гнезда — размножение элитных семян в течение трех лет (I, II и III репродукции) и проведение сортообновления во всех льносеющих колхозах своей зоны.

На семеноводческих посевах в хозяйствах каждого гнезда норма высева семян льна-долгунца должна быть не ниже 80—100 кг на 1 га, и лишь для семян I репродукции, чтобы увеличить коэффициент размножения, она может быть снижена до 50—70 кг и для семеноводческой элиты — до 40—50 кг на 1 га. Выращивать II и III репродукции семян желательно при узкорядном способе посева, но для увеличения коэффициента размножения семян их высевают и широкорядным способом.

Ответственный прием при размножении семян — сортовая прочистка. Первую прочистку проводят в период цветения, удаляя все растения, нетипичные для сорта по окраске цветков. Перед уборкой посевы прочищают вторично, при этом удаляют слабо-развитые и низкостебельные растения, а также склонные к ветвлению и с увеличенным числом коробочек. Особенно тщательно нужно прочищать посевы от поврежденных и пораженных грибными болезнями растений.

После второй прочистки в период от зеленой до ранней желтой спелости растений льна проводят апробацию семеноводческих посевов по установленной инструкции.

Убирают лен в фазе желтой спелости в самые сжатые сроки. Семена, доведенные до установленной влажности (12%) и чистоты, семеноводческие колхозы сдают льносеменоводческим станциям.

**Сортообновление** льна-долгунца заключается в том, что на всех производственных площадях данного хозяйства заменяют семена, высевавшиеся несколько лет, II или III репродукцией семян того же сорта.

Каждый льносеющий колхоз, получив на всю площадь семена III репродукции, выделяет из этой площади семенной участок, который должен обеспечивать хозяйственные посевы лучшими сортовыми семенами в течение всего периода до наступления следующего срока сортообновления.

Разные сорта льна в различных зонах льноводства ухудшаются неодинаково быстро. Например, ценные сортовые признаки в северо-западных районах сохраняются дольше, чем в юго-восточных, где сорта быстрее теряют свои положительные свойства вследствие менее благоприятных климатических условий. Поэтому сроки сортообновления должны устанавливаться в зависимости от конкретных условий отдельных льноводческих зон, областей, районов. Так, на Украине сортообновление льна нужно проводить чаще, потому что под влиянием более жаркого климата сортовые качества льна-долгунца снижаются быстрее, чем в северной зоне с умеренным климатом. В настоящее время на большей части посевов льна обновление семян проводят один раз в 5 лет.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Изучение сортовых признаков и сортов льна-долгунца

Определять сорта льна-долгунца по внешнему строению очень трудно, так как у них отсутствуют резко отличительные морфологические признаки.

*По высоте стебля* различают сорта высокорослые и средней высоты, по устойчивости к полеганию — неполегающие (Победитель 1288/12) и склонные к полеганию (Прядильщик, Стахановец). *Коробочка* у всех сортов мелкая, при созревании нераскрывающаяся, лишь у некоторых склонна к растрескиванию и осыпанию семян (Светоч). *Семена* мелкие, коричневые. У некоторых сортов коричневые, но с лиловатым оттенком (Прядильщик).

Районированные сорта льна в большей степени различаются по своим хозяйственным и техническим показателям: урожайности волокна и семян, устойчивости к болезням (фузариозу, ржавчине,

полиспорозу и др.), продолжительности вегетационного периода и т. д. (см. схему описания сортов).

Схема описания сортов льна-долгунца

Сорт	Урожайность, ц с 1 га		Высота стебля	Качество волокна	Скороспелость
	семян	волокна			
Светоч, селекции Всесоюзного НИИ льна	4—8	6—11	Средняя	Высокое	Среднеспелый

*Продолжение*

Сорт	Устойчивость к полеганию, осыпанию	Устойчивость к болезням		Районы распространения
		рж-вчине	фузариозу, полиспорозу	
Светоч, селекции Всесоюзного НИИ льна	Склонен к полеганию и осыпанию	Устойчив	Неустойчив	Нечерноземная зона европейской части СССР и северо-запад Украинской ССР

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о системе семеноводства льна-долгунца. Какие звенья она включает?
2. Какие задачи ставятся перед первичным семеноводством льна-долгунца и как оно организовано?
3. Расскажите об особенностях производства семян льна-долгунца I, II и III репродукций.
4. Как проводится сортообновление льна-долгунца?

### КАРТОФЕЛЬ

Картофелеводство — одна из крупных отраслей сельского хозяйства СССР. Ежегодные валовые сборы картофеля в стране составляют почти 100 млн. т, это примерно треть мирового производства.

Наиболее успешно работают картофелеводы Украинской ССР, Белорусской ССР, Эстонской ССР. Перейдя полностью на сортовые посевы, применяя прогрессивную технологию, в этих республиках из года в год получают высокие урожаи картофеля. В Белоруссии за годы девятой пятилетки средняя урожайность составила 190 ц с 1 га, в Эстонии за 1966—1976 гг. — свыше 160 ц.

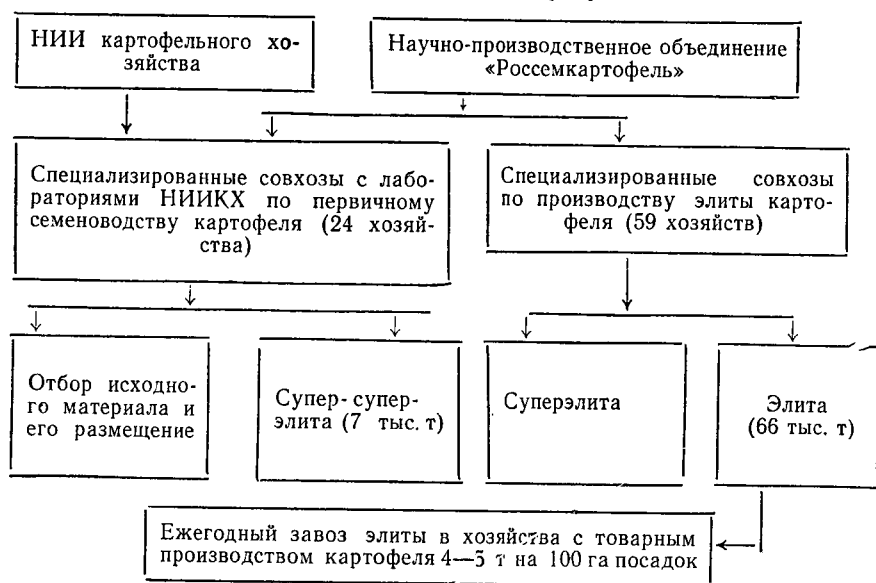
Московская область — одна из ведущих в стране по производству картофеля. В последний год девятой пятилетки совхозами и

колхозами области с площади более 80 тыс. га было собрано по 193 ц клубней с 1 га.

Однако в целом по стране резервы этой отрасли используются не полностью. В некоторых картофелеводческих районах недостаточно четко налажена работа по селекции и семеноводству, внедрению передовой технологии, по специализации хозяйств и концентрации производства. Устранение указанных недостатков, в частности замена несортного посадочного материала сортовыми клубнями районированных сортов, позволит значительно увеличить валовой сбор картофеля в стране.

**Организация семеноводства.** Существенную роль в повышении урожайности картофеля играет совершенствование системы семеноводства. Заслуживает внимания, как перспективная, система семеноводства картофеля, осуществляемая в Российской Федерации Научно-производственным объединением «Россемкартофель». В объединение входит 83 специализированных совхоза по первичному семеноводству и выращиванию элиты и НИИ картофельного хозяйства (см. схему).

Схема организации семеноводства картофеля в РСФСР



По этой системе коренным образом изменена организация сортообновления: на посадку товарных площадей поступают клубни не IV—VII репродукций, как было принято раньше, а III—IV. Только благодаря этому мероприятию урожайность картофеля повысилась на 20—25 ц с 1 га.

В областях и автономных республиках созданы областные научно-производственные объединения по семеноводству на базе

спецхозов по первичному семеноводству и спецхозов по элите картофеля. Рассмотрим работу такого объединения по Московской области. В него входят опытно-производственные хозяйства НИИ картофельного хозяйства и лучшие картофелеводческие хозяйства области: совхоз «Борец» Дмитровского района и колхозы «Победа» Коломенского района и имени Горького Клинского района.

Объединение большое внимание уделяет сортосмене. Для хозяйств Московской области разработана оптимальная структура посевов сортов картофеля различных сроков созревания, обеспечивающая устойчивые по годам урожаи клубней и резкое снижение напряженности работ при уборке.

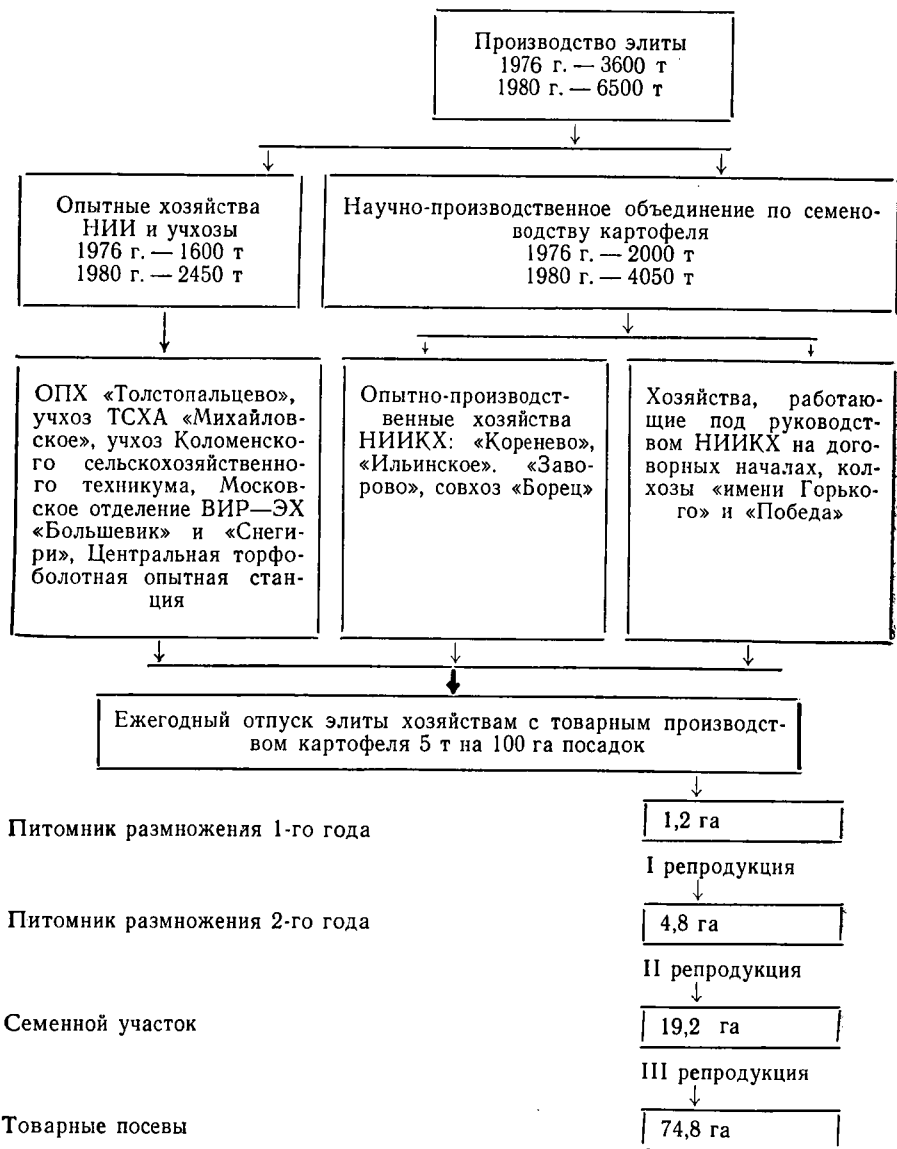
Согласно принятой структуре, в 1978—1980 гг. раннеспелые сорта (продолжительность периода от всходов до созревания 65—70 дней) должны высеваться на 10% площадей, отводимых в области под картофель, среднеранние (70—75 дня) — на 30%, среднеспелые (80—85 дней) и среднепоздние (115—120 дней) соответственно на 35 и 25%.

В пределах каждой группы внедряются лучшие районированные сорта. Особенно широкое распространение получили Белорусский ранний, Смена, Истринский, Янтарный, Гатчинский, Огонек, Бируза, а всего более десяти сортов размножаются теперь в области и каждому определена своя зона и удельный вес в общей структуре сортового состава. В каждой зоне (а их в области четыре: северо-западная, центральная, восточная и южная) рекомендуется возделывать 6—7 сортов (примерно на 20—25 тыс. га посадок), а для отдельных хозяйств подбираются 2—3 и даже 4 наиболее урожайных сорта различных сроков созревания.

Для проведения сортообновления хозяйства объединения ежегодно выделяют всем совхозам и колхозам, имеющим товарное производство картофеля, элитные семена из расчета не менее 5 т на 100 га посадок. Коэффициент размножения элиты в питомниках размножения и далее на семенном участке должен быть не менее 1:4, т. е. оптимальный урожай должен составлять 200—240 ц с 1 га. В этом случае выход стандартной семенной фракции (за вычетом дефектных клубней, очень мелких и т. п.) будет 140—160 ц с 1 га, что достаточно для обсеменения в следующем году 4 га посадки при расходе посадочного материала 35—40 ц с 1 га. Такой коэффициент размножения будет гарантировать планомерное сортообновление посадочного материала и даст возможность каждому хозяйству использовать на посадку товарных площадей только клубни III репродукции вместо ранее высаживаемых IV—VII репродукций.

Произведем расчет. Полученные 5 т элиты будут высажены хозяйством в питомнике размножения первого года на площади 1,2 га. Полученной I репродукцией на второй год будет заложено 4,8 га площади питомника размножения второго года. Урожаем II репродукции на следующий год будет засеяна площадь семенно-

**Схема организации семеноводства картофеля в Московской области  
на 1976—1980 гг.**



го участка в 19,2 га. И, наконец, полученная III репродукция обеспечит посадку товарных посевов на площади 74,8 га (см. схему).  
**Производство элитных семян.** Сортовой семенной картофель при размножении в производственных условиях довольно быстро те-

ряет свои урожайные и другие ценные качества. Чаще всего это связано с неблагоприятными почвенными условиями, высокой температурой и недостаточной влажностью в летнее время, с поражением болезнями (фитофтора, черная ножка, кольцевая гниль и др.), засорением другими сортами. Но особенно вредоносны для картофеля болезни вырождения (вирусные): крапчатая мозаика (возбудитель — вирус X, наиболее распространенный среди других, встречается во всех зонах возделывания картофеля в растениях почти всех сортов), закручивание листьев (вирус M), полосатая и морщинистая мозаика, курчавость листьев (вирус S). Вирусные болезни значительно снижают урожай картофеля. У растений, пораженных вирусами, даже при отсутствии внешних признаков болезни (вирусы в скрытой форме) урожай клубней снижается на 15% и более.

Первоочередная задача элитного семеноводства — оздоровление картофеля от вирусных болезней. Специализированные хозяйства призваны выращивать высококачественный картофель, для чего необходим исходный безвирусный материал (элита на безвирусной основе).

Элиту картофеля выращивают по пятизвенной схеме с использованием клонового отбора (клон — вегетативно размноженное потомство одного куста картофеля): 1-й год — питомник отбора (отбор в питомнике испытания клонов 1-го года); 2-й год — питомник испытания клонов 1-го года; 3-й год — питомник испытания клонов 2-го года; 4-й год — суперэлита и 5-й год — элита.

Основная оценка растений проводится в клоновых питомниках 1—2-го года (первичное семеноводство). В них необходимо любыми методами (не полагаясь лишь на визуальную оценку) отобрать в выращиваемом материале свободные от вирусов кусты и не допустить к размножению клубни вырожденных растений. Начинают эту работу с оздоровления от вирусных, бактериальных, грибных и нематодных болезней клубней исходного материала путем ускоренного размножения в защищенном грунте их верхушечных меристем. При последующей оценке клонов широко применяют серологические и индикаторные анализы (серодиагностика — анализ растений на скрытую зараженность вирусами, с использованием специальной сыворотки, при помощи которой устанавливают их наличие или отсутствие в соке, выжатом из долей листа). В зимне-весенний период применяют метод индексации — выбраковка зараженных растений по зеленым росткам, развившимся из вырезанных глазков картофеля.

Применение этих методов позволило выращивать элиту картофеля на безвирусной основе высокой эффективности, урожай которой превышает обычную элиту на 30—45% при одновременном увеличении содержания крахмала в клубнях на 1—2%.

Экспериментальное хозяйство ВИР «Большевик» Московской области специализируется на производстве элиты картофеля. Ежегодно для создания элиты отбирают 3000—4000 кустов. От-

бор начинают с тщательного визуального осмотра во время полных всходов, бутонизации и цветения. В период цветения отобранные растения анализируют серологическим методом. При уборке берут кусты, в урожае которых клубни (не менее 8) типичны для данного сорта. Урожай каждого куста хранят отдельно. Весной клубни осматривают, бракуют дефектные и затем высаживают по схеме  $70 \times 30$  см в питомник испытания клонов 1-го года, где оценивают их по потомству. Клубни каждого растения высаживают в отдельный ряд.

По всходам каждый куст в ряду осматривают и при обнаружении больного растения удаляют целиком клон. При цветении оценивают серологическим методом и отмечают лучшие клоны для отбора. При уборке их дополнительно бракуют по клубням. Каждый клон хранят в полиэтиленовых мешках.

Весной клоны высаживают в питомник испытания клонов 2-го года, где снова визуально и серологически оценивают растения. При уборке урожай отобранных клонов объединяют и используют на следующий год для посадки на суперэлиту, а ее урожай для посадки на элиту. В питомниках 1—2-го года против тлей и других переносчиков вирусных растений опрыскивают сайфосом (2,8 кг/га).

Под элиту отводят лучшие поля, обеспеченные влагой. Учитывают их удаленность от резерваторов вирусов (овощные плантации, сады, индивидуальные огороды и пр.). Размещают по пласту и обороту пласта многолетних трав, озимым и зерновым бобовым культурам. За 20—25 дней до посадки клубни проращивают или прогревают. Сажают машиной СН-4Б, размещая на 1 га 55—60 тыс. клубней, мелких — 70—75 тыс.

С появлением всходов проводят две культивации междурядий и два глубоких окучивания (последнее не позднее начала бутонизации), а также две-три фито- и сортопрочистки. Против фитофторы посадки обрабатывают хлорокисью меди.

В конце августа с помощью КИР-1,5 скашивают ботву. Убирают картофель копатель и комбайном «Дружба», в картофелехранилище его закладывают без сортировки во избежание механического повреждения. Элиту, предназначенную для реализации, закладывают на 2—3 недели в бурты, и за этот период на клубнях заживают механические повреждения, нанесенные при уборке. Бурты укрывают соломой слоем 50—60 см, а при необходимости присыпают землей. После лечебного периода картофель сортируют и реализуют. На конец девятой пятилетки урожайность элиты в хозяйстве составляла 262 ц/га.

Важной проблемой семеноводства картофеля на безвирусной основе является защита самой элиты в процессе выращивания и последующих репродукций при ее размножении от повторных заражений вирусными и другими болезнями, что достигается созданием закрытых районов семеноводства. Закрытое семеноводство— это такая организационная форма производства посадочного ма-



териала картофеля, при которой обеспечивается надежная защита семеноводческих посевов от вирусных и других заболеваний путем соблюдения необходимых фитосанитарных требований. Они сводятся к изоляции этих посевов от очагов вирусной инфекции, какими являются товарные посевы картофеля, овощных культур и плодовых насаждений в хозяйствах и на индивидуальных участках.

Хорошо налажено такое семеноводство в Польше, Чехословакии, ГДР. Эффективность организации закрытых районов семеноводства картофеля подтверждает опыт Украинской ССР, в которой в 10 полесских и западных областях, где в основном сосредоточены посевы картофеля, действует 14 закрытых районов. Особенности выращивания картофеля при размножении элиты в специализированных хозяйствах и на семенных участках колхозов и совхозов. Особого внимания заслуживает внутрихозяйственное семеноводство, от четкой организации которого во многом зависит высокая продуктивность элиты и повышение урожайности товарного картофеля.

Картофелеводам хорошо известно, что высокие урожаи получаются в тех случаях, если до начала клубнеобразования формируется достаточно мощная листовая поверхность. Это достигается возможно ранней, мелкой посадкой выравненными, предварительно пророщенными на свету клубнями с использованием гребневого и полугребневого способов посадки (60—65 тыс. на 1 га), доброкачественной подготовкой почвы с внесением больших доз удобрений (40—50 т органических и 10—12 ц минеральных на 1 га), тщательным уходом, проведением сорто- и фитопрочисток и другими приемами.

Выращивают картофель механизированные звенья. Очень важно не допускать смешивания сортов. В питомниках размножения на семенных участках во время посадки между сортами оставляют 1—2 свободных ряда. Каждый питомник обозначают постоянной этикеткой, где указываются название сорта, репродукция, площадь, фамилия и инициалы звенья, за которым закреплен посев.

Совхоз «Первомайский» Почепского района Брянской области — крупный поставщик семенного картофеля в области. С площади 350 га совхоз получил в девятой пятилетке 224 ц с 1 га. За каждым механизированным звеном (3—4 механизатора) закреплено 80—100 га посевов картофеля.

Картофель ранних сортов (35%) размещают в кормовых севооборотах после кормовой свеклы, кукурузы, среднеспелых (32%) и среднепоздних сортов (33%) в полевых севооборотах по обороту пласта после озимых. Зябь пашется до середины сентября. Обработку почвы весной начинают с боронования зяби, после чего проводят две культивации на 8—10 и 10—12 см и плугом заделывают удобрения на 16—18 см. При такой послышной обработке хорошо разрыхляется пахотный слой. Для сортов ин-

тенсивного типа с урожайностью 250—300 ц с 1 га (Огонек, Гатчинский, Темп и др.) установлены следующие нормы удобрений: навоз — 50—60 т на 1 га, азот и фосфор — по 120 кг, калий — 200—240 кг; при посадке на 1 га вносят 1—2 ц гранулированного суперфосфата или нитрофоски. Под ранний картофель навоз обязательно запахивается под зябь.

Весной клубни сортируют на три фракции: 35—50 г, 50—80 и 80—125 г. Для проращивания их на две недели укладывают на площадки шириной 2 м и длиной до 20, слоем 0,2—0,3 м. На ночь при необходимости клубни укрывают соломенными матами. За неделю до посадки их обрабатывают суспензией 5% ТМТД (70 л на 1 т).

Сажают гребневым способом на глубину 6—8 см, а на чистых от сорняков участках — на 4—6 см сажалками СН-4Б в агрегате с трактором МТЗ-52. Густота и равномерность раскладки клубней проверяются во время посадки 2—3 раза в день. На 1 га высаживают до 70 тыс. клубней. Мелкая посадка пророщенных клубней способствует раннему и дружному появлению всходов, быстрому нарастанию ботвы и более интенсивному накоплению урожая.

В уходе за посевами в совхозе шаблона нет, посадки постоянно поддерживают в рыхлом и чистом от сорняков состоянии, не допуская лишних механических обработок. На чистых полях первой обработкой является рыхление междурядий, а где обильна сильная засоренность, обработку посадок начинают с окучевания, в результате которого погибают засыпанные почвой всходы двудольных сорняков; злаковые сорняки уничтожают боронами, навешенными на культиватор. Необходимость в дополнительном проведении культивации междурядий и окучевании растений определяют в зависимости от влажности почвы и состояния посевов в течение вегетации. Первую фитосортовую чистку проводят при полных всходах, вторую — в период цветения и через 2—3 недели — третью. Апробируют картофель вслед за сортовой прополкой. Против фитотторы посевы опрыскивают 3—4 раза, используя цинеб, купрозан или хлорокись меди. Для борьбы с колорадским жуком в раствор фунгицидов добавляют хлорофос или полихлорпинен. Первое опрыскивание проводят по полным всходам, второе — спустя 3 недели после первого и последующие — с интервалами в 2—3 недели.

При пожелтении у растений нижних листьев скашивают ботву машинами УБД-3 и КИР-1,5, и через 2—3 недели семенной картофель убирают картофелекопателями. Выкопанные клубни перевозят к месту временного хранения, взвешивают и укладывают на 3—4 недели в бурты, укрывая слоем соломы. Затем картофель сортируют на КСП-15, оценивают на семенные качества клубней и закладывают на зимнее хранение в картофелехранилище слоем 1—1,25 м при температуре 2—3 °С и влажности 85—90%.

### Схема описания сорта картофеля Лорх

Назначение сорта	Клубни		Расположение глазков	Окраска ростков
	форма	окраска		
Универсальный	Округло-овальная	Белая	Поверхностное	Красно-фиолетовая

*Продолжение*

Назначение сорта	Окраска цветков	Скороспелость	Вкусовые качества	Районы распространения
Универсальный	Светло-красно-фиолетовая	Среднепоздний	Хорошие	Большинство областей, краев и республик СССР

Для оценки на семенные качества из 10 различных мест партии весом 10 т отбирают образец из 200 клубней. При большей партии на каждые следующие 16 т добавляют по 50 клубней (из четырех мест). Образец анализируют работники семенных инспекций, агрономы хозяйств.

Для посевных качеств картофеля установлены следующие нормы: размер клубней в диаметре не менее 4,5 см (для округлых) и не менее 4 см (для продолговатых), масса не менее 40 г, наличие клубней мельче установленного стандартом не более 1% для 1 класса и не более 2% для 2 класса, а количество больных и поврежденных клубней — не более 3 и 10% (соответственно для 1 и 2 классов).

Проект первого в РСФСР комплекса первичного семеноводства картофеля разработал Брянский филиал института «РосгипроНИИсельстрой» совместно с Научно-исследовательским институтом картофельного хозяйства. Комплекс состоит из лабораторного корпуса, зимней и весенней теплиц, хранилища для семян, а также стационарного картофелесортировочного пункта. За год здесь будет выращиваться более 2 тыс. т элитных семян.

Комплекс спроектирован для совхоза «Первомайский» Почепского района. По этому же проекту МСХ РСФСР строит комплексы в 23 областях республики.

### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

#### Тема 1. Изучение сортовых признаков и сортов картофеля

Большое число сортов картофеля, возделываемых в производстве, затрудняет определение многих из них.

К морфологическим сортовым признакам картофеля относятся признаки куста и стебля, листа, цветка и плода, клубня. По отдельным сортам они изложены в пособиях по апробации. Помимо этого, сорта различают по хозяйственным и биологическим признакам, устойчивости к фитофторе и раку, продолжительности вегетационного периода — раннеспелые, среднеспелые, среднепоздние, позднеспелые; назначению — столовые, технические, универсальные. Для примера приводим схему описания сорта картофеля Лорх селекции НИИКХ (см. на стр. 332).

## Т е м а 2. Апробация картофеля

Апробации подлежат все посевы картофеля на семенных участках и те, урожай с которых будет использован в порядке обмена и заготовок на семенные цели. Перед апробацией устанавливают происхождение семенного материала и агротехнику апробируемых посевов: количество и время внесения удобрений, сроки и способы посадки, сроки и качество прочисток.

Апробацию проводят во время цветения картофеля. На участках площадью до 5, 10 и 15 га осматривают соответственно 15, 20 и 25 проб по 20 кустов. При большем размере участка дополнительно анализируют по две пробы на каждые 5 га сверх 15 га. Пробы осматривают по диагонали участка на равных расстояниях друг от друга (через определенное число борозд в зависимости от длины диагонали), устанавливают подлинность сорта.

Растения иного сорта выкапывают, регистрируя окраску клубня. Отмечают болезни: черную ножку, гниль (кольцевую), кудряш, вырожденные кусты. Их количество выражают в процентах ко всем осмотренным кустам (основного сорта и примесей). Степень поражения фитофторой определяют глазомерно: слабая — единичные пятна на отдельных кустах; средняя — листья имеют заметные поражения на всех кустах, но кусты зеленые; сильная — каждый куст наполовину или более поражен фитофторой.

Одновременно с осмотром проб устанавливают густоту насаждения и состояния посева: хорошее — ботва почти всех растений нормально развита и смыкается в рядках; среднее — посев не выравнен по развитию ботвы, наряду с хорошо развитыми кустами имеется до 25% слаборазвитых растений; плохое — посев не выравнен или растения слабо развиты. Глазомерно определяют виды на урожай в ц с 1 га.

Все данные о каждом осмотренном кусте сокращенно записывают на листке полевого блокнота, имеющего 500 клеток (25 клеток по горизонтали, по числу проб, и 20 клеток по вертикали, по числу растений в пробе). Например, куст основного сорта — начальной буквой его сортового названия, куст другого сорта — буквами ПР (примесь), большой куст — названием болезни.

После апробации данные записей подсчитывают, выражают в процентах сортовую засоренность и пораженность болезнями и

заполняют «Акт апробации», относя посев к одной из следующих категорий: I категория — сортовая чистота — не менее 98%, наличие больных растений — не более 1,2%; II категория — соответственно не менее 95 и не более 2% и III категория — не менее 90 и не более 4%.

Если посевы не отвечают установленным нормам, их необходимо вновь прочистить или признать непригодными для семенных целей.

### Контрольные вопросы

1. Как организовано семеноводство картофеля в РСФСР?
2. Какие звенья включает первичное семеноводство и каковы его задачи?
3. Как выращивают семена элиты картофеля и какие требования предъявляют к ней? Принятые сроки сортообновления.
4. Как организуется размножение семян элиты в колхозах и совхозах?
5. Каковы особенности агротехники уборки и хранения семенного картофеля?
6. Как ведется контроль за посевными качествами картофеля?
7. Как проводят апробацию картофеля?
8. Какими показателями характеризуются посевные и сортовые качества картофеля?
9. Назовите основные сорта картофеля и сорта, районированные в данной области. Дайте их характеристику.

### КОРМОВЫЕ ТРАВЫ

**Организация семеноводства многолетних трав.** В колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных учреждениях широкая интенсификация кормопроизводства возможна лишь при условии полной обеспеченности их семенами многолетних трав. Вместе с тем из-за неудовлетворительного положения с производством семян кормовых трав хозяйства большинства районов страны длительное время испытывали постоянный недостаток в семенах клевера, люцерны, ковра безостого, тимофеевки луговой и других культур, что приводило к неустойчивости кормовой базы. Такое состояние с семенами трав было обусловлено главным образом несовершенной организацией их семеноводства.

Семеноводство многолетних трав в отличие от других культур характеризуется очень низким выходом семян с единицы площади, и поэтому крупные объемы производства их могут быть достигнуты лишь при отведении под семенные посевы не менее 500 га пашни, что в средних по размеру хозяйствах составляет 20—25% посевных площадей. В принятой же в последние годы системе производства семян трав (научные учреждения — спецхозы — семенные участки колхозов и совхозов) семена выращивали в небольших объемах. Размеры семенных посевов в колхозах и совхозах не превышали 20—30 га (1,5—2% площади пашни), урожай семян были низкими, невысоких кондиций. К тому же не стимулировали развитие производства семян трав цены на семена, отсутствие за реализованные семена встречной продажи комбикормов. Это побуждало многие хозяйства убирать семенные посевы на фураж.

Интенсификация кормопроизводства в колхозах и совхозах требовала решить главную задачу — ликвидировать постоянный дефицит семян многолетних трав. Достичь этого можно только при концентрации и специализации отрасли, ведении семеноводства трав промышленными методами.

Опыт организации семеноводства многолетних трав на этой основе имеет Белорусская ССР. Рассмотрим его на примере Витебской области, где вместо не оправдавшей себя трехзвенной системы производства семян (научные учреждения — спецхозы — семенные участки колхозов и совхозов) была принята новая, более прогрессивная система семеноводства из двух производственных звеньев: научно-исследовательские учреждения и специализированные семеноводческие хозяйства. Вопросы планирования производства семян, их заготовка, доведение до посевных кондиций возложены в республике на созданные в каждой области хозяйственные производственно-научные объединения по производству и заготовке семян многолетних трав — Облсемтравобъединения. Организованы они на принципах межхозяйственной кооперации и входят в систему управления сельского хозяйства облисполкома и республиканского Белсемтравобъединения.

В Витебской области такое объединение было создано в 1975 г. на базе областной лугосеменоводческой станции. В него вошли семеноводческие хозяйства (27 колхозов и 17 совхозов) и 4 экспериментальные базы научно-исследовательских учреждений.

В семеноводческих хозяйствах есть соответствующая материально-техническая база, они оснащены необходимой для семеноводства трав сельскохозяйственной техникой, имеют сушилки с активным вентилированием. Вся посевная площадь в совхозах составляет 105 тыс. га. Под семенниками многолетних трав в 1977 г. было занято 20 тыс. га, к 1980 г. их площади достигнут 25 тыс. га и будут занимать 25% пашни (около 500 га) в каждом хозяйстве.

Научно-исследовательские учреждения на своих экспериментальных базах производят необходимое для ежегодной закладки семенников в семеноводческих хозяйствах количество семян элиты и I репродукции районированных и перспективных сортов многолетних трав.

Выращивается элита по схеме: 1) питомник сохранения сорта; 2) питомник предварительного размножения; 3) суперэлита; 4) элита. В первых двух питомниках достигается сохранение у сортов многолетних трав признаков и свойств кормового назначения (урожайности, быстрого отрастания, долголетия и др.). Обеспечивается это массовым отбором и внутрисортным свободным переопылением исходного материала, который для этой цели отбирают с лучших травостоев, и элиты данного сорта разных возрастов и различных условий выращивания. Питомники суперэлиты и элиты служат для быстрого размножения обновленных

семян сорта. Качество элитных семян достигается выполнением в питомниках комплекса приемов: выращиванием растений на лучшем агрофоне, соблюдением пространственной изоляции травостоев от других посевов данного вида трав, видовыми прополками, исключением возможности механического засорения, защитой посевов от вредителей и болезней, доведением семян до высоких кондиций.

Созданная элита и I репродукция через Облсемтравобъединение поступают в семеноводческие хозяйства. Семхозы на своих полях выращивают семена I, II, III и последующих репродукций в ассортименте и количестве, обеспечивающем выполнение установленных планов полевого травосеяния, залужения и поставок в общественный фонд. В семхозах внедрена передовая технология выращивания семенников, способствующая росту урожая семян. Сбор их в семеноводческих хозяйствах в среднем в 1,5 раза выше, чем в рядовых хозяйствах области. Кроме того, семена, выращенные в семхозах, имеют более высокие посевные кондиции и способны формировать более высокие урожаи. В семхозах выращивают семена многих сортов пяти видов бобовых (клевер красный, розовый и белый, люцерна, донник) и семи злаковых культур (ежа сборная, овсяница луговая и красная, райграс однолетний и пастбищный, тимофеевка луговая, костер безостый).

Выращенные в соответствии с плановым заданием (по видам и сортам) семена семхозы отправляют на семяочистительно-сушильный завод Облсемтравобъединения для очистки, сушки и доведения их до первого класса семенного стандарта. За сданные семена семеноводческие хозяйства, согласно существующему положению, получают комбикорма и минеральные удобрения (за 1 ц семян люцерны, клевера белого и розового — 10 ц комбикорма, за семена красного клевера — 8 ц и т. д., в зависимости от дефицитности культуры).

Облсемтравобъединение реализует эти семена колхозам, совхозам, мелиоративным организациям для фуражных посевов по разнарядкам производственного управления сельского хозяйства облисполкома.

Витебское Облсемтравобъединение по валовому производству семян занимает одно из ведущих мест в стране и к концу десятой пятилетки планирует полностью обеспечить потребность всех хозяйств области в семенах многолетних трав.

Опыт Белорусской ССР по организации семеноводства многолетних трав был одобрен коллегией Министерства сельского хозяйства СССР и рекомендован для широкого внедрения в сельскохозяйственное производство с учетом конкретных местных условий.

Отныне в семеноводстве многолетних трав важнейшим звеном становятся специализированные семеноводческие хозяйства. Дальнейшее углубление в стране их специализации по травам обеспечит ежегодное производство потребного количества сорто-

вых семян семхозами на всю площадь фуражных посевов колхозов и совхозов обслуживаемого района.

Перевод семеноводства многолетних трав на промышленную основу позволит увеличить производство товарных семян в наиболее благоприятных для их возделывания районах и обеспечить семенами хозяйства тех районов, где по климатическим условиям они не вызревают или малоурожайны (зоны неустойчивого семеноводства многолетних трав).

Семена люцерны выращивают на поливных землях среднеазиатских республик (Узбекская ССР, Казахская ССР), а также при поливе и на богаре в южных областях РСФСР и Украины. В этих зонах на базе лучших совхозов созданы хорошо оснащенные необходимыми машинами и оборудованием семеноводческие объединения по производству семян люцерны. Хорошие урожаи семян клевера получают в Прибалтийских республиках, Белорусской ССР, Полесье и лесостепной зоне Украинской ССР. Семена костра безостого производятся главным образом в центрально-черноземных областях.

**Выращивание семян многолетних трав в спецсемхозах.** Решающее значение в получении урожая семян многолетних трав (особенно клевера) имеет выбор участка под семенные посевы. Высокие и устойчивые урожаи семян можно получить только на плодородных, хорошо подготовленных, удобренных и очищенных от сорняков почвах. Семенные посевы следует размещать на более увлажненных участках, в засушливых районах им отводят орошаемые, лиманные и пойменные земли, расположенные в окружении лесов. Близость леса полезна еще и тем, что в нем обитают шмели и дикие пчелы, которые опыляют бобовые, способствуя повышению урожая. Семенные посевы не терпят легких песчаных и супесчаных, щебенчатых и солонцеватых почв, а также сильно засоренных участков.

В Белоруссии увеличения производства семян многолетних трав в семеноводческих посевах достигли прежде всего за счет размещения посевов в полях севооборотов в соответствии с их требованиями к почвенно-климатическим условиям. Особое внимание в этом вопросе уделяли клеверам, подбору разных форм и сортов их внутри самого хозяйства. На произвесткованных слабокислых легких и средних суглинках с отрегулированным водным режимом размещают двукосный раннеспелый клевер. На менее окультуренных почвах с повышенной влажностью и кислотностью лучше удается однокосный позднеспелый клевер, а на увлажненных кислых, малопродуктивных глинистых и болотных почвах более высокие урожаи сена и семян дает клевер розовый и белый. В хозяйствах с пестрым почвенным покровом наряду с красным высевают розовый или белый клевер, как более устойчивый от выпадения, что уменьшает издержки от частичной гибели их посевов, которая иногда еще имеет место. В каждом семхозе в структуре семенников клевер занимает до 60%, на остальной площади вы-



рашивают злаковые травы, которые при хорошей агротехнике гарантируют высокий урожай семян в любой год.

Семенные посевы должны быть изолированными от старых посевов трав, которые могут быть источниками появления вредителей и болезней. Бобовые травы размещают не ближе 500 м, а злаковые — не ближе 200 м от старых посевов.

Семена бобовых культур скарифицируют и за 3—4 недели до посева протравливают.

Клевер высевают широкорядным, а раннеспелый и рядовым способом под покров яровых (пшеница, ячмень) или озимых (пшеница) культур. Злаковые травы сеют, как правило, сплошным способом под покров яровой пшеницы и ячменя, но во влажные годы широкорядные посевы тимopheевки (45 см) более урожайны, чем сплошные рядовые, которые при загущенности рано полегают.

У овсяницы луговой урожай от способов посева не зависит, а костер безостый дает урожай семян выше в сплошных рядовых посевах.

Уход за семенными посевами нужно начинать сразу после выхода их из-под покрова. Важно провести быструю уборку покровной культуры, избавиться от ее остатков на поле. Если травы из-под покрова вышли ослабленными, их надо подкормить. В засушливых районах проводят задержание снега и талых вод.

Весной (на второй год жизни) убирают и уничтожают стерню покровной культуры и рано весной растения подкармливают.

В течение вегетации проводят обработку междурядий на широкорядных посевах, прополки, борьбу с вредителями и болезнями. Против клеверного долгоносика весной (при отрастании клевера) посевы опыливают дустом гексахлорана (18 кг на 1 га). Посевы злаковых трав для уничтожения сорняков обрабатывают гербицидами в фазе полного кущения.

К семенным посевам эспарцета, клевера, донника подвозят пачеки. Для усиления активности пчел их дрессируют: в лотки, наполненные сахарным сиропом, кладут цветущие головки клевера. Клевер цветет неравномерно и растянуто: от 20—30 дней при благоприятной погоде, до 50 — при плохой. Чем больше опылителей посещает клевер, тем, естественно, быстрее заканчивается его цветение.

Семенные посевы клевера апробируют в период полного цветения. С участка площадью не более 50 га, проходя по диагонали, в 50 пунктах с четырех кустов срезают с частью корневой шейки по одному нормально развитому стеблю. Сноп должен иметь не менее 220 стеблей. При анализе устанавливают тип семенного клевера (позднеспелый, раннеспелый, промежуточный, смесь типов), наличие примеси трудноотделимых культурных растений и трудноотделимых сорняков, определяют общее засорение травостоя клевера (по шкале: 0 — засорение отсутствует, 1 — незначительное, 2 — среднее, 3 — сильное) и заражение растений болезнями.

ми и вредителями. Принадлежность к сорту устанавливают только по сортовым документам на высеянные семена.

Апробацию злаковых многолетних трав (кроме житняка) проводят в период полного колошения растений. На участке площадью не более 20 га, проходя его по диагонали, в 30 пунктах срезают горсть стеблей (10—15 штук). Набранный снопок при анализе делят на три фракции: стебли апробируемой культуры, стебли других культурных трав (в том числе трудноотделимых) и стебли сорняков. Процент культурных примесей определяют отношением к числу всех стеблей культурных растений, а засоренность — отношением к общему числу стеблей в снопе. Посевы признаются сортовыми, если их видовая чистота составляет не менее 90%.

Уборку семенных посевов бобовых трав проводят в первый или во второй год пользования, в зависимости от вида травостоя. Семенные посевы клевера красного, донника белого и желтого используют один год, люцерны — обычно 3 года. Овсяница луговая резко снижает продуктивность при длительном (более трех лет) использовании семенников. Семенники тимофеевки с возрастом тоже снижают урожай, но не так резко, как овсяница луговая. Тимофеевка может давать при хорошем удобрении высокие урожаи в течение 4—5 лет. Плодоносящие побеги у нее образуются на следующий год после посева, а при особенно благоприятных погодных условиях, посеянная весной без покрова, она может выколоситься и зацвести в год посева. Тимофеевка плохо переносит раннее скашивание, при котором резко уменьшается число плодоносящих стеблей в травостое, что нужно учитывать при выращивании семян. Основная причина снижения урожая семян овсяницы луговой и тимофеевки — острый дефицит влаги в период цветения — созревание (уменьшается количество семян в соцветии, увеличивается их щуплость). Костер безостый отличается стабильной урожайностью по годам использования.

Уборку семенников клевера затрудняет неравномерное созревание семян, большая кустистость его, облиственность и высокая влажность массы к началу уборки. Чтобы избежать потерь в результате осыпания, через 15—20 дней после окончания цветения организуют ежедневный осмотр семенных посевов, следя за созреванием семян. Бобовые травы, а также житняк и пырей бескорневищный в большинстве случаев убирают отдельным способом. Люцерну и клевер при побурении 80—85% бобов, эспарцет — при 75—80%, житняк и пырей бескорневищный — в фазе восковой спелости.

Подбирают и обмолачивают валки самоходными комбайнами. Для уборки семенников клевера комбайны обязательно оборудуют терочноочистительным приспособлением № 54-108, которое обеспечивает вытирание до 98% семян из бобов. Все щели в комбайне, через которые могут высыпаться семена, должны быть заделаны. Семена из бункера необходимо немедленно очистить от влажных примесей, чтобы не допустить их самосогревания.

Применяют и прямое комбайнирование семенников клевера на площадях с нормальным травостоем, отличающимся более или менее дружным созреванием головок. Оно проводится при побурении 95% наиболее обсемененных головок, проходит в сжатые сроки с незначительными потерями семян.

Злаковые травы убирают прямым комбайнированием. Для раносозревающих семенников овсяницы луговой, мятлика лугового, лисохвоста лугового оптимальным сроком уборки будет начало полной спелости семян. Своевременная уборка их позволяет сохранить урожай семян от больших потерь и получить семенной материал с минимальным количеством семян сорняков, которые к ранней уборке трав не успеют созреть. Тимофеевку убирают при полной спелости семян. При комбайнировании семенники легко обмолачиваются.

Первоначальную очистку и сортирование семян проводят на машинах: ОС-4,5А, СУ-0,1, ОВА-1, ОПС-2, «Петкус-Супер» (К-541), «Петкус-Селектра» (К-218/1), «Петкус-Гигант» (К-531/1), пневматических сортировальных столах ССП-1,5 и ПСС-2,5, в агрегате с «Селектрой» используется блок триерный передвижной К-553. Семена клевера и люцерны очищают от повилики на электромагнитной машине ЭМС-1А.

Хорошо очищенные семена засыпают на хранение с влажностью не выше 13% для бобовых и 15% для злаковых трав. Кондиционные семена трав хранят насыпью слоем не выше 1,5 м или в штабелях высотой не более 6—8 мешков.

Основной задачей семхозов является всемерное повышение урожая семян трав на основе глубокой специализации семеноводческих хозяйств и широкого внедрения в практику достижений науки и передового опыта. Разработанная передовая технология выращивания семенников для каждой зоны должна быть внедрена на всех семеноводческих посевах.

## ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### Анализ апробационного снопа клевера красного

Для проведения занятий необходимо в период полного цветения клевера отобрать 4—5 апробационных снопов и на этом заранее подготовленном материале провести анализ с заполнением апробационных документов.

Из снопа берут без выбора 100 стеблей и на каждом подсчитывают число междуузлий по стеблю снизу вверх; первым считают междуузлие, которое имеет длину не менее 1 см, верхним, которое заканчивается головкой с кроющими листочками (ножку головки за междуузлие не считают). В таблице акта апробации «Вариационный ряд числа междуузлий каждый просмотренный стебель отмечают точкой в той графе, где поставлена цифра, соответствующая числу междуузлий на данном стебле. Затем со-

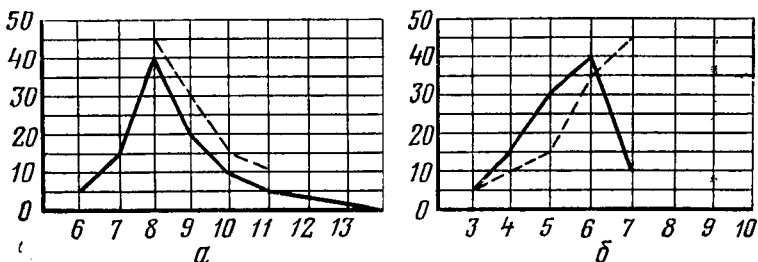


Рис. 61. Вариационные кривые междоузлий красного клевера (а — позднеспелого; б — раннеспелого) с возможными отклонениями (пунктирная линия).

ставляют вариационный ряд числа междоузлий и вычерчивают график вариационной кривой.

Позднеспелый тип клевера имеет на стебле в среднем 8 междоузлий, и его вариационная кривая может быть или одновершинной с преобладанием (модусом) 8 и 9 междоузлий, или односторонней, представленной правой половиной вариационной кривой, с модусом 8—9 междоузлий; у раннеспелого клевера на стебле 5—6—7 междоузлий. Его кривая будет или одновершинной с модусом 5, 6, 7, или односторонней из левой половины вариационной кривой также с модусом 5, 6, 7 междоузлий (рис. 61).

Если кривые графика двухвершинные (с модусом 5—7 и модусом 8—9 междоузлий), посевы относят к группе «смесь типов». К промежуточным типам относят семенной клевер, который по числу междоузлий не подходит к крайним типам (позднеспелый и раннеспелый), но в то же время выравнен по морфологическим признакам и по времени цветения.

#### Контрольные вопросы

1. Назовите важнейшие кормовые травы данной зоны. Каково их значение?
2. Как вы понимаете концентрацию и специализацию семеноводства кормовых трав, каково ее преимущество?
3. Каковы звенья семеноводства многолетних трав на промышленной основе, их задачи?
4. Каковы особенности первичного семеноводства многолетних трав и производства их элиты?
5. Как снабжаются хозяйства семенами многолетних трав при производстве их на промышленной основе?
6. Каковы особенности семеноводческой агротехники зерновых и бобовых многолетних трав?
7. Как проводят апробацию семенных посевов, ее задачи?
8. В чем заключаются особенности уборки кормовых трав на семена?
9. Приведите примеры выращивания семян трав в семхозах данной области.

#### ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ

**Организация семеноводства.** Семеноводство овощных культур в девятой пятилетке по сравнению с предыдущими годами развивалось успешнее, что дало возможность увеличить закупки се-

мян овощных и бахчевых культур. Расширился сортимент, в больших масштабах стала применяться механизация возделывания, уборки и хранения семян, возникли крупные специализированные семеноводческие хозяйства, повысилось качество семян. Однако в целом по стране потребности производства в семенах удовлетворялись не полностью.

Сложившаяся система семеноводства овощных культур состоит из следующих звеньев:

1. Сеть научных учреждений, занимающихся выведением новых сортов и производством их элитных семян.

2. Сеть государственных сортоиспытательных участков, в задачу которых входит оценка сортов и их районирование.

3. Система Союзсортсеменовощ планирует по стране производство семян элиты и выращивает из них товарные семена для производства. Республиканские объединения Сортсеменовощ контролируют работу областных (краевых) систем Сортсеменовощ. В подчинении последних находятся районные (межрайонные) отделения, заготовительные и семяочистительные пункты, семенные магазины и ларьки, через которые колхозы, совхозы, подсобные хозяйства, индивидуальные огородники обеспечиваются сортавыми семенами овощных, бахчевых культур и кормовых корнеплодов.

4. Сеть семеноводческих хозяйств. Сортсеменовощ размножает семена элиты в количестве, необходимом для обеспечения всех площадей, занимаемых овощными культурами, в привлекаемых для этого семеноводческих хозяйствах (колхозы, совхозы) на договорных началах. В этих хозяйствах Сортсеменовощ ведет производственно-агрономическую работу, направленную на выращивание высококачественных семян, а затем закупает эти семена, доводит их на заготовительных пунктах до высоких кондиций и продает для производственных посевов.

Овощные культуры имеют высокий коэффициент размножения, поэтому число репродукций у них ограничивают. Капусту, брюкву, репу, кольраби, помидоры, перец, баклажан размножают только до I репродукции; морковь, свеклу, лук, огурец, дыню, арбуз, тыкву — до I—II; элитные семена бобовых (горох, фасоль, бобы) размножают до III репродукции. Сортообновление овощных семян проводят ежегодно.

5. Контроль за качеством семян. Посевные качества семян контролируют государственные семенные инспекции по той же методике, что и полевых культур. При этом семена овощных разделяют на два класса (табл. 9).

Контроль за сортавыми качествами семян осуществляет Сортсеменовощ. По сортовой чистоте семена делят на три категории.

Совершенствование системы семеноводства овощных культур в последние годы осуществлялось по линии специализации и концентрации, организации промышленного семеноводства. Положительный опыт в этом имеют ряд республик (Украинская ССР, Белорусская ССР, Грузинская ССР, Азербайджанская ССР).

Таблица 9. Нормы посевных качеств семян овощных, бахчевых культур и кормовых корнеплодов

Культура	Класс	Всхожесть (не менее), %	Содержа- ние семян основной культуры (не менее), %	Содержание семян других растений (не более), штук на 1 кг		Влажность (не более), %
				всего	в том числе семян сор- ных расте- ний	
Лук репчатый	1	80	99	400	280	11
	2	50	95	2 000	1200	
Горох (мозговой)	1	90	99	10	1	15
	2	75	96	50	25	
Фасоль овощная	1	95	99	5	1	14
	2	85	98	20	5	
Арбуз столовый	1	92	99	10	0	10
	2	80	96	30	20	
Дыня	1	90	99	10	0	9
	2	75	97	40	20	
Кабачок, патиссон	1	95	99	10	0	9
	2	80	96	20	10	
Огурец	1	90	99	10	0	10
	2	70	96	40	20	
Тыква	1	95	99	10	0	10
	2	80	96	20	10	
Морковь столовая и кор- мовая	1	70	95	12 000	1000	10
	2	45	90	2 500	2000	
Укроп	1	60	95	1 500	1000	12
	2	40	85	3 000	2000	
Петрушка	1	70	96	700	500	10
	2	45	92	1 500	1000	
Свекла столовая и кор- мовая	1	80	97	60	30	14
	2	60	94	160	120	
Редис	1	85	96	150	100	9
	2	65	92	300	200	
Перец	1	80	98	40	0	11
	2	60	95	120	80	
Томат	1	85	98	40	0	11
	2	65	96	320	200	
Капуста белокочанная	1	90	98	160	80	9
	2	60	95	480	280	
Баклажан	1	75	98	40	0	11
	2	60	95	120	80	

В Молдавии производством семян овоще-бахчевых культур для колхозов и совхозов занимается научно-производственное объединение «Днестр». В него входят Молдавский НИИ орошаемого земледелия с опытным хозяйством, Кагульская опытная станция орошаемого земледелия, совхозы «Днестр», «Авангард», «Леонтьев», «Раскайцы», конструкторское бюро с экспериментальным заводом и одногодичная школа мастеров-овощеводов.

До организации объединения семена выращивались в 45 колхозах и совхозах Молдавии. Необходимой материально-технической базой они не располагали, в хозяйствах слабо внедрялась прогрессивная технология, отсюда урожай и качество семян часто не соответствовали современным требованиям.

Объединение «Днестр» имеет 8400 га пашни, из них более 4000 га орошаемой. К началу десятой пятилетки более 60% пашни занимали семеноводческие посевы, на которых выращивались семена 50—60 сортов и гибридов 25 овоще-бахчевых культур.

Специализация на производстве семян потребовала расширения материально-технической базы. Было построено более 60 тыс. м<sup>2</sup> обогреваемых пленочных теплиц, на токах сооружено около 80 тыс. м<sup>2</sup> асфальтированных площадок. Введены в эксплуатацию высокопроизводительные поточные линии для извлечения семян томатов и бахчевых культур, моечные машины МОС-300, камерные и лотковые сушилки с принудительной вентиляцией, широкозахватные транспортеры для уборки томатов и других овощных культур, роторные подборщики для механизированной уборки плодов тыквы, переоборудованы рассадопосадочные машины для посадки маточников столовых корнеплодов и лука и пр.

Улучшение базы, внедрение прогрессивной технологии выращивания семян повысили их урожайность почти в 2 раза (в сравнении с семеноводческими хозяйствами).

В десятой пятилетке производство овощей в Молдавской ССР будет увеличено в 1,6 раза. Объединение запланировало полностью обеспечить потребность всех производственных посевов республики элитными и сортовыми семенами овоще-бахчевых культур.

Министерство сельского хозяйства СССР разработало и осуществляет конкретные меры по совершенствованию системы семеноводства овощных культур. Для производства семян тепличных сортов и гибридов огурцов и помидоров на 1976—1980 гг. выделено 15 хозяйств (вместо 54 в девятой пятилетке) и 5 научных учреждений. В последующем в системе объединения Союзсортсемевоощ планируется организовать 9 специализированных тепличных комбинатов с размещением четырех из них в РСФСР (Краснодарский край, Московская и Рязанская области, Кабардино-Балкарская АССР), двух в УССР (Крымская и Харьковская области), одного — в БССР (Минская область) и двух в Молдавской ССР (Кишиневский и Тираспольский районы).

Для перевода семеноводства овощных на промышленную основу проводится комплекс необходимых мероприятий:

механизируются трудоемкие процессы (особенно уборка);  
внедряются сорта, пригодные для механизированного возделывания (штамбовые помидоры, кустовые формы тыквы, короткоплетистые сорта арбузов, дыни и огурцов, одноростковая свекла);

разработан комплекс машин для механизированного производства сортовых семян в семеноводческих хозяйствах и семян элиты в научных учреждениях. Им достигается механизация посева, уборки маточников, посадки рассады и маточников двухлетних культур, междурядной обработки и химической борьбы с вредителями и болезнями, уборки и выделения семян, их очистки;

созданы высокопроизводительные линии по выделению, отмывке, сушке и затариванию семян помидоров, огурцов и бахчевых, комплексы по сушке, отминке, сортированию, хранению лука-севка, а также сушильно-очистительные комплексы для семян столовых корнеплодов и овощного гороха;

внедряется уборка семенников прямым комбайнированием с предварительным подсушиванием их на корню десикантами. Для редиса, редьки, столовой свеклы используют хлорат магния (15 кг действующего вещества на 1 га) и реглон (1,5—2 кг на 1 га). Они обеспечивают высушивание растений соответственно за 9—12 и 5—6 дней;

для разрешения проблемы хранения маточников овощных культур в семеноводческих хозяйствах строятся совершенные хранилища с регулируемым режимом хранения.

Организация промышленного семеноводства позволит обеспечить производство высококачественных семян сортов и гибридов на всю посевную площадь овощных культур в стране, создать страховой фонд и резко поднять урожайность товарных посевов. В десятой пятилетке намечено повысить урожай семян овощных на 50% при одновременном снижении затрат труда на их производство в 1,5—2 раза.

**Сохранение и улучшение качеств семян при размножении.** Овощные культуры очень отзывчивы на условия выращивания и хорошие урожаи семян способны обеспечить лишь на высоком агрофоне, который создается прогрессивной технологией. Низкая агротехника при размножении приводит к ухудшению сорта, потере его ценных качеств. С учетом этого выращивание элиты должно обязательно проводиться в тех условиях, в которых сорт был выведен или для которых он районирован. Перевод же семеноводства сорта в зоны с иными условиями среды неизбежно приведет к изменению биологических особенностей данного сорта, поскольку сорта овощных — сложные популяции, и в новых условиях начнут сильнее проявляться те из них, которые смогли приспособиться к этим условиям.

Если мы вынуждены по каким-то обстоятельствам размножать элиту в другой зоне, то допустить это можно только в одном



поколении. Так, из-за очень низкой лежкости маточников ранних сортов капусты при зимнем хранении семеноводство этих сортов в средней полосе сопряжено с большими трудностями. В связи с этим из элиты, выращенной в средней полосе, первую репродукцию получают в Адлере, где при подзимней посадке растений в грунт хранение маточников устраняется. В полученном первом поколении не успевают накопиться формы, приспособленные к условиям субтропиков, и биологические свойства сорта не изменяются. В Адлере производится до 85% всех семян ранней капусты, необходимых для ее производства в других районах.

Выращивание сортовых семян моркови для продовольственных целей обеспечивается Воронежской, Белгородской и Винницкой областями. Выделены наиболее благоприятные зоны страны и для семеноводства лука, огурцов и т. д. В этих зонах перевод семеноводства на промышленную основу осуществляется путем создания крупных семеноводческих совхозов и колхозов.

Основное правило при размножении сорта — сохранение его посевов в чистоте. Засорение семян, как мы знаем из общих основ семеноводства, может быть механическим и биологическим. Меры борьбы с механическим засорением изложены в главе VII.

Биологическое засорение проявляется при скрещивании различных сортов и видов. Большинство овощных растений является перекрестноопылителями. Они легко скрещиваются между собой не только в пределах сортов, но и разновидностей и с близкородственными сорняками. Чтобы не допустить переопыления, соблюдают пространственную изоляцию: для семеноводческих посевов арбуза, дыни, огурца, тыквы и бобов, размещаемых на открытых площадках, она должна составлять не менее 1000 м, а в защищенных местах — не менее 500 м; для баклажана, перца, салата — соответственно 300 и 100 м, для томата, возделываемого в южной зоне, — 100 и 50 м, а в северной зоне — 20 и 10 м, для крестоцветных, свеклы, моркови и других перекрестноопылителей — 2000 и 600 м.

Для предотвращения от биологического засорения своевременно уничтожают сорняки, с которыми могут скрещиваться культурные растения, размножают в семхозе только один сорт данной культуры, а если их два, то выращивают их семена в разные годы.

Улучшению сортовых качеств способствуют отбор и сортовые прочистки. Отбор — важнейшее условие семеноводства. У двулетних овощных его проводят дважды: осенью — в период закладки семенников на хранение и весной — перед посадкой. Отбирают не только по наружному виду. Для оценки мякоти корнеплода (окраски, степени грубости) у моркови подрезают на  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  длины корень, у свеклы делают продольный разрез, вырезки. При выращивании I репродукции при отборе могут быть выбракованы до 50% выращенных маточников, а при производстве элиты на семенники оставляют не более 15% маточных растений, что говорит о строгости отбора.

Сортовые прочистки выполняют многократно, на протяжении всего вегетационного периода. При их проведении из семеноводческих посевов удаляют примеси (другие сорта, гибриды, нетипичные для сорта формы, больные и уродливые растения). У однолетних перекрестников (у огурца, например) проводят до пяти прочисток: перед цветением, в начале появления завязей, в начале созревания семенников, при их массовом созревании и при уборке; у помидоров (самоопылителей) — три прочистки: по рассаде, во время вегетации и перед выделением семян из плодов; у двулетних — не менее двух прочисток, не считая сортового обследования перед цветением, когда удаляют семенные растения, уклоняющиеся по морфологическим признакам от сорта и пораженные болезнями.

После каждой работы составляются соответствующие акты: осеннего отбора семенников, весеннего отбора, сортовой прочистки семеноводческого посева, сортового обследования. В них указывают состояние растений, характер и количество удаленной примеси.

Получению семенного материала высокой сортности способствует и сортовой контроль — апробация, которой оценивается чистосортность выращиваемых семян. Апробацию семеноводческих посевов проводят, когда не менее 85% растений имеют товарную спелость продуктивных органов. Для этого анализируют не менее 10 проб по 50 растений, взятых подряд в ряду. Пробы берут на

Т а б л и ц а 10. Показатели сортовой чистоты семян овощных культур по категориям, %

Культура	Сортовая чистота, не менее			Допускается примесь сортов и резких гибридов в числе общей примеси, не более	
	I	II	III	II	III
Арбуз столовый	99	98	90	—	1
Баклажан	98	97	92	—	1
Горох (мозговой)	99,5	98,8	97,0	1	3
Дыня	99	97	92	—	3
Капуста кочанная	98	97	85	—	3
» цветная	98	95	85	—	3
Лук репчатый	98	95	85	—	2
Морковь	98	96	85	—	2
Огурец	98	96	90	—	2
Перец	99	97	96	—	1
Томат	99	98	97	—	1
Редис	98	95	85	—	2
Редька	97	95	90	—	2
Репа	98	95	90	—	2
Салат	99	98	95	—	5
Свекла столовая	98	95	90	—	2
Тыква	95	93	85	—	3
Фасоль овощная	99,8	99	97	1	3

равных расстояниях друг от друга при проходе посевов по диагонали. Количество проб определяется размером семеноводческого посева.

У большинства овощных культур пробы анализируют на корню без выдергивания растений. Корнеплоды, лук и горох при апробации выдергивают из земли, но также анализируют на месте. Для просмотра семян и внутреннего строения плода у арбуза и дыни 20% плодов разрезают. У свеклы для оценки окраски мякоти и кольцеватости разрезают все сортовые корнеплоды.

В результате анализа вычисляют процент сортовой чистоты, процент больных и поврежденных вредителями растений. Устанавливают категорию посевов и составляют «Акт апробации» (табл. 10).

### КАПУСТА БЕЛОКОЧАННАЯ

Двулетнее растение. В год посева образует кочан (маточник, семенник), который закладывают на зимнее хранение. На второй год высаженный в грунт семенник развивает цветоносные стебли и дает семена.

Выращивание капусты на семена в первый год проводится так же, как и на продовольственные цели. Изменяются лишь сроки посева элитных семян с таким расчетом, чтобы осенью к моменту закладки на хранение маточники (кочаны) не были переросшими. При этом более скороспелые сорта высевают позднее, чем средние и позднеспелые. Изменяются сроки посева семенной капусты и по зонам возделывания.

Группа сортов	Зона		
	Нечерноземная (Московская область)	Черноземная (Тамбовская область)	Южная (Ростов- ская область)
Позднеспелые	5—10/IV	20—25/IV	10—20/V
Среднеспелые	1—5/V	5—15/V	10—20/VI
Ранние	25/V—1/VI	1—10/VI	5—15/VII

Убирают семенники капусты выдергиванием с корнями до наступления заморозков при температуре не ниже 4° С. При отборе на маточники учитывают размер, форму, плотность и окраску кочана, форму и окраску розетки листьев, высоту и толщину черыги, одновременность созревания растений.

Отобранные кочаны вместе с розеткой листьев перевозят к хранилищам. На каждый гектар посадки закладывают около 30 тыс. маточников ранних и среднеспелых сортов и около 25 тыс. позднеспелых.

В хранилищах маточники укладывают на полу штабелями высотой до 70 см, корнями внутрь, предварительно обрезав листья, оставляя 2—3 околокочанных. От серой гнили кочаны опудривают

сухим порошком мела. Температура при хранении поддерживается от  $-1$  до  $1^{\circ}\text{C}$ . Зимой несколько раз зачищают отмирающие и загнивающие листья.

За месяц до высадки в поле (не ранее, так как кочерыги загнивают, а часто и гибнут) вырезают маточники. Это одна из наиболее трудоемких работ в семеноводстве капусты. При использовании ручного станка или ножей затрачивают 450—480 чел. ч/га. Значительно повышают производительность изготовленные в специализированных совхозах Московской области («Пламя», «Бояркино») машины с электрическим приводом, состоящие из транспортеров с конусовидными ножами. Обслуживает машину 7 человек, ее производительность до 10 тыс. штук маточников за смену.

За 2—3 недели перед высадкой в грунт вырезанные кочерыги подготавливают к действию наружного воздуха и света и стимулируют отрастание корневой системы (при хранении корни отмирают). Их прикапывают рядами в холодные парники и закрывают матами от заморозков и солнечного света. Постепенно снимая маты на все больший период, кочерыги приучают к свету. Можно осветлять и подращивать кочерыги в штабелях. Их кладут корнями внутрь и пересыпают торфом, компостом или землей, чтобы они меньше касались друг друга и не загнивали.

Подготовленные к посадке кочерыги должны иметь корешки длиной 3—5 см и только начинающие развиваться осветленные почки. В этом случае маточники быстро укореняются, развитие корневой системы у них соответствует развитию надземной части, выпадов не отмечается.

Одной из основных мер борьбы с болезнями и вредителями в семеноводстве является соблюдение севооборотов. Семенники капусты следует возвращать на прежнее место через 5—6 лет. Принято также перед посадкой кочерыги целиком окунать в раствор глины (густоты сметаны) с гексахлораном, что предохраняет их от высыхания и повреждения насекомыми.

Ранние сорта высаживают по схеме  $70 \times 60$  см, средне- и позднеспелые —  $70 \times 70$  см (соответственно 24 и 21 тыс. на 1 га). Поле предварительно маркируют, посадку проводят под тракторный трехкорпусный плуг, у которого снимают средний корпус. Из оставшихся корпусов левый нарезает борозду, а правый при следующем проходе трактора засыпает ее, после того как в нее положат кочерыги в местах пересечения борозды с маркерными линиями. Для посадки кочерыг используют также окучники, культиваторы, приспособленные рассадопосадочные машины.

Изучается новая двухстрочная схема посадки семенников капусты с расстояниями между рядами 50 см, между строчками — 90 см и в ряду — 40—50 см. При такой схеме продолжительнее обрабатываются междурядья, окучиваются растения, применяются гербициды. Окучивание и сближенное расстояние между растениями придает семенным кустам большую устойчивость, благо-

даря этому число кольев для подвязки можно сократить или даже совсем отказаться от них.

Решающее значение для получения высоких урожаев семян имеют ранние сжатые сроки посадки семенников. Высаживают маточки при первой возможности выезда в поле. В период вегетации систематически рыхлят почву под семенниками до их разрастания, проводят подкормки: первую — через 10—12 дней после посадки азотно-калийными удобрениями в соотношении 2:1 (всего 2 ц на 1 га), вторую — перед цветением фосфорно-калийными удобрениями в том же соотношении (2,5—3 ц на 1 га). В южных районах семенники поливают 3—5 раз, в средней полосе при отсутствии дождей — 2—3 раза.

Для борьбы с рапсовым цветоедом и семенным скрытнохоботником семенники опрыскивают 1—2 раза до цветения 0,4%-ным хлорофосом или 0,2—0,3%-ным рогором по 500 л на 1 га.

В начале цветения в рядах через 4—5 растений устанавливают колья и с обеих сторон натягивают шпагат, чтобы он поддерживал растения. С ростом растений натягивают второй ряд шпагата.

Убирают растения, когда стручки на них начинают желтеть. Семенники срезают секаторами или ножами и ставят около шпагала на 1—2 недели для дозаривания. Для обмолота используют молотилки МО-455 или «Феб-Петкус» типа К-119, уменьшая число оборотов. Предварительную очистку семян проводят на веялках-сортировках ВС-2, «Триумф», «Змейка», а доведение до посевных кондиций — на сортировке типа «Петкус-Супер» К-212 и пневматических сортировальных столах с последующей сушкой семян в помещении при 25—30 °С на брезенте слоем 2—3 см. Семена с влажностью не более 9% хранят в двойных мешках. Сбор семян капусты с 1 га 7—8 ц и более.

### СТОЛОВЫЕ КОРНЕПЛОДЫ

Все корнеплоды, за исключением редиса, — двулетние растения. В год посева они образуют сочные корнеплоды с розеткой листьев (семенники); высаженные на второй год семенники дают цветоносные стебли, семена. Редис на семена выращивают за один год. Семена столовых корнеплодов производят в основном в Центрально-Черноземной зоне и южных районах страны.

Семенные посевы корнеплодов возвращают на прежнее место не ранее чем через 3—4 года. Выращивание этих культур в первый год отличается от выращивания их для получения товарной продукции более поздними сроками посева и некоторыми другими особенностями. Сроки посева устанавливают с таким расчетом, чтобы к моменту уборки маточников и их закладки на хранение они не переросли, что важно для хорошей сохранности.

Выборка пучкового товара на семеноводческих посевах не допускается. Убирают семенники до наступления заморозков, ис-

пользуя специальные подкапывающие лапы, свеклоподъемники. Корнеплоды выдергивают, складывают в кучки корнями внутрь и затем проводят отбор.

Отбирают семенники по окраске, форме и размеру корнеплодов. Очень важно оберегать семенники от повреждения. Обрезая ботву (при сухой погоде, сразу после выкопки), оставляют черешки листьев длиной 1—1,5 см. Отобранные и обрезанные корнеплоды укладывают в кучи и для предохранения от подсушивания и подмораживания укрывают их слоем земли 10—12 см.

С 1 га маточников отбирают: корнеплодов свеклы до 50 тыс., моркови 70—80 тыс., петрушки 65—70 тыс., репы 60—90 тыс., редьки и брюквы 30—35 тыс. Хранят корнеплоды при температуре от 0 до 3°С. Свеклу, редьку и брюкву — в закромах, морковь и петрушку — в штабелях, пересыпанных песком. Семенники можно хранить и в траншеях глубиной до 1 м с перемычками через 8—10 м. При этом морковь и петрушку переслаивают с песком. Кроме того, морковь перед закладкой опудривают мелом (1,5—2 кг на 1 ц) или 50%-ным ТМТД (0,6—0,8 кг на 1 ц). Траншею засыпают землей слоем 20—30 см, с наступлением устойчивых заморозков толщину слоя увеличивают до 50—70 см, а при морозах — до 100—110 см.

Выращивание семян корнеплодов — трудоемкий процесс. Большие затраты труда связаны с низким уровнем механизации многих производственных операций. До 20% этих затрат падает на подготовку и посадку маточников.

В Белоруссии для уменьшения затрат при выращивании семян столовой свеклы весной открывают траншеи и вынимают из них семенники экскаватором Э-153 с бульдозерной навеской. Работы эти проводят в день посадки, чтобы не увядали корнеплоды.

Перебирают маточники вручную, удаляя больные, вялые, поврежденные, образовавшие стебель, и затем загружают отобранные в специально изготовленные контейнеры с открывающимся дном, емкостью 1 м<sup>3</sup>, в который вмещается до 4,5 ц корнеплодов. С помощью переоборудованного стогометателя контейнеры поднимают над кузовом самосвала, гидроцилиндром открывают подвижные створки дна, и корнеплоды падают в кузов. В автосамосвал САЗ-3502 загружается 5 контейнеров.

Высаживают маточники высадко-посадочной машиной ВПУ-4, в основном предназначенной для посадки корней сахарной свеклы.

Загружают маточники в бункер посадочной машины автосамосвалом. Для обеспечения высокого качества посадки семенники свеклы должны быть предварительно откалиброваны на две фракции: диаметром до 100 мм и 100—120 мм.

Производительность ВПУ-4 составляет 0,3—0,35 га/ч, что обеспечивает снижение затрат труда в 2,5—3,5 раза по сравнению с существующим способом посадки вручную под культиватор КРН-2,8А или КРН-4,2, который нарезает щели для посадки.

Посадку следует проводить как можно раньше, по мере готовности почвы. При этом посаженные корнеплоды должны быть плотно обжаты землей. Запоздывание с посадкой приводит к слабому развитию, выпадению, задержке созревания и к значительному снижению урожая семян. Схема посадки: расстояние между рядами 70 см, а между растениями в рядке — в зависимости от массы корнеплода: для свеклы — 35 (при массе до 250—300 г) — 40 см, моркови — 25 (при массе до 100 г) — 35 см, брюквы — до 70 см, редьки — 40—45 см, петрушки — 30—40 см.

Уход за семенниками в течение вегетационного периода предусматривает многократную обработку междурядий, пока позволяют стебли, рыхление в рядах, а также внесение удобрений. Борьбу с вредителями и болезнями проводят до и после цветения.

У свеклы семена созревают неодновременно, и, чтобы избежать осыпания, начало уборки определяют по побурению клубочков на первой трети длины ветвей первого порядка. К уборке моркови приступают при побурении половины зонтиков. Корнеплоды из семейства крестоцветных начинают убирать при посветлении стручков и появлении бурой окраски семян.

Семенники свеклы и моркови скашивают переоборудованными жатками ЖУС-4,2 м, ЖБА-3,5 и др. Стебли в валки укладывают для дозаривания. Обмолот производят самоходным комбайном с подборщиком при уменьшении числа оборотов барабана. Очищают семена на веялках-сортировках ВС-2 и № 5, а затем окончательно на ОСВ-10, СОМ-3у, типа «Петкус» и других сложных машинах. Семена свеклы дорабатывают на свекловичных горках и хранят при влажности не выше 14% насыпью слоем до 60 см. Семена моркови с влажностью не выше 10% хранят в мешках по 45 кг. Урожай семян свеклы и моркови составляет соответственно 20 и 8—10 ц с 1 га и более.

### ЛУК РЕПЧАТЫЙ

В овощеводстве выращивают сорта острого и полуострого лука (север и запад страны), а также сорта сладкого лука (только в южных районах).

На юге семена лука получают за два года: в первый из семян выращивают лук-матку, на второй год matka дает семена. У острых и полустрых сортов семеноводство занимает три года: в первый — из семян получают лук-севок, во второй — из севка лук-матку и на третий год — из лука-матки семена. Некоторые местные сорта (Ростовский репчатый, Ростовский кубастый) в северных районах дают семена лишь на четвертый год. У них на второй год часть гнезд лука-матки имеет некрупные луковицы диаметром 2,5—3 см — это выборок, который после хранения при повышенной температуре (18—20°С) высаживают на третий год для получения полноценной матки, дающей на четвертый год семена. В северных районах, где семена вызревают не ежегодно, выборок гарантирует получение матки и товарного лука.

У лука корневая система развита слабо, поэтому его семеноводство возможно лишь на плодородных, хорошо увлажненных почвах. Не случайно огородники всегда выращивали лук на приусадебных участках и в поймах рек с близкими грунтовыми водами.

Лук — холодостоек. Годы с перепадающими дождями в период роста луковиц и сухой солнечной погодой в период уборки семенников наиболее благоприятны для выращивания семян.

Технология выращивания лука-севка и лука-матки на семена сходна с их возделыванием на продовольственные цели. Особенностью семенной культуры является тщательный отбор посадочного материала.

Лучшим размером севка будет луковица диаметром 1,5—2 см. Получение такого севка зависит от нормы высева семян: уменьшенная даст крупный севок, увеличенная — очень мелкий. При всхожести семян 80% и выше норма высева составляет 50—70 кг на 1 га, на поливных плодородных почвах ее увеличивают до 80—90 кг, а на бедных — снижают до 40—45 кг.

Посев проводят намоченными семенами в самые ранние сроки двух- и многострочными лентами, в зависимости от возможностей хозяйства проводить борьбу с сорняками. Более высокий урожай лука-севка дает многострочный посев, но он трудоемок, поскольку требует больше затрат на ручную прополку. Выбирают лук-севок при уборке, как правило, вручную, просушивают в поле или под навесами.

Для малогнездных сортов лучший севок будет с диаметром луковиц 0,7—1,4 см, для средне- и многогнездных 1,5—2,2 см. На 1 га посадки соответственно требуется 3,5—5 и 7—8 ц севка.

Хранят лук-севок как теплым (18—20° С) способом, так и холодно-теплым, когда температуру с 18—20° С снижают до 1—3° С и на таком уровне поддерживают ее до конца марта; затем севок в течение 4—5 дней просушивают при 30—35° С и снова хранят при 18—20° С. Перед посадкой лук-севок прогревают 8 ч при температуре 40° С, что предохраняет его от стрелкования и снижает поражение ложной мучнистой росой.

Высаживают лук-севок вручную или сеялками. При ручной посадке поле маркируют культиваторами с долотами двухстрочными лентами с расстояниями между строками 15—20 см и между лентами 50 см. В рядах севок высаживают с интервалами 8—10 или 12 см, в зависимости от гнездности сорта. При механизированной посадке луковицы севка могут располагаться вверх дном, при этом они долго не прорастают, дают матку уродливой формы, урожай лука-матки снижается. Посадки рыхлят, подкармливают, перед уборкой прочищают от дефектных растений.

Маточные растения у многогнездных сортов отбирают непосредственно с гряд, пока лук еще не выдергивали из земли. Гнездо при этом не нарушено, и его можно оценить по числу луковиц, их крупности, типичности формы и окраски для данного сорта.



У многогнездных сортов отбирают луковицы диаметром 4—5 см, у среднегнездных—5—6 см и у одногнездных—7—10 см. Выход лука-матки с 1 га составляет примерно 100—120 тыс. луковиц, тогда как для посадки на 1 га нужно матки 200—250 тыс. Чтобы обеспечить маточным луком 1 га семенников, необходимо высаживать лук-севок на площади 2 га.

Отобранный на семенники лук хорошо просушивают на воздухе и в специальных сушилках (30—35°С). Перед закладкой на хранение его окуривают серой против ложной мучнистой росы и прогревают при 40°С в течение 8—10 ч.

Хранят лук-матку на стеллажах слоем 50—70 см при температуре 1—3°С и влажности воздуха 70—80%. За 3—4 недели перед высадкой температуру повышают до 18—20°С. Это способствует ускорению созревания семенников на 7—10 дней.

Вегетационный период семенных растений длится 120—130 дней, поэтому высаживают матку возможно раньше, как только будет готова почва. Лучший стеблестой обеспечивается при правильной (донцем вниз), глубокой (до 8 см) посадке и окучивании в начале стрелкования. Посадка лука-матки боком дает сильную полегаемость (выше 50%) и на 25% снижает урожай семян (при посадке донцем вверх урожай семян снижается на 75%).

Обычно луковицы сажают вручную по бороздам, нарезанным тракторным культиватором КОН-2,8 или КРН-2,8. Применяют посадку по однорядной схеме с междурядьями 50—70 см и расстоянием в рядке 8—10 см.

На ручную посадку 1 га затрачивают до 35 чел.-дней, сроки ее затягиваются. Можно использовать для посадки маточных луковиц картофелесажалку СН-4Б с некоторым ее переоборудованием. При раскладке луковиц картофелесажалкой 50% из них оказываются в нормальном положении (донцем вниз), а положение остальных исправляют вручную, после чего проходом культиватора КОН-2,8ПМ их засыпают. При этом время посадки сокращается в 2 раза, а затраты труда — в 1,7 раза.

Из мероприятий по уходу наиболее важным является окучивание растений, которое проводится культиваторами при высоте стрелок 30—40 см. Оно придает семенникам устойчивость и исключает подвяску.

Во избежание потерь семян уборку соцветий лука машинами проводят в фазу восковой спелости, до растрескивания коробочек. Для этой цели можно использовать шалфейную жатку ЖШ-3,5, соргоуборочную машину СМ-2,6 со снижением высоты среза до 20—30 см. Лучший способ уборки — скашивание соцветий жатками-погрузчиками на высоком срезе (длина цветоноса не менее 15 см) с погрузкой массы в транспортер. После уборки соцветия хорошо просушиваются (а с ними дозревают семена). Сушку проводят на стационарных двухкамерных напольных сушилках с активным вентилированием подогретым воздухом. Обмолачивают

семенники комбайнами с двумя молотильными барабанами («Колос», СК-6) с раздельным сбором семян от них: для вытирания семян из нераскрывшихся коробочек, обнаруженных в ворохе, используют овощные терки ТОС-0,6, ТОС-0,9. Очистку и сортировку семян проводят на ОСМ-3У «Петкус-Супер» К 22 и пневматических столах и колонках. Средний урожай семян с 1 га составляет от 5 до 10 ц и выше.

### ОГУРЕЦ

Семена огурца в основном выращивают семеноводческие хозяйства Северного Кавказа, Украины, Центрально-Черноземной зоны. Выращенные в благоприятных для созревания зонах, семена огурца используются для посева на продовольственные цели в любом районе, где этот сорт районирован.

По сравнению с производственными посевами на семенных площадках огурец высевают в более ранние сроки и с несколько увеличенной нормой посева семян.

Посев рядовой с шириной междурядий от 60 см — у короткоплетистых сортов, до 70 см — у длинноплетистых. После прореживания растения оставляют соответственно на расстоянии 6—7 и 10—15 см.

Сортовые прочистки проводят многократно: первую — до цветения по признакам листьев и стебля; вторую — при массовом появлении зеленца по форме и окраске плодов, характеру и строению шипов и другим признакам; третью и четвертую — в начале созревания и при массовом созревании семенников по признакам окраски и характеру сетки плодов и последнюю — при уборке. После второй прочистки в течение 10—12 дней 2—3 раза собирают зеленцы на продовольственные цели. Они в большинстве своем гибридные, так как образовались до удаления примеси. Такие сборы повышают чистосортность. Если в семеноводческих посевах засоряющих примесей нет, собирать зеленцы не рекомендуется.

Убирают семенники выборочно при полной зрелости, когда они приобретут характерную для зрелого состояния окраску и станут мяклыми.

Семена из плодов выделяют с помощью машин СОМ-2, ИБК-5 и др. После промывки их сушат на открытом воздухе, а затем в сушилках при температуре 35—40°С до влажности 8—10%. Очищают семена предварительно на вейлках-сортировках ВС-2 и №5, а окончательно — на «Петкус-Супер» К-212. Выход семян из 1 т плодов ранних сортов 20—25 кг, поздних — до 15 кг. Урожай с 1 га достигает 8 ц и выше.

### ТОМАТЫ

Приемы выращивания томатов на семена те же, что и при выращивании на продовольственные цели: в обоих случаях решается одна задача — получение высокого урожая хорошо сформированных зрелых плодов.

Семеноводство томатов широко развито на юге и в центральных районах страны. В зависимости от зоны применяют рассадный и безрассадный способы выращивания. Особое внимание на семеноводческих посевах отводится мероприятиям, которые уменьшают поражение растений болезнями. К их числу относятся: размещение посевов на тех участках, где пасленовые культуры не возделывались в течение трех и более лет, протравливание семян ТМТД (8 г на 1 кг семян), систематическая борьба с болезнями растений в период вегетации, удаление больных растений при сортовых прочистках.

Первую сортовую прочистку проводят в период выращивания рассады — при пикировке сеянцев или прореживании всходов, удаляя недоразвитые, больные растения и отличающиеся по морфологическим признакам от данного сорта. То же повторяют при второй прочистке, когда выбирают рассаду, а на грунтовом посеve растения пропалывают.

Сажают томаты рассадопосадочными машинами при ширине междурядий 70 см с расстоянием между растениями в рядке от 30—35 см у скороспелых сортов до 50—60 см у средне- и позднеспелых.

Третью прочистку проводят в начале созревания посадок. Снова удаляются больные и нетипичные для сорта растения по признакам строения куста, форме и окраске плодов. После нее посадки апробируют и начинают сбор зрелых плодов для выделения семян. Лучшими считаются плоды первых пяти-шести сборов. Выделенные с помощью машины ВОТ-1,5А, семена помещают в кадки или чаны, заливают томатным соком и сбраживают до разрушения слизистой оболочки около семян. При сбраживании в семена и сок не должна попасть вода, так как при этом семена могут прорасти.

После брожения семена промывают и сушат на ситах, полотнищах, фанерных листах, рассыпая тонким слоем (1—2 см) и непрерывно помешивая, чтобы они не слиплись. Семена с влажностью не более 11% хранят в обычных мешках вместимостью до 32 кг.

Выход семян из 1 т плодов бывает различным: у малокамерных — 4—5 кг, среднекамерных — 3—4 кг и многокамерных — до 3 кг. С 1 га получают 1 ц семян и более.

#### ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

**Прочистка сортовых посевов, сортовое обследование, апробация и отбор семенных растений при уборке и веской с последующим оформлением документов**

Это задание учащиеся выполняют в полевых условиях в сроки, в которые проводятся эти мероприятия на семеноводческих посевах овощных культур. Работу их тщательно контролируют.

Акты учащимися заполняются на лабораторно-практических занятиях по накопленному при выполнении работ материалу.

## Контрольные вопросы

1. Как организована система семеноводства овощных культур в нашей стране?
2. Какие условия необходимы для перевода семеноводства овощных на промышленную основу?
3. Расскажите о приемах, обеспечивающих сохранение и улучшение качества семян при их размножении в семеноводческих хозяйствах.
4. Задачи сортовых прочисток, когда их проводят?
5. Особенности проведения апробации овощных культур.
6. Какие документы составляют при выращивании сортовых семян?
7. Каковы условия хранения и подготовки к посадке маточников капусты?
8. Каковы особенности уборки семенников корнеплодов?
9. Чем различается семеноводство лука в северных и южных районах?
10. В чем особенности семеноводства огурцов и томатов?

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Азотистые основания** — химические соединения, входящие в состав нуклеиновых кислот. В молекулах ДНК они представлены аденином, гуанином, цитозином и тиминном. В молекулу РНК вместо тимина входит урацил.

**Акклиматизация** — приспособление организма к жизни в новых, непривычных для него условиях на основе изменения наследственности.

**Аллельные гены** — гены одной пары признаков, находящиеся в одинаковых точках гомологичных хромосом.

**Аллогамия** — опыление пестика пыльцой другого цветка.

**Аллополиплоиды** — организмы, получающиеся в результате объединения различных наборов хромосом.

**Альвеография** — определение эластичности клейковины, ее способности к растяжению под влиянием воздуха на приборе альвеографе, вычерчивающем кривую — альвеограмму.

**Аминокислоты** — органические соединения, входящие в состав белков. Содержат в молекуле одновременно основную (аминогруппу) и кислотную (карбоксильную) группы.

**Аминокислоты незаменимые** — не вырабатываемые в организме животных. К ним относятся лизин, триптофан, метионин, лейцин и некоторые другие.

**Амфидиплоиды** — организмы, получающиеся в результате удвоения хромосомных наборов двух разных видов или родов.

**Амфиксис** — развитие зародыша из оплодотворенной яйцеклетки.

**Аналитическая селекция** — селекция, основанная на использовании для отбора в качестве исходного материала естественных популяций путем разложения (анализа) их на отдельные линии.

**Анеуплоиды** — растения, имеющие уменьшенное или увеличенное число хромосом по одной или нескольким гомологичным парам.

**Ангстрем (А)** — мера длины, равная  $10^{-8}$  см, или  $10^{-7}$  мм.

**Апомиксис** — развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки или другой гаплоидной клетки зародышевого мешка.

**Апробация (сортовой контроль)** — определение пригодности сортовых и гибридных посевов для использования урожая с них на семенные цели.

**Ареал** — территория или район распространения какого-либо сорта или вида.

**АТФ** — аденозинтрифосфорная кислота, универсальный источник энергии для всех протекающих в клетке процессов.

**Биологическое засорение сорта** — засорение его другими сортами и культурами, происходящее путем естественного (спонтанного) пероопыления и возникновения мутаций.

**Биотип** — группа особей вида и разновидности, не имеющая обычно морфологических отличий, но обладающая биологическими или физиологическими устойчивыми особенностями.

**Вегетативное размножение** — размножение растений вегетативными органами — кусочками стебля, корня, листа, луковичками, клубнями, корневищами и т. д.

**Вид биологический** — основная систематическая единица, реально существующая в природе, занимающая определенный ареал. Представляет собой совокупность особей, родственных по происхождению и имеющих качественное отличие от других видов. Особи одного вида легко скрещиваются между собой, давая плодовитое потомство.

**Видовая прополка** — удаление из сортового посева примесей, относящихся к другим видам и родам растений.

**Внутрисортовая изменчивость** — наследственная изменчивость, обнаруживаемая при репродуцировании сорта. Основана на расщеплении и спонтанных мутациях.

**Возвратные скрещивания (беккроссы)** — скрещивания, при которых гибрид повторно (однократно или многократно) скрещивается с одним из родителей.

**Восстановители фертильности** — формы, восстанавливающие при скрещивании плодовитость линий и сортов, обладающих свойством ЦМС.

**Гаметы** — половые клетки (яйцеклетки и спермии).

**Гаплоид** — организм, в клетках которого хромосом в 2 раза меньше, чем у исходной формы.

**Гексаплоид** — организм, клетки которого содержат шесть геномов.

**Ген** — основной материальный элемент наследственности, участок молекулы ДНК, входящей в состав хромосом. Контролирует определенную ступень обмена веществ в организме.

**Генеративные органы** — органы, связанные с функцией полового размножения.

**Генерация** — поколение организмов.

**Геноинженерия** — целенаправленное изменение генетических программ клеток с целью придания исходным формам новых свойств или создания принципиально новых форм организмов. Осуществляется путем введения в клетку чужеродной генетической информации, гибридизации соматических клеток и другими приемами.

**Геном** — основной, гаплоидный набор хромосом; совокупность качественно различных хромосом, содержащих полный одинарный набор генов.

**Генотип** — совокупность всех генов организма, его наследственная материальная основа.

**Гетерозиготные организмы** — организмы, содержащие в клетках тела разные гены данной аллельной пары, например *Aa*.

**Гетерозис** — увеличение мощности и лучшее развитие других признаков у гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

**Гетерозисный гибрид** — гибрид, повышенная урожайность которого связана с явлением гетерозиса.

**Гетеростилия** — разная длина столбика и тычинок в цветках гречихи. У одних растений столбик длиннее пыльников, у других — короче.

**Гибрид** — организм, сочетающий в себе признаки и свойства генетически различных родительских форм.

**Гибридизация** — скрещивание между собой двух или большего числа последовательно вовлекаемых наследственно различающихся родительских форм.

**Гибридная популяция** — совокупность наследственно различающихся растений, полученная в результате скрещивания.

**Гибридная пшеница** — культура, основанная на использовании межсортовых гетерозисных гибридов.

**Гибридный питомник** — питомник, в котором высевают и изучают гибридные популяции, проводят отбор лучших элитных растений для закладки селекционного питомника.

**Гибридный сорт** — сорт, полученный путем скрещивания и отбора из гибридной популяции.

**Гомозиготные организмы** — организмы, содержащие в клетках тела одинаковые гены данной аллельной пары, например *AA* и *aa*.

**Гомологичные хромосомы** — парные соответствующие хромосомы, нормально конъюгирующие между собой в мейозе.

**Двойные межлинейные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания двух простых межлинейных гибридов.

**Дефицитный сорт** — новый районированный ценный сорт, по которому испытывается недостаток семян.

**Джоуль** — единица измерения работы, равен  $1 \cdot 10^7$  эргов (эрг равен работе силы, которая, действуя на массу в 1 г, сообщает ей ускорение 1 см/сек<sup>2</sup>). В джоулях измеряется сила муки.

**Диаллельные скрещивания** — скрещивания, применяемые для определения специфической комбинационной способности самоопыленных линий. При этом каждая линия скрещивается со всеми остальными для оценки всех возможных комбинаций.

**Динамическое сортоиспытание** — испытание, в котором у сортов изучается динамика накопления урожая в течение вегетации.

**Диплоид** — организм с двумя гомологичными наборами хромосом в соматических клетках ( $2n$ ).

**Дискретное строение наследственности** — прерывное строение ДНК и хромосом, состоящих из отдельных единиц — генов, определяющих различные признаки и относительно независимых друг от друга; раздельность действия генов в едином наследственном комплексе.

**ДНК** — дезоксирибонуклеиновая кислота. Биополимер, состоящий из нуклеотидов, в состав которых входят сахар дезоксирибоза, фосфорная кислота и азотистые основания. Основной материальный носитель наследственности.

**Доминирование** — подавление у гибридных организмов одних признаков другими. Может быть полным и неполным.

**Естественные популяции** — популяции, сформировавшиеся под действием естественных, природных факторов.

**Зигота** — оплодотворенная яйцеклетка, дающая начало развитию нового организма, имеет диплоидное ( $2n$ ) число хромосом.

**Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости** — закон, установленный Н. И. Вавиловым, согласно которому систематически близкие виды

растений имеют сходные и параллельные ряды наследственных форм; чем ближе друг к другу стоят виды по происхождению, тем резче проявляется сходство между рядами морфологических признаков и физиологических свойств.

**Закрепители стерильности** — самоопыленные линии, которые при скрещивании с формами, обладающими свойствами ЦМС, не восстанавливают фертильности.

**Зональное (экологическое) сортоиспытание** — испытание, проводимое в различных экологических условиях для всесторонней и быстрой оценки новых лучших сортов.

**Изменчивость** — различия, наблюдаемые между особями по ряду признаков тела или отдельных его органов (размеры, форма, окраска, химический состав) и их функций. Может быть наследственной и ненаследственной.

**Иммунность** — невосприимчивость к болезням и вредителям.

**Инбридинг** — принудительное самоопыление или скрещивание между родственными особями перекрестноопыляющихся растений.

**Индивидуальный отбор** — отбор, основанный на оценке по потомству отобранных индивидуально размножаемых лучших растений.

**Индивидуально-семейственный отбор** — разновидность многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений, при котором семена каждого элитного растения высеваются изолированно по семьям с последующей проверкой по потомству и объединением лучших семей.

**Интродукция** — перенос в какую-либо страну или область видов и сортов растений, ранее здесь не произраставших.

**Инфекционный фон** — специальный питомник (теплица, вегетационный домик), в котором в условиях искусственного заражения определенным заболеванием производится оценка селекционного материала.

**Инцухт** — принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений.

**Инцухт-линия (самоопыленная линия)** — потомство одного перекрестноопыляющегося растения, полученное в результате принудительного самоопыления.

**Ионизирующие излучения** — излучения, вызывающие при попадании в ткани организмов ионизацию молекул воды и других химических веществ и обладающие вследствие этого сильным мутагенным эффектом.

**Источники ЦМС** — формы, обладающие наследственным свойством мужской стерильности, передаваемой через цитоплазму.

**Исходный материал** — культурные и дикие формы растений, используемые для выведения новых сортов.

**Кариотип** — совокупность хромосом организма, характеризующихся числом, величиной и формой.

**Карликовые формы** — очень низкорослые, как правило, скороспелые растения, имеющие у многих культур узкое отношение урожая семян и плодов к вегетативным органам.

**Кастрация цветков** — предшествующий опылению прием удаления незрелых пыльников в цветках материнских форм.

**Категории сортовой чистоты** — условные единицы чистосортности, определяемые средним минимальным процентом сортовой чистоты для самоопыляющихся культур или числом репродукций для перекрестноопыляющихся культур.

**Качественные признаки** — признаки, различия по которым можно установить непосредственно путем глазомерного определения.



**Клейстогамные растения** — растения, у которых цветение происходит всегда при закрытых цветках.

**Клон** — потомство одного вегетативно размноженного растения.

**Клоновый отбор** — индивидуальный отбор у вегетативно размножаемых растений.

**Количественные (мерные) признаки** — признаки, различающиеся цифровым выражением, которое устанавливается путем измерения, взвешивания, подсчета.

**Коллекционный питомник** — питомник, в котором проводят первичное изучение нового материала и отбор элитных растений для закладки селекционного питомника.

**Колхицин** — алкалоид, сильный растительный яд. Разрушая веретено клеточного деления, вызывает образование клеток с удвоенным числом хромосом.

**Комбинационная (гибридная) изменчивость** — наследственная изменчивость, возникающая в результате сочетания и взаимодействия генов при скрещиваниях.

**Комплементарное действие генов** — совместное, дополнительное действие двух или большего числа генов на проявление одного какого-либо признака.

**Конкурсное (большое) сортоиспытание** — сортоиспытание, в котором новые сорта проходят конкурс между собой, сравниваются со стандартом, лучшими сортами других селекционных учреждений и получают окончательную оценку перед передачей в государственное сортоиспытание.

**Константные формы** — устойчивые, не расщепляющиеся в дальнейших поколениях формы гибридов.

**Контрольный питомник** — питомник, в котором ведется контроль правильности отбора элитных растений в предыдущих питомниках по элементам продуктивности путем оценки их потомства по урожайности на небольших делянках.

**Косвенные признаки оценки** — биохимические и технологические показатели, коррелятивно связанные с основным изучаемым у сортов свойством.

**Коэффициент размножения** — отношение массы кондиционных семян в урожае к массе высеянных семян.

**Кроссинговер** — перекрест хромосом, в результате которого между ними может происходить обмен гомологичными (одинаковыми) участками.

**Ксенитность** — непосредственное проявление признаков отцовского организма на эндосперме семян (ксении 1-го порядка) или у околоплодника (ксении 2-го порядка) материнских растений.

**Легитимное опыление** — обычное опыление у растений, обладающих гетеростилией (разностолбчатостью), когда пыльца из длинностолбчатых цветков попадает на рыльца короткостолбчатых и наоборот; оно дает лучшие результаты, чем так называемое иллегитимное.

**Линейный сорт** — сорт самоопыляющихся культур, выведенный путем индивидуального отбора из естественной популяции и являющийся размноженным потомством одного элитного растения.

**Линия** — потомство одной гомозиготной особи у самоопыляющихся культур.

**Массовый отбор** — отбор, при котором из исходной популяции отбирают большое число (массу) растений. Урожай их после браковки объединяют и высевают на следующий год на одной делянке.

**Межсортные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания двух сортов. В первом поколении они могут давать гетерозис, и тогда их называют межсортными гетерозисными гибридами.

**Мейоз (редукционное деление)** — деление клеточного ядра, предшествующее образованию половых клеток и связанное с уменьшением (редукцией) числа хромосом в 2 раза.

**Малые мутации** — наследственные изменения, в незначительной степени изменяющие физиологические и морфологические признаки организмов.

**Местный сорт** — сорт, созданный в результате длительного действия естественного и простейших приемов искусственного отбора при возделывании той или иной культуры в определенной местности.

**Метод посредника** — предложенный И. В. Мичуриным метод ступенчатого скрещивания для преодоления нескрещиваемости отдаленных видов и родов растений.

**Метод резервов (половинок)** — прием использования многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений, при котором урожай каждого элитного растения делят на две части (половинки). Одну часть семян высевают в селекционном питомнике, а другую сохраняют в резерве. На следующий год, чтобы исключить нежелательное влияние отцовских форм, селекционный питомник второго года засевают семенами резервных половинок.

**Механическое засорение сорта** — засорение семенами других сортов и культур, происходящее за время посева, обмолота, очистки и других процессов.

**Митоз** — деление клетки, в результате которого происходит сначала удвоение, а затем равномерное распределение наследственного материала между двумя вновь возникающими клетками.

**Модификация** — различия в степени проявления одного и того же признака под влиянием меняющихся внешних условий.

**Молекулярная генетика** — наука, изучающая явления наследственности и изменчивости на основе (уровне) молекулярных структур клетки.

**Моносомик** — растение, в диплоидном наборе которого одна из парных хромосом представлена в единственном числе ( $2n-1$ ).

**Мутагенез** — возникновение наследственных изменений (мутаций) под влиянием естественных и искусственных факторов (мутагенов).

**Мутагены** — факторы, вызывающие мутации. Делятся на физические и химические.

**Мутационная изменчивость** — структурные изменения генов и хромосом, ведущие к возникновению новых наследственных признаков и свойств организма.

**Мутация** — прерывистое, скачкообразное изменение наследственности какого-либо признака.

**Наследственная информация** — порядок нуклеотидов ДНК и РНК, определяющий синтез определенных белков и развитие на их основе соответствующих признаков организма.

**Наследственность** — процесс воспроизведения организмами в ряду последовательных поколений сходных признаков и свойств.

**Наследственный (генетический) код** — последовательность расположения азотистых оснований в ДНК, определяющая расположение аминокислот в синтезируемом белке.

**Насыщающие скрещивания** — многократное скрещивание гибридов в какой-либо комбинации с отцовской исходной формой. При этом цитоплазма материнской формы насыщается ядерным материалом отцовской формы.

**Негативный отбор** — разновидность массового отбора, при котором не отбирают лучшие растения, а удаляют из посева худшие особи.

**Норма реакции генотипа** — способ его реагирования на изменение окружающих условий. Проявляется в форме модификации.

**Нуклеотиды** — сложные органические вещества, состоящие из азотистого основания, сахара рибозы или дезоксирибозы и фосфорной кислоты. Нуклеотиды входят в состав молекул ДНК и РНК.

**Нуллисомик** — растение, у которого в диплоидном наборе отсутствует пара гомологичных хромосом ( $2n-2$ ).

**Общая комбинационная способность** — средняя ценность самоопыленных линий в гибридных комбинациях. Определяется в результате скрещивания линий с каким-либо одним сортом или гибридом (тестером).

**Онтогенез** — индивидуальное развитие организма от оплодотворенной яйцеклетки до естественной смерти.

**Оптимальные условия** — условия, наиболее благоприятные для жизнедеятельности какого-либо организма или для какого-либо процесса.

**Опыление** — перенос пыльцы, образующейся в мужских генеративных органах — пыльниках, на рыльца женских органов — пестиков.

**Органогенез** — формирование и развитие органов в процессе онтогенеза.

**Основное число хромосом** — число хромосом, в результате кратного увеличения которого образуется полиплоидный ряд.

**Отдаленная гибридизация** — скрещивание организмов, относящихся к разным видам или родам.

**Отдаленные эколого-географические формы** — формы, созданные и приспособленные естественным и искусственным отбором к различающимся почвенно-климатическим условиям.

**Очаги (центры) происхождения и формообразования культурных растений** — районы земного шара, в которых возникли определенные виды культурных растений и где наблюдается наибольшее их разнообразие.

**Партия семян** — определенное количество однородных семян (одной культуры, сорта, репродукции, категории сортовой чистоты, года урожая, одного происхождения), занумерованное и удостоверенное соответствующими документами.

**Первичные семеноводческие звенья** — звенья схемы семеноводства, предшествующие выращиванию суперэлиты: питомники испытания потомств первого и второго года, питомник размножения первого года.

**Переходящий семенной фонд сортовых семян** — запас семян озимых культур, создаваемый в данном году для использования их на посев в будущем году. Создается в районах, где между уборкой и посевом озимых имеется небольшой разрыв во времени.

**Перспективный сорт** — ценный, проходящий сортоиспытание и размножаемый, но еще не районированный сорт.

**Питомник испытания потомств первого года** — первое звено схемы семеноводства зерновых культур, в котором проводится оценка по потомству родоначальных элитных растений и отбор лучших линий и семей для закладки питомника испытания потомств второго года.

**Питомник испытания потомств второго года** — второе звено схемы семеноводства зерновых культур, в котором дают окончательную оценку размноженным линиям и семьям, отобранным в питомнике испытания потомств первого года.

**Питомник размножения** — питомник, предназначенный для размножения семян лучших семей, линий, клонов, отобранных в питомниках испытания потомств.

**Повторение** — часть площади сортоиспытания, включающая полный набор испытываемых сортов.

**Повторность** — число делянок каждого сорта в сортоиспытании.

**Полевая устойчивость к заболеваниям** — устойчивость, контролируемая полигенной системой и обуславливающая относительную, частичную устойчивость ко всем расам заболевания, поражающим данный сорт в естественных полевых условиях.

**Полимерия** — взаимодействие неаллельных множественных генов, обуславливающих развитие одного и того же признака.

**Полимерные гены (однозначные, множественные)** — неаллельные гены, действующие на один и тот же признак одинаковым образом.

**Полипloidия** — наследственные изменения, связанные с кратным увеличением числа хромосом.

**Популяция (менделевская популяция)** — группа особей, имеющих наследственные различия.

**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 условию.

**Продуктивность сорта** — средняя урожайность одного растения.

**Производственное сортоиспытание** — испытание, проводимое в производственных условиях для хозяйственной оценки самых лучших перспективных сортов.

**Промышленное семеповодство** — производство семян в специализированных семеноводческих хозяйствах или в семеноводческих подразделениях крупных зерновых колхозов и совхозов, осуществляемое индустриальными методами с использованием механизированных и автоматизированных комплексных пунктов и семенных заводов по обработке и хранению семян.

**Пространственная изоляция** — расстояние между посевами различных сортов культур для предотвращения переопыления и механического засорения.

**Простые межлинейные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания двух самоопыленных линий.

**Простые (парные) скрещивания** — однократные скрещивания между двумя родительскими формами.

**Прямые признаки оценки** — признаки, по которым оценку сортов и селекционных номеров дают непосредственно путем подсчета, взвешивания, измерения и т. д.

**Районирование** — установление района возделывания новых сортов по результатам государственного сортоиспытания.

**Расщепление** — разделение в мейозе аллельных генов и контролируемых ими признаков родительских форм в гибридных поколениях.

**Регистрация сортовых посевов** — документальное оформление сортовых посевов, которые не подлежат апробации, но могут быть использованы на посевные цели. Производится путем осмотра посевов на корню (без отбора апробационных снопов) и составления акта регистрации сортовых посевов.

**Рентген** — доза излучения, вызывающая образование в 1 см<sup>3</sup> сухого воздуха при 0 °С и давлении 760 мм ртутного столба  $2,083 \cdot 10^9$  пар ионов. Облучение растений и животных измеряют в килорентгенах.

**Рентгено-структурный анализ** — метод исследования размеров и расположения молекул в клетке, основанный на явлении дифракции (огибании) рентгеновых лучей при прохождении их через объект.

**Репликация** — самоудвоение молекулы ДНК.

**Репродуктивные органы** — органы, связанные с функцией размножения — половые (например, цветок, плод, семя) или вегетативные (клубень, луковица).

**Репродукция** — воспроизведение, следующее за элитой звено размножения (пересев) элитных семян. Первый пересев элиты дает I, второй — II репродукции и т. д.

**Рецессивный признак** — признак, подавляемый в гибридном организме действием доминантного гена той же аллельной пары.

**Реципрокные скрещивания** — скрещивания между двумя формами, когда каждая из них в одном случае берется в качестве материнского, а в другом — в качестве отцовского организма (А×Б и Б×А).

**РНК** — рибонуклеиновая кислота, биологический полимер, участвующий в биосинтезе белка. Состоит из нуклеотидов, содержащих сахар рибозу, фосфорную кислоту и азотистые основания.

**Родительские пары** — две исходные формы или два сорта, подобранные для скрещивания.

**Самостерильность** — неспособность к самооплодотворению.

**Сверхдоминирование** — большая степень выражения признака у гетерозиготной формы по сравнению с обеими гомозиготными формами (AA < Aa > aa).

**Свойства растений** — их физиологические, биохимические или технологические особенности.

**Седиментационный метод** — определение набухаемости и скорости осаждения муки в слабом растворе уксусной кислоты.

**Селекционный материал** — все отбираемые в процессе селекционной работы номера и сорта.

**Селекционный номер** — размножаемое в питомниках потомство одного или нескольких исходных растений, отобранных или изучаемых для выведения нового сорта.

**Селекционный питомник** — питомник, в котором проводят первоначальную сравнительную оценку и отбор лучших потомств отдельных элитных растений для дальнейшего изучения и размножения.

**Селекционный сорт** — сорт, выведенный в научно-исследовательском учреждении на основе научных методов селекции.

**Селекционный центр** — крупное научно-исследовательское учреждение, специализирующееся по селекции и семеноводству в определенной почвенно-климатической зоне.

**Семейно-групповой отбор** — разновидность многократного индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся культур, при котором отобранные растения распределяются в сходные группы и высеваются по семьям с последующим объединением лучших из них.

**Семенной контроль** — система мероприятий по проверке посевных качеств семян в процессе их производства, хранения, реализации и использования.

**Семенные посевы** — основное производственное звено схемы семеноводства зерновых и масличных культур, в котором семеноводческие бригады и отделения колхозов и совхозов выращивают сортовые семена на всю площадь производственных (товарных) посевов.

**Семья** — потомство одной особи у перекрестноопыляющихся культур.

**Сильные пшеницы** — мягкие пшеницы, имеющие высокое содержание прочной эластичной клейковины и дающие благодаря этому высококачественный лист. Используются для улучшения качества муки обычных пшениц.

**Синтетическая селекция** — селекция, основанная на использовании для отбора исходного материала, создаваемого путем гибридизации (синтеза) различных сортов и форм.

**Синтетические сорта (сложные гибридные популяции)** — сорта, полученные путем смешения семян нескольких линий или 3—4 двойных межлинейных гибридов.

**Система семеноводства** — группа взаимосвязанных производственных единиц, обеспечивающих в соответствии с государственным планом потребность страны в высококачественных сортовых семенах какой-либо культуры или нескольких культур.

**Сложная ступенчатая гибридизация** — гибридизация, при которой полученные в результате скрещивания формы растений с рядом положительных признаков вновь скрещиваются с другими формами или сортами, имеющими другие положительные свойства, отсутствовавшие у ранее полученных форм.

**Сложные скрещивания** — скрещивания, в которых участвует более двух родительских форм или когда гибридное потомство повторно скрещивается с одним из родителей.

**Соматические клетки** — все клетки, составляющие тело какого-либо организма, за исключением половых клеток.

**Сорт** — группа сходных по хозяйственно-биологическим свойствам и морфологическим признакам культурных растений, отобранных и размноженных для возделывания в определенных природных и производственных условиях с целью повышения урожайности и качества продукции.

**Сорт-клон** — сорт, полученный путем отбора у вегетативно размножающихся культур и являющийся потомством одного растения клона.

**Сорт-контроль** — сорт, с которым сравнивают по урожайности и другим хозяйственно-биологическим признакам все другие испытываемые сорта или селекционные номера.

**Сорт-популяция** — сорт перекрестно- или самоопыляющейся культуры, полученный путем массового отбора.

**Сорта интенсивного типа** — сорта, приспособленные для возделывания в условиях интенсивной культуры земледелия.

**Сортообновление** — замена семян, ухудшившихся при возделывании в производстве свои хозяйственные и биологические качества, лучшими семенами того же сорта.

**Сортовая прополка** — удаление из посева основного сорта примесей других сортов и разновидностей той же культуры.

**Сортовая чистота (чистосортность)** — отношение числа стеблей основного сорта к числу всех развитых стеблей данной культуры в апробационном снопе, выраженное в процентах.

**Сортовой контроль** — система мероприятий по проверке качества сортовых посевов и семян. Осуществляется путем полевой апробации и других мероприятий.

**Сортолинейные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания сорта с самоопыленной линией или от скрещивания простого межлинейного гибрида с сортом.

**Сортообновление** — замена семян, ухудшившихся при возделывании в производстве свои сортовые и биологические качества, лучшими семенами того же сорта.

**Сортосмена** — замена старых возделываемых в производстве сортов новыми районированными сортами, более урожайными и ценными по технологическим качествам продукции.

**Спермий** — мужская половая клетка у растений.

**Специфическая комбинационная способность** — повышенная ценность самоопыленной линии в какой-либо одной конкретной комбинации. Определяется путем скрещивания многих линий между собой.

**Спецсемхозы** — семеноводческие хозяйства, специализирующиеся на выращивании сортовых семян.

**Спонтанная гибридизация** — гибридизация между различными сортами и культурами, происходящая в результате естественного переопыления.

**Спонтанные мутации** — естественно возникающие наследственные изменения.

**Стерильные аналоги** — самоопыленные линии и сорта, сходные по всем признакам с исходными, но обладающие свойством ЦМС. Создаются путем насыщающих скрещиваний.

**Страховые семенные фонды** — запас семян, создаваемый в государственных ресурсах или непосредственно в хозяйствах на случай стихийных бедствий и неурохода.

**Супермутagens (сверхмутagens)** — химические мутагенные вещества, вызывающие наибольшее число мутаций, например нитрозоэтилмочевина или нитрозо-метилмочевина.

**Суперэлита** — предшествующее элите звено размножения, потомство самых лучших отобранных растений, наиболее полно передающих все признаки и свойства возделываемого сорта.

**Схема семеноводства** — группа взаимосвязанных питомников и семенных посевов, в которых в определенной последовательности путем отбора и размножения осуществляется процесс воспроизведения сорта.

**Тетраплоиды** — организмы, имеющие в клетках тела четыре основных набора хромосом (4n).

**Трансгрессии** — суммирующее действие полимерных генов, определяющих величину какого-либо количественного признака или свойства.

**Трансляция** — перевод информации о нуклеотидном строении — РНК на аминокислотное строение белка.

**Транскрипция** — перенос информации о нуклеотидном строении ДНК на — РНК.

**Трехлинейные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания простого межлинейного гибрида с самоопыленной линией.

**Триплоидные гибриды** — гибриды, получающиеся от скрещивания тетраплоидных форм с диплоидными сортами.

**Тритикале** — ржано-пшеничные 56- или 42-хромосомные амфидиплоиды.

**Урожайные качества семян** — способность семян давать тот или иной урожай, величина которого при одинаковых условиях выращивания определяется их наследственными (сортовыми) и посевными качествами.

**Участки гибридизации** — участки, на которых в специальных семеноводческих хозяйствах выращивают семена гетерозисных гибридов.

**Участки размножения** — первое производственное звено схемы семеноводства зерновых и масличных культур, в котором семеноводческие бригады и отделения колхозов и совхозов выращивают сортовые семена для семенных посевов.

**Факультативный** — возможный, необязательный, предоставленный на выбор, действующий от случая к случаю.

**Фаринография** — определение водопоглотительной способности муки и времени тестообразования на приборе фаринографе, вычерчивающем по каждому испытываемому образцу кривую — фаринограмму.

**Фенотип** — совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся на основе генотипа во взаимодействии с условиями внешней среды.

**Фенофазы** — фазы развития растений, фиксируемые по морфологическим изменениям, например у злаков: всходы, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, спелость.

**Ферменты** — биологические катализаторы, белки, ускоряющие и направляющие все биохимические процессы в живых организмах.

**Фертильный** — плодovitый.

**Физиологические расы паразитов** — мелкие систематические единицы в пределах вида какого-либо гриба-паразита, приспособившиеся к поражению определенных сортов или форм культурных растений.

**Формообразовательный процесс** — возникновение в популяциях в результате гибридизации и мутаций разнообразных форм растений, на основе которых отбором создаются новые сорта.

**Химеры** — растения, состоящие из тканей двух особей; получают в результате вегетативных мутаций и иногда при прививках, в последнем случае в месте срастания закладываются почки, в которых часть тканей принадлежит привою, а часть — подвою (например, химеры помидора и паслена).

**Хроматография** — метод разделения компонентов какой-либо смеси в растворе с распределением их путем цветных реакций.

**Хромосомы** — окрашивающиеся основными красителями элементы клеточного ядра, состоят из ДНК и белка. Основные носители наследственной информации организма.

**Цитогенетика** — наука, изучающая явления наследственности и изменчивости организмов в связи с клеточными структурами, особенно хромосомами.

**Цитоплазма** — полужидкая коллоидная масса, состоящая из тончайших нитей, мембран и зерен. В ней расположены ядро и все клеточные органеллы.

**ЦМС** — цитоплазматическая мужская стерильность, наследственно обусловленная стерильность пыльцы, передаваемая через цитоплазму только по материнской линии.

**Чистая линия** — потомство одного гомозиготного по всем генам самоопыляющегося растения.

**Шнуровая книга** — основной документ, в котором учитываются движение семенного материала, посевные и урожайные качества всех семян, используемых в хозяйстве.



**Штамбовые формы** — формы гороха и некоторых других культур, имеющие цветки и бобы, собранные в верхней части стебля.

**Эволюция** — учение об историческом процессе развития живой природы путем перехода одних органических форм в другие.

**Экология** — наука, изучающая взаимодействие растений и окружающей среды.

**Эколого-географическая систематика культурных растений** — основана на изучении сходства и различий по биологическим и другим особенностям между формами растений, созданными отбором в различных природно-климатических условиях.

**Эколого-географический принцип селекции** — основан на использовании отборов из гибридных популяций, создаваемых путем скрещивания экологически и географически отдаленных форм и сортов.

**Экотип** — относительно наследственно устойчивая форма данного вида, свойственная определенным почвенно-климатическим условиям и приспособленная к ним отбором.

**Электронная микроскопия** — метод цитологического анализа, основанный на использовании для освещения объекта вместо световых лучей электронов, разогнанных в электромагнитном поле высокого напряжения. Осуществляется при помощи электронных микроскопов.

**Элита** — потомство лучших, отобранных растений данного сорта, наиболее полно передающее все его признаки и свойства.

**Элитные растения** — лучшие родоначальные растения, отобранные для создания нового сорта.

**Яйцеклетка** — женская половая клетка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. М., «Колос», 1972, 399 с.
- Вавилов Н. И. Избранные сочинения. М., «Колос», 1966, 558 с.
- Генетические методы селекции растений. М., «Колос», 1974, 208 с.
- Генетические основы первичного семеноводства зерновых культур. М., ВАСХНИЛ, 1976, 221 с.
- Гуляев Г. В. Генетика. М., «Колос», 1977, 360 с.
- Гуляев Г. В., Гужов Ю. Л. Селекция и семеноводство полевых культур. М., «Колос», 1978, 381 с.
- Доспехов Б. А. Методика опытного дела. 1973, 335 с.
- Дубинин Н. П. Общая генетика. М., «Наука», 1976, 487 с.
- Жуковский П. М. Мировой генофонд растений для селекции. Л., «Наука», 1970, 87 с.
- Инструкция по апробации сортовых посевов. М., «Колос», 1979.
- Каталог районированных сортов сельскохозяйственных культур. М., «Колос», 1974, 480 с.
- Лукьяненко П. П. Селекция и семеноводство озимой пшеницы. М., «Колос», 1973, 447 с.
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. I, общая часть. М., «Колос», 1971, 247 с.
- Методические указания по производству элитных семян зерновых культур. М., «Колос», 1970, 16 с.
- Мичурин И. В. Итоги шестидесятилетних работ. М., «Сельхозгиз», 1949, 671 с.
- Пустовойт В. С. Избранные труды. М., «Колос», 1966.
- Ремесло В. Н. Мироновские пшеницы. М., «Колос», 1976, 335 с.
- Физиология растений в помощь селекции. М., «Наука», 1974, 299 с.
- Частная селекция полевых культур. М., «Колос», 1974, 462 с.
- Шмальц Х. Селекция растений. М., «Колос», 1973, 295 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i> . . . . .	3
Значение сорта в сельскохозяйственном производстве . . . . .	4
Роль селекции в интенсификации земледелия . . . . .	6
Планирование и организация селекционно-семеноводческой работы в СССР . . . . .	7
Связь селекции с генетикой и другими науками . . . . .	9
<b>Глава 1. Краткая история селекции и достижения селекции в СССР</b> . . . . .	11
Основные этапы развития селекции . . . . .	11
Селекционно-семеноводческая работа в России . . . . .	15
Развитие и достижения селекционной работы в СССР . . . . .	16
Контрольные вопросы . . . . .	21
<b>Глава 2. Основы цитологии</b> . . . . .	22
Развитие молекулярной биологии и новое в науке о клетке . . . . .	23
Форма и размеры клеток . . . . .	24
Основные части клетки . . . . .	25
Комплекс цитоплазмы . . . . .	25
Строение ядра . . . . .	28
Деление клетки . . . . .	34
Образование и развитие половых клеток . . . . .	37
Типы размножения . . . . .	42
Оплодотворение . . . . .	42
Двойное оплодотворение . . . . .	45
Моноспермия и полиспермия . . . . .	46
Избирательность гамет и селективное оплодотворение . . . . .	47
Нерегулярные типы полового размножения . . . . .	47
Лабораторно-практические занятия . . . . .	48
Контрольные вопросы . . . . .	49
<b>Глава 3. Учение о наследственности и изменчивости организмов (основы генетики)</b> . . . . .	50
Наследственность и изменчивость при внутривидовой гибридизации . . . . .	53
Метод генетического анализа . . . . .	53
Виды скрещиваний . . . . .	54
Правило единообразия гибридов первого поколения . . . . .	54
Явление доминирования . . . . .	54
Правило расщепления гибридов второго поколения . . . . .	56

Закон чистоты гамет . . . . .	56
Взаимные (реципрокные), анализирующие и возвратные скрещивания	59
Правило независимого комбинирования генов . . . . .	60
Наследование при взаимодействии генов . . . . .	64
<b>Хромосомная теория наследственности и внеядерная наследственность . . .</b>	<b>70</b>
Сцепление генов и перекрест хромосом . . . . .	70
Величины перекреста и линейное расположение генов в хромосомах	72
Одинарный и двойной перекрест хромосомы . . . . .	74
Цитоплазматическая наследственность . . . . .	74
<b>Изменчивость организмов . . . . .</b>	<b>75</b>
Модификационная изменчивость . . . . .	76
Популяции и чистые линии . . . . .	77
Мутационная изменчивость . . . . .	79
Полиплоидия . . . . .	84
Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости . . . . .	87
<b>Основы молекулярной генетики . . . . .</b>	<b>89</b>
ДНК — основной материальный носитель наследственности . . . . .	89
ДНК и белки . . . . .	90
Код наследственности . . . . .	91
Биосинтез белка . . . . .	92
РНК — зависимый синтез ДНК . . . . .	93
Структура и функции гена . . . . .	94
Генная инженерия . . . . .	95
Генетические основы индивидуального развития . . . . .	95
Лабораторно-практические занятия . . . . .	97
Контрольные вопросы . . . . .	98
<b>Глава 4. Общие основы селекции сельскохозяйственных растений . . . . .</b>	<b>100</b>
<b>Происхождение, виды и значение сортов сельскохозяйственных растений</b>	<b>100</b>
Систематическая и эколого-географическая группировка культур-	
ных растений . . . . .	100
Признаки и свойства растений . . . . .	103
Понятие о сорте . . . . .	106
Требования, предъявляемые к сорту производством . . . . .	107
<b>Исходный материал в селекции растений . . . . .</b>	<b>111</b>
Использование в селекции местных сортов . . . . .	112
Значение для селекции инорайонного исходного материала . . . . .	113
Интродукция и центры происхождения культурных растений . . . . .	114
Создание мировой коллекции сельскохозяйственных растений и ис-	
пользование ее в селекции . . . . .	116
Использование в качестве исходного материала сортов зарубежной	
селекции . . . . .	118
Дикорастущие формы как источник исходного материала . . . . .	118
Гибридизация и другие методы создания исходного материала . . . . .	119
<b>Задачи и основные направления селекционной работы в нашей стране . . .</b>	<b>120</b>
Селекция на засухоустойчивость . . . . .	121
Селекция на зимостойкость . . . . .	122
Селекция на холодостойкость . . . . .	123

Селекция на устойчивость к болезням и вредителям сельскохозяйственных растений . . . . .	120
Выведение сортов интенсивного типа для условий орошаемого земледелия . . . . .	126
Селекция на высокое качество продукции сельскохозяйственных культур . . . . .	126
Селекция на лучшую приспособленность к механизации возделывания	127
Контрольные вопросы . . . . .	128
<b>Глава 5. Методы селекции . . . . .</b>	<b>129</b>
Исторический обзор развития и применения методов селекции . . . . .	129
Внутривидовая гибридизация . . . . .	131
Подбор родительских пар для скрещивания . . . . .	132
Типы скрещиваний . . . . .	136
Методика и техника скрещиваний . . . . .	141
Масштаб скрещиваний и объем работы с гибридным материалом . . . . .	144
Выращивание гибридов первых поколений . . . . .	148
Отдаленная гибридизация . . . . .	148
Использование отдаленной гибридизации в селекции полевых культур	148
Использование полиплоидии в селекции растений . . . . .	151
Использование автополиплоидных форм растений . . . . .	152
Получение анфидиплоидов и использование их в селекции . . . . .	153
Создание триплоидных гибридов . . . . .	156
Создание полиплоидных форм для закрепления гетерозиса . . . . .	157
Использование в селекции искусственного мутагенеза . . . . .	158
Гетерозис и его использование в селекции растений . . . . .	165
Использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС)	170
Проблема создания гибридной пшеницы . . . . .	175
Методы отбора . . . . .	177
Учение Дарвина о естественном и искусственном отборе . . . . .	177
Творческая роль отбора . . . . .	177
Совместное действие искусственного и естественного отбора . . . . .	180
Необходимость проведения отбора по комплексу признаков . . . . .	181
Массовый отбор . . . . .	182
Индивидуальный отбор . . . . .	185
Клоновый отбор . . . . .	188
Индивидуальный отбор у перекрестноопыляющихся растений . . . . .	189
Метод половинок . . . . .	193
Лабораторно-практические занятия . . . . .	195
Контрольные вопросы . . . . .	198
<b>Глава 6. Организация селекционного процесса и сортоиспытание . . . . .</b>	<b>199</b>
Оценка селекционного материала . . . . .	199
Оценка продуктивности . . . . .	202
Оценка зимостойкости . . . . .	202
Оценка засухоустойчивости . . . . .	206
Оценка устойчивости к заболеваниям . . . . .	209
Оценка устойчивости к повреждению вредными насекомыми . . . . .	212

Оценка селекционного материала в связи с механизацией возделывания и уборки урожая . . . . .	214
Оценка селекционных материалов по качеству продукции . . . . .	215
Организация и техника селекционного процесса . . . . .	219
Выбор, изучение и подготовка участка для сортоиспытания . . . . .	220
Способы повышения точности опыта селекционных посевов и сортоиспытаний . . . . .	221
Техника полевых работ . . . . .	225
Селекционные севообороты . . . . .	227
Селекционные посевы и их назначение . . . . .	228
Виды питомников . . . . .	228
Сортоиспытание в процессе выведения сортов и гибридов . . . . .	229
Государственное сортоиспытание и районирование сортов и гибридов . . . . .	233
Задачи и организация государственного сортоиспытания . . . . .	233
Производственное испытание сортов, проводимое государственными сортоучастками . . . . .	235
Порядок включения новых сортов в государственное сортоиспытание	235
Районирование сортов . . . . .	236
Лабораторно-практические занятия . . . . .	237
Контрольные вопросы . . . . .	238
<b>Глава 7. Общие основы семеноводства . . . . .</b>	<b>239</b>
Задачи и организация семеноводства в СССР . . . . .	239
Понятие о качестве семян . . . . .	241
Основные этапы развития отечественного семеноводства, его особенности . . . . .	242
Порядок отпуска семян колхозам и совхозам, создания страховых и переходящих фондов и производство семян в государственные ресурсы	244
Сортообновление и первичное семеноводство . . . . .	245
Причины ухудшения сортов . . . . .	245
Первичное семеноводство (производство элитных семян) зерновых и зерновых бобовых культур . . . . .	247
Сроки сортообновления . . . . .	249
Организация семеноводства в специализированных хозяйствах, семеноводческих бригадах и отделениях колхозов и совхозов . . . . .	251
Перевод семеноводства на промышленную основу . . . . .	253
Контроль за качеством семян . . . . .	260
Лабораторно-практические занятия . . . . .	270
Контрольные вопросы . . . . .	274
<b>Глава 8. Частное семеноводство сельскохозяйственных культур . . . . .</b>	<b>275</b>
Зерновые культуры . . . . .	275
Лабораторно-практические занятия . . . . .	285
Контрольные вопросы . . . . .	299
Зерновые бобовые культуры . . . . .	299
Лабораторно-практические занятия . . . . .	302
Контрольные вопросы . . . . .	306
Подсолнечник . . . . .	306

Лабораторно-практические занятия . . . . .	309
Контрольные вопросы . . . . .	309
Сахарная свекла . . . . .	311
Лабораторно-практические занятия . . . . .	318
Контрольные вопросы . . . . .	319
Лен-долгунец . . . . .	320
Лабораторно-практические занятия . . . . .	322
Контрольные вопросы . . . . .	323
Картофель . . . . .	323
Лабораторно-практические занятия . . . . .	331
Контрольные вопросы . . . . .	333
Кормовые травы . . . . .	333
Лабораторно-практические занятия . . . . .	339
Контрольные вопросы . . . . .	340
Овощные культуры . . . . .	340
Капуста белокочанная . . . . .	347
Столбовые корнеплоды . . . . .	349
Лук репчатый . . . . .	351
Огурец . . . . .	354
Томаты . . . . .	354
Лабораторно-практические занятия . . . . .	355
Контрольные вопросы . . . . .	356
Краткий словарь терминов . . . . .	357
Список литературы . . . . .	370

*Григорий Владимирович Гуляев,  
Алексей Петрович Дубинин*

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ПОЛЕВЫХ  
КУЛЬТУР С ОСНОВАМИ ГЕНЕТИКИ**

Редактор Т. В. Островская  
Художник М. З. Шлосберг  
Художественный редактор З. П. Зубрилина  
Технические редакторы  
В. А. Боброва, Н. А. Никонова  
Корректор М. И. Бынеев

**ИБ № 1718**

Сдано в набор 15.06.79. Подписано к печати  
27.12.79. Т—20965. Формат 60×90<sup>1/16</sup>.

Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная.  
Печать высокая. Усл. печ. л. 23,5. Уч.-изд. л. 26,37.  
Изд. № 300. Тираж 40 000 экз. Заказ № 1816.  
Цена 1 р. 20 к.

Ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Колос»,  
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете СССР по делам  
издательств, полиграфии и книжной торговли.  
Москва, 113105, Нагатинская ул., д. 1.