

*Н. Г. СИМОНГУЛЯН, С. Р. МУХАМЕДХАНОВ,
А. Н. ШАФРИН*

ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО ХЛОПЧАТНИКА

*Утверждено Главным управлением Госагропрома СССР
в качестве учебного пособия
для студентов агрономических факультетов
сельскохозяйственных вузов*

Издание третье, дополненное

ТАШКЕНТ — «МЕХНАТ» — 1987

ББК 42.16я73
С 37

С $\frac{3803010301-155}{M 359(04)-87}$ —98—87

© Издательство «Мехнат» 1987.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
ЧАСТЬ I	
Генетика хлопчатника	12
Глава I. Происхождение и классификация рода <i>Gossypium</i>	16
Глава II. Основы цитологии и эмбриологии хлопчатника	25
Развитие генеративных органов. Микроспорогенез и микрогамето- генез. Макроспорогенез и макрогаметогенез. Оплодотворение хлопчатника. Способы опыления хлопчатника. Избирательное (се- лективное) оплодотворение.	
Глава III. Закономерности наследования признаков по внутривидовой гибридизации	35
Наследование морфологических и физиологических признаков	35
Наследование типа ветвления. Карликовость. Антоциановая окраска листьев и антоциановое пятно на лепестках венчика. Формы листа. Отсутствие хлорофилла. Мужская стерильность. Окраска лепестков венчика. Окраска волокна и подушка. Го- лосемянность. Безволокнистость. Устойчивость к вертициллезно- му увяданию. Устойчивость к фузариозному вилту. Устойчивость к гоммозу. Устойчивость к вредителям. Фотопериодическая реак- ция.	
Наследование количественных признаков	61
Общие принципы полигенного наследования. Наследование ско- рости. Наследование длины волокна. Наследование выхода волокна и его компонентов. Наследование прочности волокна. Наследование тонны волокна. Наследование крупности коро- бочек. Наследование продуктивности.	
Генетические корреляции количественных признаков	82
Глава IV. Цитогенетика межвидовых гибридов	87
Нескрещиваемость видов. Причины стерильности межвидовых гибридов. Получение амфидиплоидов.	
Глава V. Ненаследственная и наследственная изменчивость хлоп- чатника	99
Модификационная изменчивость. Спонтанная мутационная из- менчивость.	

Селекция хлопчатника	108
Глава I. Немного истории	108
Глава II. Важнейшие хозяйственно-ценные признаки хлопчатника и требования, предъявляемые к сорту производством	122
Принцип зональности в селекционной работе.	
Глава III. Методы селекции хлопчатника	131
Исходный материал	131
Аналитический и синтетический методы селекции	135
Подбор родительских пар	137
Типы скрещивания	147
Простые, или парные скрещивания. Сложные скрещивания. Возвратные скрещивания, или беккроссы.	
Отдаленная внутривидовая гибридизация хлопчатника	150
Межвидовая гибридизация хлопчатника	155
Экспериментальный мутагенез	160
Методы получения искусственных мутантов	161
Факторы, влияющие на эффективность облучения. Выявление мутаций у хлопчатника при облучении. Облучение пыльцы и вегетирующих растений. Сочетание методов гибридизации и мутагенеза. Практическое использование радиомутантов. Химический мутагенез.	
Глава IV. Гетерозис и возможности его практического использования в хлопководстве	167
Глава V. Роль и методы отбора	172
Естественный и искусственный отбор. Типы искусственного отбора.	
Эффективность отбора в зависимости от генетической обусловленности признаков	174
Эффективность отбора и наследуемость признаков. Влияние условий выращивания на отбор.	
Глава VI. Схема селекционной работы с хлопчатником в СССР и за рубежом	182
Принципы оптимизации селекционного процесса	182
Питомники и работа в них	186
Коллекционный питомник. Питомник родительских форм. Питомник гибридов первого поколения. Питомник гибридов второго поколения. Питомник гибридов третьего и последующих поколений. Селекционный питомник I и II годов. Питомник испытания растений на устойчивость к вертициллезному и фузариозному увяданию на искусственно зараженном фоне. Предварительное размножение сорта в селекционном учреждении.	
Сортоиспытание хлопчатника	197
Станционное сортоиспытание.	

Конкурсное сортоиспытание и критерии новых сортов, передаваемых в Государственное сортоиспытание	199
Глава VII. Техника селекционного процесса	204
Агротехника на селекционных посевах	204
Методика учетов и наблюдений	206
Сбор индивидуальных отборов. Сбор пробных образцов.	
Глава VIII. Государственное сортоиспытание и районирование сортов хлопчатника	213
ЧАСТЬ III	
Семеноводство хлопчатника	216
Глава I. История семеноводства	216
Глава II. Теоретическая основа семеноводства	221
Глава III. Система семеноводства	225
Основная задача семеноводства. Структура семеноводства. Предварительное размножение семян новых, нерайонированных сортов хлопчатника. Семенной питомник. Семенное размножение. Сбор урожая хлопка-сырца. Лабораторный анализ и отбор семенного материала. Производство семенного материала районированных сортов. Производственные элитные хозяйства. Внутрисортовое скрещивание.	
Глава IV. Методика производства семян элиты	236
Производство семян элиты без внутрисортового скрещивания. Семенной питомник 1-го года. Семенной питомник 2-го года. Семенное размножение. Производство семян элиты с применением внутрисортового скрещивания. Производство семян элиты, полученных от внутрисортового скрещивания. Семенное размножение. Заготовка индивидуальных отборов. Отбор и браковка заготовленного материала.	
Глава V. Производство семян первой репродукции	245
Производство семян второй и третьей репродукций. Элитоиспытание.	
Глава VI. Семенное дело (отбор и заготовка семенного фонда)	247
Апробация семенных посевов	
Сбор, заготовка и документация семенного материала	251
Сбор урожая семенного хлопка. Прием семенного хлопка-сырца на заготовительных пунктах. Переработка семенного хлопка-сырца на хлопкозаводах и подготовка посевных семян. Хранение посевных семян и выдача их на посев. Требования к посевным семенам хлопчатника. Семенные хлопковые лаборатории.	
Организация государственного руководства и контроля за семеноводством и семенным делом	260
Республиканская семенная хлопковая станция. Центральная контрольно-семенная хлопковая станция.	

Глава VII. Сортоисмены	263
Сортоисмены по средневолокнистому хлопчатнику. Сортоисмены по тонковолокнистому хлопчатнику.	
ЧАСТЬ IV	
Семеноведение	277
Дозревание семян. Морфология и анатомия семян хлопчатника. Химический состав семян и их изменчивость. Химический состав оболочки семян хлопчатника.	
Глава I. Разнокачественность семян хлопчатника	287
Глава II. Влияние условий выращивания на качество семян . .	290
Влияние минеральных удобрений и поливов на посевные и урожайные свойства семян. Поливы. Влияние густоты стояния и сроков сбора на посевные и урожайные качества семян. Влияние дефолиантов на семена. Влияние условий хранения на посевные качества семян.	
Приложения	304
Словарь терминов	309

ВВЕДЕНИЕ

Хлопчатник является одной из ведущих сельскохозяйственных культур в СССР, США, Индии и других хлопкосеющих странах.

Он относится к группе прядильных растений и возделывается главным образом для волокна, из которого текстильная промышленность вырабатывает широкий ассортимент бытовых и технических тканей: батист, маркизет, бязь, сатин, ситец, меланжевые и начесные ткани, нитки разных номеров; специальные технические ткани: корд, бельтинг, парашютные и другие, используемые в автомобильной, авиационной и других отраслях промышленности.

Из каждой тонны хлопка-сырца, кроме волокна, можно получить 600 и более кг семян и из них более 110 кг масла. Поэтому хлопчатник не только важнейшая техническая культура, но возделывание его вносит немалый вклад в решение Продовольственной программы СССР — обеспечение населения пищевым маслом и белком.

Семена хлопчатника, содержащие 20—28% масла, используются в маслобойно-мыловаренной промышленности. Из хлопкового масла производят глицерин, стеарин, олифу, смазочные масла, мука из семян является источником ценного белка. Из отходов хлопкоочистительной и маслобойной промышленности вырабатываются целлюлоза, линолеум, лаки и другие изделия. Листья и стебли могут быть использованы для получения уксусной, яблочной и других кислот, жмых из семян после удаления госсипола идет на корм скоту.

Наиболее ценной продукцией хлопководства является хлопковое волокно, имеющее большие преимущества перед искусственным. Надо полагать, что еще длительное время оно будет занимать доминирующее положение среди других видов текстильного сырья. Благодаря поэтапному осуществлению комплексной программы развития хлопководства и его интенсификации Советский Союз в этой отрасли народного хозяйства вышел на передовые рубежи в мире.

По данным ФАО, в 1985 г. площади под хлопчатником в

СССР занимали 3 млн 200 тыс. га, что соответствует 9,4% от мировой площади хлопкосеяния. В то же время на долю Советского Союза приходилась почти четверть мирового производства хлопка-сырца, достигшего 42 млн т и около 14,5% мирового производства хлопка-волокна.

Ниже приведены показатели площади хлопкосеяния, урожайности сырца и волокна, валовых сборов хлопка-волокна в ведущих хлопкосеющих странах за 1985 г. Показано преимущество Советского Союза по урожайности основной продукции с единицы площади.

Страна	Площадь, млн га	Урожайность, ц/га		Валовый сбор хлопка-волокна, млн т
		волокна		
Мировое хлопководство	33,954	5,43		18,423
СССР	3,200	8,2		2,679
США	4,137	6,0		2,827
Китай	5,930	8,46		5,0
Индия	8,0	2,18		1,568

Развитию хлопководства в СССР уделяется большое внимание.

Для полного удовлетворения растущих потребностей населения решениями партии и правительства предусматривается дальнейшее повышение производства хлопка-волокна и улучшение качества продукции, особенно ценных тонковолокнистых сортов. В Основных направлениях социального и экономического развития СССР на XII пятилетку отмечено: «Обеспечить получение в 1990 г. 2,8—3 млн т хлопка-волокна. Расширить посевы хлопчатника с более высокими технологическими свойствами волокна, повысить его выход и снизить потери».

Интенсификация хлопководства будет обеспечиваться расширением посевных площадей, ростом урожайности за счет применения удобрений и средств химизации, широкой мелиорации земель, комплексной механизации, создания и внедрения в производство новых сортов хлопчатника. Производство хлопка в настоящее время представляет индустриальный процесс, требующий больших капиталовложений и энергозатрат, окупаемых ростом урожая и валовых сборов. Характерной особенностью вклада селекции в интенсификацию производства является то, что она позволяет без дополнительных затрат труда и средств повысить урожайность и качество продукции. Химизация хлопководства сопровождается загрязнением окружающей среды при использовании удобрений, пестицидов, дефолиантов, гербицидов и других веществ, многие из которых могут быть опасны-

ми канцерогенами и мутагенами. В этом аспекте селекция как фактор интенсификации сельскохозяйственного производства имеет большие перспективы. Создание сортов, устойчивых к болезням и вредителям, с высокой потенциальной урожайностью, эффективно отзывающихся на внесение удобрений и орошение увеличением количества и улучшением качества урожая, создание сортов с естественно-оппадающими листьями и другими ценнейшими признаками резко повысит окупаемость затрат на сельское хозяйство, снизит себестоимость хлопка-сырца, будет способствовать охране окружающей среды от загрязнения.

Можно привести примеры эффективности вклада селекции в интенсификацию хлопководства.

Известно, какой ущерб урожаю хлопчатника наносит заболевание вертициллезным вилтом. На сильно зараженных почвах урожай неустойчивых к вилту сортов могут снизиться на 40—50%. Посевы на таких участках высокоустойчивых к вилту сортов обеспечивают получение хорошего урожая.

В начале 70-х годов, когда вилт принял в Узбекистане угрожающие размеры, путем отдаленной гибридизации с диким вилтоустойчивым подвидом *texisapum* был создан сорт Ташкент-1, занявший основные площади хлопководства в республике. На создание этого сорта было затрачено не более 500 тыс. руб., а экономический эффект его возделывания на площади 1 млн га достигал 300 млн руб. ежегодно. В связи с тем, что этот сорт стал сильно поражаться другой расой гриба, идет поиск новых доноров устойчивости. В этом смысле селекция — это непрерывный процесс приспособления сортов к новым условиям и технологии возделывания. В настоящее время в нашей стране за счет перехода на планирование урожая хлопкового волокна большое значение приобретает создание сортов с высоким выходом, позволяющих без дополнительных затрат, кроме селекционного процесса, резко повысить производство волокна с единицы площади. Внедрение в производство сортов, у которых выход волокна на 1% выше, чем у стандарта, дает государству дополнительно 570 млн м ткани. Чтобы получить такое количество, надо засеять около 60 тыс. га и собрать по 30 ц/га урожая.

В нашей стране селекция достигла больших успехов. Современные районированные сорта несравнимы по комплексу признаков с сортами 20-х годов, рост урожая хлопка-сырца происходит не только благодаря общему повышению культуры земледелия, но и непрерывному совершенствованию сортов.

Работы селекционеров по хлопчатнику: Г. С. Зайцева, Е. Л. Навроцкого, С. С. Капаша, Л. А. Туркс, Л. В. Румшевича, А. И. Автономова, И. К. Максименко, К. И. Цинды, В. П. Крайчикова, С. М. Мирахмедова и других вывели советскую селекцию на передовые рубежи. Созданные ими сорта хлопчатника отличаются высокой продуктивностью и качеством продукции.

Однако селекция — это непрерывный процесс. Возрастающие требования сельскохозяйственного производства и текстильной промышленности требуют постоянного сортообновления.

В настоящее время к сортам хлопчатника предъявляются очень большие требования.

Высокая потенциальная продуктивность должна сочетаться со скороспелостью, которая в зонах хлопкосеяния Советского Союза, особенно в неблагоприятные годы, решает судьбу урожая. Сорта хлопчатника должны быть устойчивыми к поражению болезнями и вредителями, иметь высокие выход, длину и технологические качества волокна, быть приспособленными к механизированной обработке и уборке урожая. Необходимо, чтобы они обладали способностью противостоять неблагоприятным условиям среды, недостаточному водоснабжению. Новые сорта должны иметь интенсивный тип, то есть эффективно отзываться на повышение культуры земледелия, в частности на повышенные дозы минеральных удобрений увеличением хозяйственной части урожая, а не вегетативной массы. Создание сортов интенсивного типа стало стратегическим направлением современной селекции. Новые сорта должны создаваться с учетом тех требований и изменений, которые могут произойти в производстве в ближайшие 10—15 лет.

Интенсификация хлопководства предусматривает систематическую смену сортов и сокращение сроков их выведения, то есть ускорение селекционного процесса. Для этого селекция должна располагать фундаментальной теорией и эффективными методами в целях превращения ее в более точную науку.

В связи с повышенными требованиями, предъявляемыми к новым сортам хлопчатника, необходима совместная работа селекционеров со специалистами других профилей — генетики, физиологии, цитозембриологии, фитопатологии, технологии, статистики и других наук.

Вполне современно звучат слова акад. Н. И. Вавилова: «Особенностью селекции как науки является комплексный подход к растению с привлечением разных методов исследования... Для овладения растением селекционер должен знать свой аспект в историческом и географическом развитии, выяснить дифференциацию его по важнейшим свойствам и во взаимодействии со средой».

Теснее всего селекция связана с общей и частной генетикой, роль которой, как теоретической основы селекции, неоспорима. Для оптимизации селекции необходимо развитие ее генетических основ, усовершенствование классических методов — гибридизации и отбора, широко внедрение в селекционную практику таких эффективных методов, как генетически регулируемый гетерозис, индуцированный мутагенез, полиплоидия, гаплоидия, культура зародышей, метод белковых маркеров для идентификации генотипов. Достижения молекулярной генетики

открывают новые нетрадиционные пути селекции, развитию которых уделяется большое внимание. В материалах XXVII съезда КПСС отмечается: «Усилить на основе использования биотехнологии и генной инженерии работу по созданию и внедрению в производство новых высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, отвечающих требованиям интенсивных технологий». Исследования по генетической инженерии и биотехнологии хлопчатника только начаты, но они набирают силу и имеют неограниченные перспективы для осуществления трансгеоа и создания новых выдающихся генотипов.

Большое значение имеет многостороннее исследование генофонда хлопчатника с целью изучения доноров хозяйственно ценных признаков для внутривидовой и межвидовой гибридизации.

Важное значение имеет разработка теоретических и методических основ семеноводства хлопчатника, усовершенствование системы семеноводства в связи с применением интенсивных технологий и со специализацией и концентрацией хлопководства. Проявляемая забота партии и правительства о развитии селекции и семеноводства уже сейчас находит свое отражение в расширении существующих селекционных учреждений, в частности по хлопчатнику, оснащении их современным оборудованием, обеспечении специалистами разных отраслей, создании новых генетических центров в хлопководящих республиках, подготовке кадров селекционеров и семеноводов.

Предлагаемая книга является переработанным изданием первого учебного пособия по генетике, селекции и семеноводству хлопчатника.

В сжатой форме изложены историческое развитие, теория, методы и перспективы развития этих наук в свете современных требований к интенсификации хлопководства, основанные на материалах мировой литературы и собственном опыте.

ГЕНЕТИКА ХЛОПЧАТНИКА

Генетические закономерности наследования признаков при внутривидовой и межвидовой гибридизации являются основой методов выведения сортов сельскохозяйственных культур, общих принципов и схем селекционной работы. Для выведения новых сортов совершенно необходимо также знание частной генетики, особенностей наследования признаков у отдельных культур. Это позволяет выбрать селекционеру именно те методы, ту схему селекционного процесса, которые наиболее подходят каждой конкретной культуре.

Фундаментальным открытием генетики, оказавшим прямое влияние на успехи теоретической и практической селекции всех культур, являются обнаруженные Г. Менделем закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации. Этими исследованиями он экспериментально доказал, что все признаки и свойства организма контролируются особыми материальными носителями наследственности, которые он назвал факторами, а современная генетика называет генами. Последующие исследования XX века показали всеобщность законов Менделя для всех видов растений, животных и микроорганизмов.

Согласно закону Г. Менделя о единообразии гибридов первого поколения, все индивидуумы в пределах одной гибридной комбинации генетически одинаковы. Часто наблюдаемые фенотипические различия есть результат влияния условий среды (паратипическая изменчивость) или неоднородности исходных форм. Генетическая однородность гибридов F_1 , относящихся к одной комбинации, объясняет, почему отбор лучших растений в первом поколении не эффективен и не рекомендуется в селекции.

Закон Менделя о расщеплении признаков во втором поколении имеет всеобщий характер. Расщепление в F_2 объясняется принципом случайности при расхождении гомологичных хромосом в мейозе гибридов F_1 , что приводит к образованию разнокачественных гамет, а также принципом случайности слияния гамет в процессе оплодотворения.

В соответствии с законом Менделя о расщеплении отбор в селекционной практике начинается во втором и продолжается в последующих поколениях. По мере перехода генов в гомозиготное состояние популяция выравнивается и эффективность отбора снижается.

По поводу значения законов Менделя для развития практической селекции интересно высказывание известного ученого по генетике и селекции хлопчатника Боллса: «Мое воспоминание о ранней работе, когда я пытался применить закон Менделя к хлопчатнику, было таково, как будто в темный погреб внесли факел, освещающий путь. Исследователи хотя шли еще ощупью и были в темноте, но имели перед собой путеводную звезду, и это устремление вперед продолжается до настоящего времени».

Числовые соотношения различных фенотипов в гибридных популяциях F_2 , описанные Менделем, наблюдаются в тех случаях, когда гены, контролирующие разные признаки, не влияют друг на друга и находятся в разных хромосомах. Однако возможны различные типы взаимодействия генов, вызывающие изменения соотношения фенотипов в расщепляющихся поколениях. Основные типы взаимодействия генов — комплементарность эпистаз и полимерия. При комплементарном взаимодействии ген проявляет свое действие лишь в присутствии другого неаллельного гена и возникают новые признаки, не присущие родительским формам. Изменяется соотношение фенотипов в F_2 . Вместо соотношения 9:3:3:1 при независимом наследовании признаков при комплементарном взаимодействии наблюдаются соотношения 9:7 или 12:3:1. Соотношения фенотипов могут не изменяться, но генотипы, содержащие доминантные аллели обоих генов, обнаруживают новообразование. Эпистаз прямо противоположен комплементарности. При этом один ген подавляет (ингибирует) действие другого гена. При эпистазе также нарушается менделевское соотношение фенотипов и в F_2 наблюдается соотношение 13:3, причем три части обнаруживают новообразование. Наиболее распространенный тип взаимодействия генов — полимерия. Полимерный тип взаимодействия генов, описанный впервые Нильсоном-Эле, характерен для всех количественных признаков, к которым относится подавляющее большинство хозяйственно-ценных признаков хлопчатника и других культур. При полимерии признак контролируется не одним, а несколькими или многими генами, действующими в одном направлении; эффект полимерных генов суммируется или является аддитивным. Признаки, управляемые полимерными генами, сильно варьируют под воздействием условий среды. Полимерные гены могут проявлять также эффекты межаллельных и межгенных взаимодействий. Это еще больше усложняет картину наследования.

Противоположно полимерии плейотропное действие гена, когда один ген влияет на развитие нескольких признаков.

Взаимодействие генов и их плейотропный эффект характеризуют генотип не как механический набор генов, а как сложную взаимодействующую систему.

Знание закономерностей наследования признаков при взаимодействии генов правильно ориентирует селекционеров при проведении отбора.

Работами школы Моргана было доказано, что гены, находящиеся в одной хромосоме, образуют группы сцепления и наследуются вместе. Признаки, которые контролируются сцепленными генами, коррелируют или сопряжены между собой. Степень корреляции определяется степенью сцепления генов в хромосоме, что зависит от расстояния между ними. Установлено, что сцепления нарушаются в результате обмена участками хромосом при кроссинговере в профазе I мейоза. Для обнаружения и отбора редких кроссоверных рекомбинантов с нарушенными коррелятивными связями необходимо максимально увеличить размеры гибридных популяций. Это очень важно для успешной селекционной работы. При отрицательных корреляциях отбор по одному признаку ведет к ухудшению другого признака, что также учитывается в селекционно-семеноводческой практике.

Принципиальное значение для разработки научно обоснованной методики селекционной работы имело положение о наследуемой (комбинативной, мутационной) и ненаследуемой (модификационной) изменчивости, впервые обоснованное Йогансеном и развитое в трудах акад. И. И. Шмальгаузена. Лишь после этого открытия стало возможным научно обосновать и внедрить в селекционную практику с культурами-самоопылителями принцип индивидуального отбора и проверки по потомству.

Принципы классической генетики позволили обосновать и разработать различные схемы селекционно-семеноводческой работы с хлопчатником в СССР и за рубежом и создать большое разнообразие сортов.

Генетика не только научно обосновала классические методы селекции — гибридизацию и отбор, но и обогатила ее такими плодотворными методами, как радиационный и химический мутагенез, экспериментальная полиплоидия, гаплоидия, генетически регулируемый гетерозис. Развитие популяционной и математической генетики обогатило селекцию методами генетического анализа популяций и контролируемого отбора.

Мы стоим на пороге качественных перемен в технологии селекции в связи с разработкой методов генной инженерии и биотехнологии, позволяющих осуществить трансгенез между любыми видами.

Наряду со знанием общегенетических закономерностей для разработки правильной научно обоснованной методики селекции большое значение имеет знание частной генетики, т. е. генетики отдельных сельскохозяйственных культур.

Характер наследования конкретных признаков специфичен для каждого вида. Одни и те же признаки у разных культур и

даже разных видов одной культуры наследуются не однотипно и могут иметь разную генетическую природу. Например, скороспелость пшеницы — признак генетически более простой, чем скороспелость хлопчатника, наследуемая по полимерному типу. Поэтому интенсивный отбор скороспелых форм среди гибридов второго поколения высоко эффективен для пшениц и менее эффективен для хлопчатника.

Различия могут наблюдаться у разных видов одной культуры. Например, отсутствие подпушка на семенах хлопчатника (голосемянность) является доминантным признаком у сортов вида *G. hirsutum* L. и рецессивным у вида *G. barbadense* L. У вида *G. hirsutum* L. доминирует слабая фотопериодическая реакция, у вида *G. barbadense* L. — наоборот.

У каждой культуры есть специфические признаки, не свойственные другим культурам. У хлопчатника к таким признакам относится тип ветвления, масса хлопка-сырца одной коробочки, выход, длина, крепость, и тонина волокна, устойчивость к специфическим болезням (вилт, гоммоз) и др. Одни из них, как тип ветвления, являются моногенными, другие контролируются несколькими взаимодействующими генами, как, например, опущенность семян, третьи являются полигенными. Знание генетической обусловленности конкретных признаков значительно облегчает процесс селекционной работы.

Для развития частной генетики важное значение имеет создание генетических коллекций, состоящих из инбредных гомозиготных линий с максимальными или минимальными значениями отдельных количественных признаков, а также альтернативных качественных признаков. Использование таких коллекций позволяет обеспечить главные условия генетического гибридологического анализа — константность и контрастность исходного материала.

Генетическая коллекция инбредных линий, особенно по признакам, определяющим количество хлопкового волокна, а также по отдельным морфологическим признакам, как форма листа, карликовость, антоциановая окраска, создана в Проблемной лаборатории Ташкентского ГУ, коллекция плодотворно используется для генетических исследований лаборатории. Коллекция инбредных линий промышленных сортов хлопчатника имеется на кафедре генетики Ташкентского СХИ. Большой интерес представляет коллекция инбредных линий, у которых гены, контролирующие выдающиеся значения количественных хозяйственно-ценных признаков, были бы сцеплены с морфологическими признаками, используемыми в качестве маркеров.

Для картирования хромосом представляет интерес создание коллекций моносомных линий по всем хромосомам хлопчатника, что определяет локализацию генов в хромосомах.

Несмотря на большую практическую значимость культуры хлопчатника для народного хозяйства, частная генетика хлопчатника недостаточно разработана в сравнении с частной гене-

тикой таких культур, как кукуруза, горох, пшеница, и для исследователей в этой области имеется огромное поле деятельности. В частности, много неисследованных вопросов в разделе наследования хозяйственно-ценных признаков, генетического контроля физиологических признаков, не решена проблема практического использования эффекта гетерозиса, отдаленной гибридизации разнохромосомных видов и ряд других вопросов.

В первом разделе книги обобщены результаты исследований советских и зарубежных ученых по систематике рода *Gossypium*, цитозембриологии, наследованию морфологических и хозяйственно-ценных признаков, цитогенетике межвидовых гибридов.

Глава I

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ РОДА GOSSYPIMUM

Дикие и культивируемые виды хлопчатника относятся к роду *Gossypium* семейства *Malvaceae*. Большинство видов произошло в третичном периоде, в тропическом поясе афро-азиатского и американского континентов и Австралии. Хлопчатники представляли собою многолетние древовидные растения. Главным направлением эволюции видов является сокращение жизненного цикла, связанное с изменением надземных осевых органов, упрощением типа ветвления и превращением деревьев в мелкие кустарники и кустарнички однолетнего типа.

Первоначально сокращение жизненного цикла происходило в связи с аридизацией ряда областей тропической зоны. Кустарники как жизненная форма более соответствовали ксерофитным условиям, чем деревья. За последнее тысячелетие по мере продвижения в более прохладную зону умеренного климата образуется большое разнообразие форм — от эфемерных очень скороспелых до относительно позднеспелых, но успевающих вызреть в один вегетационный период. Ископно дикие формы хлопчатника представляют собою строго короткодневные формы; сокращение жизненного цикла сопровождалось резким ослаблением фотопериодической реакции.

Эволюцию хлопчатника в целом следует рассматривать как результат совместного влияния естественного и искусственного отборов, которые осуществлялись человеком, начиная с древности (15—30 тыс. лет назад) вначале бессознательно, а затем как систематический процесс приспособления растения к нуждам человека.

Превращение хлопчатника в растение однолетней культуры под действием естественного и искусственного отбора резко повысило семенную продуктивность растений, расширило ареалы культурных видов и было выгодно как биологически для процветания вида, так и с точки зрения хозяйственной ценности

растения. Хлопчатник превращается в ценнейшую сельскохозяйственную культуру.

В настоящее время дикие многолетние хлопчатники и рудеральные формы сохранились в Мексике, Бразилии, Перу, Судане, Танганьике (ныне Танзания) и других тропических и субтропических странах. Род *Gossypium* объединяет большое число диких и культурных видов, находящихся в разных степенях родства.

Поэтому знание систематики рода, разработанной с учетом цитогенетических и морфологических особенностей видов, их эколого-географического распространения и филогенеза имеет важное значение для селекции, широко использующей метод гибридизации разных видов и экологически отдаленных форм.

Первые сведения о систематике хлопчатника относятся к XVII—XVIII векам. Знаменитый систематик К. Линней в 1763 году описал пять видов хлопчатника, в том числе четыре культурных вида: *G. hirsutum* L., *G. barbadense* L., *G. arboreum* L., *G. herbaceum* L.

В XVIII и во второй половине XIX столетия систематикой хлопчатника занимались Рор (1790), Парлаторе (1866) и Тодаро (1877), а в XX столетии — Аллиота (1903), Гамми (1907), Уотт (1907—1927), Лик и Празад (1914).

Классификации хлопчатника, предложенные этими авторами, можно назвать искусственными, так как в качестве систематических показателей использовались морфологические признаки, не имеющие серьезного эволюционного значения. Рор систематизировал хлопчатник по характеру опушенности семян. Уотт также систематизировал виды хлопчатника, основываясь на таких признаках, как наличие подпушка на семени, характер прицветников, выраженность цветочных нектарников, форма долей листа. Поэтому в одну секцию были отнесены Уоттом такие далекие виды, как *G. sturtii* из Австралии, *G. barbadense* ssp. *darwinii* из Америки, *G. stocksii* из Африки, *G. tomentosum* с Гавайского архипелага. В разных секциях оказались такие близкие формы, как ssp. *peruvianum*, ssp. *vitifolium*. Лик и Празад основным принципом в систематике считали долговечность надземных органов, тип ветвления и делили все виды на моноподиальные и симподиальные. В настоящее время совершенно ясно, что в пределах одного вида могут быть многолетние формы и формы однолетней культуры хлопчатника с моноподиальным, симподиальным и нулевым типом ветвления. Например, вид *G. barbadense* включает подвиды древовидного типа (ssp. *vitifolium*), симподиального типа (ssp. *eubarbadense*) — сорта 10964, С-6002 и др., нулевого типа — сорта 5904-И, С-6030 и др.

Таким образом, морфологический метод без учета исторического, географического и цитогенетического не мог служить основой для построения естественной классификации видов. Новый этап в развитии систематики хлопчатника связан с развитием цитогенетических исследований по отдаленной гибридиза-

ции и созданием мировых коллекций, что позволило изучать хлопчатник не на гербарных материалах, а на живых образцах.

Мировая коллекция хлопчатника, насчитывающая свыше 4000 образцов, была создана усилиями Всесоюзного института растениеводства (ВИР) — экспедициями Вавилова, Жуковско-го, Юзепчука, Букасова и др. Особенно велика заслуга Н. И. Вавилова, который во время экспедиций в Эфиопию, Афганистан, Кашгарию, Мексику собрал ценнейшие образцы африканского, азиатского и американского хлопчатника. В частности, в 30-х годах из США и Мексики им были завезены семена хлопчатника Акала народной мексиканской селекции, представляющие собою сложную популяцию биотипов. Из них впоследствии было создано большинство сортов советской и американской селекции.

В 20-х годах советская коллекция диких и культурных хлопчатников уже была достаточно богатой. Основоположник советского хлопководства Г. С. Зайцев, работавший на Туркестанской селекционной станции, на основании изучения живой коллекции хлопчатника, а также новых цитологических, генетических и физиологических данных разработал первую естественную классификацию рода *Gossypium*.

В 1922—1923 гг. впервые советский цитолог А. Г. Николаева произвела точный подсчет числа хромосом и установила, что новосветские культурные хлопчатники имеют диплоидное число хромосом — 52, а старосветские — 26. Новые исследования произвели крутой перелом в представлении о филогенетическом родстве хлопчатников и дали возможность Г. С. Зайцеву в 1925—1928 гг. опубликовать новую схему. В своей работе «К классификации рода *Gossypium*» Зайцев впервые четко разграничил культурные хлопчатники на две основные группы — новосветские и старосветские, различающиеся прежде всего по числу хромосом. Также четко разграничил старосветские хлопчатники на две обособленные группы: *G. herbaceum* и *G. arboreum*, происходящие из Африки и Индии, а новосветские — на *G. hirsutum* и *G. barbadense*. Разделение старосветских хлопчатников является особенно большой заслугой Зайцева, ибо до него это не удавалось ни одному систематику. Он установил, что эти группы различаются не только морфологически, но и физиологически.

Одновременно с тщательным изучением морфологии и биологии развития Зайцев провел, начиная с 1923 г., большие работы по гибридизации выделенных им групп и установил, что скрещивания старосветских групп между собою и новосветских между собою удаются легко, потомство плодовитое, но в последующих поколениях наблюдается бурное расщепление, появляются нежизнеспособные, уродливые формы, что подтверждало генетическую и физиологическую обособленность этих групп.

Скрещивания между культурными новосветскими и старосветскими разнохромосомными видами были очень затрудни-

тельны, что указывало на еще меньшее систематическое родство. Зайцев не дал развернутой классификации, так как им не было изучено все мировое разнообразие. Он исключил из рода *Gossypium* все дикие виды. Однако, несмотря на недоработанность, классификация Зайцева была первой и естественной классификацией хлопчатника, что было признано и за рубежом.

В последующие годы исследования по цитогенетике межвидовых гибридов, биологии развития образцов мировой коллекции продолжались, что позволило разработать новые более совершенные системы классификации хлопчатника.

Большие исследования по изучению мировой коллекции развернулись за рубежом — на Тринидадской станции, в США, Индии, Африке и др. хлопкосеющих странах. На основании этих исследований были разработаны системы классификации рода *Gossypium*. Система, предложенная Харландом (1939), основана на различиях видов, связанных с числом хромосом, в связи с чем он делит хлопчатники на 2 секции с $2n=52$ и $2n=26$. При дальнейшем делении автор основывался на географическом принципе, а также морфологических и физиологических принципах. Как считает большинство систематиков, Харланд переоценил роль цитологических различий — в одной секции у него оказались дикие диплоидные виды всех континентов. Переоценил он также роль фотоперподической реакции и общего габитуса растений, поскольку один вид может быть представлен формам, резко отличающимися по этим признакам. Таким образом, классификацию Г. С. Зайцева можно считать более естественной, чем классификацию Харланда, разработанную гораздо позднее.

Из классификаций других авторов: Роберти (1938), Я. И. Проханова (1947), Уотерса (1948), Хатчинсона, Силоу и Стефенса (1949) следует выделить классификацию Хатчинсона и др., как наиболее совершенную. Классификация Хатчинсона, Силоу и Стефенса, опубликованная в 1949 г., получила наибольшее распространение и признание.

По этой классификации род *Gossypium* делится на 8 секций, согласно их ареалам и цитогенетическому родству. К первой секции относятся дикие диплоидные австралийские хлопчатники *G. sturtii* и *G. robinsonii*. Наиболее распространен вид *G. sturtii* — обитатель австралийских пустынь.

Ко второй, третьей и четвертой секциям относятся диплоидные американские хлопчатники. Объединение в секции основано на степени генетического родства и ареалов обитания. Секции различаются по ряду морфологических признаков — опушению растений, форме листа и прицветников, типу плодовых ветвей. Ко второй секции относятся *G. aridum*, *G. algougiatum*, *G. harknesii*. Эти виды имеют голый стебель, цельнокрайние листья, опадающие во время цветения прицветники, редуцированные плодовые ветви. Обитают в Южной Калифорнии и Мексике.

К третьей секции отнесены *G. klotzschianum*, *G. davidsonii*, *G. gaimondii*. Для этих видов характерны опушенность растений, цельнокрайние листья, зубчатые прицветники. Обитают в Мексике, Перу, на Галапагосских островах.

К четвертой секции относятся дикие виды *G. thurberii*, *G. gossypoides*. Для этих видов характерна глубокая рассеченность листьев, слабая опушенность растения, цельные прицветники. Наиболее распространенным видом является *G. thurberii*, обитающий в долинах Аризоны и Северной Мексики.

К пятой и шестой секциям относятся дикие диплоидные хлопчатники афро-азиатского континента. Наиболее распространенным видом пятой секции является *G. apetalum*, ксерофит, обитающий в Юго-Западной Африке, в Сахаре, Судане, в Сомали, где является обычным кормом для верблюдов. Секция включает виды *G. triphyllum*, *G. auresianum*.

Хлопчатники шестой секции распространены по пустыням Аравии, Судана, до Танзании. Типичным представителем этой секции является *G. stocksii*, генетически наиболее обособленный вид, который с трудом скрещивается с другими хлопчатниками, а также *G. somalense*.

К седьмой секции Хатчинсон относит культивируемые виды афро-азиатского континента — *G. herbaceum* и *G. arboreum*. У всех вышеперечисленных хлопчатников двойной набор хромосом равен 26.

К восьмой секции отнесены тетраплоидные хлопчатники, содержащие в соматических клетках 52 хромосомы. Секция включает три вида: дикий вид *G. tomentosum* — эндемик Гавайского архипелага и два культивируемых вида — *G. hirsutum* и *G. arboreum* с разновидностями.

Хатчинсон подробно обсуждает вопрос о происхождении тетраплоидных хлопчатников. Сковстед (1937) впервые выяснил, что половина хромосом тетраплоидных хлопчатников гомологична хромосомам старосветских диплоидов, а другая половина — геному новосветских диплоидов. Дифференциация особенно четко наблюдается по размеру хромосом и подтверждается характером конъюгации хромосом у гибридов F_1 от скрещивания тетраплоидов со старосветскими и новосветскими диплоидами.

Бисли (1942) создал первый синтетический аллополиплоид путем удвоения хромосомного набора стерильного гибрида $G. arboreum \times G. thurberii$. Этот искусственный аллополиплоид цитологически был подобен культурным новосветским хлопчатникам. Эти данные послужили исходными для теории аллополиплоидного происхождения культивируемых американских видов.

Стефенс в 1947 г. на основании генетических исследований потомства от скрещивания тетраплоидных видов с разными американскими диплоидами установил, что дикий перувианский диплоидный вид *G. gaimondii* имеет большее родство с культурными тетраплоидными видами, чем *G. thurberii* или любой

другой американский дикий вид. Герстел подтвердил эту точку зрения, изучив и сопоставив поведение гибридов *G. raimondii* × *G. hirsutum*, *G. thurberii* × *G. hirsutum* и др. Тщательно проанализировав филогенетическое родство старосветских диплоидных видов, Хатчинсон предположил, что прародителем тетраплоидов был вид *G. herbaceum*, как более древний, чем *G. arboreum*. Герстел (1953) показал, что *G. herbaceum* отличается от *G. arboreum* одной транслокацией. Изучив транслокации разнотелосомных гибридов, он подтвердил точку зрения Хатчинсона, что вторым прародителем тетраплоидных хлопчатников является *G. herbaceum*. Последний ближе по кариотипу к геному АД и отличается от генома А тетраплоидов двумя транслокациями, а *G. arboreum* — тремя транслокациями. Гипотеза об аллополиплоидной природе 52-хромосомных новосветских хлопчатников, возникших за счет спонтанного удвоения хромосомного комплекса естественного гибрида *G. raimondii* × *G. herbaceum*, признается большинством исследователей. Не ясен был вопрос, когда, где, при каких условиях могли скреститься эти виды. Хатчинсон предположил, что вид *G. herbaceum* был завезен через Тихий океан африканскими аборигенами на западное побережье Америки в районе Перу, где произрастает дикий вид *G. raimondii*. В последующем произошло естественное скрещивание и спонтанное удвоение числа хромосом, что дало начало прародителю современных тетраплоидных видов. Экспедиция Тура Хейердала подтвердила возможность общения американских и африканских аборигенов на папирусных судах через Тихий океан, что сделало гипотезу о том, что семена *G. herbaceum* были завезены в Америку человеком, вполне реальной.

Надо отметить, что существует и другая точка зрения, которую поддерживает меньшее число исследователей. В частности, предполагается, что тетраплоидные хлопчатники возникли путем аллополиплоидии двух диплоидных видов американского континента. Согласно другой гипотезе у родственных хлопчатнику родов *Hibiscus* и *Malvaceae* наборы хромосом всегда кратны 7. Предполагается, что в результате слияния концами двух хромосом аллотетраплоида $2n=28$, основное число стало не 14, а 13. Дэви и Денгам (1933) высказали мысль, что современные диплоидные виды представляют собою видоизмененные тетраплоиды ($4 \times 7 - 2 = 26$), а современные тетраплоиды — это видоизмененные октаплоиды ($8 \times 7 - 4 = 52$).

Систематика, предложенная Хатчинсоном, Силоу и Стефенсом, хотя и не детализирована, но хорошо обоснована цитогенетически и совпадает с геномной системой, основы которой разработаны Сковстедом, Бисли, Стефенсом, Герстелом, Брауном и др. Эти цитогенетики провели многочисленные скрещивания между видами хлопчатника и изучили методами цитогенетического анализа полученные гибриды.

В результате этих работ были выявлены группы, в пределах которых хлопчатники относительно легко скрещивались и име-

ли плодовитое потомство. Такие хлопчатники имеют близкие генотипы и составляют один геном.

Скрещивания видов, относящихся к разным геномам, либо не удаются, либо удаются с трудом, а потомство оказывается стерильным. Это указывает на генетическую разобщенность геномов, возникшую в процессе приспособительной эволюции видов в различных эколого-географических условиях.

В 1961 г. была опубликована Саундерсом геномная классификация хлопчатника.

В пределах рода *Gossypium* выявлено шесть геномов: А, В, С, Д, Е, АД. К геному С относятся австралийские виды, объединенные Хатчинсоном в I секцию.

Таблица 1

Геномы рода *Gossypium* (по Саундерсу)

Вид	Геном	Вид	Геном
<i>Азиатские и африканские виды (n=13)</i>		<i>Американские виды (n=13)</i>	
<i>G. herbaceum</i>	A ₁	<i>G. thurberli</i>	D ₁
<i>G. arboreum</i>	A ₂	<i>G. armourianum</i>	D ₂ -1
<i>G. anomalum</i>	B ₁	<i>G. harknessii</i>	D ₂ -2
<i>G. triphyllum</i>	B ₂	<i>G. klotzschianum</i>	D ₃ -K
<i>G. stocksii</i>	E ₁	<i>G. klotzschianum</i> , var <i>davidsonii</i>	D ₃
<i>G. somalense</i>	E ₂	<i>G. aridum</i>	D ₄
<i>G. aureslanum</i>	E ₃	<i>G. ralmondii</i>	D ₅
<i>G. incanum</i>	E ₄	<i>G. gossypoides</i>	D ₆
<i>G. longicalyx</i>	E ₅	<i>G. lobatum</i>	D ₇
<i>Австралийские виды (n=13)</i>		<i>Новосветские культивируемые виды (n=26)</i>	
<i>G. sturtii</i>	C ₁	<i>G. hirsutum</i>	(АД) ₁
<i>G. robinsonii</i>	C ₂	<i>G. barbadense</i>	(АД) ₂
<i>G. australe</i>	C ₃		
		<i>Дикий вид Гавайских островов (n=26)</i>	
		<i>G. tomentosum</i>	(АД) ₃

К геному Д относятся все дикие американские диплоидные хлопчатники (секции II, III, IV).

К геному В относятся дикие африканские хлопчатники группы *anomalum* (секция V).

К геному Е относятся дикие африканские хлопчатники группы *stocksii* (секция VI). Этот геном наиболее обособлен от других геномов афро-азиатского континента.

К геному А относятся культивируемые старосветские виды *G. herbaceum* и *G. arboreum*.

Тетраплоидные виды *G. hirsutum*, *G. barbadense* и *G. tomentosum* отнесены к геному АД, поскольку цитологическое изучение тетраплоидных хлопчатников показало, что в кариотипе они содержат два набора хромосом. Один набор хромосом схож по морфологии и размерам с геномом А старосветских хлопчатников, а второй набор — с геномом Д диких американских хлопчатников; хромосомы этого генома заметно мельче.

На рис. 1 представлены географические ареалы видов хлопчатника с обозначением соответствующих им геномов по системе Саундерса. Дополнительно к классификации Хатчинсона добавлены три новых вида, обнаруженные в 50-х годах — это *G. insipitum* из Южной Аравии, *G. longicalyx* из Африки и *G. lobatum* из Мексики.

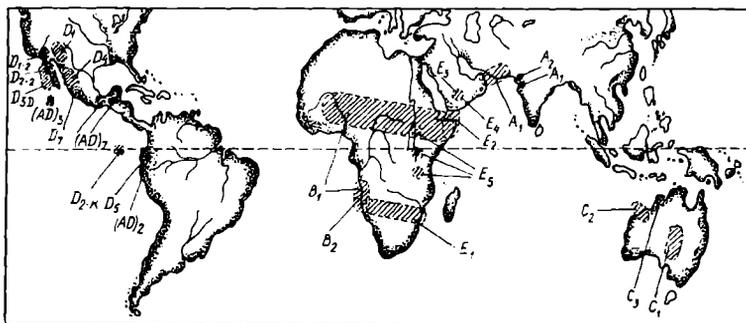


Рис. 1. Географическое распространение видов и геномов рода *Gossypium*.

В 1954 г. была опубликована классификация советского ботаника Ф. М. Мауера. Он разработал свою классификацию, основываясь на изучении богатой живой коллекции хлопчатников Всесоюзного института растениеводства, представленной на станциях АзНИИХИ и СоюзНИИХИ, анализе результатов скрещиваемости видов, характера развития гибридов F_1 , степени их фертильности, а также цитологических исследованиях морфологии и размеров хромосом хлопчатника. Это наиболее полная и детализированная система классификации, хотя Ф. М. Мауер не придерживался вышеназванных воззрений на эволюцию хлопчатника в части аллополиплоидного происхождения культивируемых видов.

В СССР хлопководы обычно придерживаются классификации Мауера (приложение). Он делит род *Gossypium* на 3 подрода. К подроду *Eugossypium* отнесены все старосветские хлопчатники, объединяемые в 2 секции: секция *Indica* и секция *Pseudorbambak*.

В секцию 1 отнесены культивируемые хлопчатники Старого Света (подсекции 1 и 2) и африканские дикие виды группы

anomalum и soudanense (секции 3, 4). Виды, включаемые в эти секции, относящиеся к геномам А и В, довольно легко скрещиваются и дают преимущественно плодовитое потомство. В секцию 2 выделен хлопчатник *G. stocksii*, генетически дифференцированный от других афро-азиатских хлопчатников — скрещивания между ними очень затруднительны. В одну секцию с *G. stocksii* (геном Е) объединен *G. aygesianum*, который относится по геномной системе к геному В. Фенологическое родство между этими видами требует дальнейшего изучения.

К второму роду — *Karpos* отнесены все новосветские хлопчатники, делимые на 2 секции.

В секции 3 объединены все дикие диплоидные американские виды, а в секции 4 — тетраплоиды. Тетраплоидные виды рассматриваются очень детально. Мауер выделяет 3 культурных вида вместо двух по Хатчинсону — это *G. hirsutum*, *G. barbadense*, *G. tricuspidatum* и два диких вида — *G. tomentosum* и *G. mustelinum*.

В пределах вида *G. hirsutum* выделено 4 подвида:

- G. hirsutum* L. ssp. *mexicanum* (Tod) Mayer
- " ssp. *punctatum* (Shum et Thonn) Mayer
- " ssp. *paniculatum* (Blanco) Mayer
- " ssp. *euhirsutum* Mayer.

Подвид *mexicanum* — исконно дикая форма, произрастающая в Южной Мексике, на Юкатане, на островах Таити и Фиджи. К этому подвиду относятся три разновидности: var. *peruvianum*, широко используемая в селекции хлопчатника как донор выносливости; var. *microcarpum* и var. *taitense*. К подвиду *punctatum* отнесены рудеральные и полукультурные формы. К подвиду *paniculatum* отнесены культурные тропические формы, из которых отселектированы сорта подвида *euhirsutum*; подвид широко распространен в хлопковых зонах обоих полушарий. К подвиду *euhirsutum* относятся все современные сорта хлопчатника, представляющие однолетние симподиальные кустарнички.

Ф. М. Мауер выделил также вид *tricuspidatum*, самостоятельность которого оспаривается многими систематиками. К виду *tricuspidatum* им отнесены дикая форма *rupestre*, примитивная культурная форма *purpurascens* и культурные тропические формы — *glabrum*, используемые как однолетняя и многолетняя культуры. К подвиду *glabrum* относятся распространенные на американском континенте сорта — *Marie-galante* (Вест-Индия), *Parajito* в Колумбии, *Мосо* — в Бразилии.

Вид *G. barbadense* включает четыре подвида: дикий подвид *darwinii*; подвид *rudemale*, представленный примитивными культурными и рудеральными формами.

К подвиду *vitifolium* относятся высококультурные тропические хлопчатники, давшие начало египетским сортам. К подвиду *eubarbadense* относятся культурные, симподиальные, скороспелые сорта тонковолокнистого хлопчатника. Они подразделяются на группы: си-айленды (Вест-Индская группа), египетские

сорта, американо-египетские сорта (аризонская группа), советские тонковолокнистые сорта.

К австралийским хлопчатникам подрода *sturtii* Ф. М. Мауера относит восемь видов вместо трех. Всего по классификации Мауера род *Gossypium* включает 35 видов. В опубликованной в 1968 г. классификации П. Фриксела, несмотря на ряд отличий, представлено также тридцать пять видов.

Классификация Ф. М. Мауера, как хорошо обоснованная цитогенетическими, морфологическими, историко-географическими методами, наиболее популярна в СССР. Она хорошо соответствует геномной системе рода. Уже после того как была опубликована систематика рода *Gossypium* Ф. М. Мауера был обнаружен и описан ряд новых диких диплоидных видов американского континента: *G. laxum*, *G. turnerii*, *G. lobatum*; австралийских: *G. pilosum*, *G. nelsonii*; афро-азиатских; *G. incanum*, *G. longicalyx*. Они учтены в новых классификациях рода *Gossypium*, опубликованных Фрикселем (1969) и Величиком (1978).

Была проведена проверка геномной системы рода *Gossypium* современными биохимическими методами путем спектрального анализа специальных вытяжек из семян разных видов. Анализ подтвердил правильность системы геномов хлопчатника и, следовательно, классификаций этого рода, в принципе соответствующих геномной системе.

Глава II

ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ И ЭМБРИОЛОГИИ ХЛОПЧАТНИКА

Клетка растения хлопчатника имеет строение, типичное для всех растительных клеток. У культивируемых видов хлопчатника число хромосом впервые было изучено Николаевой (1922). Она установила, что африканский и азиатский виды *G. herbaceum* и *G. arboreum* содержат в соматических клетках 26 хромосом, а американские виды *G. hirsutum* и *G. barbadense* — 52 хромосомы, т. е. они являются тетраплоидами. Открытие Николаевой было через год подтверждено за рубежом Денгемом (1923).

В настоящее время установлено, что все дикие и культивируемые виды хлопчатника в Азии, Африке и Австралии (Старого Света) имеют в соматических клетках диплоидный набор хромосом $2n=26$. У всех диких видов хлопчатника Америки (Нового Света) за исключением *G. tomentosum* и *G. mustelinum* — диплоидный набор хромосом также равен 26.

Культивируемые виды хлопчатника американского происхождения *G. hirsutum* и *G. barbadense*, а также дикий вид *G. tomentosum* и *G. mustelinum* являются тетраплоидами, т. е. содержат в вегетативных клетках 52 хромосомы.

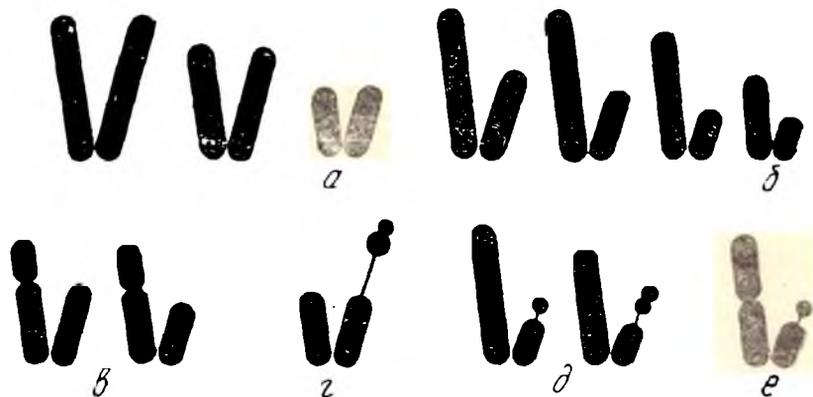


Рис. 2. Морфология хромосом хлопчатника.

Морфология хромосом хлопчатника подробно изучена Барановым (1930), Веббером (1935), Бисли (1933), Арутюновой (1936), Михайловой (1936), Герстелом (1941) и др. В кариотипе хлопчатника имеются различные по морфологии хромосомы: метацентрические, или равноплечие (рис. 2а), субметацентрические, или неравноплечие (рис. 2б), акроцентрические, или неравноплечие с расположением центромеры у конца хромосомы, субметацентрические со вторичной перетяжкой (рис. 2в), хромосомы с одним или двумя спутниками «сателлитами» (рис. 2 г, д, е).

Хромосомы диких видов афро-азиатского континента и Америки различаются между собой по размерам. У всех американских видов хромосомы мельче по размеру, чем соответствующие хромосомы диких видов Азии и Африки. Наиболее крупные хромосомы у австралийских видов. У тетраплоидных видов хлопчатника одна половина набора представлена мелкими хромосомами, похожими на хромосомы старосветских диплоидов, а другая половина — крупными хромосомами, похожими на хромосомы новосветских диких видов (рис. 3). На основании этого факта Сквотслом (1933) была выдвинута общепринятая в настоящее время гипотеза о том, что виды *G. hirsutum* и *G. barbadense* являются естественными аллополиплоидами, т. е. получены от естественного скрещивания старосветских и новосветских диплоидных хлопчатников.

Развитие генеративных органов.

У хлопчатника, как и у других высших цветковых растений, основную функцию размножения вы-



Рис. 3. Кариотип тетраплоидного вида *G. hirsutum* L.

полняют специализированные половые клетки. Формирование половых клеток происходит в два этапа:

первый этап называется микро- и макроспорогенезом. Он завершается образованием гаплоидных мужских и женских спор;

второй этап называется микро- и макрогаметогенезом. В результате митотического деления гаплоидных спор образуются зрелые мужские и женские половые клетки — гаметы, готовые к оплодотворению.

Микроспорогенез и микрогаметогенез. Мужские половые клетки формируются в мужских органах, или андроеце, обоеполого цветка хлопчатника. Андроецей состоит из тычиночной колонки, окружающей пестик. На тычиночной колонке снизу доверху густо расположены тычинки. Число их колеблется: у *G. hirsutum* до 100; у *G. barbadense* — до 120, а у *G. herbaceum* примерно 50. Каждая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника подковообразной формы. Пыльники хлопчатника являются монотекковыми, т. е. содержат один пыльцевой мешок. У большинства других семейств пыльники дитековые, т. е. в них по два пыльцевых мешка. В пыльцевом мешке имеется два гнезда — микроспорангия, в которых образуются мужские споры, или микроспоры.

Когда бутон хлопчатника имеет размер 1-2 мм, в зачатках тычинок, которые в это время имеют вид бугорков, образуется специальная спорогенная ткань, которая называется первичным археспорием. Клетки первичного археспория делятся тангентально и образуют два слоя клеток — наружный, который прилегает к эпидермису, и внутренний, или вторичный, археспорий.

Клетки наружного (париетального) слоя продолжают делиться в тангентальном направлении, образуя четырехслойную стенку пыльника. Клетки вторичного археспория не делятся, но увеличиваются в размерах. Обычно в пыльцевом гнезде содержится 15—30 клеток вторичного археспория. Каждая вторичная археспориальная клетка превращается в материнскую клетку пыльцы (микроспороцит) и вступает в деление мейоза.

В результате двух делений мейоза из диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные клетки, или микроспоры. Таким образом, у хлопчатника, как и у других высших растений, происходит переход с диплоидной фазы в гаплоидную, которая у них крайне редуцирована.

Микроспоры обычно располагаются четверками и называются клеточными тетрадами. После образования тетрады микроспор их общая оболочка разрушается и образуются четыре самостоятельные клетки, или пыльцевые зерна, вокруг которых дифференцируется собственная оболочка. Пыльцевые зерна некоторое время остаются одноядерными, постепенно они увеличиваются в размерах и затем приступают к митотическому делению. Митоз сопровождается цитокинезом с образова-

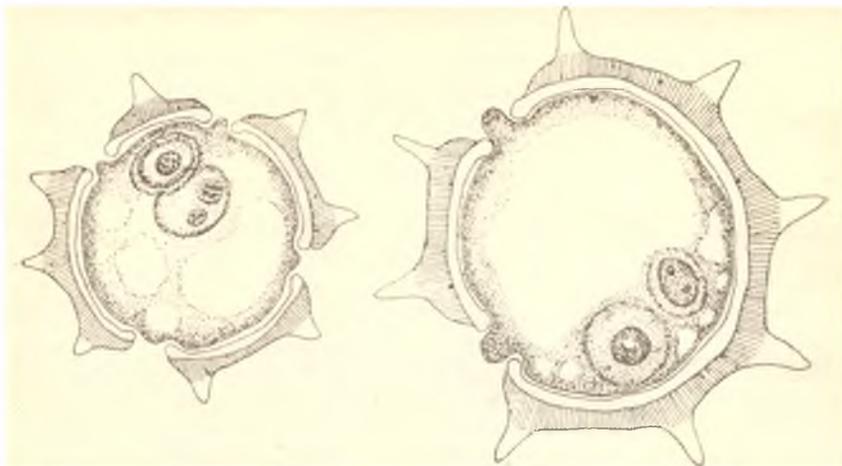


Рис. 4. Образование зрелого пыльцевого зерна (по В. А. Руми).

нием двухклеточных пыльцевых зерен. Одно ядро оказывается заключенным в маленькую генеративную клетку с собственной цитоплазмой, а другое находится в основной массе цитоплазмы пыльцевого зерна. Первая клетка является генеративной, вторая — вегетативной (рис. 4).

Второе деление ядра генеративной клетки у хлопчатника происходит в пыльцевой трубке примерно через 8—10 часов после прорастания пыльцевых зерен на рыльце пестика. В результате второго деления из генеративного ядра образуется два спермия, т. е. мужские гаметы, способные к оплодотворению. Доказано, что спермии не являются голыми ядрами, а имеют небольшой слой собственной цитоплазмы.

Сформировавшееся пыльцевое зерно хлопчатника двухклеточное. Снаружи оно покрыто двумя оболочками — внешней экзиной, несущей на себе выросты, или шипы, и внутренней интиной, из которой при прорастании пыльцевых зерен образуются пыльцевые трубки путем выпячивания ее через поры внешней оболочки. Пыльцевые зерна хлопчатника округлые с большим числом пор, диаметр их в среднем 80—90 мкм. Наиболее крупные пыльцевые зерна у *G. hirsutum* и *G. barbadense*, что, видимо, связано с их полиплоидной природой.

Микроспорогенез и микрогаметогенез у всех видов хлопчатника протекает сходно. Весь процесс микроспорогенеза занимает в среднем 30 дней. По данным В. А. Руми, около 6—8 дней требуется на дифференциацию археспория и образование тетрады микроспор. В течение следующих 8—12 дней образуются одноядерные пыльцевые зерна. За 8—9 дней до цветения образуются двухклеточные пыльцевые зерна, готовые к оплодотворению. У диплоидных видов *G. herbaceum* и *G. arboreum* весь процесс заканчивается на несколько дней раньше.

Макроспорогенез и макрогаметогенез. Женские органы — цветок хлопчатника, или гинецей (пестик), состоит из завязи, столбика и рыльца. В завязи пестика развиваются семяпочки (макроспорангии). Семяпочки закладываются на завернутых внутрь гнезд завязи краях плодолистиков, так называемых *п л а ц е н т а х*. У хлопчатника бывает три или пять плодолистиков, соответствующих числу гнезд завязи. На каждом плодолистике две плаценты, на которых развивается два ряда семяпочек. Развитие семяпочки начинается с образования на плаценте бугорков — зачатков семяпочки. Бугорки сначала прямые, а затем загибаются на 180° , и вершина бугорка сближается с его основой; одновременно образуются покровы семяпочки, или *и н т е г у м е н т ы*. Когда загибание зачатка семяпочки завершается, формируются и оба интегумента. Они интенсивно растут и обволакивают со всех сторон центральную часть семяпочки, или *н у ц е л л у с*; остается открытым лишь узкий проход к вершине нуцеллуса — это *м и к р о п и л е*, или *семявход*. У хлопчатника микропиле и вершина нуцеллуса обращены вниз и сближены с основанием семяпочки. Такие семяпочки называются *а н а т р о п н ы м*. Параллельно с развитием семяпочки в ее субэпидермальном слое дифференцируется первичная археспориальная клетка. Эта клетка делится на две, из которых верхняя называется *к р о у щ е й*, а нижняя — *в т о р и ч н ы м а р х е с п о р и е м*. Кроющая клетка в дальнейшем многократно делится, отодвигая археспориальную внутрь нуцеллуса. Вторичная археспориальная клетка увеличивается в размерах; она содержит густую протоплазму без вакуолей. Затем вторичная археспориальная клетка вступает в редукционное деление и тем самым превращается в материнскую клетку макроспоры (макроспорцит).

В результате двух делений мейоза из диплоидной исходной клетки образуются четыре гаплоидные клетки-макроспоры (рис. 5).

Клетки тетрады макроспор у хлопчатника чаще располагаются линейно или Т-образно. Три верхние макроспоры отмирают, а одна нижняя развивается в зародышевый мешок. При этом она интенсивно растет и приобретает вид вытянутой мешковидной клетки. Ядро зародышевого мешка делится путем обычного митоза дважды, в результате этих делений образуется четырехъядерный зародышевый мешок, причем ядра располагаются парами у полюсов зародышевого мешка. Затем происходит третье митотическое деление и образуется 8 ядер, вокруг которых дифференцируются перегородки и они превращаются в клетки. У микропиллярного конца располагаются клетки яйцевого аппарата, куда входит яйцеклетка и две синергиды. У противоположного конца располагаются три антиподы. В центральной клетке оказывается два полярных ядра, отошедших от каждого конца. Полярные ядра тесно прижаты друг к другу и в таком состоянии находятся до оплодотворения. Го-

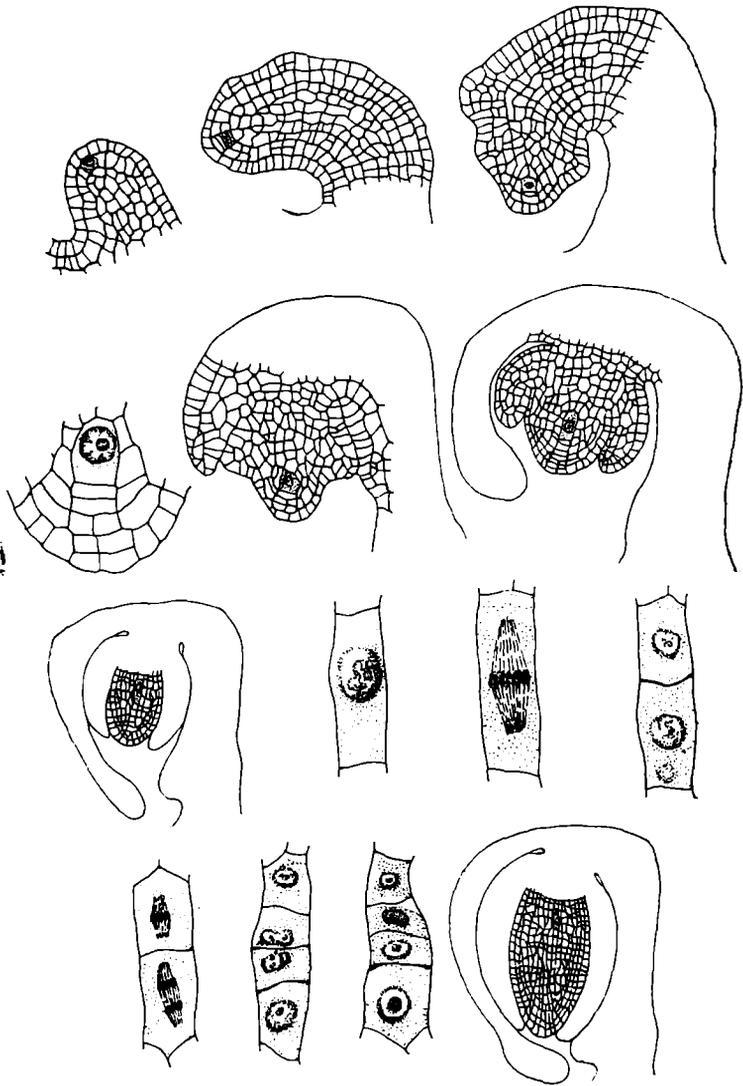


Рис. 5. Этапы развития семяпочки и макроспорогенеза.

товый к оплодотворению зародышевый мешок хлопчатника имеет до 0,7 мм в длину.

Оплодотворение хлопчатника. Пыльца хлопчатника после попадания на рыльце увеличивается в объеме от поглощения жидкости с поверхности рыльца и прорастает. Через поры экзины выпячивается интина, образующая пыльцевую трубку. Пыльцевая трубка удлиняется, проникает в проводниковую ткань столбика и растет в направлении семяпочек завязи. При

этом растет и конец пыльцевой трубки, содержащий цитоплазму с ядрами. Через 8—9 часов после прорастания генеративная клетка в пыльцевой трубке делится и образует два спермия. Вегетативное ядро в это время не обнаруживается, видимо, оно элиминируется и идет на питание генеративных клеток. Через 10 часов пыльцевые трубки достигают завязи. Здесь проводниковая ткань делится на 3—5 ветвей, соответственно числу гнезд завязи. В каждое гнездо проникает множество пыльцевых трубок. В завязи они изгибаются в направлении микропиле семязпочек. Пыльцевая трубка, проникая через микропиле в зародышевый мешок, встречается с одной из синергид, разрушает ее, и содержимое пыльцевой трубки изливается в полость зародышевого мешка (рис. 6). Как показали исследования И. Д. Романова и Н. С. Беляевой, у хлопчатника спермии проникают в зародышевый мешок в виде клеток. По мере передвижения к ядрам они теряют свою цитоплазму (рис. 6).

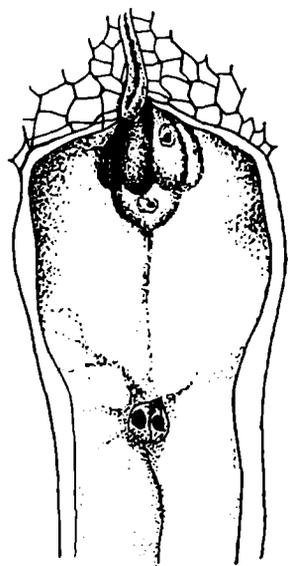


Рис. 6. Прорастание пыльцевой трубки в зародышевый мешок и двойное оплодотворение.

Один из спермиев сливается с ядром яйцеклетки, то есть происходит процесс оплодотворения, и образуется из двух гаплоидных гамет диплоидная зигота. Другой спермий сливается с одним из полярных ядер, вскоре с ним сливается второе полярное ядро и образуется триплоидная клетка. Таким образом возникает первичное ядро эндосперма с тройным набором хромосом. У хлопчатника после оплодотворения через 2—3 часа начинается деление первичного ядра эндосперма, причем клеточные перегородки не образуются и ядра свободно лежат в плазме зародышевого мешка. Через 8—10 дней ядерный эндосперм преобразуется в клеточный. К 22—25 дню эндосперм заполняет всю полость зародышевого мешка, но он недолговечен и к 30—35 дню от него остается тонкий слой в виде пленочки, окружающей зародыш семени. Таким образом почти весь эндосперм расходуется на питание зародыша. Оплодотворенная яйцеклетка начинает делиться митотически на третьи сутки. На 6 сутки имеется 8-клеточный зародыш, а на 8 сутки 32—40-клеточный и далее 50-клеточный зародыш. Уже на 15—20 сутки зародыш хлопчатника дифференцируется на семядоли и осевые органы. К 35—40 дню он уже полностью сформирован и по степени дифференциации не отличается от зародыша взрослого семени.

Способы опыления хлопчатника. Хлопчатник относится к самоопылителям, способным к факультативному перекрестному опылению.

При самоопылении нормально завязываются семена и потомство не испытывает какой-либо депрессии.

Наши исследования показали, что промышленные сорта хлопчатника не испытывают гибридной депрессии даже от 10—20 лет принудительного самоопыления, хотя при гомозиготизации в сортопопуляции дифференцируются отдельные генотипы (гибридные линии), отличающиеся от элиты в лучшую и худшую сторону по продуктивности. Именно отсутствие депрессии от инбридинга является главным критерием, позволяющим отнести хлопчатник к самоопылителям.

Время от времени (факультативно) хлопчатник опыляется перекрестно пылью других растений того же или другого сорта. Способность к перекрестному опылению у хлопчатника хорошо подтверждается особенностями цветка — наличием яркого венчика и нектарников. Причем цветки у *G. barbadense* лучше приспособлены к перекрестному опылению. У форм этого вида рыльце свободно выдается из тычиночной колонки, в то время как у *G. hirsutum* рыльце незначительно возвышается над тычиночной колонкой, что облегчает попадание собственной пыльцы на рыльце. Перекрестное опыление осуществляется с помощью пчел. По данным разных авторов, хлопчатник опыляется перекрестно от долей процента до 10%, хотя в отдельных случаях при обилии насекомых процент перекрестного опыления может быть намного выше. Процент перекрестного опыления зависит от подбора сортов, расстояния между растениями, наличия и активности пчел.

Размеры перекрестного опыления достаточны для потери сортовой чистоты. Поэтому в семеноводстве надо принимать специальные меры для предохранения сортов от перекрестного опыления — не располагать в семеноводческом хозяйстве два сорта без соблюдения пространственной изоляции. В гибридных и селекционных питомниках целесообразно искусственное самоопыление.

Обычно о степени перекрестного опыления судят по результатам скрещивания сортов с резко различающимися морфологическими признаками, например, с красной и зеленой окраской листа. Для определения процента перекрестного опыления такие сорта высевают по соседству чередующимися рядами либо растения разных сортов чередуют в ряду. Семена собирают с растений зеленолистого сорта. В результате естественного перекрестного опыления часть растений в следующем году является гибридной, а часть — материнского типа. Гибридные растения имеют доминантную красную окраску, а остальные — зеленую. По проценту краснолистных растений судят о проценте естественного перекрестного опыления. При такой методике опытов показатели процента перекреста оказываются занижен-

ными, так как при этом не учитывается степень перекрестного опыления в пределах сорта.

Обычно на рыльце хлопчатника попадает много пыльцы. По И. Д. Романову, в цветке образуется до 20 тыс. пыльцевых зерен, из которых прорастает около 120. Пыльцевые трубки проникают в проводниковую ткань и образуют в полости завязи густое сплетение. Зародышевого мешка достигает одна **пыльцевая трубка**, спермии которой производят оплодотворение. Отмечены случаи полиспермии у хлопчатника, т. е. проникновение в полость зародышевого мешка нескольких пыльцевых трубок.

Хотя двойное оплодотворение происходит за счет спермиев одной пыльцевой трубки, при ограничении числа пыльцевых зерен оплодотворение либо не происходит, либо в потомстве наблюдаются серьезные нарушения. По данным Д. В. Тср-Аванесяна, опыление ограниченным количеством пыльцы нарушает нормальный ход процесса оплодотворения и приводит к образованию в потомстве большого числа нетипичных растений. Изменения в ходе оплодотворения при опылении ограниченным количеством пыльцы, видимо, объясняются нарушениями физиологического порядка. Пыльца содержит много ферментов, способствующих мобилизации углеводов для питания растущих пыльцевых трубок. По Л. Г. Арутюновой, особенно высока активность ферментов (например, инвертазы), содержащихся в пыльце гибискуса и других мальвовых. Поэтому дополнительное нанесение такой отдаленной пыльцы также может активизировать прорастание пыльцевых трубок, оплодотворение и **развитие эмбриона**. Это определенным образом сказывается на жизнеспособности потомства.

Установлено, что в пыльце и пестике имеется витамин С в свободном и связанном состояниях. Витамин С пыльцы усиливает окислительно-восстановительные процессы и тем улучшает прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок. Все это объясняет необходимость опыления цветка обильным количеством пыльцы и резкое ухудшение завязываемости семян при ограниченном опылении.

Избирательное (селективное) оплодотворение. На рыльце цветков попадает не только пыльца своего цветка, но пыльца других растений того же сорта; может быть перенесена пыльца с других сортов и даже видов, произрастающих в соседстве.

В процессе эволюции выработаны определенные механизмы, препятствующие оплодотворению любой пыльцой. У неродственных видов, относящихся к разным геномам, а также к разным родам, таким механизмом является несовместимость, контролируемая генетической системой. В пределах вида или родственных видов таким механизмом является избирательная способность оплодотворения, которая четко обнаруживается при гибридизации хлопчатника.

В одном из опытов зеленолистые сорта 108-Ф, С-4515 и 153-Ф, относящиеся к виду *G. hirsutum*, опылялись смесью

**Избирательное оплодотворение хлопчатника
(данные Н. Г. Симонгулян)**

№ вариант	Комбинация скрещивания*	Провализи- ровано расте- ний	Растения типа, %			
			материн- ского сор- та (зеле- нолистных)	гибридов с краснолис- тым хлоп- чатником	междо- вых гибри- дов с 10964	
1.	108-Ф × С-4717+108-Ф (пыльца своего цветка)	1197	47,0	53,0		
2.	108-Ф × С-4717+108-Ф (пыльца с других растений)	1422	71,3	28,7		
3.	137-Ф × Краснолистый Акала+137-Ф (пыльца своего цветка)	324	53,0	47,0		
4.	137-Ф × Краснолистый Акала+137-Ф (пыльца с других растений)	331	74,3	25,7		
5.	108-Ф × 10964+С-4717+108-Ф (пыльца своего цветка)	92	45,6	37,0	17,4	
6.	108-Ф × 10964+С-4717+108-Ф (пыльца с других растений)	1560	87,8	5,7	6,5	

* Сорты 108-Ф, С-4717, 137-Ф и краснолистый Акала относятся к виду *G. hirsutum* L., сорт 10964—к виду *G. lartadense*.

пыльцы своего сорта, краснолистных сортов и пылью сорта 10964 вида *G. barbadense*. В потомстве проводились гибридо-логические анализы. Как видно (табл. 2), при наличии пыльцы своего сорта и пыльцы другого сорта оплодотворение преимуще-ственно происходит за счет пыльцы своего сорта: в потомстве образовалось 71,3% зеленолистных растений материнского типа и 28,7% краснолистных гибридов. При наличии пыльцы своего ви-да и другого вида оплодотворение происходит пылью своего вида (6,5% гибридов с *G. barbadense*, 5,7% краснолистных гибри-дов и 87,7% зеленолистных растений). Из этой таблицы видно, что если в пыльцесмесь включается пыльца материнского сор-та, но собранная не с того же цветка, а с других растений своего сорта, то процент оплодотворения своей пылью возрастает.

Недостаточно изучены физиологические и генетические ме-ханизмы, лежащие в основе избирательного оплодотворения, но совершенно очевидно, что свойство организмов оплодотворяться более родственной пылью выработано в процессе приспособи-тельной эволюции и в определенной мере способствует сохра-нению стабильности видов, экотипов и рас.

Степень оплодотворения семян пылью того или иного компонента пыльцесмеси зависит также от возраста воспроиз-водящих элементов, времени попадания пыльцы другого сорта или вида, количественных соотношений компонентов пыльце-смеси. У хлопчатника на рыльцах за день до цветения пыльца не прорастает. Способность к восприятию пыльцы отмечается

утром дня цветения и сохраняется на второй и частично на третий день после цветения. Однако если при опылении зрелых рылец сорта 108-Ф пылью материнского сорта и краснолистого Акала примерно на 75,0% избирается своя пыльца, то при опылении старых рылец (на второй день после цветения) почти вдвое возрастает процент оплодотворения пылью краснолистого сорта.

Продолжительность жизнеспособности пыльцы у хлопчатника зависит от способов ее сохранения. Пыльца хлопчатника наиболее жизнеспособна в первые часы после растрескивания пыльников. В цветке пыльца уже на второй день теряет жизнеспособность, но если сохранять ее в бюксах при низких положительных температурах, то жизнеспособность полностью сохраняется на второй день.

При опылении смесью свежей и старой пыльцы двух сортов в большом проценте оплодотворение происходит за счет свежей пыльцы.

При одновременном нанесении компонентов пылесмеси пыльца, наносимая через 30 минут и 1 час после первого опыления, оплодотворяет большее число семян, чем при одновременном нанесении пыльцы другого сорта. Так, при опылении сорта 137-Ф смесью пыльцы того же сорта и краснолистого Акала в потомстве отмечалось около 25% растений от оплодотворения пылью краснолистого хлопчатника. Если же эта пыльца наносилась на 30 минут позднее пыльцы сорта 137-Ф, то процент оплодотворенных ею семян возрастал до 35, а при нанесении через 1 час — до 42%. Определенное влияние оказывает и количественное соотношение пыльцы в смесях. Пыльца, содержащаяся в смеси в меньшем проценте, оплодотворяет относительно больше семян. Эти вопросы требуют дальнейшего изучения и имеют значение в практической селекции и особенно при отдаленной гибридизации, где часто практикуется опыление смесью пыльцы.

Глава III

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ ПРИ ВНУТРИВИДОВОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ

Наследование морфологических и физиологических признаков

Наследование признаков можно изучить только при гибридизации контрастных по изучаемому признаку образцов. Обязательным условием является константность исходного материала, который должен быть гомозиготным. При скрещивании гетерозиготных образцов, то есть нарушении одного из главных принципов гибридологического анализа, могут быть сделаны совершенно ошибочные выводы о характере генетического кон-

троля признаков. Поэтому большое значение имеет создание коллекций инбредных линий сортов и образцов полудиких и диких видов хлопчатника. Создание генетических коллекций инбредных линий преследует разные цели.

Представляет интерес создание гомозиготных линий с крайним выражением признаков культурного вида, то есть носителей отдельного ценного гена или комплекса генов, контролирующих тот или иной количественный признак. Такая коллекция по индексу и по выходу волокна, а также по ряду морфологических признаков, создана в Ташкентском ГУ под руководством Д. А. Мусаева. Она представляет интерес для генетического анализа, то есть изучения генетической детерминации признаков конкретных линий. Коллекция располагает линиями с очень высокими и очень низкими показателями индекса и выхода волокна, а также гомозиготными линиями по отдельным морфологическим признакам и их сочетаниям. На кафедре генетики Ташкентского СХИ имеется коллекция инбредных линий промышленных сортов хлопчатника, созданная путем многолетнего инбридинга до I_{22} . Под действием многолетнего принудительного инбридинга относительно гетерозиготные элиты сортов дифференцируются на генотипы, большинство которых морфологически сходны с элитой, но выделяются линии, которые значительно превосходят или уступают ей по отдельным хозяйственно-ценным и морфологическим признакам. Путем многократного отбора в сочетании с инбридингом получают гомозиготные инбредные линии с генетически закрепленным уровнем признака. При использовании инбредных линий промышленного сорта для гибридизации с целью изучения наследования признаков, генетического анализа, комбинационной способности или создания нового сорта следует указывать номер линии, так как гомозиготная инбредная линия не идентична элите сорта.

Наследование типа ветвления. По типу ветвления хлопчатники можно разделить на три основные группы — моноподиального типа, симподиального и нулевого типа (рис. 7).

Моноподиальное ветвление характерно для диких форм хлопчатника, а также некоторых культурных хлопчатников, произрастающих в тропиках как однолетняя культура. У хлопчатников моноподиального типа первая симподиальная ветвь закладывается в пазухе 14—30 листа.

Хлопчатники, выращиваемые как однолетние культуры, имеют симподиальный тип ветвления. Первая плодовая ветвь закладывается в пазухе 3—10 листа.

У форм нулевого типа ветвления, первоначально возникших как спонтанные мутации, симподии не образуются или крайне редуцированы и коробочки расположены непосредственно в пазухах листьев главного стебля.

Следует учесть, что всем хлопчатникам в определенной мере свойствен диморфизм ветвления, то есть образование моно-

подиальных, симподиальных ветвей и пазушных коробочек на одном растении, но среди них обычно преобладает один из трех типов, и моноподиальные хлопчатники по морфогенезу четко отличаются и от симподиальных и от нулевых.

Моноподиальные хлопчатники, происходящие из тропиков, отличаются строгой фотопериодичностью. Они являются растениями короткого дня, бутонизирующими и цветущими, когда длина дня не превышает 10 часов. В условиях относительно длинных летних дней Средней Азии они не цветут и образуют только моноподии. Поэтому для использования в скрещиваниях необходимо выращивать их в искусственных условиях короткого дня под фотопериодическими домиками (вагончиками). В таких условиях моноподиальное ветвление сменяется на симподиальное в 13 узле и выше. Например, у дикого подвида *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* на коротком дне первая симподиальная ветвь закладывается в пазухе 13—15 листа, а на длинном дне в пазухе 28—30 листа.

При скрещивании таких моноподиальных форм с симподиальными в первом поколении на коротком дне четко доминирует симподиальный тип. Создание условий короткого дня для гибридов необходимо, чтобы снять влияние фотопериодической реакции. У гибридов первого поколения также наблюдается сильная фотопериодическая реакция, но слабее, чем у исходной формы. Во втором поколении происходит расщепление с выделением небольшого количества моноподиальных форм.

Однако наблюдаемые числовые соотношения различных фенотипов являются результатом расщепления гибридной популяции сразу по двум признакам — типу ветвления и фотопериодической реакции. Чтобы установить точные числовые соотношения фенотипов, всю популяцию F_2 следует обязательно выращивать на коротком дне. В таких условиях растений моноподиального типа выщепляется очень мало. Например, у гибрида F_2 С—3506×*mexicanum* моноподиальные растения выщепляются в соотношении 1:15. Четко доминирует симподиальный тип ветвления.

При скрещивании симподиальных форм с формами нулевого типа в первом поколении полностью доминирует симподиальный тип, то есть растения образуют симподиальные ветви. Во втором поколении наблюдается четкое моногибридное расщепление в соотношении 3:1, при этом нулевой тип ветвления (пазушное плодоношение) является рецессивным признаком. Потомство растений нулевого типа в последующих поколениях больше не расщепляется. Это значительно упрощает селекцию хлопчатников нулевого типа.

У хлопчатников с симподиальным типом ветвления ветви могут быть одноколенчатыми (предельный тип симподиев) и многоколенчатыми (непредельный тип симподиев). При скрещивании сортов с предельным и непредельным типом симподиев в первом поколении полностью доминирует непредельный тип,

хотя междоузлия укорочены и куст имеет более компактный вид, чем родитель с плодовыми ветвями неопредельного типа. Во втором поколении наблюдается моногибридное расщепление в соотношении 3:1. Предельный тип плодовых ветвей так же, как и нулевой тип ветвления, является рецессивным признаком и управляется одной парой генов.

Сорта с неопредельным типом симподиев подразделяются на подтипы, что зависит от длины междоузлий (I, II, III, IV подтипы). Наследование подтипов плодовых ветвей мало изучено.

При скрещивании сортов симподиального типа вида *G. bag-*



Рис. 7. Типы ветвления хлопчатника: а) моноподиальное, б) симподиальное, в) нулевое.

8



9





Рис. 8. Куст хлопчатника со смешанным типом ветвления.

badense с сортами нулевого типа и при выращивании гибридов на высоком агрофоне нередко появляются отдельные растения со смешанным типом ветвления. У этих растений симподиальные ветви предельного типа совмещаются с симподиальными ветвями предельного типа и с большим числом пазушных коробочек. Происходит как бы совмещение симподиального и нулевого типа ветвления. Интересно, что пазушные коробочки образуются преимущественно на нижних узлах, а симподиальные ветви на верхних, и растение имеет вид опрокинутого конуса (рис. 8).

Причем в средней части куста образуются симподии предельного типа, а в верхней части — непредельного типа. В настоящее время созданы сорта со смешанным типом ветвления как Ашхабад-54, ТСХИ-21 и другие. По данным Н. Г. Симонгулян и С. Шамарова, в первом поколении

симподиальный тип доминирует над смешанным, а смешанный над нулевым типом. Выщепление в незначительном количестве растений смешанного типа в комбинациях симподиальный+смешанный тип и растений с нулевым типом в гибридных комбинациях смешанный+нулевой можно объяснить модифицирующим влиянием среды, тем более, что растения симподиального типа способны в условиях высокого агрофона образовать пазушные коробочки, а растения нулевого типа образовать симподии предельного типа.

Во втором поколении в гибридных комбинациях от скрещивания сортов непредельного и смешанного типа происходит расщепление с преимущественным образованием растений непредельного типа, а в комбинациях скрещивания сортов смешанного и нулевого типа расщепление происходит с преимущественным образованием растений смешанного типа в соотношении близком 3:1; модифицирующее влияние условий

среды часто затрудняет генетический анализ. Таким образом, можно полагать, что тип ветвления контролируется серией множественных аллелей.

Важно знать, что у сортов со смешанным типом ветвления при раздельном высеве семян из пазушных коробочек, из коробочек, завязавшихся на симподиях предельного и непредельного типов образуются растения только смешанного типа.

Необходимо изучение физиолого-биохимической основы типов ветвления хлопчатника, что может иметь гормональную природу и быть связано с нарушением синтеза эндогенных ростактивирующих веществ у форм нулевого и смешанного типа ветвления.

Наследование карликовости. У различных видов хлопчатника встречаются отдельные растения — карлики, с резко укороченными междоузлиями главного стебля и боковых ветвей.

У *G. hirsutum* L. встречаются разные типы карликов, различающиеся по характеру наследования. Известен так называемый Пахтабадский карлик, выделенный как спонтанный мутант из посевов сорта 108-Ф. У этой формы карликовость обусловлена резким сокращением и искривлением междоузлий главного стебля и симподиев; листья имеют очень длинные черешки и крупные пластинки, затеняющие коробочки, скученно расположенные у главного стебля; низкая интенсивность освещения вызывает макроспоризм коробочек (рис. 9).

При скрещивании гомозиготных линий Пахтабадского карлика с сортами, имеющими нормальный рост, карликовость полностью доминирует.



Рис. 9. Карликовые формы хлопчатника.

У типичного карлика ВНИИССХ-1, отселектированного С. М. Мирахмедовым из американского образца, гибриды F_1 с нормальными сортами являются промежуточными по росту, в F_2 наблюдается непрерывная кривая, указывающая на полигенный характер генетического контроля.

У карликовой гомозиготной линии, выделенной Д. А. Мусавым, из спонтанного карликового мутанта Азербайджан-50 карликовость детерминируется одним геном в гомозиготном состоянии: в гетерозиготном состоянии наблюдается неполное доминирование низкорослости. Ген, обуславливающий карликовость в гомозиготном состоянии, оказывает плеiotропный эффект на форму листовой пластинки, обуславливая ее цельнокрайность. Плеiotропный эффект этого гена определяет также мелкую коробочку.

Наследование карликовости изучал Харланд (1949). Им была обнаружена мутация, названная „сморщенный карлик“ (crinkle—dwarf) у *G. barbadense* L. и *G. hirsutum* L. Гомозиготы представляют собою типичные карлики со сморщенными и изогнутыми по краям листьями. В скрещиваниях с разными видами и сортами нормального типа гибриды были неоднозначны по фенотипу. Исходя из этого Харланд предполагает, что нормальный рост у разных форм контролируется разными изоаллелями. Описаны 3 типа изоаллелей дикого типа: C^{RB} у вида *G. barbadense* L., C^{RH} и C^{RM} у *D. hirsutum* L. При скрещивании *G. barbadense* L. с изоаллелью C^{RB} с карликом crinkle—dwarf, доминирует „нормальная“ изоаллель и гибриды имеют нормальный рост, а карлик проявляет себя как типичный рецессив. При скрещивании карлика с *G. hirsutum* L., имеющим изоаллель C^{RM} , наблюдается неполное доминирование или промежуточное наследование признака, а изоаллель C^{RH} вида *G. hirsutum* L. доминирует лишь в нескольких скрещиваниях. Таким образом, генетические различия изоаллелей нормального типа выявляются лишь при гибридизации. Большую роль играет генный фон видов и сортов и действие генов-модификаторов, усиливающих или ослабляющих эффекты изоаллелей нормального роста.

В настоящее время карликовые формы всех культур привлекают большое внимание в связи с созданием сортов интенсивного типа, а у хлопчатника также в связи с идеей загущенных посевов. Поэтому генетика карликовости представляет практический интерес.

В США и Австралии имеются такие коммерческие сорта карликов и полукарликов, как Дан 118, Паймастер дварф, Каскад Б-2, Кокер-310, Риверина поплер и др. Однако в условиях Средней Азии эти сорта хотя и сохраняют низкорослость, но теряют типичный фенотип карлика.

В Средней Азии в 50-х годах среди посевов сорта 108-Ф была выделена мутантная карликовая форма, названная Пахтабад. В Азербайджане из спонтанного мутанта отселектирован

сорт Азербайджан-50 с цельнокрайними листьями. Акад. С. М. Мирахмедовым путем аналитической селекции создан сорт карлика ВНИИССХ-1, представляющий интерес как исходный материал. Тем самым доказана принципиальная возможность селекции карликовых сортов хлопчатника.

Наследование антоциановой окраски листьев и антоцианового пятна на лепестках венчика. Среди всех культурных видов хлопчатника есть краснолистные формы. Красная окраска обусловлена наличием пигмента — антоциана. При скрещивании с обычными зеленолиственными формами первое поколение имеет антоциановую окраску, но менее интенсивную, чем краснолистый родитель. Во втором поколении происходит расщепление в соотношении 3:1, причем краснолистные экземпляры имеют окраску различной интенсивности. Это указывает на наличие кроме пары главных генов серии генов-модификаторов. Скрещивания между краснолиственными и зеленолиственными формами обычно проводят при определении степени перекрестного опыления у сортов хлопчатника. Антоциановая окраска является хорошим маркерным признаком. Она проявляется у растений в фазе семядолей. Это позволяет подвергнуть генетическому анализу всю популяцию.

В роде *Gossypium* имеется много форм с антоциановым пятном у основания лепестков. В пределах вида *G. hirsutum* четкие пятна у основания лепестков наблюдаются у подвида *mexicanum*. У видов *G. barbadense*, *G. herbaceum*, *G. arboreum* на лепестках также имеется антоциановое пятно. Наличие пятна на лепестках характерно для всех диких видов за исключением *G. tomentosum*. Подобное пятно является доминантным признаком и при межвидовых, и при внутривидовых скрещиваниях. Интенсивность пятен на лепестках гибридов F_1 меньше, чем у родителя, а в F_2 наблюдается расщепление по интенсивности окраски пятна. Хатчинсон (1932) и Харланд (1932) считают, что распределение антоциана на растении есть результат действия множественной аллельной серии шести генов R , R^L , R^C , R^S , r^0 , r^K . Ген R контролирует красную окраску растения, ген R^L — красные листья, ген R^C — красную окраску чашечки цветка, ген R^S — красные пятна на лепестках, r^0 — отсутствие пятен на лепестках и r^K — легкие пятна. Признак антоциановой окраски растения, листьев и венчика не коррелирует с наличием антоцианового пятна в венчике.

В проявлении интенсивности пятна на лепестках играют роль гены-модификаторы.

Ген, контролирующий развитие антоцианового пятна на лепестках венчика обозначается S , а отсутствие пятна обусловлено наличием в генотипе рецессивной аллели s . Гибриды всегда имеют пятно на лепестках, но оно выражено слабее, чем у соответствующего родителя, что указывает на неполное доминирование аллели S . Харланд показал, что экспрессия аллели S во многом зависит от генетического фона, в котором она оказывается. Инте-

ресно, что аллель S^B вида *G. barbadense* L. полностью проявляет свой эффект при наличии в генотипе другой доминантной аллели U , обуславливающей желтую окраску венчика. При белом венчике пятно выражено слабее, следовательно аллель U можно рассматривать как сильный модификатор гена S^B , как это предполагает Харланд.

При переносе гена S^B путем многократного скрещивания на генетический фон *G. hirsutum* L., ген S^B полностью себя не проявляет и, наоборот, при перенесении рецессивной аллели гена s на генный фон *G. barbadense* L. даже в гомозиготном состоянии ss развивается интенсивная окраска. Следовательно, вид *G. barbadense* L. обладает сильными модификаторами, способствующими проявлению антоциановых пятен даже при крайне слабом функционировании рецессивной аллели ss .

Наследование формы листа. Форма листа представляет интерес с точки зрения освещенности и вентилиации куста хлопчатника (с интенсивностью фотосинтеза корреляция не отмечена).

Морфологическая изменчивость этого признака в роде *Gossypium* велика. На рис. 10 приводятся листья разных видов хлопчатника, различающиеся по форме и размерам листовой пластинки, форме долей и основания листа.

Сильно рассеченные листья характерны для диких видов *G. trilobum*, *G. anomalum*, а также для ряда сортов культурного вида *G. hirsutum* (типа «Окра»). По данным Н. Н. Константи-

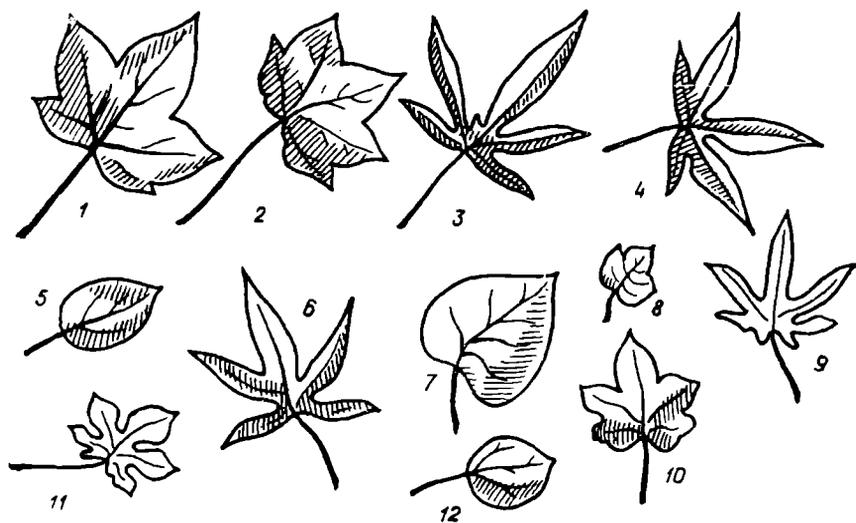


Рис. 10. Листья некоторых видов:

1—*G. barbadense*, 2, 3, 4, 5—*G. hirsutum*, 6—*G. trilobum*, 7—*G. klotzschianum*, 8—*G. har-knessii*, 9—*G. arboreum*, 10—*G. herbaceum*, 11—*G. anomalum*, 12—*G. Sturpii*.

нова, рассеченнолистные формы *G. hirsutum* гораздо легче скрещиваются с *G. trilobum*, что, по его мнению, свидетельствует о их большой генетической близости по сравнению с обычными формами. Формы с сильно рассеченными листьями при обычных посевах редко бывают продуктивными из-за ограниченной площади ассимиляционной поверхности.

Цельнокрайняя форма листа характерна для диплоидных видов *G. klotzschianum* And., *G. raimondii* Ulbr., *G. sturtii* F. Mull. У вида *G. hirsutum* L. также встречаются мутанты с цельнокрайними листьями. Из такого спонтанного мутанта была отселектирована линия Азербайджан-50. Изменение формы листа наблюдается и в онтогенезе. Листья у тетраплоидного вида *G. hirsutum* L. в начальный период онтогенеза бывают цельнокрайними или слабо рассеченными, что указывает на участие в их происхождении американских диплоидов с цельнокрайними листьями, в более поздний период они имеют обычную дольчатую форму.

По наблюдениям Л. Г. Арутюновой, у сложных трехгеномных гибридов в самых нижних ярусах листья развиваются по типу родительских, а затем приобретают промежуточный характер.

Таким образом, по морфологии листовой пластинки на ранних этапах онтогенеза можно в определенной степени судить об их филогенезе.

Д. А. Мусаев, изучивший наследование формы листовой пластинки у гибридов от скрещивания сортов вида *G. hirsutum* L. с обычной дольчатой формой листа с мутантом, имеющим цельнокрайнюю форму листа, а также с образцами типа Окра с глубоко рассеченными листьями считает, что форма листа у *G. hirsutum* L. контролируется двумя генами. У мутанта с цельнокрайними листьями имеются доминантные аллели гена *In* (интегри), определяющие цельнокрайность, и рецессивная аллель гена Окра (*In In oo*). У форм с глубоко рассеченными листьями имеются доминантные аллели гена *O* (окра), определяющего рассеченность листьев, и рецессивная аллель гена *in* (*in in OO*).

У сортов с обычной дольчатой формой листа оба гена представлены рецессивными аллелями. При скрещивании образцов с генотипами *In In oo* и *in in oo* гибриды F_1 имеют цельнокрайнюю пластинку с тремя неразвитыми долями (зубцами). Поскольку исходные формы отличаются по одному гену, в F_2 наблюдается моногибридное расщепление в соотношении 1:2:1 (одна часть растений с цельнокрайними листьями, 2 части аналогичные F_1 и одна часть с обычными дольчатыми листьями). При скрещивании генотипов *in in OO* с *in in oo* гибриды F_1 имеют промежуточный характер, а в F_2 наблюдается моногибридное расщепление: 1 часть растений имеет дольчатые листья, 1 часть — глубоко рассеченные, а 2 части — промежуточные по форме листовой пластинки.

При скрещивании крайних генотипов $In In O O$ и $in in oo$ гибриды F_1 имеют трехдольчатую форму листа, а в F_2 наблюдается расщепление с образованием разных по степени рассеченности листьев фенотипов в зависимости от содержания дозы генов In и O в генотипе. Выяснено также, что ген In , определяющий цельнокрайнюю форму листа в гомозиготном состоянии, обуславливает развитие карликовости.

Таким образом, как цельнокрайняя форма листа, так и глубоко рассеченная форма его проявляет неполное доминирование над обычной дольчатой формой листа.

Следует отметить, что нельзя связывать форму листа с таким важнейшим показателем, как фотосинтетическая деятельность листа. Установлено, что в пределах групп образцов с дольчатой и глубоко рассеченной формой листа встречаются формы как с высокой, так и с низкой интенсивностью фотосинтеза.

При гибридизации диких видов *G. trilobum*, *G. sturtii* и *G. raimondii* с сортами вида *G. hirsutum* с обычной формой листа, как и при внутривидовой гибридизации, часто доминирует цельнокрайний лист *G. sturtii* и *G. raimondii*, а также рассеченный лист *G. trilobum*.

Отсутствие хлорофилла. У хлопчатника иногда встречаются мутанты, полностью лишённые хлорофилла. Мутация эта летальна. Такие растения погибают в семядольной фазе, израсходовав запас питательных веществ, содержащихся в семенах. Бесхлорофильные сеянцы можно довести до плодоношения, если привить их на нормальные зеленые растения. У вида *G. hirsutum* при скрещивании бесхлорофильных растений с нормальными гибриды первого поколения имеют зеленую окраску листьев. Второе поколение расщепляется в соотношении 3:1, то есть бесхлорофильность является рецессивным признаком. У межвидовых гибридов бесхлорофильность может иметь комплементарную природу.

Бесхлорофильные сеянцы иногда появляются при скрещивании *G. barbadense* с различными формами *G. hirsutum*. Л. И. Гуревич (1972) описывает появление летальных бесхлорофильных растений в потомстве, полученном от дополнительного опыления сорта С-4727 пыльцой диплоидного дикого вида *G. trilobum*.

Мужская стерильность. Признак мужской стерильности и особенно цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) у хлопчатника имеет важное значение для практического использования эффекта гетерозиса. Линии с ЦМС могли бы значительно облегчить процесс скрещивания и массовое получение гибридных семян F_0 .

Стерильные растения часто встречаются в посевах хлопчатника всех культурных видов. В поле они заметны на большом расстоянии, так как и в период созревания сохраняют свежий и зеленый вид. Стерильность растения может зависеть и от муж-

ских, и от женских органов. Но чаще она вызывается нежизнеспособной пыльцой.

Причины мужской стерильности могут быть разные. Сковед (1931) обнаружил, что растения с мужской стерильностью часто являются гаплоидами. Стерильные растения могут быть и диплоидами. Скрещивания таких растений с нормальными удаются с большим трудом. Гибриды F_1 имеют нормальную пыльцу, а в F_2 происходит моногибридное расщепление.

Тип стерильности, обусловленный единственным рецессивным ядерным геном, описан многими исследователями. У некоторых сортов этот признак коррелирует с красной окраской растений, т. е. ген, контролирующий мужскую стерильность, и ген антоциановой окраски растений локализованы в одной хромосоме. Мужская стерильность, или нежизнеспособность мужских гамет, встречается у межвидовых равнохромосомных и разнохромосомных гибридов как следствие нарушения конъюгации хромосом (асинапсис) у межвидовых гибридов. При межвидовой гибридизации асинапсис может быть вызван влиянием определенных асинаптических генов. Бисли и Браун (1942) описали стерильность межвидовых гибридов *hirsutum* × *barbadense*, у которых асинапсис вызван двумя рецессивными генами, унаследованными от разных родителей. Обнаружены стерильные линии, асинапсис которых вызван действием одного гена. В описанных случаях мужская стерильность контролируется через гены ядра.

Форма с цитоплазматической мужской стерильностью была обнаружена в Миссисипи (штат в США) у трехвидового гибрида от скрещивания амфидиплоида (*G. anomalum* × *G. thurberii*) × *G. hirsutum*. Полустерильные гибриды трижды скрещивались с *G. hirsutum* и самоопылялись. Таким образом было получено два типа гибридов с цитоплазмой *anomalum* и цитоплазмой *hirsutum* (цитоплазма заимствуется только от материнского родителя). Полная мужская стерильность наблюдалась только у гибридов с цитоплазмой *anomalum*. Реципрокные гибриды этих форм давали стерильное потомство, если цитоплазма была от *anomalum*.

В 1973 г. Майер создала первую линию с ЦМС переносом хромосом *G. hirsutum* в цитоплазму *G. harknessii* — дикого диплоидного вида. Ею же созданы линии-закрепители стерильности и восстановители фертильности переносом генов из *G. harknessii* в геном *G. hirsutum*. Линия Gode 37 является лучшим восстановителем фертильности и имеет хорошие показатели хозяйственных признаков. Предполагается, что способность восстанавливать фертильность управляется единичным частично доминантным геном.

На кафедре генетики Ташкентского СХИ была испытана описанная выше форма с ЦМС. Выяснилось, что под бумажным изолятором коробочки не завязываются; при искусственном опылении гибриды F_1 вновь проявляют стерильность, то есть ЦМС контролируется цитоплазматическими генами. В ус-

ловнях естественного опыления растения с ЦМС завязывают до 30 и более процентов коробочек с небольшим числом семян, что указывает на довольно высокий процент перекрестного опыления насекомыми в селекционных посевах. Восстановители фертильности не обнаружены.

Поиски форм с цитоплазматической мужской стерильностью продолжаются, так как они во многом будут способствовать решению проблемы гибридной культуры хлопчатника.

Окраска лепестков венчика. Выяснено, что у *G. hirsutum* палевая окраска доминирует над желтой, а у *G. barbadense* — желтая окраска доминирует над белой. Наличие переходных форм указывает на то, что признак контролируется, кроме пары генов, серией генов-модификаторов. На культурных диплоидных видах Коттуром выяснено, что окраска венчика контролируется тремя парами генов Аа, Вв, Сс.

А — основной ген желтого цвета, при отсутствии которого цветы белые;

С — комплементарный ген, способствует действию гена А, без гена С лепестки имеют палевую окраску;

В — не влияет на ген А, но подавляет действие гена С, и цветы образуются палевые.

Генотип белых цветов может быть символизирован формулой $aaVVcc$, генотип желтых цветов $AAVvCC$, генотип гибридов F_1 — $AaVvCc$.

Гибриды F_1 от скрещивания форм с желтой и белой окраской венчика имеют палевые цветы. В F_2 Коттур наблюдал расщепление: 39 палевых, 16 белых и 9 желтых. Это соответствовало тригибридному расщеплению — 27 генотипов с тремя доминантными генами ABC (цветы палевые), 9 генотипов с двумя доминантными генами BC (цветы белые), 9 генотипов с доминантными генами AB (цветы желтые), 9 генотипов с доминантными генами AC, 3 генотипа с одним доминантным геном А (цветы палевые), 3 генотипа с доминантным геном В (цветы белые), 3 генотипа с доминантным геном С (цветы белые) и один генотип без доминантных генов (цветы белые).

Окраска волокна и подпушка. Волокно хлопчатника бывает различных оттенков: белого, кремового, зеленого, коричневого (бурого). В настоящее время промышленные сорта хлопчатника должны иметь белое волокно. В связи с развитием химического крашения проблема создания сортов с естественно окрашенным волокном снята с повестки дня. Однако изучение закономерности наследования окраски волокна остается актуальной проблемой. За последние десятилетия одним из главных методов селекции становится отдаленная гибридизация с дикими видами хлопчатника, имеющими преимущественно окрашенное волокно, и селекционеры вынуждены работать над устранением у гибридов этого нежелательного признака. Знание закономерностей наследования признака во многом облегчает эту работу. Известно, что окрашенное волокно доминирует над белым, хотя

цвет волокна гибридов первого поколения менее интенсивный. Во втором поколении (гибридов) при скрещивании сортов с белым и коричневым (бурым) волокном выщепляются растения с коричневым, светло-коричневым и белым волокном.

У беловолокнистых линий, полученных от скрещивания буроволокнистых и беловолокнистых сортов, длительное время выщепляются отдельные растения с окрашенным волокном. Такое явление наблюдается, например, у сортов и линий, в происхождении которых участвовала дикая форма *G. hirsutum* ssp. *texicanum* с бурой окраской волокна.

При скрещивании сортов, имеющих белое волокно, с диким подвидом *texicanum*, гибриды F_1 приобретают промежуточную окраску волокна. В F_2 происходит расщепление в соотношении 9 частей с окрашенным волокном, 7 частей с белым волокном. Это характерно для комплементарного взаимодействия. Если выделить фенотипы с разной интенсивностью окраски волокна, то наблюдается соотношение 3:24:9:28. Причем три части имеют бурю окраску волокна, как у подвида *texicanum*, 24 части имеют светло-коричневую или кремовую окраску, 9 частей — слегка кремовый оттенок и 28 частей — белое волокно. Такое соотношение фенотипов позволяет считать, что признак контролируется тремя генами Lc_1 , Lc_2 , Lc_3 (Н. Г. Симонгулян, У. Мухамедханов), соответствующие рецессивные аллели l_{c_1} , l_{c_2} , l_{c_3} (Lc —обозначение или символ гена окраски волокна). Основные комплементарные гены, определяющие развитие окраски (пигмента), обозначаются как Lc_1 и Lc_2 . Если один из этих генов или оба гомозиготны по рецессивной аллели, то волокно будет белым независимо от состояния гена Lc_3 . Если же в генотипе есть доминантные аллели обоих комплементарных генов, но нет доминантной аллели дополнительного гена Lc_3 , то волокно будет почти белым, то есть иметь слегка кремовый оттенок. Таким образом, белое волокно будет у следующих генотипов независимо от состояния гена Lc_3 :

$$Lc_1-l_{c_2}l_{c_3}, l_{c_1}l_{c_2}l_{c_3}-, l_{c_1}l_{c_1}l_{c_2}l_{c_3}$$

Наиболее интенсивно окрашены 3 части, где все три гена окраски представлены доминантными аллелями в гомозиготном состоянии либо дополнительный ген гетерозиготен. Различная интенсивность окраски 24 частей зависит от числа доминантных аллелей основных генов. Не исключается действие модификаторов, а также модифицирующее влияние солнечного света.

Производя отбор растений с белым волокном, селекционер не может по фенотипу определить их генотип, поэтому новые линии с белым волокном могут включать различные генотипы. При перекрестном опылении беловолокнистых растений с генотипом $Lc, Lc_1, l_{c_2} l_{c_2}$ и $l_{c_1} l_{c_1} Lc_2 Lc_2$ гибриды будут иметь оба доминантных комплементарных гена и окрашенное волокно.

При скрещивании сортов, имеющих белое и зеленое волокно, в первом поколении волокно получается светло-зеленое, а

в F_2 происходит сложное расщепление, причем наряду с гибридами, имеющими белое и различные оттенки зеленого волокна, появляются также гибриды с коричневым оттенком. Такой характер расщепления позволяет считать, что ген зеленой окраски в доминантном состоянии ингибирует действие комплементарных генов коричневой окраски.

Имеются различные оттенки зеленого и коричневого подпушка на семенах. При скрещивании форм, имеющих белый подпушек, с формами, имеющими окрашенный подпушек, у гибридов F_1 подпушек окрашенный, во втором поколении наблюдается сложное расщепление. Иногда зеленый подпушек появляется при скрещивании гомозиготных форм с белым подпушком. Описаны случаи, когда растения с зеленым подпушком выщепляются в F_2 при скрещивании форм с коричневым подпушком. В таких случаях можно говорить о том, что ген зеленой окраски подпушка эпистатичен к гену коричневой окраски.

При межвидовых скрещиваниях сортов вида *G. hirsutum* L. со светлым подпушком с голосемянными сортами *G. barbadense* L. семена F_1 могут иметь зеленый подпушек, унаследованный от голосемянного родителя. Такие факты показывают, что, хотя у голосемянных форм гены, определяющие развитие подпушка, не действуют (мутировали или блокированы), но другие гены, контролирующие окраску подпушка, способны нормально функционировать.

Голосемянность. По наличию подпушка различают три типа семян со сплошным опушением (подпушком), с опушением только на микропилярном конце и без подпушка (голые семена). Так, опушение на микропилярном конце может быть выражено в различной степени. Отсутствие подпушка является важным хозяйственно-ценным признаком. У сортов, не имеющих подпушка, отпадает процедура оголения семян в связи с посевом хлопчатника заданным числом семян. Искусственное оголение семян требует затрат и обычно травмирует семена, вызывая их загнивание в поле и снижение всхожести. Наследование голосемянности изучали многие исследователи. Большинство приходит к выводу, что существует два типа голосемянности — доминантная и рецессивная. У *G. hirsutum* голосемянность доминирует над опушенностью, в отдельных случаях наблюдается слабое опушение. При скрещивании сортов, имеющих на семенах микропилярное опушение, с опушенносемянными сортами первый признак доминирует над вторым. Гибриды первого поколения в отдельных комбинациях могут иметь слабое опушение по всей поверхности. При скрещивании голосемянных сортов с сортами, имеющими микропилярное опушение, голосемянность доминирует.

У вида *G. barbadense* L. наличие подпушка доминирует над его отсутствием (голосемянностью). При межвидовых скрещиваниях опушенносемянных сортов вида *G. hirsutum* L. с голосемянными сортами вида *G. barbadense* L. доминирует опушен-

ность. Если же скрещиваются голосемянные сорта вида *G. hirsutum* с опушенносеменными сортами вида *G. barbadense* L., то доминирует голосемянность. Голосемянность *G. hirsutum* L. доминирует над всеми типами опушения других видов. При скрещивании голосемянных сортов вида *G. hirsutum* L. с голосемянными сортами вида *G. barbadense* L. в F_2 наряду с голосемянными гибридами выщепляются гибриды с опушением на микропиле. Это указывает, что генотипы с доминантной голосемянностью могут нести и фактор опушения. При проведении генетического анализа по характеру опушения семян следует иметь в виду, что этот признак изменяется в зависимости от условий питания и водоснабжения. У гибридов F_1 опушение в пределах растения может сильно варьировать, что зависит от местоположения коробочки на растении. В коробочках, расположенных на первых местах, опушение слабее, на периферийных оно сильнее выражено.

Оригинальную гипотезу генетической обусловленности голосемянности предложил Д. А. Мусаев (1972). Согласно этой гипотезе характер опушенности семян контролируется четырьмя взаимодействующими генами. Один из них ингибитор 1 в доминантном состоянии подавляет действие генов, контролирующих образование подпушка на семенах. Два гена (F_{t_1} и F_{t_2}) определяют образование подпушка на микропиле, а комплементарный к ним ген F_c определяет образование подпушка на всей поверхности семян.

Генотипы форм с разным характером опушения семян будут следующие:

1. Формы с доминантной голосемянностью:

$$\text{II } F_{t_1} F_{t_1} F_{t_2} F_{t_2} F_c F_c$$

$$\text{II } f_{t_1} f_{t_1} f_{t_2} f_{t_2} f_c f_c$$

2. Формы с рецессивной голосемянностью $ii f_{t_1} f_{t_1} f_{t_2} f_{t_2} f_c f_c$.

3. Формы с малым микропилярным опушением $ii F_{t_1} F_{t_1} f_{t_2} f_{t_2} f_c f_c$.

4. Формы с сильным микропилярным опушением $ii F_{t_1} F_{t_1} F_{t_2} F_{t_2} f_c f_c$.

5. Опушенносеменные формы $ii F_{t_1} F_{t_1} F_{t_2} F_{t_2} F_c F_c$.

Если ингибитор представлен доминантными аллелями, то независимо от того, какими аллелями представлены остальные гены, форма будет голосемянной. При скрещивании таких форм с опушенносемянными F_1 всегда будет голосемянным. Во втором поколении будут выщепляться различные фенотипические группы в разном соотношении в зависимости от генотипа исходной голосемянной формы. При генотипе $\text{II } F_{t_1} F_{t_1} F_{t_2} F_{t_2} F_c F_c$ во втором поколении образуются голосемянные и опушенносемянные формы в соотношении 3:1, так как расщепление произойдет только по одному гену ингибитору. При генотипе $\text{II } f_{t_1} f_{t_1} f_{t_2} f_{t_2} f_c f_c$ во

втором поколении будут выщепляться все возможные фенотипы в соответствии с тетрагибридным расщеплением.

В последних исследованиях с новым набором инбредных линий было выявлено, что в генотипе имеется еще один основной ген F_{13} , действие которого у многих линий подавлено аллелоспецифичным супрессором.

Гипотеза Д. А. Мусаева объясняет данные большинства ученых по скрещиванию голосемянных и опушенносемянных форм и расхождения результатов различных исследователей.

Безволоконность. У хлопчатника встречается мутация безволоконности. Такие мутанты имеют абсолютно голые семена без подпушка и без волокна, т. е. безволоконность сочетается с доминантной или рецессивной голосемянностью. Мутация безволоконности бывает спонтанной и может быть индуцирована воздействием ионизирующей радиации на семена.

При скрещивании безволоконных голосемянных мутантов с нормальными растениями, имеющими подпушка и волокно, у гибридов F_1 доминирует отсутствие подпушка, если голосемянность была доминантной. Однако все они образуют волокно. Выход волокна у таких гибридов промежуточный, т. е. количество волокна на семени вдвое меньше, чем у нормального родителя. Во втором поколении выщепляются следующие фенотипические группы: без подпушка и без волокна; без подпушка с волокном; с микропилярным опушением и с волокном.

Формы с подпушком без волокна не обнаружены. Во всех группах с волокном процент его возрастает в зависимости от наличия подпушка. Выше всего выход волокна при полной опушенности семян и меньше всего у семян, не образующих подпушка. Такой характер наследования признаков указывает, что количество волокна на семени (индекс волокна) управляется полимерными генами. Причем гены подпушка оказывают плейотропный эффект на развитие волокна (Д. А. Мусаев).

Устойчивость к вертициллезному увяданию (вилту) является важнейшим хозяйственно-ценным признаком хлопчатника, так как это заболевание в годы эпифитотий резко снижает урожай и ухудшает качество хлопкового волокна. В последние десятилетия усилия ученых направлены на изучение и разработку интегрированных мер борьбы с вилтом. Наиболее эффективной мерой является создание сортов, обладающих комплексной устойчивостью к различным расам патогена. Это в свою очередь предполагает изучение генетической детерминации признака вилтоустойчивости у сортов и генетики вирулентности возбудителя вертициллеза у хлопчатника.

Генетический подход при анализе иммунитета должен совмещаться с изучением физиолого-биохимических и морфо-анатомических механизмов устойчивости, а также действием внешних факторов на вирулентность гриба.

Возбудитель вертициллеза вилта — гриб *Verticillium dahliae* Klebs является полифагом, поражающим более 200 видов

дикорастущих и культурных растений. Гриб полиморфен, представлен расами, специфичными для разных видов растений и сортов.

Имеется много работ, посвященных изучению морфологического полиморфизма возбудителя вилта. За последние десятилетия внимание исследователей сосредоточено на изучении вирулентности гриба — как наиболее важного признака патогена.

Физиологические расы, отличающиеся по вирулентности, имеют сортовую специфичность, то есть могут поражать разные группы сортов.

В популяции гриба путем непрерывных мутаций и рекомбинаций легко образуются и размножаются новые расы, приспособляющиеся к сортам хлопчатника.

Поэтому любой вилтоустойчивый сорт со временем становится восприимчивым в связи с приспособительной эволюцией гриба и образованием новых рас.

Следует иметь в виду зависимость проявления болезни от экологических факторов. Сорта, устойчивые к заболеванию в одной экологической зоне, могут оказаться восприимчивыми в другой. По данным Д. В. Тер-Аванесяна американский сорт Акала-1517, высокоустойчивый в штате Аризона, сильно поражается в штате Миссисипи, многие сорта селекции США, высокоустойчивые к вилту в Америке, сильно поражаются при испытании на провокационном фоне в Средней Азии. Например, устойчивый сорт *Socerg wilt* поражается у нас на 100%, Акала Норі на 80, *Tgishrh* на 98% и т. д. Влияние экологического и, в первую очередь, температурного фактора на развитие гриба бесспорно, что подтверждается разной степенью поражения вплоть до эпифитотий в зависимости от сезонных условий года, однако неодинаковая устойчивость сортов в разных экологических зонах может быть связана с нагрузкой в почве рас гриба.

За период возделывания хлопчатника вида *G. hirsutum* L. в Средней Азии выявлено 3 расы гриба: так называемая «О»-раса, поражающая сорта второй сортосмены — 8196, 2034, 8196; в третьей сортосмене были внедрены в производство вилтоустойчивые сорта 108-Ф, С-460, 137-Ф, не поражавшиеся «О»-расой. Спустя несколько лет получила широкое распространение раса 1, сильно патогенная к названным сортам; к концу 60-х годов нагрузка расы 1 в почве достигла максимальных размеров, что ощутимо снизило урожай. Ф. М. Мауером и С. М. Мирахмедовым была выявлена дикая форма *G. hirsutum* L. ssp. *mexicanum*, практически иммунная к расе 1. С использованием этой формы в гибридизации С. М. Мирахмедовым был создан сорт Ташкент-1, высокоустойчивый к расе 1, который в короткие сроки внедрен на основных площадях хлопкосеяния.

К концу 70-х годов в почвах распространилась новая физиологическая раса гриба 2, поражающая сорт Ташкент-1. В настоящее время важнейшей задачей селекции является создание

сортов с комплексной устойчивостью к расе гриба 1 и 2. Сортов иммунных к новой физиологической расе гриба 2 пока не обнаружено. Поэтому правильнее говорить не об устойчивости, а о выносливости сортов к этой расе, или толерантности.

К сортам наиболее выносливым к расе 2 относятся 175-Ф, С-9063, образец 02800 вида *G. tricuspidatum*, некоторые образцы подвида *ripicatum*, диплоидные виды *herbaceum* и *arboeum*. Обнаружение разных по вирулентности рас гриба патогена *Verticillium* показало, что нельзя изучать генетику вилтоустойчивости в целом, а можно говорить об устойчивости сорта к той или иной расе или комплексной устойчивости к нескольким расам. Идентификацию генотипов по устойчивости к патогену и изучение закономерностей наследования этого свойства возможно только на фонах дифференцированных по расам гриба.

Как показали исследования С. М. Мирахмедова, устойчивость подвида *G. hirsutum*, ssp. *mexicanum* к расе гриба 1 контролируется одним доминантным геном R (*resistance*). При скрещивании с сортами со средней и слабой устойчивостью гибриды первого поколения не поражаются вилтом; в гибридной популяции второго поколения происходит расщепление в соотношении — три части здоровых к одной части пораженных. При последующем беккроссе с культурной формой устойчивость ослабляется, видимо, под действием модификаторов повторного родителя.

Существуют генетически обусловленные различия культурных сортов по устойчивости к расе 1. Их можно четко дифференцировать на высокоустойчивые (Ташкент-1), среднеустойчивые (159-Ф, 175-Ф) и неустойчивые (С-4727, 8196) типы. Генетически детерминированные количественные различия групп сортов по устойчивости к расе 1 часто объясняются тем, что в генотипе сортов содержится разное число доминантных аллелей, контролирующих устойчивость. Предполагается, что устойчивость сортов к расе 1 контролируется полигенами с аддитивным типом взаимодействия генов (Войтенко). При скрещивании сортов с различной степенью устойчивости к расе 1 характер наследования признака в F_1 и расщепления в F_2 типичен для полимерных признаков.

Полигены, контролирующие ту или иную степень устойчивости к расе 1 у сортов, в происхождении которых не участвовал подвида *mexicanum*, подавляются при гибридизации с подвидом *mexicanum*, содержащим доминантный ген R, однако они могут оказывать в определенной степени модифицирующий эффект на экспрессию гена R. Возможно поэтому сорт Ташкент-1 по устойчивости к расе 1 уступает подвиду *mexicanum*.

В настоящее время сорт Ташкент-1 сильно поражается вилтом в связи с распространением более агрессивной расы 2. Генетическая обусловленность устойчивости сортов хлопчатника к этой расе совершенно иная, и до настоящего времени не обнаружены доноры иммунности к ней. Поражаются все сорта;

различия выражены лишь по степени поражения и динамике нарастания болезни.

У гибридов F_1 при скрещивании контрастных по выносливости сортов наблюдается неполное доминирование выносливости. В F_2 в большинстве случаев расщепление приближается к нормальному, что характерно для количественных признаков. По мнению Ф. В. Войтенко, степень поражения растений F_2 на фоне, зараженном расой 2, не отражает их генетической природы, так как на степень поражаемости растений влияют неконтролируемые условия среды. Наиболее точным критерием является оценка выносливости по показаниям семей F_3 . Здесь также наблюдается преобладание выносливых семей над неустойчивыми.

При отдаленной гибридизации, в частности с выносливым образцом 02800 *G. tricuspidatum*, гибриды оказываются более выносливыми, чем лучший родитель, что объясняется комплексным взаимодействием неаллельных генов.

Таким образом, устойчивость к разным расам гриба контролируется независимыми системами генов и, более того, устойчивость к одной и той же расе может иметь разные физиолого-биохимические или анатомические механизмы сопротивления инфекции и, следовательно, разный тип генетического контроля выносливости.

Внедрение новых сортов будет параллельно сопровождаться эволюцией новых рас гриба. Поэтому в настоящее время усилия ученых направлены не только на поиски доноров устойчивости к расе 2, но и на создание доноров комплексной устойчивости к разным расам гриба путем ступенчатой и особенно отдаленной гибридизации и накопления в генотипе новых сортов генов устойчивости к разным расам гриба.

Не установлено генетической корреляции вилоустойчивости с морфологическими и хозяйственно-ценными признаками. При проведении генетического анализа популяции по устойчивости к увяданию выявляется, что этот признак сопряжен со скороспелостью. Чем скороспелее формы, тем они менее устойчивы к вилту, и наоборот. Однако такая связь является не генетической, а физиологической. Известно, что чем позднее переходит растение в репродуктивную фазу, тем позже проявляется болезнь. Активное проявление болезни в период плодообразования хлопчатника объясняется активизацией в этот период гидролитических процессов и превращением полифенолов. Это делает растения более восприимчивыми к заболеванию (Губанов, 1969). Создается впечатление, что позднеспелые растения, у которых задерживается цветение, являются более устойчивыми. Если заболевание вилтом определять не по внешнему виду растений, а на срезе (у больных растений бурая древесина), то количество здоровых, генетически устойчивых к вилту форм одинаково как в скороспелой, так и в позднеспелой фракции гибридов (Симонгулян, 1970).

Устойчивость к фузариозному вилту. Фузариозному увяданию наиболее подвержен вид *G. barbadense* L. Возбудитель этой болезни — грибок *Fusarium vasinfectum* Atc. В отличие от вертициллеза фузариозом растения заболевают чаще в вегетативную фазу, до бутонизации. При скрещивании устойчивых сортов, как 5904-И, С-6030, с неустойчивыми типа 5476-И гибриды первого поколения имеют промежуточную устойчивость. Второе поколение расщепляется без определенных числовых соотношений, но доминирует устойчивость. Отбор устойчивых форм в F_2 высокоэффективен.

Многие исследователи считают, что устойчивость к фузариозу у *G. barbadense* L. контролируется одним доминантным геном. Однако отсутствие иммунной формы не позволяет доказать это. При скрещивании же сортов, различающихся по устойчивости, количественно получается непрерывный ряд форм с сильным доминированием устойчивости. Поэтому надо полагать, что признак также управляется полигенами. Поскольку возбудитель болезни — узкоспециализированный монофаг и устойчивость к фузариозу генетически проще, чем устойчивость к вертициллезу, решение проблемы создания фузариоустойчивых форм тонковолокнистого хлопчатника легче. Устойчивые сорта, выведенные в любой точке Средней Азии, например, в Туркмении, будут устойчивы во всех очагах инфекции.

Кроме того, поражение растений фузариозным вилтом в начале развития позволяет в условиях теплицы в зимний период проверить весь селекционный материал, сохраняя для посева в полевых условиях только устойчивые семьи (Автономов, 1972). Такой подход тоже облегчает селекцию сортов, устойчивых к поражению фузариозным вилтом.

Наследование устойчивости к гоммозу. Гоммоз — распространенное бактериальное заболевание хлопчатника, вызываемое *Nanthomonas malvacearum* Dow. Поражает посевы хлопчатника почти во всех хлопкосеющих странах мира. Бактерии проникают через трещины на оболочке семени, а также через микропиле. Поражаются растения на всех фазах развития от образования семейства до созревания коробочек. Болезнь вызывается разными штаммами гриба. Причем, разные формы и даже виды хлопчатника являются носителями разных генов, определяющих устойчивость к разным штаммам. Найт (1941) выяснил, что комплексная устойчивость контролируется десятью генами:

V_1 — слабый доминантный ген упландов¹ из Уганды;

V_2 — сильный доминантный ген упландов из Уганды;

V_3 — доминантный ген *G. hirsutum*, var. *punctatum*;

V_4 — доминантный ген *G. arboreum*, var. *bengalense*;

V_5 — частично доминантный ген *G. barbadense*;

V_6 — доминантный ген *G. arboreum*, который в сочетании с V_1 , V_2 , V_3 определяет почти полную иммунность;

¹ Упланды — сорта вида *G. hirsutum*.

B_7 — частично доминантный ген *G. hirsutum* (имеется у сорта Stonewille);

B_8 — рецессивный ген *G. anomalum*;

B_9 — доминантный ген *G. herbaceum*;

B_{10} — частично доминантный ген *G. hirsutum*, var. *punctatum*.

Вид *G. barbadense* почти не имеет генов устойчивости к бактериозу. Наибольшим числом генов устойчивости обладают старосветские диплоидные виды *G. hirsutum*, v. *punctatum* из Западной Африки. Это объясняется частыми эпифитотиями в этой зоне и действием отбора.

Передача генов устойчивости от сорта к сорту и от вида к виду возможна благодаря многократным возвратным скрещиваниям (беккроссам). Поскольку гены эти не сцеплены и комбинируются свободно, Найту удалось межвидовой гибридизацией в сочетании с беккроссами передать суданскому сорту Сакель (*G. barbadense* L.) гены B_1 и B_2 от *G. hirsutum* из Уганды, ген B_3 от var. *punctatum* и ген B_4 от *G. arboreum* и создать высокоустойчивый к гоммозу сорт Сакель. Сорт Сакель широко использовался зарубежными селекционерами как донор комплексной устойчивости к гоммозу. Хорошим донором устойчивости к гоммозу оказался также советский сорт 8802, созданный селекционером С. С. Канаш из материалов межвидовой гибридизации *G. hirsutum* L. \times *G. herbaceum*.

Таким образом, устойчивость к разным расам гоммоза обусловлена рядом доминантных и рецессивных генов, совмещение которых и получение сортов с комплексной устойчивостью возможно методом гибридизации.

Наследование устойчивости к вредителям. Устойчивость хлопчатника к вредителям связана в основном с анатомическими особенностями хлопкового растения. Устойчивость к сосущим вредителям — паутинному клещику, трипсам, цикадам определяется различным характером опушения листовой пластинки. Все формы, устойчивые к сосущим насекомым, обладают опушенностью, хотя не все опушенные формы устойчивы к вредителям. Играет роль плотность опушения, длина волосков, угол их прикрепления, толщина барьерного слоя пластинки листа. Сорта, имеющие гладкие неопушенные листья, обычно сильно поражаются. Американские исследователи считают, что устойчивость к цикадам определяется опушенностью нервации листа.

Опушенность различных частей растения обычно коррелирует между собой. Например, у *G. hirsutum* нет форм с гладким стеблем и опушенными листьями, однако такая форма описана у *G. barbadense*. Это синтетическая линия разновидности Сакель, выведенная путем многократных скрещиваний и введения в геном Сакель генов опушенности от *G. hirsutum*, *G. herbaceum*, *G. arboreum*. Найт проделал эту работу и установил, что у всех видов, кроме *G. tomentosum*, опушенность вегетатив-

ных органов контролируется одним доминантным геном H_1 , который имеет широкий спектр действия.

У сильно опушенного дикого тетраплоидного вида *G. tomentosum*, который является эндемиком Гавайского архипелага, опушенность контролируется независимым геном H_2 той же аллельной серии, как это было установлено Харландом и позднее Найтом. Этот вид имеет плотное бархатистое опушение, которое наследуется монофакториально. *G. tomentosum* использовался многими селекционерами как донор опушенности листьев.

По нашим данным волоски на эпидермисе располагаются пучками. Наибольшее количество пучков волосков — 4,7 на 1 мм^2 наблюдалось у образца 02800 (*G. tricuspidatum* ssp. *purpurascens*), но волоски относительно короткие. У большинства изученных сортов число пучков на 1 мм^2 не превышало 1. У подвида *texicanum* сорта Ташкент-1 опушение листовой пластинки минимальное. У гибридов F_1 наследование опушения имело преимущественно промежуточный характер как по числу пучков, так и по их длине, что указывает на участие многих полимерных генов.

Работы Найта и последующие работы Саундерса и других подтверждают, что опушенность управляется одним главным «ключевым» геном H_1 и серией генов модификаторов (малых генов), которые действуют только в присутствии гена H_1 , но сильно влияют на фенотипическое проявление признака. Действие этих генов аддитивное, именно поэтому во втором поколении при скрещивании форм с гладкой и опушенной поверхностью вегетативных органов образуется непрерывная кривая групп с разной степенью опушенности. Слабая опушенность может быть обусловлена малыми генами, действующими в отсутствие гена H_1 . В третьем поколении выявляются отдельные сильно опушенные линии, которые не расщепляются. Это подтверждает наличие одиночного гена H_1 с сильным эффектом. При типично полигенном наследовании выделение гомозиготных однородных линий в F_3 мало вероятно.

Хорошие доноры опушенности — старосветские диплоиды, особенно *G. apotalum* и *G. arboeum*.

Выяснено, что устойчивость к трипсам, яссидам и паутинному клещику может быть обусловлена не только опушенностью листьев (гены H_1 и H_2), но и толщиной эпидермиса листа.

Установлено, что устойчивые к паутинному клещику сорта отличаются большей толщиной барьерного слоя листьев, состоящего из двух слоев — нижнего эпидермиса и губчатой паренхимы, образующих защитный слой. Поселяясь на нижней стороне листа, паутинный клещ прокалывает кутикулу нижней эпидермы и слоя клеток нижней паренхимы.

Когда толщина барьерного слоя превышает длину хелицера клеща, создаются неблагоприятные условия для его пита-

ния. Толщина барьерного слоя положительно коррелирует с толщиной листа.

Толщина барьерного слоя листа наследуется полигенно. По нашим данным, при заметных различиях родительских форм гибриды F_1 занимают промежуточное положение; при близких значениях может наблюдаться сильно выраженный гетерозис, то есть утолщение барьерного слоя.

Толщина барьерного слоя оказалась наибольшей у дикого диплоидного вида *G. argovigianum*, у современных сортов Ташкент-8, Ташкент-6, 175-Ф и др. (170—200 и более мкм), наименьшая у дикого подвида *mexicanum* (151 мкм), Самарканд-3, тонким оказался барьерный слой образца *G. tricuspidatum* 02800 (157 мкм) (рис. 11). В литературе отмечается, что ген, контролирующий отсутствие опушения на листьях, оказывает плейотропный эффект на толщину эпидермиса. В частности, дикий диплоидный вид *G. argovigianum* отличается высокой устойчивостью благодаря толстому эпидермису, покрытому восковым налетом; листья этого вида неопушенные.

Такие вредители, как коробочный червь, капустный червь, озимая совка и хлопковый долгоносик меньше повреждают

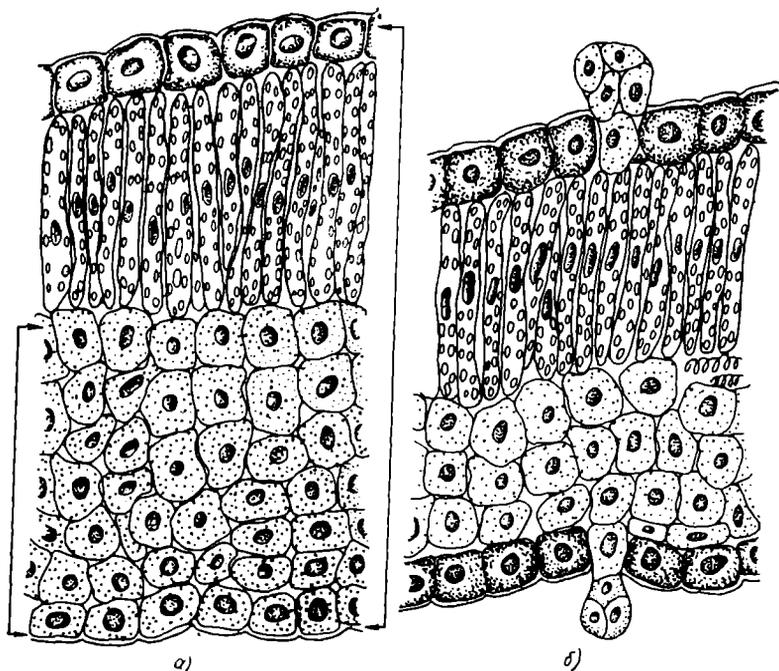


Рис. 11. Толщина листа и его барьерного слоя:

а) сорта Ташкент-8, б) сорта Самарканд-3.

формы, не имеющие нектарника на цветках и не привлекающие бабочек. Таким видом является *G. tomentosum*. Отсутствие нектарника у хлопчатника является рецессивным признаком.

Есть сведения, что озимая совка и хлопковый долгоносик сильнее повреждают сорта с небольшим содержанием госсипола. Сорта с большим числом желёзок и интенсивным выделением госсипола более устойчивы. Поэтому безгоссипольные формы, выведенные искусственно, в частности, методом индуцированного мутагенеза, оказались беззащитными против вредителей. Эти формы можно выращивать лишь при интенсивном использовании химических средств защиты. Генетическая обусловленность содержания госсипола разных форм хлопчатника не изучена.

Наследование фотопериодической реакции. Различные формы хлопчатника отличаются по фотопериодической реакции, что зависит от их первичных ареалов. Эволюция этого признака привела к обособлению среди современных хлопчатников следующих трех групп:

1) строго фотопериодичные короткодневные формы, качественно реагирующие на изменение длины дня (не цветут при длине дня выше критической). К ним относятся — тропические многолетние (дикие) и культурные формы. В условиях относительно длинного летнего дня Средней Азии эти формы не образуют плодовых ветвей, например, подвид *texicasum* вида *G. hirsutum*;

2) короткодневные формы однолетней культуры, реагирующие на длину дня количественно. При сокращении длины дня ускоряют развитие, и наоборот (сорта типа 108-Ф);

3) наиболее скороспелые хлопчатники фотопериодически почти нейтральные; на изменение длины дня реагируют очень слабо. Способны репродуцировать при круглосуточном освещении (сорта типа 1306-Шредер, С-3506).

Эволюция этого признака, также как и эволюция скороспелости, связана с продвижением хлопчатника из тропиков в более северные широты, характеризующиеся большей длиной естественного дня.

Исходный полиморфизм по фотопериодической реакции, мутации и действие естественного и искусственного отбора позволили создать современные среднеспелые сорта с очень слабой фотопериодической реакцией, или скороспелые, почти нейтральные к длине дня.

Обычно о фотопериодической реакции судят по высоте закладки первой плодовой ветви на длинном дне. При скрещивании строго короткодневного подвида *texicasum*, не закладывающего плодовых ветвей в условиях естественного длинного дня г. Ташкента, с культурными сортами типа 103-Ф (h, в пазухе 7—8 листа) или типа С-3505 (h, в пазухе 3—5 листа) в F_1 наблюдается промежуточное наследование признака. У гибридов F_1 первая плодовая ветвь закладывается в пазухе 13—14 настоящего листа.

В F_2 образуется непрерывный ряд с некоторым уклоном в сторону низкой плодовой ветви.

У гибридов со 108-Ф растения с качественной фотопериодической реакцией, не бутонизирующие до осени, т. е. аналогичные дикому короткодневному родителю, выщепляются в соотношении близком 1:15; у гибридов с сортами типа С-3506 они выщепляются в соотношении, близком 1:63. Исходя из таких соотношений предполагается, что фотопериодическая реакция контролируется полимерными генами (Симонгулян, Мухамедхапов, 1978). Дикий строго короткодневный подвид гомозиготен по трем рецессивным генам ($ph_1ph_1ph_2ph_2ph_3ph_3$), обуславливает сильную короткодневную реакцию. Сорта типа 108-Ф имеют в генотипе два доминантных гена слабой фотопериодической реакции $Ph_1Ph_1Ph_2Ph_2ph_3ph_3$; скороспелые сорта гомозиготны по всем доминантным генам $Ph_1Ph_1Ph_2Ph_2Ph_3Ph_3$.

Кохель и Ричмонд, изучавшие наследование фотопериодической реакции на сортах селекции США, подтвердили, что признак управляется полимерными генами (1965, 1974). По их данным, у культурных видов *G. hirsutum* и *G. barbadense* фотопериодическая реакция контролируется негомологичными системами. У *G. barbadense* L. частично доминирует сильная фотопериодическая реакция, у *G. hirsutum* наоборот.

В отличие от других признаков, контролируемых полимерными генами, фотопериодическая реакция очень слабо изменяется под влиянием условий среды. В частности, при любых условиях питания, водоснабжения, температуры и т. д. формы типа *texicanum* в условиях естественно длинного дня Средней Азии не бутонизируют. Поэтому, хотя признак управляется полигенной системой, наследование данного признака изложено в этой главе, а не в главе, посвященной наследованию количественных признаков.

Наследование количественных признаков

Общие принципы полигенного наследования. К количественным признакам относится подавляющее большинство хозяйственно-ценных признаков хлопчатника: скороспелость, продуктивность, длина, выход, прочность, толщина волокна, крупность коробочки и др. Чтобы охарактеризовать такие признаки, надо их измерить, взвесить, сосчитать и т. д. На основании измерений получается вариационный ряд.

Количественные признаки являются полигенными, т. е. они контролируются не одной парой, а многими генами, действующими однозначно на развитие признака. Такие гены называются полимерными. Согласно теории полимерного наследования (Нильсон-Эле, Эмерсон и Смит и др.), эффект полимерных генов как бы суммируется. Каждая активная аллель генов вносит равный вклад в развитие признака. Чем больше в

генотипе активных (доминантных) аллелей, тем сильнее выражен признак.

Одной из важных особенностей полимерного наследования является промежуточный характер признака у гибридов первого поколения в том случае, если родительские формы резко отличаются друг от друга. Это понятно, если учесть, что число активных аллелей у гибридов первого поколения является промежуточным по сравнению с обоими родителями, т. е. их больше, чем у одного родителя, и меньше, чем у другого. Например, при наиболее простой двухлокусной модели при скрещивании сортов с генотипом $A_1A_1A_2A_2$ и генотипом $a_1a_1a_2a_2$ у гибридов F_1 будет генотип $A_1a_1A_2a_2$ и промежуточный характер признака.

Для большинства гибридов второго поколения также характерно промежуточное выражение признака. Если признак контролируется двумя парами полимерных генов, то во втором поколении частоты пяти генотипов с разным числом доминантных аллелей располагаются в соотношении $1+4+6+4+1$. Это хорошо иллюстрируется на примере гибридов, полученных от скрещивания краснозерной и белозерной пшеницы в опыте Нильсона-Эле. Если признак контролируется тремя парами полимерных генов, то генотипы в F_2 располагаются в соотношении $1+6+15+20+15+6+1$. Нетрудно видеть, что числовые соотношения генотипов соответствуют коэффициентам разложения бинома Ньютона.

Если признак контролируется большим числом генов, то во втором поколении наблюдается плавная кривая, близкая к кривой нормального распределения вариантов. Фенотипические классы незаметно переходят один в другой.

При полигенном наследовании во втором поколении выделяется очень мало экземпляров, повторяющих родительские формы. При двух генах рецессивный родительский тип встречается в соотношении $1:15$, при трех генах — $1:63$, при четырех — $1:255$ и т. д. При большем числе полимерных генов родительские типы во втором поколении практически не встречаются. Таким образом, по числу выщепляющихся в F_2 растений родительского типа можно косвенно судить о числе полимерных генов.

Хотя по количественным признакам гибриды обычно занимают промежуточное положение между родителями, именно по этим признакам часто наблюдается в F_1 явление гетерозиса или превосходства гибридов над средним показателем родителей или обеими родительскими формами. Дело в том, что полигены способны, подобно главным генам, проявлять доминирование, комплементарное взаимодействие и эпистаз. Гетерозис наблюдается обычно в таких ситуациях, когда родительские формы близки по фенотипу, но имеют разную генетическую структуру признака. Например, при скрещивании сортов с генотипами $A_1A_1a_2a_2 \times a_1a_1A_2A_2$ гибрид первого поколения имеет генотип $A_1a_1A_2a_2$ и может проявить гетерозис за счет эффектов доминирова-

ния, сверхдоминирования и межгенных взаимодействий типа эпистаза. Исследования, проведенные Н. Г. Симонгулян с сотрудниками показали, что у многих образцов хлопчатника положительные значения количественных признаков контролируются рецессивными аллелями полигенов, а доминантные аллели контролируют отрицательные значения признака, что обусловлено различиями генетических процессов в популяциях самоопылителей, связанными с особенностями их системы размножения. Для самоопылителей (инбредных видов), в отличие от аутбредных видов, гомозиготное состояние является обычным. Гетерозиготы неизбежно распадаются на гомозиготы, и отбор идет на уровне гомозигот. Поэтому доминантные аллели не имеют биологического или селекционного преимущества по сравнению с рецессивными аллелями; те и другие с равной вероятностью могут быть как положительными, так и отрицательными.

Такое явление часто наблюдается по признакам, биологическая и хозяйственная ценность которых не совпадает, например, по длине, тонине, индексу волокна и др.

Представление о насыщенности популяций самоопылителей рецессивными положительными генами, впервые развитое в работах Н. Г. Симонгулян, раскрывает причину многих явлений, не объяснимых с других позиций, в частности, явление негативного гетерозиса по количественным признакам, усиление положительных трансгрессий в поздних гибридных поколениях и др.

Во втором и последующих поколениях по полигенным признакам часто наблюдается трансгрессивное расщепление. Трансгрессия при расщеплении или появлении вариантов, заходящих за крайние пределы вариационного ряда родителей, наблюдается, когда у родительских форм один и тот же фенотип складывается за счет разной структуры генотипов.

Например, у двух сортов может быть одинаковое выражение признака, хотя генетическая формула их различна. При трехлокусной модели генотипы $AABVcc$, $AAbbCC$ и $aaBVCC$ будут давать одинаковый результат. Во втором поколении от скрещивания этих сортов могут выщепляться отдельные растения с генотипом $AABVCC$. Для выявления трансгрессивных рекомбинантов, т. е. гомозиготных растений, превосходящих обе родительские формы, требуется иметь большие размеры гибридных популяций, так как число таких растений невелико.

Трансгрессивное расщепление наблюдается по многим хозяйственно-ценным признакам хлопчатника: скороспелости, крупности коробочки, длине волокна, продуктивности. Это явление представляет большой интерес для селекционеров и является основой создания новых сортов хлопчатника.

Обширное трансгрессивное расщепление наблюдается при отдаленной гибридизации, например, при скрещивании культурных сортов с диким подвидом *texicanum*.

Если высокие показатели признака управляются доминантными генами, то положительные варианты выщепляются в ран-

них гибридных поколениях; если же рецессивными генами, то крайние положительные варианты выщепляются в более поздних поколениях по мере перехода рецессивных генов в гомозиготное состояние.

При большом числе полимерных генов точное установление их числа или локализации в хромосомах обычными методами генетического анализа, разработанными для качественных (альтернативных) признаков, невозможно. Основные трудности генетического анализа полигенных признаков сводятся к следующим:

1. Количественные признаки управляются блоками генов, проявляющих не только аддитивный эффект, но и эффекты межallelных и межгенных взаимодействий. Вычленение эффекта каждого гена невозможно, и генетический анализ сводится к оценке средних эффектов генов. Направление доминирования количественных признаков различно. Изменение одних признаков в сторону возрастания контролируется доминантными генами, других — рецессивными. Генетический контроль одного и того же признака в зависимости от сортовой принадлежности может быть неоднозначным, что очень важно знать для правильного построения селекционно-семеноводческой работы.

2. Количественные признаки взаимно коррелируют. Это может быть вызвано сцеплением полигенов или их плейотропным эффектом, когда действие одного гена распространяется на многие признаки. Сцепление изменяет характер наследования, а поскольку при полимерии возможны разные варианты сцепления полигенов, то это значительно осложняет возможность проведения генетического анализа.

3. Количественные признаки сильно варьируют под влиянием условий выращивания. Такая изменчивость называется паратипической, или модификационной. Качественные признаки: окраска листа хлопчатника, тип ветвления, опушенность растений являются более консервативными и почти не изменяются в зависимости от таких факторов, как водоснабжение или условия минерального питания. В то же время агротехнические факторы и почвенно-климатические условия сильно влияют на изменчивость продуктивности, скороспелости, выхода, длины, качества хлопкового волокна и других количественных признаков.

В гибридной популяции, а также в любой генетической неоднородной популяции, наблюдающаяся изменчивость количественных признаков есть результат и генетической и паратипической изменчивости. Причем паратипическая изменчивость, особенно при невыровненном фоне может быть так сильно выражена, что будет маскировать наследственную изменчивость; может создаваться во многих случаях превратное представление о генотипе гибридов, намечаемых к отбору. Так, если гибридное растение с наследственно-обусловленной высокой урожайностью или длинным волокном оказалось случайно в

условиях недостаточного водоснабжения и, наоборот, низкоурожайный экземпляр с коротким волокном в условиях нормального водоснабжения, то по фенотипу первая форма может иметь преимущество перед второй и результаты отбора будут ошибочными.

Так называемая паратипическая или модификационная изменчивость популяции вызывается неоднородностью условий выращивания растений в эксперименте и конкурентоспособностью растений, что обусловлено различной интенсивностью ростовых процессов растений в начальных этапах онтогенеза и захватом ими большей площади питания, что ухудшает условия развития других растений и увеличивает паратипическую изменчивость.

Ни один из статистических показателей, характеризующих вариационную изменчивость (дисперсия, коэффициент вариации), не позволяет нам выяснить в какой степени изменчивость признака определяется генетическими различиями особей и в какой степени определяется условиями выращивания.

В связи со сложной генетической детерминацией количественных признаков и их сильной изменчивостью под влиянием условий среды генетический анализ проводят с помощью специальных генетико-математических моделей, позволяющих расчленить изменчивость на генетическую и паратипическую и выявить компоненты генетической изменчивости (Мазер, 1972; Грпффинг, 1956; Хейман, 1958 и др.). Интерпретация этих моделей представлена в руководстве Н. В. Турбина, Л. В. Хотылевой и Л. А. Туруниной (1974).

При помощи моделей генетического анализа можно определить: направление доминирования (доминантными или рецессивными генами контролируется изменение признака в положительную сторону); среднюю степень доминирования, как отношение доминантной дисперсии популяции к аддитивной ($\sqrt{\frac{H}{D}}$). Если это отношение больше единицы, то доминантные эффекты, определяющие гетерозис, играют очень важную роль в генетическом контроле признака. Генетический анализ позволяет выявить соотношение доминантных и рецессивных генов в полигенных блоках сортов и линий, используемых в скрещивании. Эти и другие параметры, выявляемые при помощи генетического анализа, имеют важное значение для подбора родительских пар, направления и интенсивности отбора в селекционной практике.

Недостатком моделей является то, что в их рамках можно определить генетико-статистические показатели признаков изучаемой популяции лишь в конкретных условиях места и года. Изменение тех или иных лимитирующих факторов среды может непредсказуемо изменить результат генетического анализа. Поэтому важным условием использования отмеченных моделей являются строго контролируемые условия среды. Получение относительно стабильных селекционно-генетических параметров с помощью генетико-математических моделей вполне возможно

в зоне поливного земледелия Средней Азии, отличающейся относительно малыми колебаниями погодно-климатических условий в вегетационный период. Для этого необходимо выполнение всех требований, предусмотренных методикой закладки полевого эксперимента.

Ценную информацию о генетической обусловленности признака дают показатели наследуемости.

Фенотипическая изменчивость признака в популяции представляет результат генетической неоднородности популяции и изменчивости, вызванной влиянием условий среды. Поэтому фенотипическую дисперсию признака можно выразить следующим образом:

$$\sigma_{\text{ph}}^2 = \sigma_{\text{г}}^2 + \sigma_{\text{е}}^2,$$

где σ_{ph}^2 — дисперсия фенотипическая; $\sigma_{\text{г}}^2$ — “ генотипическая; $\sigma_{\text{е}}^2$ — “ паратипическая.

Отношение генотипической дисперсии к общей фенотипической называется наследуемостью признака в широком смысле и выражается через символ.

$$H^2 = \frac{\sigma_{\text{г}}^2}{\sigma_{\text{ph}}^2} \text{ или } H^2 = \frac{\sigma_{\text{г}}^2}{\sigma_{\text{г}}^2 + \sigma_{\text{е}}^2}.$$

Генотипическая дисперсия популяции состоит из трех компонентов — дисперсии аддитивной, эффект которой не теряется в потомстве, и дисперсий, обусловленных эффектами доминирования и взаимодействия неаллельных генов:

$$\sigma_{\text{г}}^2 = \sigma_{\text{А}}^2 + \sigma_{\text{Н}}^2 + \sigma_{\text{N}}^2,$$

где $\sigma_{\text{А}}^2$ — аддитивная дисперсия; $\sigma_{\text{Н}}^2$ — дисперсия доминантных “ ; σ_{N}^2 — дисперсия, вызванная неаллельным взаимодействием генов.

Эти эффекты теряются при расщеплении. Отношение аддитивной дисперсии к общей фенотипической дисперсии выражает наследуемость в узком смысле:

$$h^2 = \frac{\sigma_{\text{А}}^2}{\sigma_{\text{А}}^2 + \sigma_{\text{Н}}^2 + \sigma_{\text{N}}^2 + \sigma_{\text{е}}^2}.$$

Чем больше паратипическая изменчивость признака, вызываемая влиянием условий среды ($\sigma_{\text{е}}^2$), тем ниже показатели наследуемости, и наоборот, признаки, мало изменяющиеся под влиянием условий выращивания, имеют показатели наследуемости, близкие к единице.

Наследуемость зависит также от генетической обусловленности признака. Чем генетически сложнее признак, тем большим числом генов он контролируется, тем ниже показатели наследуемости.

В табл. 3 приводим показатели наследуемости признаков хлопчатника в широком смысле. Наследуемость таких признаков, как продуктивность и тонина или крепость волокна резко отличаются.

Наследуемость количественных признаков хлопчатника (H^2 в широком смысле). Данные Н. Г. Симонгулян

Гибрид	Продуктивность	Длина вегетационного периода	Крупность коробочки	Выход волокон	Длина волокон	Тонина волокон	Крепость волокна	Разрывная длина волокна
<i>G. hirsutum</i> L								
141 × С-4534		0,33	0,54	0,58	0,55	0,71	0,59	0,72
141 × С-8260	0,3	0,17	0,48	0,51	0,4			
141 × 133	0,26	0,27	0,43	0,44	0,57			
141 × 149-Ф	0,23	0,22	0,51	0,39	0,38			
141 × Ташкент-1	0,2	0,32	0,44	0,43	0,54			
133 × С-4534	0,27	0,25	0,34	0,6	0,41			
133 × С-8230	0,22	0,28	0,56	0,61	—	0,66	0,63	0,72
133 × 149-Ф	0,23	0,16	0,48	0,44	0,51			
149-Ф × С-4534	0,38	0,34	0,46	0,36	0,49			
149-Ф × С-8260	0,28	0,17	0,46	0,42	0,39			
149-Ф × подвид мексиканум		0,7	0,81	0,71	0,67			
<i>G. barbadense</i> L								
С-6030 × С-6034	0,3	0,24	0,32	0,46	0,44			
5904-И — С-6030	0,25	0,25	0,38	0,42	0,55			
5904-И × С-6034	0,31	0,25	0,35	0,35	0,5			

В табл. 4 приведены показатели наследуемости некоторых признаков в широком H^2 и узком h^2 смысле. В тех случаях, когда различия между H^2 и h^2 небольшие, это указывает на то, что изменчивость признака обусловлена преимущественно аддитивными генами; неаддитивные эффекты (доминирование, сверхдоминирование, неаллельное взаимодействие), обуславливающее гетерозис, слабо выражены. Большие различия между H^2 и h^2 указывают, что гены, контролирующие признак, проявляют сильные неаддитивные эффекты. Гетерозис для таких признаков более характерен. Таким образом, по соотношению показателей наследуемости в широком и узком смысле можно судить о сравнительной роли компонентов генетической изменчивости.

Показатели наследуемости признака являются главными критериями эффективности отбора и имеют большое значение для селекции. Этот вопрос будет рассмотрен в следующей главе.

Наследуемость является важным показателем при изучении наследования количественных признаков. Коэффициент наследуемости отражает ту долю фенотипической изменчивости признака, которая обусловлена генотипической неоднородностью популяции. Коэффициенты наследуемости варьируют от 0 до 1.

Следует помнить, что наследуемость—категория стратегическая: анализ наследуемости позволяет выработать общие пред-

Соотношение показателей наследуемости признаков хлопчатника

№ п.п	Гибридная комбинация	Коробочек на 1 растение, шт.		Продуктивность	
		H ²	h ²	H ²	h ²
1.	149-Ф × С-3506	0,28	0,09	0,199	0,056
2.	149-Ф × С-8260	0,24	0,06	0,16	0,03
3.	141 × Ташкент-1	0,25	0,13	0,26	0,06
4.	С-3506 × mexicana m	0,63	0,23	—	—

ставления, определяющие дифференцированный подход к интенсивности отбора по разным признакам и в разных популяциях в зависимости от степени их гетерогенности. Но это не значит, что ежегодно следует определять коэффициенты наследуемости для повышения эффективности селекционной работы.

Этот вопрос будет дополнительно рассматриваться в разделе «Селекция хлопчатника».

Наследование скороспелости. Скороспелость — важный хозяйственно-ценный признак хлопчатника. Значение этого признака особенно велико для хлопкосеющей зоны Советского Союза, расположенной между 37 и 40° северной широты. Скороспелость в наших условиях определяет размеры урожаев, качество хлопка-сырца и волокна, машинную уборку урожая и др.

Скороспелость — это структурно-сложный признак и определяется он рядом элементов: продолжительностью вегетативной фазы (всходы — бутонизация), а также продолжительностью периодов, необходимых для превращения бутона в цветок и однодневной завязи в раскрытую коробочку. Критериями этих межфазных периодов является дата начала и 50% бутонизации, цветения и созревания. Морфологическим показателем скороспелости, коррелирующим с датой бутонизации, является высота закладки первой симподиальной ветви (h_3). Важным показателем скороспелости являются темпы накопления бутонов, цветов и раскрытия коробочек. Это выражается в продолжительности коротких и длинных очередей бутонизации, цветения и созревания. Перечисленные признаки управляются разными полигенными системами.

Скороспелость в целом довольно сильно варьирует в зависимости от почвенно-климатических условий и агротехники. При повышенных дозах азота и переполивах созревание хлопчатника сильно затягивается. Изменчивость показателей скороспелости в различных условиях выращивания неодинакова: одни из них, как высота закладки первого симподия или продолжительность периода от бутонизации до цветения, относительно мало подвержены паратипической изменчивости; другие, как продолжительность периода от цветения до созревания, сильно

в широком (H^2) и узком (h^2) смысле

Крупность коробочки		Длина вегетационного периода		Выход волокна		Длина волокна	
H^2	h^2	H^2	h^2	H^2	h^2	H^2	h^2
0,35	0,23	0,28	0,13	0,5	0,47	0,57	0,39
0,39	0,28	0,29	0,07	0,53	0,43	0,49	0,37
0,49	0,26	0,29	0,11	0,48	0,43	—	—
—	—	0,65	0,33	0,55	0,43	0,83	0,61

варьируют в зависимости от влажности, температуры, освещения, вентиляции куста и др. Изменчивость скороспелости в пределах сортов и гибридных популяций есть результат наследственной и ненаследственной изменчивости, что надо учитывать при генетическом анализе. Большинство исследователей считает, что продолжительность вегетативной фазы (всходы — бутонизация) контролируется небольшим числом генов, причем раннее наступление фазы доминирует над поздним.

Наступление бутонизации или продолжительность вегетативной фазы хлопчатника положительно коррелирует с высотой закладки первого симподия h_s . Чем выше закладка первого симподия, тем позже наступает бутонизация.

При скрещивании сортов вида *G. hirsutum* L. с низкой закладкой первого симподия на третьем-пятом узле с сортами,

Таблица 5

Наследование высоты закладки первого симподия и длины вегетационного периода гибридами F_1

Сорт и гибридная комбинация	Высота закладки первого симподия		Длина вегетационного периода	
	М	$\pm m$	М	$\pm m$
149-Ф	6,6	0,04	131	2,04
133	5,3	0,08	124	2,98
mexicanum \times 133 (длинный день)	12,8	0,35	—	—
mexicanum \times 133 (короткий день)	5,3	0,2	135	0,6
mexicanum \times 149-Ф (длинный день)	13,5	1,1	—	—
mexicanum \times 149-Ф (короткий день)	8	0,3	151	0,22
mexicanum (короткий день)	13,8	0,8	163	0,22

имеющими высокую закладку симподия (на 8—10 узле), у гибридов первого поколения совершенно четко доминирует низкая закладка. Гибриды могут занимать и промежуточное положение, но почти всегда уклоняются в сторону скороспелого родителя с низкой закладкой. Если скрещиваются культурные сорта типа 149-Ф с дикой короткодневной моноподиальной формой *texicanum*, у которой первый симподий на коротком дне закладывается в пазухе 13—14 настоящего листа, то у гибридов первого поколения на коротком дне первый симподий закладывается в пазухе пятой — восьмой ветви (табл. 5), т. е. доминирует низкая закладка. По данным Харланда, при скрещивании симподиальных форм с типичными моноподиальными, у которых первый симподий закладывается в пазухе 30 узла и выше, также доминирует низкая закладка, т. е. симподиальное ветвление. Это облегчает селекционную работу.

Во втором поколении происходит расщепление популяции по этому признаку, образуется непрерывный ряд форм, при этом подавляющее большинство растений уклоняется в сторону родителя с низкой закладкой первого симподия.

При коротком 10-часовом дне, когда снят фактор фотопериодической реакции, растения с высотой закладки первого симподия типа *texicanum* выщепляются с частотой 1:15. Это позволяет считать, что признак управляется двумя полимерными генами.

Высота закладки первого симподия имеет высокую наследуемость. У гибридов второго поколения наследуемость высоты закладки первого симподия колебалась в пределах 0,4—0,7 (по Н. Г. Симонгулян). Это указывает, что фенотипические различия во втором поколении преимущественно (на 40—70%) наследственного характера и отбор по этому признаку эффективен.

Наследование продолжительности фазы бутонизации и цветения имеет примерно такой же характер. По данным разных исследователей, наследуемость даты цветения высокая — 0,4—0,7 и выше.

Продолжительность периода от цветения до созревания и длина вегетационного периода в целом — генетически более сложные признаки. Период от цветения до созревания состоит из двух самостоятельных этапов — периода роста коробочки и периода физиологического созревания содержимого семени и волокна. Первый период более стабильный, второй — более изменчив и зависит от сорта и условий выращивания.

Длина вегетационного периода является генетически еще более сложным признаком.

Гибриды первого поколения от скрещивания сортов, резко отличающихся по длине вегетационного периода, обычно имеют промежуточную скороспелость. При скрещивании сортов, близких по скороспелости, но с разной структурой этого признака, гибриды могут быть скороспелее обеих родительских форм. Это происходит за счет рекомбинации структурных элементов

признака (например, доминирование короткой фазы периода «всходы — бутонизация» одного родителя и короткой фазы «цветение — созревание» другого родителя).

Данные полигенного анализа большой группы сортов вида *G. hirsutum*, показали, что наследование признака обусловлено аддитивными и неаддитивными эффектами генов; характерно неполное доминирование скороспелости (короткий вегетационный период). Средняя степень доминирования обычно меньше единицы. Изменение признака в положительную сторону управляется доминантными генами. По длине вегетационного периода очень часто наблюдается трансгрессивное расщепление, и отбором можно выделить формы скороспелее обоих родителей. Например, при скрещивании сорта 108-Ф с дикой позднеспелой формой *texicanum* во втором и последующих поколениях выщепляются растения скороспелее скороспелого культурного родителя.

Многие скороспелые сорта хлопчатника получены в результате трансгрессивного расщепления. Например, широко районированный на севере республики скороспелый сорт хлопчатника С-4727 получен при скрещивании среднеспелых сортов 137-Ф × С-1470.

Поскольку длина вегетационного периода хлопчатника генетически сложный признак, сильно варьирующий под влиянием условий среды, то в отличие от других культур наследуемость его невысока и колеблется от 0,16 до 0,33, что зависит от комбинации скрещивания (табл. 3). Это значит, что только примерно 20—30% изменчивости имеют наследственный характер, а остальная изменчивость имеет модификационный характер.

При скрещивании видов *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L., резко отличающихся по дате созревания, гибриды F₁ часто занимают промежуточное положение, причем в комбинациях с резко выраженным гетерозисом вегетативных органов они могут быть позднеспелее родителей. У межвидовых гибридов, обладающих сильным гетерозисом почти по всем признакам, гетерозис по скороспелости может не наблюдаться. Для получения скороспелых гибридов следует вовлекать в скрещивание наиболее скороспелые сорта вида *G. barbadense* с ограниченным ростом и вегетативной массой. Во втором поколении происходит сильное расщепление по всем признакам и в том числе по скороспелости. Выщепляются растения по видовым признакам типа *G. hirsutum*, *G. barbadense* и промежуточные. Последние вновь распадаются на исходные виды в следующем поколении. Обычно гибриды с видовыми признаками *G. hirsutum* L. более скороспелые, чем гибриды, относящиеся к виду *G. barbadense* L. Но такое расхождение признаков в соответствии с видовой принадлежностью нельзя рассматривать как правило.

Наследование длины волокна. Длина волокна хлопчатника сильно изменяется под влиянием условий выращивания — режима поливов, подкормок, температуры и т. д. Длина волокна

изменяется в пределах растения, что зависит от местоположения коробочки на растении, в пределах дольки и даже на семени. В пределах семени на микропилярной и халазальной частях различия могут достигать 5—6 мм. В коробочках центральной части куста, на семенах, расположенных в середине дольки, на халазальной части семени обычно наиболее длинное волокно. Паратипическую изменчивость следует иметь в виду при проведении генетического анализа.

Наследование длины волокна хлопчатника изучалось с начала XX века.

При внутривидовой и межвидовой гибридизации гибридов первого поколения наблюдается полное или неполное доминирование, а также гетерозис, степень которого зависит от комбинации скрещивания. При скрещивании сортов, сходных по длине волокна, гибриды могут проявлять более сильный гетерозис по этому признаку, т. е. иметь волокно длиннее, чем у обоих родителей. Полигенный анализ обнаружил, что наследование признака у гибридов F_1 определяется эффектами аддитивных и неаддитивных генов; наиболее характерно неполное доминирование длинного волокна. Изменение признака в сторону возрастания у одних сортов управляется доминантными генами, у других—рецессивными. Волокно гибридов второго поколения по средним показателям короче, чем волокно гибридов F_1 из-за затухания гетерозиса.

Во втором и последующих поколениях возможны случаи выщепления растений с более длинным волокном, чем у лучшего родителя, т. е. может наблюдаться трансгрессивное расщепление. Можно привести много примеров выведения длинноволкнистых сортов с помощью трансгрессивной селекции. Селекционером Е. И. Аркатовой из гибридной популяции, полученной от скрещивания сортов 138-Ф×С-5405, выведен и районирован сорт 133. Этот сорт значительно превосходит по длине и качеству волокна обоих родителей. У сорта 138-Ф длина волокна 34—35 мм, качество приближается к IV промышленному типу, однако крепость волокна низкая — 4,0—4,2 г. Сорт С-5405 имеет длину волокна 32—33 мм и качество V промышленного типа. У сорта 133 волокно длиной 35—38 мм, метрический № 6280, крепость — 5,2 г, разрывная длина — 32,4 мм. Волокно этого сорта соответствует нормативам IV промышленного типа па высшем уровне, т. е. лучше, чем у обоих родителей. Таким же образом созданы сорта 141 и 173 с длинным волокном, используемые как исходный материал.

Наследуемость длины волокна в F_2 по разным комбинациям высокая — 0,4—0,6. Это указывает на достаточно высокую эффективность отбора.

Установлено, что генетическая детерминация длины волокна у разных сортов хлопчатника может быть неодинакова. В том случае, когда длинное волокно у исходной формы контролируется доминантными генами, длинноволкнистые растения будут вы-

щепляться в ранних гибридных поколениях и интенсивный отбор по длине волокна надо начинать в F₂. Если же длинное волокно управляется рецессивными генами и в F₁ доминирует короткое волокно, то длинноволокнистых форм в ранних гибридных поколениях будет мало, количество их будет нарастать из поколения в поколение по мере перехода рецессивных генов в гомозиготное состояние и проявления их комбинированного эффекта. В табл. 6 представлены вариационные ряды по длине волокна в популяции F₂ и семьях F₃, F₄ гибридной комбинации 141×Ташкент-1. Длина волокна сорта 141 равна 38—40 мм, а сорта Ташкент-1—31—33 мм.

Результаты генетического анализа показывали, что длинное волокно сорта 141 контролируется рецессивными генами. Средняя длина волокна гибридной популяции F₁ равнялась 33,8 мм. В F₂ наблюдается обширное расщепление, однако растений с длиной волокна больше 36,5 мм не обнаружено. В популяции F₂ было отобрано по 8—10 растений с одинаковой среднеклассовой длиной волокна — 31, 32, 34 и 36 мм. Потомство этих растений было высеяно в виде семей F₃.

В табл. 6 приводятся вариационные ряды F₃ по четырем фракциям, в каждую фракцию включено восемь семей. В семьях F₃, представляющих потомство растений с длиной волокна 32, 34 и 36 мм, число растений со среднеклассовой длиной волокна 36 мм возросло; появились новые классы растений с длиной волокна 37—38 мм. Из двух фракций с исходной длиной в F₂ 32 и 36 мм были вновь отобраны четыре фракции растений с одинаковой длиной.

В семьях F₄, представляющих потомство растений F₃ со среднеклассовой длиной волокна 34, 35 и 37 мм, резко возросло число растений с длиной волокна 37—39 мм.

Таблица 6

Вариационные ряды по длине волокна в F₂ и семьях F₃, F₄ (141 × С—4534)

Попо- ление	Показатели родо- пачальников			n	Длина волокна, мм (среднеклассовая)														
	X F ₂	X F ₃	X		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
F ₂	31,0		32,7	331	4	21	32	31	37	84	69	38	13	2					
F ₃	32,0		32,1	131		6	15	27	39	30	12	2							
"	34,0		33,2	143			4	6	22	38	32	29	10	4					
"	36,0		33,8	144			3	8	14	37	41	32	9	2	3				
"	36,0		34,6	139					9	18	29	48	19	10	2				
F ₄	32,0	32,0	31,6	132	3	9	14	43	49	36	8	—	—	—	—			1	
"		34,0	33,7	151			2	4	18	44	37	24	9	9	3				
"		35,0	34,3	139			1	3	10	19	48	29	10	4	2	2			
"		37,0	36,0	117					6	10	24	36	20	16	5				
F ₄	36,0	32,0	32,4	141			9	25	43	36	20	6	2					1	
"		34,0	34,0	135				7	21	19	42	29	7	8	9	1			
"		35,0	34,7	134					10	16	36	33	18	12	5	3			
"		37,0	35,7	153					2	13	24	23	48	22	17	4			

Эти данные показывают, что в изученной комбинации браковка в F_2 растений со среднеклассовой длиной волокна 32 мм была бы ошибочной. В потомстве F_3 и F_4 этих гибридов выщепилось много растений с длиной волокна до 38 мм и более. Число их было немногим меньше, чем в потомстве гибридов F_2 со среднеклассовой длиной волокна 36 мм.

В семях F_4 , ведущих происхождение от растений F_3 с длиной волокна 32 мм, не обнаружено гибридов с волокном длиннее 35 мм. Таким образом, если необходимо сохранение гетерозиготных растений F_2 и F_3 с длиной волокна 32 мм, то в F_4 целесообразно их оставлять из-за высокой степени гомозиготности селекционного материала. Это подтверждается при анализе семей F_5 .

Учет отрицательной генетической корреляции длины и тонины волокна с рядом других хозяйственно-ценных признаков показывает, что ранняя браковка растений по длине волокна снижает гибридные популяции и снижает шансы выявления растений, сочетающих длинное волокно с хорошими показателями других признаков.

Известны данные о появлении наиболее длинноволокнистых форм в поздних гибридных поколениях F_6 и F_7 . Результаты наших исследований дают теоретическое объяснение этим фактам.

Выявление неоднозначности генетической детерминации одинаковых значений признака у разных сортов, а также возможность генетического контроля высоких положительных значений количественного признака рецессивными генами имеет важное значение для оптимизации отбора по качеству волокна у хлопчатника и позволяет ставить вопрос о коренной перестройке методики отбора.

В зоне орошаемого земледелия Средней Азии, где селекционно-генетические параметры относительно стабильны, полигенный анализ, позволяющий выявить генетическую детерминацию признаков исходного материала, должен иметь характер постоянной генетической службы.

При использовании в качестве исходного материала сортообразцов, длина, тонина и крепость волокна у которых управляется рецессивными генами, интенсивный отбор на качество волокна целесообразно начинать не раньше F_4 по мере перехода рецессивных генов в гомозиготное состояние. В F_2 и F_3 возможна браковка только наиболее коротковолокнистой фракции.

Принцип дифференциации интенсивности отбора в поколениях в зависимости от характера генетической детерминации признаков должен быть положен в основу оптимизации отбора по качеству волокна при любой схеме селекционного процесса.

Наследуемость длины волокна при межсортовой гибридизации колеблется в пределах 0,4—0,7 мм, при резких различиях между родителями и межвидовой гибридизации она может достигать 0,8—0,9, т. е. 80—90% изменчивости, в популяции может иметь наследственный характер.

Некоторые авторы специальными методами подсчитывали число генов, контролирующих различия между разными сортами тетраплоидных видов. Небольшие различия по длине волокна по Муррею (1947) обусловлены 4—9 генами, более резкие различия по данным Джонса (1959) могут быть обусловлены 15—19 генами. По данным Н. Г. Симонгуляна, различия между родителями в 12 мм у отдаленного гибрида 149-Ф×*texicaput* контролируются как минимум 11—12 парами генов.

Точно определить число генов, управляющих признаком длины волокна, невозможно, но характер поведения гибридного потомства, показатели наследуемости признака убедительно указывают на его полигенный характер. При межвидовом скрещивании *hirsutum*×*barbadense* у гибридов первого поколения обычно наблюдается полное доминирование длинного волокна и высокое качество вида *G. barbadense* (А. И. Автономов). В последующих поколениях наблюдается сложное расщепление. Гибриды типа *G. barbadense* L. преимущественно имеют более длинное волокно, чем гибриды типа *G. hirsutum*. Здесь явно наблюдается тенденция к разъединению геномов. Однако в отдельных случаях гибриды, имеющие видовые признаки *G. hirsutum*, имеют длинное волокно высокого качества. Надо полагать, что полигенные признаки, регулируемые аддитивными генами с небольшим эффектом действия, не являются характерными для видов и геномов и улучшение видов при помощи межвидовой гибридизации по отдельным признакам возможно. Этот перспективный путь, именуемый интрогрессивной селекцией, часто используется селекционерами.

Наследование выхода волокна и его компонентов. В настоящее время много внимания уделяется изучению генетики выхода волокна. В связи с переходом хлопководства на планирование урожая волокна и отсутствием в производстве сортов вида *G. hirsutum* L. с выходом волокна выше 36%, создание высоковыходных сортов стало важной задачей селекции.

Выход волокна хлопчатника является сложным признаком — он определяется массой семян и индексом волокна. Индекс волокна — это масса волокна 1000 семян, выраженная в граммах, и зависит от крупности семян и плотности расположения волокна на семени. Выход волокна определяется сортовой и видовой принадлежностью. Паратипическая изменчивость признака зависит от расположения семян в дольке и коробочке на растении. Более высокий выход волокна наблюдается у семян, расположенных в верхней части дольки и в коробочках центральной части куста. Снижение выхода волокна в коробочках периферийной части куста происходит из-за снижения массы семян и индекса волокна.

Выход волокна сорта сильно варьирует, что зависит от почвенно-климатических, метеорологических условий и агротехники. Показатели выхода волокна изменяются при этом до 3—4%.

В районах с высокой влажностью воздуха и хорошей водообеспеченностью выход снижается за счет повышения массы семян. Наоборот, в условиях подсушки выход может повышаться благодаря уменьшению веса семян. В случаях, когда уменьшение массы семян сочетается с резким падением индекса, выход может снижаться.

Установлено, что при скрещивании низковыходных сортов с высоковыходными гибриды первого поколения обычно имеют промежуточный выход волокна. Наследование выхода волокна обусловлено наследованием его структурных компонентов — массы семян и индекса волокна.

При скрещивании сортов, различающихся по массе 1000 семян, у гибридов F_1 обычно наблюдается положительный гетерозис, как превосходство над лучшим родителем. Исключение составляют случаи, когда различия между родителями выражены резко. В такой ситуации действует основной закон полимерии — промежуточное наследование признака. Генетический анализ по полигенной модели указывает на важную роль неаддитивных генных эффектов; характерно явление сверхдоминирования.

Довольно схож механизм наследования индекса волокна; эффекты сверхдоминирования определяют гетерозис по этому признаку; изменение индекса волокна в сторону возрастания управляется доминантными генами.

Гетерозис по выходу волокна наблюдается редко. Это объясняется тем, что компоненты выхода волокна — масса 1000 семян и индекс волокна обнаруживают сильную отрицательную генетическую корреляцию; гетерозис по этим признакам оказывает на выход волокна противоположный эффект, что определяет, как правило, отсутствие гетерозиса по выходу волокна. Возможны и другие ситуации, в частности, при разной структуре признака родителей, когда скрещиваются сорта, один из которых имеет мелкие семена и низкий индекс, а другой — крупные семена и высокий индекс, у гибрида возможна перекombинация компонентов признака и более высокий или более низкий выход, чем у родителей. Таким образом, выход волокна у гибридов F_1 определяется наследованием его структурных элементов — массы семян и индекса волокна, и могут наблюдаться любые варианты наследования. Во втором и последующих поколениях наблюдается сложное расщепление, возможны трансгрессии, т. е. появление константных особей, превосходящих крайние варианты родителей. Трансгрессивное расщепление по выходу волокна отмечал еще в 30-х годах В. И. Кокуев. По мнению Ричмонда, выход волокна контролируется главными генами и системой генов модификаторов, каждый из которых оказывает незначительное действие на проявление признака.

При скрещивании обычных сортов хлопчатника с безволокнистыми (абсолютно голосемянными) мутантами в первом по-

колении наблюдается промежуточное наследование признака. Во втором поколении проявляется вся гамма переходов от безволокнистости до высокого выхода волокна. Это характерно для полимерных признаков. Как отмечает Д. А. Мусасв (1972), гены подпушка оказывают плейотропное действие на образование волокна. Выход волокна выше у форм с наличием подпушка.

Наследуемость выхода волокна, по данным зарубежных исследователей, у вида *G. hirsutum* колеблется в пределах 0,6—0,7. У межвидовых гибридов она еще выше и может достичь 0,9. Данные, полученные на гибридах советского хлопчатника, подтверждают, что наследуемость признака в F_2 достигает примерно 0,4—0,6, а у отдаленного гибрида с подвидом *texicanum* — до 0,79. При такой наследуемости отбор высокоэффективен. Попытка подсчитать число генов, контролирующих различия по выходу волокна между сортами, позволила установить, что различия между сортами вида *G. hirsutum* в 6—7% контролируются как минимум 8 парами генов. У тонковолокнистого хлопчатника различия в 3—5% управляются 2—4 парами генов.

При межвидовых скрещиваниях наследование выхода волокна отличается от наследования длины. Гибриды F_1 преимущественно занимают промежуточное положение или уклоняются в сторону низковыходного родителя. Это объясняется гетерозисом по весу семян. Описаны реципрокные эффекты, т. е. зависимость выхода волокна гибрида от материнского родителя.

Наследование разрывной нагрузки. Одним из важнейших хозяйственно-ценных признаков хлопчатника является качество волокна. Главные технологические показатели качества волокна — прочность одиночного волокна (разрывная нагрузка) и тонины (линейная плотность). В зависимости от этих основных показателей волокно сортов относят к различным промышленным типам. Прочность волокна варьирует под влиянием условий выращивания. При недостаточном водоснабжении, низком агрофоне волокно имеет пониженную прочность, низкую разрывную нагрузку и не соответствует нормативам своего типа. Наследование технологических качеств волокна советских сортов недостаточно изучено из-за трудоемкости анализов и невозможности исследования по этим признакам достаточно обширных популяций. В селекционной практике качество волокна изучают не раньше 4—5 поколения по средним пробам семей. Это исключает возможность проведения генетического анализа.

По крепости волокна у гибридов F_1 при внутривидовых скрещиваниях обычно наблюдается отклонение от среднего показателя родителей, иногда промежуточное наследование. Гетерозис, как превосходство над родительскими формами, мало характерен для этого признака.

Генетический анализ крепости волокна на большой группе сортов советского хлопчатника показал, что наследование этого признака в большой степени обусловлено аддитивными генами;

доминантные эффекты выражены слабее, чем аддитивные. Гены, контролирующие признак, обнаруживают неполное доминирование, что определяется отсутствием гетерозиса по данному показателю.

В работе Тахани Хассан (1980) у группы сортов обнаружено неполное доминирование слабого волокна, а крепкое волокно контролируется рецессивными генами. Направление доминирования следует учитывать в селекционной работе. При доминировании отрицательного признака изменяется подход к отбору и браковке в ранних гибридных поколениях, так как выщепление форм с крепким волокном можно ожидать в более поздних поколениях, по мере перехода всех рецессивных генов, контролирующих данный признак, в гомозиготное состояние. Следует отметить, что у других сортов генетический контроль признака может быть иным и требуется генетический анализ обширного исходного материала.

Наследуемость признака довольно высокая, в пределах 0,5—0,8. При такой наследуемости отбор должен быть высокоэффективен, однако из-за того, что крепость волокна в F_2 и F_3 не анализируется, эффективность селекции по этому признаку недостаточно высока.

По данным Аль Джибури и Миллера (1958), у межвидовых гибридов наследуемость крепости волокна равнялась 0,68. Это указывает на высокую эффективность отбора в популяциях межвидовых гибридов. Гены, контролирующие прочность волокна, способны к рекомбинациям при межвидовой гибридизации. Бисли (1942) получил фертильный аллотетраплоид удвоением числа хромосом межвидового гибрида *G. thurberii* × *G. arborescens*. Скрещиванием этого аллотетраплоида с культурным сортом вида *G. hirsutum* Coker 100 wilt был получен трехгеномный гибрид. Крепость волокна этой формы была выше, чем у всех известных сортов и видов хлопчатника.

Наследование линейной плотности (тонины) волокна. Тонина волокна наследуется несколько иначе, чем прочность волокна. При внутривидовых скрещиваниях гибриды часто проявляют гетерозис как отклонение от среднего показателя родителей или как превосходство над лучшими или худшими грубоволокнистыми родителями, т. е. позитивный и негативный гетерозис. Генетический анализ тонины волокна по полигенной модели показал значительность как аддитивных, так и доминантных эффектов генов. Характерно явление сверхдоминирования, определяющее гетерозис.

В исследованиях кафедры генетики Ташкентского сельскохозяйственного института было установлено, что генетический контроль тонины волокна неоднозначен: тонкое волокно может контролироваться как доминантными, так и рецессивными генами. В частности, у сортов 173, 133 вида *G. hirsutum* тонкое волокно контролируется доминантными генами, а у сортов Кзыл-Рават, 141, С-2602 тонкое волокно контролируется рецес-

сивными генами. Известно, что волокно подвида *texicanum* очень тонкое (метрический № около 9000). Оно также управляется рецессивными генами. Неоднозначность генетического контроля признака у разных сортов еще раз указывает на необходимость генетического анализа исходного материала.

При межвидовых скрещиваниях *G. hirsutum* × *G. barbadense* обычно доминирует волокно тонковолокнистого хлопчатника.

Тонина волокна относительно мало изменяется под влиянием условий среды. Наследуемость этого признака высокая — в пределах 0,5—0,8, что указывает на эффективность отбора и вообще селекции сортов с тонким волокном. Препятствием является, с одной стороны, трудоемкость анализа тонины волокна (в связи с чем этот анализ начинается не раньше F_3), с другой стороны, тонина волокна проявляет очень сильную отрицательную корреляцию с крепостью и продуктивностью волокна, и требуется большая осмотрительность при проведении отборов.

Наследование крупности коробочек. Крупность коробочки (масса хлопка-сырца одной коробочки) — сложный признак, зависит от числа долек, числа и массы семян, индекса волокна. Каждый из этих признаков наследуется совершенно независимо от других, и масса сырца одной коробочки гибрида зависит от перекombинации структурных элементов признака. Промышленные сорта различают по массе сырца одной коробочки. У сортов вида *G. hirsutum* этот признак колеблется от 3 до 8—10 г, у *G. barbadense* L. — от 2 до 4 г. При скрещивании сортов, резко различающихся по крупности коробочки, гибриды первого поколения занимают промежуточное положение между родительскими формами. При межвидовых скрещиваниях тетраплоидных видов и у гибридов с диким подвигом *texicanum* доминирует мелкая коробочка. При скрещивании сортов со сходными показателями этого признака у гибридов F_1 часто наблюдается гетерозис. Превосходство гибридов над родителями по крупности коробочки может произойти за счет увеличения количества семян, их абсолютного веса или индекса волокна, либо всех этих факторов вместе взятых. Доказано, что наследование признака обусловлено аддитивными и доминантными генами. Характерно сверхдомпнирование, определяющее гетерозис; у культурных сортов изменение признака в сторону возрастания управляется доминантными генами. Во втором поколении образуется непрерывный вариационный ряд. Вместе с тем отбор в F_2 и F_3 высокоэффективен. Наследуемость признака в F_2 , по данным советских и зарубежных исследователей, достигает примерно 0,3—0,6, а у отдаленных гибридов и выше (табл. 3). Установлено, что различия по крупности коробочки между культурными сортами и диким видом *texicanum* в пределах 5—7 г управляются не менее чем 5—7 парами генов.

Наибольший интерес представляют те формы, у которых масса хлопка-сырца одной коробочки возрастает за счет увеличения числа семян в коробочке и индекса волокна, а не за

счет абсолютной массы семян. У крупнокоробочных мутантов, полученных под действием радиации, увеличение веса коробочек обычно достигается за счет массы семян.

Наследование продуктивности. Продуктивность (урожай хлопка-сырца) является наиболее сложным признаком. У хлопчатника она определяется числом коробочек на растении и массой сырца одной коробочки. Вместе с тем продуктивность зависит и от многих других признаков, например, скороспелости, устойчивости к болезням и вредителям, способности сорта приспособляться к варьирующим условиям среды. Поясним это примерами. В условиях Средней Азии сорта с высокой продуктивностью способны накопить большое число коробочек, но позднеспелые сорта практически не дают высокого урожая, так как масса хлопка-сырца коробочки резко снижается после заморозков.

Сорта с высокой потенциальной продуктивностью, но неустойчивые к болезням в условиях эпифитотий практически оказываются низкоурожайными. Потеря урожая от вертициллезного вилта на почвах, инфицированных возбудителем болезни, может достигнуть 40%.

Известно, что при низком агротехническом фоне у хлопчатника усиливается опадение завязей. Разные сорта по-разному реагируют на ограничение водоснабжения опадением завязей и снижением урожая. Одни сорта хуже, а другие лучше противостоят неблагоприятным условиям выращивания за счет различных физиолого-биохимических или анатомо-морфологических механизмов. В частности, у легко адаптирующихся сортов в неблагоприятных условиях перестраивается соотношение генеративных и вегетативных органов, а следовательно, хозяйственного и биологического урожая в пользу первого, в результате чего хозяйственный урожай слабо снижается. Таким образом, фактически продуктивность зависит от целого ряда факторов, имеющих различную генетическую обусловленность, и в этом смысле можно считать, что урожайность контролируется всей генетической системой организма. В связи с отмеченным генетический анализ продуктивности представляет большие затруднения.

Из непосредственных структурных компонентов продуктивности наследование крупности коробочки уже было рассмотрено. Гораздо более важным признаком, определяющим урожай хлопчатника, является число коробочек на кусте. Поскольку число коробочек на растении является ведущим компонентом продуктивности, ниже рассмотрим наследование обоих признаков.

Оба признака, т. е. продуктивность и число коробочек на растении, очень сильно изменяются под влиянием условий среды. Паратипическая изменчивость этих признаков, вызванная влиянием условий среды (водоснабжение, минеральное питание и др.), столь сильная, что может полностью затушевывать различия наследственные. Гибриды первого поколения при резких

различиях исходных форм обнаруживают небольшие отклонения от среднего показателя родителей.

При более близких показателях родительских форм для гибридов первого поколения характерно явление гетерозиса, как превосходства над обеими родительскими формами. Гетерозис может быть положительным и отрицательным. Вопрос о гетерозисе хлопчатника будет рассмотрен подробно в другой главе. Здесь же отметим, что согласно наиболее распространенным генетическим теориям гетерозиса высокая продуктивность и жизнеспособность гибридов есть результат накопления благоприятных доминантных генов и их комплементарного взаимодействия, а также сверхдоминирования. Установлено, что продуктивность гибридов обусловлена аддитивными и доминантными эффектами генов, а также эффектами сверхдоминирования. Во втором поколении начинается расщепление. Число гетерозигот снижается, ослабляются эффекты доминирования и сверхдоминирования, а следовательно, и урожай гибридной популяции. Повышение продуктивности может быть достигнуто за счет рекомбинации у гибрида структурных элементов продуктивности — например доминирования большого числа коробочек одного родителя и крупной коробочки другого родителя. Но такая возможность имеет ограничения, так как эти признаки сопряжены отрицательно.

Во втором поколении по числу коробочек на растении и по продуктивности образуется непрерывный ряд переходных форм. Если в F_1 наблюдался гетерозис, то в F_2 кривая вариационного ряда отклоняется от нормального распределения в сторону высокого урожая. По мере затухания гетерозиса в последующих поколениях без наложения отбора кривая вариационного ряда гибридной популяции все более приближается к кривой нормального распределения варианта.

Поскольку оба рассматриваемых признака сильно изменяются под влиянием условий среды, то наследуемость их очень низкая. По данным зарубежных исследователей (Кристидпе и Гаррисон, 1959; Миллер и др., 1958; Loshi и др., 1961; Hearn, 1966; Magani, 1968; Verhalen, 1971 и др.), наследуемость продуктивности в широком смысле не превышала 0,1—0,3, а по числу коробочек на растении 0,2, т. е. только 20% изменчивости популяции обусловлено расщеплением по генотипу. На материалах советских сортов хлопчатника (Н. Г. Симогулян, 1975) наследуемость продуктивности, изученная на 10 гибридах, колебалась от 0,2 до 0,3, а в узком смысле была еще ниже (табл. 3 и 4). Такие показатели наследуемости признака определяют очень низкую эффективность отбора в F_2 и последующих поколениях, если отбор основан на показателях индивидуальных растений, а не на показателях семей. Для повышения наследуемости и эффективности отбора по продуктивности необходимо применять специальную методику полевого опыта, направленную на снижение паратипической изменчивости.

Данные по наследованию количественных признаков позволяют разделить их на две группы:

к первой группе следует отнести продуктивность и число коробочек на растении. Эти признаки управляются наибольшим числом полимерных генов, для которых характерны не только сильные аддитивные эффекты, но также эффекты доминирования и взаимодействия неаллельных генов. Поэтому по продуктивности гораздо чаще наблюдается гетерозис. Эти признаки под влиянием условий среды очень сильно изменяются, поэтому наследуемость и отбор малоэффективны. Для повышения наследуемости при закладке полевого опыта надо применять специальные меры, направленные на снижение изменчивости, вызванной влиянием условий среды (подробнее этот вопрос рассматривается во II части работы).

Признаки второй группы, к которой мы относим длину, прочность и тонины волокна, управляются меньшим числом генов.

Аддитивные эффекты сильнее эффектов доминирования и поэтому гетерозис менее характерен для данной группы, что особенно касается прочности волокна.

Признаки второй группы меньше изменяются под влиянием условий среды, чем продуктивность. Поэтому показатели наследуемости выше и отбор эффективнее. Длина вегетационного периода, крупность коробочки, масса семян занимают промежуточное положение между отмеченными группами признаков.

Генетические корреляции количественных признаков

Важной особенностью наследования количественных признаков хлопчатника и других сельскохозяйственных культур является их взаимная сопряженность, или корреляция.

Генетическое толкование корреляции признаков в настоящее время сводится к двум моментам: плейотропному действию генов, когда изменение одного гена может вызвать изменение целого ряда признаков; к сцеплению генов. Полигены, контролирующие количественные признаки, могут находиться в многочисленных группах сцепления и очень часто в обратных связях. При этом в одних группах сцепления могут быть гены, ответственные за развитие положительных и отрицательных признаков. Коррелятивные связи признаков у видов и более мелких таксономических групп выработались в процессе приспособительной эволюции, как средство сохранения стабильности генотипа в варьирующих условиях среды — они отражают наследственно закрепленный генетический баланс организмов.

Показателем степени сопряженности, или корреляции, признаков является коэффициент корреляции r , который варьирует

от 0 до ± 1 . При слабой корреляции коэффициент r варьирует от 0 до 0,33, при средней — от 0,33 до 0,66 и при сильной — от 0,66 до 1. У хлопчатника подавляющее большинство хозяйственно-ценных признаков количественного характера имеет отрицательные коррелятивные связи. Поэтому селекционеры и семеноводы хорошо знают, что отбор по одному признаку без учета других чреват нежелательными последствиями и почти всегда ухудшает другие признаки, отрицательно коррелирующие с селекционируемым признаком. В частности, один из важнейших хозяйственно-ценных признаков хлопчатника — скороспелость, отрицательно коррелирует с такими признаками, как урожайность, длина волокна, выход волокна, крупность коробочки, качество волокна. Первые отечественные скороспелые сорта, выведенные в 20—30-х годах, имели исключительно низкий комплекс хозяйственно-ценных признаков: крупность коробочки не выше 4 г, длина волокна не более 27—28 мм, выход волокна не выше 28%.

Однако большинство корреляций хлопчатника не являются сильными и они преодолимы действием отбора. Хорошо известно, что сцепления, лежащие в основе корреляций, могут нарушаться у гибридов F_1 в процессе кроссинговера в профазе мейоза, когда гомологичные хромосомы способны обменяться своими участками как более крупными, так и на генном уровне. Частота таких спонтанных кроссинговеров невелика и чтобы обнаружить в потомстве особи, возникшие в результате рекомбинаций, требуется исследовать большое число гибридов. При систематической селекционной работе и при исследовании больших размеров гибридных популяций отбор кроссоверных рекомбинантов вполне возможен.

Благодаря длительной работе селекционеров удалось преодолеть большинство отрицательных корреляций скороспелости с другими признаками. В результате долголетней селекции современные скороспелые сорта обладают таким же высоким комплексом признаков, как и среднеспелые стандарты. Например, районированный сорт С-4727 скороспелее среднеспелого стандарта 108-Ф на 7—8 дней. У этого сорта при очень высокой продуктивности крупность коробочки достигает 7—7,5 г, выход волокна — 37—39%, длина волокна 32—33 мм, качество соответствует нормативам V промышленного типа.

Интересно отметить, что знак коэффициента корреляции и величина его зависит от сопряженности признаков у родительских форм. Если скороспелый родитель был коротковолокнистым, то корреляция между длиной вегетационного периода и длиной волокна у гибрида будет положительной. Чем позднеспелее гибрид, тем длиннее у него волокно. Если же скороспелый родитель был длинноволокнистым, то волокно длиннее у более скороспелых гибридов. Таким образом, свойства родителей имеют тенденцию передаваться гибриду как бы в комплексе. Это понятно, поскольку блоки полигенов, контролирующие

количественные признаки, находятся в многочисленных группах сцепления. Зависимость силы и направления коррелятивной связи признаков у гибрида от характера сопряженности признаков родительских форм является главной причиной расхождения данных, полученных разными исследователями, изучавшими корреляции одноименных признаков.

Следует отличать генетические корреляции, вызванные сцеплением генов или плейотропным эффектом генов, от ненаследуемых паратипических корреляций, когда изменение одного признака под влиянием агроклиматических факторов вызывает изменение других признаков, компенсируя ограниченные возможности организма.

Любая наблюдаемая в популяции фенотипическая корреляция, с одной стороны, обусловлена генетическими факторами, с другой — паратипической изменчивостью материала, точно так же, как фенотипическая дисперсия включает генетическую и паратипическую дисперсию.

Паратипическая корреляция хорошо известна семеноводам как корреляция признаков в пределах одного элитного материала. Например, при подсушке уменьшается масса семян, зато повышается выход волокна; повышение выхода волокна сопровождается уменьшением его длины. В тех же условиях повышается скороспелость и снижается урожай.

Существуют методы, позволяющие расчленить генетическую и паратипическую корреляционную изменчивость, рассмотрение которых не входит в задачу данного руководства. Но следует помнить, что фенотипические коэффициенты корреляции можно максимально приблизить к генетическим только в тех условиях, где паратипическая изменчивость сведена к минимуму (выровненные агрофоны, высокая точность опыта).

Фенотипические и генетические корреляции могут иногда резко отличаться, а в отдельных случаях даже иметь разный знак (табл. 7). Так, значительные различия коэффициентов фенотипической и генетической корреляции наблюдаются между тониной и продуктивностью у гибридов $133 \times C=8260$, $141 \times$ Ташкент-1. Фенотипические корреляции тонины волокна с продуктивностью не существенные, а генетические — отрицательные и средней силы. Отмечены большие различия между фенотипическими и генетическими корреляциями тонины и длины волокна с выходом и продуктивностью. Преимущественно генетические корреляции выражены сильнее фенотипических. Для правильного ведения селекционно-семеноводческой работы представляют интерес именно генетические корреляции, поэтому исследования в этой области расширяются.

Анализ обширных исследований, проведенных советскими и зарубежными учеными, позволил установить, что скороспелость хлопчатника находится в криволинейной зависимости с урожайностью. Поэтому для этих признаков вычисляются не коэффициенты корреляций, а корреляционное отношение.

**Фенотипические и генетические корреляции
хозяйственно-ценных признаков (по Н. Г. Симонгулян, 1977)**

Признак	Продуктивность			Выход волокна		
	r_e	r_p	r_d	r_e	r_p	r_d
133 × С-8260						
Крепость волокна	-0,25°	0,16	0,42°°	-0,13	0,25°	0,38°°
Тонина "	0,24°	-0,24°	-0,48°°	0,19	-0,21°	-0,49°°
Длина "	0,29°	-0,08	-0,38°°	0,16	-0,18	-0,35°°
141 × Ташкент-1						
Крепость волокна	0,22°	0,33°	0,11	0,02	-0,22°	0,19
Тонина "	0,32°	-0,19	-0,51°°	0,09	-0,31°	-0,41°°
Длина "	0,12	-0,04	-0,17	0,14	-0,11	-0,24°

Примечание. °P<0%;
°°P<01

Криволинейная зависимость между скороспелостью и урожайностью выражается в том, что наиболее скороспелые формы являются менее урожайными. По мере увеличения длины вегетационного периода урожай возрастает, но до определенного предела, у очень позднеспелых форм урожай вновь снижается.

Четко выраженная обратная коррелятивная зависимость наблюдается между выходом и длиной волокна, что отмечают многие исследователи. Коэффициент корреляции между этими признаками может достигать от незначительного или слабо отрицательного до -0,8. По данным Кристидиса и Гаррисона (1959), корреляция между длиной и выходом волокна варьирует от 0,45 до 0,78. Это затрудняет селекцию длинноволокнистых сортов с высоким выходом волокна. Выход резко отрицательно коррелирует с тониной волокна. Сорты вида *G. hirsutum* L., имеющие наиболее длинное и тонкое волокно, обычно сочетают его с очень низким выходом; к таким сортам относятся 133, С-2602 и др. Отдельные линии, сочетающие высокий выход и длинное волокно, имеют низкую крепость волокна. В пределах вида *G. barbadense* L. наиболее высокий выход волокна наблюдается у сортов с относительно коротким волокном (сорт 5904-И).

Выход волокна отрицательно коррелирует с массой 1000 семян. Сорта с тяжелыми семенами обычно имеют низкий выход волокна. Коэффициенты корреляции между этими признаками очень сильные. Выход волокна положительно коррелирует с индексом волокна. Наиболее высокий выход волокна у сортов с высоким индексом и мелкими, легкими семенами.

Выход волокна положительно коррелирует с наличием подпушка на семени. Корреляция выхода волокна с другими хозяйственно-ценными признаками незначительная.

Длина волокна, как было отмечено, отрицательно коррелирует с выходом волокна, а также с урожаем волокна и в меньшей степени с урожаем хлопка-сырца. Очень высокая положительная корреляция между длиной и тониной волокна — коэффициент корреляции достигает 0,7—0,9. Тонина волокна также обнаруживает сильную отрицательную генетическую корреляцию с урожаем волокна и слабую — с урожаем хлопка-сырца. Поскольку длина и тонина характеризуют качество хлопкового волокна, то можно считать, что качество волокна отрицательно сопряжено с важнейшими хозяйственно-ценными признаками хлопчатника — продуктивностью и выходом волокна. Именно поэтому одной из трудных проблем селекции является создание сортов, сочетающих высокую продуктивность с хорошим качеством волокна. Харланд (1949) отмечал, что длина и тонина волокна не сопряжены определенным образом с крепостью волокна. В зависимости от генотипа как короткое, так и длинное волокно может быть достаточно крепким.

Не обнаружено определенной корреляции крепости волокна с продуктивностью или скороспелостью. Однако Аль-Джибури, Миллер и Робинзон (1958) выявили, что у гибридов, полученных от скрещивания аллополиплоида (*G. thurberii* × *G. arboreum*) × *G. hirsutum* с сортом Эмпайр 10, крепость волокна была очень высокой — до 6,0 г. Она отрицательно коррелировала с урожаем волокна ($r = -0,58$), с индексом волокна ($r = -0,43$), слабо коррелировала с длиной ($r = -0,1$) и тониной волокна ($r = -0,02$).

У тетраплоидных видов не удается получить сочетания волокна с длиной более 37—38 мм, выходом более 35—36% и крепостью волокна 4,7—4,8 г и выше. Формы, сочетающие длинное волокно с высокой крепостью, имеют низкий выход волокна, а формы с длинным волокном и высоким выходом имеют очень слабое волокно. В этом отношении представляют большой интерес новые районированные сорта тонковолокнистого хлопчатника Ашхабад—25, Ашхабад—32 и др., созданные в Туркмени, которые совмещают высокое качество волокна I промышленного типа с выходом волокна 35%. Это первые сорта вида *G. barbadense* с таким высоким выходом волокна.

Примером корреляции, вызванной плейотропным эффектом гена, может служить корреляция между наличием подпушка на семени и количеством волокна; опушенпосемянные формы преимущественно имеют более высокий выход волокна, чем формы с микропиллярным опушением и голопосемянные.

Корреляции признаков хлопчатника изменяются в процессе гибридизации, мутационной изменчивости и действия отбора. Корреляции, вызванные сцеплением, изменяются в результате спонтанных кроссинговеров. Для увеличения вероятности их обнаружения необходимы обширные популяции гибридов, большой масштаб работы по каждой комбинации.

Повышению спонтанных кроссинговеров способствует действие мутагенных факторов. Доказано, что облучение вызывает существенное изменение коррелятивных связей вследствие плейотропного эффекта мутантных генов или увеличения числа рекомбинаций в облученных популяциях. Это является одним из главных факторов, обуславливающих эффект совместного действия гибридизации и мутагенеза.

Глава IV

ЦИТОГЕНЕТИКА МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ

Закономерности наследования признаков и их изменчивости при внутривидовой и межвидовой гибридизации различны. Межвидовая гибридизация имеет ряд принципиальных отличий, заставляющих изучать эту проблему отдельно: трудная скрещиваемость видов, пониженная плодовитость или стерильность гибридов первого и частично последующих поколений, иной характер расщепления признаков в потомстве.

Различают межвидовую гибридизацию видов, относящихся к одному или родственным геномам и к разным геномам, что влияет на характер скрещиваемости и степень фертильности гибридов.

Виды близких геномов, например, *G. hirsutum*, *G. barbadense* и *G. tricuspidatum* свободно скрещиваются, гибриды F_1 вполне фертильны, но во втором и последующих поколениях наблюдается сильное расщепление с появлением полустерильных и стерильных форм. Обнаруживается много растений, резко отклоняющихся от нормы. По данным Харланда (1932) и А. А. Абдуллаева (1972), при скрещивании *G. barbadense* и *tricuspidatum* появляются проростки с этиолированными семядольными листьями в соотношении 15:1, а также отдельные растения с фенотипом «согку» (корки). Такие растения — кустистые с опробковевшими стеблем, ветвями и черешками листьев, что объясняется комплексным эффектом генов $СК^x$ (от *G. tricuspidatum*) и $СК^y$ (от *G. barbadense*).

Популяции гибридов, полученных от скрещивания родственных геномов, постепенно из поколения в поколение распадаются на исходные формы. Вместе с тем вполне возможна передача отдельных генов или группы генов от вида к виду. Преимущественно это комплексы полигенов, не имеющие видового значения. При гибридизации видов разных геномов приходится сталкиваться с затруднениями совершенно иного порядка. Изучение цитогенетики видов разных геномов позволяет детальнее проанализировать систематическое родство видов, выявить истинные механизмы нескрещиваемости видов и стерильности гибридов, наметить пути их преодоления.

Нескрещиваемость видов. Хлопчатники, относящиеся к раз-

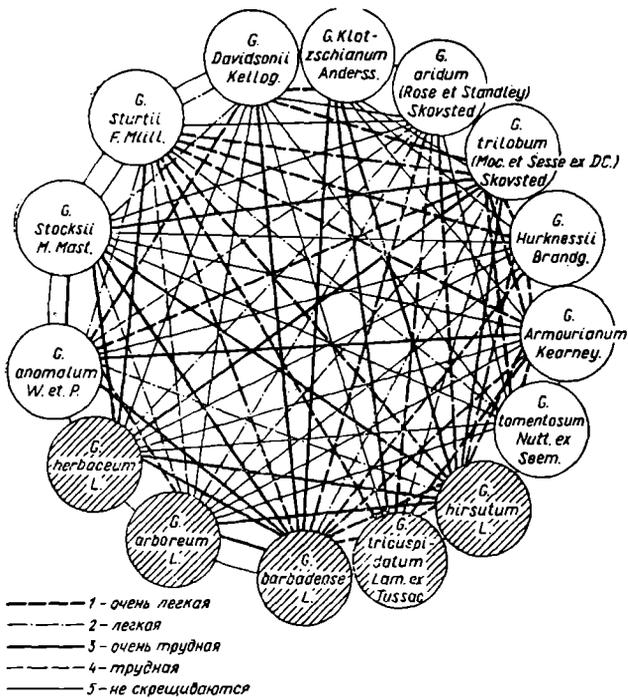


Рис. 12. Скрещиваемость видов *Gossypium* между собою.

ным геномам, либо не скрещиваются, либо скрещиваются с большим трудом (рис. 12). Очень трудно скрещиваются тетраплоидные виды с диплоидными культурными и дикими видами Старого Света. Характер скрещиваемости не всегда зависит от числа хромосом. Трудно скрещиваются некоторые азиатские диплоиды с новосветскими, например, *G. stocksii* не скрещивается с *G. harknessii* и *G. armourianum*. Азиатские культурные диплоиды *G. herbaceum* и *G. arboreum* не скрещиваются с американскими диплоидами *G. davidsonii*, *G. harknessii*, *G. armourianum*.

Трудно скрещиваются между собой некоторые афро-азиатские диплоиды. Особняком стоит среди старосветских хлопчатников вид *G. stocksii* (геном E), который очень трудно скрещивается с видами геномов B, A и C.

Трудность скрещивания подтверждается следующими примерами. Так, в комбинации скрещивания *G. barbadense* × *G. arboreum* (С. С. Канаш) из 337 опыленных цветков завязалась всего одна коробочка, содержащая два семени. Всего за два года между 52- и 26-хромосомными видами было проведено 10496 скрещиваний, из которых получено 59 семян, или 0,4%. С. С. Канаш отмечает, что завязываемость при скрещивании разнохромосомных видов не превышает 2,5%. Аналогичные

данные приводят Бисли (1940) и другие зарубежные авторы.

Каковы причины трудной скрещиваемости? Полагают, что пыльца вида, относящегося к другому геному, попадая на рыльце, преимущественно прорастает, достигая завязи и семязпочки. Например, по данным Л. Г. Арутюновой, пыльцевые трубки диплоидных хлопчатников активно растут на рыльцах тетраплоидных форм, прорастая через ткани столбика, достигая через 24 часа после опыления завязи. Бисли также отмечает, что пыльца азиатского хлопчатника хорошо прорастает на рыльцах американских тетраплоидов.

Установлено, что при скрещивании *G. hirsutum* × *G. arboreum* до 70—80% семязпочек завязи содержат оплодотворенные зародыши.

Таким образом, пыльца видов, относящихся к разным геномам, относительно легко прорастает на рыльцах и происходит нормальное оплодотворение. Однако в последующем оплодотворенные яйцеклетки отмирают, причем отмирание возможно на разных стадиях — от первых клеточных делений до фазы цветения.

Л. Г. Арутюнова отмечает, что гибриды между разнохромосомными видами *G. hirsutum* × *G. herbaceum*; *G. hirsutum* × *G. arboreum* погибают преимущественно в эмбриональный период, когда зародыш достигает 12—18-клеточного возраста. Именно поэтому гибридные завязи опадают в первые 5—10 дней после опыления. В зародышевых мешках семидневных завязей большинство зародышей уже находилось в состоянии распада. В обратной комбинации, где материнской формой был 26-хромосомный хлопчатник, завязи развивались до 20—25 дней, а затем отмирали.

Иногда причиной гибели зародышей является разрушение эндосперма как источника питания зародыша. По данным Бисли и Вивера (1957), в комбинациях скрещивания *G. arboreum* × *G. hirsutum* эндосперм сначала развивается интенсивно, а к 15 дню разрушается, после чего приостанавливается и рост зародыша.

Межвидовые гибриды могут погибать и на более поздних стадиях — в фазе проростков или даже взрослых растений, вплоть до фазы цветения. Л. Г. Арутюнова описывает гибель межвидовых гибридов (*G. hirsutum* × *G. arboreum*) × *G. hirsutum*. У этих гибридов первые признаки заболевания проявились в фазе 4—5 листочков или позже — в фазе бутонизации и цветения. Гибриды сильно отставали в росте, опадали листья нижних ярусов, утолщался стебель до семядольных узлов, ниже которого стебель сохранился тонким. Сильно отставала в развитии корневая система, которая была не в состоянии обеспечить надземную часть растения питанием. Дальнейшие исследования показали, что надземная часть стебля гибридов накапливает много крахмала, а в подсемядольной части его мало. Это указывает на отсутствие оттока питательных веществ

в корневую часть растений, что можно увязать с низкой активностью ферментов, в частности, амилазы у гибридов.

В опытах Герстела (1954) амфидиплоид *G. arborescens* × *G. herbaceum* скрещивался с различными сортами вида *G. hirsutum*. Причем, в ряде комбинаций подбирались формы вида *G. arborescens* с красной окраской листьев. Во всех скрещиваниях, где участвовала краснелистая форма *G. arborescens* растения погибали от семядольной фазы до цветения. Герстел считал причиной гибели межвидовых гибридов наличие в геноме амфидиплоида летального гена *red lethal*. Этот ген перешел от краснелистого *G. arborescens*. Действие его у гибрида не подавлялось соответствующей жизнеспособной аллелью из-за слабой гомологии между хромосомами. Как видно, главной причиной нескрещиваемости видов, относящихся к разным геномам, является нарушение действия и взаимодействия генов в связи с физиолого-биохимическими различиями. Возникает несбалансированная система с нарушенным генетическим контролем развития признаков, проявляются летали, не подавляемые жизнеспособными аллелями.

Многие факты указывают на большую роль цитоплазмы при межвидовых скрещиваниях и объясняются цитоплазматической дифференциацией видов.

Хорошо известно, что завязываемость при межвидовой гибридизации и характер развития потомства во многом зависят от направления скрещивания, то есть от того, какой вид взят в качестве материнского родителя. По данным различных исследователей, обобщенных Ф. М. Мауером, из 50 комбинаций скрещивания лишь в 18 случаях они удалась реципрокно, т. е. в обоих направлениях, а в 32 комбинациях они удалась лишь в одном направлении.

G. argemone в качестве материнской формы скрещивается с *G. anomalum*. Обратные скрещивания не удаются.

G. thurberii скрещиваются с видами *G. herbaceum* и *G. arborescens* только как материнский родитель. Даже в пределах одного генома направление скрещивания имеет иногда решающее значение. *G. thurberii* очень легко скрещивается с *G. argemone*, потомство получается мощным и вполне фертильным. Обратное скрещивание не удается вовсе. При разнохромосомных скрещиваниях процент завязываемости семян выше, когда многохромосомный родитель берется в качестве материнской формы.

Приведенные данные указывают на большую роль цитоплазмы и эндосперма на развитие зародыша при межвидовой гибридизации. Известно, что мужские спермии имеют ничтожное количество цитоплазмы, вся цитоплазма гибридных клеток материнского происхождения. Комплексы генов отцовского вида могут быть несовместимы с цитоплазмой материнского вида, т. е. неспособны нормально функционировать в чужой цитоплазме. Это может иметь самые разные последствия — от ги-

бели зародыша на ранних фазах до любых отклонений от нормы у взрослых растений.

Подобные случаи, встречавшиеся у многих растений, позволяют считать, что понятие геном, как система взаимодействующих генов, во многих случаях и главным образом при отдаленной гибридизации явно недостаточно. Роль цитоплазмы в реализации наследственной информации чрезвычайно велика. Поскольку при внутривидовых скрещиваниях мы не наблюдаем таких фактов, то можно говорить о родовой и видовой специфичности цитоплазмы, возникающей в ходе эволюции.

Причины стерильности межвидовых гибридов. Единичные гибриды, которые удается получить при скрещивании видов, относящихся к разным геномам, могут иметь мощное или слабое развитие. Характер вегетативного развития межвидового гибрида не сопряжен определенным образом с характером скрещиваемости исходных форм или фертильности гибрида первого поколения.

Высокая фертильность наблюдается только у гибридов, полученных от скрещивания видов, относящихся к родственным геномам *G. barbadense*, *G. hirsutum* и *G. tricuspidatum*. Большинство гибридов полностью или частично стерильные. Изучение причин стерильности межвидовых гибридов привлекало внимание многих исследователей (рис. 13).

Возможно получение межвидовых гибридов от следующих типов скрещиваний:

1. Старосветских диких видов между собой (геномы В, Е, С).
2. Старосветских культурных видов со старосветскими дикими (геном А с геномами В, Е и С).
3. Американских диких видов между собой (геном Д).
4. Американских диплоидов со старосветскими диплоидами (геном Д с геномами А, В, Е и С).
5. Тетраплоидов с американскими диплоидами (геном АД с геномом Д).
6. Тетраплоидов со старосветскими диплоидными видами (геном АД с геномами А, В, Е и С).
7. Тетраплоидов между собой (геном АД).

Изучение гибридов первого поколения, полученных от скрещивания старосветских диких хлопчатников, показало, что хлопчатники генома Е четко обособлены от других геномов. По данным разных авторов, гибриды между *G. stocksii* и *G. apetalum* полностью стерильны. В мейозе F_1 образуется до 20 унивалентов, конъюгируют всего 2,7% хромосом. *G. stocksii* трудно скрещивается с австралийскими хлопчатниками, а гибриды либо нежизнеспособны, либо полностью стерильны. Культивируемые хлопчатники Старого Света генетически близки геному В и менее родственны хлопчатникам генома С и особенно Е. У гибридов F_1 , полученных от скрещивания культивируемых видов с *G. apetalum*, мейоз более упорядочен, образуется боль-

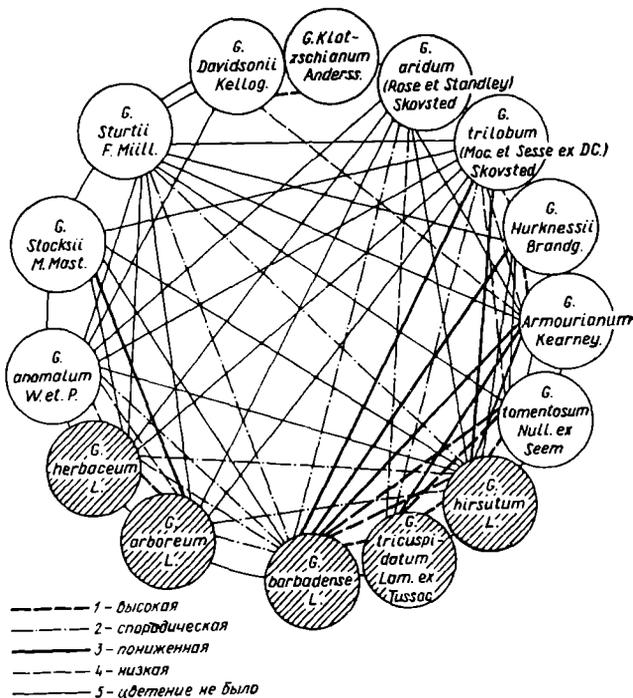


Рис. 13. Фертильность межвидовых гибридов F₁.

шое число бивалентов, частота хиазм высокая (табл.8). Мало унивалентов, тривалентов и квадрилвалентов. Гибриды частично фертильны. Дикий вид *G. anomalum* более родственен *G. herbaceum*, чем *G. arboreum*. Это указывает, что из двух старосветских видов *G. herbaceum* является более примитивным. При скрещивании культурных видов с *G. stocksii* (геном E) гибриды F₁ полностью стерильны, в мейозе наблюдаются преимущественно униваленты и единичные биваленты. Резко нарушена конъюгация хромосом также у гибридов *G. herbaceum* с австралийским видом *G. sturtii*.

При скрещивании новосветских диких видов между собою выясняется, что они генетически ближе. Поведение хромосом в мейозе гибридов F₁ показано в табл. 9. В профазе мейоза большинство хромосом нормально конъюгируют, образуя биваленты. Частота хиазм высокая. Униваленты одиночны. Это указывает на то, что структурные различия между гомологичными хромосомами небольшие. Не удалось получить только гибриды *G. gossypoides* × *G. harknessii*; *G. trilobum* × *G. Klotzschianum*; *G. Klotzschianum* × *G. harknessii*. Единичные гибриды между этими видами погибали на ранних стадиях.

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F₁, полученных от скрещивания старосветских диких и культивируемых видов

Гибрид	Метафаза I. Число				Автор
	унивалентов	бивалентов	тривалентов	квадривалентов	
<i>G. stocksii</i> × <i>arboreum</i> (<i>v. neglectum</i>)	11,74	7,13			Abraham, 1940 Skowsted, 1937
<i>G. stocksii</i> × <i>G. arboreum</i> (<i>v. nanking</i>)	17,3	4,4			"
<i>G. stocksii</i> × <i>G. herbaceum</i>	19,6	3,2			Skowsted, 1937
<i>G. anomalum</i> × <i>G. arboreum</i> (<i>v. nanking</i>)	1,7	11,7	0,2	0,1	Beasley, 1939 Skowsted, 1957
<i>G. anomalum</i> × <i>G. arboreum</i> (<i>v. sanguinensis</i>)	1,61	10,61	0,23	0,61	Gerstel, 1955 Afzal, Sikka, 1945
<i>G. anomalum</i> × <i>G. arboreum</i> (<i>v. nanking</i>)	2,6	11,7			"
<i>G. anomalum</i> × <i>G. herbaceum</i>	2,4	11,7	0,02		Gerstel, 1953
<i>G. anomalum</i> × <i>G. herbaceum</i> (<i>v. africanum</i>)	2,5	11,8	—	1,41	Skowsted, 1939
<i>G. sturtii</i> × <i>G. arboreum</i>	2,8	9,8	0,6	0,4	Skowsted, 1939
<i>G. sturtii</i> × <i>G. herbaceum</i>	21,6	2,2			1939

Таблица 9

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F₁, полученных от скрещивания диких американских диплоидов

Гибрид	Число		Автор
	унивалентов	бивалентов	
<i>G. harknessii</i> × <i>G. armourianum</i>	—	13	Webber, 1935
<i>G. armourianum</i> × <i>G. aridum</i>	—	13	Skowsted, 1937
<i>G. davidsonii</i> × <i>G. Klotzschianum</i>	0,1	12,95	Webber, 1939
<i>G. armourianum</i> × <i>G. thurberii</i>	0,6	12,7	Webber, 1939
<i>G. harknessii</i> × <i>G. thurberii</i>	0,8	12,6	"
<i>G. thurberii</i> × <i>G. aridum</i>	0,1	12,95	Skowsted, 1937
<i>G. thurberii</i> × <i>G. ralmondii</i>	0,2	12,90	Bosa Barduchi, 1941
<i>G. ralmondii</i> × <i>G. Gossypoides</i>	1,14	12,43	Brown, Mensel, 1952 Mensel, Brown, 1955

Старосветские дикие и культивируемые виды и новосветские дикие диплоидные виды мало родственны между собою. Исследования Михайловой, Раджабли, Бисли и др. показывают, что у всех старосветских диплоидов хромосомы крупнее, чем у новосветских, причем наиболее крупные по размеру хромосомы

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F₁ между старосветскими и новосветскими диплоидами

Гибрид	Число				Автор
	унивалентов	бивалентов	тривалентов	квадривалентов	
<i>G. arboreum</i> × <i>G. thurberii</i>	9,6	7,8	0,2	0,05	Skowsted, 1937
<i>G. arboreum</i> v. <i>nanking</i> × <i>G. thurberii</i>	24,0	1,0			Webber, 1939
<i>G. anomalum</i> × <i>G. aridum</i>	21,15	2,35	0,05		Skowsted, 1937
<i>G. anomalum</i> × <i>G. davidsonii</i>	25,6	0,2			1939
	18,4	3,2			Beasley, 1942
	17,6	4,2			Brown, 1951
	14,3	5,7	0,01		Skowsted, 1957
<i>G. sturtii</i> × <i>G. armourianum</i>	24,1	1,0			Webber, 1935
<i>G. sturtii</i> × <i>G. harknessii</i>	24,6	0,7			
<i>G. sturtii</i> × <i>G. davidsonii</i>	14,9	5,3	0,1	0,03	Skowsted, 1953

у австралийского вида *G. sturtii*. Безусловно, уже размеры хромосом указывают, что эти виды сильно дифференцировались в процессе эволюции. У гибридов F₁ (табл. 10) резко нарушен мейоз, хромосомы плохо конъюгируют, образуются преимущественно униваленты, а также мультиваленты. Гибриды стерильные. Интересно, что у гибридов F₁ в мейозе образуются биваленты от хромосом своего набора, то есть конъюгируют негомологичные хромосомы — крупные с крупными и негомологичные мелкие с мелкими. Конъюгация крупных хромосом, свойственных старосветским хлопчатникам, с мелкими хромосомами генома Д почти не наблюдается.

Такой характер соединения хромосом у гибридов старосветских и новосветских диплоидов указывает на их генетическую отдаленность.

Наибольший интерес представляет гибридизация между разнохромосомными видами — американскими тетраплоидами и азиатскими и американскими диплоидами. Поскольку тетраплоидные виды занимают ведущее место в культуре хлопчатника обогащение их генофонда за счет отдельных ценных генов диплоидных видов представляет большой интерес и привлекает внимание многих исследователей. Скрещивания между разнохромосомными видами очень затруднительны, и гибриды стерильные. Цитологические нарушения мейоза гибридов вызываются не только генетическим несоответствием хромосом, их негомологичностью, но и непарным числом, что усугубляет нарушение в конъюгации и расхождение хромосом.

У гибридов F₁ от скрещивания тетраплоидов с диплоидами соматические клетки содержат 39 хромосом. Анализ мейоза у большого числа разнохромосомных гибридов показал, что у них

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F₁, полученных от гибридизации тетраплоидных видов с американскими диплоидами

Гибрид	Количество				Автор
	унивалентов	бивалентов	тривалентов	квадривалентов	
G. hirsutum × G. armorlanum	13	13			Webber, 1934
"	13,5	12,15	0,4		Skowsted, 1937
"	11,8	13,4	0,2		"
G. purpurascens × G. armourlanum	13,8	12,4	0,0		"
G. hirsutum × G. aridum	13,15	12,4	0,35		Bosa Barduchi,
G. hirsutum × G. raimondii	12,57	11,65	0,87	0,125	Madoo, 1941
G. hirsutum × G. thurberii	13,06	12,7	0,18		Webber, 1939
"	13,5	12,45	0,2		Skowsted, 1934
G. hirsutum × G. gossypoides	15,15	11,23	0,43		Brown, Mensel, 1952
G. barbadense × G. armourlanum	14,75	12,05	0,05		Skowsted, 1937
G. darwini × G. armourlanum	13,2	12,0	0,6		"
G. barbadense × G. aridum	13,99	12,28	0,15		"
G. barbadense × G. harknessii	13,0	13,0			Webber, 1935
G. barbadense × G. thurberii	12,7	12,4	0,5		Skowsted, 1937
"	13,27	12,67	0,13		Iyengar, 1944
G. barbadense × G. gossypoides	30,13	4,39	0,03		Mensel, 1955
"					Brown,

образуется часто 13 парных и 13 одиночных хромосом. Число бивалентов выше у гибридов от скрещивания тетраплоидов с американскими диплоидами (табл. 11), и ниже, если гибриды получены от скрещивания с азиатскими видами (табл. 12 и 13).

Таблица 12

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F₁, полученных от скрещивания тетраплоидных видов со старосветскими культивируемыми диплоидами

Гибрид	Количество						Автор
	унивалентов	бивалентов	тривалентов	квадривалентов	пентавалентов	гексавалентов	
G. hirsutum × G. herbaceum	12,6	9,9	0,07	1,4	0,07		Beasley, 1942
"	12,8	8,82	0,77	2,0	0,02		Gerstel, 1953
G. barbadense × G. herbaceum	13,1	10,1	0,13	1,13	13,0		Beasley, 1942
G. hirsutum × G. arboreum	13,2	12,7	0,1				Webber, 1939
"	13,06	8,6	0,06	0,92	0,04	0,94	Gerstel, 1953
G. barbadense × G. arboreum	14,4	8,4	1,0	0,6	0,3	0,1	Skowsted, 1934
"	12,7	8,3	0,09	0,9	—	1,0	Gerstel, 1956
"							Sarvella,

Конъюгация хромосом в мейозе гибридов F_1 , полученных от скрещивания тетраплоидных видов со старосветскими диними диплоидами

Гибрид	Количество				Автор
	унивалентов	бивалентов	тривалентов	ква тривалентов	
<i>G. hirsutum</i> × <i>G. sturtii</i>	20,9	7,5	0,9		Skowsted, 1937
"	37,9	0,5			Webber, 1937
"	34,0	2,5			Patel, 1947
<i>G. hirsutum</i> (<i>purpurascens</i>) × <i>G. sturtii</i>	24,3	6,0	0,8	0,05	Skowsted, 1937
<i>G. hirsutum</i> (<i>punctatum</i>) × <i>G. sturtii</i>	24,9	6,3	0,9	0,10	
<i>G. hirsutum</i> × <i>G. anomalum</i>	18,0	10,5			Webber, 1939
"	22,7	5,2	0,2		Tyengan, 1944
<i>G. barbadense</i> × <i>G. sturtii</i>	32,5	3,1	0,1		Webber, 1935
<i>G. darwinii</i> × <i>G. sturtii</i>	27,1	5,2	0,4	0,05	Skowsted, 1937
<i>G. barbadense</i> × <i>G. anomalum</i>	25,4	6,4	0,2	0,05	Tyengan, 1944
"	33,8	2,6			Skowsted, 1937
"	21,2	8,9			Webber, 1939
<i>G. barbadense</i> × <i>G. stocksii</i>	37,9	0,5			Skowsted, 1937

В мейозе наблюдаются различные отклонения от нормальной картины — отставание в расхождении хромосом, отхождение к одному полюсу целого бивалента, потери хромосом.

Было отмечено, что у тетраплоидных видов одна половина набора состоит из крупных хромосом, другая половина — из мелких. По данным Е. П. Раджаблп, разница в размерах внушительная. Хромосомы первой группы достигают размеров 2—3, 4 μ , а хромосомы второй группы 1,2—1,7 μ . У гибридов от скрещивания тетраплоидов со старосветскими диплоидами имеется 26 крупных хромосом и 13 мелких; в профазе мейоза этих гибридов крупные хромосомы конъюгируют с крупными, а мелкие остаются в виде унивалентов. У гибридов, полученных от скрещивания тетраплоидов с американскими диплоидами, мелкие хромосомы конъюгируют с мелкими, а униваленты представлены крупными хромосомами. Это хорошо показано на рисунке 14. Описанный характер конъюгации хромосом у гибридов F_1 , полученных от скрещивания тетраплоидов с азиатскими и американскими диплоидами, убедительно свидетельствует в пользу теории об аллополиплоидной природе неосветских культурных видов. Интересно, что нарушения в мейозе у разнохромосомных гибридов, полученных от скрещивания с американскими дикими диплоидами, выражены меньше, чем тогда, когда вторым родителем был азиатский диплоид. Экологическая близость американских тетраплоидных и диплоидных видов обуславливает их большое генетическое родство.

Получение амфидиплоидов. Таким образом установлено, что у гибридов от скрещивания видов, относящихся к разным ге-



Рис. 14. Конъюгация хромосом у гибрида $F_1 \times G. \text{hirsutum} \times G. \text{thurberii}$

номам, наблюдаются резкие нарушения в мейозе, в результате чего образуется abortивная пыльца и яйцеклетки. Остальные жизнеспособные пыльцевые зерна и яйцеклетки обычно образуются из передупцированных гамет.

Как отмечает Л. Г. Арутюнова, при микроспорогенезе отдаленных гибридов в результате неправильного мейоза образуется от 2 до 8—9 клеток пыльцы. Тетрады появляются часто, однако обычно они нежизнеспособны в связи с потерей хромосом.

Пыльцевые зерна отдаленных гибридов при папесении на рыльца нормальных растений либо не прорастают, либо образуют небольшие отростки уродливой формы.

При папесении нормальной пыльцы на рыльца гибридов наблюдается их рост в тканях пестика и до 50% пыльцевых трубок проходит в основание завязи. Однако туда они проникают в небольшом количестве и до семяпочки не доходят. Л. Г. Арутюнова лишь в единичных случаях у гибридов $G. \text{hirsutum} \times G. \text{thurberii}$; $G. \text{barbadense} \times G. \text{thurberii}$; $G. \text{barbadense} \times G. \text{arborescens}$ обнаруживала пыльцевые трубки, вошедшие в семяпочку. Семяпочки с пыльцевыми трубками обычно содержат нормально развитые зародышевые мешки.

Установлено, что жизнеспособные гаметы чаще образуются при макроспорогенезе, чем при микроспорогенезе, т. е. меньше жизнеспособных пыльцеклеток. Именно поэтому селекционеры предпочитают опылять гибриды пыльцой родительских форм, что дает хороший эффект.

Обычно при опылении гибридов F_1 , содержащих в соматических клетках 39 хромосом, пыльцой многохромосомного родителя образуются гибриды с 65 хромосомами, а при опылении

пыльцой диплоидного родителя получаются гибриды с 52 хромосомами. 65-хромосомные гибриды образуются от слияния отцовской пыльцеклетки ($n=26$) с нередуцированной яйцеклеткой гибрида ($2n=39$), а 52-хромосомные гибриды — от слияния отцовской пыльцеклетки ($n=13$) с нередуцированной яйцеклеткой гибрида первого поколения. Обычно завязываемость семян гораздо выше при опылении пыльцой тетраплоидного родителя.

Главным в повышении фертильности межвидовых гибридов является обработка их колхицином, что способствует удвоению числа хромосом. Колхицин подавляет образование веретена деления либо препятствует образованию клеточной перегородки, в связи с чем удвоившиеся хромосомы не расходятся, а остаются в одной клетке.

У амфидиплоидов, полученных от обработки колхицином, в F_2 появляются растения с $2n=78$. Амфидиплоиды не являются константными и уже в F_2 начинают расщепляться с образованием растений, содержащих в диплоидном наборе 65, 58, 52 или иные числа хромосом. Причем, если амфидиплоидные гибриды отличаются высокой однородностью, то продукты их расщепления с разным числом хромосом, напротив, очень неоднородны по морфологическим и хозяйственным признакам.

В отдельных случаях амфидиплоиды могут сохранять константность в течение ряда лет. Например, амфидиплоид *G. hirsutum* × *G. sturtii* с $2n=78$ в течение пяти лет сохранял промежуточно константный тип, а затем стал расщепляться.

Потомство гибридов, полученных от опыления пыльцой родительской формы, и потомство амфидиплоидов расщепляются примерно одинаково (рис. 15). У амфидиплоида число хромосом уменьшается из поколения в поколение, и в конечном итоге образуются формы с числом хромосом многохромосомного родительского вида. Амфидиплоиды, полученные от скрещивания видов, относящихся к разным геномам, сильно расщепляются в третьем и последующих поколениях. Наряду с хорошо плодоносящими растениями можно наблюдать совершенно стерильные и полустерильные формы: наряду с мощными высокорослыми растениями — карлики; резкие различия видны по скороспелости и другим хозяйственным и морфологическим признакам. Причем надо отметить, что поведение гибридов не всегда соответствует числу хромосом и характеру протекания мейоза. В опыте Л. Г. Арутюновой гибриды с числом хромосом 52 с нормальным мейозом (*G. hirsutum* × *G. herbaceum*) × *G. harknessii* плохо скрещивались с нормальными тетраплоидами и были полустерильными. Амфидиплоид *G. herbaceum* × *G. argobum* с 52 хромосомами свободно скрещивается с тетраплоидными видами, но потомство оказывается стерильным.

Таким образом, амфидиплоиды, получаемые путем колхицинирования, являются фенотипически однородными, фертильными растениями, но они не константны и неизбежно расщепляются в потомстве. Причиной неустойчивости амфидиплоидов

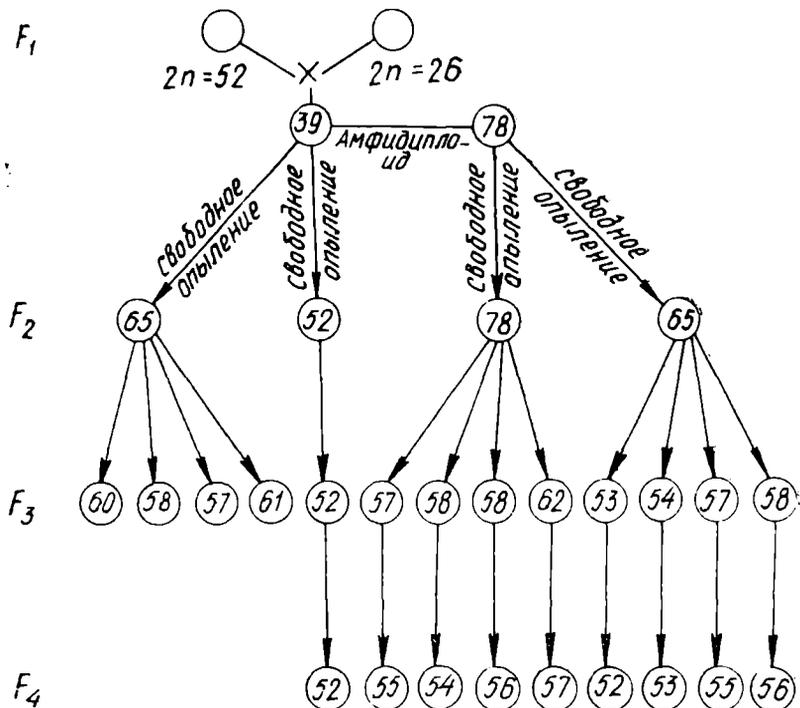


Рис. 15. Расщепление по числу хромосом в потомстве амфидиплоида.

могут быть нарушения в мейозе и образование неполноценных гамет, хромосом, проявление летальных генов, действие комплементарных генов стерильности, различие по длине хромосом и другие причины. Ценность амфидиплоидов сводится к тому, что их можно относительно легко скрещивать с 52-хромосомными хлопчатниками и затем путем селекции создавать новые формы, изменяя в определенной мере структуру геномов.

Глава V

НЕНАСЛЕДСТВЕННАЯ И НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

Модификационная изменчивость. Экологические условия выращивания хлопчатника вызывают разностороннюю изменчивость его признаков и свойств, которая не закрепляется в потомстве, то есть является модификационной или паратипической.

Модификационная изменчивость может быть вызвана многими причинами: невыровненностью почвенного плодородия,

различиями макро- и микрорельефа, нарушениями агротехнических мероприятий при посеве и в вегетационный период, изменениями погоднo-климатических условий. Эти причины приводят к возрастанию средовой или паратипической изменчивости (дисперсии) популяции.

Изменчивость популяции вызывается разной конкурентоспособностью растений даже на выровненных агрофонах. Например, при быстром начальном росте, связанном с высокими посевными качествами семян, растения захватывают большую площадь питания, ухудшая условия питания соседних растений.

Конкурентоспособность растений может быть обусловлена и генетическими причинами. Известно, что многие дикие формы имеют каменистые семена и слабый начальный рост, их гибриды с культурными сортами расщепляются по этому признаку, что определяет разную конкурентоспособность гибридных растений и увеличивает паратипическую изменчивость популяции отдельных гибридов.

Изменчивость разных признаков и свойств под влиянием условий выращивания не одинакова. Морфологические признаки хлопчатника, контролируемые одним или несколькими генами, относительно мало варьируют. Например, окраска листа, антоциановое пятно на лепестках, тип ветвления, голосеянность, морфология коробочки очень слабо изменяются в зависимости от агротехники и почвенно-климатических условий. Количественные признаки хлопчатника, контролируемые большим числом генов, наоборот, сильно изменчивы. Условия водоснабжения, минерального питания, температуры, освещения неизменно отражаются на продуктивности, скороспелости, длине, технологических качествах волокна и других хозяйственно-ценных признаках хлопчатника. Причем эта изменчивость имеет массовый характер, т. е. изменяются в одном направлении, хотя и в разной степени, все растения изучаемой популяции. Количественные признаки хлопчатника варьируют также в зависимости от местоположения коробочки на кусте и снабжения ее ассимилятами. Коробочки в центральной части куста, которые лучше обеспечиваются питательными веществами, бывают крупнее, выход и длина волокна больше, оно прочнее, выше посевные качества семян.

Различия, вызванные влиянием условий среды, по массе хлопка-сырца одной коробочки могут достигать 2—3 г, по выходу волокна — 3—4%, по длине волокна — 3—4 мм, по скороспелости — до 10—20 дней, но наиболее изменчива продуктивность хлопка-сырца. Урожай хлопка-сырца одного растения может варьировать в экстремальных условиях от 0 до 200 г и более. Предельные варьирования признаков всегда ограничены видовой и сортовой принадлежностью. В одних и тех же условиях выращивания длина волокна у сорта С-6030 колеблется от 37 до 42 мм, у сорта 5904-И — от 33 до 38, а у сорта 108-Ф — от 30 до 35 мм и т. д. Таким образом, признаки хлопкового рас-

тения имеют пределы варьирования, которые определяются сортовой и видовой принадлежностью, нормой реакции организма.

Модификационная изменчивость имеет адаптивный, или приспособительный характер. Четкая приспособительная реакция организмов к условиям выращивания выработалась в процессе длительной эволюции организмов, в частности хлопчатника, как свойство, способствующее выживанию в неблагоприятных условиях среды. По выражению акад. И. И. Шмальгаузена, «модификации — наиболее высокий и сложный результат эволюционного процесса». Можно привести много примеров адаптивных модификаций хлопчатника. При жестком поливном режиме у хлопчатника проявляются приспособительные изменения — уменьшается площадь листьев, ослабляется транспирация, уменьшается общая вегетативная масса, созревание наступает раньше, изменяется соотношение генеративных и вегетативных органов в пользу первых.

В условиях короткого вегетационного периода при высеве среднеспелых сортов в более северных широтах растения приобретают фенотип более скороспелого сорта — вегетативные органы и листья становятся мельче, возрастает интенсивность фотосинтеза. Это как-то компенсирует сокращение рабочего времени фотосинтеза и площади ассимиляционной поверхности. Укорачиваются фазы развития, раньше наступает созревание. При низкой интенсивности освещения (по краям полей, где хлопчатник часто затеняется) листья увеличиваются в размерах, т. е. возрастает площадь ассимиляционной поверхности.

Адаптивные модификации, выработанные в процессе эволюции видов, наследственно обусловлены, но они не передаются по наследству.

Характерной особенностью онтогенетических адаптаций является их обратимость, т. е. возвращение в исходное состояние. Модификации могут быть дрящимися. При этом изменчивость, вызванная условиями выращивания, может сохраняться в определенной мере и на следующие один-два года. Дрящиеся модификации могут возникать вследствие изменения посевных качеств семян. Например, при низком агрофоне не только снижаются размеры и качество урожая, но неизменно ухудшается выполненность семян, всхожесть и энергия прорастания. Это может привести к отставанию в развитии растений на следующий год.

Таким образом, характерной особенностью модификационной изменчивости является ее адаптивный, массовый характер и затухающее действие по годам. Именно поэтому модификации не есть исходный материал для естественного и искусственного отбора, т. е. эволюции и селекции. Следует отметить, что если изменившиеся условия сохраняются долго, то и модификационная изменчивость будет сохраняться, но при этом будут возникать также наследственные изменения, или мутации, имитирующие модификации. Такие мутации будут неизбежно

сохраняться, размножаться и изменять генотипическую природу сорта.

Спонтанная мутационная изменчивость. Основным материалом эволюции является мутационная изменчивость. Она вызывается разносторонними изменениями генетического материала — изменением числа хромосом, хромосомными aberrациями, генными мутациями, вызванными влиянием таких физических факторов, как резкие колебания температуры, ультрафиолетовая радиация, усиление радиоактивного фона. Возрастает роль химических мутагенов в связи с массированным использованием химических средств борьбы с вредителями и загрязнением окружающей среды. Советским ученым удалось зафиксировать так называемые «транспозиционные взрывы» нестабильных генов, выступающих в роли мутагенных факторов и вызывающих массовые новообразования (мутации) в естественных условиях. На основе мутационной изменчивости, рекомбинаций, создаваемых последующим скрещиванием, и действия отбора происходит обособление видов и геномов хлопчатника, приспособление к новым ареалам обитания, окультуривание этого растения.

Мутации хлопчатника бывают вредными, безразличными и полезными с точки зрения биологической полезности и хозяйственной ценности.

У аутбредных видов биологически полезные мутации (мутантные гены) в процессе эволюции дифференцировались как доминантные, в то время как мутации, не имеющие эволюционной ценности, в том числе вредные мутации, преимущественно сохраняются рецессивными.

Эволюция доминантности не распространяется на инбредные виды, в том числе хлопчатник, так как у них отбору подвергаются гомозиготы. Поэтому мутации хозяйственно-полезных признаков у инбредных видов могут быть как доминантными, так и рецессивными.

Типичным примером вредной мутации является мутация бесхлорофильности. Отсутствие хлорофилла проявляется в момент раскрытия семядолей и растения погибают, израсходовав запас питательных веществ. Мутация эта летальна в гомозиготном состоянии и вызывается действием единичного рецессивного гена. Наследование признака можно изучить, если бесхлорофильные растения привить на нормальные и скрестить с ними. Во втором поколении наблюдается расщепление 3:1. В некоторых случаях у *G. hirsutum* F₂ расщепляется в соотношении 15:1, то есть признак может быть дифакторальным. Другая форма хлорофильной мутации — пятнистые листья с чередующимися светло-зелеными, желтыми и белыми пятнами. Эта мутация сублетальная. Хлорофильные мутации хлопчатника представляют ценный материал для изучения генетики хлоропластов, сравнительной роли генов ядра и цитоплазмы в генетическом контроле фотосинтеза (Ю. Н. Насыров, 1975).

Другой пример вредной мутации, описанный Харландом у

G. barbadense — карликовая курчавость. Обнаруживается она в посевах си-айлендов, примерно одно растение на 5 тысяч. Растения таких мутантов мелкие, листья сморщены, покрыты мозаикой и изорваны по краям. Мутация — рецессивная.

Биологически летальная мутация стерильности как мужской, так и женской является следствием аспинапсиса, вызванного мутацией генов, регулирующих синапсис.

Примером вредной мутации является безволоконность семян. У таких мутантов семена абсолютно голые, без подпушка и без волокна. До созревания мутанты мало отличаются от нормальных растений, после раскрытия коробочек семена, совершенно не сцепленные волокном, высыпаются при малейшем сотрясении растений.

Следует иметь в виду, что популяции хлопчатника как преимущественного самоопылителя свободны от особо вредных сублетальных и летальных мутантных генов, так как они быстро переходят в гомозиготное состояние и элиминируются, возникая каждый раз заново.

Примером биологически полезной мутации являются мутации симподиального типа ветвления из моноподиального, имевшие, видимо, многоэтапный характер. Такие мутации можно получать также экспериментально (Н. Н. Назиров). В эволюционном аспекте такие мутации имели огромные преимущества, обеспечивая скороспелость и создавая условия для продвижения хлопчатника в более северные широты. Мутации симподиального типа ветвления (низкой закладки первого симподия) имеют доминантный характер.

Примером полезной мутации хлопчатника могут служить и другие мутации типа ветвления. У хлопчатников нулевого типа вследствие мутации произошла полная редукция междоузлия плодовой ветви и коробочки на плодоножках располагаются непосредственно в пазухах листьев главного стебля.

Растения нулевого типа без плодовых ветвей возникли первоначально в 30-х годах как единичные спонтанные мутации на посевах хлопчатника симподиального типа, попавших под снег в фазе всходов. Мутагенным фактором послужила низкая температура. Потомство мутантов нулевого типа сохранило новый признак — отсутствие симподиальных ветвей, т. е. изменчивость оказалась наследственной. При скрещивании с симподиальными формами в F_1 признак исчезал, появляясь во втором поколении в соотношении 1:3. Нулевой тип оказался рецессивной мутацией, контролируемой одним геном. Из потомства единичных исходных мутантов был отобран В. Г. Кулебяевым сорт 3169-И, а проф. Автономовым — сорт 2525. Из сорта 3169-И было получено все разнообразие сортов нулевого типа. За рубежом сорта хлопчатника нулевого типа неизвестны, хотя мутация эта описана в 1929 г. Кернеем, в 1971 г. Эль-Агами и др. Нулевой тип коррелирует с высокой скороспелостью растений в связи с низкой закладкой первой плодовой ветви, ранней бу-

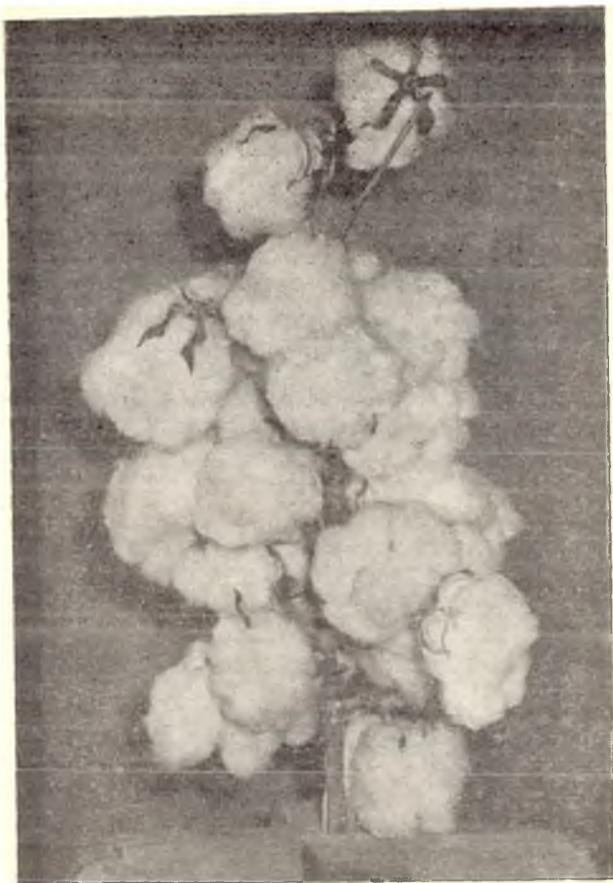


Рис. 16. Карликовый мутант «Пахтаабад».

тонизацией и ускоренными темпами накопления бутонов и раскрытия коробочек. Описаны случаи закладки первого плодового узла в пазухе симподиальных листьев. Небольшая площадь листовой поверхности и поджатая конструкция куста определяют приспособленность этих форм к условиям высокого загущения посевов. Благодаря положительным качествам — высокой продуктивности и скороспелости — сорта нулевого типа за короткий период времени заняли подавляющее большинство площадей, отведенных под посевы тонковолокнистого хлопчатника в Советском Союзе.

У тетраплоидных хлопчатников обнаружены мутации с резко укороченными междоузлиями главного стебля и симподиальных ветвей. Такая спонтанная карликовая мутация обнаружена в 60-х годах в посевах сорта 108-Ф (рис. 16). В настоящее время карликовые мутанты привлекают большое внимание с точки зрения их использования при загущенных посевах хлоп-

чатника. У *G. hirsutum* мутация карликовости может быть доминантной и рецессивной.

У хлопчатника относительно часты случаи получения мутантов с крупной коробочкой.

Как известно, крупность коробочки — сложный признак. Структура его определяется числом долек, числом семян в долке, массой семян, индексом волокна (рис. 17).

Используя спонтанные мутации, селекционерам удалось повысить крупность коробочки до 7—8 г, а у ряда образцов — до 10—11 г и более.

Поскольку крупность коробочки и ее компоненты не являются полезными признаками с точки зрения биологической ценности, то изменение этих признаков в сторону возрастания контролируется преимущественно рецессивными генами. При скрещивании культурных сортов с диким подвидом *texicanum* доминирует мелкая коробочка дикой формы.

Относительно часто встречается мутация, вызывающая отсутствие подпушка на семенах, или голосемянность. Эта мутация может быть доминантной и рецессивной у разных видов. Описанные мутации также являются полезными лишь с хозяйственной точки зрения. Для сохранения вида в естественных



Рис. 17. Спонтанный мутант с крупной коробочкой.

условиях, т. е. с биологической точки зрения, описанные мутации скорее всего безразличны. Поэтому классифицируя мутации на полезные и вредные, надо иметь в виду относительность такого деления.

Любая новая мутация не является адаптированной к тем условиям, в которых она возникла, поэтому она редко может иметь прямое и непосредственное преимущество для организма. В популяциях всегда накоплен огромный резерв наследственной изменчивости. При изменении условий или продвижении в новые ареалы существования такие безразличные или даже вредные мутации могут оказаться полезными.

Например, безразличная мутация устойчивости к той или иной болезни, которая не наблюдается в данном районе, может оказаться исключительно полезной в случае эпифитотий.

Безразличные в условиях тропиков мутации фотопериодической реакции при продвижении популяции в более северные широты с длинным днем обеспечивают ее выживание. Обычные формы с короткодневной фотопериодической реакцией в этих условиях неизбежно обречены на **вымирание**.

Частота спонтанных мутаций генов, контролирующих разные признаки, неодинакова. У хлопчатника наиболее часто обнаруживаются мутации по морфологическим признакам — типу ветвления, опушенности семян, гроздевидному расположению коробочки, размерам зеленой коробочки, размерам листьев, хлорофильным мутациям и др. Крупные мутации по сложным количественным признакам наблюдаются редко — полимерность, взаимодействие генов, их сцепление, характерные для полигенных систем, видимо, препятствуют этому. Однако именно по полигенным признакам наблюдаются так называемые малые мутации, не улавливаемые без специальных статистических методов; такие мутации, накапливаясь, играют большую роль в эволюции и селекции.

Характерной особенностью мутаций является их ненаправленность. Если модификационная изменчивость является строго адаптивной к конкретным условиям произрастания, то мутационная изменчивость совершенно не соответствует или не адекватна условиям, в которых она возникла. Наследственная адаптация возникает только под действием отбора. В наиболее северной зоне хлопкосеяния возможны любые мутации, но получают преимущества и размножаются лишь те, которые повышают скороспелость хлопчатника. Например, мутанты с пазушным плодоношением имели большое преимущество по скороспелости, в связи с чем они получили распространение в хлопкосеющих республиках Средней Азии, расположенных в наиболее северной зоне мирового хлопкосеяния.

Хотя мутации не направлены и способствуют получению огромного разнообразия признаков, для родственных видов характерны мутации сходного типа. Виды, относящиеся к одному геному, проявляют еще большее сходство в типах мутаций. Для

хлопчатника, как и для других культур, в полной мере проявляется закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Наследственная изменчивость в сторону упрощения типа ветвления встречается у всех культивируемых видов, хотя процесс редукции наиболее выражен у *G. barbadense*. Вид *G. barbadense* представлен моноподиальными формами (ssp. *Darwinii*, ssp. *vitifolium*), типично симподиальными формами — ssp. *eybarbadense* (сорта С-6002, С-6022), формами нулевого типа подвида *eybarbadense* (сорта 5904-И, 5595-В и др.). Вид *G. hirsutum* также представлен моноподиальными формами (ssp. *mexicanum*), типично симподиальными — ssp. *eu-hirsutum* (сорта 108-Ф, С-4727 и др.). Процесс редукции плодовых ветвей у вида *G. hirsutum* не зашел столь далеко, однако есть сорта с одноколенчатыми симподиями предельного типа (С-8230, С-8257 и др.). Описаны единичные растения только с пазушным плодоношением. Мутации, вызывающие отсутствие подпушка и волокна, также встречаются у всех культурных видов.

Гомологическая изменчивость антоциановой окраски растения, пятна на лепестках, различные типы рассеченности листа, стерильность растений, окраска волокна также встречаются у разных культивируемых диких видов.

Лишь в отдельных случаях возможно образование признаков, не свойственных не только виду, но и роду, как например, некоторые безгоссипольные мутанты хлопчатника или мутант с 3-мя семядольными листьями, обнаруженный у *G. herbaceum*.

Наличие сильного опушения на стебле п листьях некоторых форм *G. hirsutum*, а также у *G. tomentosum* подсказывает, что такие образцы можно ожидать и у вида *G. barbadense*, для которого сильное опушение растения представляет большой интерес как средство, предохраняющее от вредителей.

Хорошо известно, что сорта вида *G. barbadense* имеют длинное высококачественное волокно, созданное в результате многократных мутаций, рекомбинаций и отбора. Вид *G. hirsutum* характеризуется худшим качеством и более коротким волокном. Многолетние поиски селекционеров позволили обнаружить большую изменчивость по этим признакам в пределах вида *G. hirsutum* и создать исходные сорта с длиной волокна до 40 мм и высоким его качеством, сходные с сортами тонковолокнистого хлопчатника.

Таким образом, закон гомологических рядов наследственной изменчивости, сформулированный Н. И. Вавиловым, позволяет правильно ориентироваться селекционерам и направлять поиски в нужном направлении.

Вопрос об индуцировании мутаций у хлопчатника и использовании индуцированного мутагенеза в селекции будет рассмотрен в следующей главе.

СЕЛЕКЦИЯ ХЛОПЧАТНИКА

Глава I

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Хлопчатник представляет одну из древнейших культур, возникшую одновременно с зарождением земледелия. Его эволюцию можно рассматривать как результат совместного влияния условий среды, естественного и искусственного отбора, который вел человек, вначале бессознательно, а затем как систематический процесс приспособления хлопчатника к нуждам человека.

Первоначально хлопчатник возделывался первобытными людьми как приусадебная культура, а затем по мере превращения его в однолетнее растение он стал возделываться как полевая культура. Первые археологические сведения о хлопчатнике и об изделиях из хлопка имеют 3—5-тысячелетнюю давность. При раскопках развалин Мохенджо-Даро (Индия) были найдены остатки тканей из хлопка *G. arboreum* L. Значит, уже 5000—5500 лет назад хлопчатник был введен человеком в культуру. Считают, что и в Южной Мексике хлопчатник был введен в культуру также несколько тысячелетий назад ацтеками и около 5000 лет назад возделывался народами на территории Перу. Упоминания о хлопковом прядении встречаются в индийских религиозных гимнах Ригведы. Греческие историки Геродот (445 г. до н. э.) и Теофраст (350 г. до н. э.) пишут о широком возделывании хлопчатника в Индии. Причем Теофраст, побывавший в Индии с Александром Македонским, описывает хлопковые поля по собственным наблюдениям. В Китае и Японии эта культура, видимо, относится к более позднему периоду (VIII—X вв.), что увязывается с отсутствием скороспелых сортов. Древней является культура хлопчатника в Африке. Сосуд с семенами *G. herbaceum* был найден в Фиванских могильниках Верхнего Египта более 1000 лет до н. э. Примерно к той же эпохе относится начало возделывания хлопчатника в Ассирии и Вавилонии, запечатленное в клинописных документах. Многие историки древности — Теофраст, Страбон, Плиний — пишут о том, что хлопчатник в Египте и Передней Азии культивировался до нашей эры. По Геродоту, фараон

Амазис в 569 г. до н. э. послал лакедемонянам для храма Минервы 2 корзины с хлопком.

В Среднюю Азию хлопчатник проник через Иран, видимо, в первом тысячелетии до нашей эры. Раскопки погребальных сооружений около Чуста (Наманганская область) доказали, что в первых веках нашей эры в Ферганской долине занимались хлопководством. В III—IV столетии нашей эры культура *G. herbaceum* L. получила широкое распространение. В этот период в Средней Азии народной селекцией уже были созданы скороспелые формы, приспособленные к короткому вегетационному периоду и более суровому засушливому климату.

Наибольшего развития хлопководство в Средней Азии достигает в X—XI вв. нашей эры, но затем в связи с разорительными войнами приходит в упадок. С присоединением Средней Азии к России хлопководство начинает приобретать товарные черты. В XVIII—XIX вв. волокно и пряжа регулярно вывозились в Россию. В этот период в Средней Азии возделывались исключительно сорта вида *G. herbaceum* народной селекции, созданные в результате совместного влияния естественного и искусственного отбора (рис. 18). Азиатские гузы представляли большое разнообразие агроэкологических форм. Гузы различных хлопководческих районов Средней Азии и Закавказья (Туркмении, Бухары, Ферганы, Ташкентского оазиса, Хивы, Каракалпакии, Азербайджана и т. д.) сильно отличались по морфологическим и хозяйственным признакам.

Хлопководство, основанное на гузах, было низкоурожайным, волокна гуз коротким и грубым и не удовлетворяло требования развивающейся текстильной промышленности. Вследствие этого в конце XIX в. начинаются попытки введения в культуру аме-

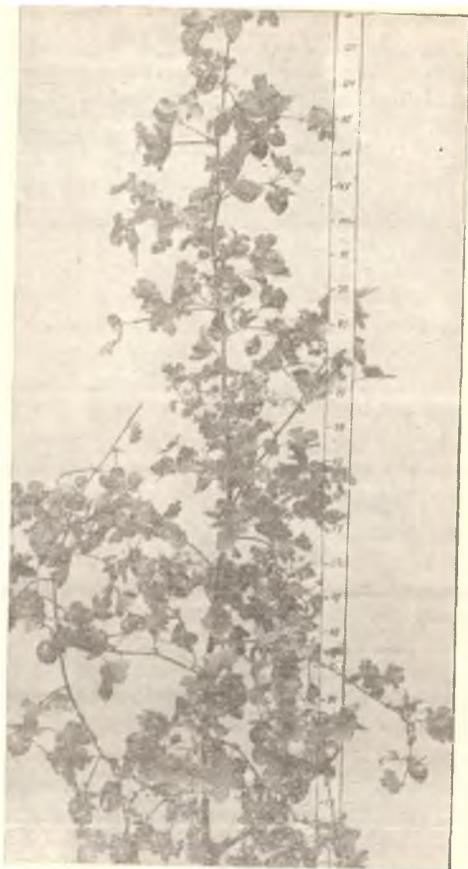


Рис. 18. „Гуза“

риканских видов хлопчатника. Эти виды на американском континенте представляли очень древнюю культуру. Ко времени открытия Америки Колумбом (в 1492 г.) народы Мексики, Колумбии, Перу, Вест-Индских островов — потомки ацтеков, майя и других древних народов уже имели высокоразвитое хлопководство и владели искусством прядения хлопкового волокна. В Мексике возделывали различные формы *G. hirsutum* L. (мексиканский нагорный хлопчатник, или упланд). В Перу выращивали разновидности *G. barbadense* L. (приморский хлопчатник, или си-айленд).

Ко времени завоза семян американских хлопчатников в Среднюю Азию в Америке уже были выведены селекционные сорта из сортов народной селекции. Академик Н. И. Вавилов писал: «Ряд лучших современных сортов хлопчатника — упланда, возделываемых в Соединенных Штатах Америки и у нас, заимствован американскими интродукторами у крестьян в старых мексиканских деревнях; эти сорта в дальнейшем подверглись лишь более дробной селекции и размножению. Несомненно они ведут начало от времени цивилизации майя, существовавшей до прихода европейцев. Таковы сорта Акала, Биг-Болл, Дюранго, выведенные неизвестными селекционерами».

В 1870 г. в Среднюю Азию впервые завезли из Америки семена очень позднеспелого си-айленда (*G. barbadense* L.), не приспособленного к местным условиям. Попытка эта закончилась неудачей. Позднее завезли семена более скороспелых сортов (Кинг, Руссельс, Кливленд) и в 1884 г. этими семенами было засеяно 300 га. Так начиналось постепенное вытеснение местных гуз американскими сортами, имевшими бесспорное преимущество по урожаю, длине и качеству волокна. Из-за полного отсутствия семеноводческой работы культура американского хлопчатника внедрялась стихийно. Семена различных сортов через Департамент земледелия получали владельцы хлопкоочистительных заводов, хлопчатобумажных фабрик и отдельные лица без плана. После сбора урожая семена разных сортов смешивались на заводе. В результате стихийного размножения, механического смещения семян американских сортов на заводах и переопыления растений образовались так называемые «заводские смеси», или популяции, определенным образом приспособившиеся к зоне своего возделывания. Заводские смеси сильно различались по морфологическим и хозяйственным признакам и особенно по скороспелости. В северных районах — Туркестанском, Чимбайском сформировались более скороспелые мелкокоробочные популяции. Ферганские, бухарские и туркменские заводские смеси были более позднеспелыми и крупнокоробочными.

В 1900 г. впервые в Средней Азии создаются сельскохозяйственные опытные станции — Туркестанская, Андижанская, Голлоднестепская и Ашхабадское опытное поле. Эти станции занимались разработкой вопросов агротехники возделывания

хлопчатника, а также испытанием и внедрением американских сортов.

Начало планомерной селекционной работы относится к 1908—1910 гг., когда при хлопковых станциях появились селекционные отделы, а в 1913 г. близ города Намангана была создана хлопковая селекционная станция «Пахталык-Куль». На этих станциях были выведены первые отечественные сорта хлопчатника. Лучший из них — это сорт Навроцкий, выведенный Я. Л. Навроцким на Андижанской станции из популяции американского сорта Руссельс; Триумф Навроцкого выведен им же из сорта Триумф. На Голодностепской станции, где работали Г. С. Зайцев и М. М. Бушуев, из местных «заводских смесей» были отселектированы скороспелые сорта 169 и 182.

Первые селекционные сорта до революции не получили распространения из-за неадаптированности семеноводческой работы.

Начало подлинного развития хлопководства и селекции хлопчатника связано с установлением Советской власти в Средней Азии. 24 декабря 1920 г. В. И. Лениным был подписан декрет о восстановлении и развитии хлопководства в Средней Азии, где отдельным пунктом записано: «восстановить ранее существовавшие, организовать новые опытные поля и селекционные станции». Во исполнение этого декрета Главный хлопковый комитет создал в 12 км от Ташкента Туркестанскую селекционную станцию на базе материалов, уцелевших после разгрома басмачами Ферганской станции близ Намангана.

С этого же времени приступают к систематической замене беспородных низкоурожайных «заводских смесей» селекционными сортами, выведенными в дореволюционный период. Первую сортомену начали в 1922 г. и полностью завершили в 1930 г. «Заводские смеси» повсеместно сменили более продуктивные сорта Навроцкий, 169, 182. Наибольшее распространение (до 1 млн га) получил сорт Навроцкий (рис. 19), который пре-



Рис. 19. Сорт «Навроцкий».

Характеристика сортов хлопчатника I—V сортосмен

Сортосмена	Сорт	Дни от сета до созревания	Выход, %	Длина, мм	Разрывная нагрузка	Линейная плотность	Масса сырья одной корочки	Относительная устойчивость к вилту
I	Навроцкий	140—145	33—35	27—28	4,2—4,5	4300—4500	5,5—6,5	средняя
	169	130—135	33	27—28	4,8	4500	4,5—5	слабая
	182	125—130	33	25—26	4,3	4200	4—4,5	.
	Триумф Навроцкого	150	34—35	28—29	4,2	4700	7—9	.
II	8517	145	37—38	30—32	—	—	6,5—7	средняя
	2034	138—140	29—30	33—34	4,8	6100	5,5—6,0	очень слабая
	8196	135—140	28—29	32—34	4,7	6100	5,5—6	очень низкая
III	C-460	145—150	40	32—33	4,9	5100	7—7,5	хорошая
	18819	130—140	35	33—34	4,9	5900	5,5—6	средняя
IV	108-Ф	140—145	35,5	32—33	4,8	5500	6,5—7	.
	138-Ф	147	37	35—36	1,2—4,6	5900	7,0	.
	C-450-555	145	38,5	31—32	4,9	5000	6,5—7	хорошая
	149-Ф	137—142	36—37	34—35	4,6	5990	6,3—7,3	средняя
	137-Ф	146	37—38	32—33	4,7	5300	7,0—7,5	хорошая
V	C-4727	135—140	38,0	32—33	4,6	5600	6,5—7,0	слабая
	159-Ф	143—148	36—37	32—33	4,8	5500	7,0	хорошая
	152-Ф	143—148	37,5	34,4	4,8	5610	6,3	.
	153-Ф	140—145	38,41	32,0	4,9	4900	4,3—6,3	.
	Ташкент-1	140—145	36—37	32—33	4,8	5300	6—6,5	высокая

вышал «заводские смеси» по урожайности на 15—20% и по выходу волокна на 2—3% (табл. 14). Сорта 169 и 182 селекции Г. С. Зайцева превосходили по скороспелости сорт Навроцкий на 10 дней и высевались в северных районах Среднеазиатских республик.

Сорта Навроцкий, 182, 169 имели очень короткое волокно — 26—28 мм и не удовлетворяли требованиям текстильной промышленности. К 1930 г. средняя длина волокна по сортам, распространенным в СССР, достигала 27,5 мм при очень низком качестве (разрывная длина 19—21 км).

Возник вопрос о создании и внедрении в производство длинноволокнистых высококачественных сортов. Совнарком СССР в своем решении от 29 августа 1934 г. «О мероприятиях по улучшению семеноводческой работы по хлопку» постановил: «...довести в 1937 г. площадь длинноволокнистых американских сортов (с длиной волокна в 29—30 мм и выше) не менее чем до 1 млн га и египетских — не менее, чем до 200 тыс. га».

За короткий срок советские селекционеры создали новые

высокоурожайные сорта с длинным волокном 8517, 36М2, 8196, 2034, 2017, которые пришли на смену дореволюционным сортам. Все эти сорта были созданы путем аналитической селекции из американских сортопопуляций.

Сорт 8517 был выведен на Центральной селекционной станции (ЦСС) СоюзНИХИ С. С. Канашом из образца Акала 0278; сорт 36М2 отселектирован Могильниковым на Ферганской станции из другого коллекционного образца Акала 036. Наиболее длиноволокнистый сорт 2034 выведен Я. Д. Нагибиным из образца Экспресс Веббера. В этот же период для северных районов хлопкосеяния был создан скороспелый сорт 1306 из популяции Кинг.

Вторая сортосмена, начатая в 1934 г., была завершена в 1937 г. Быстрому размножению новых сортов способствовала налаженная к этому времени строгая плановая система семеноводства: пятилетняя схема обновления семян, широкая сеть элитно-семеноводческих хозяйств в колхозах и совхозах, создание республиканских семенных станций и семенных лабораторий при хлопкоочистительных заводах.

Наибольшее распространение во вторую сортосмену получил сорт 8517 с длиной волокна 30—32 мм и выходом 37—38%, занявший 736 тыс. га.

Сорт 2034 имел еще более длинное волокно — 33—34 мм с очень высоким качеством — разрывная длина достигала 28—29 км. В результате второй сортосмены урожайность по стране возросла на 15—19%, средняя длина волокна — с 27 до 30,5 мм, а выход волокна с 28,4 до 33%. Резко повысилась сортность (до 97%) и качество посевных семян.

В период второй сортосмены была окончательно освоена культура тонковолокнистого хлопчатника *G. barbadense* в Средней Азии.

Первые неудачные попытки возделывания в Средней Азии культуры тонковолокнистого (египетского) хлопчатника были сделаны в конце XIX в.

В 1909—1916 гг. вновь были сделаны более удачные попытки освоения культуры египетского хлопчатника на Ашхабадском опытном поле агрономом П. А. Козиком и в Ферганской долине. Однако низкие урожаи, связанные с позднеспелостью египетских сортов и незнанием биологических особенностей и агротехнических требований, были причиной неудачи с внедрением этой культуры.

С 1926 г. египетские сорта стали возделывать методом пересадочной культуры в разных республиках Средней Азии. В том же году был организован филиал Туркестанской селекционной станции в г. Байрам-Али (Туркмения), а позже селекционная работа с тонковолокнистым хлопчатником была передана на Иолотанскую опытную станцию. Расширилась сеть опорных пунктов и сортоиспытательных участков, форсировалось размножение египетских сортов.

На замену позднеспелых сортов Ашмуни, Загора, Сакель, поступивших в 1929 г., были завезены и размножены более скороспелые сорта Пима и Маарад.

Интродукция и акклиматизация египетских сортов сыграли свою роль, однако возможность успешного возделывания сортов тонковолокнистого хлопчатника в Средней Азии и Азербайджане была доказана лишь после того, как появились отечественные сорта вида *G. barbadense* L., приспособленные к местным экологическим условиям, более урожайные, с лучшим технологическим качеством волокна. По скороспелости они превышали оригинальные египетские сорта на 10—12 дней. Наибольшее распространение получили сорта 35-1, 35-2, 2ИЗ, 23 (рис. 20).

Сорта 35-1 и 35-2 выведены селекционером А. И. Автономовым на ЦСС СоюзНИХИ из образца Ашмуни; сорт 2ИЗ полу-



Рис. 20. Сорт «2ИЗ».

чен на Туркменской станции селекционерами Эммануиловым и Цинда из египетского сорта Янович. Этот сорт превосходил по качеству волокна лучшие египетские сорта. Сорт 23 был создан в Таджикистане В. П. Красичковым из сорта Пима-2156. После освоения культуры тонковолокнистого хлопчатника Советский Союз в принципе освободился от необходимости завоза хлопка из-за рубежа.

Основные сорта средневолокнистого хлопчатника, районированные во вторую сортосмену, были неустойчивы к заболеванию вертициллезным вилтом. Это заболевание стало быстро распространяться в главных районах хлопководства в конце сороковых годов, снижая урожайность до 10—20%. Распространение вилта объясняется отсутствием правильных севооборотов, т. е. монокультурой хлопчатника, а также низкой устойчивостью сортов к заболеванию. Это приводило к накоплению в почве инфекции вилта.

Постановление СНК СССР от 22 декабря 1939 г. «О мероприятиях по дальнейшему подъему хлопководства в Узбекистане» обязывало провести к 1944 г. очередную, третью сортосмену по внедрению в производство высокопродуктивных устойчивых к вилту сортов. На замену сильно поражавшихся вертициллезным увяданием сортов 8517, 2034, 8196 были выведены С. С. Канашом на Центральной селекционной станции более вилтоустойчивые сорта С-460, С-450, 18819.

Сорт С-460 (рис. 21), полученный от скрещивания сортов 8517×36М2, по сравнению с 8517 имел более высокую урожайность сырца, и особенно волокна, выход до 40%, более длинное и крепкое волокно. Недостатком сорта С-460 являлась его позднеспелость. Этот сорт занял свыше полмиллиона гектаров. Скороспелый сорт 18819 с длинным волокном очень высокого качества заменил сорт 2034, сильно поражавшийся вилтом.

Внедрение в производственные посевы новых сортов резко снизило поражаемость посевов вилтом, повысило урожай сырца на 15—18%, волокна — на 20—22%. Средний процент выхода волокна по стране возрос с 33 до 35,5%, а средняя длина волокна с 30,5 до 32,5 мм. Однако вместе с положительными качествами основной сорт третьей сортосмены С-460 имел большой недостаток. Он был позднеспелее своего предшественника, что особенно проявилось в послевоенные годы, когда возрос уровень агротехники, резко повысились нормы удобрений под хлопчатник.

Сорт С-460 стал «жировать», т. е. бурно развивать вегетативную массу растений, что повлекло снижение доморозных сборов, особенно первых сортов. Встал вопрос о замене сорта С-460 более скороспелыми сортами.

Четвертая сортосмена началась в 1947 г., когда был районирован сорт 108-Ф, превосходивший своего предшественника по скороспелости на 7—10 дней (рис. 22). Этот сорт был создан на Андижанской станции Л. В. Румшевичем из материала



Рис. 21. Сорт «С-460».

естественной гибридизации образцов Акала и Кук (линия 17687).

В начале 50-х годов был районирован длинноволокнистый сорт 138-Ф, занявший наиболее южные области республики, а также сорт 149-Ф с волокном IV промышленного типа. Несколько позднее был районирован в северной зоне Узбекистана сорт С-4727, который и в настоящее время возделывается в

Каракалпакской АССР. Этот сорт скороспелее стандарта 108-Ф на 7—8 дней; в отличие от других скороспелых сортов имеет крупную коробочку, высокий выход волокна.

Сорт 108-Ф быстро занял основные площади республики. В 1976 г. под этим сортом было занято 1,6 млн. га в Узбекистане и других хлопкосеющих республиках. Сорт 108-Ф и в настоящее время широко возделывается, т. к. в течение 30 лет не снижает своих урожайных качеств. Широкий ареал и долговечность сорта 108-Ф вызваны не только его высокой продуктивностью и хорошим качеством волокна, но и широкими адаптивными возможностями — хорошей приспособляемостью к различным почвенно-климатическим и агротехническим условиям.

В 60-х годах в связи с сильным распространением инфекции вилта и приспособлением гриба к основному сорту 108-Ф вилоустойчивость его понизилась и остро встал вопрос о его замене другими сортами, более устойчивыми к существующим расам гриба.

На замену сорта 108-Ф пришли сорта, более устойчивые к вилту: 152-Ф, 159-Ф, выведенные на Андижанской станции. Однако и новые сорта не решали проблему борьбы с вилтом даже на короткий срок. К концу 60-х годов в Институте экспериментальной биологии АН УзССР С. М. Мирахмедовым были выведены вилоустойчивые сорта Ташкент-1 и Ташкент-3. Ташкентские сорта, созданные отдаленной гибридизацией сорта С-4727 с диким подвидом *ssp. mexicanum* в сочетании с бекроссами, представляют собой крупное достижение советской селекции. Достаточно отметить, что в период районирования на:

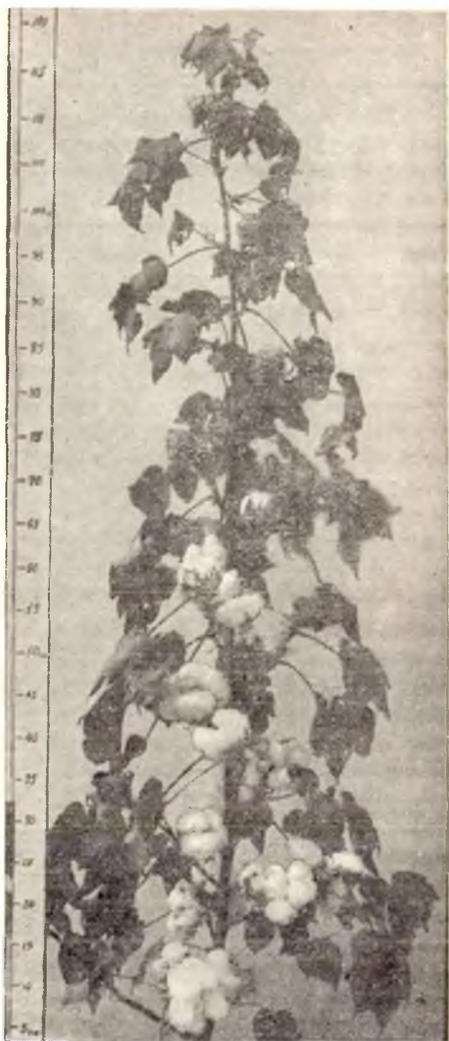


Рис. 22. Сорт «108-Ф».

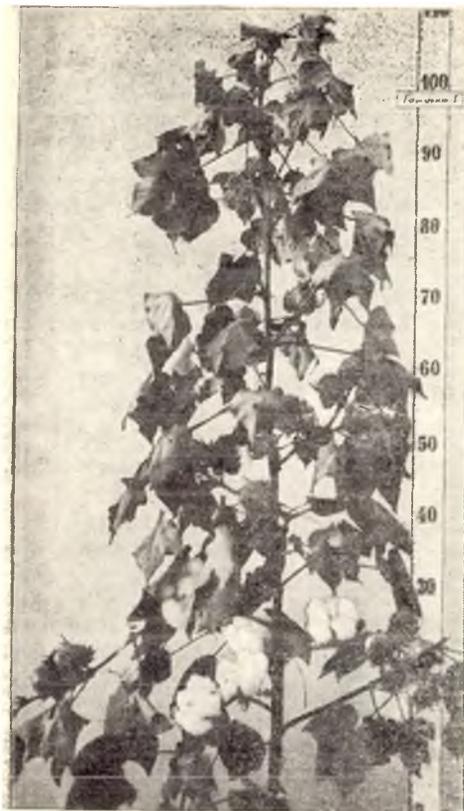


Рис. 23. Сорт «Ташкент».

Уйчи, АН-402, 175-Ф и др. с лучшим качеством волокна (рис. 24).

К концу 70-х годов в почвах распространилась более агрессивная раса 2 возбудителя вилта, сильно поражающая сорт Ташкент-1, а также перечисленные сорта, созданные с участием дикого подвида *texicanum*, кроме сорта 175-Ф. Эти сорта отличаются также недостаточно высоким выходом волокна. Этот признак имеет важное значение в связи с переходом на планирование урожаев по волокну.

Новые сорта, которые придут на смену современным, должны иметь комплексную устойчивость к разным расам гриба, а по скороспелости, урожаю и качеству волокна превосходить современные стандарты.

За последние десятилетия большие успехи достигнуты в селекции тонковолокнистого хлопчатника. После создания сорта 2ИЗ долгое время не было выведено на замену ему сортов с аналогичным качеством волокна, но более скороспелых и устойчивых к фузариозному вилту. Лишь в 50-х годах был создан

искусственно зараженном фоне сорт 108-Ф поражался на 90% и более, сорт 159-Ф на 50—60%, а ташкентские сорта на 5—6%.

По устойчивости к вертициллезному вилту они превосходили все мировое разнообразие сортов хлопчатника.

Сорт Ташкент-1 (рис. 23) был внедрен в производство в рекордно короткие сроки. В 1976 г. под посевами сорта Ташкент-1 уже было занято около 1 млн га.

Выведение и внедрение в производство ташкентских сортов сыграло важную роль в хлопководстве Узбекистана.

Однако волокно сорта Ташкент-1 не соответствует нормативам V промышленного типа. Поэтому на замену ему стали создаваться и районироваться новые сорта Самарканд-3, Кзыл-Рават,

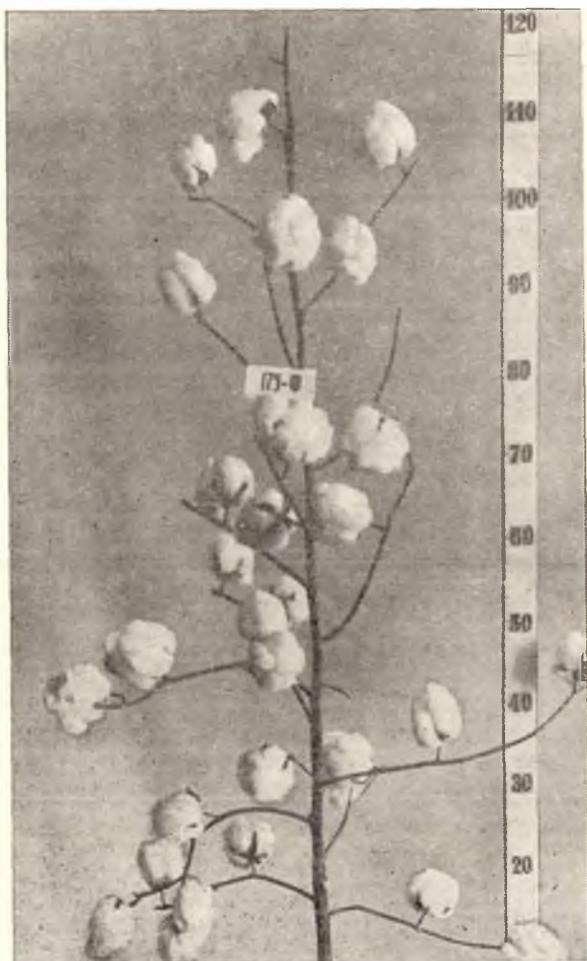


Рис. 24. Сорт «175-Ф»

и внедрен в производство сорт 8763-И. Технологические свойства волокна этого сорта первоначально соответствовали нормативам I промышленного типа, но по ряду причин ухудшились и в настоящее время сорт 8763-И имеет волокно II типа. В 1971 г. был районирован в Туркменской, а затем в Таджикской ССР сорт 9647-И с волокном I промышленного типа. Однако этот сорт недостаточно устойчив к черной корневой гнили. В 1977 г. районированы 3 сорта с качеством волокна I типа — по Узбекистану С-6037, по Туркмении — 9732-И и Ашхабад-25 (рис. 25). Эти сорта устойчивы к фузариозному вилту, а также к черной корневой гнили.

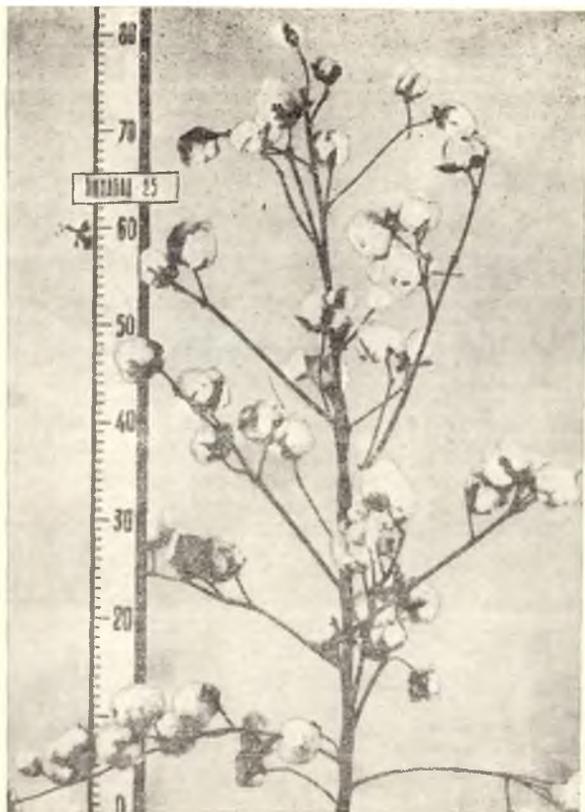


Рис. 25. Сорт Ашхабад-25

Большим преимуществом сорта Ашхабад-25 является рекордно высокий выход волокна (35%) для сортов тонковолокнистого хлопчатника. Благодаря высокой продуктивности сырья и волокна и качеству волокна I промышленного типа сорт Ашхабад-25 занял все площади, отведенные под тонковолокнистый хлопчатник в Туркмении.

Основными сортами со II промышленным типом волокна являлся сорт 5595-В, районированный в Таджикской ССР в 1964 г., а также сорта 6465-В, 6462-В, С-6037 (рис. 26).

Основным сортом с III промышленным типом волокна являлся сорт 5904-И, районированный в 1953 г. Волокно этого сорта ухудшилось и не полностью соответствует нормативам III типа (рис. 27). В 80-е годы районированы новые сорта Термез-14 и Термез-7 с III промышленным типом волокна.

Краткий обзор показывает, что в селекции тонковолокнистого хлопчатника достигнуты определенные успехи, но ответственные задачи по дальнейшему повышению производства и

улучшению качества тонковолокнистого хлопчатника требуют дальнейших усилий по созданию продуктивных сортов с комплексной устойчивостью и запасом качества волокна.

Советские селекционеры создали новую большую группу скороспелых сортов тонковолокнистого хлопчатника нулевого типа. Таких сортов не имеет мировая практика. За счет колонкообразной формы куста эти сорта обеспечивают устойчивые урожаи в условиях высокого загущения. Низкая закладка первого плодового узла и дружные темпы созревания обеспечивают их высокую скороспелость. Первый сорт нулевого типа 5904-И благодаря своей высокой продуктивности получил широкое распространение во всех хлопкосеющих республиках. В настоящее время большинство новых и районированных сортов тонковолокнистого хлопчатника имеет нулевой тип ветвления (рис. 27).



Рис. 26. Сорт «С-6037».



Рис. 27. Сорт «5904-И».

С помощью индуцированного мутагенеза создана новая перспективная группа скороспелых сортов с нулевым типом ветвления, которые можно отнести к типичным сортам интенсивного типа. Это сорта Карши-2, Карши-4, С-6040 и др.

Глава II

ВАЖНЕЙШИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ХЛОПЧАТНИКА И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СОРТУ ПРОИЗВОДСТВОМ

Сорт является важнейшим средством интенсификации хлопководства, обеспечивающим при равных затратах получение с единицы площади более высоких урожаев. Современные селекционные сорта хлопчатника представляют собой общую по происхождению и выровненную популяцию, которая отличается в конкретных условиях возделывания определенными хозяйственными и биологическими признаками.

Сорта обычно приспособлены и дают наиболее высокую продуктивность в определенных агроэкологических условиях. Изменение условий возделывания, освоение площадей в новых экологических зонах, совершенствование агротехнических приемов выращивания хлопчатника требует непрерывного обновления сортов.

В заданиях на двенадцатую пятилетку внедрение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур рассматривается как одно из ключевых направлений интенсификации сельского хозяйства.

Неотъемлемой частью интенсивных технологий является возделывание сортов интенсивного типа, обеспечивающих высокие, ранние и стабильные урожаи.

Современное хлопководство предъявляет высокие требования к сортам интенсивного типа: они должны обладать высокой потенциальной продуктивностью и скороспелостью, устойчивостью к болезням и вредителям, приспособленностью к машинной обработке и уборке урожая, высоким выходом, длиной и технологическими свойствами волокна, хорошей масличностью семян. Сорта хлопчатника должны обладать высокими адаптивными способностями к изменению условий среды, в том числе дефициту влаги, эффективно отзываться на улучшение агрофонов.

Характерной особенностью сортов интенсивного типа является сочетание высокой хозяйственной продуктивности и скороспелости при ограниченном развитии вегетативной массы растения. Накопление высокого хозяйственного урожая обеспечивается высокой фотосинтетической активностью листьев и измененным транспортом ассимилятов в пользу плодовых орга-

нов. Именно поэтому сорта интенсивного типа реагируют на улучшение агрофонов повышением хозяйственного урожая в отличие от сортов экстенсивного типа. Обо всех этих требованиях следует помнить при создании нового сорта. Однако селекционер должен учитывать не только требования сегодняшнего дня, но и те изменения, которые могут произойти в сельскохозяйственном производстве в ближайшие десять лет и более. Только при таком подходе сорта хлопчатника, на создание которых затрачивается около десяти лет, будут долго возделываться в производстве.

Важнейшим хозяйственно-ценным свойством сортов является их продуктивность. К структурным элементам продуктивности хлопчатника относится число полноценных коробочек на растении и их крупность — масса сырца одной коробочки. Обычно у хлопкового растения, обладающего большой потенцией к накоплению коробочек, даже в наиболее оптимальных условиях выращивания опадает около половины плодоорганов в виде бутонов, цветов, завязей. При жестком поливном режиме, низком плодородии почвы и других неблагоприятных условиях процент опадения плодоземелентов повышается. Различия в накоплении плодоземелентов и их опадения у сортов хлопчатника наследственно обусловлены. Число сохранившихся коробочек на растении в большей степени определяет продуктивность хлопчатника, чем их крупность.

Сорта с очень крупными коробочками имеют меньше коробочек на кусте и поэтому создание сортов с массой сырца одной коробочки более 8—8,5 г нецелесообразно. Получение крупнокоробочных сортов имело смысл, когда была высокой доля ручного сбора. При вытеснении ручного сбора урожая в хозяйствах машинным, масса сырца одной коробочки 7—7,5 г, видимо, является оптимальной.

Хлопчатник возделывается главным образом ради волокна. Урожай волокна определяется общей продуктивностью сорта и его выходом, то есть отношением волокна к массе хлопка-сырца. При равных урожаях сырца сорт, имеющий более высокий выход волокна, дает больший урожай волокна. Выход волокна зависит от массы семян и индекса волокна. Желательно, чтобы высокий выход волокна определялся не низкой массой семян, а высоким индексом, т. е. густотой расположения волокон на семени. Подсчитано, что увеличение выхода волокна по стране на 1% даст государству дополнительно около 570 млн м ткани.

С 1984 г. государственные планы заготовок даются не по хлопку-сырцу, а по волокну. Поэтому резко возросла потребность в сортах с высоким выходом волокна. Эта задача одна из наиболее актуальных, так как производство в настоящее время не располагает сортами с выходом волокна более 36—37%.

Одним из ведущих хозяйственных признаков хлопчатника является скороспелость. Хлопковый пояс Советского Союза расположен в наиболее северной зоне мирового хлопкосеяния между

37 и 41° северной широты. Ограниченный период вегетации в Средней Азии и Закавказье ставит фактическую урожайность сортов хлопчатника в зависимость от их скороспелости. Скороспелостью определяются не только размеры урожаев, но и качество сырца и волокна, возможность машинной уборки посевов, себестоимость хлопка-сырца.

Практически скороспелость характеризуется темпами накопления, отдачей урожая и длиной вегетационного периода. Темпы накопления урожая зависят от продолжительности коротких и длинных очередей, что представляет сортовую особенность. Размеры урожая зависят не только от даты появления первого бутона или первого цветка на растении, но и от интенсивности их накопления. Хорошо известна схема цветения у сортов с неопредельным типом плодовых ветвей, впервые описанная Г. С. Зайцевым, и схема цветения у сортов с предельным типом плодовых ветвей (рис. 28). У последних долгая очередь отсутствует и первый бутон на любом симподии зацветает одновременно со вторым бутонном на предыдущем симподии. Подсчитано, что за единицу времени у сортов с предельным типом симподиев образуется 15 цветков, а у сортов с неопредельным типом — 11, совершенно аналогичная последовательность появления цветов у сортов нулевого типа вида *G. barbadense* L.

Сорта симподиального типа имеют одинаковую последовательность раскрытия очередных коробочек, но разную продол-

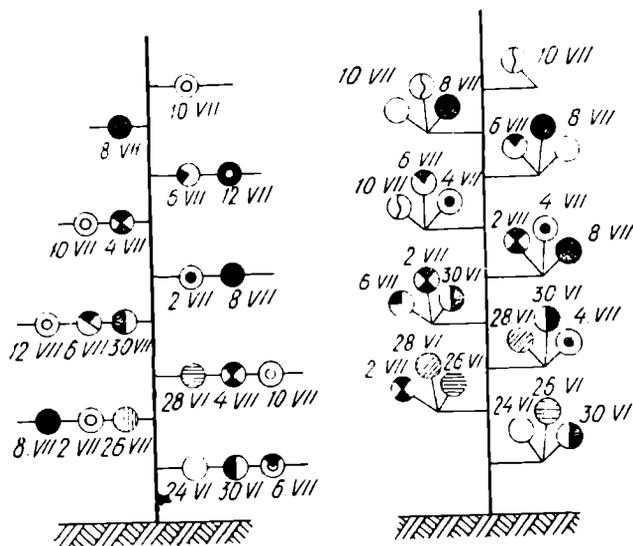


Рис. 28. Схема цветения хлопчатника с неопредельным (слева) и предельным типом плодовых ветвей (справа).

жительность (в днях) коротких и долгих очередей, что также определяет темпы созревания коробочек.

Сорта с ранним наступлением даты созревания, но медленными темпами раскрытия коробочек не могут считаться скоро-спелыми. О темпах созревания судят по показателям подекадных сборов хлопка-сырца. Этот признак должен учитываться при оценке сортов.

Длина вегетационного периода, определяемая датой начала и 50% раскрытия коробочек, является сложным признаком и зависит от продолжительности вегетативной фазы (проращивание семян — бутонизация растений) и времени, необходимого для превращения бутона в цветок и однодневной завязи в раскрытую коробочку (бутонизация — цветение, цветение — созревание). Продолжительность отмеченных межфазных периодов колеблется в зависимости от сорта, почвенно-климатических и агротехнических условий.

В селекционной работе скороспелость определяют по числу дней от посева до раскрытия первой коробочки, урожаю первого и доморозного сбора, а также подекадных сборов хлопка-сырца.

Важнейшим хозяйственно-ценным признаком хлопчатника является устойчивость к болезням, связанная с физиологическими и анатомо-морфологическими особенностями сортов. Особенно важное значение придается устойчивости сортов хлопчатника вида *G. hirsutum* L. к поражению вертициллезным увяданием, поскольку это заболевание за последнее десятилетие приняло угрожающие размеры. В годы эпифитотий потери от вертициллезного вилта достигают десятков процентов, резко ухудшаются технологические качества семян. Селекция вилтоустойчивых сортов — одна из действенных мер борьбы с этим заболеванием. Все прочие меры агротехнического порядка не дают устойчивого и длительного эффекта. Поэтому в настоящее время в Государственное сортоиспытание и предварительное размножение принимаются сорта с очень высокой устойчивостью к вилту.

Сорта, созданные на базе подвида *texianum*, в частности Ташкент-1, высокоустойчивы к расе 1 гриба вертициллиум и совершенно неустойчивы к более агрессивной расе 2, получившей распространение в почвах Узбекистана. Поэтому к новым сортам хлопчатника предъявляется требование комплексной устойчивости к разным расам гриба, то есть так называемой горизонтальной устойчивости. С этой целью ведутся поиски доноров иммунности к расе гриба 2 и делаются попытки совмещения генов устойчивости к разным расам путем гибридизации сортов, устойчивых к расе 1 и выносливых к расе 2.

Скороспелые сорта, выводимые для более северных зон, должны быть устойчивы не только к вилту, но и к гоммозу, поражающему хлопчатник при низких температурах и высокой влажности.

Сорта тонковолокнистого хлопчатника должны быть устойчивы к поражению фузариозным вилтом, макроспориозом и черной корневой гнилью. Заболевание черной корневой гнилью сортов вида *G. barbadense*, впервые описанное в 1926 г., широко распространилось в хлопкосеющих республиках.

До сих пор недостаточно внимания обращается на создание форм с наследственной устойчивостью против поражения клещиком, тлей, озимой совкой и др. Против вредителей используют химические препараты высокой токсичности, требующие применения техники безопасности и мер предосторожности со стороны населения.

Этот вопрос за последние десятилетия приобретает особо важное значение, так как он является частью одной из самых актуальных проблем современности — проблемы охраны окружающей среды от загрязнения и особенно веществами типа канцерогенов, мутагенов и др., грозящих здоровью и наследственности человека, животных и растений. Поэтому поиски по созданию форм, устойчивых к вредителям по своим анатомическим, морфологическим и физиологическим особенностям, так же, как разработка биологических мер борьбы с вредителями заслуживают большого внимания.

С переходом на комплексную механизацию возделывания хлопчатника первостепенное значение приобретает приспособленность сортов к механизированной обработке и уборке урожая. Такие сорта должны обладать скороспелостью, слабой облиственностью, прочным, неполегающим стеблем. Для машин шпиндельного типа малопригодны сорта с очень раскидистым кустом, плодовыми ветвями третьего-четвертого типа, а также растения с большой скученностью коробочек. Это наблюдается у некоторых сортов с симподиями предельного типа и короткими плодоножками. Для машин современного типа первая плодовая ветвь должна быть расположена не ниже 10 см от гребня рядка, так как машины не захватывают коробочки, расположенные ниже.

Нежелательна и сильная облиственность растения, затрудняющая действие дифоллантов на всю листовую поверхность.

У сортов, приспособленных к машинной уборке, сила сцепления волокна со створками должна быть в пределах 200—250 г, а сила сцепления в дольке — 100—150 г. При сильном сцеплении долек со створками на кусте остаются ошипки, а при слабом сцеплении волокно падает на землю от сотрясения при проходе машины.

Приспособленность сортов к машинной уборке обеспечивает высокую эффективность работы машин.

Сорта хлопчатника должны отвечать не только требованиям сельскохозяйственного производства, но и текстильной промышленности — они должны иметь высококачественное волокно. Качество хлопкового волокна характеризуется показателями длины волокна, разрывной нагрузки (прочность), линейной плот-

ности (топпы), зрелости, растяжимости, эластичности, блеска.

Разрывная нагрузка — это способность волокна сопротивляться разрывающему усилию, направленному вдоль оси волокна. Разрывная нагрузка, или прочность волокна выражается в граммах.

Линейная плотность характеризует тонину волокна и показывает, сколько миллиметров волокна содержится в 1 г.

Зрелость хлопкового волокна зависит от степени заполнения полости волокна целлюлозой.

Все свойства хлопкового волокна определяются количеством и структурными особенностями целлюлозы, накопленной в волокне. Они зависят от сорта, вида и условий выращивания хлопчатника.

Текстильная промышленность перерабатывает волокно разного типа. Многолетние лабораторные исследования ЦНИИХБИ позволили все разнообразие сортов хлопчатника по качеству волокна первого сорта разбить на промышленные типы, по которым сортируется волокно в текстильной промышленности (табл. 15). Волокно новых сортов относят к тому или другому типу только после лабораторных и фабричных испытаний.

Из волокна I промышленного типа изготовляют высококачественный корд, особо прочные нитки, пряжу высоких номеров (выше 170).

Из волокна II типа изготовляют корд для автомашин, швейные нитки, высококачественные ткани типа маркизет и др.

Из волокна III типа вырабатывают трикотажные изделия, обувную кирзу, ткани типа зефир.

Из волокна IV типа изготовляют обычные швейные нитки, батист и технические ткани.

Волокно V типа идет на миткалевые ткани, ситцы, бязь. Из огурубленного волокна VI типа производят всевозможные начесные ткани, диагонали и т. д.

Волокно первых трех типов характерно для сортов вида *G. barbadense*, волокно IV, V, VI типов — для вида *G. hirsu-*

Таблица 15

Технологические свойства волокна I—VI промышленных типов

Показатель волокна	Тип головки					
	I 2 и 3, 9647-И 9871-И Ашхабад-25	II 5476-И 5595-В 6249-В С-6037	III 5904-И Тер- мез-14	IV С-18819 149-Ф 175-Ф, 133 Ок-Олтыш	V С-460 108-Ф С-4727 Узбекис- таш-3	VI 153-Ф С-4880
Штапельная длина волокна, мм	39—40	37—38	36—37	34—35	32—33	30—32
Линейная плотность м. текс (метрический помер)	134 (7500)	142 (7000)	153 (6500)	172 (5800)	185 (5400)	200 (5000)
Относительная разрывная нагрузка, гс/текс	34,5	32,5	30,5	27,0	25,0	24,0

tum L. Виды *G. herbaceum* L. и *G. arboreum* имеют короткое и очень грубое волокно (метрический № 4000)—VI и VII типа.

Большое экономическое значение имеет создание сортов с высоким качеством волокна (I тип для *G. barbadense*, IV тип для *G. hirsutum* L.). Подсчитано, что из 1 т волокна V промышленного типа можно изготовить 8620 м ткани стоимостью около 7870 руб., а из 1 т волокна I типа можно изготовить 1500 м высококачественной ткани стоимостью 22580 руб. и получить 288% прибыли. Учитывая высокую урожайность вида *G. hirsutum*, селекционеры стремятся создать сорта, ботанически относящиеся к этому виду, но имеющие волокно III и даже II промышленного типа. Примером может служить районированный в Туркмении сорт 133, а также сорта 173, 141, используемые как исходный материал. Проблема создания таких сортов является очень сложной, так как качество волокна (длина и тонина) отрицательно сопряжено с такими важными хозяйственно-ценными признаками, как урожайность сырца и волокна.

Сорта хлопчатника, относящиеся к определенному типу, должны давать волокно, соответствующее нормативам этого типа, для чего большое значение имеют агротехнические условия выращивания хлопчатника.

В связи с ростом потребности в растительных маслах при оценке сортов обращается внимание на масличность семян. Хлопковое масло используется для пищевых и технических целей. Содержание жира в семенах хлопчатника колеблется в зависимости от сорта и агротехники выращивания от 24 до 28%. Высокой масличностью отличаются такие сорта хлопчатника, как 152-Ф, С-3506, С-5501 и др.

Положительным признаком является отсутствие подпушка на семенах, или голосемянность. Известно, что сев заданным количеством семян специальными сеялками даст большую экономию посевного материала, снижает затраты на прореживание хлопчатника. Однако точный сев требует механического оголения семян для получения их сыпучести. Процесс оголения семян требует дополнительных затрат, но не усовершенствован, увеличивает дробленность семян. Поэтому сорта с естественно большими семенами имеют преимущество перед сортами с опушенными семенами и селекция таких сортов представляет практический интерес.

В селекции многих культур и особенно злаков уделяется большое внимание созданию сортов с близким соотношением вегетативных и генеративных органов. Такие сорта, называемые сортами интенсивного типа, наиболее эффективно отзываются на повышение доз удобрений увеличением хозяйственного урожая. В селекции зерновых создание низкостебельных и карликовых сортов интенсивного типа стало стратегическим направлением во всех странах. Сорта интенсивного типа обеспечивают максимальную хозяйственную продуктивность при возможно ограниченном развитии вегетативной массы — листьев, стеблей

и т. д. Это достигается за счет высокой продуктивности фотосинтеза и транспорта продуктов ассимиляции в пользу генеративных органов.

Выгодное соотношение вегетативных и генеративных органов определяет меньший расход питательных веществ на создание единицы хозяйственной продукции и высокую экономическую эффективность таких сортов. Сорта без плодовых ветвей (нулевой тип) могут служить хорошим примером измененного соотношения хозяйственного и биологического урожая у хлопчатника, но оно возможно и у симподиальных форм с ограниченным ростом и слабой облиственностью. Для хлопчатника эта проблема особенно важна, так как вегетативные органы у него не имеют особой хозяйственной ценности. Соотношение биологического и хозяйственного урожая называется индексом урожая. Оно является одним из критериев при оценке новых сортов. Уже имеются скороспелые сорта интенсивного типа (Ташкент-6, Короткостебельный и др.), у которых индекс урожая достигает 55-60% (то есть 55% всей биологической массы растения представлено хлопком-сырцом), в то время как у районированных сортов типа 108-Ф и 175-Ф индекс урожая не превышает 40—45%.

Определенное значение придается созданию сортов с резко ограниченным ростом типа карликов. Селекция таких форм обычно связывается с идеей загущенных посевов хлопчатника до 200—300 и более тысяч растений на гектар. При высоких степенях загущения на растениях сохраняется небольшое число коробочек (2—3 шт.), созревающих рано или почти одновременно, что позволяет в принципе провести одноразовую уборку хлопка-сырца.

Современные сорта далеко не полностью удовлетворяют перечисленным требованиям, предъявляемым к сортам интенсивного типа. Трудности заключаются в том, что многие ценные признаки связаны отрицательными коррелятивными связями, преодоление которых требует усилий. В настоящее время внимание исследователей привлекает создание генетически обоснованной модели сорта интенсивного типа. Разработка модели основана на выявлении корреляционно-регрессионной взаимосвязи признаков, обеспечивающих высокие и ранние урожаи как между собой, так и с главными лимитирующими факторами среды в конкретной экологической зоне. Недостаточная изученность требований сортов интенсивного типа к факторам среды, вопросов технологии возделывания новых сортов препятствует проявлению потенциальных возможностей генотипов новых сортов и получению высоких урожаев.

Принцип зональности в селекционной работе. Сорта сельскохозяйственных культур обычно наилучшим образом бывают приспособлены к почвенно-климатическим и агротехническим условиям возделывания той зоны, где они создавались. Такая приспособленность, или наследственная адаптация сорта, есть

результат действия естественного и искусственного отбора в конкретных условиях среды. Фон отбора имеет решающее значение. Наиболее скороспелыми формами хлопчатника вида *G. hirsutum* L. являются те, которые выведены в Болгарии, Каракалпакии, на Украине, Северном Кавказе, когда там возделывали хлопчатник, т. е. в более северной зоне хлопкосеяния. Очень скороспелые сорта хлопчатника болгарской селекции. Самые скороспелые сорта тонковолокнистого хлопчатника созданы на севере Узбекистана, в Ташкентской области (ВНИИ селекции и семеноводства хлопчатника). Это сорта С-6030, С-6029, С-6037 и др.

Сорта Ферганской опытной станции, расположенной в зоне с почвами, сильно зараженными возбудителем вертициллезного вилта, всегда отличались повышенной устойчивостью к вилту.

Выведение сортов в одной агроэкологической зоне и культивирование в другой — одна из причин неудач при их внедрении в производство. Трудно создать сорт одинаково хороший для всех почвенно-климатических условий — в равнинной и предгорной зоне, на почвах с близким и глубоким залеганием грунтовых вод и т. д. Ареалы сортов определенным образом ограничены. Вместе с тем лучшие сорта обычно возделываются на больших площадях благодаря своей пластичности, т. е. хорошим адаптивным возможностям. Например, сорт 108-Ф создан в Ферганской долине Узбекистана и в течение 25 лет занимал большинство площадей во всех хлопкосеющих республиках. Пластичные сорта обладают широкой нормой реакции, способностью к адаптивной изменчивости, их приспособляемости, в различных агроэкологических условиях. Обычно такие сорта обладают высокой интенсивностью фотосинтеза, хорошо развитой корневой системой; в неблагоприятных условиях у них больше страдает вегетативная система и меньше генеративная.

Пластичность сорта является важнейшим критерием его ценности. Это свойство сорта можно выявить при его испытании на зональных станциях и госсортоучастках, расположенных в разных почвенно-климатических зонах хлопкосеющих республик.

Возможность создания сортов с широкой нормой реакции не снимает с повестки дня вопросов о принципе зональности в селекционной работе, согласно которому сорт следует создавать на месте его культивирования. На территории Средней Азии в соответствии с почвенно-климатическими зонами развернута целая сеть республиканских зональных селекционных опытных станций.

В Узбекистане селекцией хлопчатника занимаются во Всесоюзном научно-исследовательском институте селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. С. Зайцева и Институте экспериментальной биологии АН УзССР, расположенных в Ташкентской области. Старейшее селекционное учреждение — Андижанская комплексная зональная станция, селекционные отделы

существуют в Каракалпакском институте земледелия, а также в Сурхандарьинской, Хорезмской и Бухарской областях.

Сорта Всесоюзного научно-исследовательского института селекции и семеноводства хлопчатника (бывшая центральная селекционная станция СоюзНИХИ)—8517, С-460, 8196 и др. занимали доминирующее положение во второй и третьей сорто-сменах. Районированные сорта С-4727, С-4880, С-6030, С-6037 и др. созданы там же. Ценные сорта созданы Андижанской опытной станцией; большие площади занимают сорта 108-Ф, 138-Ф, 149-Ф, 175-Ф. В Институте экспериментальной биологии АН УзССР выведены сорта Ташкент-1 и Ташкент-3, превзошедшие по устойчивости к вертициллезному вилту все мировое разнообразие сортов вида *G. hirsutum* L., Ок-Олтын, Узбекистан-3 и др.

В Туркменской ССР селекцией занимаются в Институте селекции тонковолокнистого хлопчатника (бывшая Иолотанская опытная станция), где созданы лучшие стандарты тонковолокнистого хлопчатника 2ИЗ, 5476-И, 5904-И.

В Таджикской ССР тонковолокнистые сорта хлопчатника выводят в Институте земледелия на Вахшской опытной станции. Основным центром селекции Азербайджана является АзНИХИ, расположенный в Кировабаде.

Обычно сорта хлопчатника обозначаются через номера, к которым приставляется индекс, указывающий на место выведения сорта. Иногда могут быть и отклонения от этого общепринятого подхода. К сортам, созданным в научно-исследовательском институте селекции и семеноводства хлопчатника, перед номером прибавляют литеру С, например С-4727, С-460. К сортам, созданным на Андижанской КЗОС, добавляется буква Ф (Ферганская долина), например 108-Ф, 159-Ф. К сортам, созданным в Институте селекции тонковолокнистого хлопчатника в г. Иолотани, добавляется буква И, например 5904-И; к сортам, выведенным на Вахшской станции, добавляется буква В, например 5595-В; к сортам Каракалпакского института земледелия приставляются буквы КК, например КК-1083 и т. д. Сорта могут именоваться и по месту их выведения, например Ташкент-1, Кзыл-Рават, Ашхабад-25 и др.

Глава III

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ХЛОПЧАТНИКА

Исходный материал

Селекция начинается с подбора и изучения исходного материала. Успех работы во многом определяется подбором материала, его генетическим потенциалом и гетерогенностью исходных популяций. В настоящее время в ВИРе имеется богатейшая коллекция мировых образцов, собранная советскими экспеди-

циями в Мексике, Южной Америке, Афганистане, Индии, странах Малой Азии, Африки, обогащаемая ежегодно новыми образцами из всех хлопкосеющих стран земного шара.

В качестве исходного материала в селекции хлопчатника используются:

1. Сортопопуляции, созданные долголетней народной селекцией.

2. Селекционные сорта зарубежной селекции из экологически отдаленных зон.

3. Лучшие местные селекционные сорта.

4. Гибридные популяции, созданные путем: а) внутривидовой гибридизации; б) межвидовой гибридизации с культурными, дикими и полудикими видами и подвидами.

5. Популяции после воздействия ионизирующей радиацией и химическими мутагенами.

В истории селекции большую роль сыграли сорта народной селекции. Многие лучшие сорта американской селекции выведены из сортопопуляций, обнаруженных в индейских деревнях горной Мексики и Вест-Индских островов. До открытия Америки хлопководство было широко распространено на этом континенте, особенно в Мексике, на Юкатане, в Колумбии и Перу. У народов, населявших эти страны, потомков ацтеков, майя, кечуа и других уже имелись культурные сорта, относящиеся к видам *G. hirsutum* и *G. barbadense* L. и было развито искусство переработки хлопка и прядения. Сортопопуляции народной селекции явились исходным материалом для создания первых селекционных сортов.

В настоящее время широко используются в качестве исходного материала лучшие сорта зарубежной селекции из наиболее развитых хлопководческих стран — Америки, Центральной Африки, Индии, завозимые в Советский Союз в порядке интродукции. Эти сорта могут использоваться как исходный материал для аналитической селекции, а также для гибридизации, т. е. при синтетической селекции. Представляют большой интерес многие сорта американской селекции по устойчивости к вилту, длине и качеству волокна и другим признакам. К лучшим сортам зарубежной селекции относятся Акала-1517, Акала-1517 WR, отличающиеся высокой продуктивностью, устойчивостью к вилту и гоммозу и прочным волокном, Акала-4-42 — высокоустойчивый к вилту с хорошим качеством волокна, Акала-44 с длинным и тонким волокном, Дельтапайн разных номеров и др. Хорошим исходным материалом признаны сорта тонковолокнистого хлопчатника из Египта — Карнак, Гиза-45, Гиза-67, Менуфи с высококачественным волокном.

Следует отметить, что большая часть константных по своей наследственности материалов при перенесении из условий Западного полушария в условия Средней Азии распадается на отдельные формы до такой степени, что начинает походить на неоднородные популяции. Необычные почвенно-климатические

условия служат как бы провокационным фоном, позволяющим выявить разные генотипы популяций и использовать их в селекции.

Отмеченные явления подтверждают, что нет вполне однородных сортов. Любые сорта состоят из разных генотипов, которые в обычных для них условиях произрастания дают одинаковый фенотип. При изменении условий генотипы различным образом адаптируются к ним и обнаруживают разные фенотипы.

Непосредственным исходным материалом для аналитической и синтетической селекции являются местные селекционные сорта, хорошо приспособленные к местным условиям. Отбор из таких образцов основывается на их генотипической неоднородности, поддерживаемой спонтанными мутациями, естественным перекрестным опылением и исходной гетерозиготностью, не устраненной в процессе первичной селекции.

При межвидовой гибридизации в качестве исходного материала привлекаются разные виды, в том числе дикие и полу-



Рис. 29. *G. hirsutum* L. ssp. *mexicanum* var. *nervosum*.

дикие, многие из которых обладают отдельными ценными признаками. Например, *G. hirsutum* ssp. *mexicanum* (рис. 29) высокоустойчив к вертициллезному вилту; большинство форм *G. apetalum* и *G. stocksii* почти не поражаются гоммозом и вилтом, слабо поражаются клещиком и тлей. *G. argentinum* засухоустойчив, *G. davidsonii* засухоустойчив и солеустойчив, подвиды *brasiliense* и *peruvianum* устойчивы к фузариозному вилту. *G. thurberii* (рис. 30) и *G. sturtii* исключительно устойчивы к низким температурам. *G. sturtii* переносит заморозки до $-7-10^{\circ}$, даже не сбрасывая листья. *G. trilobum* имеет очень



7

Рис. 30. *G. thurberii* Skowst.

прочные волокна на семени. Тетраплоидный дикий вид *G. tomentosum* имеет густое бархатистое опушение и поэтому устойчив к сосущим вредителям. Кроме того, он не содержит нектарников и ценен для выведения безгоссипольных форм. Хозяйственная ценность этих признаков для культурного хлопчатника очевидна. Для улучшения сортов *G. hirsutum* представляют интерес тетраплоидный вид *G. barbadense* с высококачественным волокном и устойчивостью к вилту, а также сорта диплоидных культурных хлопчатников, обладающие высокой прочностью волокна, устойчивостью против вредителей.

Все образцы культурных сортов и диких видов, полученные из зарубежных стран, поступают через Всесоюзный институт растениеводства (ВИР) в карантинные питомники, где в течение трех лет их изучают и проверяют на карантинных вредителей. После этого образцы поступают в селекционные учреждения. В коллекционных питомниках их всесторонне изучают и обязательно самоопыляют. При выборе исходного материала совершенно недостаточно знать его поведение на родине, так как перенесение в новые условия может привести к разному изменению признаков; сорта, устойчивые к вилту, могут оказаться совершенно неустойчивыми в новых условиях, где действует другая раса гриба.

При изучении исходного материала в новых условиях дается полная характеристика его морфологических и хозяйственно-ценных признаков, устойчивости к вредителям и болезням, его отношение к условиям почвенного плодородия, водоснабжения, температуре, световому режиму. Создание исходного материала гибридизацией и мутагенезом будет рассмотрено в соответствующих главах.

Аналитический и синтетический методы селекции

Новые сорта хлопчатника можно выводить методами аналитической и синтетической селекции. Аналитическая селекция основывается на индивидуальном отборе из генетически гетерогенных сортопопуляций хлопчатника. Этот метод был основным на первых этапах селекции в СССР и за рубежом. Большинство сортов, районированных в первую и вторую сортосмену получены методом аналитической селекции из лучших образцов зарубежного происхождения и местных заводских смесей. Особенно богатой генетической потенцией обладали образцы Акала, созданные народной селекцией Мексики. Из образца Акала под номером 0278 селекционером С. С. Канашем выведен сорт 8517, занявший во вторую сортосмену более 700 тыс. га, из другого образца Акала № 030 селекционером П. В. Могильниковым был отселектирован сорт 36М2. Эти сорта стали впоследствии родоначальниками других советских сортов.

Основной сорт первой сортосмены «Навроцкий» был отселектирован из образца «Руссельс».

Длинноволокнистые сорта 8196 и 2034, высевавшиеся во вторую сортосмену, были созданы отбором из образцов «Экспресс Веббера».

Селекция первых отечественных скороспелых и ультраскороспелых сортов хлопчатника базировалась на местных «заводских смесях», представляющих популяции болгарских и скороспелых американских сортов.

Первые советские сорта тонковолокнистого хлопчатника 2ИЗ, 35-1, 35-2, 23 получены методом аналитической селекции из египетских позднеспелых сортов Янович, Ашмуни, Пима.

Метод аналитической селекции не теряет своего значения и в настоящее время. Один из лучших сортов советской селекции 108-Ф создан методом отбора из линии 17687. Из сорта 108-Ф отбором выведен длиноволокнистый сорт 149-Ф. Сорта 137-Ф и 138-Ф получены отбором нетипичных растений длиноволокнистого сорта 2034 и т. д. Аналитическая селекция использует генетическую неоднородность сортопопуляций, среди которых проводится отбор нетипичных растений как родоначальников новых материалов. Генетическая неоднородность сортов может возникнуть благодаря естественной гибридизации с другими сортами, так как хлопчатник является факультативным перекрестником. Причиной образования нетипичных форм могут быть также спонтанные мутации и продукты их скрещивания. Определенная степень гетерогенности сорта может быть результатом его исходной гетерозиготности, неустраненной в процессе селекционно-семеноводческой работы.

В настоящее время ведущим методом является синтетическая селекция хлопчатника. Исходный материал при этом создается гибридизацией различных сортов и видов (межсортная, межвидовая гибридизация). Основой гибридной изменчивости служит перекombинация генетического материала — хромосом и генов родительских форм в результате случайного расхождения хромосом в мейозе гибридов F_1 и рекомбинации — при кроссинговере. Механизм рекомбинации обеспечивает образование новых групп сцепления и, следовательно, новых типов коррелятивных связей признаков. Очень ценной для селекции является трансгрессивная изменчивость по количественным признакам. При этом выщепляющиеся в F_2 и последующих поколениях гибриды могут превосходить по отдельным признакам обе родительские формы.

Трансгрессивная изменчивость возникает в такой ситуации, когда родительские формы при сходном фенотипе различаются по генотипу. При этом возможно выщепление гибридов, содержащих в генотипе большее число доминантных аллелей полимерных генов в гомозиготном состоянии. Трансгрессивная изменчивость в более поздних гибридных поколениях наблюдается, когда изменение признака в сторону возрастания кон-

тролируется рецессивными генами. При этом растения с положительными трансгрессиями возникают при переходе всех генов в гомозиготное состояние.

Изменчивость исходного материала при синтетической селекции может быть достигнута не только за счет гибридизации, но и путем индуцированного мутагенеза и последующего естественного или искусственного скрещивания мутантов. Синтетический метод в селекции хлопчатника включает три этапа:

1. Подбор исходного материала (родительских пар).
2. Гибридизация внутривидовая и межвидовая или воздействие физическими и химическими мутагенами.
3. Многократный отбор и поэтапная оценка селекционного материала.

Подбор родительских пар

Гибридизации предшествует подбор родительских пар, который во многом предрешает конечный успех селекции. Селекционер должен заранее ясно представить цель, которую он перед собой поставил. Согласно этой цели подбирается исходный материал, обладающий в данной экологической зоне теми признаками, которые интересуют селекционера.

Многолетний опыт селекционной работы, установленные генетические закономерности наследования признаков и формообразовательных процессов в гибридных популяциях позволили разработать основные принципы подбора родительских пар при гибридизации:

1. Подбор пар по компонентам и структуре признака.
2. Подбор пар по принципу экологической и географической отдаленности.
3. Подбор пар с наименьшим количеством отрицательных признаков у родителей.
4. Подбор материнского родителя.
5. Подбор пар по эффектам комбинационной способности сортов.

Большинство хозяйственно-ценных признаков хлопчатника имеет сложную структуру и состоит из отдельных компонентов. Конечное выражение сложного признака всегда есть результат сочетания составляющих его компонентов. Например, урожай с одного растения хлопчатника складывается из двух главных компонентов — числа коробочек на растении и их массы. Масса сырца коробочки определяется числом долек, числом семян в дольке, их весом, индексом волокна. Выход волокна (в процентах) зависит от абсолютной массы семян и индекса волокна. Скороспелость определяется продолжительностью межфазных периодов, а также темпами накопления бутонов, цветения и раскрытия коробочек (короткие и долгие очереди).

Составные элементы всех перечисленных признаков совершенно самостоятельны, контролируются разными генетически-

ми системами, которые могут взаимодействовать, либо быть независимыми. Поэтому одним из главных направлений количественной генетики является разложение сложных количественных признаков на более простые элементы (признаки), изучение закономерностей их наследования и комбинационной способности сортов по структурным элементам признака.

При подборе пар для скрещивания, когда желательнее получить форму, превосходящую по селективируемому признаку исходные сорта, следует изучить структуру признака у родительских форм и подобрать таких родителей, которые различаются по составным элементам.

В разделе генетики приводились примеры, когда при скрещивании форм с одинаковой скороспелостью, выходом волокна, крупностью коробочки гибриды первого поколения превосходят эти признаки у обоих родителей, т. е. наблюдается гетерозис. Очень часто это бывает результатом благоприятной перекombинации у гибрида структурных элементов признака родителей. Например, при скрещивании двух сортов, имеющих одинаковую длину вегетационного периода, но разную его структуру, гибриды F_1 могут быть скороспелее обоих родителей. Такая картина наблюдается, если у гибрида доминирует короткая вегетативная фаза одного родителя (всходы — бутонизация) и короткая фаза созревания (цветение — созревание) другого родителя. Во втором поколении таких комбинаций выщепляются скороспелые гибриды с соответствующей перекombинацией структурных элементов признака. Для создания скороспелых форм тонковолокнистого хлопчатника перспективно скрещивание с сортами нулевого типа, имеющими наиболее короткий период от прорастания семян до бутонизации.

В. Е. Писаревым рекомендуется подбор пар по элементам урожая для пшениц — абсолютной массе зерен и числу зерен в колосе. Несомненно такой подход к подбору родительских пар для хлопчатника также целесообразен. Скрещиванием крупнокоробочного перувианского образца 0878 с обильно плодоносящими в условиях Средней Азии, но мелкокоробочными сортами были созданы продуктивные сорта тонковолокнистого хлопчатника. При более близких скрещиваниях подбор пар по компонентам продуктивности также перспективен, так как многие сорта резко отличаются по плодоношению и крупности коробочки. От скрещивания сортов С-1225 и С-1336 с высоким выходом волокна, но разной структурой признака был создан сорт С-1759 с самым высоким выходом из всех сортов советского хлопчатника. Доминирование у гибрида высокого индекса волокна одного родителя и низкой абсолютной массы семян другого родителя является частой причиной повышения выхода волокна у гибридов первого поколения.

Подбор пар по структурным элементам признаков требует тщательного изучения исходного материала. Следует иметь в виду, что часто компоненты сложного признака отрицательно

коррелируют между собой. Это затрудняет благоприятное их сочетание у гибрида.

Плодотворным принципом подбора пар является гибридизация экологически и географически отдаленных форм. Это один из основных методов современной селекции. При отдаленной гибридизации высока вероятность внесения в генотип гибрида необычных для данной генетической системы аллелей, возникших в принципиально другой экологической нише. Этот метод позволяет получать гибриды не только гетерозисные, но с широким формообразованием в потомстве, сочетать признаки, сложившиеся в резко различных экологических условиях. Гибриды от таких скрещиваний пластичны, хорошо приспособляются к разным условиям выращивания. Н. И. Вавилов в работе «Теоретические основы селекции» приводит родословную мировых стандартов пшеницы, как Маркиз, Риворд, Прелюд, которые получены методом внутривидовой гибридизации географически отдаленных форм. Этим методом широко пользовались выдающиеся советские селекционеры А. П. Шехурдин, П. В. Лукьяненко, известный мексиканский селекционер Н. Борлауг и др. Методом отдаленной внутривидовой гибридизации между советскими тонковолокнистыми сортами и многолетними перувианскими формами А. И. Автономовым созданы крупнокоробочные фузариоустойчивые сорта 10964, С-6002. Аналогичным путем селекционером П. В. Красичковым созданы сорта 504-В и 5010-В. Г. И. Гаврилов в Каракалпакии скрещиванием сорта С-532, полученным из местной «заводской смеси» с сортом С-42, выведенным из колумбийского образца, создал скороспелый сорт КК-1543, который долгое время возделывался как районированный сорт в Каракалпакии.

Длинноволокнистые сорта 133, 173, 141 получены от скрещивания сорта 138-Ф, ведущего свое происхождение от американского образца Руссельс и сортов С-5405 и С-3374, родословная которых восходит к болгарским скороспелкам.

Замечательным примером плодотворности отдаленной гибридизации является создание сортов Ташкент-1 и Ташкент-3 из материалов скрещивания сорта С-4727 с диким вилтоустойчивым подвидом mexicanum, родной которого является Мексика. Ташкентские сорта по устойчивости к вертициллезному вилту (расе А) превосходят все существующие сорта, относящиеся к виду *G. hirsutum* L.

При использовании эколого-географического принципа подбора пар необходимо наличие обширной и хорошо изученной коллекции, большие масштабы скрещивания и обширные популяции в F₂. На современном этапе, когда значительно исчерпан генофонд местных хлопчатников, отдаленная внутривидовая гибридизация приобретает выдающееся значение.

При подборе родительских пар обычно предпочитают сорта с наименьшим количеством отрицательных признаков, которые могут быть унаследованы гибридом. Особое внимание обраща-

ется не то, чтобы исходные сорта были устойчивыми к болезням и особенно к вилту. За последнее десятилетие в связи с возрастанием угрозы вилта к сортам хлопчатника предъявляются очень высокие требования по устойчивости к этой болезни; скрещивание с неустойчивыми сортами категорически запрещается.

Вовлечение в скрещивания сортов или форм с отрицательными признаками допускается лишь в случаях, когда используемая форма является носителем отдельных особенно ценных генов, как, например, генов, контролирующих устойчивость к болезням и вредителям или высокое качество хлопкового волокна.

При подборе родительских пар особенно важно выбрать материнскую форму. Одна и та же пара при прямых и обратных (реципрокных) скрещиваниях может дать разные результаты.

Материнская форма особенно влияет при межвидовой и отдаленной внутривидовой гибридизации, где соответствие цитоплазмы к генетическому материалу отцовской формы часто решает успех дела. При внутривидовых скрещиваниях наследование некоторых количественных признаков, особенно характер доминирования признаков у гибридов первого поколения, также в определенной мере зависит от выбора материнской формы.

Выбор материнской формы является решающим для признаков, контролируемых цитоплазматическими генами, например, цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС).

Наследование признаков, контролируемых ядерными генами, меньше зависит от направления скрещивания. Однако при межсортных скрещиваниях селекционеры предпочитают в качестве материнского родителя брать сорта с высоким комплексом агрохозяйственных признаков, хорошо приспособленных к местным условиям.

Любой принцип подбора пар дает селекционеру лишь общие ориентиры в работе, большую или меньшую вероятность успеха. При любом способе подбора родителей комбинации могут оказаться неудачными, так как селекционеру неизвестна комбинационная способность сорта. Это касается наиболее плодотворного метода гибридизации экологически отдаленных форм — выход неудачных комбинаций при отдаленной гибридизации также велик, хотя шансы на удачу выше.

Наиболее объективным критерием оценки исходного материала и подбора родительских пар как при близкородственной, так и при отдаленной гибридизации является комбинационная способность сорта. Комбинационной способностью называется свойство сортов обеспечить ту или иную степень развития признака у гибрида.

Различают понятие общей и специфической комбинационной способности (ОКС и СКС). **Общая комбинационная**

способность обуславливается аддитивными эффектами генов и выражает аддитивный вклад сорта в генотип гибридов, не теряемых в процессе дальнейших селекций. Общая комбинационная способность оценивается средним выражением признака у всех его гибридов.

Специфическая комбинационная способность обуславливается неаддитивными эффектами генов (доминирование, сверхдоминирование и эпистаз). Она оценивается отклонением показателя признака каждого гибрида от среднего показателя признака всех гибридов данного сорта. Поскольку гетерозис гибридов обуславливается неаддитивными эффектами генов, специфическая комбинационная способность представляет интерес лишь для гетерозисной селекции, когда в производстве используются гибриды первого поколения. В последующих поколениях эффекты доминирования и сверхдоминирования теряются в процессе расщепления и гетерозис снижается.

Для селекции, преследующей цель выведения нового сорта, представляет наибольший интерес характеристика общей комбинационной способности сортов. Доказано, что сорта с высокой ОКС являются лучшими родоначальниками; в потомстве их гибридов раньше выщепляются формы и семьи с максимальным выражением признака.

Комбинационная способность сорта — это свойство его генотипа, и о ней нельзя судить по фенотипу сорта. Например, высокоурожайный сорт может не иметь высокую комбинационную способность по урожайности, и наоборот, сорт со средней продуктивностью может иметь высокую комбинационную способность по этому признаку. Комбинационную способность сорта можно выявить только экспериментальным путем на основании изучения признака у гибридов данного сорта и обработки экспериментальных данных по специальным генетико-статистическим моделям. Такие работы уже широко проводятся и на хлопчатнике. Это позволяет давать селекционерам конкретную характеристику исходного материала по эффектам общей комбинационной способности и руководствоваться точными данными при подборе родительских пар.

Работу по генетическому анализу исходных форм и оценке комбинационной способности сортов в больших масштабах должны осуществлять лаборатории генетики при селекционных учреждениях, в порядке генетической службы.

Комбинационную способность сортов хлопчатника можно определять в системе диаллельных скрещиваний, или топкроссов.

Работа по определению ОКС и СКС протекает в несколько этапов. Проводятся диаллельные скрещивания между сортами, взятыми как исходные формы; при этом каждый сорт скрещивается со всей группой во всех возможных направлениях.

Скрещивания можно проводить только прямые или прямые

и обратные (реципрокные). Наличие прямых гибридов можно вычислить по формуле:

$$K = \frac{n(n-1)}{2},$$

где K — количество гибридов, n — число изучаемых сортов.

Семена гибридных коробочек объединяются по комбинациям скрещивания и высеваются на следующий год вместе с родительскими формами или без них в зависимости от избранного метода в нескольких повторениях. В каждом повторении варианты располагаются по принципу рендомизации, или случайного расположения варианта.

Согласно распространенной модели диаллельного анализа, предложенной Гриффингом (1956), используются четыре метода. Первый — основан на изучении реципрокных гибридов и родителей, второй — только прямых гибридов и родителей, третий — реципрокных гибридов без родителей и четвертый — только прямых гибридов.

Результаты опыта обрабатываются методом дисперсионного анализа для доказательства существенности различий между гибридами. Затем составляется диаллельная таблица по суммарным или усредненным данным всех повторений анализируемого признака по схеме:

Сорта ♀ \ ♂	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
А		АБ	АВ	АГ	АД	АЕ	АЖ
Б	БА		БВ	БГ	БД	БЕ	БЖ
В	ВА	ВБ		ВГ	ВД	ВЕ	ВЖ
Г	ГА	ГБ	ГВ		ГД	ГЕ	ГЖ
Д	ДА	ДБ	ДВ	ДГ		ДЕ	ДЖ
Е	ЕА	ЕБ	ЕВ	ЕГ	ЕД		ЕЖ
Ж	ЖА	ЖБ	ЖВ	ЖГ	ЖД	ЖЕ	

По диагонали вписываются показатели признака исходных сортов: вправо от них — показатели прямых гибридов (АВ...), влево — показатели обратных гибридов (ВА...). Вычисляются суммы и средние показатели всех гибридов каждого сорта. Проводится дисперсионный анализ комбинационной способности для доказательства существенности различий ОКС и СКС. Варiances (дисперсии) вычисляются по формулам, предложенным Гриффингом. Например, для второго метода формулы следующие:

$$S_g = \frac{1}{p+2} [\sum (X_i + x_{ii})^2 - \frac{4}{p} \cdot X^2 \dots]$$

$$S_s = \Sigma \Sigma X_{ij}^2 - \frac{1}{p+2} \Sigma (X_{i1} + X_{i2})^2 + \frac{2}{(p+1)(p+2)} \cdot X^2 \dots,$$

где S_g — варианса ОКС, S_s — варианса СКС, p — число сортов, X_i — сумма показателей (урожаев) всех гибридов каждого сорта, x_{ij} — показатель сорта, $X_{..} = \Sigma x_{ij}$, где x_{ij} — показатель каждого гибрида.

Если различия сортов по ОКС и СКС оказались существенными, то вычисляют эффекты ОКС для каждого сорта и эффекты СКС для каждого гибрида.

Для второго метода эти эффекты вычисляются по формулам:

$$G_i = \frac{1}{p+2} [X_i + X_{i1} - \frac{2}{p} X \dots]$$

$$S_{ij} = x_{ij} - \frac{1}{p+2} [X_i + x_{i1} + X_j + x_{j1}] + \frac{2}{(p+1)(p+2)} X \dots,$$

где G_i эффект ОКС, S_{ij} — эффект СКС.

Подробно методика диаллельного анализа изложена в книге Н. В. Турбина, Л. В. Хотылевой и Л. А. Тарутиной «Диаллельный анализ в селекции растений» (Минск, Наука и техника, 1974) и Н. Г. Симонгулян «Комбинационная способность и наследуемость количественных признаков хлопчатника (Ташкент, Фан, 1977).

Комбинационную способность можно оценивать при помощи методов топкроссов. При этом группа изучаемых сортов скрещивается с одним или двумя сортами-анализаторами, называемыми тестерами. В качестве тестера обычно берется сорт с невысокой урожайностью и невысокой ОКС по урожайности. При таком подборе тестера легче выявляются различия изучаемых линий. Методом топкроссов можно изучить только общую комбинационную способность сортов. Преимущество метода топкроссов по сравнению с диаллельным анализом — его большая экономичность. Так для изучения ОКС 10 сортов надо изучить 10 гибридов F_1 , а при диаллельных скрещиваниях для выявления ОКС 10 сортов надо проанализировать 45 прямых гибридов. Однако метод диаллельного анализа намного информативнее. Топкроссы используются на первых этапах селекции оценки исходного материала, когда необходимо изучить комбинационную способность многих сортов.

Из большой группы сортов советской селекции (по данным кафедры генетики ТашСХИ) наиболее высокую комбинационную способность по продуктивности имели сорта 108-Ф, С-4727, С-3506. Комбинационная способность сортов, созданных с участием вилтоустойчивого подвида *texisapum*, таких как Ташкент-1, 175-Ф, С-2602, Кзыл-Рават, несколько ниже. Это объясняется влиянием дикой формы, генотип которой не обладает ценными генами продуктивности. Невысокой является комбинационная способность продуктивности сортов с типом волокна 133, 149-Ф, 173 и др. Объясняется это отрицательной генети-

ческой корреляцией продуктивности с длиной и тониной, определяющих качество хлопкового волокна. При селекции на продуктивность для таких сортов следует подбирать партнеров с высокой ОКС продуктивности. Высокой оказалась комбинационная способность лучших сортов селекции США, как Акала 1517, Акала Si4, Кокер 100 и Дельтапайн 15, что подтверждает эффективность гибридизации географически отдаленных форм. По данным американских исследователей, очень **высокой** оказалась общая комбинационная способность сорта Дельтапайн 15, а также Кокер 100 вилт.

Установлено, что в процессе длительной селекции (гибридизации, рекомбинации и отборов) происходит накопление генов, ответственных за общую комбинационную способность сортов по продуктивности и улучшению этого свойства. Поэтому современные сорта имеют более высокую ОКС продуктивности, чем сорта советской селекции 30-х годов (II, III сортосмены). Основной для селекции методом гибридизации должны служить лучшие современные сорта советской и зарубежной селекции.

Комбинационная способность сортов как общая, так и специфическая, может изменяться, что зависит от условий возделывания — агротехнических и почвенно-климатических. Это определяется изменением эффекта или проявлением действия генов, хотя сами гены остаются неизменными. Доказано, что резкое изменение поливного режима хлопчатника (7 поливов и 3 полива при одинаковой поливной норме) может существенно изменить эффекты ОКС и СКС. Так длинноволокнистый сорт 133 с сильно развитой корневой системой при семи поливах имел низкую общую комбинационную способность по продуктивности, при трех поливах он оказался лучшим по эффекту ОКС. Как видно, сорт 133 и его гибриды, унаследовавшие мощную корневую систему, не реагировали отрицательно на уменьшение числа поливов, в то время как другие сорта и гибриды резко снизили урожай. Изменение комбинационной способности может зависеть также от фона минерального питания, почвенно-климатических условий зоны возделывания и др.

Главной причиной изменения комбинационной способности и некоторых других генетико-селекционных параметров является взаимодействие генотипа и среды, обусловленное относительной лабильностью эффектов гена.

Следует иметь в виду, что по многим хозяйственным признакам, и в особенности по признакам, характеризующим качество хлопкового волокна, комбинационная способность сортов не всегда является объективным критерием, определяющим селекционную ценность сорта. Очень часто сорта с **высокими** показателями признака не отличаются высокой комбинационной способностью. Это обусловлено тем, что высокие показатели признака могут контролироваться рецессивными аллелями полигенов. В таких ситуациях показатели гибридов F_1 в большей степени зависят от отцовских родителей; они могут

быть невысокими, что влияет на величину эффектов ОКС сорта. Гибриды с ценным волокном, совмещающие этот признак с другими ценными признаками, будут выщепляться в последующих поколениях, вплоть до F_5 и F_8 . Сорта с рецессивным типом контроля положительных значений признаков должны включаться в скрещивание, но при этом следует регулировать интенсивность отбора и не проводить браковки в ранних гибридных поколениях.

Для подбора родительских форм и выбора той или иной методики отбора в расщепляющихся поколениях очень важно знать не только комбинационную способность, но и ряд других генетико-статистических параметров, вычисляемых по полигенной модели, предложенной Хейманом. Полигены, контролирующие количественный признак, способны проявить неполное доминирование одного из родителей. В таких случаях у гибридов фенотипически наблюдается промежуточный тип наследования. Если же суммарный эффект генов обнаруживает так называемое «сверхдоминирование», то в изучаемой группе гибридов часто наблюдается гетерозис. Направление доминирования также может быть различным. В одних случаях доминируют положительные значения признаков, (например, тонкое или крепкое волокно), в других — отрицательные, то есть грубое или слабое волокно. Ряд сортов обнаруживает при скрещивании эпистаз — неаллельное взаимодействие генов. Очень важно для селекции учитывать соотношение доминантных и рецессивных генов полигенных блоков, так как если положительные значения признака управляют преимущественно рецессивными генами, то часто наблюдается негативный гетерозис и следует изменить схему отбора.

На все эти вопросы дает ответ полигенный анализ. Результаты полигенного анализа могут быть представлены в виде статистических параметров, отражающих генетические компоненты изменчивости, и в виде графика регрессии. Для его построения вычисляются следующие параметры: дисперсии V_r для каждого ряда (сорта), соответствующие ковариансы гибридов на нереккурентного родителя W_r , их разность $W_r - V_r$. Однородность разности $W_r - V_r$ сортов свидетельствует об отсутствии эпистатического взаимодействия генов в изучаемой диаллельной группе гибридов. Отсутствие эпистаза так же как и наличие рецессивных различий является ограничением для применения модели полигенного анализа. После вычисления ряда вспомогательных дисперсий, коварианс и средних значений признаков вычисляются генетические компоненты изменчивости и строится график регрессий W_r/V_r по каждому изученному признаку в отдельности.

График выглядит следующим образом:

На рис. 31а представлен график регрессии по тонине волокна. Линия регрессии пересекает ось OW ниже начала пересечения координат. Это указывает на то, что гены, контроли-

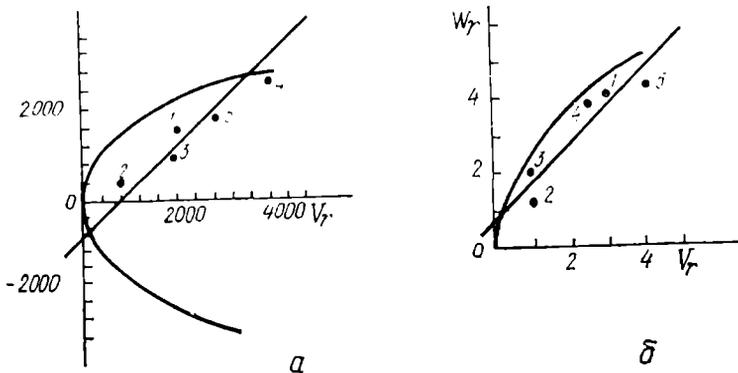


Рис. 31. График регрессии (по модели Хеймана) по длине волокна.

1—Экспресс-1; 2—173; 3—С-8257; 4—Кзыл-Рават; 5—108 Ф.

рующие тонины волокна в изученной группе сортов проявляют эффекты сверхдоминирования, а у гибридов наблюдается гетерозис. На рис. 31б представлен график регрессии по длине волокна в той же группе сортов. На этом графике линия регрессии пересекает ось OW выше пересечения координат, что указывает на неполное доминирование генов.

На рис. 35а сорт 173, имеющий тонкое волокно, расположен у нижнего конца линии регрессии. Большинство гибридов с этим сортом имеют тонкое волокно; гены тонкого волокна этого сорта доминируют над генами более грубого волокна других сортов, поэтому у сорта 173 низкие варианты (V_r), ковариансы (W_r) и точка, соответствующая сорту 173, располагаются у нижнего конца линии регрессии. У другого сорта Кзыл-Рават также довольно тонкое волокно (метрический № равен 5830), однако он располагается у верхнего конца линии регрессии. Это указывает на то, что тонины волокна сорта Кзыл-Рават управляется преимущественно рецессивными генами. Тонины волокна гибридов этого сорта зависят главным образом от отцовского родителя. Поэтому у него высокие варианты и ковариансы, определяющие расположение этого сорта у верхнего конца линии регрессии. Остальные сорта расположены ближе к средней части линии регрессии. Это указывает на то, что как доминантные так и рецессивные гены принимают участие в генетическом контроле признаков у этих сортов.

Таким образом, генетический контроль одинаковых значений признака неоднозначен у разных сортов, а высокие значения признаков у хлопчатника могут управляться рецессивными полигенами. Как показали исследования кафедры генетики ТашСХИ, отмеченное явление широко распространено, особенно по таким признакам, у которых эволюционная и хозяйственная ценность не совпадает. К ним относятся длина, тонины, крепость, индекс волокна и др. В частности, многократ-

но подтверждено, что очень длинное и тонкое волокно лучшего советского тонковолокнистого сорта Ашхабад-25 также контролируется рецессивными полигенами. Оценка генотипа исходных форм имеет важное значение для подбора родительских пар и оптимизации отбора в гибридных поколениях. Модель полигенного анализа запрограммирована на ЭВМ и может широко использоваться селекционерами по хлопчатнику.

Следует отметить, что эта модель, основанная на анализе эффектов действия и взаимодействия генов очень чувствительна к экологическим условиям и при их резком изменении можно получить неоднозначные результаты. Поэтому для культур, возделываемых в зоне неполноводного земледелия при неустойчивых погодно-климатических условиях, применение данной модели нецелесообразно. Исследования подтвердили ее высокую информативность для хлопчатника, возделываемого в условиях поливного земледелия и относительно стабильных погодно-климатических условиях вегетационного периода.

Типы скрещивания

При гибридизации применяются разные типы скрещиваний в зависимости от степени родства скрещиваемых форм и задачи, преследуемой селекционером. Основные типы скрещиваний в селекции хлопчатника следующие:

1. Простые, или парные.
2. Сложные — ступенчатые, внутригибридные, межгибридные.
3. Возвратные (беккроссы).

Простые, или парные, скрещивания. Наиболее распространены в селекции хлопчатника. При помощи парных межсортовых скрещиваний создано большинство селекционных сортов хлопчатника, такие, как С-460, С-450—555, С-1622, 153-Ф, 159-Ф, 133, С-4727 и др.

Скрещивания могут проводиться с кастрацией и без кастрации цветков. При скрещиваниях без кастрации в потомстве образуются растения двух типов — гибридного и материнского, а площадь под питомником гибридов первого поколения увеличивается за счет растений материнского сорта. Поэтому скрещивания проводятся преимущественно с предварительной кастрацией и последующей изоляцией цветков.

Парные скрещивания могут быть реципрокными, то есть проводятся в двух направлениях $A \times B$ и $B \times A$. При реципрокных скрещиваниях результаты бывают неодинаковыми в тех случаях, когда признак контролируется не только ядерными, но и цитоплазматическими генами.

Когда сорта хорошо изучены по комбинационной способности, следует намечать небольшое количество правильно подобранных комбинаций и по каждой из них опылять возможно больше цветков для того, чтобы увеличить число гибридных популяций F_1 и F_2 .

Сложные скрещивания. К ним относятся межгибридные скрещивания. Используются они с целью рекомбинации у гибрида признаков нескольких сортов. При этом скрещиваются между собою гибриды первого или более высоких поколений. При сложных скрещиваниях успех обеспечивается размерами гибридных популяций. Чем больше размер популяции, тем легче отыскать в расщепляющихся поколениях экземпляры, совмещающие признаки трех-четырёх родительских сортов. Путём межгибридных скрещиваний получен, например, сорт С-8257 с предельным типом плодовых ветвей.

При внутригибридных (внутрикомбинационных) скрещиваниях переопыляются гибриды второго и последующих поколений между собою. Наибольший эффект в улучшении отдельных признаков наблюдается в том случае, когда скрещиваются растения с сильной выраженностью этого признака. Внутригибридные переопыления способствуют увеличению ценных редких рекомбинантов в потомстве.

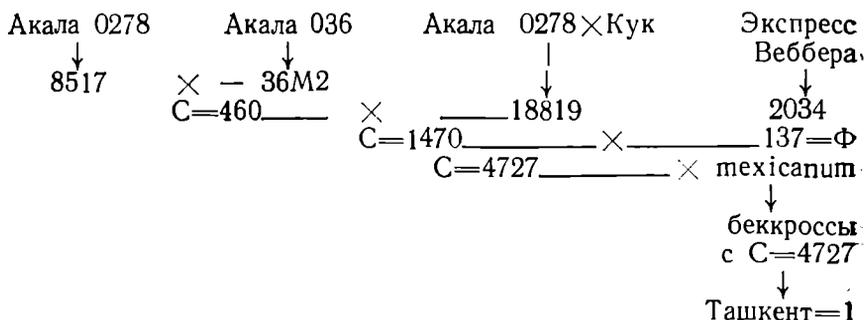
Особую важность в селекции представляют ступенчатые скрещивания, когда сорт, полученный от скрещивания двух сортов, повторно скрещивается с одним из родителей или с новым сортом. Выведенный сорт вновь используется для скрещивания с одним из родителей или новым сортом и т. д. Этот метод в нашей стране был впервые разработан А. П. Шехурдиным.

Путём ступенчатой гибридизации в научно-исследовательском институте сельского хозяйства Юго-Востока был создан сорт Саратовская 29, с очень высокой продуктивностью и приспособляемостью к условиям выращивания.

Метод ступенчатой гибридизации широко и успешно используется в селекции хлопчатника. Так создан районированный скороспелый сорт С-4727, вилтоустойчивый сорт Ташкент-1 и многие другие. На первой ступени акад. С. С. Канаш были скрещены сорта 8517 и 36М2, выведенные аналитической селекцией из различных образцов Акала. Из материалов по скрещиванию этих сортов был отселектирован высокопродуктивный, но позднеспелый сорт С-460. На второй ступени он был скрещен с длинноволокнистым сортом 18819 и получен скороспелый продуктивный сорт С-1470. Этот сорт был слабо устойчив к поражению вертициллезным вилтом. На третьей ступени сорт С-1470 был скрещен с сортом 137-Ф (Б. П. Страумал). Из материалов этого скрещивания был выведен сорт С-4727, превосходящий по скороспелости и продуктивности обе родительские формы. Этот сорт занимает основные площади хлопкосеяния в Каракалпакской АССР, однако от родителя С-1470 он унаследовал слабую устойчивость к вилту. На четвертой ступени сорт С-4727 был скрещен с диким подвидом *G. hirsutum* ssp. *mexicanum*. Гибрид третьего поколения был беккроссирован с сортом С-4727. Из материалов беккросса С. М. Мир-ахмедовым был создан продуктивный, высокоустойчивый к

вилту сорт Ташкент-1. В 1977 г. этот сорт был высеян на площади около 1 млн га.

Ниже представлена схема ступенчатой гибридизации:



Сорта, созданные методом ступенчатой гибридизации, сочетают в своем генотипе, благодаря непрерывному отбору, лучшие качества всех сортов, включенные в его генеалогию. Специальными исследованиями на хлопчатнике доказано, что при ступенчатой селекции на продуктивность повышается комбинационная способность сортов за счет концентрации ценных генов.

Возвратные скрещивания, или беккроссы. Возвратные скрещивания с родительскими формами используют в селекции хлопчатника в двух целях:

1. При межвидовой гибридизации для преодоления бесплодия гибридов первого поколения.

2. Для улучшения сортов хлопчатника по отдельным недостающим у них признакам.

В отношении хлопчатника метод возвратных скрещиваний наиболее полно разработан генетиком и селекционером С. Харландом. Этот метод можно использовать как при отдаленной (межвидовой, внутривидовой), так и при обычной межсортовой гибридизации хлопчатника. Во всех случаях сорт, который следует улучшить, скрещивается с сортом, обладающим нужным признаком. Затем полученный гибрид в течение ряда лет повторно скрещивается с улучшаемым сортом, постепенно заимствуя комплекс его генов и признаков согласно прогрессии 3/4, 7/8; 15/16, 31/32, 63/64. Потомство пятого беккросса будет иметь 98,4% генетического материала, идентичного улучшаемому родителю.

После шестого беккросса количество отцовского ядерного материала (улучшаемого сорта) равняется 99,2%, то есть происходит почти полное поглощение хромосом одного сорта другим. В том случае, когда требуется придать сорту такой признак, как мужская стерильность, контролируемая элементами цитоплазмы, вопрос решается относительно просто — уже после пяти беккроссов без проведения отбора потомство, сохраняя признак мужской стерильности через цитоплазму матери, со-

держит весь хромосомный набор отцовской формы, пылью которой проводился беккросс. Когда же требуется передать от одного сорта другому такие признаки, как устойчивость к вилту, голосемянность, опушенность растения и др., контролируемые не цитоплазмой, а генами ядра, каждый беккросс должен сопровождаться жестким отбором таких растений, которые максимально унаследовали искомый признак от сорта улучшителя.

При проведении беккроссов на гибриде F_3 и частично F_2 представляется возможность отбирать лучшие семьи и именно на них проводить беккросс. Если же беккроссировать гибриды F_1 , то возможность отбора лучших для скрещиваний растений и семей теряется, при этом сокращаются сроки селекционной работы.

При отдаленной гибридизации с дикими формами, обладающими отдельными хозяйственно-ценными признаками, метод возвратных скрещиваний представляет необходимый прием. Так Харланду удалось передать от дикого 52-хромосомного вида *G. tomentosum* культурному виду *G. barbadense* признак сильной опушенности растений, предохраняющий их от поражения клещиком и другими сосущими вредителями. Найту удалось гибридизацией и беккроссами передать гены устойчивости к разным расам возбудителя гоммоза от десяти разновидностей египетскому сорту Сакель и придать ему комплексную устойчивость к гоммозу.

Наглядный пример эффективности беккроссов — селекция вилтоустойчивых сортов в Советском Союзе, осуществляемая скрещиванием культурных сортов с дикой формой *texicanum* — носителем ценных генов устойчивости к вертициллезному вилту. Подробная схема работы по созданию вилтоустойчивых сортов методом отдаленной гибридизации с применением беккроссов изложена в главе «Отдаленная гибридизация».

Методом беккроссов у хлопчатника относительно просто передать от сорта сорту признаки генетически простые, контролируемые одним или несколькими генами. Передача полимерных признаков, гены которых обычно бывают взаимно сцеплены или обнаруживают плейотропный эффект, представляет большие трудности. Улучшаемому сорту могут быть переданы вместе с искомым признаком сцепленные с ним отрицательные признаки второго родителя.

Отдаленная внутривидовая гибридизация хлопчатника

Отдаленной гибридизацией обычно называют гибридизацию в пределах одного вида экологически и географически отдаленных форм, как, например, сортов советской, американской, индийской селекции и др., а также гибридизацию сортов культурного подвида с дикими и полудикими подвидами. При скрещивании географически и экологически

отдаленных форм чаще проявляется гетерозис, чем при близкородственной гибридизации. Сорты, сформировавшиеся в принципиально других почвенно-климатических условиях, могут качественно отличаться по генотипу, содержать аллели, необычные для сортов местной зоны. Эффект действия этих аллелей в новой генотипической среде может обусловить вспышку гетерозиса. Установлено, что сорта селекции США Акала-1517, Дельтапайн, Кокер 100 W в наших условиях имеют высокую комбинационную способность по продуктивности. Многие из них отличаются крупной коробочкой, длинным и высоким качеством волокна, а также устойчивостью к болезням.

Инорайонные сорта не могут непосредственно использоваться в производстве, так как они не адаптированы к новым почвенно-климатическим условиям. Такие сорта обычно не имеют преимуществ по продуктивности и другим признакам перед местными сортами и часто не подтверждают характеристику, данную им на родине. Кроме того, в новых условиях большинство сортов проявляет неоднородность по многим признакам. Любой сорт не может быть генетически однородным по приспособленности к тем факторам, которые отсутствовали в процессе селекции этого сорта, то есть по признакам, на которые не проводился отбор. Растения из такой популяции неодинаково реагируют на новые необычные для них условия. Это приводит к «биологическому расщеплению» инорайонных сортов, разложению популяции на разные генотипы. Подобное обстоятельство также является причиной более сильной изменчивости гибридов, полученных от отдаленной гибридизации. При отдаленной гибридизации выбор материнского родителя имеет более важное значение, чем при близких скрещиваниях. Мало приспособленные к местным условиям сорта целесообразнее использовать как отцовского родителя. Наследование признаков при отдаленной гибридизации соответствует закономерностям, наблюдаемым при обычной гибридизации, но возможности отбора гораздо шире.

Отдаленная гибридизация между разными подвидами одного вида сложнее, так как подвиды генетически более дифференцированы. Типичным примером отдаленной гибридизации подвидов одного вида является скрещивание культурных сортов подвида *euhiirsutum* вида *G. hirsutum* с диким подвидами *mexicanum* или культурных сортов подвида *eubarbadense* вида *G. barbadense* L. с перувианскими хлопчатниками подвида *peruvianum*.

Скрещивания между культурными сортами и диким вилтоустойчивым подвидами *mexicanum* проводятся в настоящее время почти всеми селекционерами, поэтому представляет интерес более подробно рассмотреть поведение гибридного материала от этого скрещивания и особенности селекционной работы.

Скрещивания дикого подвида с культурными сортами проводятся свободно в любом направлении, завязываемость такая

же, как и при обычных скрещиваниях. Гибриды первого поколения проявляют гетерозис в развитии вегетативных органов — растения мощно развиты, высокорослые, раскидистые.

Дикий подвид *texicanum* — строго фотопериодичная короткодневная форма — не бутонизирует и не цветет летом в условиях Средней Азии. Гибриды F_1 хотя утрачивают качественную реакцию на фотопериодическое воздействие, но резко отличаются по этому признаку от культурной родительской формы. Первая плодовая ветвь из-за сильной фотопериодической реакции в условиях естественной длины дня закладывается в пазухе 9—11 настоящего листа, в связи с чем поздно наступает бутонизация, цветение и созревание. Задержка с развитием и позднеспелость гибридов F_1 объясняются сильной фотопериодической реакцией гибридов, а не доминированием позднеспелости, как это считают некоторые исследователи. В этом легко убедиться, если выращивать гибриды при искусственном укорочении дня. При коротком дне отчетливо доминирует низкая закладка первого симподия и скороспелость (табл. 5).

Растения накапливают много коробочек, которые нормально вызревают, поэтому для получения большого количества семян для последующей селекции целесообразно выращивать гибриды первого поколения при коротком дне (рис. 32). По хозяйственно-ценным признакам гибриды первого поколения занимают промежуточное положение между родительскими формами. Причем, если по длине, выходу волокна и его крепости сильнее доминирует культурный сорт, то по крупности коробочки гибриды больше уклоняются в сторону дикого подвида, а по тонине занимают промежуточное положение. По нашим данным, в комбинации скрещивания 108-Ф × *texicanum* масса сырца одной коробочки равнялась 2,5 г, волокно бурого оттенка длиной 31,2 мм, выход около 28%, крепость 4,6 г, тонина 6540 в то время, как у дикого подвида масса сырца одной коробочки 1 г, длина волокна 17—22 мм, выход 18—23%, крепость волокна 2 г, метрический № 9500. Все гибриды F_1 устойчивы к заболеванию вертициллезным вилтом и ведут себя на искусственно зараженном фоне примерно так же, как дикий подвид. Во втором поколении происходит сильное расщепление по фотопериодической реакции и высоте закладки первой плодовой ветви. Выщепляются ультраскороспелые рекомбинанты с закладкой первого симподия в пазухе 3—5 настоящего листа и фотопериодичные формы с закладкой h_3 в 20 узле и выше (рис. 33).

У гибридов с подвидом *texicanum*, лимитирующим моментом длины вегетационного периода является высота закладки первого симподия: по этому признаку можно судить о скороспелости в целом и о фотопериодической реакции. Низкая h_3 и слабая фотопериодическая реакция имеют очень высокую наследуемость — скороспелые гибриды F_2 с низкой закладкой первого симподия и, следовательно, слабой фотопериодической

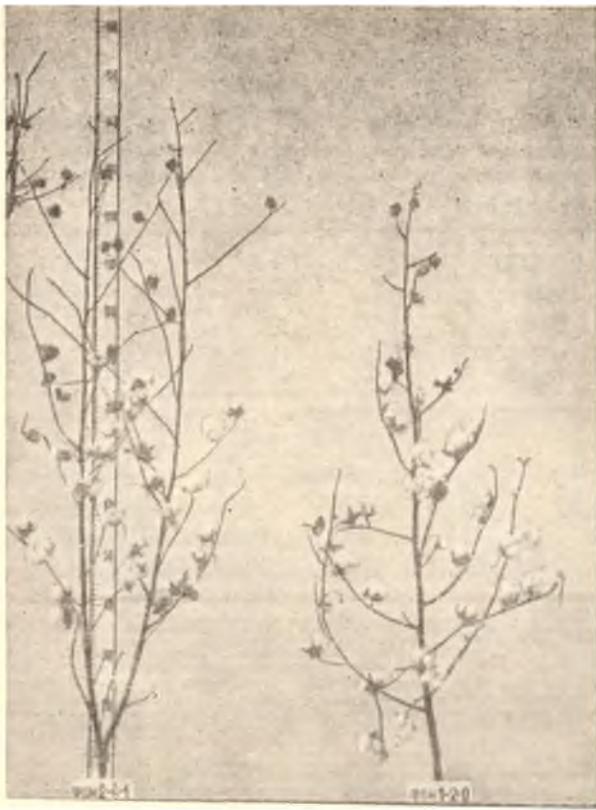


Рис. 32. Гибрид F_1 108—*Ф. mexicanum* на коротком дне

реакцией почти полностью повторяют этот признак в третьем поколении, то есть отбор в F_2 высоко эффективен.

Скороспелые гибриды F_2 не всегда сочетают этот признак с другими хозяйственно-ценными признаками. На рис. 34 показаны скороспелые гибриды F_2 типа культурного родителя и приближающиеся к дикому подвиду.

Вилтоустойчивость также не коррелирует с другими признаками, в частности со скороспелостью. Неустойчивыми к вилту могут быть как скороспелые, так и позднеспелые гибриды. Поэтому их следует отбирать с учетом всех признаков. По длине и выходу волокна, массе сырца одной коробочки в F_2 наблюдается сильное расщепление. В отдельных случаях в F_2 бывает трансгрессивное расщепление в обе стороны. Отбор в F_2 по этим признакам эффективен, однако в последующих поколениях потомство продолжает расщепляться. Расщепление продолжается более длительное время, чем при межвидовой гибридизации. Прямые гибриды довольно сильно расщепляются в F_6 — F_7 . Прямая гибридизация культурных сортов с диким

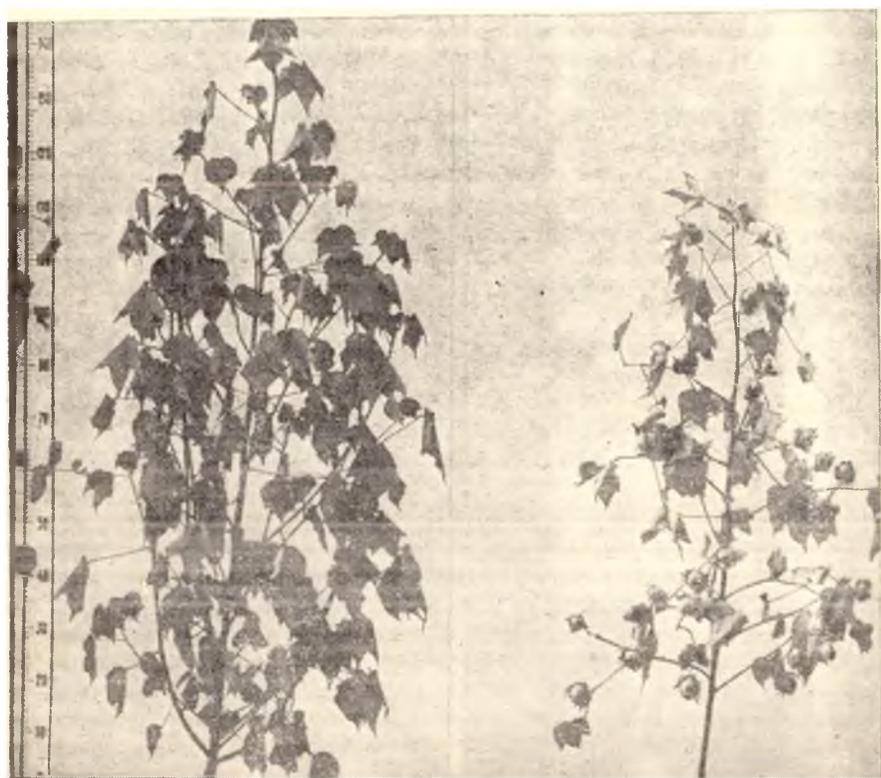


Рис. 33. Расщепление гибрида F_2 108—Ф×mexicanum

подвидом — это более длительный путь селекции, хотя именно так получен перспективный вилтоустойчивый сорт С-2602 с волокном IV типа (исходное растение было выделено в материалах расщепления гибрида Акала 4-42 × *texicanum*). Чаще используется беккросс-метод, то есть возвратные скрещивания гибрида F_2 и F_3 с культурным родителем для усиления признаков последнего. Возвратные скрещивания сочетают с жестким отбором форм, унаследовавших высокую устойчивость к вилту. Поэтому вся работа проводится на искусственно зараженном фоне. Методика селекции при внутривидовой гибридизации с дикими формами предложена С. М. Мирахмедовым. Возвратные скрещивания могут проводиться на гибридах разного возраста. При проведении беккроссов на гибридах второго поколения в расщепляющейся популяции выбираются растения, унаследовавшие высокую устойчивость и другие положительные признаки и только на таких растениях следует проводить повторные скрещивания с улучшаемым сортом. С. М. Мирахмедов рекомендует беккроссы начинать с F_3 , поскольку отбор лучших гибридов по показателям семей F_3 надежнее, чем по показателям растений F_2 . Отборы и браковка проводятся в F_1 беккросса, так как гибридная популяция является генетически гетерогенной. При использовании беккроссов и проведении всей работы по отбору на зараженном фоне сокращается длительность селекционной работы по созданию вилтоустойчивых сортов с высоким комплексом хозяйственно-ценных признаков.

В настоящее время отдаленная внутривидовая гибридизация проводится не только с подвидом *texicanum*, но и с полудикими и рудеральными подвидами. Как исходный материал широко используются *G. tricuspidatum* ssp. *purpurascens*, *G. hirsutum* ssp. *pinetatum*, выносливые к расе 2 гриба вертициллиум. Проводятся поиски доноров устойчивости к вилту и других ценных признаков в мировой коллекции хлопчатника. Методы отдаленной внутривидовой гибридизации совершенствуются и детализируются.

Межвидовая гибридизация хлопчатника

Межвидовая гибридизация имеет большое значение в селекции хлопчатника, позволяя обогащать генофонд культурных хлопчатников за счет других видов. Благодаря приспособительной эволюции многие из них обладают ценными генами, контролирующими такие важные признаки, как качество волокна, устойчивость к болезням, вредителям, засухе, низким температурам и т. д.

Относительно ограниченное использование до последнего времени метода межвидовой гибридизации в практической се-



Рис. 34. Скороспелые растения типа культурного (справа) и дикого (слева) родителей (F_3 108— $\Phi \times$ mexicanum).

лекционной работе объясняется трудной скрещиваемостью отдаленных гибридов, частичной или полной стерильностью гибридов первого поколения, а также бурным расщеплением в потомстве, которое стремится распадаться на исходные виды.

Трудная скрещиваемость гибридов, относящихся к разным геномам, объясняется образованием несбалансированной генетической системы с нарушенным генетическим контролем признаков, проявлением действия летальных генов отцовского родителя. Все это вызывает гибель гибридных зародышей на различных этапах.

Для преодоления нескрещиваемости видов хлопчатника используются мичуринские методы. Эффективным является опыление смесью пыльцы. Этим методом получено большинство межвидовых гибридов, которые не удавались при обычном методе парных скрещиваний. Пыльца материнского вида должна наноситься в очень ограниченном количестве (не более 5—20 пыльцевых зерен) на рыльца кастрированных цветков, которые затем обильно опыляются пыльцой другого вида (Бисли, 1940, Арутюнова, 1960 и др.). Пыльца своего вида как бы стимулирует семяпочки к акту оплодотворения.

Процент удачных скрещиваний увеличивается в том случае, когда в качестве материнских форм используется не чистый вид, а поздние поколения межвидовых гибридов.

Например, *G. hirsutum* с большим трудом скрещивается с азиатским хлопчатником; скрещивание облегчается, когда вместо азиатского диплоидного вида используется гибрид F_1 *G. herbaceum* × *G. arboreum*. Легко скрещиваются сложные трех-четырёхвидовые гибриды. Например, по данным Арутюновой, третье-четвертое поколение гибрида (*G. hirsutum* × *G. herbaceum*) × *G. harknessii* довольно легко скрещивается с азиатскими диплоидными видами.

Скрещивание между американскими культурными и азиатскими дикими формами облегчается в тех случаях, если вместо чистого вида азиатского хлопчатника или 26-хромосомного гибрида берется 52-хромосомный амфидиплоид, например *G. herbaceum* × *G. arboreum*, число хромосом у которого удвоено действием колхицина. Такие амфидиплоиды являются нормальными, однородными и вполне фертильными растениями. Они легко скрещиваются с тетраплоидными видами, но потомство получается преимущественно бесплодным.

При всех методах, используемых для преодоления нескрещиваемости видов, обязательным условием является хороший уход за материнскими растениями — высокий агротехнический фон, обрывание лишних бутонов, кольцевание коры ветвей, на которых есть гибридные завязи, то есть все, что усиливает питание гибридных коробочек.

Применение изложенных способов позволяет получить обычно единичные гибридные растения.

За последние годы освоена методика выращивания 10—20-дневных зародышей на искусственной питательной среде со стимуляторами роста, с последующей пересадкой молодых растений в почву. Культура зародышей имеет большие перспективы для преодоления нескрещиваемости далеких видов.

Гибриды F_1 могут отличаться вегетативным гетерозисом, быть мощными, но в ряде комбинаций гибриды бывают слабо жизнеспособными, малорослыми, хилыми, как например, гибриды от скрещивания *G. barbadense* × *G. sturtii*, *G. thurberii* × *G. arboreum*. Показатели вегетативного развития гибридов не связаны с их фертильностью. Например, гибриды *G. barbadense* × *G. thurberii*; *G. barbadense* × *G. harknessii*; *G. barbadense* × *G. armourianum*, *G. hirsutum* × *G. stocksii* мощные, однако плодовитость их очень низкая, либо они полностью стерильные. Вообще характер скрещиваемости, вегетативного развития гибридов F_1 и их фертильности не всегда коррелируют.

Наиболее характерная особенность гибридов первого поколения, полученных от скрещивания видов, относящихся к разным геномам, — их бесплодие. Стерильность гибридов F_1 — главное препятствие к использованию межвидовой гибридизации в селекционной практике.

Как было отмечено в 1 разделе, причина стерильности гибридов — всевозможные нарушения в мейозе: слабая конъюгация хромосом; образование большого числа унивалентов; не-

упорядоченное расхождение хромосом к полюсам, что вызывает образование нежизнеспособных гамет. Нормальные гаметы образуются редко, и происходит это чаще при макроспорогенезе, чем при микроспорогенезе, то есть нормальные яйцеклетки образуются чаще, чем нормальные пыльцеклетки. Поэтому опыление стерильных гибридов пылью родительских форм способствует в отдельных случаях нормальной завязываемости семян. Однако расширение работ по межвидовой гибридизации стало возможным после того, как Айвери и Кинг (1937) открыли колхицин как универсальный препарат, вызывающий удвоение числа хромосом. У межвидовых гибридов хлопчатника действием 0,05%-ного раствора колхицина или колхицино-лаолиновой пасты на точку роста можно легко получить амфидиплоидные побеги с удвоенным набором хромосом. Чем моложе растение, тем больше клеток изменяется при обработке колхицином, которые дают начало амфидиплоидным побегам, поэтому эффективно действовать колхицином на семена или точку роста растений в фазе 3—4 настоящих листьев. Обработанные колхицином растения в последующие годы усиливают плодоношение.

Амфидиплоиды очень однородны, имеют промежуточный тип и относительно фертильны; однако они не могут непосредственно использоваться, так как плодовитость их неустойчива.

Неустойчивость генетической системы амфидиплоидов объясняется нарушениями в мейозе, частым образованием мультивалентов, проявлением действия летальных генов, действием комплементарных генов стерильности и другими причинами.

Амфидиплоиды, полученные от скрещивания диплоидных видов — старосветских хлопчатников между собою или новосветских диплоидов со старосветскими — представляют особую ценность в том отношении, что они легко скрещиваются с естественными тетраплоидами и в потомстве могут дать ценные для селекции формы.

Так, Бисли скрестил амфидиплоид (*G. arboreum* × *G. thurberii*) × *G. hirsutum* и получил трехгеномный гибрид. В том случае, когда *G. hirsutum* был представлен сортом Дельтапайн 14 или Кокер 100, гибриды имели исключительно высокую крепость волокна. Причем число растений с крепким волокном в потомстве достигало 80%.

Амфидиплоиды, полученные от скрещивания разнохромосомных видов, то есть диплоидов с тетраплоидами, имеют 78 хромосом. В потомстве они неизменно расщепляются на растения с разным числом хромосом. Происходит как бы разведение геномов. Такие амфидиплоиды могут быть вовлечены в повторные скрещивания с тетраплоидным или диплоидным родителем и в материалах расщепления могут выявиться ценные формы.

Так, Л. Г. Арутюнова скрестила гексаплоид *G. hirsutum* × × *G. herbaceum* с американским диким диплоидом *G. harknessii*.

Был выведен тетраплоидный гибрид, повторное скрещивание которого с *G. hirsutum* позволило получить богатое разнообразие форм в потомстве. Саундерс получил гексаплоид *G. raimondii* × *G. hirsutum*, который унаследовал ген опушенности от *G. raimondii*. Повторным скрещиванием амфидиплоида с *G. hirsutum* была получена линия с сильным опушением, устойчивая к сосущим вредителям.

Как отмечал еще И. В. Мичурин в отношении гибридов плодовых, у хлопчатника фертильность гибридов из года в год может возрастать. Стерильные гибриды, сохраняемые много лет в условиях теплицы, могут стать фертильными. В опытах Н. Н. Константинова стерильный гибрид F_1 *G. peruvianum* × *G. thurberii* образовал на второй год три коробочки, а на третий год несколько коробочек как от опыления пылью родительской формы, так и от свободного цветения. Аналогично вели себя гибриды *G. hirsutum* × *G. harknessii*; *G. barbadense* × *G. harknessii*. Гибриды между *G. arboreum* × *G. thurberii* стали образовывать коробочки лишь на 4—5 год.

Повышению фертильности гибридов могут способствовать условия их выращивания: короткий день, снижение температуры, повышенная влажность и т. д.

Методы преодоления нескрещиваемости далеких видов и стерильности гибридов полностью не разработаны, но они уже позволяют успешно использовать межвидовую гибридизацию для создания исходного материала в селекции хлопчатника.

Первые межвидовые гибриды хлопчатника получили Гамми, Лик и Празад, Г. С. Зайцев, Керней, Харланд с целью изучения филогенетического родства в роде *Gossypium*. Из-за бесплодности гибридов они не придали серьезного значения возможности использования межвидовой гибридизации в селекции.

На Центральной селекционной станции СоюзНИХИ с 1927 г. были начаты систематические работы по межвидовой гибридизации, подтвердившие большую ценность этого метода для практической селекции. С. С. Канаш благодаря гибридизации разнохромосомных видов *G. hirsutum* × *G. herbaceum* и повторным возвратным скрещиванием с родительскими формами создал гоммозоустойчивый сорт 8802, который стал родоначальником скороспелых гоммозоустойчивых сортов С-3384, 147-Ф и др. Из материалов скрещивания *G. barbadense* × *G. arboreum* был отселектирован гоммозо- и фузариозоустойчивый сорт 114-1. По видовым признакам сорт 8802 относился к виду *G. hirsutum*, а сорт 114-1 — к виду *G. barbadense*, то есть происходило разведение геномов. От старосветских видов унаследовалась только устойчивость к болезням, контролируемая единичными генами.

Найту удалось перенести гены устойчивости к черной корневой гнили B_1 и B_2 от *G. hirsutum*, ген B_3 от *ssp. punctatum* и ген B_4 от *G. arboreum* виду *G. barbadense* и создать линию с комплексной устойчивостью к этой болезни. Он же путем меж-

видовой гибридизации автополиплоида *G. herbaceum* с видом *G. barbadense* получил линию с видовыми признаками *G. barbadense*, унаследовавшую от второго родителя гены опушенности растения, предохраняющие от поражения цикадами. Скрещиванием дикого тетраплоидного вида *G. tomentosum* с сильным опушением всех частей растения с видом *G. hirsutum* и последующими беккроссами с культурной формой Пателу (1950) удалось получить линии с сильной опушенностью растения, устойчивые к сосущим вредителям. Дарком и Саундерсом (1959) путем возвратных скрещиваний были перенесены гены высокой крепости волокна от *G. thurberii* к сорту Сакель (*G. barbadense*), а также гены, определяющие устойчивость к египетскому коробочному червю от *G. thurberii* к *G. hirsutum*.

Межвидовая гибридизация между гузами (*G. herbaceum* × *G. arboreum*) и американскими сортами упландов проводилась в Индии с целью сочетания засухоустойчивости гуз с технологическими качествами волокна *G. hirsutum*. Выведенные сорта 170-СО₂ и 134-СО₂ заняли до 200 тыс. га. Л. Г. Арутюновой от скрещивания гибрида второго поколения *G. hirsutum* × *G. herbaceum* с вилтоустойчивым сортом С-460 выведен скороспелый вилтоустойчивый сорт С-4534.

Приведенные примеры убедительно показывают, что межвидовая гибридизация исключительно плодотворный метод, обогащающий генофонд культурных хлопчатников и резко расширяющий возможности селекции. Методом межвидовой гибридизации особенно перспективно улучшение культурных форм по таким признакам, как прочность, тонина волокна, устойчивость к болезням, вредителям, создание форм с мужской стерильностью и т. д.

Экспериментальный мутагенез

Основным материалом эволюции является мутационная изменчивость, вызываемая разносторонними изменениями генетического материала: изменением числа хромосом, хромосомными aberrациями, мутациями на молекулярном уровне (генные мутации). На основе мутационной изменчивости, рекомбинаций, создаваемых последующим скрещиванием, и действия отбора происходило обособление видов и геномов хлопчатника, приспособление к новым ареалам обитания, окультуривание этого растения.

В селекции также широко используется мутационная изменчивость, искусственно вызываемая действием физических и химических факторов. В настоящее время индуцированный мутагенез широко используется в селекционных учреждениях, в том числе по хлопчатнику для увеличения размаха генетической изменчивости, изменения групп сцепления, получения гаплоидных форм, анеуплоидов и др. Наиболее мощным фактором, инду-

цирующим мутации, является ионизирующая радиация, которая увеличивает частоту спонтанных мутаций в десятки и сотни раз.

Методы получения искусственных мутантов

Из факторов, индуцирующих мутации хлопчатника, наиболее часто используется ионизирующая радиация — гамма-лучи радиоактивного кобальта (Co^{60}), цезия (C^{137}), а также быстрые и медленные нейтроны.

Для облучения гамма-лучами Co^{60} разработаны специальные гамма-установки. Радиоактивная часть установки монтируется на дне бассейна под трехметровым слоем воды. Объекты для облучения в специальных камерах опускаются под воду стержнями с радиоактивным кобальтом. Облучение малыми дозами проводят на гамма-поле. При этом источник излучения помещается в центре участка с растениями и в период ухода за растениями его опускают глубоко под землю.

Облучение нейтронами проводят на ядерных реакторах или циклотронах. Радиомутанты хлопчатника можно получать также воздействием на растения или семена радиоактивными изотопами, в частности фосфором и серой. Н. Н. Назиров описал метод воздействия радиоактивным фосфором на листья и завязи хлопчатника. В 100 мл дистиллированной воды он растворил смесь обычного KH_2PO_4 и радиоактивного $\text{KH}_2\text{P}_{32}\text{O}_4$. В колбочку с раствором погрузил лист, расположенный рядом с завязью; экспозиция заняла около недели, за это время в плод поступило примерно 65 мк кюри P_{32} . Растения, выращенные из семян таких коробочек, несли мутации.

Из всех описанных способов облучения более всего применяется облучение гамма-лучами Co^{60} .

При воздействии ионизирующей радиации различают дозы, стимулирующие, критические, или мутагенные, и летальные. Стимулирующие дозы воздействия на семена хлопчатника в 1—2 кр не вызывают видимых мутаций или угнетения растений. Напротив, они несколько улучшают развитие растения, увеличивают урожай, возможно, вследствие активизации обменных процессов. Отмечается повышение активности ферментов. Надо отметить, что эффект стимуляции не стабилен, и целесообразность применения стимулирующих доз на семена хлопчатника пока не решена.

Критические, или мутагенные, дозы вызывают максимальное число наследственных изменений. Сохраняется и дает семенное потомство не более 40—50% растений от общего числа облученных. Летальные дозы выше критических. Они вызывают гибель большинства растений.

Критические и летальные дозы облучения различны у видов и сортов хлопчатника в зависимости от их радиочувствительности. Имеются данные о более высокой радиочувствительности

скороспелых сортов хлопчатника по сравнению с позднеспелыми.

Факторы, влияющие на эффективность облучения. Эффективность критических доз зависит от многих факторов. Главные из них: мощность излучений, состояние организма в момент облучения, условия, при которых оно проводится: влажность облучаемого материала, температура в момент облучения, присутствие кислорода в среде, постэмбриональные условия.

При более высоких мощностях излучений дозы следует снижать, и наоборот. Для тетраплоидных видов хлопчатника и облучения Co^{60} при мощности 20—30 р/сек мутагенные дозы находятся в пределах 20—30 кр, а при высоких мощностях до 100 р/сек. мутагенная доза снижается до 10—15 кр.

Наиболее чувствительны к облучению клетки в момент деления. Поэтому при облучении проросших семян и вегетирующих растений разного возраста дозы резко снижаются. Для проросших семян критические дозы не превышают 1 кр, а для вегетирующих растений в фазу бутонизации и цветения — 0,5—2 кр; при облучении пыльцы дозы не должны превышать 600—800 р. Критические дозы при облучении другими видами ионизирующей радиации менее изучены.

Эффективность облучения одними и теми же дозами зависит от мутабельности облучаемого материала.

Сорта и виды хлопчатника имеют разную мутабельность, то есть дают неодинаковый процент мутантных форм из общего числа облученных. Мутабельность сорта во многом определяет успех работы селекционера. Она может быть выявлена экспериментально, так как заметно не коррелирует с возрастом сорта, его скороспелостью и другими признаками. Выявлено, что чем ближе сорта по происхождению и генотипу, тем они более сходны по характеру и частоте мутаций. Это еще раз подтверждает правильность закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова.

На эффективность облучения сильно влияет температура до и после облучения, условия светового режима в пострадиационный период. Выяснено, что облучение при пониженной температуре повышает частоту хромосомных перестроек, а высокая температура в момент облучения снижает число мутаций. В пострадиационный период высокая температура оказывает восстанавливающее действие на хромосомы. Такое же действие оказывает короткий световой день.

Не только разные сорта неодинаково реагируют на облучение, но и степень изменчивости разных признаков также различна.

Из морфологических признаков очень часты мутации по типу ветвления, типу плодовых ветвей, развитию подпушка (голосемянность), наличию волокна (безволоконность), карликовости, бесхлорофильности, стерильности, крупности коробочки

(главным образом за счет массы семян). Коробочки часто имеют толстые створки и ребристую поверхность.

Сравнительная изменчивость количественных признаков под влиянием облучения также не одинакова, но менее изучена.

Выявление мутаций у хлопчатника при облучении. При облучении семян хлопчатника в год их облучения у сохранившихся растений наблюдается угнетение в развитии и плодородности. Большинство растений отклоняется от нормы по мощности развития, габитусу куста, степени фертильности. Встречаются гигантские и карликовые формы, большинство их имеет низкую жизнеспособность. Большая часть изменений в M_1 представляет собой радиоморфозы, которые в последующих поколениях возвращаются в исходное состояние. В отличие от модификаций, обусловленных нормой реакции организмов, радиоморфозы — это не адаптивные изменения. Поэтому они мало жизнеспособны.

Чаще всего селекционеры облучают семена хлопчатника. При облучении семян в некоторых клетках семени возникают мутации одного типа, в других клетках другого, третьи клетки могут не нести мутаций. Поэтому растения в M_1 имеют химерное строение, то есть они состоят из нормальных и измененных тканей.

Мутации в M_1 чаще всего бывают в гетерозиготном состоянии, так как вероятность однотипного мутирования в гомологичных хромосомах невелика. В M_1 могут обнаруживаться только доминантные мутации. Рецессивные мутации обнаруживаются в M_2 . У хлопчатника при самоопылении около 25% потомства из коробочек, завязавшихся на измененных ветвях, будет гомозиготным по мутантной рецессивной аллели. Мутанты будут выщепляться в M_3 и в последующих поколениях в потомстве растений внешне нормальных, но гетерозиготных по мутировавшему гену. Поэтому в тех семьях, где обнаружены полезные мутанты, следует отбирать не только их, но и остальные растения, так как большая их часть гетерозиготна и выявит мутации в следующем поколении. Если мутация доминантная, то в последующих поколениях будет наблюдаться расщепление.

Проблема выявления мутаций и особенно полезных, по мнению большинства исследователей, — одна из наиболее трудных. Важным условием является отдельный высев семян каждой коробочки или по крайней мере каждого растения M_1 . Полезные мутации обнаруживаются в M_2 , но их относительно мало. Поэтому для их выявления следует максимально увеличить размер облученной популяции M_2 . Например, в отношении самоопылителя ячменя на Свалефской станции число растений в M_2 достигает 2000. По мнению большинства исследователей, число полезных мутаций в M_2 достигает 1—3, реже 10—20% (В. В. Хвостова). Как было отмечено, в семьях, где обнаружены полезные мутации, сохраняются для пересева в M_3 все растения в отдельности; остальные семьи бракуются. В M_3 про-

водится аналогичная работа по отбору ценных мутаций и браковке. В M_4 и M_5 можно провести испытания лучших линий на урожайность. Надо отметить, что большинство растений, несущих положительные мутации отдельных признаков, имеют невысокую урожайность и вообще жизнеспособность. Это понятно, так как мутации нарушают генетическую сбалансированность организма и его адаптацию к условиям среды. Для восстановления продуктивности и жизнеспособности особо ценных мутантов требуется их селекционная доработка.

Заслуживает особого интереса выделение растений, несущих малые мутации по количественным признакам (микромутации). Такие мутации на хлопчатнике часто наблюдаются у фенотипически вполне нормальных растений.

Исследования Н. Г. Симонгулян и Н. Чоудри (1978) показали, что в фенотипически нормальной фракции растений, облученных популяций сортов и гибридов хлопчатника, резко возрастает генотипическая изменчивость. Это происходит за счет того, что облучение индуцирует большое число малых мутаций по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам. Некоторые зарубежные авторы, как, например, Грегори (1968) и Гауль (1973) считают селекцию, основанную на отборе малых мутаций, более перспективной, чем селекцию, основанную на отборе растений, несущих крупные мутации.

Преимуществом малых мутаций является их большая частота. По мнению Гауля, у ячменя микромутации происходят в 50 раз чаще, чем макромутации, следовательно, здесь гораздо выше вероятность возникновения положительных микромутаций. Кроме того, по сравнению с макромутациями микромутации обычно не влияют отрицательно на общую жизнеспособность организма.

Однако обнаружение микромутаций более затруднительно. Оно требует специальной постановки полевого опыта для того, чтобы уменьшить влияние условий среды, вызывающих паратипическую изменчивость. Последняя маскирует проявление наследственной изменчивости. Результаты опыта обязательно должны подвергаться специальной статистической обработке.

Облучение пыльцы и вегетирующих растений. Перспективным в селекции хлопчатника является метод облучения пыльцы и вегетирующих растений, особенно в период бутонизации и начала цветения. При воздействии ионизирующей радиации на бутонизирующие растения облучению подвергаются разновозрастные бутоны до мейоза, в момент мейоза и после него. Растения следующего поколения не являются химерными, как при облучении семян. Все клетки его в равной степени являются носителями мутантных генов. Такой же результат получается при опылении облученной пыльцой. У растений M_1 , полученных от опыления облученной пыльцой, несущей мутацию, все клетки являются гетерозиготными по данной мутации.

Облучение пыльцы и вегетирующих растений в период бутонизации сокращает сроки выделения константных ценных форм хлопчатника, поэтому этот метод приобретает популярность в радиоселекции. На хлопчатнике обширные исследования по облучению вегетирующих растений и пыльцы проведены Ш. И. Ибрагимовым и Р. И. Ковальчук.

Сочетание методов гибридизации и мутагенеза. В селекции хлопчатника индуцированный мутагенез часто сочетают с гибридизацией. Возможны два способа. В одном случае облучаются гибриды F_0 и F_1 , в другом случае мутанты скрещиваются между собой или с необлученным сортом.

При облучении гибридов преследуется цель увеличить число кроссинговеров, нарушающих группы сцепления и тем самым увеличить число редких рекомбинаций.

Цель скрещивания мутантов друг с другом и с сортами — восстановить жизнеспособность мутантов или передать мутантный ген сорту. Низкая жизнеспособность мутантов часто затрудняет возможность их непосредственного и быстрого использования для получения сорта. Поэтому мутантная линия — носитель единичной полезной мутации — скрещивается с одним из лучших сортов. Работа может строиться по методу возвратных скрещиваний с сортом. Совместное применение методов радиоселекции и гибридизации, по мнению многих исследователей, дает лучшие результаты, чем непосредственное использование индуцированных мутантов.

Практическое использование радиомутантов. Впервые возможность индуцирования мутации хлопчатника была обнаружена советскими исследователями в 30-х годах. Работы возобновились в начале 60-х годов, когда были созданы различные установки ионизирующих излучений, доступные для широкого использования. За эти годы индуцированный мутагенез дал ощутимые результаты. Ш. И. Ибрагимовым, Р. И. Ковальчук и М. К. Гуламовым в ВНИИ селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. С. Зайцева, в Институте экспериментальной биологии Н. Н. Назировым и О. Жалиловым, в Институте тонковолокнистого хлопчатника В. Н. Фурсовым созданы перспективные сорта и мутантные линии с измененным типом ветвления, вилтоустойчивые, голосемянные, крупнокоробочные с ценным волокном и др. Сорта Самарканд 3, Ок-Олтын, созданные О. Жалиловым, районированы в Узбекистан.

Интерес представляет промышленный сорт хлопчатника АН-402, созданный Н. Н. Назировым путем воздействия на дикий вилтоустойчивый подвид *texicanum* радиоактивным фосфором. Мутация оказалась системной, то есть мутировало сразу много признаков — из дикого подвида была получена культурная мутантная форма, из которой и был отселектирован сорт АН-402 (рис. 35).

Новая группа отличающихся по скороспелости и низкорослости каршинских сортов создана Р. Тяминовым путем облу-



Рис. 35. Сорт АН-402.

чения отдаленных внутривидовых гибридов с диким подвидом *texica-pit.*

В Индии методом радиоселекции получены линии хлопчатника высокоустойчивые к вредителям; опушенность растений выше на 40%. Мутанты с короткими междоузлиями и с женской стерильностью получены в США. Там же получена форма хлопчатника, совершенно не содержащая госсипола, то есть с новым родовым признаком. Путем облучения создана коллекция гаплоидов. Метод радиоселекции имеет несомненные перспективы, но следует всегда помнить, что его успех больше зависит от масштабов работы, чем при гибридизации, так как выход полезных мутаций у хлопчатника невысок.

Химический мутагенез.

Искусственное получение мутации хлопчатника возможно при обработке семян химическими мутагенами.

Химические мутагены в отличие от ионизирующей радиации вызывают главным образом точковые мутации, то есть химические преобразования в локусах. Они обычно не вызывают крупных хромосомных перестроек и поэтому менее отрицательно влияют на жизнеспособность организмов. На других культурах установлено, что химические мутагены способны вызывать специфические мутации в определенных локусах, что является большим преимуществом этого метода.

У хлопчатника химические мутагены вызывают очень обширный спектр мутации. Предварительные данные показывают, что этиленамин индуцирует наиболее высокий выход мутаций по хозяйственно-ценным признакам. Эффективными мутагенами являются также нитрозоэтилмочевина и бисдиазоацетилбутан. Методом химического мутагенеза А. А. Эгамбердиев создал сорт «Октябрь-60», устойчивый к сосущим вредителям.

Мутации хлопчатника, вызываемые ионизирующей радиа-

цией и химическими соединениями, преимущественно являются ненаправленными, так как действие мутагенов на изменение генетического материала неспецифично. Главной задачей радиационной генетики и селекции является выявление путей получения направленных мутаций. Это позволит полностью управлять формообразовательным процессом и откроет безграничные перспективы в селекции.

Глава IV

ГЕТЕРОЗИС И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ХЛОПКОВОДСТВЕ

Явление гетерозиса, или повышенной жизнеспособности и продуктивности гибридов, имеет большое значение для селекции и непосредственно сельскохозяйственной практики.

Селекция, основанная на выявлении гетерозисных гибридов первого поколения и практическом использовании эффекта гетерозиса, называется гетерозисной селекцией.

Различают три типа гетерозиса — гетерозис репродуктивный, выражающийся в накоплении высокого хозяйственного урожая, гетерозис соматический, вызывающий мощное развитие вегетативной массы растений и гетерозис адаптивный, который выражается в лучшей приспособляемости гибридов к варьирующим условиям среды. Для хлопчатника наибольший интерес представляют репродуктивная и адаптивная формы.

Гетерозис, как известно, может быть обусловлен разными причинами. Согласно наиболее распространенным теориям — накопления доминантных положительных генов и теории сверхдоминирования, главные причины гетерозиса можно свести к следующим:

- а) подавление у гетерозигот вредного эффекта отрицательных рецессивных генов;
- б) комплементарное взаимодействие доминантных аллелей разных генов (неаллельное взаимодействие);
- в) сверхдоминирование, или превосходство, гетерозигот над обоими гомозиготами вследствие того, что разные аллели гена могут осуществлять разные функции, либо выполнять свои функции при разных условиях. Последнее обстоятельство обуславливает адаптивный гетерозис, или высокую приспособляемость (гомеостаз) гибридов.

Для хлопчатника комплементарное взаимодействие и сверхдоминирование играют гораздо более важную роль, чем подавление эффектов рецессивных генов, так как популяции хлопчатника как самоопылителя свободны от явно вредных для жизнеспособности летальных и полудетальных генов.

Позитивный гетерозис наблюдается далеко не у всех гибри-

дов. Наряду с гибридами, проявляющими позитивный гетерозис, многие из них по продуктивности занимают промежуточное положение. Это особенно часто наблюдается в ситуациях, когда родительские формы резко отличаются по продуктивности. У отдельных гибридов наблюдается явление негативного (отрицательного) гетерозиса, когда гибрид уступает по продуктивности или другому изучаемому признаку обоим родителям.

Как мы уже отмечали, во многих случаях у хлопчатника отрицательные значения признака управляются доминантными генами; у гибридов комплементарный эффект таких доминантных аллелей может привести к усилению отрицательных значений признака, то есть негативному гетерозису. Положительный гетерозис, или повышенная хозяйственная и биологическая продуктивность межвидовых и внутривидовых гибридов F_1 , многократно описан на хлопчатнике. Наибольший гетерозис наблюдается при межвидовом скрещивании тетраплоидных видов *G. hirsutum* и *G. barbadense*. Еще в 1786—1790 гг. колонист Рор на острове Санта-Крус сделал попытку создать межвидовой гибрид, как об этом сообщают Кристидис и Гаррисон (1960). Поскольку у межвидовых гибридов культурных тетраплоидных видов гетерозис выражен более резко, чем у внутривидовых, внимание первых исследователей было обращено на описание и попытки практического использования эффекта гетерозиса межвидовых гибридов (Боллс, 1908, Керней, 1929, К. А. Высоккий, 1933, В. И. Кокуев, 1933). В последующие годы о высоком гетерозисе межвидовых гибридов сообщают многие авторы. По их данным гетерозис по урожаю достигает 70% и более.

При межвидовых скрещиваниях в большинстве комбинаций гибриды F_1 развивают большую листовую поверхность, имеют мощный рост, хорошее плодоношение. У межвидовых гибридов длинное и тонкое волокно, по качеству приближающееся к волокну вида *G. barbadense*, по крупности коробочки гетерозиса не наблюдается; по массе хлопка-сырца одной коробочки гибриды F_1 обычно занимают промежуточное положение между родительскими формами. По данным Р. Чоудри, это может быть вызвано частичной стерильностью гамет и нежизнеспособностью зародышей.

Часто при неправильном подборе пар буйное развитие вегетативных органов сопровождается позднеспелостью гибридов. Чтобы избежать такого вегетативного гетерозиса, рекомендуется вовлекать в скрещивание наиболее скороспелые сорта *G. barbadense* L. и *G. hirsutum* L. с ограниченным ростом и хорошим плодоношением. Низкорослость при этом определяется короткими междоузлиями главного стебля, а не меньшим их числом.

Нами впервые были выведены низкорослые, продуктивные, скороспелые межвидовые гибриды интенсивного типа от скрещивания очень низкорослых сортов АН — Чилияки, Короткосте-



Рис. 36. Гетерозисный межвидовой гибрид F_1 . Слева направо: вид *G. hirsutum* L. гибрид F_1 , вид *G. barbadense* L.

белый «ВНИИССХ — 1» вида *G. hirsutum* L. с низкорослыми сортами Каршп-2 и С-6040 вида *G. barbadense* L. (рис. 36). Эти гибриды имеют высококачественное волокно, свойственное тонковолокнистым сортам, а гибриды с сортом Карши-2 — достаточно высокий выход волокна. В САФВИР создан межвидовой гибрид С-6040 с коллекционным образцом, имеющим маркерный признак — красную окраску листьев.

Во втором поколении у всех межвидовых гибридов гетерозис резко снижается вследствие буйного расщепления, появления большого числа малопродуктивных, а также полустерильных и стерильных форм.

При внутривидовых скрещиваниях хлопчатника гетерозис наблюдается по продуктивности, скороспелости, крупности коробочки, индексу волокна, реже по длине и тонине волокна. По крепости волокна и выходу гетерозис обычно не наблюдается. Гетерозис по продуктивности выражен слабее, чем при межвидовой гибридизации. Гибриды могут превосходить по продуктивности среднюю величину двух родителей или лучшего родителя. В отдельных комбинациях гибриды могут превышать по продуктивности лучшего родителя на 30-40% и более. Явление гетерозиса может и не наблюдаться, при этом величина признака у гибрида практически совпадает со средними показателями двух родителей. Наконец, в ряде случаев гибриды по тем или иным признакам могут уступать среднему показателю родительских форм или даже худшему родителю (негативный гетерозис).

Во втором поколении гетерозис снижается. Снижение гетерозиса неодинаково выражено в различных гибридных комбинациях, что можно выявить экспериментальным путем. Теоре-

тически оно объясняется расщеплением, снижением гетерозиготности, потерей эффекта доминирования, сверхдоминирования и неаллельных взаимодействий генов. Число гетерозиготных особей по одному гену во втором поколении уменьшается вдвое, в третьем — вчетверо и т. д.

Гетерозис гибридов F_2 можно подсчитать по формуле Райта:

$$F_2 = F_1 - \frac{F_1 - P}{n}$$

где F_1 — средняя урожайность гибридов, P — средняя урожайность обоих родителей, n — число родительских форм.

При внутривидовых скрещиваниях возможно выявить комбинации, относительно мало снижающие гетерозис во втором поколении.

В связи с тем, что у хлопчатника при внутривидовой и особенно межвидовой гибридизации обнаруживается сильный гетерозис по продуктивности вопрос о возможности практического использования эффекта гетерозиса в хлопководстве издавна является предметом широкого обсуждения и изучения учеными хлопководящих стран. Однако эта проблема на настоящем этапе не разрешена из-за отсутствия методов массового получения дешевых гибридных семян для обсеменения больших площадей. Трудности получения семян F_0 в массовом количестве сводятся к следующим моментам.

Хлопчатник — самоопыляющаяся культура, и для получения гибридных семян требуется проведение кастрации и искусственного опыления цветков. Обе операции крайне трудоемки. Предлагаются методы, позволяющие обходиться без кастрации цветков. К. А. Высокский предложил надевать на пестик материнского цветка шторки из плотной бумаги, препятствующие самоопылению цветков, хотя и не полностью. М. Божпнов предложил водную кастрацию или опрыскивание водой сразу после раскрытия цветка. Однако эти методы несовершенны и они не устраняют необходимости проведения второй трудоемкой операции — ручного опыления.

Хлопчатник имеет малый коэффициент размножения семян. В одной гибридной коробочке, полученной с предварительной кастрацией цветка, содержится 15—20 зрелых семян, тогда как гибридный початок кукурузы может содержать до 500—600 зерен.

Перспективным путем получения гибридных семян является создание форм с мужской стерильностью, что устраняет необходимость кастрации цветков. Такие формы неоднократно выделяли в потомстве отдаленных гибридов между разными геномами, как, например, у (*G. anomalum* × *G. thurberii*) × *G. hirsutum* и др. Однако мужская стерильность у обнаруженных форм контролировалась генами ядра. Формы с цитоплазматической мужской стерильностью в 1973 г. обнаружены Мейер (США). Ею впервые на базе цитоплазмы *G. harknessii* созданы

линии с ЦМС, закрепители стерильности и восстановители фертильности. Однако в практику они еще не внедрены. Интенсивные исследования по переводу сортов и линий на стерильную основу проводятся в Индии.

Наряду с поисками форм хлопчатника с ЦМС проводятся интенсивные поиски химических гаметоцидов, вызывающих стерильность мужских цветков. Итон (1956) впервые обнаружил такие гаметоциды и испытал на сортах Эмпайр и Акала 4-42. Препарат FW-450 (натриевая соль 2,3-дихлормасляной кислоты), а также гербицид даланон можно использовать как гаметоциды. Однако они вызывают сильное опадение бутонов.

Чтобы избежать ручного опыления, проводятся опыты по пчелоопылению хлопчатника. Для этого скрещиваемые сорта целесообразно высевать перемежающимися рядками. Однако и этот метод не обеспечивает получение достаточного количества гибридных семян и является трудоемким.

В связи с низким коэффициентом размножения и трудностями получения гибридных семян представляет интерес выявление таких гибридов, которые сохраняли бы достаточно высокий гетерозис во втором поколении, поскольку семенами F_2 можно обсеменить достаточно большие площади.

Кроме того, эффективен подбор сортов с маркерными признаками, например, с антоциановой окраской стебля и семядольных листьев. Это позволяет проводить скрещивания без предварительной кастрации цветков как наиболее трудоемкой операции. Гибриды имеют доминантную красную окраску, а растения от самоопыления (не гибридные) — зеленую окраску всходов, что позволяет удалить их при прореживании. Однако исходный сорт с маркерным признаком обязательно должен иметь высокую комбинационную способность.

Перечисленные трудности в получении дешевых гибридных семян являются причиной того, что до последнего времени эффект гетерозиса внутривидовых и межвидовых гибридов в хлопководстве передовых стран не используется. Единственным примером практического использования эффекта гетерозиса в хлопководстве является Гибрид-4, созданный в Индии Пателом (1971). Гибрид-4 представляет собой первое поколение от скрещивания индийского сорта Гуджерат-67 и американского сорта Нектарилес.

В Индии районирован также межвидовой гибрид Варалакшми от скрещивания видов *G. hirsutum* L. × *G. barbadense* L. Семенами гибридов F_1 засеяно более 1 млн га. Такой успех связан только с дешевизной рабочей силы, используемой при кастрации цветков и их искусственном опылении. Для внедрения гибридной культуры в хлопководстве развитых хлопкосеющих стран необходимы методы, удешевляющие массовое производство гибридных семян.

В последние десятилетия исследования по гетерозису внутривидовых и межвидовых гибридов стали проводиться особен-

но интенсивно. Они направлены на изучение общей и специфической комбинационной способности сортов, выявление скороспелых гибридов, поиски линий с цитоплазматической мужской стерильностью, разработку методов, облегчающих процесс кастрации и ручного опыления.

Комбинационная способность изучается в два этапа. На первом этапе определяется общая комбинационная способность методом толкроссов и диаллельного анализа в полевом опыте. Выявляются сорта с высокой общей комбинационной способностью. На втором этапе изучение специфической комбинационной способности позволяет выявить наиболее гетерозисные комбинации. Высокая продуктивность должна сочетаться с другими хозяйственно-ценными признаками и в первую очередь с хорошим качеством хлопкового волокна. Поэтому выявляются гибриды, у которых наблюдается доминирование длинного тонкого и крепкого волокна. Использование в качестве родительских сортов элитных семян или самоопыленных линий обеспечивает высокую однородность хозяйственно-ценных признаков у гибридов F_1 согласно закону единообразия гибридов первого поколения. Однородность гибридов F_1 особенно важна по таким признакам, как длина, тонина, крепость хлопкового волокна. Большое внимание, уделяемое учеными всего мира проблеме практического использования эффекта гетерозиса в хлопководстве, позволяет оптимистично относиться к ее положительному решению в ближайшем будущем.

Глава V

РОЛЬ И МЕТОДЫ ОТБОРА

Естественный и искусственный отбор. Различают два типа отбора — естественный и искусственный. Естественный отбор закрепляет благоприятные спонтанные мутации и рекомбинации, способствующие выживанию и размножению измененных форм в конкретных условиях среды. Естественный отбор является главным фактором эволюции вида. Под действием естественного отбора происходила первичная дифференциация видов и геномов хлопчатника, связанная с разъединением в меловой период единого материка и развитием разных ветвей рода *Gossypium* в резко различных эколого-географических условиях.

После введения хлопчатника в культуру за несколько тысячелетий до нашей эры на эволюцию окультуренных видов стал влиять естественный и искусственный отбор. Искусственный отбор сперва носил бессознательный характер. Первобытные люди могли использовать волокно диких хлопчатников для различных нужд, используя семена лучших экземпляров на пересев. Таким путем в течение тысячелетия формировались полукультурные рудеральные формы хлопчатника с улучшенными

хозяйственными признаками — продуктивностью, крупностью коробочки, длиной и качеством волокна. По мере развития земледелия искусственный отбор принимал более сознательный характер — при отборе предпочтение отдавалось формам с меньшей долговечностью надземных органов, с упрощенным типом ветвления, со слабой фотопериодической реакцией. Вместо многолетних моноподиальных строго фотопериодичных деревьев и кустарников сформировался тип более скороспелых симподиальных кустарников со слабой фотопериодической реакцией, приспособленных к однолетней культуре. Однолетняя культура хлопчатника позволила резко повысить его продуктивность, в целом интенсифицировать хлопководство. Значительно расширяются ареалы возделывания хлопчатника в разных почвенно-климатических и агротехнических условиях, что в свою очередь способствовало образованию огромного разнообразия экологических форм и ускорило эволюцию культурных видов.

На современном этапе роль искусственного отбора, проводимого человеком, т. е. роль селекции, неизмеримо возросла. По словам академика Н. И. Вавилова, «селекция — это эволюция, направляемая волею человека».

Главным звеном селекции является искусственный отбор, который применяется к любому генетически неоднородному материалу, полученному путем гибридизации, индуцированного мутагенеза, полиплоидии и других факторов. В процессе искусственного отбора сохраняются генотипы, которые наилучшим образом соответствуют тем целям, которые преследует селекция.

Одним из главных отличий искусственного отбора от естественного является то, что искусственному отбору подвергаются те признаки, которые представляют интерес для человека. У хлопчатника это — хозяйственная продуктивность, длина волокна, качество волокна, выход и др. Хозяйственно-ценные признаки хлопчатника не всегда совпадают с биологически полезными, необходимыми для выживания вида в естественных ценозах. Например, такие важные хозяйственно-ценные признаки, как выход волокна, его длина и качество, крупность коробочки довольно безразличны с биологической точки зрения. Та огромная разница по перечисленным признакам, которая наблюдается между дикими и культурными формами одного вида есть результат только искусственного отбора и яркое свидетельство творческой роли отбора. Человеку путем искусственного отбора в пределах вида *G. hirsutum* удалось увеличить крупность коробочки в 7—10 раз, длину волокна на 20—25 мм, выход волокна на 30% и т. д.

Биологические и хозяйственно-полезные признаки хлопчатника могут и совпадать. Такие признаки и при современном уровне селекции формируются под совместным влиянием искусственного и естественного отбора. Например, устойчивость к болезням и вредителям выгодна и с хозяйственной и с био-

логической точки зрения тем, что она обеспечивает урожай, а также выживаемость вида в годы эпифитотий.

Скороспелость — важнейший хозяйственно-ценный признак хлопчатника, определяющий размеры урожая, качество сырца и волокна, возможность машинной уборки и др. Вместе с тем это, безусловно, биологически полезный признак, определивший главное направление эволюции культурных видов, завоевание этими видами обширных ареалов возделывания, их полиморфизм.

Типы искусственного отбора. Различают два типа искусственного отбора — массовый и индивидуальный.

При массовом отборе выделяются лучшие по фенотипу растения, урожай которых объединяется для посева в следующем году, проверка по потомству не проводится. Поскольку при массовом отборе объединяется урожай растений с наследственной и ненаследственной изменчивостью — улучшение материала происходит медленно. Массовым отбором в течение длительного времени создавались и шлифовались сорта хлопчатника народной селекции. Этот тип отбора применялся до того, как были разработаны научные методы селекции, позволяющие различить наследственную и ненаследственную изменчивость.

На современном этапе в селекции хлопчатника применяется многократный индивидуальный отбор. При индивидуальном отборе растения отбираются также по фенотипу, но потомство каждого отбора высевается на следующий год отдельно и изучается по ведущим хозяйственно-ценным признакам по сравнению со стандартом. Проверка по потомству является главным принципом этого метода и позволяет выделить те растения, изменчивость которых наследственно обусловлена. Таким образом, проверка по потомству — это проверка по генотипу. Все материалы, изменчивость которых вызвана условиями среды и не подтверждается при проверке по потомству, бракуются. На следующий год индивидуальный отбор повторяется только в незабракованных семьях. Отобранные по фенотипу растения вновь проверяются по потомству и так далее. Индивидуальный отбор позволяет у хлопчатника и других самоопылителей быстро дифференцировать популяцию на отдельные генотипы, испытать их и выделить из них лучшее. По наиболее сложным полигенным признакам, сильно варьирующим в зависимости от условий выращивания, проверка по потомству должна проводиться на выровненных агрофопках. Для ослабления влияния почвенных разностей можно вводить повторения и рандомизированное (случайное) расположение вариантов.

Эффективность отбора в зависимости от генетической обусловленности признаков

В гибридных популяциях, с которыми чаще всего работает селекционер, растения, намечаемые к отбору, обычно являются гетерозиготными и их потомство расщепляется в ряде поколе-

ний, поэтому к ним применяется многократный индивидуальный отбор до тех пор, пока линия не станет генетически однородной по главным признакам. По признакам, контролируемым одной или несколькими парами генов, популяции под влиянием отбора гораздо быстрее становятся однородными, чем по признакам полигенным, управляемым многими генами. Однородность популяции по таким признакам достигается по мере перехода большинства генов, их контролирующих, в гомозиготное состояние.

У хлопчатника и других факультативных самоопылителей гомозиготное состояние генов является обычным.

Известно, что потомство гетерозигот у самоопылителей расчленяется с быстрым нарастанием гомозигот по доминантным и рецессивным аллелям. Эволюция доминантности, определяющая благоприятные свойства доминантных локусов у самоопылителей, не происходит, так как отбор действует на уровне гомозигот. Доминанты не имеют какого-либо эволюционного и селекционного преимущества перед рецессивами. С равной вероятностью положительные с точки зрения биологической и хозяйственной ценности признаки могут управляться как доминантными, так и рецессивными генами или разным их соотношением, если речь идет о полигенах. Так например, нами установлено, что у лучшего сорта тонковолокнистого хлопчатника Ашхабад-25 очень длинное и тонкое волокно почти полностью управляется рецессивными полигенами, а высокий выход волокна (за счет низкой массы семян) доминантными. Генетический контроль положительных значений признака рецессивными генами очень распространенное явление.

Представление о рецессивных «положительных» генах и их высокой концентрации в сортопопуляциях хлопчатника и других самоопылителей, установленное впервые в работах Н. Г. Симогулян с сотрудниками (1980—1985), имеет важное практическое значение с точки зрения оптимизации отбора.

Если высокие положительные значения признака у исходного сорта контролируются большинством рецессивных полигенов, то в F_1 будут доминировать низкие значения второго родителя и даже может наблюдаться отрицательный гетерозис, но в последующих поколениях показатели признака будут возрастать. Растения с максимальным значением признака будут выщепляться в более поздних гибридных поколениях (F_5 — F_8) по мере накопления гомозиготизации рецессивных («положительных» генов и проявления их аддитивного или комплементарного эффекта. Вероятность трансгрессивного расщепления в последующих поколениях всегда следует иметь в виду при селекции таких признаков. Если же изменение признака в сторону возрастания управляется доминантными генами, интенсивный отбор и браковку следует начинать с F_2 .

После того, как было установлено, что концентрация рецессивных положительных генов в популяциях хлопчатника очень

высока были разработаны «Методические указания по оптимизации отбора на продуктивность и качество волокна» для руководства селекционерами, где описан дифференцированный подход к регуляции интенсивности отбора в гибридных поколениях в зависимости от генотипа исходных форм. Характеристика генотипа исходного материала, используемого селекционерами, должна проводиться в селекционных учреждениях в порядке постоянной генетической службы.

Задачей селекции является получение путем многократного отбора достаточно однородного материала с генетически закрепленным комплексом признаков. Если при создании нового сорта отбор проводился недостаточно, то такой сорт оказывается генетически неоднородным и он неизбежно потеряет свои ценные свойства вследствие расщепления.

По мере достижения гибридной популяцией генетической выровненности и формирования сорта отбор продолжается, но характер отбора и преследуемая им цель изменяется.

Если в процессе селекции сорта отбор имеет направленный созидательный характер, то в популяции сформировавшегося сорта отбор имеет стабилизирующий характер; преследуется цель сохранения исходной концентрации генов нового сорта. Это достигается сохранением только тех особей, которые соответствуют норме реакции сорта; сохраняется только модальная часть популяции, все, что выходит за пределы нормы реакции сорта выбраковывается.

Сохранение генетической основы сорта стабилизирующим отбором является главной задачей семеноводства хлопчатника и вообще самоопыляющихся культур. Вопрос этот будет подробно рассмотрен в III части, посвященной семеноводству хлопчатника.

У хлопчатника большинство хозяйственно-ценных признаков находятся в обратной коррелятивной зависимости. Например, скороспелость отрицательно коррелирует с продуктивностью, длиной волокна, крупностью коробочки. Длина и тонина волокна отрицательно коррелируют с продуктивностью хлопка-сырца и выходом волокна. Выход волокна отрицательно коррелирует с длиной волокна и т. д. У современных сортов корреляции эти не очень сильно выражены, тем не менее проведение отбора на один-два признака, без учета остальных, неизбежно будет иметь отрицательные последствия. При проведении отбора только на скороспелость может снизиться урожай, вес сырца одной коробочки, длина волокна. При проведении отбора только на длину и качество волокна легко потерять скороспелость и продуктивность. При одностороннем отборе крупнокоробочных растений также легко потерять скороспелость.

Отбор на любой, даже маловажный, признак изменяет генетическую систему в целом. Поэтому в селекции хлопчатника отбор всегда следует проводить по совокупности признаков, сохраняя только те растения, которые имеют комплекс призна-

ков, удовлетворяющий селекционеров. Чем больше признаков входит в комплекс, тем меньше растений, сочетающих эти признаки.

В том случае, если отрицательные корреляции вызваны сцеплением генов полигенных комплексов, то работа селекционера сводится к поиску отдельных рекомбинантов с нарушенными коррелятивными связями. Такие рекомбинанты возникают вследствие спонтанных кроссинговеров у гибридов. Целесообразно использование мутагенов, повышающее частоту кроссинговеров и индуцирующее мутации по хозяйственно-ценным признакам. Это ведет к образованию новых групп с измененным плейотропным эффектом. Успех по отбору растений с нарушенными коррелятивными связями целиком зависит от объема популяции, с которой работает селекционер. Чем она больше, тем выше шансы на успех.

Эффективность отбора и наследуемость признаков. Эффективность отбора, или улучшение признака в потомстве под влиянием отбора, зависит от разных причин. Эффективность отбора по хозяйственно-ценным признакам ниже, чем по морфологическим. Морфологические признаки (качественные) обычно мало варьируют под влиянием условий среды и изменчивость по этим признакам преимущественно имеет генотипический характер, поэтому отбор высокоэффективен. Если отобрать гибриды с нулевым типом ветвления популяции F_2 , полученной от скрещивания сортов нулевого и симподиального типов, то 100% растений в F_3 будут иметь нулевой тип ветвления. Такие количественные хозяйственно-целные признаки хлопчатника, как продуктивность, скороспелость, качество волокна и другие, контролируемые полимерными генами, сильно варьируют под влиянием условий выращивания.

Общая или фенотипическая изменчивость количественных признаков в неоднородных популяциях складывается из двух компонентов — генотипического и паратипического. Генотипическая изменчивость обусловлена расщеплением генов и их взаимодействием, а паратипическая — влиянием условий среды. Паратипическая изменчивость популяции по количественным признакам может быть очень велика и маскировать изменчивость генотипическую. Поскольку отбор проводится по фенотипу, то не наследственная изменчивость, вызванная влиянием условий среды, снижает эффективность отбора в селекционной работе. Особый интерес для характеристики структуры популяции и определения эффективности отбора представляют показатели наследуемости признаков.

В I части в разделе полигенного наследования было рассмотрено понятие наследуемости признаков в широком и узком смысле. Было отмечено, что наибольшую селекционную ценность представляет аддитивный компонент генотипической дисперсии σ_A^2 , так как эффекты аддитивных взаимодействий сохраняются в потомстве, в то время как эффекты доминирования теряются при расщеп-

лении и снижении гетерозиготности популяций. Поэтому для определения эффективности отбора выявление показателей наследуемости в узком смысле более важно, чем показателей наследуемости в широком смысле. Однако последние также дают ценную информацию для селекционера.

Величина показателей наследуемости во многом зависит от степени паратипической изменчивости признака. В одних и тех же условиях выращивания одни признаки варьируют в большей степени, другие в меньшей. У генетически сложных признаков, сильно изменяющихся под влиянием условий среды, параметр σ_e^2 высокий, а показатели наследуемости признаков H^2 — низкие, что следует учитывать в селекционной практике.

Наследуемость одного и того же признака в зависимости от условий выращивания может резко отличаться: на выровненном агрофоне она будет высокой, соответственно и отбор будет эффективным, а на невыровненном агрофоне, пестроте почвенного плодородия, условий поливов и т. д. показатели наследуемости и эффективности отбора будут низкими.

Наследуемость зависит не только от степени паратипической изменчивости признака, но и от генотипической неоднородности или гетерогенности популяции. Чем больше генотипическая изменчивость популяции, тем выше показатели наследуемости. Обычно в популяциях, полученных путем отдаленной внутривидовой гибридизации, показатели наследуемости выше, чем в гибридных популяциях от скрещивания родственных сортов.

В более однородных популяциях, например, элитных материалах, показатели наследуемости резко снижаются, а в самоопыленных линиях они практически равны нулю, то есть всё фенотипическое разнообразие представляет ненаследуемую паратипическую изменчивость. Таким образом, показатели наследуемости несут двоякую информацию о степени паратипической изменчивости признака и о генотипической изменчивости популяции.

Показатели наследуемости имеют важное значение для теоретической и практической селекции. Наследуемость — это главный и наиболее точный показатель эффективности отбора по всем признакам и в любых популяциях, позволяющий селекционеру определить интенсивность отбора.

Если коэффициент $H^2=0,2$, то это значит, что только 20% изменчивости популяции обусловлено разнообразием по генотипу, а 80% изменчивости вызвано влиянием условий среды. Отбор в такой ситуации имеет низкую эффективность. Если наследуемость равна 0,8, то это означает, что 80% изменчивости имеет генетический характер и отбор будет высокоэффективен.

Для эффективного отбора должно быть два условия: достаточная генетическая изменчивость популяции и достаточно высокая наследуемость признака. Академик Н. П. Дубинин (1966) приводит схему эффективности отбора в популяциях в случае

полной 100% -ой и 20% -ой наследуемости. Итоги четырехлетнего отбора оказались резко различными. Снижение паратипической изменчивости является единственным средством повышения эффективности отбора для признаков с низкой наследуемостью, например, по продуктивности. Для ослабления модифицирующего влияния условий среды, повышения показателей наследуемости и эффективности отбора требуется принимать специальные меры. Селекционные материалы надо выращивать на участках с выровненным агрофоном, высевать его в нескольких повторениях, размещать семьи или линии в каждом повторении по принципу случайного расположения или рандомизации и др.

По показателям наследуемости можно представить генетический эффект отбора или реакцию популяции на отбор. Последняя определяется по формуле $R = h^2 S$, где S — селекционный дифференциал, выражающий разность между фенотипической средней отобранной группы растений и исходной группы до отбора; h^2 — наследуемость.

Как видно из табл. 3, самая низкая наследуемость наблюдается по продуктивности хлопчатника, а также по длине вегетационного периода. Показатели наследуемости крупности коробочки, выхода и длины волокна близки между собой и гораздо выше, чем по продуктивности. Наследуемость технологических свойств волокна — тонины, крепости и разрывной длины — наиболее высокая. Низкая наследуемость продуктивности обусловлена сильной изменчивостью этого признака под влиянием условий среды.

В зависимости от комбинаций скрещивания показатели наследуемости варьируют меньше. Резкое возрастание H^2 наблюдается лишь в одной комбинации скрещивания сорта 149-Ф с диким подвидом *texicanum*.

Большие различия родителей по хозяйственно-ценным признакам приводят к сильному расщеплению в F_2 . Генетическая гетерогенность популяции F_2 и определяет высокие показатели наследуемости.

Показатели наследуемости признаков в узком смысле (h^2) всегда ниже показателей наследуемости в широком смысле (H^2). Разрыв между H^2 и h^2 свидетельствует о большой роли эффектов доминирования и сверхдоминирования (табл. 4). Если параметры H^2 и h^2 высокие и близкие между собою, то генотипическая изменчивость популяции обусловлена преимущественно аддитивными эффектами генов. Отбор в такой популяции высокоэффективен. В отдельных случаях при высоких показателях наследуемости в широком смысле наследуемость в узком смысле бывает очень низкой. Генетическая изменчивость в таких популяциях обусловлена неаддитивными эффектами генов, большая часть которых не наследуется. Отбор в таких популяциях, несмотря на высокие значения H^2 , не даст положительных результатов.

Следует всегда руководствоваться следующим бесспорным положением:

по признакам с высокой наследуемостью отбор почти безошибочен и высокоэффективен. По таким признакам можно с уверенностью проводить браковку растений уже в F_2 . По признакам с низкой наследуемостью отбор по показателям растений малоэффективен и может вести к потере ценного материала, так как показатели хозяйственно-ценных признаков могут представлять случайные модификации. При низкой наследуемости отбор надо основывать не на показателях растений, а на показателях семей, для чего отбор следует начинать в F_3 . Целесообразно принимать специальные меры к снижению модификационной изменчивости, повышению коэффициентов наследуемости и эффективности отбора. Чем ниже модификационная изменчивость, тем точнее оценка селекционного материала, тем выше показатели наследуемости и эффективности отбора.

Влияние условий выращивания на отбор. Результативность отбора во многом зависит от условий выращивания гибридных материалов, от того фона, на котором проводится отбор. В этом смысле условиям выращивания, селекции хлопчатника придается очень большое значение. Селекционер в основном имеет дело с фенотипом. Фенотипическое же проявление признака есть результат взаимодействия генотипа и среды. Только в соответствующих условиях выращивания проявляются наследственные возможности растения, которые, попадая в поле зрения селекционера, отбираются, сохраняются и усиливаются из года в год. Например, наследственно высокопродуктивная форма или форма с крупными коробочками может развить эти признаки только в условиях высокого агротехнического фона. На низком агротехническом фоне эти признаки в определенной степени нивелируются. Поскольку получение продуктивных форм является главной задачей селекции хлопчатника, то выращивание селекционных материалов в условиях оптимальной агротехники является обязательным во всех случаях.

Создание высоких агрофонов очень важно на биологических питомниках первого и второго года для получения максимальной семенной продуктивности и обеспечения больших размеров гибридных популяций или облученных материалов.

Отбор форм с длинным и крепким волокном гетерогенной гибридной популяции затрудняется или становится невозможным при недостаточном поливе (подсушка) или переувлажнении посевов.

При жестком режиме поливов формируются мелкие семена с низким абсолютным весом, за счет чего повышается выход волокна, что препятствует правильному отбору наследственно высоковыходных форм.

Большое значение в селекционной работе имеет равномерность агротехнического фона в биологических и селекционных питомниках. Уже было отмечено, что большинство хозяйствен-

но-ценных признаков сильно изменчиво под влиянием условий среды. На неравномерных фонах такая изменчивость мешает отбору наследственно ценных экземпляров. Не исключена возможность, что различия гибридов на неоднородных по почвенному плодородию и агротехнике участках могут оставить совершенно обманчивое впечатление, что отбор будет ошибочным и неэффективным.

Такие важные селекционно-генетические параметры как комбинационная способность и наследуемость, способны в значительной степени изменяться под влиянием условий выращивания. Интересно, что в неблагоприятных условиях выращивания показатели наследуемости обычно возрастают. В опыте Н. Г. Симонгулян и С. Г. Сааковой (1974) приводятся показатели наследуемости признаков хлопчатника при ограниченном водоснабжении (3 полива), которые были вдвое выше, чем при оптимальном режиме (7 поливов).

Повышение показателей наследуемости вызвано тем, что в неблагоприятных условиях среды снижается паратипическая изменчивость популяций. Возрастание наследуемости приводит к повышению эффективности отбора. На неблагоприятных фонах более четко выявляются генотипические различия, легче отобрать растения генетически более устойчивые к воздействию тех или иных отрицательных факторов.

В селекционной работе с хлопчатником используются провокационные фоны. Провокационные фоны создаются искусственно тогда, когда они отсутствуют в естественной обстановке. Преимущество их состоит в том, что селекционный материал в любой год может оцениваться по тому фактору, который интересует селекционера. Значение провокационного метода в селекции исключительно велико. Обязательным провокационным фоном при селекции сортов вида *G. hirsutum* является фон, искусственно зараженный возбудителем вертициллезного вилта, а при селекции сортов вида *G. barbadense* создается фон, зараженный возбудителем фузариозного вилта. В условиях провокационного фона создается наиболее реальная возможность отбора растений и семей наследственно устойчивых к заболеванию. Фоны испытания растений на устойчивость к вилту закладываются отдельно от основных питомников. Главная задача испытания селекционных материалов на провокационном фоне — выявление растений и семей генетически устойчивых к поражению грибом. Испытание и отбор по всем остальным признакам могут осуществляться на здоровом фоне в условиях оптимальной агротехники.

Многие селекционеры всю селекционную работу проводят на искусственно зараженном фоне. Это оправдано, когда селекция ведется на усилении вилтоустойчивости и иммунности является главным показателем. Провокационные фоны создаются и по другим болезням — гоммозу, макроспориозу, черной корневой гнили.

Известно, что многие позднеспелые формы хлопчатника имеют сильную фотопериодическую реакцию и на длинном дне плохо плодоносят. Скороспелые сорта хлопчатника слабо фотопериодичны и нормально плодоносят при любой длине дня. Поэтому круглосуточное освещение можно использовать как провокационный фон, позволяющий дифференцировать популяцию по фотопериодической реакции и отобрать наследственно скороспелые слабо фотопериодичные формы. Для создания форм, нетребовательных к воде, устойчивых к засухе, создаются фоны с жестким поливным режимом; число поливов и их норма может быть вдвое меньше, чем на обычном фоне. Те формы, которые в этих условиях меньше сбрасывают завязи, используются как родоначальники новых засухоустойчивых линий. Таким образом, провокационные фоны способствуют расчленению популяций на разные генотипы, оценке селекционного материала и эффективному отбору форм, устойчивых к тому или другому фактору.

Глава VI

СХЕМА СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ С ХЛОПЧАТНИКОМ В СССР И ЗА РУБЕЖОМ

Принципы оптимизации селекционного процесса

Ведущим методом селекции хлопчатника в СССР является внутривидовая гибридизация с последующим многократным индивидуальным отбором и проверкой по потомству. Вся работа по выведению сортов хлопчатника данным методом проводят в питомниках разного типа, где селекционный материал изучают, оценивают, выявляют лучшие растения и семьи, наиболее полно отвечающие тем целям, которые преследует селекционер. Схема селекционной работы укладывается в 8—10 лет, при внутривидовой гибридизации с дикими формами несколько дольше.

Закладывают следующие типы питомников:

питомник коллекционный;

« родительских форм;

« гибридов первого поколения;

« « второго « ;

« « третьего и последующих поколений.

Питомники гибридов первого-третьего поколений называют биологическими питомниками.

Селекционные питомники первого года;

« « второго « ;

питомник, искусственно зараженный возбудителями болезней; станционное сортоиспытание (контрольный питомник).

Описание работ в селекционных питомниках будет дано ниже. Здесь же остановимся на главных принципах работы в

питомниках, способствующих повышению эффективности селекции и оптимизации селекционного процесса в целом.

Работа в питомниках ведется в соответствии с программой, по которой работает селекционер, т. е. в соответствии с целями, которые он преследует. Во Всесоюзном НИИ селекции и семеноводства хлопчатника им. Г. С. Зайцева утверждены программы работ по селекции сортов хлопчатника, различающихся по типам волокна, т. е. селекции сортов с волокном I, II, III, IV, V промышленного типа. При этом предполагается, что сорта по всем программам должны иметь интенсивный тип, быть скороспелыми и устойчивыми к болезням и вредителям и иметь потенциальную продуктивность до 70—80 ц/га.

Как отдельная представлена программа селекции карликовых сортов (карлики, полукарлики, низкорослые формы с ограниченным развитием вегетативной массы) для загущенных и сверхзагущенных посевов (густота стояния от 300 тыс. до 1 млн растений на 1 га). Работа направлена на повышение урожайности на единицу площади и раннюю одноразовую уборку.

В зависимости от программы комплектуются питомники родительских форм для скрещивания. Предварительное изучение исходных форм, различающихся по типам волокна, а также доноров скороспелости, устойчивости к болезням и вредителям и других признаков проводят в коллекционном питомнике.

При правильной постановке селекционной работы, кроме изучения исходного материала в коллекционном питомнике, в отделах генетики селекционных учреждений должны систематически оцениваться генотипы и комбинационная способность новых сортов советской и зарубежной селекции. Эта работа должна вестись в порядке «генетической службы» с рекомендацией селекционерам конкретных сортов для подбора родительских пар и высева в питомниках родительских форм. Имеется в виду, что комбинационная способность сортов по отдельным хозяйственно-ценным признакам является наиболее точным критерием оценки исходного материала при любом принципе подбора родительских пар. Если изучена комбинационная способность сортов, то скрещивания в питомнике родительских форм должны проводиться на ограниченном числе комбинаций в больших масштабах с тем, чтобы обеспечить достаточно большие размеры гибридной популяции F_1 . Дело в том, что профаза в мейозе гибридов F_1 является единственным периодом, когда наблюдается попарное сближение всех хромосом одного родителя с хромосомами другого. Это создает максимальные возможности для рекомбинации генетического материала родителей, образования новых групп сцепления и новых коррелятивных связей. Увеличение числа особей F_1 облегчает вероятность осуществления редких рекомбинаций. Таким образом, существует прямая зависимость между численностью популяции F_1 и шансами получения зигот, в которых были бы

соединены все желательные гены, вносимые обоими родителями (Ф. Элиот, 1961).

В гибридном питомнике F_1 представляется возможность дополнительно изучить комбинационную способность сортов путем точной оценки гибридов F_1 по хозяйственно-ценным признакам. Для этой цели гибриды F_1 разных комбинаций скрещивания следует высевать по методике, которая соблюдается при сортоиспытании (контрольный питомник). Точная и обоснованная оценка гибридов F_1 позволит не только определить комбинационную способность сортов, но также достоверно выявить удачные и неудачные комбинации с тем, чтобы другие селекционеры не тратили времени и средств на повторное их испытание.

Если исходный материал был достаточно однородным, то F_1 будет генетически единообразным согласно закону Менделя, и поэтому отборы и браковка в F_1 не проводятся. В F_1 можно браковать неудачные комбинации в целом, например, по слабой устойчивости к вилту, очень низкой продуктивности и низким показателям важнейших хозяйственно-ценных признаков. Однако следует помнить, что если развитие количественного признака в положительную сторону контролируется не доминантными, а рецессивными генами, то низкие показатели F_1 не могут быть критерием оценки гибридной комбинации. Это еще раз указывает на необходимость генетического анализа хозяйственно-ценных признаков.

В F_1 и последующих гибридных поколениях рекомендуется массовое самоопыление. Дело в том, что хлопчатник, хотя и является преимущественно самоопылителем, степень перекрестного опыления достигает 1—10% и более, что зависит от лета пчел. При наличии в питомниках обширного и разнообразного селекционного материала, а также высева стандартов перекрестное опыление засоряет материалы и удлиняет процесс выведения сорта. Поэтому принудительное самоопыление является важным условием оптимизации селекционного процесса.

В гибридном питомнике F_2 по каждой комбинации должно быть выращено максимальное количество растений для получения большого разнообразия, выявления трансгрессий по количественным признакам, а также для выявления редких рекомбинаций по признакам, которые отрицательно коррелируют.

Необходимость обеспечения больших размеров популяций F_2 подчеркивали П. П. Лукьяненко (1961), известные шведские селекционеры Оккерман, Мак-Кей (1955) и др.

Успех селекции зависит от научно обоснованных принципов отбора. Интенсивность отбора и браковки в питомнике F_2 должна определяться генетической обусловленностью признака. По морфологическим признакам, контролируемым одним или несколькими генами, можно проводить самую строгую браковку и отбор (тип ветвления, окраска волокна, опушенность семян и др.). То же самое касается устойчивости к вилту. Интенсив-

ность отбора и браковки по количественным признакам зависит от трех факторов: а) наследуемости признака, б) генотипической гетерогенности популяции, в) генетического контроля признака доминантными или рецессивными генами. В одной и той же гибридной популяции по таким признакам, как крупность коробочки, длина, выход и индекс, имеющим относительно высокую наследуемость, браковку можно начинать в F_2 , но проводить ее следует не строго. Большинство хозяйственно-ценных признаков отрицательно коррелируют. Поэтому если гибридные растения F_2 сочетают большинство положительных признаков, но по отдельным признакам не удовлетворяют селекционера, то такие растения целесообразно сохранить, так как благоприятные рекомбинанты могут выщепиться в последующих поколениях.

В том случае, когда изменение признака в положительную сторону управляется рецессивными генами, или даже генами, проявляющими неполное доминирование, интенсивный отбор и браковка в ранних гибридных поколениях категорически неприемлемы, так как растения с крайне положительным признаком проявляются в более поздних поколениях F_4 — F_6 , когда рецессивные «положительные» гены переходят в гомозиготное состояние и проявляют свой эффект. Эксперименты кафедры генетики ТашСХИ показали, что к таким признакам относятся крепость, тонина и частично длина волокна у многих сортов.

Анализ работы селекционеров по хлопчатнику подтверждает правомерность высказанной точки зрения. О нарастании длины и толщины волокна индивидуальных отборов из поколения в поколение при создании тонковолокнистых сортов хлопчатника отмечали селекционеры А. Худайкулиев и Ю. П. Хуторной. Следует иметь в виду, что генетический контроль одного и того же признака у разных групп сортов в зависимости от их происхождения может контролироваться различным образом.

По признакам с низкой наследуемостью, сильно изменяющимся под влиянием продуктивности, отбор в F_2 по фенотипу не отражает генетических потенций растений. Браковка материалов F_2 по продуктивности не только не эффективна, но наносит прямой ущерб селекции, ведя к потере ценных генотипов.

Не следует забывать, однако, что эффективность отбора зависит не только от генетической обусловленности признака, но и генотипической гетерогенности популяции. Поэтому в гетерогенных популяциях, полученных отдаленной гибридизацией (например, у культурных сортов и диких подвидов), показатели наследуемости одноименных признаков резко повышаются, следовательно, повышается и эффективность отбора. Поэтому в таких комбинациях допускается более интенсивный отбор по показателям растений F_2 .

В гибридных питомниках F_3 и последующих поколений, а также в селекционных питомниках по общепринятой методике отбор и браковка проводятся как по показателям растений, так

и по показателям семей. Последнее повышает точность оценки материалов по фенотипу. Надо полагать, что если в этих питомниках создавать условия, снижающие паратипическую изменчивость (вести в питомники повторения, выравнивать агрофоны), то точность оценки селекционного материала и обоснованность браковки возрастут еще более.

Создание условий, способствующих повышению точности оценки селекционного материала и повышению эффективности отбора, т. е. оптимизации селекционного процесса, должно быть в центре внимания селекционера на всех этапах работы. Если исходный материал создается методом отдаленной гибридизации, то длительность изучения материала в гибридных питомниках возрастает и материал передается в селекционные питомники по мере его выравнивания.

Важную роль в селекции играют провокационные фоны и, в первую очередь, фон, искусственно зараженный возбудителем вилта. В одних случаях работа строится методом половинки, т. е., начиная с F_2 , половина семян индивидуального отбора высевается на «вилтовом фоне», а вторая половина на здоровом фоне. Семьи, пораженные болезнью на искусственно зараженном фоне, забраковываются и на здоровом.

За последние годы в связи с массовым распространением инфекции вилта и большим вниманием, уделяемым созданию вилтоустойчивых сортов, вся селекционная работа, начиная с родительского питомника и кончая сортоиспытанием, проводится на искусственно зараженном фоне с достаточно высокой нагрузкой инфекции. Проведение скрещиваний на искусственно зараженном фоне бывает необходимо, поскольку сорта, используемые как родительские формы, чаще являются невыровненными по устойчивости к вилту, и высев на инфекционном фоне предотвращает случайное вовлечение в скрещивание генетически неустойчивых форм.

Созданию провокационных фонов в селекции хлопчатника уделяется достаточное внимание лишь в отношении получения вилтоустойчивых сортов. Надо считать целесообразным создание соответствующих фонов в других направлениях. Например, для выведения сортов, устойчивых к засухе (ограниченной оросительной нормой), отбор следует вести в условиях ограниченного водоснабжения. Для выведения сортов, отзывчивых на высокие агрофоны, отбор следует вести на высоких агрофонах. Для создания сортов с хорошей приспособительной реакцией одноименный гибридный материал целесообразно оценивать в разных условиях выращивания и т. д.

Питомники и работа в них

Коллекционный питомник. Этот питомник укомплектовывается новыми и периодически обновляемыми образцами зарубежных, местных и инорайонных сортов, имеющихся в данном

селекционном учреждении. Коллекция систематически пополняется новыми образцами, поступающими из других селекционных учреждений и из-за рубежа через Всесоюзный институт растениеводства. Причем все вновь поступающие образцы предварительно проверяются в карантинных питомниках на отсутствие болезней и вредителей. Третья часть каждого поступающего образца сохраняется как оригинальный материал.

В селекционном учреждении все образцы высеваются на двух фонах — обычном и искусственно зараженном возбудителями болезней. Поскольку коллекция достигает больших размеров, для восстановления посевных качеств коллекционных образцов ежегодно пересеивается только $\frac{1}{4}$ часть коллекции. В коллекционном питомнике проводится ботаническое описание поступивших образцов, изучение их биологических и хозяйственных свойств, устойчивость к болезням и дается полная характеристика образца.

Коллекционный питомник высевается в однократной повторности 10—12-луночными делянками, что зависит от числа семян при одиночном стоянии растений. Образцы объединяются в отдельные группы по своим биологическим особенностям и для них создаются оптимальные агротехнические условия, способствующие нормальному развитию растений и проявлению признаков. Для форм с короткодневной фотопериодической реакцией, не репродуцирующих в условиях относительно длинного дня Средней Азии, создается короткий день при помощи специальных светонепроницаемых фотопериодических домиков, так называемых «вагончиков», передвигающихся по рельсам. При 9-часовом дне растения затемняются с 6—7 часов вечера до 8—9 часов утра, т. е. создается 8—10-часовой день.

Для получения эффекта укороченного дня не обязательно затемнять в фотопериодическом домике все растение. Н. Г. Симонгулян и Ю. Узиковым показано, что достаточно затемнить верхушки растений с прилегающими к точке роста 4—5 молодыми листьями при помощи светонепроницаемых камер (мешочков из черной плотной ткани) с 6—7 вечера до 8—9 часов утра. Такое локальное воздействие коротким днем на точку роста полностью обеспечивает эффект короткого дня и даже способствует лучшему накоплению плодоеlementов, чем под «вагончиками».

Вместо «вагончиков» Ю. И. Икрамовым разработан метод выращивания фотопериодичных образцов и их гибридов под черными пленками. При помощи черной светонепроницаемой пленки создается укороченный день, белая пленка способствует повышению температуры. Совместный эффект оказывается наиболее благоприятным для фотопериодичных форм. В обязательном порядке на всех высеваемых образцах проводится принудительное самоопыление.

Питомник родительских форм. В этом питомнике высеваются сорта согласно заранее намеченному плану скрещиваний.

Для посева сортов, намеченных к скрещиванию, используются обычно элитные семена или если имеется генетически однородный материал, полученный от многократного самоопыления (не менее 4—5 лет). Материал, самоопыленный в течение 1—2 лет, не является генетически однородным, так как самоопыление первоначально приводит к гетерогенности материала, разлагая его на отдельные генотипы. Каждый сорт занимает делянку в несколько рядков с таким расчетом, чтобы имеющихся растений было достаточно для проведения скрещиваний согласно намеченному плану. В питомнике выдерживают высокую агротехнику с тем, чтобы максимально уменьшить опадение завязей. Растения чеканят. Целесообразно удаление лишних бутонов на растении, особенно на той плодовой ветви, где проведено скрещивание. До цветения удаляют с поля все нетипичные растения.

До того как приступить к скрещиванию, составляется ведомость по скрещиваниям, согласно заранее намеченному плану. Скрещивания проводят на первых местах второго-седьмого симподия. Вечером накануне цветения кастрируют бутоны и удаляют все тычиночные колонки. Затем на кастрированный бутон надевают бумажный пакетик-изолятор во избежание попадания на рыльце чужой пыльцы. На пакетике надписывают номер, комбинацию и дату скрещиваний. Утром следующего дня с цветов отцовского родителя собирают пыльцу, стряхивая ее в баночку. Пыльцу собирают с цветов разных растений и полученную смесь кисточкой наносят на рыльце кастрированного цветка. Опыленный цветок вновь изолируют тем же пакетиком, который остается на нем вплоть до созревания коробочки (рис. 37). Если скрещивания почему-либо проводят без кастрации, то на цветоножку навешивают этикетку с указанием комбинации и даты скрещивания. По каждой комбинации следует скрещивать не менее 150—200 цветов (с учетом 30% опадения), чтобы обеспечить достаточно большие размеры гибридной популяции F_2 . Осенью созревшие гибридные коробочки собирают по комбинациям, а с больших вилок и нетипичных растений — не собирают. В осенне-зимний период коробочки просматривают по окраске волокна, подпушка, длине волокна и другим признакам. В отдельных случаях наблюдаются метаксенны, т. е. сходство гибридных семян с отцовским родителем. Затем гибридные семена объединяют по комбинациям. В тех случаях, когда намечают генетические наблюдения, семена гибридных коробочек по комбинациям не объединяют, а сохраняют и высевают в поле раздельно.

Питомник гибридов первого поколения. Питомники, в которых высевают гибриды ранних поколений, называют гибридными, или биологическими.

Семена скрещенных коробочек, объединенные по комбинациям или отдельно по коробочкам, высевают в питомнике гибридов первого поколения. В первом случае число рядков и их



Рис. 37. Скрещивание хлопчатника.

длина зависят от количества гибридных семян. Обычно в рядке размещают 20—40 лунок. Если потомство каждой скрещенной коробочки высевают отдельно, то рядки бывают 5—10-луночные.

Стандартный сорт высевают через девять рядков на десятый (1, 11, 21, 31 и т. д.) или реже. При таком размещении возможно скрещивание гибридов со стандартным сортом, вызывающее биологическое засорение материала. Поэтому необходимо самоопыление гибридов первого поколения. Если хотят определить комбинационную способность сортов по хозяйственным признакам и гетерозис гибридов F_1 , то их следует высевать в 3—4-кратной повторности с введением обоих родителей и стандарта.

В тех случаях, когда исходный материал является генетически однородным (элита сортов, самоопыленные линии), отбор растений в пределах гибридных комбинаций не проводится и урожай со всех растений объединяется. Все различия между растениями в гибридных комбинациях F_1 являются паратипическими и не наследуются. Если исходный материал является неоднородным, в потомстве беккроссов проводится обычная браковка в пределах гибридных комбинаций.

Обязательно выращивание гибридов первого поколения на высоком агрофоне для того, чтобы получить возможно большее количество семян с высокими посевными качествами и правильно охарактеризовать популяцию.

В питомнике F_1 проводят полевые просмотры, определяют характер доминирования признаков. По результатам фенологических наблюдений, урожаю хлопка-сырца и анализу пробных образцов дают характеристику гибридных комбинаций по хозяйственным признакам в целом.

Питомник гибридов второго поколения. Этот питомник за-севаается семенами общих сборов, собранных отдельно по гибридным комбинациям F_1 . Стандарт в питомнике F_2 и во всех других питомниках располагают через девять рядков на десятый. Одна из самых важных задач в питомнике гибридов F_2 — обеспечение возможно большего числа растений по каждой комбинации. Ориентировочно количество растений по каждой комбинации должно быть не менее 1000.

Задачей селекционера является выявление из большой массы растений гибридов с удачной рекомбинацией генетического материала и благоприятным сочетанием признаков родительских сортов. Для этого гибриды второго поколения тщательно изучаются. За вегетационный период проводится 2—3 полевых просмотра.

Урожай собирают в виде индивидуальных отборов, при взятии которых учитываются следующие признаки: продуктивность растений, число коробочек, крупность коробочки, число долек, семян в дольке, скороспелость; органолептически определяется длина волокна, его прочность, тонина и выход, учитывается форма куста, приспособленность к машинной уборке (габитус растения), степень облиственности, высота закладки первого симподия, характер сцепляемости волокна к створке, летучек между собою. Растения, намеченные к отбору, должны быть совершенно здоровы, не идут в отбор растения крайние в ряду и расположенные на изреженных участках.

По морфологическим признакам в F_2 проводится жесткая браковка. Это значит, что если при скрещивании симподиальных форм с нулевыми преследуется цель получить форму нулевого типа ветвления, но с другим сочетанием признаков, то в F_2 отбираются только растения с нулевым типом ветвления, удовлетворяющие селекционера по прочим признакам. В гибридной комбинации, полученной от скрещивания голосемянного и опушенно-семянного сорта, если преследуется цель получения голосемянной формы, все гибриды с опушенными семенами бракуются. При скрещивании форм, имеющих бурое и белое волокно, как например, культурных сортов с дикой вилтоустойчивой формой *texicanum*, имеющей бурое волокно, сохраняются в F_2 формы только с белым волокном.

Дикий короткодневный подвид *texicanum* имеет высокую закладку первой плодовой ветви; на коротком дне первый симподий закладывается в пазухе 13—14 настоящего листа, а на естественно длинном дне Ташкента симподий закладывается в пазухе 25—30 листа с наступлением осенних коротких дней. При скрещивании с культурными сортами с низкой закладкой первого симподия в 3—7 узле в F_1 частично доминирует низкая закладка, а в F_2 наблюдается расщепление, причем большая часть растений имеет низкую или промежуточную высоту закладки первого симподия. Все растения F_2 , у которых первый симподий расположен выше 9—10 узла, бракуются.

Как было отмечено выше, по таким признакам, как длина волокна, выход волокна, продуктивность и другие, контролируемым многими генами и сильно изменчивым под влиянием условий выращивания, проводится более осторожная браковка, с учетом особенностей генетического контроля признака его наследуемости и коррелятивных связей. Низкая продуктивность может быть обусловлена неудачными условиями выращивания, а не генотипом; недостаточная тонины и длина в отдельных комбинациях может быть следствием того, что признак управляется рецессивными генами, низкий выход отрицательной корреляцией с длиной волокна и т. д. Хорошее знание генетических закономерностей наследования признака, а также опыт, внимательность и эрудиция селекционера играют решающую роль.

Индивидуальные отборы, взятые с питомника гибридов F_2 , дополнительно изучают и бракуют в лабораторных условиях по весу семян, выходу и длине волокна. Выход волокна определяют путем взвешивания сырца индивидуальных отборов до отделения от семени и последующих взвешиваний волокна и семян. Вес волокна процентируют к весу сырца. Длину волокна определяют в технологических лабораториях, для чего с каждого отбора отделяется по шесть летучек (со средней части дольки). Полученные данные вписывают в специальную форму. Если при сборе индивидуальных отборов фиксировалось число коробочек на кусте, то делением веса сырца индивидуального отбора на число коробочек определяют средний вес сырца одной коробочки.

После дополнительной браковки, по данным лабораторного анализа, материал готовится к посеву в питомнике гибридов III поколения согласно посевной ведомости.

Питомник гибридов третьего и последующих поколений. Если селекционная работа проводится на здоровом фоне, то семена индивидуальных отборов, взятых в питомнике гибридов F_2 , делят на две половинки. Одну половину намечают и высевают в гибридном питомнике F_3 на основном участке, а вторую половину для посева в питомнике испытания семей на устойчивость к вертициллезному и фузариозному увяданию. Эти питомники закладывают на отдельном участке, где почву искусственно заражают возбудителями болезней. Гибриды третьего поколения на здоровом фоне высевают в виде отдельных семей 30—50-луночными рядками в зависимости от количества семян. Стандарт располагают как обычно через каждые 9 рядов. Семьи F_3 , ведущие происхождение от гибридов гомозиготных в F_2 по отдельным морфологическим признакам, являются генетически и фенотипически однородными.

Как известно, во втором поколении 50% растений гомозиготны по моногенным признакам, 25% растений гомозиготны по признакам, контролируемым двумя парами генов, 12,5% растений гомозиготны по признакам, контролируемым тремя

парами генов и т. д. В F_3 потомство гомозиготных растений является генетически однородным по данному признаку. Вероятность обнаружения в F_3 семей, генетически однородных по более сложным хозяйственным признакам, гораздо меньше, чем по морфологическим. В питомнике F_3 проводят полевые просмотры, намечают лучшие семьи, забраковывают худшие. В лучших фенотипически наиболее однородных семьях проводят фенологические наблюдения по цветению и созреванию. Определяют дату начала цветения и созревания и дату появления цветов и раскрытия коробочек у 50% растений в семье. Испытание половины индивидуальных отборов на искусственно зараженном фоне дает возможность судить об устойчивости каждой семьи к заболеванию. Если на зараженном фоне семья была поражена вилтом, то ее половину на обычном фоне бракуют, независимо от ее характеристики по другим признакам. Осенью до взятия индивидуальных отборов с лучших семей берут 25-коробочные пробные образцы. Сырец собирают с коробочек первых мест второй и третьей симподиальных ветвей. Лабораторным анализом пробных образцов определяют среднюю крупность коробочки, выход и длину волокна с семян. Для определения длины волокна с каждого пробного образца передают на измерение в лабораторию технологии 22 летучки, взятые с середины разных долек. Крупность коробочки (массу сырца одной коробочки) определяют делением массы хлопка-сырца пробного образца на число коробочек. Выход волокна вычисляют процентированием массы волокна, отделенного от семян, к общей массе хлопка-сырца пробного образца. С отдельных семей, оказавшихся лучшими по комплексу признаков, волокно передают на анализ в технологическую лабораторию, где определяют разрывную нагрузку, метрический номер, зрелость волокна.

После взятия пробных образцов в питомнике гибридов F_3 намечают лучшие кусты к индивидуальному отбору. Индивидуальные отборы, взятые с наиболее однородных семей F_3 с высоким комплексом хозяйственно-ценных признаков, намечают к посеву в селекционном питомнике первого года; все остальные отборы, собранные с расщепляющихся семей, намечаются к пересеву в гибридном питомнике. До тех пор пока продолжается расщепление в семьях, материал дорабатывается в гибридных, или биологических, питомниках и не передается в селекционные питомники. Наиболее длительное расщепление бывает в потомстве межвидовых гибридов. Для выявления лучших по сравнению со стандартом семей, намечаемых к передаче в селекционный питомник, все данные полевых учетов, фенологические наблюдения, результаты анализа пробных образцов, учета урожая семей заносят в «основную сводку селекционного (биологического) питомника», туда же заносят все данные по стандартам. Урожай семян складывается из массы пробного образца индивидуальных отборов и посемейных сборов. По-

казатели семей по всем признакам сопоставляются с полусуммой соседних стандартов.

Селекционный питомник I и II годов. В этих питомниках дорабатывают, оценивают и размножают лучшие материалы, выделившиеся в гибридных питомниках. Селекционные питомники, как и гибридные, закладывают на здоровом и зараженном вилтовой инфекцией фонах. Агротехника возделывания растений высокая. Каждая семья занимает одну 30—50-луночную делянку при одиночном стоянии растений. Расположение стандарта такое же, как и в гибридных питомниках. В селекционном питомнике проводится особо тщательное изучение материала по морфологическим и хозяйственным признакам, однородности семей. Трижды за вегетационный период проводят полевые просмотры. Второй просмотр проводят до цветения и удаляют нетипичные растения из семей. Если нетипичных растений больше трех — семья бракуется в целом. В селекционном питомнике обязательно проводят фенологические наблюдения начала и 50% появления всходов, цветения и созревания. Перед сбором урожая вновь проводят браковку семей, содержащих нетипичные больные растения. Если половина семьи, высеянная на искусственно зараженном фоне, показывает слабую устойчивость к вилту, то бракуют семью и на здоровом фоне. Со всех незабракованных семей берут 25 или 50 пробных образцов на анализ длины, выхода волокна и крупности коробочек. Выборочно определяют технологические качества волокна. Индивидуальные отборы намечают в незабракованных семьях с учетом комплекса признаков. Общую продуктивность семьи определяют суммированием массы пробных образцов, индивидуальных отборов и посемейных сборов. Урожай пересчитывают на одно растение. Урожай с селекционного питомника собирают в следующей последовательности — в первую очередь собирают и удаляют с поля урожай забракованных семей, затем пробные образцы, индивидуальные отборы и в последнюю очередь посемейные сборы.

Все данные по семьям, высеянными в селекционном питомнике, и стандартам заносят в основную сводку селекционного питомника. Если по данным основной сводки семья уступает по важнейшим хозяйственно-ценным признакам полусумме соседних стандартов, то эту семью и намеченные в ней индивидуальные отборы бракуют. Семенами лучших отборов и посемейных сборов с незабракованных семей комплектуют селекционный питомник второго года. Потомства индивидуальных отборов занимают однорядковые делянки, а семенами посемейных сборов засевают по несколько рядов в зависимости от числа семян. В селекционном питомнике второго года проводят те же учеты и наблюдения, что и в питомнике первого года. Семена общих сборов родственных семей (ведущих происхождения из одной семьи предыдущего года) объединяют и передают в расширенное сортоиспытание.

Из селекционного питомника второго года лучшие линии, показавшие преимущество по данным двух-трехлетнего расширенного сортоиспытания, намечают к конкурсному сортоиспытанию и предварительному размножению, которое осуществляется в том же селекционном учреждении. Параллельно проводят конкурсное сортоиспытание на искусственно зараженном фоне. Материал, передаваемый в конкурсное сортоиспытание и предварительное размножение, представляет собой сорт, и ему присваивают определенный номер, который заносят в общий каталог селекционного учреждения.

Питомник испытания растений на устойчивость к вертициллезному и фузариозному увяданию на искусственно зараженном фоне. Устойчивость новых сортов к вилту является одним из важнейших хозяйственно-ценных признаков, значение которого особо возросло за последнее десятилетие в связи с накоплением нагрузки инфекции в почве. Для создания вилтоустойчивых сортов необходимо проводить систематический отбор устойчивых растений на искусственно зараженном фоне, провоцирующем развитие болезни у генетически неустойчивых форм. Фоны испытания растений на устойчивость к вилту закладываются отдельно и принимаются меры, чтобы инфекция не распространялась на близлежащие карты. Увядание хлопчатника — грибковое заболевание, возбудителем которого у вида *G. hirsutum* L. является грибок *Verticillium dahliae*, а у вида *G. barbadense* L. — грибок *Fusarium vasinfectum*. По методике Института защиты растений собирают больные растения со всех основных очагов распространения болезни для насыщения различными географическими популяциями грибка.

Из больных растений выделяют возбудителя заболевания, помещая кусочки потемневшей древесины больного растения на агар. В дальнейшем грибок размножают посевом его на овес (ячмень) в бутылках. При температуре 20—25° в течение двух недель он созревает. Затем овес извлекают из бутылок, просушивают и вносят осенью или весной под пахоту на глубину 5—7 см. Для создания фона с возбудителем вертициллезного вилта зараженностью 70% на 1 га вносят 250—300 кг зараженного овса.

На искусственно зараженном фоне должна поддерживаться оптимальная агротехника. Как было отмечено, семена индивидуальных отборов массой не менее 50—60 г, взятые в гибридных питомниках F_2 , F_3 и последующих поколений, а также в селекционных питомниках первого и второго года делят на две части, одну из которых пересевают в гибридном или селекционном питомнике на здоровом фоне, а вторую половину — на зараженном. Иногда селекционеры высевают на зараженном фоне не половину семян индивидуальных отборов, а семена отдельных отборов целиком, принимая их за критерий для оценки других отборов той же семьи, высеянных на здоровом фоне. Такую методику нельзя считать правильной, так как в гибрид-

ных питомниках материал в пределах семьи генетически не однороден по разным признакам, в том числе по устойчивости к вилту. Поэтому в пределах семьи одни отборы могут быть более устойчивыми, другие менее.

При проведении селекционной работы на двух фонах целесообразно комбинации F_1 также испытывать параллельно на двух фонах. Неустойчивые комбинации бракуют в целом. Второе поколение можно выращивать полностью на искусственно зараженном фоне, проводя жесткую браковку по этому признаку. Многие селекционеры F_2 выращивают на здоровом фоне. На здоровом фоне проводится оценка и отбор по продуктивности и другим хозяйственно-ценным признакам только в тех семьях, которые показали высокую устойчивость на зараженном фоне. Часто вся селекционная работа строится только на искусственно зараженном фоне. Такой метод способствует проведению систематической жесткой браковки неустойчивых экземпляров, упрощает селекционную работу. Обязательным условием являются высокое плодородие и оптимальная агротехника на искусственно зараженном фоне.

В качестве стандартов на искусственно зараженном фоне до последнего времени высевали сорта 108-Ф, а также 8196, как наиболее поражающиеся. В настоящее время в качестве основного стандарта берется высокоустойчивый к вертициллезному вилту сорт Ташкент-1, а вторым стандартом как поражаемый сорт 108-Ф. О поражаемости растений судят не только по внешнему проявлению болезни, но и по пораженности главного стебля, для чего ниже первого симподия делается надрез. На искусственно зараженном фоне проводится также конкурсное сортоиспытание, аналогичное конкурсному сортоиспытанию на здоровом фоне (см. конкурсное сортоиспытание). Кроме предусмотренных учетов и наблюдений, проводят трехкратный учет поражаемости сортов вилтом — 15 июля, 15 августа и 15 сентября. Учитывают процент растений, пораженных вилтом в сильной степени, и общую пораженность растений. К пораженным в сильной степени относят растения, полностью потерявшие урожай и листья, с почерневшим стеблем. При учете общей поражаемости сорта к категории пораженных относят растения с заболеванием любой степени — от очень сильной до слабой с высыханием краев отдельных листьев. Об устойчивости сортов судят по проценту поражения растений в общей степени, в сильной степени, а также по урожаю в сравнении с вилтоустойчивым стандартом.

За последнее десятилетие резко возросла в почве раса 2 вертициллезного увядания. Для создания сортов, устойчивых к обеим расам, гибридная популяция F_2 и отборы делятся на 2 части: одна половина высеивается на искусственно зараженном фоне расой А, а вторая на фоне естественно зараженном расой В. Лучшим решением вопроса было бы создание фона, искусственно зараженного смесью обеих рас гриба А и В.

При выведении новых сортов тонковолокнистого хлопчатника, устойчивых к фузариозному вилту, всю селекционную работу, начиная с питомника родительских форм, лучше проводить на искусственно зараженном фоне. Поскольку фузариозное увядание проявляется на самых ранних фазах жизни растений, гибридизация на зараженном фоне позволяет избегать скрещивания неустойчивых растений. Предполагается, что сорта хлопчатника могут быть генетически неоднородны по устойчивости к вилту.

Предварительное размножение сорта в селекционном учреждении. В предварительное размножение материалы передаются в виде индивидуальных отборов и посемейных сборов. Семенами индивидуальных отборов комплектуется семенной питомник, а семенами посемейных сборов питомник семенного размножения.

Предварительное размножение новых сортов, изучаемых в конкурсном сортоиспытании селекционного учреждения, проводится с целью заготовки семян нового сорта в количестве, достаточном для передачи в Государственное сортоиспытание и хозяйства предварительного размножения новых сортов в совхозах. Для предварительного размножения сортов закладываются семенной питомник и питомник семенного размножения. Эти питомники располагаются на достаточно большом расстоянии от гибридных и селекционных питомников для предотвращения естественного перекрестного опыления. Площадь семенного питомника не более 0,5 га. Делянки однорядковые, стояние растений одиночное. Особое внимание обращается на высокий и равномерный агротехнический фон, способствующий нормальному росту и развитию растений. Чеканку растений и дефолиацию не делают, так как эти агротехнические мероприятия влияют на морфологию растений и затрудняют отбор типичных для сорта форм.

В семенном питомнике проводят следующие работы: полевые просмотры, браковка нетипичных, пораженных вилтом, позднеспелых и низкоурожайных семей. Если семья содержит более двух нетипичных растений, то ее бракует полностью. В незабракованных семьях берут 100-коробочные пробные образцы и намечают индивидуальные отборы. Прежде чем приступить к отбору в семенном питомнике, селекционер и семеновод должны внимательно просмотреть данные по каждой семье за прошедшие годы и свои записи за период вегетации. Индивидуальные отборы должны намечаться с учетом длины, тонины, крепости и выхода волокна органолептическим способом. Тщательный отбор наиболее ценного материала значительно сокращает объем лабораторной работы по оценке качества селекционного материала. При отборе на участках предварительного размножения обязательно должны участвовать селекционеры — авторы сорта. По данным анализа пробных образцов проводят дополнительную браковку по длине, выходу волокна, крупнос-

ти коробочки. Индивидуальные отборы в семьях, забракованных по данным лабораторного анализа, также бракуют.

Семенами индивидуальных отборов, собранными в семенном питомнике, комплектуется семенной питомник следующего года, а семена общих посемейных сборов высеваются в питомнике семенного размножения, где каждая семья занимает делянку в несколько рядов в зависимости от количества семян. В питомнике семенного размножения также проводят полевые просмотры, браковку больных, малоурожайных, позднеспелых и нетипичных семей.

Урожай со всех незабракованных семей питомника семенного размножения объединяют. Полученные семена представляют собою элиту нового сорта.

Сортоиспытание хлопчатника

Сортоиспытание есть всесторонняя оценка новых сортов против лучших районированных. В селекционном учреждении проводят два вида сортоиспытания — станционное и конкурсное.

Станционное сортоиспытание. Его иногда называют контрольным питомником. Здесь изучают большой набор линий и сортов хлопчатника (около 30—40). Из них одна треть может быть представлена сортами других селекционеров и селекционных учреждений. Линии и сорта, намеченные к испытанию, выделяют в селекционных питомниках и реже в гибридных питомниках не раньше F_4 .

Участок для сортоиспытания выбирают ровный по рельефу, однородный по почвенному плодородию. Агротехника должна быть типичной для района, где ведется селекционная работа. Все агромероприятия на участке сортоиспытания должны проводиться в один срок.

Станционное сортоиспытание закладывается в шести повторениях, которые располагаются в один или несколько поясов. В сортоиспытании хлопчатника обычно применяют парный, или стандартный, метод. Каждый сорт занимает двухрядковую делянку по 75 лунок каждая. Стандартный сорт высевается через каждые 3—6 делянок (6—12 рядков). Сорта, расположенные между двумя стандартами, составляют блок. Сочетание и последовательность сортов внутри одноименных блоков, расположенных в разных повторностях, должны быть постоянными. Расположение блоков в повторениях может быть самым различным. Если все повторения располагаются в одном поясе, то блоки в каждом повторении могут располагаться в одинаковой последовательности.

Обычно повторения располагаются в два или три пояса. При этом важно не допустить расположения одноименных блоков рядом в вертикальном или горизонтальном направлении.

Часто при двухъярусном и трехъярусном опыте используется шахматное расположение блоков и повторений. Наиболее совершенным методом расположения блоков в повторениях является метод случайного расположения, или рандомизации.

Такое расположение уравнивает действие систематического изменения плодородия почвы, которое обычно имеет место.

Сорта, включенные в стационарное сортоиспытание, могут объединяться по скороспелости. Иногда учитывают и другие признаки, например, тип ветвления. Объединение в группы преследует цель дифференцировать агротехнику в соответствии с биологическими особенностями сортов, например, использовать различный поливной режим для скороспелых и среднеспелых сортов.

В стационарном сортоиспытании проводят следующие учеты и наблюдения:

1) начала и 50% появления всходов, цветения и созревания;

2) состояния растений на 1 июня, 1 июля и 1 августа.

На 1 июня на 10 типичных растениях в каждом повторении определяют высоту растений, число листьев на главном стебле, высоту закладки первой плодовой ветви.

На 1 июля на тех же растениях определяют высоту растений, количество симподиальных ветвей и количество плодовых органов (бутонов, цветов, завязей).

На 1 августа — высоту растений, число симподиальных ветвей, число коробочек;

3) процент сортовой чистоты в период цветения;

4) процент поражения растений вилтом и гоммозом;

5) густоту стояния растений;

6) для определения длины волокна, выхода, крупности коробочек, абсолютного веса семян, а также технологических качеств волокна с каждого сорта по всем повторениям берут 100-коробочные пробные образцы, которые собирают с первых мест 2—4 плодовых ветвей.

Учитывают урожай первых сборов, доморозного сбора, урожай из раскрытых коробочек и общий с пересчетом на гектар. Урожай определяют с учетом выключек (прогалов). В них входят также участки, где отсутствуют две или больше лунок подряд. Выключки учитывают в тех случаях, когда они вызваны случайными причинами, а не биологическими особенностями сорта (низкой полевой всхожестью). Показатели хозяйственно-ценных признаков заносят в основную сводку расширенного сортоиспытания.

Урожайные данные (доморозный и общий урожай хлопко-сырца) обрабатывают методом дисперсионного анализа с определением обобщенной средней ошибки, которая выражается в центнерах, точности опыта и наименьшей существенной разницы между вариантами при уровнях вероятности 0,95 или 0,99

(НСР). Новые сорта, достоверно превосходящие в течение двух лет и более сорт, принятый за стандарт, передают в конкурсное сортоиспытание.

Конкурсное сортоиспытание и критерии новых сортов, передаваемых в Государственное сортоиспытание

Конкурсное сортоиспытание включает небольшое число наилучших сортов селекционного учреждения. По данным трехлетнего конкурсного сортоиспытания окончательно оценивают новый сорт и решают вопрос о передаче его в Государственное сортоиспытание. Конкурсное сортоиспытание в селекционном учреждении проводится по методике сортоиспытания на малых делянках Государственной сортоиспытательной сети.

Число сортов, рекомендуемых и передаваемых в Госсортоиспытание, намного превосходит число районированных сортов хлопчатника. Большинство сортов, передаваемых в Госсортоиспытание, не подтверждает своих высоких качеств и оказывается хуже стандарта по отдельным или большинству хозяйственно-ценных признаков. Главная причина здесь кроется в очень высокой продуктивности современных районированных сортов, но эта причина не единственная. Другой важной причиной является недостаточная выровненность некоторых новых сортов по хозяйственным признакам и в первую очередь по урожайности и качеству волокна.

Генетическая выровненность по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам является важнейшим качеством нового сорта. Неоднородные гетерозиготные сорта в процессе размножения и испытания теряют свои первоначальные качества вследствие расщепления и часто сходят со сцены.

О выровненности сортов обычно судят по степени сортовой чистоты, устанавливаемой апробацией по морфологическим признакам. Однако этого недостаточно. Сорта, будучи однородными по морфологическим признакам, могут быть невыровненными по хозяйственно-ценным признакам. Причиной неоднородности новых сортов является то, что в процессе создания сорта не используются объективные критерии их выровненности.

Для определения выровненности сортов по хозяйственно-ценным признакам Н. Г. Симонгулян и Ю. Курепиным разработан специальный метод и статистические критерии оценки, рекомендуемые для применения в селекционных учреждениях до передачи сорта в Государственное сортоиспытание.

Согласно этому методу выровненность нового сорта по конкретным признакам определяется в сравнении с сортом-эталонном, за который принимается районированный сорт, возделываемый в производстве, и с которым проводилась длительная элитно-семеноводческая работа. Оценка сорта проводится в два этапа. Первый этап изучения однородности сорта проводится в

полевым эксперименте на участке размером 0,2—0,3 га в зависимости от числа испытываемых сортов. Для этого осенью предыдущего года в питомнике семенного размножения нового сорта и элиты районированного сорта-эталона берется рандомизированная выборка из 120 растений. Семена отобранных растений высеваются в виде отдельных семей в трех-четыре повторениях. Располагаются семьи по принципу рандомизации, при этом определяются их средние показатели по длине, тонине, крепости, выходу волокна и другим признакам. На втором этапе показатели семей изучаемых сортов по каждому признаку в отдельности обрабатываются методом дисперсионного анализа. Если различия у семей сорта-эталона незначительны, а у нового сорта существенны при уровне значимости 0,1 или 0,5, то это указывает на неоднородность сорта по изучаемому признаку. Если же различия семей у сорта-эталона также оказались существенными, то вычисляются и сравниваются коэффициенты генотипической изменчивости. Если коэффициенты генетической изменчивости нового сорта выше, чем у сорта-эталона, то новый сорт должен быть возвращен на доработку («Методические указания по оценке генотипической выровненности новых сортов по хозяйственно-ценным признакам». 1985).

В настоящее время прилагаются усилия к использованию в селекционной работе с целью идентификации генотипов и паспортизации сортов метода белковых маркеров. Особенностью компонентов запасных белков является то, что они связаны с комплексом хозяйственно-ценных признаков, практически не модифицируют под влиянием условий среды и поэтому могут использоваться в качестве маркеров сортов или биотипов. Генетически неоднородные сорта легко выявить с помощью белковых маркеров. В настоящее время данное направление усиленно разрабатывается на хлопчатнике, однако описаны маркеры-изоферменты, характеризующие лишь отдельные признаки (Р. К. Шадманов). Также не обнаружены маркеры, по которым можно было бы идентифицировать генотипы сортов в целом. Поэтому вышеописанный метод, характеризующий генотипическую выровненность сорта по хозяйственно-ценным признакам с помощью генетико-статистических критериев, может успешно использоваться.

На рис. 38 приводится схема выведения сортов хлопчатника, принятая в Советском Союзе. По этой схеме на выведение сорта и передачу его в Государственное сортоиспытание требуется не менее 8—10 лет, в том случае, если селекционеру удастся уже в F_3 — F_4 вывести константные линии по ведущим признакам.

Главным путем оптимизации селекции, т. е. повышения эффективности и сокращения сроков выведения сорта, является высокая культура селекционного эксперимента, сущность которой сводится к соблюдению следующих условий:

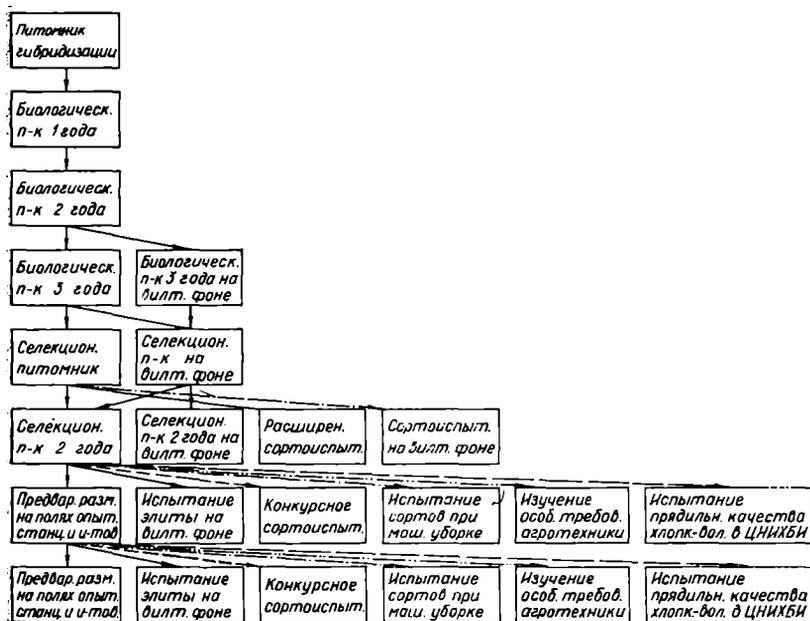


Рис. 38. Схема селекционной работы с хлопчатником (принятая в СССР).

подбору родительских форм с учетом их генотипа и комбинационной способности как при близкородственной, так и отдаленной гибридизации;

методики закладки полевого опыта (питомников), снижающей случайную изменчивость;

предотвращению перекрестного опыления;

проведению отбора и браковки с учетом закономерностей наследования хозяйственно-ценных признаков.

* * *

Методы селекции хлопчатника, принятые за рубежом, имеют некоторые отличия от описанной методики, хотя основой их также является гибридизация и непрерывный индивидуальный отбор. Эти методы делятся на несколько групп: методы педигри, метод индексной селекции, массово-педигрийные и массово-популяционные методы.

Остановимся вкратце на важнейших из них. Заслуживает внимания методика селекции педигри, разработанная Хатчинсоном и Панзе, а ее последующие модификации. Согласно этой методике в гетерозиготной популяции отбираются лучшие растения, изучаемые всесторонне. На следующий год потомство высевается в виде семей. Отбор ведется по растениям и семьям. В лучших семьях проводится самоопыление. В дальнейшем

в течение ряда лет потомство свободноопыленных растений высеивается и испытывается в блоках с повторениями и проводится отбор лучших потомств. Ежегодно проводится самоопыление. После выявления лучших семей по данным испытания в повторяющихся блоках самоопыленные семена этих семей используются как элита сорта.

В некоторых странах, в частности в Египте, где селекция ориентирована на создание сортов с высококачественным волокном, принудительное самоопыление на всех этапах селекционной и семеноводческой работы является обязательным приемом. Самоопыление препятствует биологическому засорению материала. Это особенно важно для селекции сортов с высоким качеством волокна. Метод педигри, основой которого является многократный отбор и испытание потомства в повторениях, позволяет довольно точно оценить селекционный материал и выделить однородные семьи с генетически закрепленной продуктивностью и другими признаками.

Наиболее точно селекционный материал оценивается при использовании метода индексной селекции. Этот метод на хлопчатнике разработан Маннингом (1956) и усовершенствован Уокером (1961).

Сущность метода сводится к тому, что отбор проводится не как обычно, по показателям сложного признака, а по индексу. В индекс включается 3—5 компонентов сложного признака, например, число коробочек на растении, крупность коробочки, вес семян. Индекс можно построить также по ряду независимых признаков. По всем признакам, включаемым в индекс, определяются статистические параметры — генотипические дисперсии (вариансы), ковариансы, а также коэффициенты наследуемости и коэффициенты корреляции. Если наследуемость низкая, то признак не включается в индекс. На основании статистических параметров вычисляются индексы для каждой семьи и средний всех семей. Все семьи ниже среднего индекса бракуются. Отбор семей по индексам повторяется несколько лет до получения однородной высокоурожайной линии. Преимущество этого метода заключается в том, что отбираются семьи с наиболее благоприятным сочетанием признаков с учетом их генетических и фенотипических корреляций и изменчивости, устойчиво сохраняющих свои преимущества при изменении условий среды. Когда сорт уже был создан, для сохранения его качеств Маннинг разработал метод модальной селекции. По существу это семеноводческий метод. Из большой массы растений сорта отбираются около 5000 растений. Эти растения характеризуются по некоторым признакам, например, выходу волокна, массе семян и длине волокна. В результате статистической обработки по выходу волокна бракуются все растения, которые отклоняются от средней арифметической более, чем на 1 сигму ($\pm 1 \sigma$); данные по массе семян оставшихся растений вновь статистически обрабатываются и

бракуются растения, отклоняющиеся от средней арифметической по массе семян больше, чем на $\pm 1 \sigma$. Та же процедура повторяется по длине волокна. Семена незабракованных растений объединяются как элита. Метод модальной селекции основывается на стабилизирующем действии отбора, сохраняющем исходную концентрацию генов. Поэтому этот метод пригоден для использования в семеноводстве, а не в селекции, где отбор является направленным и созидательным.

Харландом (1949) предложена система селекции, названная им массово-педигрийной, которая с успехом была применена в улучшении хлопчатника Тангуис в Перу.

Главные этапы этой селекции следующие: в первый год изучается большое число отдельных растений из генетически неоднородной популяции. На второй год потомства лучших растений высеваются в виде семей в одном повторении и определяются средние показатели признаков каждого потомства. Из лучших семей отбирается элита в среднем около 200 растений. На третий год потомство этих растений высевается в 10-кратной повторности. Испытание это предпринимается для удаления линий, которые по урожайности ниже средней популяции. Через год семена лучших линий, прошедших испытание, объединяются по группам. Весь этот цикл может быть повторен.

Система Харланда позволяет использовать принципы испытания по потомству и в то же время способствует сохранению генетической вариабельности и широкой адаптивной основы. Это важно для приспособления популяции в различных условиях среды. Этот метод целесообразно использовать для улучшения сортов.

В США применяется метод массового испытания потомства, описанный Ричмондом (1950). Метод вкратце может быть описан следующим образом: в F_2 отбираются отдельные растения. Самоопыленные семена с этих растений сохраняются в условиях, обеспечивающих высокую всхожесть. Потомство свободно цветущих коробочек с тех же растений высевается в F_3 в двукратной повторности. Контрольные ряды лучшего коммерческого сорта данного района выращиваются через 8—10 рядов на всем протяжении, как стандарт. Потомства, которые показали преимущества в обоих повторениях, идут на дальнейшую проработку. В лучших семьях собирают урожай без отбора. Семена лучших линий идут на дальнейшее размножение. В четвертом поколении потомство высевает в четырех или шести повторениях; в опыт вводится два или более стандартов. То же повторяется в следующем году. Когда испытание линий, пересеваемых средними образцами без отбора, достигает F_6 — F_8 , по этим линиям накапливается достаточное количество данных, позволяющих судить о их ценности.

В связи с тем, что пересевы производятся семенами средних образцов, а также учитывая определенный процент перекрест-

ного опыления (около 10%), популяции являются в достаточной мере гетерогенными (неоднородными), но большинство отдельных растений приближается к этому времени к практической гомозиготности. В F_6 — F_8 проводится индивидуальный отбор растений. Второй цикл испытания продолжается до второго или третьего поколения, после чего линии со сходными признаками объединяются и изучаются в последующих испытаниях как массово-линейные сорта.

Семена самоопыленных коробочек тех растений, потомства которых были лучшими в первом цикле размножения, поступают в дальнейшую проработку.

Для массово-педигрийных и массово-популяционных методов характерно сочетание точной оценки материалов путем повторного испытания потомств в повторяющихся блоках и сохранение широкой адаптивной основы сорта путем объединения высокоурожайных линий.

Глава VII

ТЕХНИКА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Агротехника на селекционных посевах

Выбор участка и предпосевная обработка. Селекционные посевы (биологические и селекционные питомники, станционное и конкурсное сортоиспытание) размещаются на полях хлопково-люцернового севооборота. Выбирается участок с равномерным плодородием и правильной конфигурации для облегчения механизированной обработки посевов. Участок должен иметь слабый уклон и удобен для полива по бороздам, должна быть проведена зяблевая пахота с внесением удобрений или весновспашка с последующим циклом весенних работ — чизелеванием, боронованием и малованием. Перед посевом после обмеривания участок делится на делянки (крупная разбивка). Длина их зависит от намеченного числа лунок в рядке и расстояния между ними согласно принятой схеме сева.

Наиболее рациональной схемой размещения растений для селекционных посевов следует считать рядовое размещение с одиночным стоянием в гнезде; в настоящее время принята схема размещения растений 60×25 — 30×1 . В зависимости от типа ветвления и видовой принадлежности растений расстояние между лунками может варьировать. Число лунок в рядке зависит от числа семян в отборе; во всех питомниках желательно обеспечить возможно большее число растений в рядке.

Между делянками оставляется 0,5 м. Отмеренные делянки отмечаются колышками. Маркировка должна проводиться очень тщательно, чтобы обеспечить нормальную и эффективную работу машин при междурядной обработке. После маркировки

согласно посевной ведомости устанавливаются полевые колышки с соответствующей нумерацией (мелкая разбивка). Колышки могут устанавливаться не на каждом ряду, а через ряд.

Подготовка семян к севу и сев. После проведения лабораторной браковки индивидуальных отборов по выходу, длине волокна и массе семян составляется посевная ведомость, в которую вписываются номера рядов текущего года, исходные номера предыдущего года, номера мешочков, номера линии, сорта или гибридной комбинации, показатели длины и выхода волокна отборов. Через каждые девять рядов на десятый вписывается стандартный сорт. Согласно составленной посевной ведомости, мешочки с семенами отдельных отборов нанизываются на шпагат. В одной гирлянде обычно бывает 50 мешочков; на каждую гирлянду навешивается фанерная бирка с номером гирлянды и названием питомника; указываются также номера первого и последнего мешочков в гирлянде. Гирлянды закладываются в мешки.

За один-два дня до сева посевной материал протравливается в растворе формалина. Для приготовления раствора берется 40%-ный формалин и разбавляется в воде в соотношении 1:90. Протравливание проводится в эмалированной ванне или деревянных корытах. Гирлянды помещаются в раствор на 10 мин., затем их вынимают, укладывают в мешки и оставляют на томление в тени в течение 3 часов. За это время бактерии, вызывающие заболевание гоммозом, погибают под действием формалина. После томления семена замачиваются в проточной воде на сутки или двое.

Сев проводится в оптимальные сроки, исключая возможность гибели всходов от весенних заморозков, в спелую почву. Если почва подсохла, желательно провести полив перед севом, либо сразу же после сева по нарезанным бороздам. Сев проводится вручную или тракторной сеялкой. При ручном севе очень важна равномерная заделка семян на одинаковую глубину, обеспечивающая получение дружных всходов. Глубина заделки варьирует в зависимости от влажности почвы от 3 до 5 см. Семена обязательно следует прижимать ко дну лунки и присыпать сырой землей. В лунку кладется по 5—8 семян. В питомнике гибридов первого поколения и в коллекционных питомниках при недостаточном количестве семян для сева в лунку кладется по 2—3 семени и подсеваются семена гузы (*G. hirsutum*) или краснолистных сортов.

Агротехнические мероприятия после проведения сева. В случае выпадения ливневых дождей и образования корки ее удаляют для усиления аэрации в почве. Для этого проводят рыхление междурядий и осторожное ручное рыхление около лунок. Прореживание в селекционных посевах проводится в два или три приема; в первую очередь удаляют растения, больные гоммозом и с поврежденными семядолями. Первое прореживание проводится при 1—2-х листочках, второе — 4—5. Удаленные

растения выносят за пределы поля и закапывают. При окончательном прореживании в биологических и селекционных питомниках оставляется по одному растению в лунке, а в опытах по сортоиспытанию — большее их число в соответствии с принятой в производстве схемой размещения растений. У сортов с предельно сжатой конструкцией куста в сортоиспытании так же, как в производственных условиях, оставляется в лунке на одно растение больше с тем, чтобы обеспечить на гектар равную площадь листовой поверхности. Как уже было отмечено, на участке с селекционными посевами в течение всей вегетации поддерживается высокий агрофон. Желательно селекционные питомники комплектовать по группам скороспелости и типу куста. Это позволяет проводить дифференцированную агротехнику на посевах; то же самое касается и сортоиспытания. Дифференцированная сортовая агротехника в сортоиспытании имеет большое значение. Она дает возможность составить правильное представление о наследственности новой линии или сорта, его потенциальных возможностях в отношении урожая и других хозяйственных показателей.

Сорта, способные давать высокие хозяйственные урожаи в условиях агротехники, соответствующей их наследственным особенностям, при выращивании в условиях шаблонной агротехники не только не выявляют своих возможностей, но обычно уступают стандарту и снимаются с испытания как малоурожайные.

В связи с интенсивными обменными процессами скороспелая группа сортов требует несколько более учащенных поливов, более раннего проведения первого вегетационного полива и первой подкормки. Для этих сортов особенно важное значение приобретает вопрос припосевных подкормок.

Сорта с предельным типом ветвления также требовательны к более ранним и частым поливам. Ограниченная площадь листовой поверхности определяет необходимость загущения посевов на единицу площади.

Позднеспелая группа сортов, развивающая мощную корневую систему, требует более сдержанных поливов в августе и более осторожных схем внесения азотистых удобрений, которые в сочетании с избыточными поливами способствуют израстанию растений и удлинению сроков вегетации.

Чеканка растений в биологических и селекционных питомниках, а также в сортоиспытаниях не рекомендуется и может быть применена лишь в особых случаях. Чеканка может проводиться в питомниках родительских форм, где она способствует ускорению созревания скрещенных корбочек.

Методика учетов и наблюдений

Число учетов и наблюдений в различных питомниках неодинаково и зависит от назначения питомников и этапов селекционной работы.

Основные виды наблюдений и учетов следующие:

начало и 50% появления всходов,

« « бутонизации,

« « цветения,

« « созревания,

учет высоты закладки первой плодовой ветви,

« темпов появления бутонов, цветения и созревания,

« плодоношения,

динамика роста растений,

учет заболевания растений вилтом,

« « « гоммозом,

« густоты стояния,

« урожая хлопка доморозного,

« валового урожая хлопка-сырца,

морфологические просмотры посевов.

Наиболее трудные учеты, как например, учет темпов цветения и созревания, плодоношения, высоты закладки первой плодовой ветви, динамика роста проводятся выборочно на 10 растениях в семье, взятых подряд.

Учет всходов. Учет всходов начинается со дня, когда в учетных рядках появятся первые всходы, и проводится ежедневно или через день. В специальную форму записывается число засеянных лунок в рядках, дата каждого учета и число лунок со всходами. Когда число лунок с взошедшими растениями в рядке достигает 50% общего числа лунок, наблюдения прекращаются. Учет всходов проводится во всех питомниках.

Учет бутонизации. Этот учет в связи с большой его трудоемкостью проводится на выборочно взятых рядах по усмотрению селекционера. Наблюдения начинают со дня появления первых бутонов и проводят ежедневно или через день. Учитывается число растений, имеющих один или более ясно различимых на глаз бутонов.

Следует отметить, что учитываются не лунки, как при учете всходов, а бутонизирующие растения, поэтому, если в лунке два растения, то оба берутся в учет. Полученные данные заносятся в ту же форму, по которой проводится учет всходов; до начала наблюдений подсчитывается число растений в учетном рядке и записывается в форму, затем заносятся даты учета и число растений с бутонами на каждую дату.

Учет цветения и созревания. Учет цветения и созревания проводится во всех питомниках за исключением гибридного питомника F_2 ; в питомниках гибридов более высоких генераций учеты цветения и созревания проводятся выборочно, по усмотрению селекционера, главным образом в морфологически выровненных семьях. Фенологические наблюдения по цветению и созреванию обязательно проводятся во всех видах сортоиспытания, причем если делянки двух- или четырехрядковые, то для учета цветения намечается один рядок. Учет цветения, как и другие фенологические наблюдения, проводится ежедневно или через

день. Результаты наблюдения заносятся в ту же форму фенологических наблюдений, которая используется для учета всходов и бутонизации. Вписывается общее число растений в рядке до начала цветения, даты учета и число растений с цветами или завязями. Учет заканчивается, когда в ряду цветет 50% растений. Если на последнюю дату в учетном ряду было более 50% растений с цветами, то за дату 50% цветения принимается пропущенный день. Например, если в рядке с 50-ю растениями на 5 июля было 20 цветущих растений, а на 7 июля 30, то считается, что 50% цветения наступило 6 июля. Аналогично проводятся фенологические наблюдения по созреванию.

Фенологические наблюдения при гибридологическом анализе. В тех случаях, когда в гибридных семьях требуется провести гибридологический анализ по продолжительности фаз развития и длине вегетационного периода, на каждое растение в рядке навешивается этикетка, на этикетку заносятся последовательные даты появления первого бутона, первого цветка и раскрытия первой коробочки. По датам на этикетках подсчитывается продолжительность фаз развития и вегетационного периода у всех растений в рядке.

Определение темпов цветения и созревания. Темпы цветения и созревания или продолжительность коротких и долгих очередей цветения и созревания определяется следующим образом: у 10 растений в рядке подвешиваются этикетки на цветоножке каждого последовательно образующегося цветка, на этикетке записываются дата цветения, номер плодовой ветви и места на ней; при определении темпов созревания поступают аналогично. Осенью этикетки собирают и подсчитывают продолжительность коротких и долгих очередей цветения и созревания в днях. Следует отметить, что в случае опадения бутонов или завязей продолжительность очередей существенно не изменяется.

Определение высоты закладки первой плодовой ветви (h_s). Учет высоты закладки первой плодовой ветви проводят выборочно на 10 растениях учетного рядка. Высота закладки первой плодовой ветви определяет скороспелость растений, то есть время их вступления в генеративную фазу. Высота закладки первой плодовой ветви считается в узлах, отсчитываемых от семядольного узла до узла, на котором развивается первая плодовая ветвь. Обычно высоту закладки первой плодовой ветви определяют перед цветением. Однако гораздо правильнее этот учет проводить одновременно с учетом бутонизации. Дело в том, что очень часто поздно взошедшие растения, сильно отстающие в начальный период, затем ускоряют развитие и свое отставание в определенной степени компенсируют снижением закладки первой плодовой ветви. Поэтому при учете этого признака в более поздние сроки часто создается несоответствие между высотой закладки и скороспелостью растения.

Высоту закладки первой плодовой ветви, исчисляемую в уз-

лах, следует отличать от высоты закладки первой плодовой ветви в сантиметрах от поверхности почвы. Последний показатель имеет важное значение для определения приспособленности растений к машинной уборке. Сорта, у которых первая плодовая ветвь расположена низко, то есть близко к поверхности почвы, мало приспособлены к машинной уборке, так как коробочки на низко расположенных плодовых ветвях не захватываются шпинделями машины. Высота расположения первой плодовой ветви от поверхности почвы зависит от высоты закладки ее в узлах и от длины междоузлия.

Учет плодоношения. Учет плодоношения проводится в различных питомниках выборочно по усмотрению селекционера на случайной выборке 10 растений каждого учетного рядка. Его обычно проводят в сентябре, до наступления заморозков. Подсчитывается общее число всех коробочек, раскрытых и нераскрытых, а также число опавших мест. Подсчет коробочек производят следующим образом: сначала подсчитывают и записывают число плодоземелентов на моноподиях, затем на всех симподиальных ветвях от первой и последней. Для этого, держа руку на главном стебле у первой плодовой ветви, подсчитывают число коробочек на ней, затем, не отрывая руки, двигают ее вверх до второй плодовой ветви и подсчитывают число коробочек в ней. Аналогичным образом продолжается счет плодоземелентов последовательно от ветви к ветке вверх по стеблю. Левая рука все время не отрывается от стебля, чтобы не пропустить симподия или не просчитать число коробочек на ней дважды. Точно таким же образом подсчитывается число опавших мест. Узлы с опавшими местами легко установить, так как они расположены против каждого листа на симподии.

Вместо общего подсчета всех сохранившихся плодоземелентов можно вести отдельный подсчет раскрытых коробочек, нераскрытых крупных коробочек, нераскрытых мелких коробочек.

Морфологические просмотры. Просмотр селекционных материалов по морфологическим признакам проводится по всем питомникам. При просмотре гибридные семьи, линии и сорта изучаются в отношении их общего развития, морфологической однородности, продуктивности, скороспелости, устойчивости к болезням и другим хозяйственным признакам.

При просмотре семей на однородность обращается внимание в основном на следующие морфологические признаки: тип ветвления, опушенность растения, размеры и форма листа, размеры и форма коробочек. У сортов тонковолокнистого хлопчатника учитываются величина пятна на лепестках, характер поверхности коробочки, окраска волокна. При морфологическом просмотре по типу ветвления различают формы с предельным и непредельным типами плодовых ветвей. Последние могут быть сжатые и раскидистые. Отмечается характер опушения — сильный, средний и слабый; листья могут быть разных разме-

ров, иметь гладкую или волнистую поверхность, интенсивно зеленую или желтоватую окраску. Коробочки также различаются по размерам; по форме коробочки могут быть округлые, овальные, яйцевидные, с носиком и без носика, со звездочкой и без звездочки; поверхность коробочки может быть гладкой и ямчатой.

Морфологические просмотры проводятся трижды: в июне, июле и в конце августа или начале сентября. При последнем просмотре лучшие по комплексу признаков и однородности рядки отмечают селекционером в полевой книжке для взятия пробных образцов и посемейных сборов.

В коллекционном питомнике проводится полное описание сортообразцов по морфологическим и хозяйственным признакам.

В конкурсном и расширенном станционном испытании описание сортов проводится по стандартному образцу.

Промеры высоты растений. Промеры высоты растений проводят на 10 растениях в ряду; берут все растения подряд, начиная примерно с 5-го. Обычно промеры высоты растений проводят трижды: в июне, июле и в конце августа, причем промеры берут каждый раз одни и те же растения.

Учет поражаемости растений вилтом и гоммозом. Учет проводится на участке, искусственно зараженном возбудителем болезни, — в середине июля, середине августа и в конце сентября. Записывается общее число растений, пораженных вилтом в общей степени (слабое поражение) и в сильной степени. При поражении растений в слабой степени листья целиком или по краям засыхают и начинают опадать; засыхают и опадают коробочки на периферийных местах, однако растения дают небольшой урожай. При поражении в сильной степени растение теряет все листья и весь урожай.

Учет заболевания гоммозом проводится дважды — в мае после появления всходов и в конце августа. Больные растения распознаются по наличию маслянистых пятен на семядольных листьях (семядольная форма поражения), стеблях и коробочках. При учете подсчитывается общее число пораженных независимо от степени их поражения.

Учет густоты стояния. Число растений в рядке определяется перед проведением каждого фенологического наблюдения — бутонизации, цветения и созревания. Перед началом созревания проведение повторного подсчета растений совершенно обязательно, оно необходимо для того, чтобы правильно установить дату созревания и рассчитать урожай хлопка-сырца на одно растение. В сортоиспытаниях на основании подсчета количества растений в рядке устанавливается густота стояния растений на единицу площади — гектар.

Учет урожая хлопка-сырца. На селекционных посевах сбор урожая проводится в следующей последовательности: сбор пробных коробочек; сбор индивидуальных отборов; общий сбор

на забракованных рядах, общие сборы хлопка-сырца на учетных рядах: доморозного, послеморозного.

Сбор индивидуальных отборов. Индивидуальные отборы намечаются селекционером в фазу созревания, когда на растениях имеется по шесть-восемь раскрытых коробочек. Если отборы намечаются в более поздние сроки, когда раскроется большая часть коробочек на всех кустах, то селекционеру не представляется возможности выявить скороспелые растения. Когда же отборы намечают очень рано, при двух-трех раскрытых коробочках, не представляется возможности учесть темпы созревания растений. У кустов, намеченных к отбору, надламываются верхушки, либо на верхушку растений наматывают сырец.

В полевой ведомости селекционер отмечает число отборов в каждом рядке.

Перед началом сбора агротехники, руководствуясь отметками селекционера в полевой тетради, раскладывают на растениях, намеченных к отбору, мешочки. Мешочки заранее последовательно пронумерованы; при переходе их из питомника в питомник нумерация продолжается, а не начинается снова с первого номера, так что все мешки индивидуальных отборов одного года имеют разные номера. Одновременно с раскладкой мешочков производится их регистрация, то есть в специальной ведомости отмечается номер ряда и номера мешочков, разложенных в этом ряду. Затем производится сбор хлопка-сырца с кустов; собирается сырец только из зрелых коробочек. В отдельных случаях индивидуальные сборы собирают с просчетом коробочек на кусте. Мешочки с сырцом завязывают в гирлянды, укладывают в большие мешки и переносят в сухой амбар.

Зимой в лаборатории перед взвешиванием сырца индивидуальных отборов с каждого из них берется по пять летучек на анализ длины волокна; для этого из разных мест сырца одного отбора отделяется шесть долек и в середине каждой берется по одной летучке. Летучки одного отбора укладывают в тетрадь, на которой пишется номер ряда и номер мешка индивидуального отбора. Одновременно те же сведения и номер образца (линии, сорта) заносит в отдельную ведомость, затем летучки вместе с ведомостью передают на анализ в технологическую лабораторию.

Взвешивают сырец на технических весах с точностью до 0,1 г. Данные по весу сырца отборов записываются в специальную форму.

После взвешивания сырец поступает на джинирование. Очистка семян производится на 10-пильных волокноотделителях. После этого производится взвешивание семян, полученных по каждому индивидуальному отбору, а также волокна. Если взвешиваются только семена, то волокно индивидуальных отборов объединяется при джинировании.

На основании данных массы хлопка-сырца и массы семян определяется процент выхода волокна по каждому отбору. Про-

цент выхода волокна можно определить не только по массе семян, но и по массе волокна.

Для определения выхода волокна вес хлопка-сырца индивидуального отбора принимается за 100%, к нему процентируется вес волокна. Данные по выходу волокна заносят в специальную форму для индивидуальных отборов. Туда же вписывают данные длины волокна, полученные из технологической лаборатории.

Сбор пробных образцов. Пробные образцы собирают до сбора индивидуальных отборов. Пробные коробочки берут на отмеченных селекционером рядках с первых мест второй-четвертой плодовой ветви по возможности со всех растений в ряду; с каждого растения нельзя взять более одной-двух коробочек. В коллекционных питомниках берутся 25-коробочные пробные образцы. В питомнике гибридов первого поколения — 10-коробочные, в селекционных питомниках, в зависимости от длины рядка, 25—50 коробочек, в станционном сортоиспытании — 100 коробочек с каждого ряда. В конкурсном сортоиспытании берут на пробу зрелые коробочки со всего куста, независимо от их расположения на растении. Собирают подряд 200 коробочек по каждому повторению.

Пробные коробочки собирают в специальный ящик из фанеры с отделениями, в каждое кладется по одной коробочке. Из заполненного ящика сырец перекаладывается в заранее разложенные перед учетными рядками пронумерованные мешки. Внутри каждого мешка вкладывается этикетка с указанием года, названия питомника, номера ряда и номера мешка.

Одновременно в форму для пробных образцов записываются номера ряда, мешка и линии. Мешки с пробными образцами завязывают в гирлянды, укладывают в большие мешки и переносят на хранение в амбар.

Перед взвешиванием пробных образцов селекционных питомников отделяют по 22 дольки и из середины каждой дольки берут по одной летучке. Из проб, взятых в станционном и конкурсном сортоиспытаниях, отделяют по 44 летучки. Летучки каждого пробного образца укладывают в отдельную тетрадь, на которой записывают номер образца, ряда и мешка. Те же сведения заносят в ведомость, которая вместе с летучками передается в технологическую лабораторию. После отделения летучек для измерения длины волокна пробные образцы взвешивают и вес вписывают в ту же форму. Взвешивание проводится на технических весах с точностью до 0,1 г. На основании полученных данных определяется масса сырца одной коробочки. После взвешивания материал поступает на джинирование. Волокно пробных образцов обязательно сохраняется. После отделения волокна взвешиваются семена и волокно каждого пробного образца. На основании полученных данных вычисляют процент выхода волокна; в ту же форму записывают получен-

ные из технологической лаборатории сведения о длине волокна пробных образцов.

Посемейные сборы хлопка-сырца. После проведения индивидуальных отборов, взятия пробных образцов на всех учетных рядах собирают доморозный (I и II сборы) и послеморозный урожай хлопка-сырца. Урожай первых сборов лучших семей селекционного питомника, идущих в испытание и размножение, сохраняется; хлопок-сырец остальных сборов взвешивается на поле и ссыпается как технический.

Урожай учетных рядов всех сборов собирается в ранее разложенные около рядков мешки с вложенными в них этикетками, на которых указан номер питомника, ряда и мешка. При взвешивании хлопка-сырца, которое проводится на поле, все сведения с этикетки переписывают в форму, куда заносится и вес посемейного сбора. Если урожай с данного ряда должен быть сохранен, то после соответствующей регистрации мешков их связывают по 10—50 штук и переносят на хранение в сухой амбар.

Отбор образцов на полный технологический анализ. На участке конкурсного сортоиспытания после отбора проб на крупность коробочек берутся пробы на полный технологический анализ весом 500 г; в пробу включают коробочки первых мест четвертой-шестой симподиальной ветви. В остальных питомниках образцы на полный технологический анализ берут с волокна пробных образцов. Методика определения штапельной длины волокна, разрывной нагрузки, тонины или линейной плотности, относительной разрывной нагрузки и зрелости волокна изложена в «Инструкции научно-исследовательского института хлопчатобумажной промышленности» (1981 г.).

Глава VIII

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ И РАЙОНИРОВАНИЕ СОРТОВ ХЛОПЧАТНИКА

Задачей государственного сортоиспытания является окончательная и всесторонняя оценка новых сортов, создаваемых селекционными учреждениями, выделение лучших по комплексу признаков сортов для внедрения их в производство и определение районов их возделывания.

Государственное сортоиспытание осуществляет Государственная комиссия при Госагропроме СССР, совершенно независимая от селекционных учреждений. Она располагает обширной сетью сортоиспытательных участков, расположенных в самых различных зонах хлопкосеяния страны.

Включение сортов в Государственное сортоиспытание производится в определенном порядке. В Госсортосеть передаются только те сорта, которые в течение трехлетнего конкурсного

сортоиспытания в селекционном учреждении устойчиво превосходили стандарт по продуктивности и другим хозяйственно-ценным признакам и были достаточно однородными. Однородность оценивается по данным грунтоконтроля.

По каждому сорту, намеченному к передаче в Государственное сортоиспытание, заводится специальная карточка, в которой указываются номер или название сорта, ботанический вид, авторы и соавторы, происхождение сорта, годы его испытания. В карточке полностью описываются морфологические признаки сорта, особые признаки, четко отличающие его от других сортов. Приводятся трехлетние данные конкурсного сортоиспытания нового сорта и стандарта по всем важнейшим хозяйственно-ценным признакам — урожаю сырца первого, доморозного и общего сбора, доморозному и общему урожаю волокна, выходу волокна, его длине, разрывной нагрузке, линейной плотности, скороспелости, устойчивости к болезням, абсолютному весу семян. Отдельно приводится оценка прядильных свойств волокна.

Селекционер-автор сорта обязан представить рекомендации по сортовой агротехнике, а также районы испытания сорта. Он обязан обеспечить Госсортосеть семенами нового сорта из расчета 20—25 кг на один участок и выслать семена на адрес сортоучастка.

Для испытания в последующие годы семена заготавливаются на сортоучастке согласно актам полевой апробации. Однако следует считать более правильным посев семенами, заготовленными в хозяйствах предварительного размножения сорта. При заготовке на сортоучастке неизбежно биологическое и возможно механическое смешивание семян испытываемых сортов.

На сортоучастках по хлопку другие культуры не испытываются. Сортоучастки работают на базе колхозов и совхозов. Кроме обычных участков, имеются фитоучастки, где сорта хлопчатника очень точно оцениваются на устойчивость к болезням, в частности к вилту. На фитоучастках методика сортоиспытания такая же как на обычных участках, но вся работа проводится на фоне, искусственно зараженном возбудителями болезни. Для создания искусственно зараженного фона в почву вносятся расы гриба, собранные в различных зонах.

Для сортоиспытания выделяется постоянный участок со своим севооборотом (хлопково-люцерновым). Почва на сортоучастке должна быть типичной для зоны и равномерной по рельефу и плодородию. Агротехнический фон должен быть типичным для передовых хозяйств района. В соответствии с агробиологическими особенностями сортов их группируют для дифференциации агротехники. В основном сорта группируют по скороспелости и по типу ветвления. В каждую группу включается стандарт — районированный в данной зоне сорт. Если число сортов превышает десять, то стандарт включают дважды.

Госсортосеть проводит два типа сортоиспытания: конкурсное — на малых делянках и производственное — на больших.

Конкурсное сортоиспытание на малых делянках закладывается в 6—8 повторениях. Каждый сорт занимает делянку в 100 м². Повторения располагаются в один, два, реже три пояса.

На участке конкурсного сортоиспытания проводят следующие учеты и наблюдения.

Начало и 50% всходов цветения и созревания; состояние развития растений на 1 июня, 1 июля и 1 августа; процент сортовой чистоты в период цветения; процент поражения растений болезнями — вилтом, гоммозом, макроспориозом, черной корневой гнилью.

Для определения технологических качеств волокна берут 25-коробочные пробные образцы.

Для определения крупности коробочки, длины и выхода волокна, абсолютного веса семян собирают 200-коробочные пробные образцы со всего куста.

Учитывается урожай первых сборов, заморозный и общий. Поскольку урожай хлопка-сырца собирают хлопкоуборочными машинами, удастся оценка сорта на приспособленность к машинной уборке хлопка-сырца. Волокно анализируют по длине, тонине, разрывной нагрузке. Определяют добротность и разрывную длину пряжи.

Проводится полная статистическая обработка данных по урожаю методом дисперсионного анализа с определением точности опыта и наименьшей разности и группы по урожаю.

Сорта, показавшие явное преимущество на малых делянках, намечаются к испытанию на больших, на которых испытывают 2—3 новых сорта по сравнению со стандартом. Опыт закладывают в двух повторениях. Площадь учетной делянки по каждому сорту должна быть не менее 1,5—2 га. Оба повторения обычно располагают в одном ярусе. На больших делянках выдерживается сортовая агротехника согласно рекомендации селекционера.

Густота стояния является одним из главных факторов, определяющих размеры урожая с единицы площади. Поэтому получение нормальной густоты стояния представляет задачу для сотрудников сортоучастка.

На основании трехлетнего испытания сортов в Госсортосети Госкомиссия выносит решение о снятии с дальнейшего испытания сортов, не имеющих преимуществ перед стандартом, и обосновывает предложение для районирования лучших сортов в конкретной зоне. План районирования сортов хлопчатника утверждает Совет Министров Союза ССР по представлению Госагропрома и Совета Министров республики; он не может быть изменен местными органами. После районирования нового сорта проводится сортосмена, то есть замена старого сорта новыми, семена которых заготавливаются в элитных хозяйствах предварительного размножения.

СЕМЕНОВОДСТВО ХЛОПЧАТНИКА

Семена — это одно из важнейших средств сельскохозяйственного производства. От сорта и качества высеянных семян в значительной мере зависят величина урожая и его качество.

Высококачественные сортовые семена можно создать только при условии строгого выполнения специальных мероприятий, совокупность которых составляет семеноводство. Значит, семеноводство представляет систему мероприятий по созданию определенного количества сортовых семян высокого качества.

Глава I

ИСТОРИЯ СЕМЕНОВОДСТВА

До Великой Октябрьской социалистической революции организованного семеноводства в России не было. Царское правительство делало попытки заниматься размножением семян селекционных сортов. Так, в 1910 г. были созданы государственные семенные хлопковые плантации на площади около 70 га. К 1913 г. эта площадь была доведена до 280 га. Такая малая площадь семенных посевов не могла иметь какого-либо значения для посевов хлопчатника, занимавших в то время около 700 тыс. га. Поэтому, несмотря на наличие своих, по тем временам высокоценных сортов хлопчатника, дехкане использовали семена так называемых заводских смесей американского хлопчатника и гуз.

История советской семеноводческой работы с хлопчатником тесно связана с развитием всего хлопководства Советского Союза. Первые декреты о восстановлении хлопководства в Туркестане и Азербайджане были изданы в ноябре 1920 г. за подписью В. И. Ленина. В декрете подчеркивалась необходимость быстрого восстановления селекционной работы и организации семеноводства по хлопчатнику. Во исполнение этих декретов в сентябре 1921 г. при ВСНХ был учрежден Главный хлопковый комитет (Главхлопком) с местонахождением в Москве.

Для восстановления и развития селекционно-семеноводческой работы по хлопчатнику в 1922 г. была открыта Туркестанская селекционная станция, которой руководил Г. С. Зайцев. В первые годы эта станция проделала (через семенные хлопковые хозяйства и хлопкоочистительные заводы) большую работу по учету и размножению семян селекционных сортов хлопчатника, выведенных в дореволюционный период: Навроцкий, 169, 182, 508, которые впоследствии занимали всю площадь посевов хлопчатника в СССР.

В 1924 г. размножением сортовых семян хлопчатника и всей семеноводческой работой занялся специальный трест государственных семенных хозяйств Семхлопок, реорганизованный в 1931 г. в Совхозхлопок. Семхлопок ведал всеми государственными хлопковыми хозяйствами, на которых он развернул работу по размножению семян селекционных сортов хлопчатника. Тогда же (1924 г.) Туркестанская селекционная станция организовала сеть сортоиспытательных участков по хлопчатнику на территории всей Средней Азии и Казахстана. Собранный этой станцией научный материал послужил основой для правильного районирования имевшегося в то время ассортимента хлопчатника.

Для определения посевных качеств семян хлопчатника в 1924 г. Туркестанский хлопковый комитет организовал в Ташкенте первую контрольно-семенную станцию. Однако, не имея методики для проведения лабораторных анализов семян хлопчатника и достаточно квалифицированных кадров, эта станция не выполнила поставленные перед ней задачи и в 1925 г. была реорганизована в контрольно-семенной отдел Туркестанской селекционной станции. Этот отдел разработал методику определения посевных качеств семян хлопчатника, а также хозяйственных качеств хлопка-сырца и технологических свойств волокна. Одновременно он дал первую оценку семенного фонда хлопчатника, использованного на посев.

В целях оперативного руководства заготовкой и оценкой семенного фонда хлопчатника в 1929 г. контрольно-семенной отдел со всем штатом и оборудованием был передан сельскохозяйственному управлению Главхлопка, к этому времени переведенному в Ташкент. Для непосредственного руководства заготовкой семфонда и определения его качества в 1930 г. при крупных хлопкозаводах были организованы филиалы контрольно-семенного отдела в Андижане, Кагане, Ургенче, Душанбе и Чарджоу. В последующие годы они были реорганизованы в контрольно-семенные лаборатории и количество их увеличилось.

Одновременно с организацией контрольно-семенного дела в 1925 г. на больших хлопкоочистительных заводах в Андижане, Намангане, Коканде, Бухаре, Чарджоу, Ургенче была учреждена должность агронома-семеновода. Агрономы-семеноводы руководили всеми мероприятиями по семеноводству на хлоп-

коочистительных заводах и на дехканских полях, т. е. следили за высевом на поля только сортовых семян, контролировали движение лучших партий сортовых семян, выезжали на дехканские посевы для разъяснения правил семеноводства и отбора лучших семян.

Однако в начале 20-х годов семеноводческая работа с хлопчатником сводилась к простому размножению сортовых семян, а специальных мер для сохранения сортовой чистоты не проводилось. В связи с этим уже к середине 20-х годов стало выясняться, что семенной фонд хлопчатника сильно засорен посторонними сортами, сортность упала до 40—50%.

Для улучшения сортности семян в 1925 г. во всех дехканских и государственных семенных хозяйствах вводится ручная прочистка посевных семян от примесей: голых (кара-чигит), ярко-зеленых (кок-чигит). Такая прочистка семян проводилась ежегодно перед севом до 1937 г., т. е. до полной смены сорта Навроцкого и других дореволюционных сортов.

Осенью 1925 г. во всех семенных совхозах впервые была проведена полевая прочистка посевов сорта Навроцкий от растений примесей (кок- и кара-чигитов). Но эти мероприятия не привели к улучшению сортовой чистоты семенного фонда. Поэтому с осени 1926 г. начинается подготовка к закладке элитных питомников. Перед этим сотрудники Туркестанской селекционной станции проводят в семенных хозяйствах индивидуальный отбор по сортам Навроцкий, 169, 182. В 1927 г. семенами индивидуальных отборов были заложены первые элитные посевы в элитно-семеноводческих хозяйствах. Таким образом, уже к 1927 г. была создана основная система для правильного ведения семеноводческой работы с хлопчатником, элитно-семеноводческие хозяйства и контрольно-семенные пункты. В дальнейшем требовалось лишь развивать и совершенствовать методику и руководство их работой.

Однако уже к началу 30-х годов стали очевидными организационные неувязки в структуре семеноводства хлопчатника. Воспроизводство семенного материала шло беспланоно: элитные семена производили только в государственных семенных хозяйствах, дальнейшее размножение их не увязывалось с общей потребностью в посевных семенах. Заготовкой семенного фонда, определением посевных качеств и распределением семян на посев руководили органы хлопкоочистительной промышленности — республиканские хлопкотресты. Испытание и районирование сортов находилось в руках селекционно-опытных учреждений. Это порождало ненужное и вредное многосортие.

В целях улучшения качества хлопка-сырца, семян и волокна в 1932 г. был создан межведомственный контрольный орган в виде Государственной хлопковой инспекции (ГОСХИ), в обязанности которой входил оперативный контроль за качеством хлопка-сырца, волокна и посевных семян. В ведение ГОСХИ перешли контрольно-семенные лаборатории и пункты класси-

фикации хлопкозаводов. На базе этих организаций на хлопкоочистительных заводах создаются контрольно-производственные лаборатории. Методическое руководство лабораториями осуществляла Центральная контрольно-семенная технологическая лаборатория. Однако такая межведомственная организация оказалась нецелесообразной и во второй половине 1933 г. ГОСХИ была ликвидирована, а контроль за качеством хлопко-сырца, волокна и семян возложен на хлопкоочистительную промышленность. К этому времени планирование и руководство всем сельскохозяйственным производством, в том числе хлопководством, было сосредоточено в органах Наркомзема, куда и было передано планирование и руководство семеноводством хлопчатника.

Эта реформа существенно улучшила организационную сторону семеноводства хлопчатника, но далеко не полностью. Заготовка семенного фонда и контрольно-семенное дело были полностью оторваны от Наркомзема и сосредоточены в органах хлопкоочистительной промышленности. Отсутствие единого руководства семеноводством, недостаточная сеть элитно-семеноводческих хозяйств, множественность сортов, продолжавшееся смешение семян на хлопкозаводах привели к засорению и вырождению основной массы семенного фонда хлопчатника. Сортность семфонда к 1933 г. упала до 42%, одновременно ухудшилось качество волокна.

В январе 1934 г. на XVII съезде ВКП(б) было указано на запутанность семенного дела по хлопчатнику и зерну и необходимость навести порядок в нем. В августе 1934 г. Совнарком СССР принял постановление «О мероприятиях по улучшению семеноводческой работы по хлопку», которое положило начало правильной организации системы хлопкового семеноводства под единым руководством Наркомзема. Была принята пятилетняя схема обновления семян, создана сеть элитно-семеноводческих хозяйств в колхозах и совхозах, организованы семенные хлопковые лаборатории Наркомзема на хлопкоочистительных заводах и республиканские семенные станции, государственное сортоиспытание передано в ведение Наркомзема. За короткий срок развернулась широкая сеть семеноводческих организаций, занявшихся ускоренным размножением и внедрением в производство высокопродуктивных сортов хлопчатника.

Плановое размножение сортовых семян и государственный контроль на всех этапах семеноводческой работы обеспечили улучшение качества семенного материала, сортовая чистота семенного фонда хлопчатника к 1937 г. повысилась до 97%. Наряду с этим повысились посевные качества семенного фонда — свыше 90% посевов хлопчатника стали обсеменяться семенами первого и второго классов, по всхожести выше 90%. Так в процессе своего развития семеноводство хлопчатника прошло три основных этапа.

Первый этап. Период с 1922 по 1925 г. включительно характеризуется простым размножением сортовых семян в государственных семенных хозяйствах, без проведения специальных, научно обоснованных семеноводческих приемов; контрольно-семенное дело только начинало развиваться.

Второй этап. Период с 1927 по 1934 г. характеризуется созданием сети элитно-семеноводческих хозяйств в государственных семенных хозяйствах, организацией контрольно-семенных учреждений. Производство элитных семян не увязывалось с общей потребностью в семенах на посев хлопчатника. Руководство производством семян, их заготовка и распределение находились в разных организациях: производство их — в системе органов земледелия, а заготовка, определение качества и распределение — в органах хлопкоочистительной промышленности. Сортоиспытание хлопчатника находилось в начальном периоде организации на селекционной станции.

Третий этап. Он начался в 1935 г. и продолжается в настоящее время — создание стройной системы семеноводства хлопчатника, состоящей из двух взаимно увязанных разделов:

1. Собственно семеноводство по пятилетней схеме обновления семян;

2. Семенное дело — отбор и заготовка семенного фонда, определение качества семян и распределение их на посев.

Сортоиспытание хлопчатника в этот период оформилось в виде самостоятельного органа — государственного сортоиспытания при Наркомземе.

Коренная перестройка всей системы семеноводства хлопчатника, проведенная в 1935—1936 гг., помимо резкого улучшения посевных и сортовых качеств семенного фонда, обеспечила быстрое внедрение высококачественных сортов советской селекции. Это в свою очередь позволило значительно повысить урожайность и качество хлопковой продукции. Если на проведение первой сортосмены хлопчатника, проходившей в первый период организации семеноводства (с 1922 по 1930 г.), было затрачено восемь лет, то на каждую из трех последующих сортосмен, проведенных с 1935 по 1950 год, при правильной организации всей системы семеноводства понадобилось только три года. Четыре сортосмены хлопчатника, прошедшие с 1922 по 1950 г., обеспечили повышение урожайности в среднем на 30—35% и значительно улучшили хозяйственные качества высеваемых сортов хлопчатника: средняя крупность зрелых коробочек хлопчатника увеличилась с 4,5 г в 1914 г. до 7,2 г в 1950 г., выход волокна повысился соответственно с 29—30 до 34,5% и длина волокна увеличилась с 26—28 до 31—33 мм.

С 1970 по 1973 г. системой семеноводства хлопчатника проведена пятая сортосмена. В течение трех лет на площади свыше 1 млн 300 тыс. га основной сорт хлопчатника 108-Ф был заменен на новые вилтоустойчивые сорта — Ташкентские (см. главу Сортосмена хлопчатника).

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СЕМЕНОВОДСТВА

Теоретической основой семеноводства хлопчатника, как и других сельскохозяйственных культур, является генетика. Поэтому все закономерности наследственности и ее изменчивости, установленные генетикой, составляют тот фундамент, на котором строятся приемы по семеноводству хлопчатника. Игнорирование законов генетики неизбежно приводит к ошибкам, которые особенно недопустимы в семеноводстве, так как оно непосредственно связано с производством.

Задача семеноводства состоит в размножении высококачественных сортовых семян с сохранением всех морфологических, хозяйственно-ценных, биологических признаков и свойств, присущих данному сорту.

Для правильной организации и проведения всех приемов по размножению сортовых семян очень важно дать точное определение, — что понимают под термином сорт. Обычно сорт определяют как совокупность однотипных растений по морфо-биологическим и хозяйственно-ценным признакам и свойствам. Но такое определение сорта не дает представления о его генетической структуре, которая зависит от способа размножения данной культуры.

Сорта самоопыляющихся культур по своему генотипу представляют популяцию близких относительно гомозиготных линий, а сорта перекрестноопыляющихся — популяцию гетерозиготных форм.

В этом можно легко убедиться на примере расщепления гетерозиготы. Все сорта сельскохозяйственных культур создаются отбором. У самоопылителей в процессе отбора и становления сорта благодаря самоопылению идет постепенный переход от гетерозиготности к гомозиготности. Представим себе для примера, что гетерозиготность исходного материала определяется одной парой аллелей Аа. При самоопылении из такого гетерозиготного растения в результате расщепления появятся как гетерозиготные, так и гомозиготные особи. Процент первых с каждым поколением будет уменьшаться, что можно проследить по следующей схеме расщепления.

$$P \text{ } Aa \times Aa; F_1 AA + 2Aa + aa \\ F_2 4AA + 2AA + 4Aa + 2aa + 4aa \text{ или } 3AA + 2Aa + 3aa$$

При одинаковой плодовитости всех особей и при полном самоопылении можно легко вычислить число разных генотипов (табл. 16) в потомстве одного растения гетерозиготного по одной паре аллелей по формуле:

$$(2^n - 1) AA : 2Aa : (2^n - 1) aa,$$

где n — число поколений.

Среднее распределение генотипов в потомстве одного растения

Генотип	Поколение									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AA	1	3	7	15	31	63	127	255	511	1023
Aa	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
aa	1	3	7	15	31	63	127	255	511	1023
% гетерозиготности	50	25	12,5	6,2	3,1	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1

Как видно, количество гетерозиготных особей остается неизменным, а гомозиготных непрерывно возрастает, процент гетерозигот с каждым поколением сокращается в два раза и уже к десятому поколению достигнет 0,1%. Такой же процесс будет протекать по всем остальным аллелям гетерозиготного исходного материала.

Искусственным и естественным отбором в популяции будут сохраняться наиболее ценные по хозяйственным и биологическим признакам и свойствам гомозиготные линии. Из этого видно, что для самоопылителей, благодаря способу их размножения, максимальная гомозиготность является естественно нормальным состоянием. Их жизнеспособность определяется благоприятным сочетанием гомозиготных генов. Вот поэтому в генетически выровненных сортах самоопылителей отбор, как правило, не дает ожидаемых результатов и поэтому мало эффективен.

Иногда из генетически выровненных сортов путем отбора отдельных отклонных растений, возникших благодаря естественному переопылению или мутации, можно создать новый сорт, отличающийся от исходного не по одному, а по нескольким признакам.

У перекрестноопыляющихся культур в результате беспрепятственных скрещиваний внутри сорта поддерживается гетерозиготное состояние. Благодаря этому подавляется действие вредных рецессивных аллелей, которыми бывает насыщена популяция перекрестников. Отбор, проводимый в сортах перекрестников, благодаря их гетерозиготности, дает хорошие результаты. Например, академик В. С. Пустовойт за 25 лет методом отбора повысил масличность подсолнуха с 25 до 45%. Подавляющее большинство самоопылителей также способны время от времени перекрестно опыляться. Это свойство выработано в процессе эволюции и необходимо для совершенствования видов и образования новых видов в естественных условиях, так как при перекрестном опылении образуются новые генотипы и увеличиваются возможности естественного отбора.

Образующиеся от такого скрещивания гетерозиготы с новым сочетанием аллелей будут подвергаться действию отбора сразу или после перехода в гомозиготное состояние.

Помимо перекрестного опыления, в процессе размножения как у самоопылителей, так и у перекрестников образуются мутации. Большинство их, как известно, отрицательно влияют на жизнеспособность организма. У самоопылителей отрицательные — рецессивные мутации, переходя в гомозиготное состояние, проявляются фенотипически и под действием отбора удаляются из популяции сорта. Вредные доминантные мутации, проявляясь фенотипически, будут сразу отбором выбрасываться из популяции сорта. Поэтому популяции самоопылителей свободны от груза вредных летальных и полуметальных мутаций, как это имеет место у перекрестников (так как эти мутации быстро переходят в гомозиготное состояние, проявляются фенотипически и устраняются в процессе отбора). Именно поэтому длительное самоопыление у самоопылителей не ведет к депрессии в отношении биологически полезных и хозяйственно-ценных признаков и свойств.

Совершенно по другому ведут себя перекрестноопыляющиеся культуры. У них благодаря непрерывному скрещиванию вредные мутации, находясь в рецессиве, в гетерозиготном состоянии не проявляются, а при принудительном самоопылении они переходят в гомозиготное состояние — проявляются и дают депрессию в отношении полезных признаков и свойств.

Как видно, сорта-самоопылители ухудшаются не под влиянием длительного самоопыления, как это представляют некоторые ученые, а по другим причинам. Причины эти — биологическое и механическое засорение сорта, которое при отсутствии отбора постепенно нарастает как у самоопылителей, так и у перекрестников.

Биологическое засорение возникает в результате естественного скрещивания с другими сортами, а также непрерывного процесса мутаций, не влияющих на жизнеспособность, но без отбора постепенно засоряющих сорт.

Под механическим засорением сорта понимают случайное попадание семян одного сорта в семена другого. Это может происходить на хлопкозаводах и хозяйствах при хранении семенного материала нескольких сортов в одном амбаре или при перевозке семян разных сортов на одном транспорте (автомашина, бричка), при посеве разных сортов одной и той же сеялкой и т. д.

Механическое засорение зависит от организации и правильности проведения всех семеноводческих мероприятий и при выполнении правил семеноводства его можно свести до минимума.

Биологическое засорение ликвидировать невозможно, так как оно не зависит от человека. Биологическое и механическое засорение сорта приводит к потере урожайных свойств, устойчивости к болезням и ухудшению качества продукции.

Для борьбы с засорением сорта проводят сорт о б н о в л е н и е, то есть регулярное обновление семенного материала

производством семян элиты. Элитные семена — основа семеноводства сельскохозяйственных культур, исходный этап, от которого начинается жизнь семенного фонда. Поэтому от качества элитных семян, от методов воспроизводства их во многом зависит качество всего семфонда.

В методике воспроизводства элитных семян хлопчатника имеются спорные положения и прежде всего о целесообразности проведения внутрисортowych скрещиваний. Их рекомендуют некоторые ученые как средство борьбы с вырождением сортов хлопчатника при его самоопылении. Для того, чтобы правильно ответить на этот вопрос, необходимо сначала решить, к каким культурам относится хлопчатник — к самоопыляющимся или перекрестникам. Критерием того, самоопылителем или перекрестноопылителем является та или иная культура растений должна служить не способность сорта перекрестно опыляться время от времени в небольшом проценте, а его реакция на самоопыление. Если культура при принудительном самоопылении не испытывает депрессии, то ее следует отнести к самоопылителям.

Опыты по принудительному самоопылению хлопчатника, проведенные у нас и за рубежом, показали, что при длительном самоопылении хлопчатника — 10 и более лет устойчивая депрессия ни по одному из хозяйственных признаков не наблюдается. Некоторое снижение урожайности от принудительного самоопыления хлопчатника, наблюдаемое исследователями, носит модификационный характер и объясняется возможным ухудшением посевных качеств семян вследствие угнетающего действия изолятора, а также ограниченного попадания пыльцы на рыльце, благодаря его положению по отношению к тычиночной колонке и отсутствию насекомых под изолятором.

Таким образом, отсутствие депрессии при длительном самоопылении позволяет считать хлопчатник самоопылителем. В то же время некоторые исследователи установили способность хлопчатника к перекрестному опылению (до 10% и больше). На возможность перекрестного опыления указывает также наличие у хлопчатника крупного яркого цветка с нектарниками, которые привлекают насекомых — переносчиков пыльцы. Отсюда следует, что хлопчатник относится к самоопылителям с факультативным перекрестным опылением.

Сорта хлопчатника, как и любого другого самоопылителя, представляют собой популяцию из относительно гомозиготных, близких по генотипу линий и на них распространяются закономерности, характерные для популяции самоопылителей. Возникающие в таких популяциях гетерозиготы за счет мутаций и перекрестного опыления переходят в гомозиготное состояние и устраняются отбором. При отсутствии отбора в сортах хлопчатника будут медленно накапливаться гетерозиготные формы и мутации, засоряющие сорт.

Одним из важнейших вопросов семеноводства является

срок сортообновления, т. е. необходимость установления, сколько лет одни и те же семена при ежегодном использовании на посев не снижают свои сортовые урожайные качества. Ни по одной культуре этот вопрос до сих пор окончательно не решен. Установленные сроки являются примерными и экспериментально не обоснованными.

По пшенице, относящейся к самоопылителям, одни ученые, например, считают, что при выполнении всех приемов семеноводства и правильном обращении с семфондом семенной материал до 8—10 репродукции сохраняет сортовые и урожайные свойства и не отличается от элиты. Поэтому, по их мнению, сроки сортообновления можно удлинить до восьми репродукций и даже выше; другие ученые, наоборот, считают, что надо сократить сроки сортообновления до двух-трех лет.

По хлопчатнику этот вопрос также экспериментально не проработан. Установленная в 30-х годах пятилетняя схема сортообновления теоретически не обоснована. Тем не менее для семеноводства хлопчатника сроки сортообновления имеют огромное экономическое значение. Удлинение срока только на один год позволяет сократить площади элитных посевов минимум в пять раз. Это значительно улучшит качество элитных семян и снизит затраты на их производство.

Глава III

СИСТЕМА СЕМЕНОВОДСТВА

Каждый сорт хлопчатника проходит три основные этапа: первый — выведение сорта в селекционном учреждении и его предварительное размножение; второй — всесторонняя оценка сорта по биологическим и хозяйственным признакам в государственной сортоиспытательной сети; третий — размножение семян районированного сорта в семеноводческих хозяйствах и внедрение его в производственные посевы.

Последний этап (третий) и представляет собой семеноводство.

Семеноводческая работа начинается после районирования нового сорта, т. е. утверждения его для производственных посевов в определенных районах.

Основная задача семеноводства — выращивание, заготовка и доведение до колхозов и совхозов высококачественного семенного материала с сохранением всех признаков и свойств, присущих данному сорту. Известно, что в процессе размножения (репродуцирования) сорта хлопчатника, так же, как и других культур, засоряются биологическим и механическим путями. Поэтому семена таких сортов необходимо периодически заменять на новые, высококачественные.

Исходя из этого, семеноводство призвано выполнять два основных требования:

Система селекции и семеноводства хлопчатника

Звено системы	Задача звена	Исполнитель
Селекция	Выведение новых сортов	Научно-исследовательские учреждения
Предварительное размножение	Предварительное размножение и доработка новых сортов	Элитные хозяйства предварит. размнож. в совхозах и научно-исследовательских учреждениях
Государственное сортоиспытание	Объективная, всесторонняя оценка нового сорта и рекомендация к использованию его в определенных районах	Сортоучастки государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур
Семеноводство (производство семенного материала)	Производство семян элиты и I репродукции районированного сорта	Элитно-семеноводческие хозяйства в колхозах и совхозах
	Производство семян II и III репродукции районированного сорта	Семеноводческие хозяйства в колхозах и совхозах
Семенное дело (отбор и заготовка семенного фонда)	Выбор семенных полей (апробации)	Органы сельского хозяйства, колхозы и совхозы
	Заготовка, переработка, хранение, подготовка к посеву и выдача семян на посев	Государственные заготовительные пункты и хлопкозаводы под контролем семенных лабораторий Агропрома
	Контроль за обращением с семенным материалом в колхозах, совхозах, заготовительных пунктах, хлопкозаводах. Оценка посевных качеств семян и распределение по колхозам и совхозам	Семенные хлопковые лаборатории и семенные станции Министерства сельского хозяйства Агропрома республики
Методическое руководство и контроль	Методическое руководство и контроль за работой элитных хозяйств и семенных хлопковых лабораторий	Республиканские семенные хлопковые станции Агропрома республики
	Контроль за работой республиканских семенных хлопковых станций, элитных хозяйств и семенных лабораторий	Центральная контрольно-семенная хлопковая станция Агропрома СССР

1. Заменять семена одного сорта на семена другого, районированного сорта. Это мероприятие называется **сортосменой**.

2. Заменять засоренные семена на чистосортные семена того же сорта. Это называется **сортобновлением**.

Для выполнения этих требований существует система семе-

новодства хлопчатника, которая вместе с селекцией и сортоиспытанием состоит из следующих звеньев:

выведенный на селекционной станции новый сорт хлопчатника передается одновременно на предварительное размножение и государственное сортоиспытание;

предварительное размножение нового сорта (до его районирования) проводят в специально выделенных для этой цели элитно-семеноводческих хозяйствах предварительного размножения, расположенных в совхозах. Здесь новый сорт дорабатывается и размножается.

государственное сортоиспытание новый сорт проходит на государственных сортоиспытательных участках, расположенных в колхозах и совхозах, где он всесторонне оценивается по биологическим и хозяйственным признакам. Новый сорт, показавший преимущества перед старым сортом, районирован, т. е. утверждается для высева в определенных районах.

С этого момента семена нового районированного сорта из хозяйств предварительного размножения передают на массовое размножение в семеноводческие хозяйства.

Семеноводство — производство семенного материала районированного сорта — осуществляется по следующей системе:

Элитные хозяйства	Производство семян элиты и I репродукции
Семеноводческие хозяйства	Производство семян II и III репродукций

Поступившие из предварительного размножения семена нового районированного сорта высевают в элитных питомниках элитно-семеноводческих хозяйств, расположенных в колхозах и совхозах тех районов, для которых этот сорт районирован. Полученные с элитных посевов семена высевают на следующий год в том же хозяйстве и эти посевы называют 1-й репродукцией.

Семена с посевов 1-й репродукции называют семенами 1-й репродукции, их высевают на следующий год в других хозяйствах и эти посевы называют 2-й репродукцией и т. д. до посевов 4-й репродукции. Семена, полученные с посевов 4-й репродукции, на дальнейший посев не используют, а отправляют для переработки на масло и другие продукты. Таким образом, весь цикл размножения семян хлопчатника, от элиты до 4-й репродукции, занимает пять лет.

Размножение семян какого-либо сорта хлопчатника по этой схеме идет непрерывно, до тех пор, пока данный сорт высевают в хлопководческих хозяйствах. Исходным пунктом размножения семян районированного сорта являются элитные питомники, их закладывают ежегодно в элитно-семеноводческих хозяйствах. Здесь, не прерываясь, ведется работа в двух направлениях:

1. Производство элитных семян.

2. Отбор родоначальных растений, семена которых пойдут на восстановление элитных питомников в следующем году.

Семенное дело — отбор и заготовка семенного фонда заключается в мероприятиях по отбору семенных полей (апробация), сбору и заготовке семенного материала, переработке его на хлопкозаводах, хранению, определению посевных качеств и распределению по колхозам и совхозам.

В проведении этих мероприятий участвуют агрономы Госагропрома областных АПО и РАПО, семенные хлопковые лаборатории, семенные хлопковые станции, семеноводческие колхозы и совхозы, заготовительные пункты и хлопкоочистительные заводы. Все работы по отбору семенных полей, заготовке семенного материала и его распределению на посев проходят по планам Госагропрома республики и под контролем семенных хлопковых лабораторий, которые выступают в качестве государственных контролеров по семенному фонду хлопчатника.

Структура семеноводства. Вся система семеноводства хлопчатника возглавляется Госагропромом СССР, а семеноводческие мероприятия осуществляются через Госагропромы республик и сельскохозяйственные органы на местах.

Госагропром СССР утверждает планы районирования сортов хлопчатника на основе предложений республики и Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, планирует производство и заготовку семян хлопчатника для межреспубликанских перебросок; утверждает положения о семеноводческих учреждениях по хлопчатнику; принимает и вносит на утверждение Комитета по стандартизации описания стандартов на посевные семена и на методы отбора проб и анализа семян хлопчатника; утверждает все инструкции по производству и заготовке посевных семян хлопчатника.

Такая централизованная система семеноводства хлопчатника создает все условия для производства хлопкового волокна в соответствии с требованиями народного хозяйства, а также для проведения всех семеноводческих мероприятий по единой научно обоснованной методике.

Госагропромы республик полностью отвечают за состояние семеноводства хлопчатника в республике. В соответствии с этим они планируют все мероприятия по семеноводству хлопчатника и выполняют их через областные АПО. Непосредственными исполнителями мероприятий по семеноводству хлопчатника являются колхозы, совхозы и РАПО, элитные хозяйства и семенные хлопковые лаборатории.

Элитные хозяйства содержит государство. Они находятся в колхозах и совхозах и подчинены областным АПО. Они воспроизводят семена элиты и 1-й репродукции. РАПО руководят семеноводством в семеноводческих хозяйствах и производством семян 2-й и 3-й репродукций.

Семенные хлопковые лаборатории также находятся на государственном бюджете и помещаются на территории хлопководов, но подчиняются областному АПО. Лаборатории осуществляют контроль за обращением с семенным материалом в семеноводческих хозяйствах, заготовках и хлопководствах, определяют посевные качества семян и распределяют их на посев.

Методическое руководство и контроль за работой элитных и семеноводческих хозяйств, а также семенных хлопковых лабораторий осуществляют республиканские семенные хлопковые станции. Контролирует соблюдение во всех хлопководческих республиках Советского Союза единой методики по воспроизводству семенного материала, определению посевных качеств семян и правильному обращению с фондом Центральная контрольно-семенная хлопковая станция Госагропрома СССР.

Хлопкоочистительная промышленность — материальный держатель всего семенного фонда хлопчатника. Поэтому их органы участвуют в планировании и выполнении всех мероприятий по заготовке семенного фонда и распределению его на посев.

Установленная в Советском Союзе государственная монополия на хлопок-сырец создала благоприятные условия для проведения всех семеноводческих мероприятий по хлопчатнику. Весь семенной материал хлопчатника, выращенный в колхозах и совхозах, в обязательном порядке продается государству в виде семенного хлопка-сырца, из которого создается государственный семенной фонд. В связи с этим хлопководческие хозяйства выращивают только те сорта хлопчатника, семена которых получают от государственных заготовительных пунктов. Поэтому районирование сортов, использование на посев только семян высшего качества осуществляется точно по планам госагропромов республик. Благодаря этому, начиная с 1930 г., всю площадь посевов хлопчатника засевают только сортовыми семенами.

Кроме того, сосредоточение всего семенного фонда хлопчатника непосредственно в руках государства позволило создать такую систему семеноводства, по которой каждое хозяйство (колхоз, совхоз) ежегодно получает новые семена. В этом состоит одно из принципиальных отличий семеноводства хлопчатника от семеноводства зерновых культур.

Предварительное размножение семян новых, нерайонированных сортов хлопчатника. В отличие от семеноводства зерновых культур, вся семеноводческая работа по хлопчатнику проводится в семеноводческих совхозах и колхозах. Предварительное размножение нового сорта представляет продолжение селекционной работы на расширенных площадях — десятках и сотнях гектаров. Здесь новый перспективный сорт дорабатывают и размножают. Эта работа проводится в специальных элитно-семеноводческих хозяйствах, расположенных в совхозах.

Новый сорт хлопчатника, передаваемый селекционными учреждениями на предварительное размножение, должен быть

по одному или нескольким основным признакам лучше, а по остальным не хуже районированного сорта, на замену которого он выдвигается. При передаче нового сорта в предварительное размножение селекционные учреждения представляют полную характеристику: происхождение сорта, особенности агротехники, урожайности, скороспелости и хозяйственные качества (крупность коробочки, выход и технологические качества волокна, устойчивость к болезням и др.). Все эти сведения о сорте даются в сопоставлении с районированным сортом, Семена нового сорта передаются в виде индивидуальных отборов на площадь не менее 1 га посемейных сборов — 3 га из расчета нормы высева не менее 40 кг семян на 1 га посева.

Одновременно с передачей семенного материала селекционное учреждение представляет элитному хозяйству характеристику каждого индивидуального отбора: массы семян, длины волокна, а по семьям, от которых взяты индивидуальные отборы, — хозяйственных качеств и технологических свойств волокна. В каждом элитном хозяйстве предварительного размножения допускается к размножению не более 5 новых сортов, так как большее количество сортов сильно усложняет работу элитного хозяйства и увеличивает возможности засорения одного сорта другим.

Новый сорт находится в предварительном размножении до тех пор, пока Государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур не даст по нему окончательного заключения. Сорта, не показавшие по данным Государственного сортоиспытания каких-либо преимуществ по сравнению с районированным сортом, с дальнейшего размножения снимаются. Сорта, оказавшиеся перспективными, районированы в установленном порядке, а семена этих сортов передаются на дальнейшее размножение в элитно-семеноводческие хозяйства.

Вся работа по размножению семян новых сортов в элитных хозяйствах предварительного размножения проводится под методическим руководством селекционных станций. Работа ведется методом непрерывного индивидуального отбора с проверкой по потомству.

Полученные от селекционного учреждения семена родоначальных растений (индивидуальные отборы) проверяют в потомствах несколько лет подряд в полевых и лабораторных условиях по хозяйственным качествам и технологическим свойствам волокна. Для этого в элитных хозяйствах предварительного размножения ежегодно закладываются два питомника: первый год — семенной, второй — семенное размножение.

Семенной питомник. В нем ежегодно закладывают семена индивидуального отбора. Семена каждого отбора высевают в отдельный рядок размером 40—50 гнезд. Такой рядок растений — потомство одного растения (индивидуального отбора) — называется семьей.

Семенное размножение закладывают семенами, собранными

ми в семенном питомнике на лучших, типичных семьях. Здесь семена каждой семьи также высевают отдельными деланками. В обоих элитных питомниках после прорезживания оставляют по одному растению в гнезде. Выращивание элитного семенного материала производят на высокоплодородном фоне при своевременном и высококачественном проведении всех агроприемов.

Самой ответственной и наиболее трудоемкой работой на предварительном размножении нового сорта является полевой просмотр. Его проводят при обязательном участии селекционера-оригинатора сорта. В течение летнего периода в обоих питомниках проводят не менее двух полевых просмотров всех растений. Эта работа требует большой внимательности и осторожности со стороны селекционера — автора сорта и семеновода. Новый сорт в первые годы размножения обычно представляет совокупность семей с различным генотипом, различающихся по морфологическим и хозяйственным признакам. Селекционер должен хорошо представлять себе тот тип растения, который по комплексу признаков будет отвечать поставленным задачам. От правильности взятого селекционером типа растения и проведения отборов в этом направлении зависит судьба нового сорта. Даже незначительные отклонения по отдельным признакам могут привести к потере сортом продуктивности или технологических качеств волокна. Поэтому в первые два года работы с новым сортом бракуют только семьи, резко отличающиеся от основного типа сорта.

Одновременно группируют все незабракованные семьи, характеризующиеся одним и тем же типом, но несколько различающиеся между собой по одному или нескольким признакам. Эти группы тщательно изучают по хозяйственным качествам и отбирают одну, наиболее ценную, которую и размножают в дальнейшем.

Такое направление семеноводческой работы с новым сортом на первых этапах его размножения дает возможность улучшить сорт по отдельным признакам. Так было с районированными сортами 8517, 6116, 36M₂, 2034, 10964, 2836 и другими, которые были улучшены семеноводами по сравнению с первоначальным материалом, переданным селекционерами в размножение.

Сорт 8517 благодаря правильно взятому семеноводами направлению в отборе стал более устойчивым к полеганию. Сорта 6116, 36M₂, 2034 были значительно улучшены семеноводами по выходу и качеству волокна. Сорта С-450-555, 10964, 2836 были выделены семеноводами из популяций, переданных селекционерами на размножение.

Во время полевых просмотров, кроме нетипичных, бракуют также семьи, отстающие в развитии, сильно пораженные болезнями — вилтом или гоммозом, малоурожайные, позднеспелые. Отдельные нетипичные растения, встречающиеся в неза-

бракованных семьях, вырывают и выносят с поля, а семьи, имеющие более двух нетипичных растений, выбраковывают. Каждую выбракованную семью отмечают в полевой ведомости и в поле путем навешивания этикеток на двух крайних растениях семьи — в начале и в конце ряда.

По окончании полевых просмотров на семенном питомнике намечают семьи из числа незабракованных, на которых будут заготавливать индивидуальные отборы для посева на семенном питомнике будущего года. Для этого семеновод совместно с селекционером просматривают по каждой семье записи за текущий год, а также имеющиеся за прошлый год данные, характеризующие отдельные семьи по хозяйственным качествам, — крупности коробочек, длине и выходу волокна. Семьи, имеющие показатели за два года, типичные для данного сорта, намечают для заготовки с них отборов.

Отбор растений для заготовки с них семян индивидуальных отборов является самой ответственной работой, так как от нее зависит качество элиты нового сорта. Поэтому все работы по заготовке индивидуальных отборов проводят при обязательном участии автора сорта. План заготовки индивидуальных отборов устанавливает ежегодно Госагропром республики по согласованию с научно-исследовательской организацией, где выведен данный сорт.

На каждый гектар семенного питомника заготавливают 1500—2000 отборов из расчета, что около 50% из них будет забраковано по данным лабораторного анализа.

Выбор растений для индивидуальных отборов производят в два приема: первый — в начале созревания коробочек и второй — перед самым сбором урожая. В первый раз намечают лучшие растения по накоплению коробочек, по крупности коробочки, определяют органолептическим методом длину, крепость и выход волокна. Окончательный выбор индивидуальных отборов производят по темпам созревания коробочек и общему урожаю семенное хлопка-сырца.

Сбор урожая хлопка-сырца. Перед сбором урожая, за два-три дня, на семенном питомнике собирают пробные образцы хлопка-сырца для лабораторного анализа по определению хозяйственных качеств (выход, длина волокна и технологические показатели). С каждой незабракованной семьи со здоровых, нормально развитых растений симподия. К сбору урожая семенного хлопка на элитных питомниках приступают при наличии зрелой коробочки на 7—9 плодовой ветви.

Сбор на семенном питомнике проводят в следующем порядке: сначала собирают пробные образцы, затем урожай сырца с забракованных растений и семей, после чего собирают хлопок-сырец с индивидуальных отборов и последним собирают урожай с каждой незабракованной семьи в отдельный мешок.

На семенном размножении пробные образцы не

берут, ограничиваются полевыми просмотрами. К сбору урожая на семенном размножении также приступают при наличии на растениях 7—9 зрелых коробочек. Здесь начинают сбор на забракованных семьях и отдельных растениях, после чего убирают семенной хлопок со всех незабракованных семей и сдают на хлопкозавод как элитный семенной материал.

Лабораторный анализ и отбор семенного материала. Хлопок-сырец пробных образцов и индивидуальных отборов подвергают лабораторному анализу. Пробные образцы анализируют на крупность коробочки, выход волокна, длину волокна, прочность и метрический номер. По индивидуальным отборам определяют массу семян каждого отбора и длину волокна.

Все лабораторные анализы проводят по одной методике, утвержденной Госагропромом СССР. На основе данных полевой и лабораторной оценки отдельных семей, собранных в семенном питомнике, проводят выбраковку семей, имеющих сниженные показатели по отдельным признакам. На посев в семенном размножении будущего года отбирают лучшие семьи по урожайности, скороспелости, крупности коробочки, выходу, длине, прочности и метрическому номеру волокна. Индивидуальные отборы, собранные на семьях, которые по результатам лабораторного анализа выбраковывают, также переводят в брак. Кроме того, индивидуальные отборы дополнительно оценивают по весу семян и длине волокна, и часть из них, имеющих сниженные показатели, выбраковывают. Результаты браковки и отбора элитных материалов утверждает комиссия Госагропрома республики с участием представителей селекционных учреждений, республиканской семенной хлопковой станции и элитных хозяйств.

Производство семенного материала районированных сортов. Производство семян районированного сорта начинается с момента его районирования и проводится непрерывно до тех пор, пока данный сорт высевают в колхозах и совхозах.

Новый сорт хлопчатника, прошедший всестороннюю и объективную оценку в системе государственного сортоиспытания, на полях колхозов и совхозов и показавший какие-либо преимущества перед районированным местным сортом, утверждают для производственных посевов в определенных районах, т. е. районируют.

К этому времени новый сорт в результате элитно-семеноводческой работы в элитных хозяйствах предварительного размножения становится довольно однородным и имеет некоторый запас семян. Эти семена пускают на замену старого районированного сорта. Такая замена одного сорта другим называется сортосменой. Одновременно элитно-семеноводческая работа с этим сортом из хозяйств предварительного размножения передается в производственные элитные хозяйства.

Производственные элитные хозяйства. Организуются по зонам, характеризующимся примерно одинаковыми почвенно-

климатическими условиями. Сеть элитных хозяйств утверждается правительством республики. Каждое элитное хозяйство производит семена только одного районированного сорта хлопчатника.

В хозяйствах, производящих семена элиты, высев других сортов хлопчатника и проведение сортоиспытаний не допускаются. В каждом элитном хозяйстве заготавливают столько семян элиты, чтобы их хватило для планомерного сортообновления по пятилетней схеме, примерно на площади 40—50 тыс. га (см. схему).

Органы сельского хозяйства хлопкосеющих республик проводят большую работу по коренному улучшению семеноводства хлопчатника, по специализации и концентрации производства посевных семян, переводу семеноводства на промышленную основу. Для этого проводится укрепление элитно-семеноводческих хозяйств и расширение в них семенных посевов. Органы хлопкоочистительной промышленности осуществляют специализацию хлопкоочистительных заводов и заготовительных пунктов на заготовке, переработке семенного хлопка и подготовке семян к посеву.

Элитные семена с 50 га постепенно размножаются и будут занимать следующие площади: семенами элиты засевают 400 га (примерно), и эти посевы называются первой репродукцией. Семенами с посевов 1-й репродукции засевают примерно 2500 га посевов 2-й репродукции. Семенами 2-й репродукции будут засеяны около 10000 га посевов 3-й репродукции, семена с которых пойдут на посевы 4-й репродукции на площади примерно 40000 га. Семена 4-й репродукции, как правило, на посев не используют.

Таким образом, семена, выпущенные элитным хозяйством, используются в производстве четыре года подряд, а вся схема сортообновления, включая производство семян элиты, укладывается в пять лет.

Иногда при недостатке семян третьей репродукции высевают семена четвертой и последующих репродукций. Но такие семена считаются нестандартными.

При выращивании семян элиты должны решаться следующие задачи:

сохранение всех ценных биологических свойств и хозяйственных качеств сорта при высокой морфологической однородности;

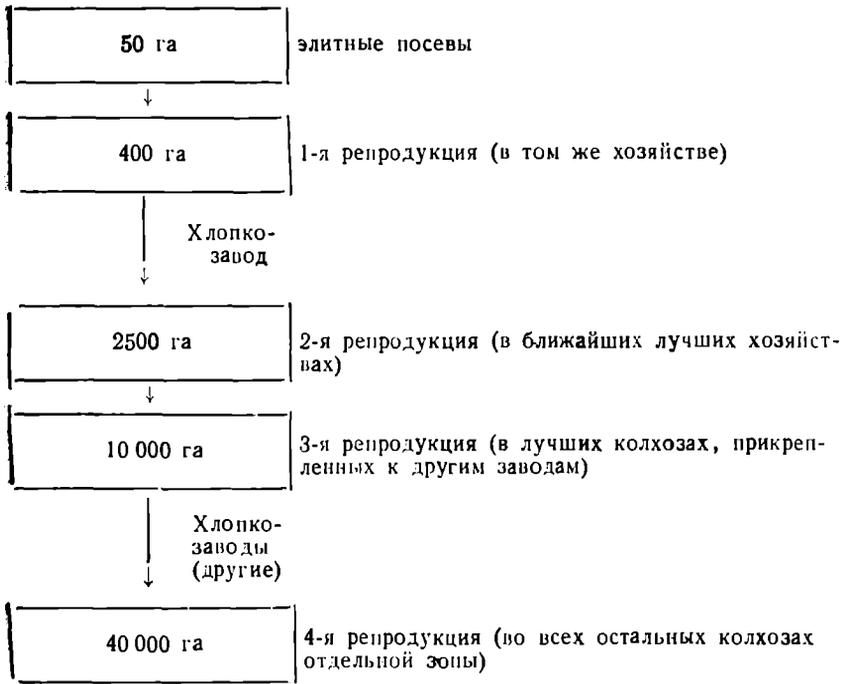
создание в процессе семеноводческой работы условий для улучшения этих ценных качеств;

сохранение высокой чистосортности путем отбора и предотвращения биологического и механического засорения.

Решаются эти задачи при помощи индивидуального отбора лучших растений и семян из урожая, полученного при оптимальных условиях выращивания. Схема производства семян элиты должна быть построена так, чтобы она позволяла при-

Схема

сортообновления хлопчатника на примере одного элитного хозяйства



Хлопок-сырец 4-й репродукции является техническим и все семена передаются на маслозаводы.

менять отбор лучших растений и выращивать растения в направлении повышения их продуктивности.

Исходя из этих положений до 1951 г. методика производства семян элиты хлопчатника строилась на основе двух принципов:

1. Индивидуальный отбор с проверкой по потомству.
2. Выращивание семенных растений в оптимальных условиях.

Эта методика позволяет сохранять сорт со всеми присущими ему биологическими и хозяйственно-ценными признаками на время использования сего в производстве при условии правильно организованного семеноводства и высокой агротехники на семенных посевах. Известно, что этим методом некоторые новые недоработанные сорта в процессе их размножения в элитных хозяйствах были улучшены по отдельным признакам (8517, 2034, 18819, 6116, 10964, 2836 и др.). Однако в 1951 г. в эту методику был введен новый прием — внутрисортные скрещивания.

Внутрисортовое скрещивание. Внутрисортовое скрещивание первоначально предлагалось как прием, препятствующий вырождению сорта под действием длительного самоопыления (инбридинга). В настоящее время доказано, что, как правило, самоопыление хлопчатника не ведет к депрессии даже при очень длительном инбридинге. Тем не менее у отдельных сортов наблюдается положительная реакция на внутрисортовое скрещивание. Это связано с тем, что способность к перекрестному опылению у разных сортов хлопчатника выражена в разной степени. Чем выше склонность к перекрестному опылению, тем эффективнее внутрисортовое скрещивание, особенно в условиях слабого лета пчел. Поэтому было принято решение о разработке инструкции, предусматривающей производство семян элиты без применения и с применением внутрисортового скрещивания, в зависимости от эффективности данного приема для каждого конкретного сорта. Эффективность скрещивания изучается в селекционном учреждении-оригинаторе. Начало внутрисортового скрещивания по районированным сортам устанавливается Госагропромом республики по согласованию с автором сорта и селекционным учреждением и утверждается Госагропромом СССР. Инструкция по производству семян элиты издана в 1981 г.

Глава IV

МЕТОДИКА ПРОИЗВОДСТВА СЕМЯН ЭЛИТЫ

Для производства семян элиты в зависимости от принятого метода закладывают следующие питомники:

- | | |
|---|---------------------------------|
| с проведением внутрисортового скрещивания | без внутрисортового скрещивания |
| а) питомник внутрисортового скрещивания; | а) семенной питомник 1-го года; |
| б) семенной питомник; | б) семенной питомник 2-го года; |
| в) семенное размножение. | в) семенное размножение. |

Инструкцией Госагропрома СССР, утвержденной в 1967 г., предусмотрен один семенной питомник. Семенной питомник 2-го года введен Госагропромом Узбекской ССР для элитных хозяйств Узбекистана.

Производство семян элиты без внутрисортового скрещивания. Производство семян элиты без проведения внутрисортового скрещивания основано на непрерывном индивидуальном отборе лучших типичных растений с проверкой потомств этих растений в течение трех поколений на семенных питомниках и семенном размножении, при выращивании их на высоком агротехническом фоне.

Семенной питомник (1-го года) (размножение и отбор луч-

ших потомств индотборов без внутрисортного скрещивания). Площадь семенного питомника и число индивидуальных отборов, родоначальников будущей элиты, должны обеспечивать ежегодное воспроизводство семян элиты в количестве, необходимом для систематического сортообновления по пятилетней схеме на всей площади, привязанной к данному элитному хозяйству, с сохранением на всех этапах размножения семян сортовых признаков и свойств, присущих данному сорту. Некоторые специалисты считают, что при длительном отборе в пределах одного и того же семенного материала происходит обеднение наследственности, снижение гетерогенности. Это ведет к ухудшению жизнеспособности и урожайных свойств элиты. Чтобы избежать это, они предлагают установить допустимое минимальное число родоначальников, которое должно высеваться в каждом элитном питомнике, и кроме индивидуальных отборов, заготавливаемых в своем хозяйстве, высевать в семенном питомнике также лучшие отборы из других элитных хозяйств, работающих с тем же сортом. Экспериментальных данных по этому вопросу ни по одной культуре нет. Некоторые исследования в этом направлении приводят к обратным заключениям.

Исследования Г. П. Цитохонян на Ленинанканской селекционной станции с яровой пшеницей Эринацеум показали, что никакой депрессии сорта от сокращения родоначальников не происходит. Наоборот, жесткая браковка, при которой из 940 родоначальников на четвертый год сохранилось только 66 потомств, привела к повышению урожайных свойств элиты на 2—3 ц/га. Это позволило автору сделать вывод: «Чем строже отбор и чем меньше число линий (потомств) отобрано в семенной питомник, тем выше будет качество элиты»*.

По принятой методике производства семян элиты хлопчатника, на семенном питомнике первого года обычно высевают 1000—1200 индивидуальных отборов, заготовленных в лучших семьях своего семенного питомника. Каждый индивидуальный отбор высевают в отдельный рядок по 40—50 гнезд согласно посевной ведомости (см. приложение). Посев проводят вручную или сеялкой, приспособленной к высеву семян индотборов, с междурядьями, принятыми в хозяйстве и междугнездьями 20—40 см. Площадь питомника зависит от общей площади элитных посевов — от 0,5 га до 1,0 га. После прореживания в каждом гнезде оставляют по одному растению. Это обязательное условие, так как только при одиночном размещении растений нормально развиваются все морфологические признаки, особенно плодовые ветви, что необходимо для правильной оценки типичности отдельных растений.

* Г. П. Цитохонян. Производство элиты способом многократного отбора с выделением малого числа линий. Селекция и семеноводство, 1966 г., № 1.

Полевые просмотры так же, как и в предварительном размножении, являются самой ответственной и трудоемкой работой при производстве семян элиты. На семенном питомнике 1-го года проводят два полевых просмотра: первый — в период массового цветения (июль) и второй — в начале созревания коробочек (август — сентябрь).

В процессе полевых просмотров выбраковывают нетипичные семьи (по морфологическим признакам), а также отстающие в развитии, пораженные гоммозом или вилтом. Эти семьи отмечают в полевой ведомости (см. приложение) и в поле этикетками (брак). Отдельные нетипичные, больные, недоразвитые растения, встречающиеся в незабракованных семьях, вырывают и выносят с поля. Семьи, имеющие более двух нетипичных растений, также выбраковывают. Особенной тщательности требует второй полевой просмотр, во время которого дают ориентировочную оценку качеству хлопка-сырца и волокна органолептическим методом. Во время этого просмотра, кроме дополнительной браковки нетипичных семей и растений, обязательно выбраковывают отдельные малоурожайные, позднеспелые, сильно пораженные болезнями и вредителями семьи.

Сбор урожая семенного хлопка на семенном питомнике 1-го года проводят в один прием при наличии на растениях 7—9 вполне зрелых коробочек. Делают это в следующем порядке: 1. Сбор пробных образцов хлопка-сырца. 2. Сбор хлопка-сырца с забракованных семей и растений. 3. Сбор семенного хлопка-сырца с отобранных семей.

Пробный образец — это хлопок-сырец, собранный из 100 коробочек каждой отобранной (незабракованной) семьи. Хлопок-сырец берут со всех здоровых, нормально развитых растений семьи, с первых мест второй и третьей плодовых ветвей, по две-три коробочки с растения. Для правильного учета собранных коробочек их собирают в специально изготовленный ящик с ячейками или сумки со счетчиком.

Каждый пробный образец укладывают в отдельный мешочек. На нем пишут номер семьи, а внутрь его вкладывают этикетку с такой же надписью. Пробные образцы подвергают лабораторному анализу на крупность коробочки (массу хлопка-сырца), выход и длину волокна.

Сбор хлопка-сырца с бракованных семей и отдельных бракованных растений производят за 1—2 дня до сбора семенного материала хлопка-сырца с отобранных семей. Весь хлопок-сырец с бракованных растений немедленно сдают на хлопкозавод как товарный (технический).

Сбор семенного хлопка с незабракованных семей проводят раздельно по каждой семье отдельные, заранее пронумерованные мешки. Внутри мешков вкладывают этикетки с тем же номером. В семенной хлопок берут только сырец из здоровых, вполне зрелых коробочек, расположенных на первом-втором местах до 7—9 плодовой ветви. Перед джиппрованием урожай

хлопка-сырца с каждой семьи взвешивают отдельно и затем рассчитывают полученную урожайность на один рядок и на одно растение. При этом в урожай семенного хлопка по каждой семье включают массу хлопка-сырца, собранного со всей семьи, и массу сырца пробного образца, и заносят в ведомость учета урожая семенного хлопка-сырца (см. приложение). На основе результатов полевых просмотров, лабораторных анализов и данных по оценке семей за прошлый год отбирают семьи для посева в семенном питомнике 2-го года.

Семенной питомник 2-го года (размножение и отбор лучших потомств семей семенного питомника 1-го года, без применения внутрисортного скрещивания). На семенном питомнике 2-го года высевают не менее 500 лучших семей, заготовленных на семенном питомнике 1-го года, на площади 2,5—5,0 га. Каждую семью высевают отдельно на нескольких рядках по 100 гнезд при междурядье, принятом в хозяйстве, и междугнездиях 20—40 см в зависимости от сорта и плодородия почвы. Посев проводят руками или сеялкой. После прорезывания здесь также оставляют по одному растению в гнезде.

Полевые просмотры на семенном питомнике 2-го года проводят в те же сроки, что и на семенном питомнике 1-го года. На основе результатов полевых просмотров и учета оценки семей за предыдущий год намечают семьи, подлежащие выбраковке, отбирают лучшие для посева на семенном размножении будущего года и для заготовки с них индивидуальных отборов на посев семенного питомника первого года в будущем году.

Для оценки хозяйственных качеств хлопка-сырца и волокна на семенном питомнике 2-го года отбирают пробные образцы хлопка-сырца по 100 коробочек с каждой семьи. Эти образцы подвергают полному анализу: на крупность коробочки, выход и длину волокна, прочность и метрический номер волокна.

Сбор урожая хлопка-сырца на семенном питомнике 2-го года проводят в том же порядке, что и на семенном питомнике 1-го года. Здесь же на лучших семьях заготавливают индивидуальные отборы. Сбор индивидуальных отборов проводят после брака, до общего сбора урожая с незабракованных семей.

Семенное размножение (размножение и отбор семей, полученных с семенного питомника второго года). Семенное размножение начинается с посева семян, заготовленных с незабракованных семей семенного питомника 2-го года. Здесь высевают не менее 250 потомств на площади 20—40 га. Сев ведется тракторной сеялкой, каждую семью высевают отдельно в один или несколько заходов, что зависит от длины гона и количества семян в семье. Для удобства перед посевом все семьи группируют по массе семян, включая в отдельные группы семьи примерно с одинаковой массой семян. Исходя из количества семян в группах, выбирают участок земли и определяют число

гонов для каждой группы семей. После прорезживания в каждом гнезде также оставляют по одному растению.

Полевой просмотр на семенном размножении проводят один раз — в начале созревания коробочек. В процессе полевого просмотра отбирают лучшие семьи и выбраковывают нетипичные, позднеспелые, малоурожайные, сильно пораженные болезнями.

Сбор семенного хлопка проводят в два приема: первый — при наличии на четвертом-пятом симподии зрелых, нормально раскрывшихся коробочек и второй — при наличии на седьмом-девятом симподии зрелых коробочек.

В первую очередь собирают урожай с выбракованных семей и отдельных растений и сдают его на заготпункт как товарный (технический). Семенной хлопок, собранный с незабракованных семей, объединяют в одну партию, складывают в новые мешки, снаружи которых наклеивают, а внутрь вкладывают этикетку с надписью: наименование элитного хозяйства, сорт, элита, срок сбора и сдают на заготпункт как элиту сорта. В результате всех семеноводческих мероприятий, проведенных на элитных питомниках, семена элиты должны иметь 100%-ную сортовую чистоту, полностью отвечать требованиям стандарта на посевные семена, иметь всхожесть не ниже 2-го класса, а волокно обладать высокими технологическими свойствами, присутствиями данному сорту.

Производство семян элиты с применением внутрисортového скрещивания. При этом методе производство семян элиты начинается с питомника внутрисортového скрещивания, который является основным, и от правильности проведения всех мероприятий на нем зависит качество будущей элиты.

Питомник внутрисортového скрещивания состоит из двух частей — материнской и отцовской. Материнскую часть питомника закладывают семенами индивидуальных отборов, которые заготавливают в своем хозяйстве на семенном размножении. Отцовскую часть закладывают смесью семян индивидуальных отборов, получаемых из других элитных хозяйств, работающих с тем же сортом, или же каждый отбор высевается отдельным рядком. В тех случаях, когда элитная работа по отдельному сорту ведется только в одном элитном хозяйстве, для отцовской части питомника используют индивидуальные отборы своего хозяйства, заготовленные в предыдущие один-два года.

Одно из важных условий, определяющих успех внутрисортového скрещивания, является правильный подбор отцовских форм. Они должны быть одинаковыми по морфологическим и технологическим качествам с материнским.

Для каждого элитного хозяйства подбор отцовских элит проводится по заявкам элитных хозяйств и рекомендации научно-исследовательского учреждения с последующим утверждением их госагропромом республики.

Окончательный выбор индивидуальных отборов для отцовской части питомника внутрисортного скрещивания проводит комиссия госагропрома республики с участием представителя научно-исследовательского учреждения и заведующего элитным хозяйством.

Материнскую и отцовскую части питомника внутрисортного скрещивания закладывают на отдельных участках или материнские отборы и смесь отцовских отборов закладывают на одном участке, размещая их смежными рядами.

Для усиления разнокачественности между материнскими и отцовскими формами рекомендуется на отцовской части питомника создавать другой, но обязательно высокоплодородный фон, а также высевать в другие сроки.

В каждом элитном хозяйстве на материнской части питомника внутрисортного скрещивания высевают 600—800 индивидуальных отборов на площади 0,5—0,8 га. Каждый отбор высевают на одном ряду по 40—50 гнезд согласно посевной ведомости. На отцовской части питомника высевают смесь 400—600 индивидуальных отборов на площади 0,4—0,5 га. Вся площадь питомника внутрисортного скрещивания составляет 0,9—1,3 га, иногда она может быть увеличена.

Сев проводят вручную или тракторной сеялкой, приспособленной к высеву семян индивидуальных отборов, по маркированному полю при междурядьях, принятых в хозяйстве и междугнездях 20—40 см. При прореживании в каждом гнезде оставляют по одному растению.

Полевые просмотры. Полевые просмотры на питомнике внутрисортного скрещивания начинают непосредственно перед скрещиванием, т. е. за один-два дня до цветения. Качество скрещивания проверяют через каждые пять-шесть дней проведением повторных контрольных просмотров. При полевых просмотрах на материнской части, кроме нетипичных, бракуют также семьи, отстающие в развитии, пораженные гоммозом и вилтом. Эти семьи отмечают в полевой ведомости и в поле этикетками (брак), затем исключают из скрещивания. Отдельные нетипичные, большие, недоразвитые растения, встречающиеся в незабракованных семьях на материнской, а также на отцовской части, имеющие более двух нетипичных растений, выбраковывают. Для скрещивания берут лучшие семьи и в них лучшие растения.

К скрещиванию приступают, когда на половине растения имеется хотя бы один цветок, и продолжают непрерывно 20—25 дней.

Скрещивание проводят утром с момента открытия цветов в течение 1,5—2 часов. Кастрацию и изоляцию материнских цветов не делают. Скрещивание заключается в следующих операциях: а) сбор зрелой пыльцы с отцовских растений; б) нанесение пыльцы на рыльце материнского цветка.

Пыльца собирается легким встряхиванием цветка, отчего

она осыпается в подставленный стакан или чашку. Сбранную пыльцу с возможно большего числа цветов отцовских растений подносят к материнским растениям и при помощи мягкой кисточки или ваты наносят на рыльце материнских цветов. Опыляют цветы, расположенные на первых-вторых местах плодовых ветвей, примерно до 7—8 ветви. По окончании скрещивания отмечают последний скрещенный цветок на каждом растении подвязыванием к плодовой ветке хорошо заметной цветной нитки.

На каждый гектар посева будущего года (семенной питомник) скрещивают: по сортам советского хлопчатника — 25—30 тыс. цветов и по сортам советского тонковолокнистого хлопчатника 35—40 тыс. цветов.

В начале созревания коробочек на материнской части питомника проводят окончательный полевой просмотр, в процессе которого дополнительно бракуют все семьи, оказавшиеся с ослабленным плодоношением, позднеспелые, пораженные болезнями.

Сбор урожая семенного хлопка с материнских растений проводят отдельно по семьям только с незабракованных семей при созревании всех коробочек от скрещенных цветов. В случае наступления ранних заморозков до созревания всех скрещенных коробочек сбор проводят не позднее, чем через десять дней после заморозка, и только созревших коробочек. Для определения массы хлопка-сырца одной коробочки урожай собирают с учетом количества коробочек на каждой семье. Количество собранных коробочек по каждой семье подсчитывают тут же при сборе и записывают в полевую ведомость и на этикетку, вкладываемую в мешочек со скрещенными коробочками.

Собранный хлопок-сырец анализируют в лаборатории элитного хозяйства на крупность коробочек (масса хлопка-сырца), выход и длину волокна.

На основе данных полевой оценки и лабораторных анализов за текущий и прошлый годы отбирают лучшие семьи для высева в будущем году на семенном питомнике. Окончательный отбор семей для посева на семенном питомнике будущего года проводит комиссия из представителей госагропрома республики, научно-исследовательского учреждения и областного АПО. После окончательного выбора лучших семей должно быть оставлено для посева на семенном питомнике будущего года не менее 400 семей.

Производство семян элиты, полученных от внутрисортного скрещивания. В семенном питомнике, служащем для размножения и отбора семян, полученных от внутрисортного скрещивания, высевают не менее 400 семей, отобранных из материнской части питомника внутрисортного скрещивания. Каждую семью высевают отдельно одним или двумя рядками по 100 гнезд в каждом при междурядье, принятом в хозяйстве, и

междугнездье по 20—40 см, что зависит от сорта и плодородия почвы. Сев ведется вручную или сеялкой, приспособленной к высеву малого количества семян. После прорезживания здесь также в каждом гнезде оставляют по одному растению.

Площадь семенного питомника зависит от общей площади элитных посевов и наличия семян, ее устанавливают в пределах 2,5—5,0 га.

Полевые просмотры проводят в два срока: первый — в период массового цветения (в июле); второй — в начале созревания коробочек (в августе-сентябре).

В процессе полевых просмотров проводят так же, как и на питомнике внутрисортного скрещивания, браковку отдельных нетипичных, недоразвитых, больных, позднеспелых, малоурожайных семей. Отдельные нетипичные или недоразвитые растения, встречающиеся в незабракованных семьях, вырывают и удаляют с поля, а семьи, имеющие более двух нетипичных растений, также выбраковывают.

Сбор урожая семенного хлопка на семенном питомнике проводят в следующем порядке: сначала берут пробные образцы хлопка-сырца; затем с бракованных семей и растений и в конце с отобранных семей.

Пробные образцы составляют из сырца, собранного из 100 коробочек, каждой отобранной (незабракованной) семьи. Сырец берут со всех здоровых, нормально развитых растений семьи, с первых-вторых мест второй и третьей плодовых ветвей, по одной-две коробочки с растения. Пробные образцы анализируют по крупность коробочки, выход и длину волокна.

Семенное размножение (размножение и отбор семян, полученных от внутрисортного скрещивания и проверенных на семенном питомнике). Семенное размножение закладывают таким же порядком, как и при производстве элитных семян без внутрисортного скрещивания. Здесь высевают не менее 250 потомств незабракованных семей на площади 30—40 га.

Полевой просмотр проводят также один раз в начале созревания коробочек.

Сбор урожая проводят в том же порядке, что и на семенном питомнике. Пробные образцы (по 100 коробочек) собирают только с тех семей, на которых намечается заготовка индивидуальных отборов. Собранные образцы анализируют на крупность (массу хлопка-сырца) коробочки, выход и длину волокна, прочность и метрический номер волокна.

Сбор семенного хлопка с незабракованных семей проводят в два приема. Кроме обычных сборов семенного хлопка на этом питомнике, заготавливают индивидуальные отборы для восстановления материнской части питомника внутрисортного скрещивания будущего года, а также рассылки в другие элитные хозяйства. Для заготовки индивидуальных отборов оставляют несобранной небольшую площадь 1/5 или 1/6 длины рядков, размером 4—6 га. Весь семенной хлопок-сырец, соб-

ранный с незабракованных семей, объединяют в одну партию, складывают в новые мешки и сдают на заготпункт как элиту сорта. При этом снаружи мешка наклеивают и внутрь вкладывают этикетку с надписью: наименование элитного хозяйства, сорт, элита, дата сбора.

В результате всех мероприятий, проведенных на элитных питомниках, семена элиты должны иметь 100%-ную сортовую чистоту, полностью отвечать требованиям стандарта на посевные семена, иметь всхожесть не ниже 2-го класса, а волокно обладать высокими технологическими свойствами, присущими данному сорту.

Заготовка индивидуальных отборов. Жизнь элитных семян начинается с индивидуальных отборов, качество которых зависит от правильности проведенного отбора.

При производстве элитных семян без внутрисортového скрещивания заготовку индивидуальных отборов для закладки семенного питомника первого года проводят на семенном питомнике второго года. Для закладки материнской части питомника при внутрисортovém скрещивании и для рассылки семян другим элитным хозяйствам на отцовскую часть питомника индивидуальные отборы заготавливают на участках семенного размножения. Для заготовки индивидуальных отборов выбирают типичные по морфологическим качествам, здоровые, лучшие по урожайности и скороспелости семьи с учетом показателей за прошлый год. На выбранных семьях намечают лучшие растения для отбора индивидуальных отборов.

Наметку и отбор индивидуальных отборов проводят в два приема.

Первую предварительную наметку делают в начале раскрытия коробочек. Для этого в отобранных семьях оценивают отдельные растения по накоплению коробочек, по их форме и величине, затем органолептическим методом определяют длину, прочность и выход волокна. В предварительную наметку выделяют растений в полтора раза больше, чем требуется заготовить индивидуальных отборов. Намеченные в отбор растения отмечают хлопком-сырцом с этого же растения или вешают на них этикетку.

Окончательный отбор растений для индивидуальных отборов проводят непосредственно перед сбором урожая, оставляя лучшие растения по темпам раскрытия коробочек и накоплению урожая. На каждое отобранное растение вешают мешочек с надписью номера семьи и номера индотбора в этой семье. В ведомости сбора индивидуальных отборов (см. приложение) против номера семьи указывают количество отобранных индивидуальных отборов. Сбор урожая хлопка-сырца с отобранных растений проводят после уборки брака, перед сбором урожая всей семьи.

В каждом элитном хозяйстве заготавливают не менее 3000 индивидуальных отборов. В плане заготовки таких отборов учи-

тывают потребность своего элитного хозяйства и для рассылки другим элитным хозяйствам в качестве отцовских форм.

Индивидуальные отборы анализируют на длину волокна и массу семян.

Отбор и браковка заготовленного материала. По мере проведения лабораторного анализа пробных образцов, индивидуальных отборов и посемейных сборов по всем полученным показателям составляют вариационные ряды, которые служат для браковки худшего и выбора лучшего материала.

Оценивают семьи и индивидуальные отборы сопоставлением отдельных признаков, характеризующих семью со средними показателями вариационного ряда. Индивидуальные отборы, заготовленные в семьях, которые по результатам лабораторной оценки переводят в брак, также выбраковывают. Кроме того, индивидуальные отборы бракуют по данным анализа на длину волокна и массу семян.

Результаты браковки и отбора семенного материала заносят в свободную ведомость (см. приложение), рассматривают и утверждают комиссии госагропрома республики в составе представителей от селекционных учреждений, республиканской семенной хлопковой станции, областного АПО и элитных хозяйств.

Глава V

ПРОИЗВОДСТВО СЕМЯН ПЕРВОЙ РЕПРОДУКЦИИ

Первая репродукция — это посевы семян элиты. Их размещают в том же хозяйстве, где расположено элитное хозяйство. Для сохранения чистосортности посевов первой репродукции их размещают так, чтобы полностью занять поля отдельных бригад, не допуская высева семян других репродукций или сортов в этих бригадах. Перед созреванием или в начале созревания коробочек на посевах первой репродукции проводят сортовую прочистку, удаляя нетипичные для данного сорта растения.

Урожай семенного хлопка-сырца собирают вручную, дважды. Первый раз, когда на четвертом-пятом симподии созреет хотя бы одна коробочка и второй — при созревании первой коробочки на седьмом-восьмом симподии. Выбирают семенной хлопок только из нормальных, здоровых, вполне зрелых коробочек. Перед сдачей семенного хлопка на заготпункты его просушивают на солнце на бригадных хирманах (площадках) в течение одного-двух дней. Этот прием значительно улучшает посевные качества семян. После просушки семенной хлопок-сырец укладывают в мешки, внутрь которых вкладывают и снаружи наклеивают этикетки с указанием: происхождение (элитное хозяйство), сорт, репродукция, дата сбора. Семенной

хлопок-сырец сдают на заготпункты по накладной с красной полосой по диагонали, отличающей семенной хлопок-сырец от товарного (технического).

Сортовая чистота на посевах первой репродукции должна быть не ниже 99%, а семена по посевным качествам отвечать требованиям ГОСТа и иметь всхожесть не ниже 2-го класса.

Производство семян второй и третьей репродукции. Посевы второй репродукции, как правило, размещают в ближайших к элитному хозяйству колхозах, зоне деятельности хлопкоочистительного завода, который обслуживает элитное хозяйство. Если производство семян элиты и первой репродукции находится в совхозе, то посевы второй, а иногда и третьей репродукции размещают в том же совхозе.

Под посевы третьей репродукции — основной площади семенных посевов — отводят лучшие колхозы и совхозы в зоне деятельности другого хлопкозавода.

Семеноводческие работы на посевах второй и третьей репродукций заключаются в следующем:

1. Бережное обращение с семфондами — расходование семян на посев не выше установленных норм высева.
2. Тщательное проведение апробации.
3. Выполнение правил отдельного сбора семенного хлопка.
4. Выполнение хозяйством всех обязательств, взятых по контрактационному договору.

Выполнение всех семеноводческих мероприятий по хозяйству возлагается на агронома-семеновода или главного агронома. Он ведет всю документацию по семенам, следит за расходом семян на посев, в соответствии с установленными нормами высева под руководством районного агронома-апробатора проводит апробацию семенных посевов, организует правильный отдельный сбор семенного хлопка-сырца и соблюдение всех обязательств хозяйства по контрактационному договору.

В семеноводческих хозяйствах, как правило, высевают только один сорт хлопчатника и одну репродукцию. В случае, если в одном хозяйстве предусмотрено две репродукции, то их высевают на полях разных бригад колхозов или отделений совхозов.

Особое внимание уделяют правильному отдельному сбору семенного хлопка, хранению и просушке его, а также сдаче на заготпункт.

Расценки на семена в зависимости от вида, репродукции и класса семян приведены в табл. 17.

Элитоиспытание. Э л и т о и с п ы т а н и е — это специальное испытание по сравнительному изучению элит хлопчатника, выпускаемых разными хозяйствами, по какому-либо одному сорту. Помимо элит, выпускаемых различными хозяйствами, в элитоиспытание включается также третья репродукция, происходящая из того же элитного хозяйства.

Элиитоиспытание проводят по методике конкурсного сортоиспытания госсортсети — делянки 100 м² в 6 повторениях. Стандартным (контроль) сортом является своя элита, которая помещается в начале и в конце каждого повторения.

На участке элиитоиспытания посев и все остальные агротехнические работы проводят обычными машинами.

После прореживания здесь, так же как на элитных питомниках, оставляют по одному растению в гнезде. Это условие необходимо для правильного определения типичности и сортности элит. Помимо полевых учетов и наблюдений, принятых на конкурсном сортоиспытании, здесь особенно тщательно следят за сортовой чистотой и типичностью каждой элиты, а также прodelьвают полный анализ технологических качеств волокна.

Этот полевой опыт помогает руководящим органам и элитным хозяйствам контролировать работу отдельных хозяйств по типичности и сортности элиты, выпускаемой данным хозяйством, и в случае необходимости заменить нетипичную или засоренную элиту на другую или пустить в размножение только одну лучшую элиту.

Глава VI

СЕМЕННОЕ ДЕЛО

(отбор и заготовка семенного фонда)

Качество семян хлопчатника зависит прежде всего от агротехнического и сортового состояния полей, с которых заготавливают семенной материал. Поэтому его заготовка начинается с отбора лучших, высокоурожайных, здоровых, чистосортных полей. Для выбора таких полей проводят полевую апробацию семенных посевов, т. е. обследование полей, с которых предполагается заготавливать семена.

Апробация семенных посевов. План проведения полевой апробации семенных посевов разрабатывает госагропром республики на основе фактического размещения сортов и репродукций хлопчатника по колхозам и совхозам. Сведения о фактическом размещении сортов и репродукций составляют областные АПО вслед за окончанием посева (к концу мая — началу июня). На основе этих сведений и учитывая предполагаемые площади сева под отдельными сортами хлопчатника в будущем году, госагропром республики разрабатывает план проведения апробации.

В план апробации в первую очередь включают все наиболее ценные высокосортные посевы: элиту, первую, вторую и третью репродукции. Посевы других репродукций включают в план апробации только в том случае, если урожай семян с полей

первых трех репродукций недостаточен для получения необходимого количества посевных семян. Такое положение обычно создается в первые годы смены одного сорта на другой новый сорт, семян которого еще мало. В этом случае все посевы нового сорта, независимо от репродукции, считаются семенными и на них проводят апробацию.

При разработке плана апробации учитывают, что часть полей (низкоурожайные, сильно пораженные болезнями и вредителями и другие) может быть выбракована при апробации и семена с них заготавливаться не будут. Поэтому в плане апробации предусматривают возможные выбраковки и намечают площадь на 25—30% большую, чем это требуется для заготовки нужного количества семян.

Апробацию проводят в течение 10—12 дней августа и заканчивают не позднее 1 сентября с тем, чтобы до начала массового сбора хлопка результаты апробации были бы вручены заготовителям для своевременного составления планов заготовок семенного хлопка-сырца.

Для проведения апробации привлекаются агрономы семенных хлопковых лабораторий, хлопкозаводов, областных АПО и РАПО, специалисты по защите растений из числа работников РАПО или станций защиты растений, а также агрономы и специалисты по защите растений колхозов и совхозов. Все участники апробации подготавливаются на специальных 3—5-дневных курсах-семинарах.

Руководство апробацией на местах возлагается на старшего агронома-апробатора, назначаемого из числа агрономов районных производственных управлений сельского хозяйства. Для руководства и контроля за апробацией по группе районов назначаются агрономы-инспектора апробаций из числа агрономов семенных хлопковых лабораторий, хлопкозаводов, республиканской семенной хлопковой станции, областных АПО.

В задачу апробации входит выбор лучших, высокоурожайных, здоровых, чистосортных полей для заготовки с них семенного хлопка-сырца.

Для выполнения этой задачи при апробации проводят следующие работы:

1. Знакомятся с документами, характеризующими семена, высеянные в колхозе, совхозе.

2. Обследуют поля для отбора лучших и выбраковки непригодных (малоурожайных, сильно пораженных болезнями и др.) к заготовке с них семенного материала.

3. Учитывают пораженность растений хлопчатника болезнями: вилтом, гоммозом — для отнесения полей к тем или иным группам по степени заражения.

4. Определяют предполагаемый урожай общего и семенного хлопка-сырца.

5. Устанавливают сортность посевов.

6. Оформляют результаты апробации.

Ознакомившись с документами, характеризующими семена, высевные в хозяйстве, агроном-апробатор приступает к апробации. Прежде всего осматривают все поля данного хозяйства. Поля, засеянные семенами того или другого сорта, но другой репродукции, а также сильно подсушенные, малоурожайные и в сильной степени зараженные болезнями и вредителями, выбраковывают.

Следующая очень важная работа апробатора заключается в проведении учета зараженности полей болезнями — вилтом и гоммозом. Эту работу проводят подсчетом больных растений в пробах по 10 растений. Пробы берут в шахматном порядке. На посевах первой репродукции на каждый гектар берут 10 проб по 10 растений в пробе, на посевах второй и последующих репродукций — одну пробу по 10 растений на каждый гектар.

Зараженность вилтом и гоммозом определяют по каждой пробе подсчетом числа растений, пораженных вилтом, и отдельно растений, у которых поражены листья или стебель гоммозом. На двух последних растениях в пробе подсчитывают общее количество коробочек и коробочек, пораженных гоммозом. При этом больной коробочкой считается та, у которой имеется поражение гоммозом на самой коробочке или на прицветнике, или на плодоножке.

Суммируя результаты подсчета растений, зараженных вилтом и гоммозом, на всех пробах данного поля устанавливают процент поражения растений отдельно гоммозом (листовым и стеблевым) и вилтом. Таким же порядком, суммируя количество всех коробочек, подсчитанных во всех пробах этого поля, и из них количество больных, устанавливают процент коробочного гоммоза. В тех случаях, когда в бригаде имеется несколько участков посевов хлопчатника, расположенных изолированно друг от друга, апробацию проводят отдельно по каждому участку.

В результате определения процента зараженности растений болезнями все поля, незабракованные во время обследования посевов, в зависимости от степени поражения их болезнями, делятся на две группы.

К первой группе относят поля здоровые с допуском поражения растений вертициллезным вилтом и гоммозом до 5%. Поражение растений коробочной формой гоммоза и фузариозным вилтом в этой группе не допускается.

Во вторую группу включают поля, на которых имеется растений, пораженных вертициллезным вилтом от 5 до 15%, фузариозным вилтом — до 3%, гоммозом — от 5 до 10% и коробочным гоммозом — до 1%.

Поля, на которых процент растений или коробочек, пораженных вилтом и гоммозом выше, чем предусмотрено для второй группы полей — выбраковывают. В случае, если после апробации происходит сильное нарастание вилта на семенных по-

лях, то проводят повторное определение зараженности посевов вилтом и на основе полученных данных относят поля к той или иной группе или выбраковывают из семенных посевов.

Сортность посевов, отведенных для заготовки сефонда, устанавливают на специально отведенных для этого полях. На посевах первой репродукции на каждые 10—20 га берут одно поле. На второй и последующих репродукциях — в каждой бригаде колхоза, совхоза — одно-два поля. Определение сортности производят в наиболее типичной части каждого выделенного поля на двух рядках, отстоящих друг от друга на 20 м. В отобранных рядках отсчитывают по 100 нормально развитых растений и просматривают типичность их для данного сорта. По окончании просмотра подсчитывают количество нетипичных растений. Вычитанием полученного числа из 100 устанавливают количество типичных. Из двух проб вычисляют средний процент типичных растений на данном поле, то есть сортность посевов.

Определение предполагаемого валового и семенного урожая хлопка-сырца производят путем подсчета и определения всех элементов, слагающих урожай, а именно: числа растений на одном гектаре, среднего числа коробочек на одном растении, массы (веса) хлопка-сырца одной коробочки. Из перечисленных элементов, определяющих урожай, наиболее постоянной величиной является число растений на гектаре, которое в течение одного сезона мало изменяется. Среднее же число коробочек зависит от времени подсчета и меняется в течение сезона. Масса хлопка-сырца одной коробочки, — наиболее трудно определяемая величина, зависит от места и условий выращивания хлопчатника, погодных условий сезона и времени наступления первых заморозков.

При определении ожидаемого урожая считают только те коробочки, которые имеют возраст не меньше 10 дней со дня цветения, по размерам выступающие из прицветников.

Определение средней массы (веса) хлопка-сырца одной коробочки — наиболее трудное дело из всего прогноза урожая. Незначительная ошибка в определении массы коробочки в сильной степени искажает результаты прогноза. Для этого пользуются принятой в районе средней массой коробочки для данного сорта. Имея в виду, что масса коробочки изменяется от условий, в которых выращивался хлопчатник, в принятую среднюю массу вносят поправки на условия текущего года, учитывая погоду, агротехнику и предполагаемую дату первых заморозков.

Предполагаемую урожайность хлопка-сырца определяют по каждому полю. Для этого в разных частях данного поля на отрезках рядков длиной 10 м производят подсчет растений и числа коробочек на них. Пробы закладывают по диагонали поля, — от одного угла до другого, через 10 рядков. В каждой пробе подсчитывают число растений на 10 метрах и число коробо-

чек на них. Полученное в результате подсчета число коробочек делят на количество растений и получают среднее число коробочек на одно растение в пробах. Установив число растений и коробочек в пробах, вычисляют среднее число растений и затем коробочек на каждый гектар данного поля. Зная среднее число коробочек на одном растении и среднюю массу хлопко-сырца одной коробочки, подсчитывают средний вес ожидаемого урожая хлопка-сырца валовой и доморозного на каждом растении. По числу растений на одном гектаре вычисляют ожидаемый доморозный урожай и валовой.

Оформление результатов апробации заключается в составлении апробационных актов по формам №№ 2 и 3. На каждый колхоз, совхоз составляют отдельный апробационный акт по форме № 2, в который заносят все сведения, характеризующие семенные поля по каждой бригаде колхоза, отделению совхоза, отдельно по каждому сорту, репродукции, сортности.

Выписывают акт в трех экземплярах; один остается в хозяйстве, другой передают заготпункту и третий — семенной хлопковой лаборатории.

По каждому РАПО составляют сводный апробационный акт по форме № 3. В него заносят данные, характеризующие семенные поля по отдельным хозяйствам данного района. Акт по форме № 3 также заготавливают в трех экземплярах; один остается в РАПО, второй передают в областные АПО и третий — хлопкозаводу.

Апробационные акты являются основными документами, характеризующими семенные поля, отведенные для заготовки семенного фонда. На основе этих актов составляют план заготовки семенного хлопка-сырца, намечают места хранения на заготпунктах и порядок переработки его на хлопкозаводах.

Сбор, заготовка и документация семенного материала

Сбор урожая семенного хлопка. Уборка урожая семенного хлопка — наиболее сложная и ответственная из всех сельскохозяйственных работ. Это самый напряженный, решающий этап борьбы за создание высококачественного семенного фонда хлопчатника.

Характерное отличие хлопчатника от других полевых культур заключается в том, что коробочки хлопчатника созревают не все сразу, а постепенно. Это сильно усложняет уборку урожая хлопка, особенно семенного.

Качество семенного хлопка-сырца прежде всего зависит от месторасположения коробочек на кусте, поражения их вредителями и болезнями. Наиболее ценны коробочки, находящиеся на нижней и средней части куста, на первом, втором и частич-

но на третьем конусе. Эти коробочки успевают хорошо вызреть до заморозков и дают зрелое волокно и семена.

На качество семенного хлопка в значительной мере влияют вредители и болезни хлопчатника. Коробочки, пораженные грызущими вредителями, загнивают или же дают хлопок низкого качества,— сырец в них имеет желтый, серый или кремовый цвет.

Хлопковая тля загрязняет хлопок липкими выделениями и образует так называемую «белую ширу», на которой размножаются сажистые грибки, превращающие ее в «черную ширу», отчего качество семенного хлопка-сырца сильно снижается.

Коробочки, больные гоммозом, дают незрелый, пожелтевший, нераспускающийся хлопок низкого качества, а растения хлопчатника, пораженные вилтом, особенно в ранний период (июнь-июль), также дают волокно и семена низкого качества.

Нередко при повышенной влажности воздуха, окружающего растения хлопчатника, на волокне раскрывшихся коробочек поселяются грибки, вызывающие окрашивание волокна в разнообразные цвета. Волокно из таких коробочек не распушается и качество его и семян сильно снижается. Для заготовки высококачественных семян семенной хлопок собирают из здоровых, нормально раскрывшихся коробочек, не смешивая его с хлопком низкого качества из недоразвитых, пораженных вредителями и болезнями коробочек. В этом состоит правило раздельного сбора. Раздельный сбор семенного хлопка производят только вручную. При этом каждому сборщику выдают специальные фартуки с двумя-тремя карманами, куда он и складывает отдельно хлопок из нормальных, хорошо вызревших коробочек, от хлопка из недоразвитых, больных коробочек. Для соблюдения правил раздельного сбора семенного хлопка нормы сбора на семенных полях снижают, против норм, принятых для товарного хлопка, на 20—25%.

Сбор семенного хлопка проводят в один-два приема. Приступают к первому сбору, когда на растениях имеется 3—5 вполне зрелых, нормально раскрывшихся коробочек. Собирают хлопок только из вполне раскрывшихся коробочек, не допуская сбора недозрелого, сырого хлопка из полураскрытых коробочек.

Второй сбор проводят также при наличии на растениях 3—5 зрелых, нормально раскрытых коробочек. Это календарно совпадает со сроком 1—10 октября, к этому времени обычно раскрывается первая коробочка на 6—8 симподии. Большое значение для качества семян имеет правильное хранение семенного хлопка на бригадных хирманах, до отправки на заготовительный пункт. Для хранения семенного хлопка отдельно от хлопка, собранного с больших недоразвитых коробочек, на бригадных хирманах отводят отдельные, постоянные места.

Перед сдачей семенного хлопка на заготовительный пункт его подвергают солнечному прогреву на бригадном хирмане в течение одних-двух суток. Этот прием значительно улучшает

качество семян, ускоряют дозревание их и повышает энергию прорастания и всхожести.

В хозяйствах, где рабочей силы не хватает для уборки всего семенного хлопка, допускается сбор урожая специальными хлопкоуборочными машинами поярусного сбора. Машинный сбор семенного хлопка обычными хлопкоуборочными машинами серийного производства производят при созревании половины, но не более 60% коробочек. Перед сбором семенного хлопка машинами на полях, отведенных под машинную уборку, проводят ручной сбор хлопка со всех растений и коробочек, недоразвитых, пораженных болезнями и вредителями. Особое внимание при машинном сборе семенного хлопка уделяют предотвращению механического повреждения семян.

В семенном хлопке машинного сбора поврежденность семян допускается не выше 0,5% и влажность для республик Средней Азии и Казахстана не выше 9,5%, в Азербайджанской ССР, Каракалпакской АССР и Самаркандской области УзССР — не выше 10,5%. При ручном сборе влажность семенного хлопка не должна быть выше расчетной нормы (8% в республиках Средней Азии и Казахстане и 9% в Азербайджане, Каракалпакской АССР и Самаркандской области УзССР).

Отправку семенного хлопка-сырца на заготовительный пункт сопровождают накладной установленной формы, имеющей поперечную красную полосу для ручного сбора и зеленую — для машинного, в отличие от накладных, предназначенных для отправки товарного (технического) хлопка-сырца, не имеющих этих полос.

Семенной хлопок-сырец элиты отправляют на заготовительный пункт, затаренный в новые мешки, внутрь каждого из них вкладывают, а снаружи наклеивают этикетку с указанием: сорта хлопчатника репродукции, группы полей и места заготовки.

Хлопок-сырец, собранный из недоразвитых, пораженных болезнями и вредителями коробочек, отправляется на заготовительные пункты отдельно от семенного и сдается как товарный.

Прием семенного хлопка-сырца на заготовительных пунктах.

Приемку семенного хлопка-сырца на заготовительных пунктах производят согласно плану заготовок семян и результатам апробации посевов хлопчатника.

При приемке семенного хлопка сверяют правильность записей в накладной и соответствие их апробационному акту. Семенной хлопок по своим качествам должен соответствовать первому сорту по ГОСТу 16298—81 и иметь влажность: ручного сбора не выше расчетной нормы — в республиках Средней Азии и Казахстане — 8%, в Азербайджане, Каракалпакской АССР и в Самаркандской области — не выше 9%; машинного сбора, соответственно не более 8,0 и 9,0. Принятый семенной хлопок от каждого хозяйства, как правило, складывают в отдельный бунт.

Одновременно с приемкой семенного хлопка ОТК хлопкозаводов отбирают пробы от принятого хлопка-сырца каждого хозяйства для определения зрелости, всхожести, влажности, механической поврежденности семян в семенной хлопковой лаборатории. Результаты этих анализов считаются предварительными (прогнозные) и служат для выбора лучших партий семенного хлопка-сырца в количестве, необходимым для выполнения установленного плана заготовки посевных семян.

Семенной хлопок-сырец элиты хранят только в новых мешках, в которых он был принят от хозяйства. Для предотвращения возможностей смешения семенного хлопка разного качества в одном амбаре хранят семенной хлопок только одной партии, характеризующийся одним качеством.

В каждом амбаре или бунте на площадке, где хранится семенной хлопок-сырец, устанавливают карточку-паспорт со следующими показателями: номер партии, селекционный сорт, промышленный сорт, репродукция, сортность, группа полей, номер хранилища, масса партии, начало и конец комплектования, ручной или машинный сбор, фамилия товароведа.

Для контроля за состоянием семенного хлопка во время хранения через каждые 10 дней измеряют температуру его при помощи термощупа. Если температура семенного хлопка на глубине 3-х метров превышает 30°, то такой хлопок в течение 2—3 месяцев пускают в переработку или производят активную вентиляцию для снижения температуры. Перевозку семенного хлопка с заготовительного пункта на хлопкозавод производят в таре.

Переработка семенного хлопка-сырца на хлопкозаводах и подготовка посевных семян. Переработка семенного хлопка-сырца заключается в отделении семян от волокна при помощи пыльных или валичных джин (волоконотделителей). Хлопок-сырец советских сортов хлопчатника перерабатывается на пыльных джинах, а тонковолокнистых сортов — на валичных джинах. Остаточное волокно и частично подпушек отделяются от семян при помощи двукратного линтерования на линтерах (пухоотделителях).

Для своевременной подготовки семян к посеву переработку семенного хлопка на основной посев проводят до 15 февраля. Пуск партии семенного хлопка в переработку оформляют специальным приказом — производственным заданием.

Перед пуском в переработку семенного хлопка все помещения корпуса хлопкозавода, технологическое оборудование и пути прохождения хлопка-сырца и семян тщательно осматривают и очищают от товарного (технического) хлопка-сырца, семян и сора. Семена, полученные в течение первых 10 минут работы хлопкозавода, во время переработки семенного хлопка собирают отдельно и переводят в товарные (технические). В случае, если семенной хлопок перерабатывают после переработки другой семенной партии того же сорта, но с лучшими

посевными качествами и лучшей репродукции, то полученные в первые 10 минут работы хлопкозавода семена присоединяют к семенам предыдущей партии. В процессе переработки семенного хлопка-сырца он подвергается воздействию рабочих органов джин и линтеров. Для предохранения семян от повреждений переработку семенного хлопка проводят при более мягком технологическом режиме, чем товарного хлопка, со сниженной производительностью пыльных джин, не более 560 кг волокна на машину в час. Линтерование посевных семян проводят двукратное на пыльных линтерах с общим съемом линта 5,5%, в том числе при первом съеме — 2,5% и втором съеме — 3,0%.

Технологический режим для переработки семенного хлопка тонковолокнистого хлопчатника на пыльных или валичных джинах устанавливают для каждого сорта в отдельности. Работу технологического оборудования систематически, во время каждой рабочей смены, контролируют по показателям опущенности и поврежденности семян.

В результате джинирования и линтерования семенного хлопка-сырца получают семена, опущенные или голые. Опущенные семена дают почти все советские сорта хлопчатника, а голые — советские тонковолокнистые сорта.

Дальнейшая подготовка семян на хлопкозаводах включает операции по улучшению их посевных качеств, как обеззараживание от возбудителей болезней и микроорганизмов, вызывающих заболевания растений или загнивание семян в почве. Кроме того, часть опущенных семян специально обрабатывают удалением подпушка для придания им сыпучести. После этого их можно сортировать, калибровать и высевать заданным числом в гнездо.

Для обеззараживания (протравливания) опущенных семян их обрабатывают порошкообразным препаратом фентиурамом. Этот препарат обладает комплексом фунгицидно-бактерицидным действием, подавляя бактериальные и грибные болезни. Кроме того, протравливание препаратом фентиурамом позволяет уничтожать имеющуюся на семенах поверхностную инфекцию возбудителей вертициллезного и фузариозного вилта хлопчатника.

Обрабатывают семена на специальной машине 20СХ, где семена сначала увлажняются водой, после чего из бункера поступает порошкообразный препарат, который наносится на поверхность увлажненных семян, проходящих во вращающемся шнеке.

Расход препарата строго нормируется — 10—15 кг на 1 т семян. Избыток препарата фентиурама губительно действует на семена. В случае отсутствия фентиурама обеззараживание проводят препаратом трихлорфенолят меди (ТХФМ) сухим или полусухим способом. При сухом способе семена на тех же машинах обволакивают сухим препаратом. При полусухом способе семена предварительно смачивают водой, после чего обво-

лакивают смесь препаратов ТХФМ и ТМТД нормой первого 7 кг и второго 12 кг на 1 т семян.

Все обеззараженные семена укладывают в мешки, ставят на них штамп «протравлено-ядовито» и маркируют следующими надписями: наименование хлопкозавода, номер партии, сорт, репродукция, сортовая чистота, всхожесть, масса нетто и обозначение ГОСТа. Внутри мешка вкладывают этикетку установленной формы с теми же данными. После окончания переработки каждой партии семенного хлопка-сырца хлопкозавод выдает семенной хлопковой лаборатории справку о данных очистки по установленной форме, которая служит документом для учета количества семян и для выдачи сертификата на семена.

В процессе переработки отдельной партии семенного хлопка-сырца ОТК хлопкозавода отбирает образцы семян при выходе из производства и передает их семенным лабораториям для проведения полных анализов на посевные качества.

Особое внимание в процессе переработки семенного хлопка обращают на повреждение и дробление семян рабочими органами машин, а также на наличие на семенах остатков волокна. Поврежденных и дробленных семян, согласно стандарту, не должно быть выше: на семенах ручного сбора — 5%, на семенах машинного сбора — 7% и остатков волокна — на семенах опущенных не выше 0,8%, а на семенах естественно оголенных не выше 0,4%. Если процент дробления или повреждения семян или остатков волокна превышает установленную норму, то по сигналу семенной лаборатории хлопкозавод немедленно проводит необходимую наладку оборудования для предотвращения выпуска нестандартных семян.

По окончании всех анализов, характеризующих посевные качества семян данной партии, семенная хлопковая лаборатория выдает хлопкозаводу справку по установленной форме о результатах анализа (см. приложение).

Хранение посевных семян и выдача их на посев. Посевные семена всех сортов и репродукций хранят на хлопкозаводах, заготпунктах, в совхозах и колхозах, как правило, в мешках и обязательно раздельно по партиям, в сухих амбарах или под навесами, штабелями на подтоварниках с оставлением прохода между ними не менее 1 м. При недостатке тары семена второй и последующих репродукций до обеззараживания хранят насыпью в амбарах или под навесами. Семена, оголенные механическим способом, хранить насыпью не разрешается.

На каждую партию посевных семян в местах хранения вывешивают паспорт с показателями: номер партии, масса семян, год урожая, сорт хлопчатника, репродукция, группа полей, сортность, всхожесть, время переработки партии (начало и конец). Через каждые два месяца хранения проверяют посевные качества семян отбором образцов и анализа их в семенной хлопковой лаборатории.

Вывозят семена с хлопкозавода и выдают их на посев согласно плану госагропрома республики, согласованному с министерством хлопкоочистительной (легкой) промышленности республики. В соответствии с этим планом семенная хлопковая лаборатория выдает хлопкозаводу сертификат (см. приложение) на каждую партию семян, отвечающую требованиям стандарта на посевные семена ГОСТа 5895-75. Сертификат является документом, удостоверяющим посевные качества семян и разрешающим вывоз семян с хлопкозавода. Выданный хлопкозаводу сертификат действует в течение двух месяцев. По истечении этого срока семенная хлопковая лаборатория проводит повторную проверку качества семян и, если их качество не ухудшилось, то на сертификате делают отметку: «Срок действия сертификата продлен на два месяца». Если же по отдельным показателям семена ухудшились, но отвечают требованиям стандарта, то выдается новый сертификат с указанием последних данных анализа. Если семена от неправильного хранения резко ухудшили качество и не пригодны для посева, их выбраковывают, а сертификат — аннулируют.

Колхозам и совхозам семена выдаются, исходя из установленных норм высева в соответствии с планом размещения сортов хлопчатника, ежегодно утверждаемым правительством республики. Каждое хозяйство получает столько семян, сколько необходимо ему на основной посев. Семена резервные (на подсев и пересев) хранятся на заготовительном пункте и выдаются колхозам и совхозам по акту, составленному представителем РАПО и колхоза (совхоза).

Требования к посевным семенам хлопчатника. Требования к посевным семенам хлопчатника определены государственным стандартом (ГОСТ 5895-75). Семена, удовлетворяющие требования стандарта, называются кондиционными.

На посевные семена хлопчатника государственным стандартом установлены допустимые нормы по следующим основным показателям: сортность, всхожесть, остаточная волокнистость, механическая поврежденность, засоренность, влажность.

Всхожестью называется количество семян, способных образовывать нормальные проростки в определенных лабораторных условиях. Всхожесть выражается в процентах. В зависимости от всхожести семена хлопчатника делятся на три класса:

Класс	1	2	3
Всхожесть не менее, %	95	90	85

На посев используют семена, имеющие всхожесть не ниже 85%. На получение дружных, равномерных всходов хлопчатника отрицательно влияет остаточная волокнистость семян, т. е. наличие на них остатков волокна, кроме обычного подпушка. При высева сеялками оставшиеся на семенах волокна сцепляются между собою, образуя клубки семян, которые закрывают высевающие отверстия и препятствуют высеву. Это приво-

дит к изреженным всходам. Поэтому остаточная волокнистость для опушенных семян допускается не более 0,8% их массы и для естественно оголенных семян — не более 0,4%.

Посевные семена не должны иметь много механически поврежденных семян. Такие семена в почве быстро загнивают. Стандартом допускается наличие в посевных семенах механически поврежденных и дробленных, собранных руками не более 5%, собранных машинами не более 7%. Большое значение имеет также влажность семян. При высокой влажности семена дают пониженную всхожесть, а при хранении быстро портятся — загнивают. Влажность посевных семян хлопчатника во всех республиках Средней Азии и Казахской ССР не должна превышать для семян, собранных вручную — 9% и машинами — 10%, а в Азербайджанской ССР, Каракалпакской АССР и Самаркандской области Узбекской ССР — на 1% выше. Семена должны обладать определенными сортовыми качествами.

Сортность посевных семян определяется количеством семян, обладающих наследственными признаками и свойствами, присущими данному сорту. Выражается она в процентах. ГОСТом 5895-75 установлены следующие требования на посевные семена хлопчатника по сортовой чистоте:

Показатель	Элита	Репродукция		
		первая	вторая	третья
Сортовая чистота не менее	100	99	98	96

Сортность семян последующих репродукций (четвертая и выше) устанавливается при проведении полевой апробации и утверждается госагропромом республики.

Подготовка семян для сеялок точного высева. Для высева в каждое гнездо заданного числа семян необходимы семена, обладающие хорошей сыпучестью. Для этого их полностью или частично освобождают от подпушка (оголяют) или обволакивают специальными препаратами — дражируют. Остаточная опушенность оголенных семян по ГОСТу 5895-75 должна быть не выше 0,2% массы семян.

Оголяют семена хлопчатника механическим или аэрохимическим способами.

Механическое оголение семян производят на машинах СОМ-3 или СОМ-4. Эти машины почти полностью снимают с семян подпушек, но в то же время повреждают семена снаружи и внутри, отчего они снижают свои посевные качества.

Аэрохимический способ состоит из действия на опушенные семена паров смеси кислот, под влиянием которых подпушек частично разрушается, а затем мягкими волосяными щетками и воздушным потоком отделяется от семян.

Дражирование опушенных семян проводится на специальных машинах. Этот прием обработки семян заключается

в оболочивании их смесью разных фунгицидных препаратов с прилепателем. Способ интересен тем, что позволяет одновременно с приданием семенам сыпучести предохранить их от болезней и загнивания в почве. Образующаяся при дражировании фунгицидная пленка достаточно прочно удерживается на семенах, а после их высева растворяется в почвенной влаге.

Оголенные и дражированные семена сортируют по весу и калибруют по размерам. Кроме того, оголенные семена подвергают обеззараживанию препаратом фентиурамом или трихлорфенолятом меди, полусухим способом. Подготовленные к высеву сеялками точного сева калиброванные семена должны быть выровнены по размерам не менее чем на 94%.

Дополнительная плата за посевные семена хлопчатника.

В целях стимулирования производства высококачественных семян все посевные семена хлопчатника элиты первой, второй и третьей репродукций со всхожестью выше 90% оплачиваются государством дополнительно сверх стоимости хлопка-сырца.

Заготовительные пункты заключают с каждым семеноводческим хозяйством контрактационный договор. В нем указывают обязательства семеноводческих хозяйств с одной стороны и заготовительных пунктов — с другой.

Главное обязательство семеноводческих хозяйств заключается в выращивании семенного материала на высоком агротехническом фоне и соблюдении всех правил в обращении с семенным материалом, в том числе обязательного проведения раздельного сбора семенного хлопка.

При выполнении хозяйством взятых обязательств заготовительный пункт дополнительно оплачивает семена, исходя из следующей стоимости их за тонну семян (табл. 17).

Документами на дополнительную оплату семян служат апробационный акт и справка о результатах анализа посевных семян (приложение 2 к ГОСТ 12036—85. Окончательно с семеноводческим хозяйством по дополнительной плате за семена рассчитываются после переработки семенного хлопка-сырца на хлопкозаводе и получения результатов анализа семян на посевные качества, проводимые в семенной лаборатории.

Таблица 17

Дополнительная оплата семян, г руб.

Репродукция	Семена советских сортов хлопчатника		Семена тонковолокнистых сортов хлопчатника	
	по всхожести, класс			
	первый	второй	первый	второй
Элита	900	600	1400	1000
I репродукция	400	300	800	500
II	200	160	400	240
III	120	80	160	120

Семенные хлопковые лаборатории. Семенные хлопковые лаборатории являются представителями госагропрома на хлопкозаводах и выполняют функции государственных контролеров по семеноводству хлопчатника.

Во всех мероприятиях по заготовке, хранению, переработке, определению посевных качеств и распределению семян на посев участвуют и контролируют представители семенных лабораторий. Заведующий семенной хлопковой лабораторией проверяет правильность выполнения плана размещения сортов и репродукции по районам, колхозам и совхозам; контролирует апробацию посевов хлопчатника; разрабатывает совместно с хлопкозаводом планы: заготовки семян, переработки семенного хлопка-сырца на хлопкозаводах и распределения семян по колхозам и совхозам. Семенная хлопковая лаборатория проводит у себя анализы посевных семян, выдает документы, характеризующие посевные качества семян, ведет учет семенного материала и совместно с хлопкозаводом разрабатывает и представляет отчет о движении материала вышестоящим организациям. Функции и деятельность семенной хлопковой лаборатории определяются специальным положением, ГОСТами на посевной материал хлопчатника и инструкциями, утверждаемыми Госагропромом СССР.

Организация государственного руководства и контроля за семеноводством и семенным делом

В предыдущих главах были описаны основные звенья семеноводства хлопчатника и их функции: а) семеноводство (воспроизводство семенного материала) и б) семенное дело (заготовка, определение качества и распределение семян).

Первое звено — семеноводство по хлопчатнику — представлено в виде элитно-семеноводческих хозяйств и семеноводческих хозяйств II и III репродукций. Второе звено — семенное дело — в виде колхозов, совхозов, заготовительных пунктов, хлопкозаводов и семенных хлопковых лабораторий. Последние выступают как государственные контролеры по семфонду.

Вся оперативная работа обоих звеньев протекает под руководством и контролем органов госагропрома в виде РАПО и областных АПО. Методическое же руководство и контроль за выполнением директив по семеноводству хлопчатника, правильным применением методики по воспроизводству семян, заготовке, определению качества и использованию посевных семян осуществляют республиканские семенные хлопковые станции и Центральная контрольно-семенная хлопковая станция Госагропрома СССР.

Республиканская семенная хлопковая станция. В каждой хлопкосеющей республике Советского Союза имеется республи-

ликанская хлопковая станция. Она является органом госагропрома республики и работает под его руководством. Методическое руководство и контроль за работой республиканских семенных хлопковых станций осуществляет Центральная контрольно-семенная хлопковая станция Госагропрома СССР.

Республиканская семенная хлопковая станция оказывает помощь госагропрому республики в организации и проведении всех мероприятий по семеноводству хлопчатника в республике. Свою деятельность эти станции осуществляют главным образом через семенные хлопковые лаборатории. Так, они:

а) следят за выполнением хозяйствами плана размещения сортовых посевов хлопчатника по сортам, репродукциям, нормам высева;

б) помогают в организации и проведении апробации семенных посевов, определении сортности семенного материала, правильном сборе и транспортировке семенного хлопка в колхозах и совхозах;

в) помогают семенным хлопковым лабораториям в организации заготовок семенного хлопка и контролируют выполнение хлопкозаводами и заготпунктами правил обращения с семенным фондом;

г) контролируют и руководят методикой определения посевных качеств семенного материала;

д) руководят и контролируют работу элитных хозяйств по выполнению методики производства семян элиты и I репродукции;

е) разрешают арбитражные споры в пределах республики по качеству семенного материала;

ж) организуют на своей территории государственный архив семенного материала.

Для выполнения этих задач сотрудники республиканской семенной хлопковой станции выезжают в семеноводческие хозяйства, на заготпункты, хлопкозаводы, семенные хлопковые лаборатории.

Для контроля качества лабораторных анализов, проводимых в элитных хозяйствах и в семенных хлопковых лабораториях, республиканская семенная хлопковая станция получает от них проверочные образцы хлопка-сырца и семян и отправляет им контрольные образцы хлопка-сырца и семян.

Сортовой контроль семенного фонда республиканские семенные хлопковые станции, кроме контроля за апробацией, осуществляют при помощи ежегодной закладки полевого участка грунтового сортового контроля. На этих участках высеваются образцы всех партий семян, посевы которых намечается использовать для заготовки семян (элита, I и II репродукции). Кроме того, республиканские семенные хлопковые станции проводят по заданиям Госагропрома республики в Центральной контрольно-семенной хлопковой станции специальные лабораторные анализы и полевые опыты по проверке новых методов опреде-

ления качеств семенного материала и способов подготовки семян к посеву, а также по методике элитно-семеноводческой работы.

Центральная контрольно-семенная хлопковая станция. Центральная контрольно-семенная хлопковая станция (ЦКСХС) — это контрольный орган Госагропрома СССР. В ее задачи входит контроль за всеми семеноводческими мероприятиями по хлопчатнику, проводимыми Госагропромом СССР.

В этих целях станция:

1. Контролирует работу республиканских семенных хлопковых станций по методике воспроизводства семян элиты и репродукций.

2. Проверяет в республиках выполнение планов, утвержденных Госагропромом СССР, по районированию сортов хлопчатника и заготовок посевных семян хлопчатника; следит за выполнением государственных стандартов и инструкций по семеноводству и контрольно-семенному делу по хлопчатнику.

3. Разрабатывает (или участвует в разработке) стандарты, инструкции и новые методы семеноводства и контрольно-семенного дела по хлопчатнику.

4. Организует и проверяет новые методы по семеноводству и контрольно-семенному делу по хлопчатнику на своих полях и в лаборатории, а также на республиканских семенных хлопковых станциях.

5. Проводит арбитраж по качеству семян хлопчатника.

6. Организует на своей территории и на республиканских семенных станциях государственный семенной архив по хлопчатнику.

7. Устанавливает сортовую чистоту новых сортов хлопчатника, передаваемых в предварительное размножение и госсортосеть.

8. Разрабатывает технические задания на конструирование новых приборов и лабораторное оборудование по семеноводству и контрольно-семенному делу по хлопчатнику.

Для выполнения этих задач станция организует выезды своих сотрудников на республиканские семенные хлопковые станции, хлопкозаводы и заготпункты, в хлопкосеющие колхозы и совхозы, в элитные хозяйства и семенные хлопковые лаборатории; рассылает республиканским семенным станциям контрольные образцы и получает от них проверочные образцы семян и хлопка-сырца; проводит на своих полях и в лаборатории соответствующие опыты.

Как видно, действующая в Советском Союзе система семеноводства хлопчатника создает все условия для проведения всех мероприятий по семеноводству хлопчатника по единому методу, регламентируемому правительственными постановлениями, государственными стандартами и приказами Госагропрома СССР.

СОРТОСМЕНЫ

Сортосмены по средневолокнистому хлопчатнику. Системой семеноводства хлопчатника предусмотрена сортосмена, т. е. замена старых, возделываемых в производстве сортов на новые районированные сорта, более урожайные, скороспелые, устойчивые к болезням, с лучшими хозяйственными качествами и технологическими свойствами волокна.

До Великой Октябрьской революции сортосмена не проводилась, так как в то время не было системы семеноводства при наличии раздробленности хлопководства на мелких дехканских полях.

Дальнейшее повышение урожайности и увеличение валовой продукции хлопка-сырца, улучшение технологических качеств волокна возможно благодаря быстрой сортосмене. Решающее значение здесь имеет хорошая работа государственных сортоиспытательных участков и предварительного размножения семян новых сортов. Приведем пример. К концу 60-х годов остро встал вопрос о смене существующего ассортимента средневолокнистых сортов в связи с быстрым нарастанием вилта, который с каждым годом все больше и больше снижал валовой сбор хлопка.

Селекционеры Узбекистана предложили новые вилтоустойчивые сорта, выведенные на основе отдаленной гибридизации. Их быстро (за три года) размножили и почти полностью заменили ими старые не устойчивые к вилту сорта хлопчатника.

Работа по размножению новых сортов началась в 1968 г., когда селекционером С. М. Мирахмедовым были отобраны наиболее перспективные вилтоустойчивые линии. Для получения максимально возможного коэффициента размножения семян посев проводили руками по одному семени в гнездо. Для обеспечения всходов в это же гнездо клали по 4—5 семян гузы, всходы которой при прореживании полностью удалялись. Так удалось засеять 4 га лучшими вилтоустойчивыми линиями, получившими название Ташкентских. С 4 га было собрано 9 т семян, которые в 1969 г. для широкой производственной проверки были высеяны в колхозах разных районов Узбекской ССР. Сев провели на полях, сильно зараженных вилтом (на 360 га) и одновременно на сортоучастках разных областей республики.

Такой порядок позволил не только быстро размножить ценные сорта, но и одновременно всесторонне, объективно оценить их урожайность, вилтоустойчивость и качество продукции.

Уже в 1972 г. семенами этих сортов было засеяно свыше 1 млн га хлопчатника в Узбекистане и в других хлопкосеющих республиках Советского Союза.

Быстрое размножение семян перспективного сорта стало

возможным только благодаря огромному вниманию и помощи, оказанной партийными и советскими органами. Был взят на учет каждый килограмм семян этих сортов, резко сокращены нормы высева (вместо обычных 80—100 кг/га высевали 20—25 кг).

Одновременно с размножением в элитно-семеноводческих хозяйствах республики под руководством семеновода М. В. Ляцкого шла интенсивная работа по доработке новых сортов методом индивидуального отбора с проверкой по потомству. В результате этой вдумчивой, кропотливой работы элита новых сортов в течение двух лет была доведена до стандартной сортовой чистоты (100%).

За период после Великой Октябрьской социалистической революции до 1975 г. в хлопководстве Советского Союза проведено пять сортосмен по сортам вида *G. hirsutum*. За очередную сортосмену принято считать период смены основного сорта, занимающего подавляющую площадь посевов хлопчатника и высеваемого в большинстве хлопкосеющих республик Советского Союза. Такими сортами были: в первой сортосмене — сорт Навроцкий, во второй — 8517, в третьей — С-460, в четвертой — 108-Ф и в пятой — Ташкент-1.

Первая сортосмена хлопчатника проходила в период с 1922 по 1930 г.

Высевавшиеся до революции и в первые годы после революции сорта хлопчатника представляли собой популяции, так называемые заводские смеси — смешение семян сортов хлопчатника Кинг, Клевленд, Руссельс и другие, завезенные в Туркестан из США в конце 19 в. До завоза этих семян (1884) высевались сорта вида *G. herbaceum*, получившие местное название гуза.

Семена разных сортов американского происхождения высевались на хлопковых полях Узбекистана. При переработке нового урожая на хлопкоочистительных заводах семена смешивались и под влиянием длительного возделывания в одних и тех же почвенно-климатических условиях среди них происходил естественный отбор. Так образовались местные сорта — популяции, названные заводскими смесями. В зависимости от места произрастания они различались между собой по скороспелости, качеству волокна и другим признакам. В южных районах образовались более позднеспелые, крупнокоробочные смеси (мервская, чарджоуская, андижанская), а в северных — скороспелые, мелкокоробочные (чимбайская, узгенская).

Все заводские смеси имели сравнительно мелкие коробочки (4—5 г) с коротким неоднородным волокном (25—28 мм) и низким выходом его (28—32%). Селекционные сорта хлопчатника, выведенные до революции, не получили широкого распространения из-за отсутствия налаженного семеноводства.

Только в советское время была организована единая система селекционно-семеноводческой работы с хлопчатником, че-

рез которую сорта дореволюционной селекции были быстро размножены и внедрены в производство.

К 1930 г. завершилась первая сортомена. Все заводские смеси и сохранившиеся в Бухаре и Хиве гузы были полностью заменены на дореволюционные селекционные сорта: Навроцкий, Триумф Навроцкого, 1838, 182 (Ак-Джура), 169 (Дехкан). В 1930 г. в Азербайджане был районирован сорт 915, а вслед за ним в 1931 г. сорт 114.

Наибольшее распространение благодаря своей неприхотливости получил сорт Навроцкий, занимавший в 1930 г. больше 60% (около 1 млн га) всей площади посевов хлопчатника в Советском Союзе. Это был среднеспелый, высокоурожайный сорт с достаточно крупной коробочкой (5,5—6,5 г) и хорошим выходом волокна (34—35%), но недостаточной длины (25—28 мм), а грубое волокно не удовлетворяло требования текстильной промышленности.

Сорт Триумф Навроцкого обладал более крупной коробочкой (7—7,5 г), хорошей длиной (28—29 мм) и выходом (35—36%) волокна. Однако вследствие своей позднеспелости (на 3—5 дней) по сравнению с Навроцким не получил широкого распространения и высевался на ограниченной площади, в основном в Туркмении (120 тыс. га).

Сорт 1838 отличался от остальных сортов дореволюционной селекции лучшими технологическими качествами волокна. Он был скороспелее сорта Навроцкий на 1—3 дня, имел коробочку на 0,5—1 г меньше, выход волокна на 4—6% ниже, но значительно лучшего качества, длиной 32—34 мм. Текстильная промышленность относила его к IV типу, в котором тогда ощущалась острая нужда. Но в связи с низкой урожайностью и неустойчивостью к вертициллезному вилту этот сорт занимал малые площади в Ташкентской и Самаркандской областях (до 12 тыс. га).

Сорта 182 (Ак-Джура) и 169 (Дехкан) были скороспелее Навроцкого на 5—7 дней, имели волокно длиной 27—28 мм и мелкую коробочку (4—4,5 г). Высевались они до 1938 г. только в предгорных и северных районах Узбекистана.

Районированные в Азербайджане сорта 915, а затем 114 высевались только в этой республике на площади около 65 тыс. га. Они имели среднюю коробочку (4,5—5 г) с выходом волокна 32—35% и длиной 28—30 мм.

Первые селекционные сорта, внедренные в производство в период восстановления хлопководства в нашей стране, наряду с другими агротехническими мероприятиями позволили значительно повысить сбор хлопка благодаря росту урожайности (на 10—15%) при более высоком выходе волокна (на 2—5%).

Главным недостатком основных сортов дореволюционной селекции было короткое волокно (25—28 мм) и его грубость, что не удовлетворяло требования текстильной промышленности.

К концу первой сортосмены (1930 г.) советские селекционеры вывели новые высокоурожайные сорта с волокном значительно лучшего качества. Они и пошли на замену сортов до-революционной селекции.

Вторая сортосмена прошла в период с 1934 по 1937 г. Такая быстрая замена одних сортов другими стала возможной благодаря созданию к тому времени развернутой системы семеноводства. Изменилась и база хлопководства. Вместо раздробленных мелких дехканских хозяйств (к этому времени была закончена коллективизация сельского хозяйства) были образованы крупные колхозы. Все дореволюционные сорта были заменены сортами советской селекции: среднеспелые — 8517 (Колхозник), 36M₂ (Пахтакор), среднескороспелые: 2017 (Ким), 2034 (Большевик), 8196 (Узун) и скороспелые — 1306 (Шредер) и 246.

Самым распространенным сортом во второй сортосмене был сорт 8517, который заменил сорт Навроцкий почти на всей площади посева, так как отличался от последнего высокой урожайностью, крупной коробочкой (6,5—7 г), хорошей длиной (30—32 мм) и выходом волокна (37—38%).

Сорт 36M₂ по урожайности мало отличался от сорта 8517, но был позднеспелее его на 1—2 дня, имел выход волокна меньше (на 4,5—5%), а длину больше (на 0,5—1 мм). Волокно его имело много пороков (улюка), поэтому он не получил широкого распространения, высевался главным образом в южных районах Узбекистана и Туркменистана (до 360 тыс. га).

Сорт 2017 (Ким) частично вытеснил скороспелые сорта 182 и 169 и занимал незначительные площади (около 65 тыс. га) только в Ташкентской области. Характеризовался более крупной (на 0,5 г) коробочкой и лучшими технологическими качествами волокна, чем заменяемые сорта 182 и 169.

Сорта 2034 и заменивший его 8196 характеризовались очень высокими технологическими свойствами волокна IV типа, но отличались пониженной урожайностью. Были скороспелее сорта 8517 (на 5—7 дней), имели коробочку мельче на 1—2 г, выход волокна на 3—6% ниже, а длину на 2—3 мм больше, однако они были более продуктивные, чем вытесненный ими сорт 1838.

В связи с недостаточной продуктивностью и сильной поражаемостью вилтом посева этих сортов ограничивали. Они занимали 120—170 тыс. га в Ташкентской и Самаркандской областях Узбекистана и в Голодностепской части Казахстана.

Сорт 1306 отличался от остальных сортов второй сортосмены скороспелостью. Он был на 12—15 дней скороспелее сорта 8517, имел мелкую коробочку (3,5—4 г), короткое волокно (26—28 мм) и низкий выход (31—32%). Благодаря высокой скороспелости и хорошей продуктивности в новых хлопковых районах Советского Союза он занимал до 700 тыс. га.

Основным недостатком всех сортов второй сортосмены была их неустойчивость к вертициллезному вилту. Тем не менее

вторая сортосмена позволила поднять урожайность и валовой сбор хлопкового волокна на 12—15%, длина волокна увеличилась с 27—28 мм в 1931 г. до 30—31 мм в 1937 г., средний выход волокна за это же время повысился с 28,4 до 33%. Улучшение технологических свойств волокна имело большое значение для текстильной промышленности. Производительность труда и оборудования в прядении повысилась на 25% и в качестве на 38%, расширился ассортимент товаров текстильной промышленности.

Третья сортосмена была проведена в период Великой Отечественной войны с 1941 по 1944 г. Вместо неустойчивых к вертициллезному вилту сортов в производство внедрили сравнительно устойчивые: С-460, С-450, 18819, 31-Ф, 1306-ДВ и 1298. Наибольшее распространение (560 тыс. га) получил сорт С-460, крупнокоробочный (6—7 г) с выходом волокна 39—40% и длиной 31—33 мм, но более позднеспелый, чем сорт 8517 (на 2—5 дней). Он заменил основной сорт второй сортосмены 8517 во всех районах, где хлопчатник сильно поражался вилтом.

Значительную площадь в эту сортосмену (около 360 тыс. га) занимал сорт С-450, сходный по своим признакам с сортом С-460, но имевший пониженный выход волокна (на 2—3%) с худшими технологическими свойствами.

Сорт 18819 отличался высокими технологическими свойствами волокна и сравнительно хорошей устойчивостью к вилту. Он полностью вытеснил (до 150 тыс. га) сорта 2034 и 8196 с таким же качеством волокна, но неустойчивых к вилту.

Сорт 31-Ф также был позднеспелее сорта 8517 (на 2—5 дней), занимал небольшую площадь (до 50 тыс. га) только в Ферганской долине, имел выход волокна ниже, чем С-460 (на 2—3%).

Сорт 1306-ДВ (1306 длинноволокнистый) высевался на незначительной площади (38 тыс. га) в Каракалпакской АССР, Позднеспелее (на 3—5 дней) сорта 1306, из которого выведен, но с более крупной коробочкой (на 0,5—1 г), лучшей длиной и технологическими качествами волокна.

Сорт 1298 высевался только в Азербайджане (до 260 тыс. га), где занимал основные площади посева до 1959 г. Он заменил там все неустойчивые к вилту сорта. Отличался хорошей урожайностью, но имел низкие технологические качества волокна.

Внедрение в производство в третью сортосмену более устойчивых к вилту сортов позволило оздоровить огромные площади посевов хлопчатника и повысить его урожайность на 12—15%. Повысилась средняя длина волокна с 30,5 мм до 32,5 мм, а выход с 33 до 35,5%.

Четвертая сортосмена началась в 1947 г. В период с 1947 по 1950 г. основной сорт третьей сортосмены С-460 был заменен на сорта 108-Ф и С-450-555, а сорт 1306-ДВ в Каракалпакии — более скороспелым сортом С-3210.

В новых хлопковых районах сорт 1306 был заменен на более крупнокоробочные, продуктивные сорта С-3173 и 611-б. В 1952 г. были районированы сорта 137-Ф и 138-Ф. Первый из них заменил в некоторых районах Ферганской долины и в Бухарской области сорт 108-Ф, но был снят с производства из-за пониженных технологических качеств волокна.

Второй сорт — 138-Ф — отличался высокой продуктивностью, хорошей длиной волокна. Он заменил сорт С-460, высевавшийся еще в районах Сурхандарьинской области и в Туркменской ССР (на площади до 140 тыс. га).

В 1952 и 1954 гг. были районированы для Каракалпакской АССР более продуктивные сорта КК-602, КК-351 и КК-1086, которые заменили там сорт С-3210.

Вслед за этим были районированы длинноволокнистые сорта С-1472 (в 1955 г.) и С-1622 (в 1961 г.).

Первый высевался в Наманганской области, а второй в Самаркандской, но вскоре оба сорта были сняты из-за низкой продуктивности.

В 1956 г. в Азербайджане приступили к замене сорта 1298 на сорт 2421 с лучшими качествами волокна.

Районированные в северной зоне Каракалпакской АССР сорта КК-602, КК-351 и КК-1086 в 1957—1959 гг. были заменены на более урожайные — КК-1543 и КК-1083.

Для предгорных районов Ташкентской и Самаркандской областей, а также для Каракалпакской АССР, Чимкентской и Ташаузской областей в 1961 г. был районирован среднескороспелый сорт С-4727, который впоследствии стал высеиваться и в Азербайджане.

В 1960 г. был районирован длинноволокнистый сорт 149-Ф, который высеивался в Ферганской долине Узбекской и Киргизской ССР. Вслед за этим в 1964 г. начали высевать голосемянный сорт 153-Ф в районах Ферганской долины и в Бухарской области.

В Азербайджане сорт 2421 с 1965 г. был вытеснен сортом 2421 улучшенный, который с 1967 г. заменен на сорт 2833.

В 1967 г. был районирован сорт 133, обладающий исключительно высокими технологическими свойствами волокна, приближающимся к волокну тонковолокнистых сортов.

На замену сорта 108-Ф в некоторых районах Ферганской долины в 1970 г. был районирован сорт 159-Ф, который отличался от 108-Ф лучшей устойчивостью к вилту и повышенным выходом волокна (на 1—2%).

Основным сортом четвертой сортосмены явился сорт 108-Ф, высеиваемый до настоящего времени в Советском Союзе. Он оказался самым пластичным и высокопродуктивным из всех сортов, культивировался во всех хлопкосеющих республиках. В течение 35 лет он занимал основные площади посевов хлопчатника в Советском Союзе (до 70%), но к концу 60-х годов стал сильно поражаться вертициллезным вилтом. Недостатком

этого сорта является сравнительно низкий выход волокна (34—36%).

Вторым по распространенности (до 400 тыс. га) в четвертую сортосмену надо считать среднескороспелый сорт С-4727 (скороспелее сорта 108-Ф — до 10 дней), высевающийся до настоящего времени в Советском Союзе. Этот сорт сочетает в себе хорошую скороспелость и крупную коробочку (почти одинаковую с сортом 108-Ф). По качеству волокна равен сорту 108-Ф (V тип), но имеет выход волокна выше на 2—3%. Большой недостаток сорта — слабая устойчивость к вертициллезному вилту, вследствие чего он высеивается только в районах, слабо зараженных этой болезнью.

Из сортов четвертой сортосмены надо отметить сорт 138-Ф (до 180 тыс. га), также высеиваемый до сих пор. При высокой продуктивности этот сорт имеет длинное (34—37 мм) волокно и высокий номер (5800—6000), но недостаточную прочность (4,2—4,5 г) его, поэтому хлопок-сырец этого сорта оплачивается наравне с сортом 108-Ф.

Районированный к концу четвертой сортосмены (1967 г.) сорт 133 является уникальным по технологическим свойствам волокна. При длине волокна 35—37 мм он имеет прочность 4,9 г и номер волокна 6200—6400. За высокие качества волокна хлопок-сырец этого сорта в первые годы после районирования оплачивался наравне с тонковолокнистым III типа, но в связи с недостаточной тониной волокна стоимость его была снижена до установленной для волокна IV типа. В связи с позднеспелостью сорта по сравнению с сортами 108-Ф и Ташкент-1 (на 2—5 дней) и медленным темпом раскрытия коробочек он высеивался только в южных районах Туркмении и Таджикистана (до 250 тыс. га).

Скороспелые сорта 611-б и С-3173 высеивались главным образом в новых хлопковых районах. Наибольшее распространение получил сорт 611-б, площади его посева достигали 650 тыс. га. Вследствие лучших технологических качеств волокна этот сорт вытеснил полностью в новых районах хлопководства сорт С-3173, который занимал до 350 тыс. га, характеризовался низкими технологическими качествами волокна и плохой удерживаемостью хлопка-сырца в коробочках.

Единственный в практике советского хлопководства голозерный сорт 153-Ф высеивался только в Узбекистане на площади до 370 тыс. га. Имеет почти голые семена, хороший выход волокна (39—40%), но малую тонию его (5100). Обладает хорошей засухоустойчивостью и сравнительно большой вилтостойчивостью.

Большой интерес представляет сорт 149-Ф, площади посева под которым достигали 200 тыс. га. По технологическим качествам волокна он относится к IV типу (длина 34—36 мм, номер 6000), хотя и не полностью отвечает требованиям, установленным для волокна этого типа.

Все остальные сорта, районированные в период четвертой сортосмены, не получили широкого распространения и по тем или иным причинам быстро вытеснялись другими, более продуктивными сортами.

В результате проведения четвертой сортосмены хлопчатника урожай хлопка-сырца повысился в среднем на 10—12%. Качество хлопка-сырца и волокна значительно улучшилось за счет увеличения заготовок первых сортов хлопка (до 90% и больше). Внедрение более скороспелых сортов хлопчатника имело особенно большое значение для успешного освоения машинного сбора урожая хлопка-сырца и повышения его эффективности.

Пятая сортосмена началась в 1971 г., когда основной сорт четвертой сортосмены 108-Ф стал быстро вытесняться новыми вилтоустойчивыми сортами Ташкент-1, Ташкент-2 и Ташкент-3. Семена этих сортов были размножены за короткий срок. Уже в 1972 г. они занимали свыше 1 млн га в районах Узбекской, Казахской, Киргизской и Таджикской республик, сильно зараженных вилтом. В этих районах ташкентские сорта вытеснили 108-Ф, 149-Ф, 153-Ф, 159-Ф. Позднее, в 1976 г., было районировано несколько новых сортов, в том числе Кызыл-рават и Чимбай-3010 в Каракалпакии, и сорт 3038 в Азербайджане.

Из ташкентских широкое распространение получил сорт Ташкент-1, а сорта Ташкент-2 и Ташкент-3 были сняты с районирования из-за неоднородности. К началу 80-х годов были внедрены в производство скороспелый сорт Самарканд-3 с высоким качеством волокна V типа, сорт Ок-Олтын с волокном IV типа, 175-Ф с волокном IV типа, устойчивый к обоим расам гриба, но недостаточно скороспелый, Кызыл-Рават, Уйчи-2 и АН-402, у последнего невысокое качество волокна V типа. Позднее были районированы сорта с V типом волокна АН-Узбекистан-3, АН-Баяут-2 и С-4880; сорт С-4880 — высокоурожайный, скороспелый, но волокно не соответствует нормативам V типа.

В связи с переходом на планирование хлопкового волокна в настоящее время остро встал вопрос создания сортов с высоким выходом волокна. Большинство районированных сортов имеют невысокий выход, так как при планировании хлопка-сырца хозяйства не были заинтересованы во внедрении высоковыходных сортов, тем более, что высокий выход волокна проявляет тенденцию к отрицательной корреляции с длиной и качеством волокна.

В связи с распространением в почвах расы 2 возбудителя вертициллезного вилта все районированные сорта, созданные на мексиканской основе, кроме сорта 175-Ф, оказались неустойчивыми к этой расе. Поэтому необходимо создание сортов с комплексной устойчивостью к обоим расам гриба и внедрение в производство сортов, сочетающих комплекс хозяйственно-ценных признаков с высокой скороспелостью.

Сортосмены по тонковолокнистому хлопчатнику. По тонковолокнистым сортам хлопчатника вида *G. barbadense* сортосмены проходили несколько иначе и в другие сроки.

Попытки внедрения сортов этого типа в Туркестане проводились еще до революции. Сюда завозились из Америки семена си-айлендов, так называемого приморского хлопчатника, отличающегося исключительно высокими технологическими свойствами волокна. Однако все эти попытки заканчивались неудачей. Растения этих сортов в связи с позднеспелостью почти не давали урожая.

Планомерной селекционной работы по этим сортам в Туркестане не велось.

Позднеспелость си-айлендов, выявленная еще до революции, явилась причиной отказа от внедрения этих сортов в культуру хлопководства Средней Азии.

Среди ученых и агрономов-хлопководов существовала глубокая уверенность, что культура си-айлендов в Средней Азии не выгодна. Вот что писал по этому вопросу известный ученый хлопковод Г. С. Зайцев: «...благодаря незначительности урожая си-айлендов в Туркестане надеяться на привитие здесь культуры тех или иных сортов его едва ли приходится». (Г. С. Зайцев. «Хлопчатник», 1925 г.).

Однако первые же опытные посевы сортов этого типа, завезенных из Египта, проведенные А. И. Автономовым в 1926 г. в филиале Туркестанской селекционной станции в г. Байрам-Али поколебали мнение Г. С. Зайцева. Пробные производственные посевы, проведенные в 1928—1929 гг. (Автономов, Кожакпи) в Туркмении—108 га, в Таджикистане—25 га (Артемов), в Узбекистане—5 га (Шагаев), показали полную рентабельность культуры египетского хлопчатника (си-айлендов) в Средней Азии. Учитывая позднеспелость этих сортов, в первые годы их внедрения (1928—1929 гг.) для удлинения периода их вегетации была организована пересадочная культура.

Основываясь на исследованиях А. И. Автономова и грунтовых посевах в Туркмении (Кожакин) и в Таджикистане (Артемов), решением правительства Советского Союза в 1930 г. из Египта были завезены большие партии семян разных сортов египетского хлопчатника: Уперс, Сакель, Загора, Пиллион, Мелабесса, Фуади и др. Чтобы предохранить от распространения в Советском Союзе злостного вредителя хлопчатника—розового червя, поражающего посевы в Египте, завезенные семена после фумигации были высяны в изолированном районе Южного Таджикистана—в долине реки Вахш на площади около 3000 га. В это же время в Туркмении и в Сурхандарьинской области Узбекистана на широких производственных посевах были высяны сильно засоренные семена разных сортов египетского хлопчатника, полученные с опытных участков.

В первые годы урожайность египетского хлопчатника была очень низкой—2—6 ц/га, особенно в Таджикистане на посевах

семенами, завезенными из Египта. Это обуславливалось низкой агротехникой, а также резким изменением условий — сравнительно мягкий климат Египта и резко континентальный климат Средней Азии.

Основными сортами в первые годы освоения культуры египетского хлопчатника (начало 30-х годов) были: Сакель, занимавший до 15 тыс. га, Уперс (Ашмуни) — до 9 тыс. га, Пима — до 11 тыс. га. Кроме них на небольших площадях высевались также другие египетские сорта: Мелабесса — до 7 тыс. га, Фуади — до 9 тыс. га, Маарад — до 2 тыс. га и др. К 1935 г. из всех сортов, завезенных из Египта и США, в посеве сохранились только три: Пима (до 55 тыс. га), Фуади (до 45 тыс. га) и Маарад (до 12 тыс. га).

Остальные были сняты полностью или сохранились на малых площадях.

Первая сортосмена по сортам тонковолокнистого хлопчатника началась в 1935 г. Тогда был районирован первый сорт этого типа советской селекции — 23, выведенный таджикскими селекционерами. Вслед за ним в 1937 г. был районирован сорт 2ИЗ селекции туркменских селекционеров.

В 1938 г. районирован сорт 35-1, выведенный в Узбекистане, а вслед за ним — в 1939 г. — сорт 35-2. Все четыре сорта были скороспелее (на 7—12 дней), урожайнее оригинальных египетских и американских сортов на 10—15% и давали волокно, отвечающее требованиям текстильной промышленности, первые два (23 и 2ИЗ) второго типа, третий (35-1) — третьего типа и четвертый (35-2) — первого типа. Все первые сорта египетского хлопчатника советской селекции характеризовались мощным кустом высотой 120—160 см третьего-четвертого типа ветвления. Параллельно с размножением советских сортов тонковолокнистого хлопчатника продолжалась культура оригинальных египетских и американских сортов: Маарад (волокно I типа), площадь посева которого к 1938 г. достигла 62 тыс. га, Пима (волокно II типа) — до 50 тыс. га (в 1936 г.) и Фуади (волокно III типа) — до 75 тыс. га (в 1939 г.).

Все три сорта постепенно вытеснялись советскими тонковолокнистыми сортами. Сорт Пима полностью был снят с посевов в 1938 г., сорт Маарад — в 1941 г. Дольше всех высевался оригинальный сорт Фуади (в Азербайджане). Он был снят только в 1950 г.

В 1940 г. на посевах египетского хлопчатника была обнаружена болезнь — фузариозный вилт, последствия которого были опустошительными. Растения, пораженные фузариозным вилтом, гибли при 5—7 листочках и даже раньше. К осени такие посевы полностью погибали. Особенно вредоносное действие фузариозного вилта отмечалось на полях Узбекистана в Ферганской долине. Началась интенсивная работа по созданию сортов тонковолокнистого хлопчатника, устойчивых к фузариозному вилту. Больших успехов добились селекционеры Узбе-

кистана и Таджикистана, которые, начиная с 1946 г., стали выдавать производству только фузарноустойчивые сорта тонковолокнистого хлопчатника.

Вторая сортосмена в Узбекистане началась в 1946 г. внедрением новых фузарноустойчивых сортов 2836, 2850 и 10964, выведенных на ЦСС СоюзНИХИ. Все три сорта давали волокно III типа.

В 1947 и 1948 гг. были районированы в Туркмении сорта 910-И и 5476-И с волокном II типа, слабоустойчивые к фузариозному вилту. Оба сорта выведены на Иолотанской опытной станции.

В Таджикистане в 1949 г. были районированы сразу два фузарноустойчивых сорта: 504-В с волокном I типа и 2365-В с волокном III типа. Оба сорта выведены на Вахшской зональной станции. Все перечисленные сорта второй сортосмены имели такой же, как и оригинальные египетские сорта, мощный раскидистый куст с ветвями IV типа. Исключение составляет сорт 5476-И, менее мощный, чем все остальные, с ветвями второго и третьего типов. Но все они были продуктивнее и скороспелее предыдущих сортов.

Наибольшего распространения получили сорта 10964 и 5476-И. Первый занимал площадь до 35 тыс. га и высевался только в Узбекистане. Снят с производства в 1960 г. Второй высевался до 1964 г. в Туркмении и в Узбекистане на площади до 56 тыс. га. Сорт 504-В, дающий волокно I типа, был очень позднеспелый, высевался только в Таджикистане до 1965 г. на площади 17 тыс. га. Остальные сорта второй сортосмены: 2836, 2850, 910-И и 2365-В занимали малые площади (не больше 10 тыс. га) и вскоре после районирования были сняты с производства вследствие невысокой продуктивности.

Третья сортосмена началась в 1952 г., когда приступили к внедрению сортов тонковолокнистого хлопчатника с предельно сжатым кустом нулевого типа ветвления. Первым таким сортом был 5904-И, выведенный на Иолотанской опытной станции. Но в числе сортов, районированных в период третьей сортосмены, были также сорта и с обычным симподиальным типом ветвления. Они отличались от всех предыдущих меньшей мощностью, более низким ростом, плодовыми ветвями не больше третьего типа.

В 1954 г. для Ферганской долины был районирован сорт 123-Ф. Вслед за ним в 1957 г. районированы два сорта: 5210-В и 5230-В. В 1958 г. районированы еще два сорта: С-6002 и 8763-И. В дальнейшем почти ежегодно районировались по одному-двум сортам: в 1960 г.—9123-И, в 1961 г.—9041-И, в 1962 г.—9078-И и С-6002, в 1963 г.—С-6015, в 1964 г.—5595-В, в 1967 г.—9155-И.

Наибольшего распространения из всех сортов тонковолокнистого хлопчатника, районированных в период третьей сортосмены, получил сорт 5904-И. Он высевался в Туркмении, Тад-

жикистане и в Узбекистане, где сохранился до сих пор. По способности приспособляться к местным условиям он напоминает сорт 108-Ф, дает хорошие, устойчивые урожаи в разнообразных почвенно-климатических условиях. Он слабо устойчив к фузариозному вилту, и волокно его, хотя и относится к III типу, не полностью отвечает требованиям промышленности на волокно этого типа.

Большое значение из сортов третьей сортосмены имели еще три сорта: 8763-И, 9078- и 5595-В. Первый, 8763-И, высевался в Туркмении на площади до 78 тыс. га. Имсет волокно I типа, но не устойчив к фузариозному вилту. Сорт 9078-И также высевался в Туркмении в течение 16 лет и занимал до 57 тыс. га. Имеет волокно II типа, устойчив к фузариозному вилту. Сорт 5595-В находился в посеве 16 лет, занимал до 60 тыс. га в Таджикистане. Имеет волокно II типа, устойчив к фузариозному вилту.

Из остальных сортов интерес представляют еще два фузариоустойчивых сорта — С-6002 и 9155-И, имеющие волокно II типа. Первый, С-6002, высевался в Узбекистане 12 лет и занимал до 12 тыс. га. Второй, 9155-И, высевался в Туркмении 8 лет и занимал до 22 тыс. га.

Остальные сорта третьей сортосмены большого значения не имели, высевались после районирования только два-четыре года и по разным причинам снимались.

Четвертая сортосмена по тонковолокнистым сортам началась на год раньше пятой сортосмены советских средневолокнистых сортов хлопчатника, с 1970 г. Она характеризовалась внедрением в производство более продуктивных, скороспелых с более крупной коробочкой сортов, устойчивых к фузариозному вилту, с волокном I и II типа. Все сорта, внедренные в период четвертой сортосмены, имели куст предельно сжатый, колонкообразный с нулевым типом ветвления, за исключением сортов 7318-В и Ашхабад-25 с симподиальным типом.

В этот период были районированы сорта 9647-И с I промышленным типом волокна, 6465-В, С-6030, С-6037 со II типом волокна и др. Все эти сорта имеют нулевой тип ветвления.

В 1978 г. был районирован сорт Ашхабад-25 с симподиальным типом ветвления, который вскоре занял все площади, отведенные под посевы тонковолокнистого хлопчатника в Туркмении. Этот сорт сочетает высокую продуктивность с качеством волокна I промышленного типа и очень высоким выходом волокна, достигающим 35% и более.

* * *

Внедрение в производство в период пятой сортосмены вилтоустойчивых советских средневолокнистых сортов имело важное экономическое значение для народного хозяйства Советского Союза. Хлопковые поля были значительно оздоровлены

от вертициллезного вилта, что обусловило повышение урожайности и увеличение валового сбора хлопка. Уже к 1975 г. Советский Союз вышел на первое место в мире по урожайности хлопка-сырца и волокна.

Большое значение имеет также ускоренный темп созревания коробочек у сорта Ташкент-1, значительно превышающий сорт 108-Ф и др. Это было одним из важных факторов для успешного развития машинного сбора урожая хлопка, повышения ассортимента хлопка-сырца и для своевременного проведения с высоким качеством осенних полевых работ.

Однако гриб вертициллезного вилта, приспособившаяся к новому сорту, накапливает в почве более агрессивные расы, которые с каждым годом все больше и больше поражают растения сорта Ташкент-1. Так, если в первые годы его внедрения на провакационных сортоучастках число больных растений не превышало 10%, то уже в 1976—1977 гг. оно достигало 60—70%, а местами 80% и больше и, надо полагать, что в дальнейшем будет возрастать. Кроме того, волокно всех трех сортов Ташкент по своим технологическим качествам не соответствует требованиям, предъявляемым к волокну V типа, из которого вырабатывается основной ассортимент текстильных изделий.

Следует отметить, что коренная проблема хлопководства — скороспелость — осталась нерешенной.

Для дальнейшего развития хлопководства, главным образом машинного сбора урожая, и своевременного проведения на высоком уровне всех осенних полевых работ необходимо повысить скороспелость основных сортов хотя бы до уровня сорта С-4727, т. е. скороспелее существующих на 8—10 дней. Эта задача трудная, но вполне выполнимая. Все еще не решен вопрос с сортами, дающими волокно IV типа. Промышленность требует волокна этого типа не менее 20% валового производства хлопка, а все хлопкосеющие республики дают его меньше 10%. Сорт 133, дающий отличное волокно этого типа, выведен в Узбекистане, а из-за позднеспелости высеивается в Туркменинии.

Второй сорт с волокном этого типа, 149-Ф, не полностью отвечает требованиям текстильной промышленности и не вилтоустойчив. Поэтому посевы его ограничены.

Большие успехи достигнуты в селекции тонковолокнистого хлопчатника. Сорта этого типа, высеиваемые в настоящее время, совершенно не похожи на оригинальные сорта, завезенные в Советский Союз пятьдесят лет назад, и первые сорта отечественной селекции. Если оригинальные и первые сорта тонковолокнистые сорта представляли мощные растения высотой до 2 м и больше с IV типом плодовых ветвей, то сорта, высеиваемые сейчас, по росту и типу плодовых ветвей не отличаются от советских средневолокнистых сортов. Основным же ассортимент тонковолокнистых сортов, районированных в последней

сортосмене, имеет сжатый куст с предельным типом плодовых ветвей.

Широко районированный сорт Ашхабад-25 с высоким качеством и выходом волокна имеет неопределенный тип куста, но компактный и низкорослый.

Валовое производство волокна тонковолокнистых сортов за последние годы значительно увеличилось и приближается к требованиям промышленности (10%). Однако и по тонковолокнистым сортам имеются свои проблемы, которые должны быть решены в ближайшие годы.

Ненормальное положение сложилось с ассортиментом тонковолокнистых сортов. Туркмения высекает сорта, дающие только волокно I типа, Таджикистан — в основном II типа, а Узбекистан — III типа. При этом Узбекистан высекал в основном сорт 5904-И, волокно которого не соответствует требованиям промышленности. В Узбекистане почвенно-климатические условия не хуже, чем в других республиках, и здесь вполне можно производить волокно I и II типов.

Итак, перед селекцией по хлопчатнику в ближайшие годы стоят следующие основные задачи: создать и внедрить в производство высокопродуктивные вилтоустойчивые, скороспелые сорта интенсивного типа с высоким качеством волокна I—V типа. Особенно остро стоит вопрос о создании сортов с III и IV промышленным типом волокна.

СЕМЕНОВЕДЕНИЕ

Известно, что повышение урожайности и качества продукции хлопчатника и других культур во многом зависит от качества семян районированных сортов. Семя хлопчатника, также как и семена других растений, представляет живой организм, из зародыша которого развивается будущее растение. Как видно, семя является носителем всех биологических, хозяйственных и сортовых свойств растения. На протяжении всей истории земледелия человек всегда уделял большое внимание качеству семян, зная, что от них зависит будущий урожай.

Изучением качества семян первоначально занимались ботаники и до 70-х годов прошлого века считали это разделом своей науки. Впоследствии, при развитии товарных отношений, семена стали объектом торговли и появилась необходимость оценивать их качество. Это потребовало развития научных исследований по изучению биологии семян и их свойств. Так началось зарождение науки о семенах — семеноведения.

Итак, семеноведение — это отрасль биологической науки, изучающая развитие и жизнь семян, начиная с момента оплодотворения семязпочки до образования нового растения из этого семени.

Семеноведение начало развиваться с первых работ по оценке качества семян. Это потребовало изучения свойств семян, их отношения к внешним условиям: воде, температуре, свету, воздуху. Так родилось контрольно-семенное дело — один из разделов семеноведения. Первые анализы посевных семян в России начали проводиться в 1864 г. в Рижском политехническом институте. В 1877 г. была открыта первая станция по испытанию семян при Главном ботаническом саду в Петербурге. Здесь под руководством профессора А. Ф. Баталина проводились не только анализы семян, но и научно-исследовательская работа по семеноведению. Большую работу по семеноведению вела Петровско-Разумовская земледельческая и лесная академия (ныне Московская сельскохозяйственная академия им.

Ж. А. Тимирязева), где в 1881 г. при кафедре общего земледелия была организована контрольно-семенная лаборатория.

Широкое развитие семеноведение и семенной контроль в нашей стране получили только после Великой Октябрьской революции. Большое значение для их развития имел декрет о семеноводстве, подписанный 13 июня 1921 года В. И. Лениным.

По инициативе Н. И. Вавилова (в 1931 г.) научно-методическое руководство семеноведением и семенным контролем было возложено на организованный во Всесоюзном институте растениеводства (ВИР) отдел семеноведения. Значительный вклад в эту область биологических знаний внесли известные ученые нашей страны А. Ф. Баталин, Б. Л. Исаченко, А. А. Фадеев, П. Р. Слезкин, К. И. Пангало, С. Л. Франкфурт и др.

В Среднеазиатских республиках семеноведение и контрольно-семенное дело до Октябрьской революции только начинало развиваться. Для оценки посевных качеств семян в 1912 г. при Туркестанском сельскохозяйственном обществе была открыта контрольно-семенная лаборатория, которая проводила анализы посевных качеств семян по заказам отдельных граждан. В 1922 г. в соответствии с ленинским декретом о семеноводстве на кафедре «Генетика» сельскохозяйственного факультета САГУ под руководством проф. К. И. Пангало была организована контрольно-семенная лаборатория. Здесь занимались изучением семян главным образом огородных культур. В 1924 г. Узбекский хлопковый комитет организовал в г. Ташкенте первую контрольно-семенную хлопковую станцию.

В 1925 г. на Туркестанской селекционной станции был организован контрольно-семенной отдел, который возглавил Ф. М. Мауэр. В отдел была передана контрольно-семенная станция со всем личным составом и оборудованием. («Селекция хлопчатника» под ред. С. С. Канаша, Т., Узгосиздат, 1948). Отдел провел большие исследования по семеноведению хлопчатника. Здесь под руководством Н. Ф. Котова впервые были разработаны правила отбора образцов семян и методы анализа семян хлопчатника на посевные качества. Были разработаны также методы полевой апробации семенных посевов хлопчатника и грунтового контроля семфонда.

В 1930 г. Туркестанская селекционная станция была реорганизована и переименована в Центральную селекционную станцию, а контрольно-семенной отдел во главе с Н. Ф. Котовым со всем штатом и оборудованием контрольно-семенной лаборатории был передан в сельскохозяйственное управление Главного хлопкового комитета, а затем в 1930 г. в Совхозхлопок. В 1932 г. контрольно-семенная лаборатория была реорганизована и вошла в виде отдела во вновь организованную межведомственную инспекцию по контролю за качеством волокна и семян хлопчатника — ГОСХИ. Это учреждение существовало только полтора года — до сентября 1933 г., когда оно было расформировано. Контрольно-семенной отдел вместе с лабора-

торией был передан Наркомзему. В этот период исследования по семеноведению почти не проводились, все внимание было направлено на организацию контрольно-семенных лабораторий при хлопкоочистительных заводах.

Огромное значение для развития семеноведения и семеноводства имело постановление Совнаркома СССР от 29 августа 1934 года «О мерах по дальнейшему улучшению семеноводства хлопчатника». В соответствии с этим постановлением все вопросы по семеноводству и семенному контролю хлопчатника были переданы в ведение Наркомзема. К концу 1934 г. организуется Центральная контрольно-семенная хлопковая станция Наркомзема СССР, а в хлопководческих республиках — республиканские семенные хлопковые станции.

В задачи Центральной контрольно-семенной станции входило, помимо контроля за работой республиканских семенных станций, совершенствование и разработка новых методов определения посевных качеств семян хлопчатника. В связи с этим на станции, руководимой Н. Ф. Котовым, были развернуты исследования по контрольно-семенному делу хлопчатника.

В 1955 г. в СоюзНИХИ впервые была открыта лаборатория семеноведения. Она занялась исследованием биологии хлопкового семени и влияния агротехнических факторов на качество семян хлопчатника. Позднее, в 1962 г., такая же лаборатория была организована в Институте селекции и семеноводства хлопчатника, хотя некоторые исследования по семеноведению и семеноводству хлопчатника здесь проводились еще в 1923 г. Все эти исследования касались главным образом изучения разноразличности семян с одного растения и влияния агротехнических факторов на качество семян.

Только в последние годы в Институте селекции и семеноводства хлопчатника начались более углубленные исследования по семеноведению. Под руководством Л. Ф. Колояровой было изучено влияние минерального питания па семена хлопчатника, некоторые вопросы по влиянию условий хранения на посевные качества и процессы дозревания семян, методы улучшения посевных качеств семян. Х. Р. Рахимовым изучены условия хранения семенного хлопка и изменения в посевных качествах семян в процессе хранения их в сырце. Изучены также некоторые вопросы сортирования хлопковых семян.

В этом же институте под руководством Г. Я. Губанова проведены глубокие исследования по изменению масляниности семян хлопчатника под влиянием агротехнических факторов, изучена физиология прорастания семян. Однако такие вопросы, как физико-механические свойства, физиология и биохимия семян, влияние экологических условий и различных химических препаратов на семена, изучены еще совершенно недостаточно. Почти не изучались микробиология и фитопатология семян. Все эти очень важные для теории и практики вопросы семеноведения

хлопчатника требуют проведения многочисленных глубоких исследований.

Дозревание семян. К началу раскрытия коробочки семя достигает так называемой морфологической зрелости, но не обладает еще хорошей энергией прорастания и всхожестью. Полная зрелость семени, когда оно будет обладать высокой степенью жизнеспособности и нормально прорасти, наступает после некоторого периода послеуборочного дозревания, которое называется периодом покоя.

Длительность периода покоя зависит от сортовых особенностей и условий, в которых семена развивались и созревали на материнском растении, а также от условий хранения семенного материала после уборки его с поля. Он может длиться от нескольких дней до одного-двух лет. В этот период в семенах происходят физиолого-биохимические процессы, в результате которых они приобретают полную зрелость и готовность к прорастанию.

Основная причина слабой жизнеспособности свежееубранных семян (Г. Я. Губанов, 1960, 1964 и др.) заключается в том, что к моменту раскрытия коробочек семя и особенно кожура его еще не достигают полной зрелости. Только через некоторое время, длительность которого зависит от степени зрелости семян и условий хранения, кожура и ядро семени приобретают полную зрелость.

За время дозревания в результате физиолого-биохимических процессов в кожуре уменьшается концентрация водорастворимых фенольных веществ и накапливается лигнин (до 25% ее массы) — сложное органическое вещество (ароматического ряда), не растворимое в воде. Вследствие этого кожура становится малопроницаемой для воды и поступление ее к зародышу при проращивании семян затрудняется. Последнее имеет важное значение для обеспечения зародышу нормальных условий для его развития — наличие влаги и воздуха. При слабой лигнификации кожуры у свежееубранных семян вода быстро проникает внутрь и заполняет всю внутреннюю полость семян. При этом полностью вытесняется воздух, необходимый зародышу для прорастания. В таких условиях зародыш не в состоянии развиваться и погибает. Такое объяснение причины дозревания подтверждается опытом по проращиванию свежееубранных семян (ядра, освобожденного от кожуры). Лишенные кожуры ядра свежееубранных семян нормально прорастают почти на 100%.

Одновременно с дозреванием (лигнификацией) кожуры в ядрах семян также происходят физиолого-биохимические процессы, при этом изменяется окислительно-восстановительный режим в сторону, благоприятствующую активизации обмена веществ и вместе с этим прорастанию семян. Все эти явления характеризуются изменением окраски кожуры семян от светло-коричневой до темно-коричневой, а также железок ядра от светло-желтой до красной.

Морфология и анатомия семян хлопчатника. Морфология семян хлопчатника имеет большое практическое значение. Особое значение морфологические признаки приобрели в связи с развитием комплексной механизации возделывания хлопчатника. С применением сеялок точного сева возникла необходимость использования семян с хорошей сыпучестью. Повысить сыпучесть опущенных семян хлопчатника можно искусственным удалением остатков волокна и подпушка или дражированием их. Искусственно оголенные или дражированные семена легко поддаются сортированию по объему и весу и калиброванию по размерам.

Использование на посев оголенных, отсортированных и калиброванных семян позволит резко снизить расход семян на посев, обусловит более равномерный высеив их и заделку в почву, создаст условия для раннего и дружного прорастания их. В конечном итоге все это обеспечит повышение урожайности хлопчатника. Искусственно оголенные или естественно голые (без подпушка) семена хлопчатника для хранения требуют меньше тары и помещений, а при их перевозке более экономно используется транспорт.

Таким образом, лишь один морфологический признак — наличие на семенах хлопчатника подпушка — имеет большое агротехническое и экономическое значение. Не меньшее значение имеет и форма семени хлопчатника. Семена хлопчатника имеют неправильную грушевидную форму. Более округлые семена, т. е. такие, у которых длина, ширина и толщина были бы близки, значительно легче поддаются механической обработке и сортировке. Приведенный краткий перечень значений морфологических признаков семян хлопчатника показывает, насколько важно знать и уделять внимание этим признакам в процессе селекционно-семеноводческой работы.

Род хлопчатника характеризуется большим разнообразием форм, резко выраженным даже в пределах отдельных видов. Особенным многообразием отличаются культурные виды хлопчатника. Множественность видов, форм и сортов хлопчатника, сильно отличающихся по генетическим, биохимическим, физиологическим и морфологическим признакам и свойствам, обусловила резкие различия в морфологических признаках семян и их покрова.

Из данных табл. 18 видно, насколько многообразны семена хлопчатника по форме и величине, густоте и окраске волокна и подпушка. Длина семян у разных видов хлопчатника варьирует от 1,5 до 15 мм, а масса семени от 10 до 200 мг.

Мелкосемянность и «каменистость» характерны для диких видов хлопчатника. Культурные виды отличаются большей крупностью и массой семян.

В процессе эволюции, под влиянием естественного отбора, у семян диких видов хлопчатника образовалась плотная кожура, труднопронцаемая для воды и воздуха. Такие семена край-

Морфология семян культурных и некоторых диких видов хлопчатника

(А. М. Мальцев, 1960)

Вид хлопчатника	Форма и крупность семян	Характер годунка и волокна
<i>G. herbaceum</i>	Округло-грушевидные, укороченные, резко угловатые, средние и мелкие	Почти всегда опушенные, редко голые. Подпушек часто короткий, войлочный, белой, серой, зеленоватой или бурой окраски
<i>G. arboreum</i>	Яйцевидно-грушевидные, средние и мелкие	Опушенные, редко голые Подпушек короткий; реже длинный, белой, зеленоватой или бурой окраски
<i>G. hirsutum</i>	Грушевидные, несколько угловатые, преимущественно средние и крупные	Разная степень опушения. Много форм со слабо опушенными, полуголыми и совсем голыми семенами, редко встречаются формы без волокна и подпушка. Окраска подпушка белая, серая, зеленоватая или бурая
<i>G. barbadense</i>	Неправильно-грушевидные, угловатость отсутствует, среднего и крупного размера, имеются формы дикие с мелкими семенами	Семена почти голые, с опушением на халазальном и микропиллярном концах, реже полностью опушенные или совсем голые. Подпушек белый, буроватый, зеленоватый, средней длины, гоолокообразный
<i>G. tricuspidatum</i> Lam.	Неправильно-яйцевидные	Сильно опушенные, имеются формы с почти голыми семенами. Подпушек длинный, грязно-белого до буро-зеленого цвета. Волокно белое или бурое, часто нежное и тонкое
<i>G. trilobum</i> Skovsted	Очень мелкие, кубаревидные, слегка угловатые, „каменистые“	Семена покрыты с халазы редким, коротким и нежным подпушком буроватой окраски и очень редким коротким подпушком
<i>G. harknessii</i> Brandg	Мелкие, сильно друг к другу прижатые полуслипшиеся.	Волоски длиной 3—4 мм, слипшиеся, прижатые к семенам светло-палевого цвета
<i>G. anomalum</i> Wawra et Peyr	Мелкие (1,5—2,5 мм), удлиненные, „каменистые“	Семена покрыты густым тонким волокном до 7—10 мм бежевого или розово-бронзового цвета
<i>G. ralmondi</i> Uibr.	Мелкие, слегка угловатые, „каменистые“.	Волокно густое, серо- или буровато-зеленого цвета длиной до 10—15 мм, сильно прикреплены к семенам
<i>G. armourianum</i> Kearney	Мелкие	Волоконца темно-коричневой окраски, длиной 2—4 мм, плотно прижаты к семенам

не медленно прорастают и за это свойство получили название каменных. Этим признаком характеризуются выносливые сорта хлопчатника Ташкент-1, Ташкент-2 и Ташкент-3, по-

лученные методом отдаленной гибридизации культурного сорта С-4727 вида *G. hirsutum* с диким хлопчатником *G. hirsutum mexicanum peruvianum*. Семена диких форм хлопчатника имеют короткие волокна (1—15 мм), окрашенные большей частью в темные, серо-коричневые, темно-бурые тона. Волокно не имеет завитков (не скручено). Культурные же формы хлопчатника характеризуются длинными (18—60 мм) волокнами. Волокно преимущественно белое или кремовое, штопорообразное (скрученное).

Семена наиболее распространенных культурных видов хлопчатника *G. hirsutum* имеют грушевидную форму, иногда вдавленную с боков. Сорта вида *G. barbadense* имеют большей частью семена неправильно-грушевидной формы.

По крупности семена культурных видов хлопчатника условно делятся на крупные с массой 140—160 г, средние — 100—140 г и мелкие — 80—100 г.

Семена советских средневолокнистых и советских тонковолокнистых сортов хлопчатника в пределах каждого сорта могут значительно изменяться как по крупности, так и по другим признакам в зависимости от почвенно-климатических условий и условий агротехники. Даже собранные с семенного участка семена одного сорта могут сильно различаться по крупности и другим качествам. Это результат разного развития отдельных растений на одном и том же участке, а также различий между семенами, собранными с одного растения. Последнее объясняется тем, что семена, собранные с разных коробочек одного растения, всегда различаются по своим качествам, так как коробочки, расположенные на разных местах материнского растения, растут и развиваются в разных условиях внешней среды и питания.

Семена сортов, относящихся к видам *G. hirsutum* и *G. barbadense*, отличаются от сортов видов *G. herbaceum* и *G. arboreum* большей крупностью. Семена сортов первых двух видов (новосветские) более продолговатые, чем вторых двух видов (старосветские), характеризующихся более округлой формой. Отношение длины семени к ширине у большей части культурных форм и сортов хлопчатника равно 2:1, 1,5:1.

Наиболее распространенные сорта хлопчатника имеют семена длиной 12—14 мм, шириной в самой широкой части 6—8 мм. На зрелых оголенных семенах на одном боку видна небольшая вдавленность, по которой проходит сосуд (в виде шва) от семяноса на микропиле до халазы, где этот сосуд разветвляется на более мелкие сосуды, охватывающие халазальную часть семени. Сосуд служит для питания семени в процессе его развития. Кожура зрелых семян культурных видов и сортов хлопчатника имеет темно-коричневый (почти черный) цвет, у незрелого семени — светло-коричневый (почти белый). Толщина кожуры, покрывающей ядро семени, составляет примерно 0,25 мм. Масса кожуры вместе с подпушком у разных

сортов одного и того же вида колеблется в значительных пределах и составляет 38,4—45,1% массы всего семени.

Большинство сортов хлопчатника вида *G. hirsutum* имеет семена, покрытые коротким волокном — подпушком. Семена же сортов *G. barbadense* чаще голые или почти голые. У других культурных видов семена имеют подпушек. Подпушек может быть очень густым или редким, длинным и коротким (от 2 до 5 мм). По цвету он бывает белый, серый, зеленый или бурый с разнообразными оттенками. Диаметр волоконца подпушка равен 20—50 мк, а волоконце (прядомого волокна) не превышает 12—15 мк.

Внутри семени находится наиболее важная часть — ядро, зародыш будущего растения. Оно надежно защищено от воздействия внешней среды оболочкой, состоящей из двух слоев — внутреннего пленчатого, одевающего непосредственно зародыш, и наружного плотного — одеревеневшей кожуры. Если вскрыть набухшие в воде семена и удалить наружную кожуру, то будет видна тонкая внутренняя оболочка, покрывающая зародыш семени. Зародыш состоит из двух скомканных зачаточных листочков-семядолей, занимающих почти всю внутреннюю полость семени. Между семядолями находится подсемядольное колено — гипокотиль, которое в верхней части заканчивается верхушечной точкой роста, имеющей вид небольшого бугорка, а в нижней — зародышевым корешком. На семени, разрезанном поперек, ясно видно множество темных пятнышек-железков. В них содержится смесь органических веществ, в том числе ядовитое вещество — госсипол. В остальной части семядолей отложены другие запасные питательные вещества: жиры, белки, углеводы и др. Таким образом, в отличие от семян многих других культур, все питательные вещества, необходимые для развития зародыша хлопчатника, находятся в его семядолях. Относительный вес частей, составляющих семя хлопчатника вида *G. hirsutum* (Г. Я. Губанов), выражается следующими процентами:

Масса абсолютно сухого семени	— 100 ^{0/0}
“ кожуры	— 34,5 ^{0/0}
Осевые органы (подсемядольное колено с верхушечной почкой и зародыш с корешком)	— 7,1 “
Семядоли	— 53,8 “
Внутренняя пленка, покрывающая зародыш	— 4,52 “

Соотношение отдельных компонентов семян меняется в широких пределах и зависит от многих факторов: сорта хлопчатника, положения коробочки на кусте и семени в коробочке и др.

Химический состав семян и их изменчивость. В основе жизненных явлений, протекающих в растениях и их плодах, лежат химические превращения, сопровождаемые биохимическими и физиологическими процессами. Поэтому изучение химического состава семян и его изменчивости в процессе роста и развития, а также под влиянием различных факторов внешней среды

имеет огромное значение для понимания наблюдаемой разнокачественности семян и их урожайных свойств.

Агрономы и особенно семеноводы должны хорошо знать, какие вещества находятся в семенах, каково их биологическое значение, как они изменяются в процессе роста и развития семян и их прорастания.

Химический состав семян хлопчатника изучен в общих чертах. Известно, что запасные вещества, находящиеся в семядолях зародыша семени, состоят в основном из белков и жиров, на долю которых приходится до 75% и выше сухой массы ядра семени. Значительно меньше содержится в ядре семени углеводов — 13—15% и других органических веществ — 5—10%. Однако в первый период формирования семени зародыш содержит больше углеводов — свыше 40% массы ядра семени, но по мере роста и развития количество углеводов постепенно сокращается.

Главная масса углеводов в семенах хлопчатника представлена (табл. 19) группой подвижных, воднорастворимых — около 9%, малоподвижных (гемицеллюлоза) — около 3% и неподвижных (целлюлоза) — около 2%. Крахмал в семени хлопчатника обнаруживается с большим трудом (Г. Я. Губанов, 1950).

Как видно, показатели по одному и тому же веществу, полученные разными исследователями, довольно сильно различаются между собой. Содержание белка и жира у разных видов хлопчатника также неодинаковое. Особенно резко отличается *G. herbaceum*, у которого среднее содержание жира на 4,5% ниже, чем у сортов *G. hirsutum* и *G. barbadense*, а белка, наоборот, больше почти на 3%. Значительные колебания в содержании белка и жира наблюдаются также между сортами одного и того же вида, особенно у сортов вида *G. herbaceum*.

Таблица 19

Среднее содержание основных веществ в ядре семени хлопчатника, %

Автор	Сухое вещество	Белок	Жир	Клетчатка	Безазотист экстракт. в-ва	Зола	
							Белок
		миним.	макс.	среднее	миним.	макс.	среднее
Маррисон (1936), приведены В. Крокером и Л. Бартоном (1955)	93,6	39,0	33,2	2,2	14,8	4,4	
М. И. Смирнова (1936), приведены Г. Я. Губановым (1960)	32,0	34,5	32,9	40,4	42,4	41,5	
	31,1	33,5	32,2	39,2	43,1	41,2	
	32,7	37,9	35,3	34,9	38,2	36,6	

Такие колебания объясняются особенностями сортов, влиянием почвенно-климатических условий и уровнем агротехники.

Г. Я. Губановым (1950) установлено, что по мере обогащения почвы азотсодержащими удобрениями при одновременном внесении фосфора и калия в ядрах семени повышается содержание белковых веществ и падает количество жиров.

Наибольшее значение для народного хозяйства имеет жир, используемый промышленностью для получения растительного масла. Поэтому этот показатель семян хлопчатника изучен достаточно хорошо. Самую высокую масличность (жирность) имеют семена сортов вида *G. barbadense* — до 26,5% массы семени и самую низкую — сорта вида *G. herbaceum* — 19,5%. Сорта вида *G. hirsutum* имеют среднюю масличность 22,8%. По мере продвижения с юга на север в ядрах семян хлопчатника увеличивается содержание жира и уменьшается содержание белка.

Масличность семян хлопчатника значительно изменяется под действием минерального питания. По данным Г. Я. Губанова (1960), под влиянием азота в семенах накапливаются белковые вещества, а количество жира снижается. При внесении в почву калия масличность семян возрастает, а под влиянием фосфора несколько повышается содержание жира. При совместном внесении в почву азотных, фосфорных и калийных удобрений относительное количество жира в семенах немного снижается, но резко возрастает масса 1000 семян и за счет этого масличность семян почти не меняется.

Режим орошения также сказывается на масличности семян. Так, при переходе от схемы полива 1—3—1 (0) к схемам 1—4—1 и 2—4—1 содержание жира в ядрах семян заметно повышается (до 1,5—2,5%). Дальнейшее увеличение числа поливов до схемы 3—5—1 может привести к снижению масличности ядер семян.

Загущение посевов как на единице площади, так и в гнездах приводит к снижению массы ядра семени с одновременным повышением содержания жира в ядрах. При этом общая масличность семян почти не изменяется.

В ядрах семян хлопчатника содержатся также различные фенольные вещества, среди которых преобладают госсипол и сходные с ним госсипурпурин и госсифульфин. Госсипола в ядрах семян содержится от 1,1 до 2,4% их массы. Это вещество сосредоточено в специальных вместилищах ядра семени, называемых смоляными железками или просто железками. Среди веществ, заполняющих железки, на долю госсипола приходится 40—50%.

Высокое содержание госсипола наблюдается в ядрах семян сортов вида *G. barbadense*. В них же содержится и относительно больше жира. У сорта низкомасличного вида *G. herbaceum* госсипола значительно меньше. У сортов *G. hirsutum* содержание госсипола среднее между *G. barbadense* и *G. herbaceum*.

Наличие госсипурпурина и госсифульфина в семенах хлопчатника не превышает 0,5—0,6% массы ядра семени.

В ядрах семян хлопчатника М. З. Подольской (1939) обнаружено небольшое количество каротиноидов. Эти вещества окрашены в желтый цвет и часто содержатся в зеленых частях растений вместе с хлорофиллом. Каротин — вещество, из которого образуется витамин А, участвующий в обмене веществ у животных и человека.

Каротиноидов в ядрах семян хлопчатника содержится очень мало, что зависит от сорта и колеблется от 0,07 до 0,2%.

Присутствие зольных веществ в семени хлопчатника зависит от условий агротехники, и больше всего их находится в ядрах семян.

По данным F. G. Dalleag и K. S. Markley, среднее количество зольных веществ в ядре семени достигает 6,9%, а зола всего семени составляет лишь 3,8%. Фосфора и калия в золе содержится около 70% ее общего количества, в том числе P_2O_5 около 40%. Довольно много в золе магния (до 14%), кальция (до 7%), натрия (до 5%). Значительно меньше серы, железа, хлора, кремния.

Химический состав оболочки семян хлопчатника существенно отличается от ядра семени. В оболочке зрелого семени преобладает целлюлоза — 35—50% общей массы оболочки (Г. Я. Губанов, 1960). Довольно много в оболочке гемицеллюлозы (до 38%) и лигнина (до 25%). Благодаря наличию лигнина стенки оболочки древеснеют, приобретает большую механическую прочность. Кроме того, в состав оболочек хлопкового семени входят небольшое количество белков, а также липоидов (жир и ему подобные). Этих веществ в оболочке семени значительно меньше, чем в ядре. Если в ядре семени белки и липоиды (жиры) в сумме составляют около 75%, то в оболочке их содержание не превышает 7—8%, из которых около 3% падает на долю белков, а остальные 5% на долю липоидов.

По содержанию минеральных веществ оболочка существенно отличается от ядра семени. В ядре преобладает фосфор, а в оболочке — калий, на долю которого приходится около 40% общего количества минеральных веществ, входящих в состав оболочки. Фосфора в оболочке не больше 10%, а в ядре семени — свыше 40%, калия — лишь 17% общего количества зольных элементов.

Глава I

РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Семена хлопчатника, как и других сельскохозяйственных культур, собранные с одного поля и даже с одного растения или из одной коробочки, всегда обладают разными качествами.

Они отличаются друг от друга по генетическим, морфологическим, биохимическим и другим признакам. Эти различия обусловлены причинами, действующими на развивающиеся семена в процессе жизнедеятельности материнских растений.

И. Г. Строна классифицирует разнокачественность семян на три категории: генетическую, матрикальную, экологическую. Генетическая, т. е. наследственная, разнокачественность возникает в связи с тем, что на рыльце каждого цветка попадают многие пыльцевые зерна разного происхождения: с другого цветка или с другого растения. В результате того, что каждая семяпочка оплодотворяется разными пыльцевыми зернами, а также под физиологическим воздействием пыльцы, не участвующей в оплодотворении, образуется генетическая разнокачественность не только отдельных коробочек, но и семян в одной коробочке.

Матрикальная разнокачественность определяется разнообразием плодородия почвы на одном и том же поле, разной густотой стояния материнских растений, разным местом расположения коробочек на одном и том же растении. Последнее имеет особое значение, так как коробочки, расположенные на разных местах материнского растения, с самого начала своей жизни оказываются в разных условиях. Лучшие условия для роста и развития создаются для коробочек, растущих на первых-вторых местах первых шести-семи симподиев, т. е. первого-второго конуса цветения. Начиная с седьмой-восьмой веток условия для развития коробочек постепенно ухудшаются. Первые коробочки, с двух нижних конусов, образуются из цветков, раскрывшихся до 1—10 августа. Они формируются в июле-августе, когда метеорологические условия наиболее благоприятны, а растения проявляют наибольшую фотосинтетическую деятельность и мобилизацию питательных веществ на построение репродуктивных органов. Формирование же коробочек периферийной зоны куста (третьего и выше конусов) идет в сентябре-октябре при ухудшающихся метеорологических условиях, снижении фотосинтетической деятельности растений и способности их поглощать питательные вещества из почвы. Поэтому семенной материал хлопчатника заготавливают из хлопка-сырца, собранного из первых семи-восьми симподиев, календарно это падает на 1—10 октября.

Изучению разнокачественности семян хлопчатника в пределах одного растения посвящено много работ (Ф. М. Мауэр, 1927, З. М. Пудовкина, 1948, Б. П. Страумал, 1950 и др.).

Данные табл. 20 получены при анализе семян, прошедших периода дозревания, поэтому у них наблюдается пониженная энергия прорастания и всхожесть. Максимальная энергия прорастания — 70,2% и всхожесть 89,7%, тогда как вполне зрелые, прошедшие дозревание семена хлопчатника, собранные с первого и второго конусов, обычно имеют энергию прорастания выше 90% и всхожесть 95%. Семена первого и второго ко-

нуса (из коробочек первых и вторых мест первых шести веток) имеют близкие показатели: энергию прорастания 62,4% и 65,8% и всхожесть — 83,8 и 85,0%.

Семена третьего конуса получаются из коробочек первых мест 7,8 и 9 веток, вторых мест 4,5 и 6 веток и третьих мест с первых трех веток и имеют сниженные показатели: энергию прорастания 60,4% и всхожесть — 73,7%. Такое же примерное качество имеют семена четвертого конуса. Особенно резкое снижение качества наблюдается у семян, взятых с периферийной части веток (с третьего и четвертого места). Энергия прорастания у них: с третьих мест 55,8% и с четвертого 53,3%, всхожесть соответственно 66,2 и 63,4%.

Особенно низкие показатели имели семена из коробочек первых мест 13, 14 и 15 веток: энергию прорастания 31% и всхожесть 35%.

Хорошо дифференцируются семена (табл. 20) из коробочек разных мест расположения по массе 1000 семян. Так, семена первого и второго конусов имеют близкую массу 1000 семян — 129,5 и 120,5 г. Начиная с третьего конуса масса 1000 семян резко снижается: на третьем конусе — 106,0, на четвертом — 98,0 и на пятом — 81,7 г.

Таблица 20

Влияние расположения коробочек на кусте на всхожесть, энергию прорастания и массу 1000 семян хлопчатника (по Ф. М. Мауеру)

Место коробочки на плодовой ветви	Конус расположения коробочек на кусте					
	I	II	III	IV	V	среднее
<i>Энергия прорастания семян, %</i>						
1	62,4	70,2	61,8	63,5	31,0	57,8
2	—	61,5	63,7	61,8	43,7	57,7
3	—	—	55,8	59,7	54,6	56,7
4	—	—	—	53,3	45,5	49,3
Среднее	62,4	65,8	60,4	59,6	43,6	55,4
<i>Всхожесть семян, %</i>						
1	83,8	89,7	74,3	82,6	35,0	73,1
2	—	80,3	80,7	75,7	47,2	70,9
3	—	—	66,2	81,0	62,7	70,0
4	—	—	—	63,4	48,8	56,1
Среднее	83,8	85,0	73,7	75,6	48,4	67,5
<i>Масса 1000 семян, г</i>						
1	129,5	125,4	111,9	104,8	75,1	109,3
2	—	115,6	111,8	98,5	88,4	103,6
3	—	—	94,3	97,6	89,2	93,7
4	—	—	—	91,1	74,1	82,6
Среднее	129,5	120,5	106,0	98,0	81,7	107,1

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА КАЧЕСТВО СЕМЯН

Условия, в которых выращиваются семенные растения, являются решающим фактором для образования и развития семян. От них зависит не только качество семян, но и количество их на отдельных растениях и коробочках. Установлена разная завязываемость семян в коробочках в зависимости от месторасположения их на растении. При этом основным фактором являются условия питания. На малопродуктивных растениях завязываемость семян значительно меньше, чем на высокопродуктивных. Чем выше по стеблю образуется коробочка, тем выше завязываемость семян. Это положение особенно характерно для первых мест на симподиях. На вторых местах эта закономерность четко не проявляется. Значит, кроме питания, на завязываемость семян влияет комплекс условий, создающихся для каждой коробочки в период вегетации материнских растений, в том числе освещенность, влажность и температура воздуха, а также наличие насекомых-опылителей и др. На малопродуктивных растениях завязываемость коробочек значительно меньше, чем на высокопродуктивных, но во всех случаях завязываемость семян в коробочках, расположенных на одних и тех же местах, на малопродуктивных растениях меньше, чем на высокопродуктивных.

Влияние минеральных удобрений и поливов на посевные и урожайные свойства семян. В период вегетации хлопчатника на его развитие и урожайность сильно влияют минеральные удобрения. Оказывая определенное влияние на материнские растения, тем самым минеральные удобрения изменяют онтогенез семян, их химический состав, биологические и физические свойства. Установлено, что оптимальные дозы минеральных удобрений с преобладанием фосфора положительно влияют на урожайность и посевные качества семян. Преобладание азота над фосфором, наоборот, отрицательно влияет на урожайность и качество семян (табл. 21).

Как видно, одностороннее внесение фосфорных или калийных удобрений не оказывает существенного влияния на все учтенные в таблице показатели: энергия прорастания, содержание жира, абсолютная масса семян, выход ядра из семян, удельный вес, полевая всхожесть семян и урожай хлопка-сырца почти такие же, как и без удобрений. Дозревание семян на этих вариантах протекает нормально и через 6 месяцев энергия прорастания семян достигает первого класса всхожести.

При одностороннем внесении азота качество семян резко изменяется: энергия прорастания снижается на 16—18%, а через 6 месяцев достигает только 87%, содержание жира падает на 5,9—6,8%, абсолютная масса семян повышается на

Влияние основных элементов питания на качество семян хлопчатника (сорт С-460)¹, данные Л. Ф. Колояровой

Вариант опыта	Энергия прорастания, %		Жиры в ядре, %	Абсолютная масса семян, г	Выход ядра из семян, %	Удельный вес семян	Полевая всхожесть семян, %	Урожай хлопка-сырца, ц/га
	после сбора (октябрь)	через 6 месяцев после сбора						
Без удобрений	78	96	45,8	115	56,8	1,050	50	30,8
Фосфорные	79	97	46,3	116	56,9	1,048	52	31,2
Калийные	77	96	46,7	114	56,7	1,046	48	30,6
Азотные	61	87	39,9	132	59,1	1,073	44	29,2
Азот+фосфор+калий	68	94	43,7	136	59,8	1,069	58	34,7

¹ На всех вариантах полив одинаков—схема 2—5—1.

16—18 г, выход ядра на 2,2—2,4%, удельный вес на 0,023—0,027%, полевая всхожесть семян снижается на 4—8%, урожайность также уменьшается на 1,4—2 ц/га. Таким образом, все показатели, кроме абсолютной массы семян, выхода ядра и удельного веса семян ухудшаются.

Совместное внесение азота, фосфора и калия существенно влияет на улучшение всех показателей по сравнению с односторонним азотным, особенно на урожайность, которая выше, чем на остальных вариантах опыта, на 3,5—5,5 ц/га. Несмотря на пониженную энергию прорастания вначале (после уборки урожая) через полгода она повышается и достигает (94%) первого класса. Значительно увеличивается абсолютная масса семян и полевая всхожесть, за счет чего и повышается урожай хлопка-сырца.

Нормы внесения удобрений также существенно влияют на качество семян и урожайные свойства. Высокие нормы удобрений ухудшают посевные качества семян: снижается энергия прорастания, особенно в первый период после уборки урожая; затягивается физиологическое дозревание семян. Даже через восемь месяцев после уборки урожая энергия прорастания семян не достигает максимума, тогда как семена, полученные с неудобренного фона, в комнатных условиях хранения полностью дозревают через шесть месяцев. Всходы из этих семян имеют изреженность выше на 5—6% и отстают в развитии. В результате урожай хлопка-сырца снижается на 4—5 ц/га.

Влияние доз минеральных удобрений на посевные и урожайные качества семян показано в табл. 22. Как видно, несмотря на высокую абсолютную массу семян, полученных на фоне увеличенных доз удобрений, полевая всхожесть была

Влияние доз удобрений на посевные и урожайные свойства семян
(Л. Ф. Колярова). Сорт 108-Ф

Внесено в почву под материнские растения			Энергия прорастания, %		Содержание жира в ядре, %	Абсолютная масса семян, г	Полевые испытания	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	октябрь	апрель			полевая всхожесть, %	урожай хлопка-сырца, ц/га
0	0	0	75	97	45,0	119	35	35,3
150	225	100	64	97	44,6	128	45	40,7
300	450	150	50	87	43,1	134	26	36,1

очень низкой (26%), а урожай хлопка-сырца на 4,6 ц/га меньше, чем на фоне оптимальных доз удобрений.

Поливы. Особенно сильно на материнские растения повлияло выращивание без поливов. Семена, полученные с этих растений, имели сниженную абсолютную массу (на 23—35 г), чем на других схемах полива. В посеве эти семена дали самую низкую полевую всхожесть (38%) и самую высокую изреженность (27,2%). Полученные из них растения отставали в развитии от других схем полива и дали пониженную урожайность на 6,4—11 ц/га (табл. 23).

Лучшей схемой полива в условиях опыта оказались схемы 2—5—1 и 1—4—1, при которых полученные семена достаточно быстро проходили дозревание, имели хорошую абсолютную массу и полевую всхожесть, самый низкий процент изреженности и повышенную урожайность (40,1—40,5 ц/га).

Совместное действие высоких доз удобрений и грузных схем полива также резко ухудшает урожайные свойства семян. Если высокие дозы удобрений в оптимальных условиях полива дают семена, урожайность которых на 2—2,5 ц/га ниже, чем при

Таблица 23

Влияние поливов на посевные и урожайные свойства семян сорта 108-Ф
(Л. Ф. Колярова)

Схема полива материнских растений	Энергия прорастания, %		Абсолютная масса семян, г	При испытании в полевых условиях			
	декабрь	апрель		полевая всхожесть, %	дней от сева до всходов	изреженн. посевов, %	урожай хлопка-сырца, ц/га
0—0—0	96	96	101	38	21	27,2	29,5
1—2—1	92	96	124	58	17	16,3	37,5
1—4—1	91	96	133	63	15	14,4	40,1
2—4—1	90	96	134	61	16	15,0	38,9
2—5—1	88	95	136	65	15	12,3	40,5
3—6—1	76	89	135	57	19	19,1	35,9

нормальных дозах, то при грузных схемах полива и высоких дозах удобрений урожайные свойства семян снижаются на 8,5 ц/га.

Итак, избыток минеральных удобрений, особенно азотных, а также грузные схемы поливов, резко снижают посевные и урожайные свойства семян, особенно при совместном их действии.

Выращенные на таком фоне материнские растения медленно развиваются, затягивается созревание коробочек. В результате семена с таких растений хотя и обладают высокой абсолютной массой, но вследствие замедленного физиологического дозревания имеют пониженную энергию прорастания и всхожесть. Посевы этими семенами дают запоздалые, изреженные всходы, растения медленно растут и развиваются, дают пониженный урожай.

Большое значение имеет улучшение условий выращивания хлопчатника, в частности, обеспечение растений минеральными удобрениями, направленными на усиление притока веществ к созревающим семенам, с тем, чтобы ускорить в них развитие зародыша и накопление сухого вещества. Это решит задачу формирования семян с более высокой массой.

По данным С. Р. Мухамедханова и Ш. И. Шамсутдинова, из коробочек разного местоположения на растении при применении различных норм минеральных удобрений, у сорта С-4727 и Ташкент-1 масса 1000 семян зависела от местоположения коробочек на кусте: более тяжелыми оказались семена из коробочек первого яруса, а более легкими — третьего яруса. Семена из второго яруса занимали промежуточное положение.

Содержание влаги в семенах может служить косвенным показателем их зрелости. Как известно, по мере накопления органических веществ и созревания, семена теряют влагу. Следовательно, между зрелостью и влажностью семян существует отрицательная корреляция. Семена хлопчатника третьего яруса в потомстве дают медленно вызревающие семена с повышенной влажностью. Внесение $N-210$, P_2O_5-140 и K_2O-100 кг/га снижает процент влажности семян от 2 до 4% у сорта С-4727 и несколько ускоряет их вызревание. У сорта Ташкент-1 влажность семян аналогичного местоположения практически не изменилась. Вместе с тем повысилась влажность потомства семян первого яруса, как в варианте со средними нормами, так и с повышенными нормами удобрений ($N-300$, P_2O_5-210 и K_2O-150 кг/га), что удлинит период их активной жизнедеятельности и увеличило содержание в семенах запасных органических соединений.

Способность семян быстро прорасти является основным показателем их однородности и посевных качеств, обеспечивающих заданную густоту стояния растений в посевах и высокие урожаи хлопка-сырца. Эти качества семена приобретают и изменяют в течении всего периода их существования, начиная с

оплодотворения семяпочки, формирования семян на растении и окончание прорастанием зрелого семени после известного периода хранения. За этот период жизни семена подвергаются различным воздействиям внешних факторов, которые тем или иным образом сказываются на их посевных качествах. Прежде всего, имеют значение сроки формирования семян на растении: нижние корбочки и семена в них, возникшие раньше верхних корбочек, за длительный летний период успевают полностью вырасти, впадают в состояние покоя и менее болезненно переносят неблагоприятные условия зимнего хранения, тогда как семена верхних ярусов, формирование которых протекает в период затухания жизненного цикла растений, до конца вегетации не достигают физиологической зрелости и накапливают ограниченный запас питательных веществ. При хранении эти семена медленно дозревают, а при посеве плохо прорастают. Проросшие семена дают слабые, малопродуктивные растения, часть которых, будучи нежизнеспособными, легко погибают.

Влияние густоты стояния и сроков сбора на посевные и урожайные качества семян. Различная густота стояния растений влияет на состояние и развитие отдельных растений и тем самым изменяет онтогенез семян, образующихся на этих растениях. При одной и той же густоте стояния растений на гектаре можно по-разному разместить их в рядке: кучно — по 3—5 растений в гнезде с широкими междурядьями или по одному растению в гнезде и сократить междурядья. Число растений на единице площади в этом случае может быть одинаковым, но условия для роста и развития отдельных растений будут разные. При одиночном стоянии все растения оказываются в одинаковых, наиболее благоприятных условиях. Поэтому рост и развитие растений при одиночном размещении будут идти лучше, чем на загущенных в гнезде посевах. На таких посевах создаются лучшие условия для накопления корбочек, образования и развития семян.

По мере загущения растений в гнезде уменьшается абсолютная масса семян, энергия прорастания и количество жира. При этом снижение этих показателей в первый год испытания меньше, чем во второй.

Лучшие семена получают от первого сбора, проведенного 15 сентября. Семена, собранные к концу сентября, имеют пониженные показатели по сравнению с первым сбором, хотя они еще кондиционные по всем показателям. Октябрьский сбор дает семена некондиционные и в посев они не могут быть использованы. Здесь проявляется матрикальная разнокачественность семян, подробно описанная в разделе «Разнокачественность семян». Она зависит от месторасположения семян на материнском растении. Семена, собранные с нижних веток, так называемой «внутренней части растения» — до 7—8-й веток, растут и развиваются в более благоприятных условиях, чем семена с периферийной части материнского растения. Поэтому эти се-

мена имеют высокие посевные качества, они созревают первыми, как правило, до 1—5 октября и при уборке урожая попадают в первый и второй сбор (до 1-го октября).

Влияние дефолиантов на семена. В связи с машинной уборкой урожая хлопка-сырца большое значение приобретает дефолиация семенных посевов.

Дефолиация хлопчатника, ускоряя опадение листьев, одновременно нарушает и почти прекращает фотосинтез, снижает жизнедеятельность растений и резко изменяет физиолого-биохимические процессы в них. Все это в какой-то мере влияет на урожай хлопка-сырца и его качество, которое зависит от природы дефолианта, биологического и календарного срока проведения дефолиации.

Лучшим дефолиантом признан дефолиант мягкого действия, который более благоприятно влияет на урожай хлопка-сырца и качество семян и волокна.

Лучшим сроком дефолиации считают период, когда на половине растений созревают 2—3 коробочки. Этот срок обеспечивает хорошее опадение листьев у сортов советского средневолокнистого хлопчатника, благоприятно влияет на урожайность хлопка-сырца и на качество семян и волокна.

Систематическая — в течение трех лет подряд (как это будет на семеноводческих посевах) дефолиация, проводимая дефолиантом мягкого действия — в период наличия на половине растений 2—3 зрелых коробочек, оказывает благоприятное действие на все показатели, характеризующие посевные качества семян. Абсолютная масса семян, энергия прорастания и маслячность их повышаются.

Результаты лабораторного анализа семян, полученных с растений, опрыснутых разными дефолиантами в разные сроки, подтверждают преимущество семян, полученных с растений, подвергнутых действию дефолиантов мягкого действия в период наличия на растениях 2—3 зрелых коробочек (табл. 24).

Таблица 24

Влияние систематической (3 года подряд) дефолиации на посевные качества семян. Сорт 108-Ф

Дефолиант	Срок нанесения — зрелая коробочка	Абсолютная масса семян, г			Энергия прорастания, %			Маслячность, %		
		1-й ярус	2-й ярус	3-й ярус	1-й ярус	2-й ярус	3-й ярус	1-й ярус	2-й ярус	3-й ярус
Без дефолиации		122,8	115,1	112,2	95,3	94,9	92,3	21,99	20,92	19,21
Хлористый магний	1—2	120,0	113,2	102,6	93,4	93,9	91,5	20,57	20,51	18,0
	2—3	123,2	117,1	106,2	96,9	96,3	98,2	21,66	21,02	19,0

**Влияние дефолиации на дозревание семян по энергии прорастания.
Сорт 108-Ф**

Дефолиант	Дефолиация при зрелых коробочках	Энергия прорастания семян, %					
		1-й ярус		2-й ярус		3-й ярус	
		на 10/XI	на 10/I	на 10 XI	на 10 I	на 10'XI	на 10,I
Без дефолиации		91,0	96,0	90,0	95,5	88,5	92,5
Хлористый магний	1—2	90,0	96,5	90,0	94,5	82,5	93,0
	2—3	93,5	96,5	91,5	95,0	89,5	92,0

Как видно, при дефолиации необходимо особое внимание уделять сроку ее проведения, так как ранняя дефолиация, при созревании 1—2 коробочек, наносит значительный ущерб качеству семян.

Большое влияние дефолиация оказывает на физиологическое дозревание семян хлопчатника (табл. 25).

Уже на 10 ноября, через месяц-полтора после сбора семян, собранные с растений дефолированных при 2—3 зрелых коробочках, имеют энергию прорастания от 92,5% до 96%. Это выше, чем у семян, собранных с недефолированных растений, на 4—5%. За два месяца, прошедших от первого (10/XI) до второго (10/I) анализов, у семян дефолированных растений энергия прорастания повысилась только на 1,5—2,5%, тогда как у семян недефолированных растений она поднялась на 4—5,5% и все же осталась ниже на 1—2,5%, чем у семян с растений, дефолированных при 2—3 зрелых коробочках. Более ранняя дефолиация — при 1—2 зрелых коробочках — почти не влияет на семена первых двух ярусов, а на семенах третьего яруса даже задерживает дозревание.

На смену хотя и эффективному, но слишком токсичному бифосу должен придти менее ядовитый, но не уступающий ему по эффективности мягкодействующий дефолиант, отвечающий современным требованиям агротехники.

Влияние условий хранения на посевные качества семян. Условия хранения семенного материала оказывают очень большое влияние на посевные и урожайные свойства семян. Они могут значительно улучшаться или, наоборот, ухудшаться. Основная масса семян, кроме элиты, до переработки семенного хлопка на хлопкозаводах в течение 3—6 месяцев, хранится в виде хлопка-сырца на заготовительных пунктах в бунтах на специальных площадках и небольшая часть насыпью, в складах или под навесом.

В процессе хранения в бунтах в результате сильного уплотнения хлопка-сырца доступ воздуха внутрь бунта почти пре-

кращается и создаются условия, резко отличающиеся от внешних условий, окружающих бунт. Температура внутри бунта всегда выше, чем окружающего воздуха, а влажность — ниже, чем при приемке хлопка-сырца. При этом, чем глубже в бунте измеряется температура, тем она выше и в первый месяц хранения приближается к максимальной температуре, наблюдаемой в период приемки хлопка-сырца и комплектования бунта, влажность, наоборот, ниже, чем была во время приемки.

Так, при комплектовании бунта в период с 8 по 29 сентября максимальная температура воздуха была 35°, при среднесуточной 25,7°. На 20 октября при внешней средней температуре воздуха 10° в бунте на глубине 1 м она равнялась 30°, а на глубине 3 м — 36°. На 30 декабря под влиянием низких температур окружающего воздуха (—2°) температура бунта снизилась: на глубине 1 м до 21°, а на глубине 3 м держалась на уровне 26°. К 20 февраля при температуре воздуха —12° температура бунта еще снизилась: на глубине 1 м — до 18°, а на глубине 3 м — до 24°.

На глубине 5 и 7 м температура хлопка-сырца изменялась еще медленнее и к 20 февраля она упала соответственно до 28 и 31°, т. е. оставалась выше среднесуточной температуры воздуха в период комплектования (25,7°).

В условиях повышенных температур, в которых семенной хлопок-сырец находится в бунтах в течение 3—6 месяцев и дольше, огромное значение приобретает влажность. Этот показатель у хлопка-сырца, хранящегося в бунтах, снижается и при этом, чем глубже берется проба, тем сырец менее влажный.

Например, при влажности принимаемого хлопка-сырца 8% после 5 месяцев хранения в бунтах на глубине от 1 до 2 м она снизилась до 6,7%, а на глубине от 3 до 7 м — до 6,6%.

Высокие температуры, сохраняющиеся внутри бунта долгое время, способствуют высушиванию хлопка-сырца.

Совершенно другие условия устанавливаются при хранении хлопка-сырца на складах — в закрытом помещении. Здесь хлопок-сырец находится в рыхлом состоянии и к нему открыт свободный доступ воздуха. Поэтому температура воздуха на складе и окружающего воздуха была за все время хранения почти одинаковая. Приводим данные Х. Р. Рахимова и Л. Ф. Коларовой.

<i>Время измерения температуры</i>	<i>t° воздуха на складе, °С</i>	<i>t° окружающего воздуха, °С</i>
Сентябрь	18,9	18,8
Октябрь	12,8	12,0
Ноябрь	6,9	6,3
Декабрь	3,4	2,6
Январь	1,3	1,3
Февраль	4,0	4,7
Март	6,5	7,5

Влажность хлопка-сырца в разных условиях хранения

№ партии	Влажность хлопка-сырца, %			Срок хранения, месяцев
	при комплектовании	в бунте на глубине 3 м	на складе	
3	8,2	7,5	10,5	4
5	8,3	7,5	9,3	5
6	8,3	7,2	8,5	6
9	8,3	7,8	8,7	6,5
11	8,3	7,8	9,5	5
Среднее	8,28	7,56	9,3	5,3

Влажность же хлопка-сырца при хранении на складе в рыхлом состоянии повышается вследствие поглощения влаги из окружающего воздуха. Приведем данные тех же исследователей (табл. 26).

Как видно, после 4 месячного хранения в бунтах влажность хлопка-сырца на глубине 3 м снизилась на 0,7%, а при хранении на складе повысилась на 2,3%. В среднем из 5 исследованных партий после 5,3 месяца хранения влажность хлопка-сырца в бунтах понизилась на 0,72%, а на складе — повысилась на 1,02%.

Высокая температура и пониженная влажность положительно влияют на ход физиолого-биохимических процессов внутри семян хлопчатника, хранящихся в бунтах. В результате этого ускоряется процесс дозревания семян, что проявляется в улучшении посевных качеств. Так (Х. Р. Рахимов и Л. Ф. Колоярова), в семенах, полученных из хлопка-сырца, взятого с глубины 3 м, все посевные качества оказались лучше, чем у семян, полученных из хлопка-сырца, хранящегося на складе: зрелость повысилась в среднем на 8,5%, энергия прорастания — на 2,5% и всхожесть на 1% (табл. 27).

Таблица 27

Влияние условий хранения семенного хлопка-сырца на некоторые его качества

№ партии	Место хранения	Зрелость, %	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
3	Склад (контроль)	86	92	95
3	Бунт на глубине 3 м	96	96	96
5	Склад (контроль)	84	93	95
5	Бунт на глубине 3 м	91	94	96
В среднем:				
	Склад (контроль)	85,0	92,5	95,0
	Бунт (на глубине 3 м)	93,5	95,0	96,0

Полевые исследования подтверждают результаты лабораторного анализа семян, хранящихся на складе и в бунте. Семена, хранящиеся в бунте, показали значительные преимущества над семенами, хранящимися на складе: всходы появились на 0,9 дня раньше, цветение и созревание коробочек началось тоже раньше — на 1 и на 2,3 дня. Полевая всхожесть была выше на 8,9%. Это обеспечило лучшую густоту стояния растений, в результате был получен урожай хлопка-сырца на 2,1 ц/га выше.

В пределах бунта наблюдаются некоторые различия в качестве семян. Семена из хлопка-сырца, взятого из окрайки, основания и верха бунта имеют пониженные посевные качества и полевую всхожесть. Длительное хранение семенного хлопка-сырца (4—5 месяцев) при температуре в центре бунта свыше 30° нежелательно. При высокой температуре (свыше 30°), даже при кондиционной влажности хлопка-сырца, возможно снижение посевных и урожайных свойств семян. Для снижения температуры в бунтах применяют активную вентиляцию прорывом туннели и отсасывания горячего воздуха.

Однако такие благоприятные условия для хранения семенного хлопка-сырца в бунтах создаются только при соблюдении правил сбора урожая, приемки и хранения его на заготовках. В практике эти условия часто нарушаются: хлопок-сырец собирается из незрелых коробочек (**абортированный**): сдается на заготовку с влажностью выше кондиционной (выше 8%); площадки для хранения хлопка-сырца в бунтах часто не отвечают установленным стандартам. В результате нарушений хлопок-сырец складывается с влажностью, превышающей кондиционную, распределенной равномерно по всей массе или гнездами (при абортации хлопка незрелых коробочек).

Температура складываемого хлопка бывает достаточно высокой — равной и даже выше максимальной температуры воздуха в период комплектования бунта (30—35°). Вследствие почти полного отсутствия движения воздуха внутри бунта, там долгое время сохраняется высокая температура и влажность. В этих условиях внутри семян активизируются физиолого-биохимические процессы, усиливается дыхание, сопровождаемое выделением большого количества влаги, тепла и углекислого газа, а кислород не поступает. Происходит еще большее повышение температуры — начинается самосогревание, которое сопровождается бурным развитием в семенах и волокне микроорганизмов (плесневые грибки), коагуляцией белков и снижением активности ферментов. В результате семена частично (гнездами) или полностью теряют свою жизнеспособность.

Семена с влажностью 9% при температуре хлопка-сырца 17—19° в течение 6 месяцев хранения не снижали свою жизнеспособность (Л. Ф. Колярова и Х. Р. Рахимов). При температуре 40° те же семена через 6 месяцев хранения снизили энергию прорастания на 11%. Семена с влажностью 14% при температуре 17—19° сохраняли свою жизнеспособность до 4,5

месяца, а при температуре 40° они через 3 месяца хранения погибали полностью.

Как видно, температура и влажность хлопка-сырца в период хранения являются решающими факторами, от которых зависит качество семян и волокна. Имея в виду, что температура хлопка-сырца, закладываемого в бунты, зависит от температуры окружающего воздуха, которая в период комплектования бунта бывает достаточно высокая, особое значение в наших условиях приобретает влажность принимаемого хлопка-сырца, которая не должна быть выше кондиционной (8%).

Переработка семенного хлопка на хлопкозаводах обычно начинается в ноябре-декабре, а главная масса перерабатывается в январе-феврале, т. е. в самое холодное время года. Семенной хлопок и семена при переработке на джинах и линтерах образуют довольно тугий валик, который подвергается механическому воздействию органов машины. В результате семена нагреваются. По данным Л. Ф. Коляровой, температура семян, выходящих из-под линтеров, достигает 35—40°. С такой температурой семена поступают на хранение, как правило, насыпью в склады или под навесы. Здесь под влиянием окружающего холодного воздуха они покрываются росой (отпотевают), и внутри насыпи семян образуется повышенная влажность.

Под влиянием высокой температуры и повышенной влажности в семенах активизируются физиолого-биохимические процессы, сопровождаемые усиленным дыханием, накоплением влаги и углекислого газа в толще семян, что способствует развитию плесневых грибков и порче семян. При довольно хорошем проветривании и проникновении внутрь насыпи холодного воздуха этот процесс обычно быстро приостанавливается. Но, несмотря на это, часть запасных питательных веществ семена расходуют на усиленное дыхание, снижают свой вес и жизнеспособность. Предотвращают это нежелательное явление на хлопкозаводах строгим соблюдением технологического режима, разработанного для переработки семенного хлопка.

В разделе «Семенное дело» указывалось, что переработку семенного хлопка производят при более мягком технологическом режиме, чем товарного хлопка, со сниженной производительностью пильных джин (не более 560 кг волокна на машину в час). При соблюдении технологического режима переработки семян, имеющих кондиционную влажность 8%, при хранении на складах и под навесами в условиях низких зимних температур сохраняют свои качества до высева. В зимних условиях хранения в семенах замедляются физиолого-биологические процессы. Поэтому семена, не прошедшие физиологического дозревания в процессе хранения в сырье, при правильном хранении сохраняют качества, которые имели до переработки. Полного физиологического дозревания они достигают после двух-трехлетнего хранения под влиянием высоких летних температур.

КЛАССИФИКАЦИЯ РОДА GOSSYPIUM

(Ф. М. Мауер, 1954)

Подрод I. **EUGOSSYPIUM TOD. AMPL. MAUER.**

Секция I. **INDICA TOD. AMPL. MAUER.**

Подсекция. Indica Tod. em Mauer.

1. *G. herbaceum* L.

Подвиды: africanum (Watt) Mauer
pseudoarboreum Mauer
frutescens (Delile) Mauer
euherbaceum Mauer

2. *G. arboreum* L.

Подвиды: obtusifolium (Roxb.) Mauer
perenne (Blanco) Mauer
neglectum (Tod.) Mauer
nanking (Meyen) Mauer

3. *G. soudanense* Watt

Подсекция. Gurtiloba Mauer

4. *G. somalense* (Gürke) J. B. Hutch
5. *G. ellenbeckii* (Cürke) Mauer
6. *G. bakeri* Watt

Подсекция: Anomala Tod. em Mauer

7. *G. anomalum* Wawra et Peyr.
8. *G. capitis—Viridis* Mauer.
9. *G. triphyllum* (Harv.) Hochr.

Секция II. PSEUDOPAMBAK PROKH. AMPL. MAUER

10. *G. stocksii* T. Mast.

11. *G. areusianum* Defl.

Подрод II. KARPAS RAF. AMPL. MAUER

Секция III. INTEGRIFOLIA TOD. AMPL. MAUER

Подсекция. Integrifolia Tod.

12. *G. davidsonii* Kellog

13. *G. klotzschianum* Anderss.

14. *G. raimondii* Ulbr.

Подсекция. Ingenhousia (Moc. et Sesse ex DC) Mauer

15. *G. trilobum* (Moc. et Sesse ex DC) Scovsted

Разновидности: *arizonicum* Mauer

emaculatum Mauer

16. *G. aridum* (Roze et Standley) Scovsted

17. *G. gossypoides* (Ulbr) Standley

Подсекция. Caducibracteolata Mauer

18. *G. armourianum* Kearney

19. *G. harknessii* Brandg.

20. *G. californicum* Mauer

Секция IV. MAGNIBRACTEOLATA TOD. EM. MAUER

21. *G. hirsutum* L.

Подвиды: *mexicanum* (Tod) Mauer

punctatum (Schum. et Thonn.) Mauer

paniculatum (Blanco) Mauer

euhirsutum Mauer

I. Среднеазиатская группа

Подгруппы: южной зоны; средней зоны; северной и предгорной зоны.

II. Закавказская группа

Подгруппы: низменной восточной зоны; западной предгорной зоны.

III. Северокавказско-украинская группа

Подгруппы: северокавказская; украинская

22. *G. tricuspidatum* Lam. ex Tussas

Подвиды: *rupestre* (Raf) Mauer

purpurascens (Poir) Mauer

glabrum (Lam) Mauer

23. *G. barbadense* L.

Подвиды: *darwinii* (Watt) Mauer
ruderale Mauer
vitifolium (Lam.) Mauer
eubarbadense Mauer

17. Туранская группа

Подгруппы: восточная, западная

II. Азербайджанская группа

24. *G. mustelinum* Miers ex Watt.

25. *G. tomentosum* Nutt. ex Seem.

Секция V. THESPESIASTRA TOD.

26. *G. thespesioides* (Benth.) F. Müll.

27. *G. flaviflorum* (F. Müll.) Tod.

Секция VI. HIBISCOIDEA TOD.

28. *G. sturtii* F. Müll.

29. *G. costulatum* Tod.

30. *G. cunnighamii* Tod.

31. *G. populifolium* (Benth.) F. Müll.

32. *G. timorense* Prokh.

33. *G. australe* F. Müll.

34. *G. robinsonii* F. Müll.

35. *G. bickii* Prock.

Ведомость сбора и анализа индивидуальных отборов

№ семьи	№ мелочка с отбором	Вес хлопка сырья, г	Вес семян, г	Длина волокна					Сумма	Средняя длина волокна, мм	Характеристика просмотренных семян	Назначение отбора	№ семей будущего года
				I	II	III	IV	V					

Сводная ведомость результатов лабораторных анализов

№ семьи	№ семьи или инд. отбор прошлого года	Вес хлопка-сырца одной коробочки, г	Длина волокна, мм	Выход волокна, %	Прочность волокна, г	Метрический номер	Разрывная длина волокна, км	Урожай семенного хлопка-сырца		Назначение семян	Примечание
								с одного ряда, с 2-рядковой делалки, кг	с одного растения, г		

Вариационный ряд по длине волокна

Вариант	Класс										Итого вариант	Средняя длина
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й		
	26,1 – 27,0	27,1 – 28,0	28,1 – 29,0	29,1 – 30,0	30,1 – 31,0	31,1 – 32,0	32,1 – 33,0	33,1 – 34,0	34,1 – 35,0	35,1 и выше		
Инд-отбор	5	8	33	76	132	284	318	84	48	12	1000	31,8

Семенная лаборатория

при _____ хлопкозаводе

„ _____ 19 ____ г.

№ _____

Результат анализа посевных семян хлопчатника

Партия семян № _____ опущенных, оголенных, калиброванных, протрав-

ленных, дражированных (нужное подчеркнуть), массой _____

полученной от очистки хлопка-сырца партии № _____, заготовленной в районе

_____ заготпункте _____, сорт хлопчатника _____

_____ репродукция _____ сортовая чистота _____,

группа полей по апробации _____

1. Энергия прорастания _____ %

2. Всхожесть _____ %

3. Влажность _____ %

4. Засоренность _____ %

5. Семян карантинных сорняков _____

6. Механическая поврежденность _____ %

7. Зрелость _____ %

8. Остаточная волокнистость _____ %

9. Остаточная опущенность _____ %

10. Горелость _____ %

11. Амбарных вредителей _____ шт. на 1 кг

12. Масса 1000 семян _____ г

13. Полнота протравливания _____ %

14. Осыпаемость драже _____ %

15. Выровненность по размерам _____ %

16. Номер высевающего диска _____ %

17. По данной партии проанализировано _____ средних проб

18. Заключение семенной лаборатории _____

19. Настоящая форма выдана _____

(хлопкозаводу, колхозу, совхозу и др.)

М. П. Зав. семенной лабораторией _____

(подпись)

_____ (фамилия, и. о.)

Семенная хлопковая лаборатория при хлопкозаводе _____

КОРЕШОК СЕРТИФИКАТА № _____

на хлопковые посевные семена (действителей в течение 2 месяцев со дня выдачи)

_____ 19 _____ г.

Выдан (кому) _____

На семенную партию № _____ массой _____ т, полученной от очистки семенного хлопка-сырца партии № _____ заготовленного в _____

(указать район, заготпункт, колхоз, совхоз)
В 19 _____ г., предназначенную к отправке _____

(указать, кому отправлены)

Семена одинарного, двойного линтерования, оголенные, калиброванные, протравленные, дражированные _____

(нужное подчеркнуть)

Способ оголения семян _____

Сорт хлопчатника _____

Репродукция _____

Сортовая чистота _____ %

Группа полей апробации _____

Происхождение семян _____

(указать элитное хозяйство)

Результат анализа семян

Энергия прорастания _____ %, всхожесть _____ %, зрелость _____ %, влажность _____ %, механическая поврежденность _____ %, засоренность _____ %, остаточная волокнистость _____ %, масса 1000 семян _____ г, горелость _____ %, полнота протравливания _____ %, остаточная опушенность _____ %, выровненность _____ %, осыпаемость драже _____ %, номер высевающего диска _____, длина волокна _____ мм, выход волокна _____ %

По партии проанализировано _____ средних проб

Примечание _____

М. п. Зав. семенной хлопковой лабораторией

(подпись) (фамилия, и. о.)

Семенная хлопковая лаборатория при хлопкозаводе _____

СЕРТИФИКАТ № _____

на хлопковые посевные семена (действителей в течение 2 месяцев со дня выдачи).

_____ 19 _____ г.

Выдан (кому) _____

На семенную партию № _____ массой _____ т, полученную от очистки семенного хлопка-сырца партии № _____, заготовленного в _____

(указать район, заготпункт, совхоз, колхоз)
в 19 _____ г., предназначенную к отправке _____

(указать кому отправлены)

Семена одинарного, двойного линтерования, оголенные, калиброванные, протравленные, дражированные _____

(нужное подчеркнуть)

Способ оголения семян _____

Сорт хлопчатника _____

Репродукция _____

Сортовая чистота _____ %

Группа полей апробации _____

Происхождение семян _____

(указать элитное хозяйство)

Результат анализа семян

Энергия прорастания _____ %, всхожесть _____ %, зрелость _____ %, влажность _____ %, механическая поврежденность _____ %, засоренность _____ %, остаточная волокнистость _____ %, масса 1000 семян _____ г, горелость _____ %, полнота протравливания _____ %, остаточная опушенность _____ %, выровненность _____ %, осыпаемость драже _____ %, номер высевающего диска _____, длина волокна _____ мм, выход волокна _____ %

По партии проанализировано _____ средних проб

Примечание _____

М. п. Зав. семенной хлопковой лабораторией

(подпись) (фамилия, и. о.)

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

- Автополиплоид** — Полиплоидный организм, возникший путем кратного удвоения числа хромосом одного генома.
- Адаптация** — Приспособление организма к условиям среды. Следует отличать онтогенетическую адаптацию, которая не передается по наследству и обусловлена нормой реакции организма, от наследственной адаптации, вызванной действием отбора мутаций и рекомбинаций.
- Аддитивный эффект** — Суммарный эффект неаллельных полимерных генов, контролирующих количественные признаки.
- Аллели (множественные)** — Состояния одного и того же гена, вызывающие фенотипические различия. Множественные аллели располагаются в одном локусе.
- Аллельные гены** — Гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом, вызывающие различные фенотипические проявления признака.
- Аллополиплоид** — (то же, что и амфидиплоид). Полиплоидный организм, в соматических клетках которого содержится по диплоидному хромосомному набору от разных геномов.
- Аллосиндез** — Конъюгация гомологичных хромосом межвидового гибрида.
- Анафаза** — Стадия деления клеточного ядра (в митозе и мейозе), непосредственно следующая за метафазой. Характеризуется расхождением хроматид (митоз) и гомологичных хромосом (мейоз).
- Аналитическая (селекция)** — Основанная на методе многократного индивидуального отбора из сортопопуляций.
- Андроцей** — Совокупность мужских органов цветка (тычиночная нить, пыльники).
- Анеуплоиды** — Организмы с изменением числа хромосом, не кратным основному числу.
- Археспорий** — У цветковых растений — клетка, ряд или слой клеток, из которых развиваются материнские клетки пыльцы или зародышевого мешка.
- Апробация (сортовой контроль)** — Определение посевов (участков), пригодных для сбора семенного урожая.
- Апомксис** — Развитие зародыша без оплодотворения из яйцеклетки (партеногенез), спермия (андрогенез), вегетативных клеток зародышевого мешка (апогамия).

Асинопсис	— Явление, когда конъюгация хромосом в мейозе либо отсутствует полностью, либо протекает с пониженной активностью.
Беккроссы	— Возвратные скрещивания. Скрещивание гибрида с одной из родительских форм, с целью усиления у гибрида признаков этого родителя.
Бивалент	— Пара двух гомологичных хромосом, которые на определенных стадиях мейоза конъюгируют, соединяясь друг с другом одной или несколькими хиазмами.
Варианса	— То же самое, что дисперсия, или средний квадрат σ^2 . Характеризует изменчивость популяции по отдельному признаку.
Варианта	— Одно из значений варьирующего количественного признака в вариационном ряду.
Вариационный ряд	— Двойной ряд чисел, в котором указаны значения варьирующего признака и соответствующие им частоты.
Восстановитель фертильности	— Сорт, восстанавливающий фертильность пыльцы у формы с ЦМС.
Гаметы	— Специализированные половые клетки у организмов, размножающихся половым путем.
Гаметоциды	— Химические вещества, вызывающие стерильность растений (мужскую или женскую).
Гаплоидный набор	— Одиночный набор числа хромосом ($1n$) характерен для половых клеток и клеток гаметофита растений.
Ген-модификатор	— Неаллельный ген, усиливающий или ослабляющий действие главного гена без какого-либо иного фенотипического действия.
Ген	— Материальный носитель наследственности. Часть молекулы ДНК в хромосоме, обладающая определенной биохимической структурой и функцией и контролирующая синтез специфического фермента. Один признак может контролироваться многими генами. Один ген может контролировать несколько признаков.
Генерация	— Поколение гибрида.
Генетический материал	— Хромосомы, ядерные гены, цитоплазматические гены.
Генетическая коллекция	— Коллекция гомозиготных линий, полученная путем длительного инбридинга, используемая в генетических и селекционных исследованиях. К генетическим коллекциям относятся коллекции моносомиков.
Геном	— Совокупность генов, локализованных в хромосомах гаплоидного набора.
Генотип	— Совокупность всех локализованных в хромосомах и цитоплазме генов организма.
Генофонд	— Совокупность генов популяции сорта или вида.
Гетерогенная (популяция)	— Популяция, включающая разные генотипы.
Гетерозиготный	— Гетерозиготными называются организмы, содержащие в гомологичных хромосомах разные аллели генов.
Гетерозис	— Наблюдаемое у гибридов F_1 свойство превосходить по определенным признакам лучшую из родительских форм, а также среднюю двух родителей. Гетерозис может быть положительным и отрицательным (позитивным и негативным).
Гинцей	— Женский половой орган высших растений, об-

- разуемый несколькими сросшимися между собой плодолистиками. Включает все элементы завязи, столбик и рыльце.
- Гомозиготный** — Гомозиготными называются организмы, содержащие в гомологичных хромосомах одинаковые аллели генов. Гомозиготные организмы получают в результате длительного самоопыления.
- Гомологичные хромосомы** — У диплоидных организмов обычно две структурно идентичные хромосомы (у полиплоидных организмов их более, чем по две), привнесенные в зиготу мужскими и женскими гаметами.
- Гомологические ряды** — Виды и роды генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение аналогичных форм у других видов и родов. Этот закон открыл Н. И. Вавилов.
- Дисперсионный анализ** — Статистический метод, позволяющий изучить степень влияния одного или нескольких факторов на результативный признак, и оценить существенность различий между вариантами опыта.
- Диаallelные скрещивания** — Способ скрещивания, которым пользуются для установления комбинационной способности инбредных линий или сортов или проведения генетического анализа. Для этой цели проводят скрещивание изучаемых инбредных линий во всех возможных комбинациях, в том числе и реципрокных.
- Дигибридное скрещивание** — Скрещивание исходных форм, различающихся по двум парам признаков.
- Диплоидный набор** — Удвоенный набор числа хромосом ($2n$) в соматических клетках в результате оплодотворения, то есть слияния гаплоидных половых клеток.
- Доза (радиации)** — Различают стимулирующие, критические (мутатогенные) и летальные дозы. Для семян хлопчатника стимулирующие дозы не более 1—2 тыс. р., мутатогенные — 10—30 тыс. р., летальные — более 30 тыс. р.
- Диплоид** — Клетка или особь, обладающая полным набором гомологичных пар хромосом, одна половина которых внесена в зиготу одной, а другая — другой гаметой.
- Доминирование** — Подавление одной аллелью действия другой (рецессивной) аллели. У гетерозиготных гибридов проявляются признаки, контролируемые доминантной аллелью.
- Закрепитель стерильности** — Сорт при скрещивании с которым потомство образца с ЦМС сохраняет стерильную пыльцу.
- Зигота** — Оплодотворенная яйцеклетка с диплоидным набором хромосом. Первая клетка зародыша.
- Иммунность** — Генетически обусловленная невосприимчивость к тем или иным инфекционным заболеваниям или каким-либо ядовитым веществам.
- Ингибитор** — Ген, доминантная аллель которого подавляет (ингибирует) действие доминантной аллели другого неаллельного гена.
- Индекс урожая** — Отношение хозяйственного урожая к общему биологическому в пересчете на сухое вещество. Сорта интенсивного типа характеризуются высоким индексом урожая (выше 0,5).

Ионизирующая радиация	— Радиация, вызывающая при попадании в ткани организмов ионизацию молекул воды и других химических веществ. Является мощным мутагенным фактором.
Инфекционный фон	— Фон, искусственно зараженный возбудителем вилта, или другой инфекцией. Оценка растений на устойчивость к болезням проводится только на искусственно зараженных (провокационных) фонах.
Интродукция	— Ввоз семян инорайонных сортов или культур, ранее не возделывавшихся в данной зоне.
Инбридинг	— Искусственное, принудительное самоопыление. 5—6-летнее самоопыление приводит к гомозигатии большинства генов. Применяется для получения инбредных (самоопыленных) линий.
Индукцированный (мутагенез)	— Искусственное получение мутантов воздействием на растения физическими и химическими мутагенами.
Индивидуальный отбор	— Отбор отдельных растений по фенотипу в гетерозиготной популяции. Растение отбирается по комплексу хозяйственно-ценных признаков, оцениваемых в полевых и лабораторных условиях. На следующий год проводится оценка по потомству.
Исходный материал	— Селекционная работа начинается с подбора исходного материала, в качестве которого используются местные или инорайонные сорта или их гибриды, гибриды с дикими и полудикими формами, индуцированные мутанты и др.
Карнотип	— Диплоидный набор хромосом вида, характеризующийся определенным числом, формой и размерами. Стойкий видовой признак.
Карта хромосом	— На карте хромосом показаны локусы расположения отдельных генов и расстояние между ними в хромосоме, составляющие группу сцепления. Генетические карты почти полностью составлены по кукурузе, гороху, на хлопчатнике разработаны слабо.
Качественный (признак)	— Контролируется одним или несколькими неаллельными генами. К ним относится большинство морфологических признаков.
Коляциин	— Алкалоид, получаемый из растения безвременника. Сильный специфический мутаген, удваивающий набор хромосом. Разрушает нити веретена деления.
Количественный (признак)	— Признаки, поддающиеся измерению (высота растения, количество плодов у хлопчатника, масса сырца одной коробочки и др.). Количественные признаки контролируются полимерными генами.
Комбинационная способность	— Способность организмов обеспечивать определенный уровень развития признака в потомстве. Различают общую и специфическую комбинационную способность. Общая комбинационная способность (ОКС) контролируется аддитивными генами. Измеряется как отклонение среднего показателя всех гибридов данного сорта от общей средней по опыту. Специфическая комбинационная способность (СКС) контролируется эффектами доминантных и неаллельных взаимодействий генов.

- Комплементарные гены** — Два доминантных неаллельных гена, каждый из которых проявляет свое действие только в присутствии другого.
- Конъюгация** — Парное сближение гомологичных хромосом в мейозе.
- Корреляция** — Сопряженность признаков. Выражается в том, что изменение одного признака влечет за собой изменение другого. Корреляция может быть положительной и отрицательной, сильной и слабой. Различают корреляции фенотипические и генетические. Последние вызываются сцеплением генов или их плейотропным эффектом.
- Кроссинговер** — Перекрест между гомологичными хромосомами в профазе мейоза, ведущий к обмену участками хромосом или генов (рекомбинациям). В процессе кроссинговера могут изменяться группы сцепления.
- Летальный ген** — Ген, приводящий к гибели организма.
- Локус** — Место хромосомы, в котором расположен ген.
- Макроспорогенез** — Процесс образования макроспор. Возникновение зародышевого мешка, т. е. женского гаметофита покрытосеменных растений.
- Макрогаметогенез** — Процесс образования женских гамет, или яйцеклеток.
- Малые мутации (микромутации)** — Мутации по количественным признакам, обнаруживаемые статистическим путем.
- Массовый отбор** — Отбор лучших по фенотипу растений с последующим объединением семян и посевом на одной делянке.
- Мейоз** — Процесс деления, предшествующий образованию половых клеток. В результате мейоза из диплоидных клеток образуются гаплоидные клетки. В процессе мейоза возможны рекомбинации и нарушение групп сцепления, что имеет важное биологическое значение. Принцип случайности в расхождении гомологичных хромосом определяет разнообразие гамет и является одной из главных причин менделевского расщепления.
- Метафаза (мейоза)** — Средняя стадия мейоза, характеризующаяся расположением хромосом по экватору клетки, которое до начала анафазы поддерживается взаимно компенсирующимися силами, исходящими из полюсов. Образуется т. н. хромосомная, или метафазная, пластинка.
- Метаксении** — Прямое влияние пыльцы (в год опыления) на признаки и свойства материнского организма.
- Микроспорогенез** — Процесс формирования микроспор из материнских клеток. Образование пыльцы в микроспорангиях (пыльниках) покрытосеменных.
- Микрогаметогенез** — Процесс образования мужских гамет, или мужских половых клеток — спермиев.
- Митоз** — Непрямое деление клеточного ядра, для которого характерно образование из исходного ядра генетически идентичных дочерних ядер в результате удвоения (редупликации) каждой хромосомы и последующего расхождения хроматид в дочерние ядра. Определяет консерватизм передачи генетической информации из исходной клетки в дочерние.
- Модификация** — Ненаследственные изменения, возникающие под влиянием условий среды. Модификации имеют массовый характер, адаптивный характер и за-

- тухающее действие по годам. Способность организмов адаптивно модифицировать определяется нормой реакции организма и выработана в процессе эволюции.
- Моносомики** — Организмы, в диплоидном наборе которых не хватает одной хромосомы. В генетике используются для картирования хромосом.
- Мультивалент** — Хромосомный комплекс в мейозе, состоящий из более чем двух конъюгирующих хромосом (трех — тривалент, четырех — квадривалент). Образование мультивалентов характерно для межвидовых гибридов.
- Мутагены** — Факторы, вызывающие наследственные изменения, или мутации. Делятся на физические и химические. К физическим относится ультрафиолетовая радиация, лучи Рентгена, γ — лучи радиоактивных веществ, α и β — лучи и др.
- Мутант** — Организм, отличающийся от первоначального типа индивидуальным отклонением, возникающим в результате мутации, или наследственного изменения в хромосомах и генах.
- Мутации** — Прерывистые изменения в хромосомах и генах, передающиеся потомству и вызванные влиянием естественных и искусственных факторов (спонтанные и индуцированные мутации). Мутации могут быть обусловлены изменением числа хромосом, их структуры, а также химическим преобразованием генов.
- Мутабельность** — Степень изменчивости организма под воздействием мутагена.
- Наследуемость** — Отношение генотипической варiances популяции к фенотипической — наследуемость в широком смысле. Специальными математическими методами можно определить это отношение, т. е. рассчитать коэффициент наследуемости, который выражается в процентах от 1 до 100%, или долях единиц (от 0 до 1,0). Наследуемость в узком смысле — отношение аддитивной варiances популяции к общей фенотипической. Наследуемость — главный критерий эффективности отбора в селекции.
- Неаллельные гены** — Гены, расположенные в разных локусах негомологичных хромосом. Неаллельные гены могут быть независимыми или взаимодействовать друг с другом.
- Новосветские (хлопчатники)** — Виды рода *Gossypium* дифференцировавшиеся на американском континенте. Представлены дикими диплоидными видами и культурными тетраплоидными видами.
- Норма реакции** — Генетически обусловленная степень модификационной изменчивости сорта.
- Нуцеллус** — Ядро семяпочки, центральная многоклеточная часть семяпочки голосеменных и покрытосеменных растений.
- Онтогенез** — Индивидуальное развитие организма от семени до естественной гибели.
- Паратипическая изменчивость** — Ненаследуемая изменчивость популяции, вызванная влиянием внешней среды (то же, что и модификации).
- Плейотропия** — Способность гена влиять на несколько признаков организма. Во многих случаях плейотропия определяет коррелятивные связи.

- Повторение** — Часть селекционного питомника или сортоиспытания, включающая полный набор испытуемых сортов, семей, гибридов F_1 и т. д.
- Полигенный (признак)** — Признак, контролируемый многими полимерными генами. Полигенные признаки имеют количественный характер.
- Полимерные (гены)** — Однозначно действующие неаллельные гены. Степень выраженности полимерного признака зависит от числа активных аллелей полимерных генов, эффект которых суммируется (является аддитивным). Полимерные гены способны проявлять также неаддитивные эффекты (сверхдоминирование и эпистаз).
- Полиплоидия** — Увеличение числа хромосом, кратное основному числу данного вида. Различают автополиплоидию и аллополиплоидию (см.).
- Популяция** — Совокупность особей одного вида, сходных по комплексу признаков и свойств, характеризующаяся общностью местообитания и приспособления к условиям существования.
- Провокационный фон** — Искусственно создаваемый фон для оценки устойчивости растений к болезням или неблагоприятным факторам среды (засуха и др.).
- Профаза (мейоза)** — Первая фаза мейотического деления ядра, начинающаяся с появления видимых хромосом. Наиболее характерные процессы профазы — конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер.
- Равнохромосомные (гибриды)** — Гибриды, полученные от скрещивания видов, имеющих одинаковый по числу набор хромосом.
- Разнохромосомные (гибриды)** — Гибриды, полученные от скрещивания диплоидных видов с тетраплоидными.
- Районирование (сорта)** — Определение районов возделывания нового сорта, прошедшего цикл Государственного сортоиспытания.
- Раса гриба** — Гриб *verticillium* представлен тремя расами: «О», 1(A), 2(B). Раса О поражала сорта второй и третьей сортосмен. Раса 1 поражает все сорта, кроме полученных на базе дикого подвита *texisatum* с геном устойчивости R. Раса 2 наиболее агрессивная; поражает ташкентские сорта. Доноров иммунитета к расе 2 не найдено.
- Рекомбинации** — Образование новых комбинаций генов в ходе мейоза в результате случайного расхождения аллельных пар и кроссинговера (рекомбинации сцепленных генов).
- Рецессивная аллель** — Аллель, подавляемая в гетерозиготном состоянии действием доминантной аллели. Признаки, контролируемые рецессивной аллелью, проявляются в гомозиготном состоянии в F_2 и последующих поколениях.
- Реципрокные скрещивания** — Прямые и обратные скрещивания между двумя родительскими типами А и В, в одном из которых А служит материнской формой, а в другом — отцовской ($A \times B$ или $B \times A$). Различия между реципрокными гибридами обусловлены действием цитоплазматических генов.
- Сверхдоминирование** — Взаимодействие аллельных генов определяет преимущество гетерозиготы по сравнению с обоими гомозиготами $AA < Aa > aa$. Эффект сверхдоминирования обусловлен плейотропным эффектом рецессивного аллеля.

Селекционный дифференциал	— Выражает степень различия между средним показателем признака в исходной популяции и средним показателем популяции, которая была отобрана для получения следующего поколения.
Селективное (оплодотворение)	— Явление преимущественного оплодотворения яйцеклетки спермиями с определенными наследственными задатками (близко по смыслу избирательное оплодотворение).
Семья	— Потомство одного гомозиготного или гетерозиготного растения, выращенное на отдельной делянке.
Синапсис	— Конъюгация гомологичных хромосом в профазе I-мейоза.
Синтетическая селекция	— Основывается на получении исходного материала путем гибридизации, обеспечивающей рекомбинацию генетического материала у гибрида.
Сорт	— Совокупность культурных растений, сходных по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам, приспособленных к совместному возделыванию в определенных агротехнических и почвенно-климатических условиях.
Сортосмена	— Замена старых сортов новыми районированными сортами, более урожайными и с лучшим качеством основной продукции.
Сортообновление	— Периодическая замена семян возделываемого сорта элитными семенами. Сортообновление препятствует ухудшению сортовых и биологических качеств сорта.
Сорта интенсивного типа	— Сорта, производящие максимум продукции при минимуме затрат, эффективно отзывющиеся на внесение удобрений и повышенную агротехнику увеличением хозяйственного урожая. Соотношение биологического и хозяйственного урожая у них сдвинуто в пользу второго.
Сортовая чистота	— Отношение числа нетипичных растений к общему числу растений в выборке, намеченной при апробации посевов.
Соматические (клетки)	— Дифференцированные обычно диплоидные или полиплоидные клетки, в норме не принимающие участия в половом размножении.
Спектр мутаций	— Совокупность всех мутаций, возникающих под влиянием мутагена.
Спонтанные (мутации)	— Мутации, возникающие в естественных условиях (противоположность индуцированным мутациям).
Старосветские (хлопчатники)	— Виды рода <i>Gossypium</i> , дифференцировавшиеся на африканском и азиатском континентах. Представлены дикими и культурными диплоидными видами.
Стерильность	— Частичная или полная неспособность особи образовывать при данных условиях жизнеспособные и функционирующие гаметы, а следовательно, и зиготы. Обычно обусловлена нарушениями в мейозе.
Ступенчатая гибридизация	— Гибридизация, в которой участвуют более двух родителей. При этом отселектированная форма, полученная в результате парного скрещивания, вновь скрещивается с сортом, обладающим ценным признаком. Этот процесс продолжается многократно.
Сцепление	— Связь между генами, локализованными в одной хромосоме. Признаки, контролируемые сцепленными генами, передаются по наследству совмест-

	но. Сцепление может быть полным и неполным. Нарушение сцепления возможно в процессе кроссинговера.
Телофаза	— Стадия деления клеточного ядра, следующая за анафазой. Характеризуется деспирализацией хромосом, образованием ядра дочерних клеток.
Тетрада	— 1. Группа из 4-х клеток, которые образуются в результате мейоза в материнских клетках спор. У цветковых растений тетрады в пыльниках состоят из 4-х микроспор, которые позднее отделяются друг от друга и превращаются в пыльцевые зерна. 2. Обозначение бивалентов, состоящих из четырех хроматид.
Тестер	— Сорт, используемый в скрещиваниях с группой сортов для определения их общей комбинационной способности.
Тетраплоид	— Клетка или организм с четырьмя наборами хромосом (4n).
Трансгрессия	— Появление в расщепляющихся поколениях гибридов, превосходящих по отдельным признакам обе родительские формы. Трансгрессивное расщепление имеет выдающееся значение в селекции и эволюции.
Транслокация	— Обмен участками негомологичных хромосом. Вызывает мутацию признака.
Топкросс	— Система скрещиваний группы сортов с сортом-тестером, позволяющая определить общую комбинационную способность сортов.
Униваленты	— Единичные, неспаренные хромосомы в первом делении мейоза, проявляющиеся в результате выпадения профазной конъюгации хромосом. Большое число унивалентов образуется у разнотипных гибридов.
Факультативный самоопылитель)	— Растения-самоопылители, способные время от времени факультативно опыляться перекрестно.
Фенотип	— Совокупность всех внешних структур и функций организма, которые являются результатом взаимодействия генотипа особи и окружающей среды.
Фертильность	— Способность организма производить жизнеспособное потомство.
Фотопериодическая реакция	— Способность растения переходить в репродуктивную фазу (бутонизировать и цвести) при определенной длине дня. В зависимости от географического происхождения растения бывают приспособлены к длинному или короткому дню. Дикие хлопчатники тропического происхождения являются короткодневными (8—10 часов дневного освещения). У них очень сильная фотопериодическая реакция. Культурные сорта преимущественно фотопериодически нейтральны.
Хромосома	— Самовоспроизводящиеся ядерные структуры — носители генов. Форма хромосом, их число и размеры характерные для каждого вида, четко обнаруживаются в процессе ядерного деления.
Цитоплазма	— Часть клетки, кроме ядра, содержащая ряд органоидов. Доказано, что в митохондриях и пластидах содержатся цитоплазматические гены.
Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС)	— Неспособность пыльцы к нормальному функционированию, обусловленная неядерными (цитоплазматическими) генами.
Эпистаз	— Взаимодействие между двумя неаллельными генами, при котором доминантная аллель одного

Элита

- гена подавляет проявление доминантной аллели другого неаллельного гена. В количественной генетике термином «эпистаз» обозначается любое неаллельное взаимодействие полигенов.
- Потомство семян с лучших растений сорта, полученных в результате элитно-семеноводческой работы. Элитные семена хлопчатника получают объединением семян лучших семей питомника семенного размножения.

НАТАЛИЯ ГРИГОРЬЕВНА СИМОНГУЛЯН
САНЖАР РАМЗИТДИНОВИЧ МУХАМЕДХАНОВ
АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАФРИН

**ГЕНЕТИКА, СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО
ХЛОПЧАТНИКА**

Ташкент — „Мехнат“ — 1987

Редакторы: *О. Богдасаров, Г. Хубларов*
Художник *В. Валиев*
Художественный редактор *И. Кученкова*
Технический редактор *Н. Сорокина*
Корректоры: *А. Исмаилова, А. К. Цукерник, Д. Холматова*

ИБ № 198

Сдано в набор 18.03.87. Подписано в печать 14.10.87. Р 21004. Формат 60×90^{1/16}. Бумага № 1. Литературная гарнитура. Печать высокая. Усл. п. л. 20,0. Усл. кр.-отг. 20,21. Уч. изд. л. 21,62. Тираж 3000. Заказ № 3053. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Мехнат». 700129. Ташкент, Навои, 30. Договор № 208 — 86.

Типография № 1 ТППО «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 700002, Ташкент, ул. Хамзы, 21.

Симонгулян Н. Г. и др.

С 37 Генетика, селекция и семеноводство хлопчатника: Учеб. пособие для студ. агроном. фак. с.-х. вузов / Н. Г. Симонгулян, С. Р. Мухамедханов, А. Н. Шафрин.—3-е изд., доп.—Т.: Меҳнат, 1987.—320 с.
1.1,2 Соавт.

В учебном пособии излагаются основы систематики, цитозембриологии и генетики хлопчатника, история, теоретические основы и методы селекции и семеноводства, техника селекционно-семеноводческой работы, вопросы семеноведения.

В работе освещаются достижения и перспективы развития частной генетики, селекции и семеноводства, пути оптимизации селекции.

Введение, часть I „Генетика хлопчатника“, часть II „Селекция хлопчатника“ и „Словарь терминов“ написаны профессором Н. Г. Симонгулян, часть III „Семеноводство хлопчатника“ и раздел „Семеноведение“ — профессором С. Р. Мухамедхановым и доцентом А. Н. Шафриним,

Учебное пособие рассчитано на студентов агрономических факультетов сельскохозяйственных вузов хлопкосеющих республик и для широкого круга генетиков, селекционеров и семеноводов, работающих с хлопчатником.

ББК 42.16я73