

УДК 575.2:633.511

ВЛИЯНИЕ ИНБРИДИНГА НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ ОДНОРОДНОСТЬ ПОПУЛЯЦИИ ХЛОПЧАТНИКА

Шодиева О.М., Мамарахимов Б.И., Халикова М.Б.

*Научно-исследовательский институт селекции, семеноводства и агротехнологии
выращивания хлопка, Ташкент, e-mail: halikovamalohat@rambler.ru*

Сорта, которые используются в производстве, хотя они хорошо отселектированы, постепенно изменяются, ухудшаются их хозяйственно-биологические показатели, нарушается популяционный гомеостаз. Это связано с механическим и биологическим засорением, расщеплением и увеличением заболеваний. В то же время хлопчатник имеет склонность и к перекрещиванию, а значит, вполне возможно и биологическое смешение. Поэтому вряд ли в таких условиях семеноводческое хозяйство сможет доработать сорт и довести сортовую чистоту до требований стандарта. Потомство гибридных растений дает большое число индивидуумов низшего качества, что приводит к заметной деградации. В этом смысле сорт действительно быстро «вырождается» в зависимости от размера происходящего смешения. Для ускоренной стабилизации хозяйственно ценных признаков линии и повышения ее однородности авторами была принята методика искусственного самоопыления (инбридинга) цветков на типичных скороспелых, продуктивных с высоким качеством и белого цвета волокон индивидуумов с последующей проверкой потомства, браковки нежелательных растений и отбором в семьях форм. У всех самоопыленных сортов завязываемость по семенам ухудшалась в равной степени. Уменьшение количества завязавшихся семян в коробочках самоопыленных линий, по нашему мнению, является результатом недостаточного оплодотворения. Наряду с высокой изменчивостью таких признаков, как количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, вес коробочки, инбридинговые линии отличались между собой по степени опушенности, габитусу куста, но сортовую типичность не теряли. Так как самоопыление приводит к проявлению рецессивных признаков, мы рекомендуем провести многократный инбридинг в стадии формирования сорта.

Ключевые слова: хлопчатник, индивидуальный отбор, инбридинг, однородность, популяция, ухудшение сорта, популяционная генетика

INFLUENCE OF INBRIDING ON THE GENETIC HOMOGENEITY OF THE COTTON POPULATION

Shodieva O.M., Mamarakhimov B.I., Khalikova M.B.

*Research Institute of Breeding, Seed Production and Agricultural Technology of Cotton Growing,
Tashkent, e-mail: halikovamalohat@rambler.ru*

The varieties, which used in production, although they are well selected, are gradually changing, their economic and biological indicators are deteriorating, and population homeostasis is being disturbed. In the course of use even it is good selected variety, the economic-biological signs peculiar to the given variety gradually decrease and it worsens, broken population homeostasis. It connected with mechanical and biological contamination, splitting and increases in the diseases transferred through seeds. At the same time, the cotton has propensity and to crossroads so biological mixture is quite possible also. Therefore hardly in such conditions the seed-growing economy can finish a variety and finish high-quality cleanliness to standard requirements. The posterity of hybrid plants gives a great number of individuals of the lowest quality that leads to appreciable degradation. In this sense the variety really quickly «degenerates» depending on the size of occurring mixture. For more accelerated stabilization of economic-valuable signs of line and increase of its uniformity we had been accepted a technique of artificial self-pollination of flowers on typical early, productive with high quality and white colour fiber of individuals with the subsequent check of posterity, rejection of undesirable plants and selection in families of forms. In all self-pollinated varieties, seed binding has deteriorated equally. The decrease in the number of seeds that have set in the boxes of self-pollinated lines, in our opinion, is the result of insufficient fertilization. Along with the high variability of such characteristics as the number of bolls on the plant, the number of seeds in the boll, the weight of the boll, self-pollinated lines differed in terms of pubescence, bush habit, but they did not lose varietal typicality. Since self-pollination leads to the manifestation of recessive symptoms, we recommend that multiple inbreeding be performed at the stage of variety formation.

Keywords: cotton, individual selection, inbreeding, homogeneity, population, variety degradation, population genetics

Известно, что сорта растений – это отселектированные человеческим умом популяции организмов с наследственно закрепленными, желаемыми селекционерами особенностями (продуктивность, полезные морфологические и физиологические признаки). Эти закрепленные признаки сортов могут изменяться на разных климатических зонах возделывания.

Для предотвращения или минимизации таких явлений постоянно испытываются и внедряются соответствующие методики генетики и селекции растений. К таким методикам можно отнести принудительное самоопыление растений, отбор нежелательных особей, межсортовую гибридизацию и т.д.

Сорт в основном состоит из растений, однотипных по морфологическим при-

знакам и хозяйственно-биологическим свойствам.

Однотипность растений в пределах сорта создается отбором и поддерживается самоопылением у самоопыляющихся культур.

Хлопчатник самоопыляется и может перекрестно опыляться с помощью насекомых, которые переносят пыльцевое зерно между цветками разных растений. Цветочный нектар хлопчатника привлекателен для пчел, хотя содержание сахара в нем относительно низкое [1, с. 3389].

Однотипность растений и гомеостаз в популяционном уровне определяется постоянством способа опыления растений и уровнем модификационной изменчивости. В результате перекрестного опыления другими сортами и культурами в равной мере уменьшается однотипность сортов как перекрестноопыляющихся, так и самоопыляющихся культур [2, с. 298; 3, с. 63–65].

Отдаленность геномов нарушает общий рекомбинационный процесс и сбалансированность генетической системы, расщепление идет по многим локусам, стабилизация полигенных признаков наступает в очень поздних поколениях. Поэтому сорта, особенно полиплоидной природы, основанные на отдаленной гибридизации, должны длительное время дорабатываться и не внедряться в производство, пока однородность хозяйственно ценных признаков не достигнет определенного предела. В противном случае потеря ценных качеств сорта неизбежна. В генетическом отношении самоопыление приводит к выявлению рецессивных признаков, находящихся в растении в скрытом состоянии. В результате можно выделить новые формы, гомозиготные по многим признакам. Если представить себе условно, что в результате перекрестного опыления растение получило дополнительно какие-то рецессивные гены, то при

3–4-летнем самоопылении эти гены должны легко проявиться в виде признаков, не свойственных данному типу растений. Если учесть, что большинство хозяйственно полезных признаков контролируется рецессивными генами, то данный метод, естественно, представляет большую ценность. В своих опытах Ж. Шелл (1922) показал, что принудительным самоопылением можно освободиться от множества летальных генов, снизить изменчивость признаков и к пятому-шестому поколению стабилизировать их на одном уровне. В США при ведении селекционной работы по хлопчатнику почти всегда применяется принудительное самоопыление [4, с. 11–12].

Целью настоящего исследования является изучение влияния инбридинга на генетическую однородность популяции сортов хлопчатника.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в течение трех лет (2008–2011 гг.) в опытных участках Научно-исследовательского института селекции, семеноводства и агротехнологии выращивания хлопчатника (НИИССАВХ), расположенных в континентальной части региона. В опытах изучены сорта С-01, Бухара 102, Аккурган, Омад, относящиеся к виду *Gossypium hirsutum* (табл. 1). Сорта размещены на однорядковой делянке по 6 п/м, расстояние между растениями 15 см, междурядье 60 см. В исследованиях были применены такие селекционные методы, как индивидуальный отбор, проверка потомства, вариационный анализ, фенологические наблюдения и лабораторные анализы хозяйственно ценных признаков. На собранном семенном материале определялась продуктивность одного растения, масса хлопка-сырца одной коробочки, выход и длина волокна.

Таблица 1

Основная характеристика объекта исследований

Сорта	Масса сырца одной коробочки, г	Выход волокна, %	Длина волокна, мм	Скороспелость, дни	Микронейр	Урожайность, ц/га
Омад	6,5	36,0	33,2	110,0	4,4	35,2
Аккурган 2	5,5	35,5	32,0	122,6	4,5	33,6
С-01	6,4	36,5	34,0	114,4	4,4	35,5
Бухара 102	6,3	36,8	34,4	117,1	4,4	36,4

Агротехнические мероприятия проводили согласно «Методике полевых опытов с хлопчатником». Ежегодно, в течение трех лет, по изучаемым линиям проводились принудительное самоопыление и переопыление. Самоопыление цветков проводилось на типичных для данного сорта растениях, которые получены из прошлогодних самоопыленных коробочек. Гибридные комбинации составляли 28, и этого достаточно для отбора лучших комбинаций. По созреванию урожая хлопка-сырца самоопыленные коробочки собраны в пределах каждой семьи. Одновременно были собраны гибридные (F_0) несамоопыленные коробочки – отдельно по каждой гибридной комбинации.

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel по формулам Б.А. Доспехова [5, с. 351]. Достоверность результатов оценивали при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Наследование признаков у хлопчатника во многом зависит от генетической однородности и степени паратипической изменчивости признака. Хлопчатник – нестрогий самоопылитель и при наличии насекомых опылителей и других определенных условий подвергается естественному перекресту.

При опылении без кастрации цветков растения процент перекрестного оплодотворения достигает 40–80% в зависимости от сорта. В практике семеноводства возможно биологическое засорение сортов. Все эти вопросы имеют большое значение для методики ведения семеноводства хлопчатника [6, с. 7–12; 7, с. 289–295].

Для ускоренной стабилизации хозяйственно ценных признаков линии и повышения ее однородности нами была использована методика искусственного самоопыления (инбридинга) цветков на типичных скороспелых, продуктивных с высоким качеством и белого цвета волокном индивидуумов с последующей проверкой потомства, браковки нежелательных растений и отбором в семьях форм.

В первый же год были посеяны семена из самоопыленных коробочек (S1) – потомство раннее самоопыленных коробочек (S2). Опытные растения размещены на однорядковых деланках по 6 п/м через 15 см, расстояние между рядками – 60 см. В питомнике S1 были проведены скрещивания между семьями для получения межсемейных гибридов F_1 (S1 x S1), чтобы из лучших комбинаций в последующем создать перспективную сортопопуляцию. Это, по

существу, интербридинг, т.е. искусственное опыление внутри гибридной популяции.

Во втором питомнике высевались семена из самоопыленных коробочек индивидуального отбора (растения) и представляли собой потомство одно-, двух- и трехкратного самоопыления. Учитывались длина вегетационного периода, крупность коробочки, продуктивность, выход волокна. В качестве стандарта высевался сорт Бухара 102, а по качеству волокна – Наманган 77. В 2009 г. были заложены два питомника: размножения и стационарного сортоиспытания. Общая площадь опытов – 0,57 га. Посев был проведен ручным способом 14 мая, или на 20–25 дней позже, из-за погодных аномалий этого сезона. В опыте, в связи с неравномерностью плодородия почвы, невыровненностью опытного участка, развитие растений было неравномерным. Поэтому растения по высоте главного стебля показывали некоторые различия. Наблюдалось также варьирование по продуктивности. Количество собранных индивидуальных отборов составило 2500 шт. Это вполне обеспечило последующее размножение семян на значительной площади. Осенью все созревшие коробочки из самоопыленных и переопыленных цветов собирались по каждому сорту отдельно. По каждой коробочке определялся вес сырца, количество семян, выход и длина волокна.

Для изучения потомства семена из каждой коробочки высевались отдельно как линия. По каждому сорту высевалось по 30 самоопыленных и 30 переопыленных линий. По каждому сорту, самоопылявшемуся в предыдущие годы, вновь проводилось принудительное самоопыление путем изоляции бутонов накануне цветения бумажными пакетиками.

Чтобы цветок нормально развивался, изолятор-пакетик изготавливался из тонкой, хорошо просвечивающей папиросной бумаги.

Результаты показали, что неоднородность сортов по качественным доминантным признакам выявляется в первые два года самоопыления. Неоднородные растения выбраковывались. Все инбредные линии изученных сортов хлопчатника в основном сохраняли типичность сорта. Однако по сравнению с переопыленными линиями неоднородность по отдельным количественным признакам у них была значительнее. Выявлено, что депрессивное влияние самоопыления сказывается в первую очередь на завязываемости, снижении веса коробочки в год самоопыления (табл. 2).

Уменьшение количества завязавшихся семян в коробочках самоопыленных линий, как уже было отмечено, является результатом недостаточного оплодотворения. При

самоопыления и переопыления цветков важную роль играет несовместимость между пыльцевыми зернами и пестиком самоопыленных линий.

Условия окружающей среды могут значительно повлиять на успешность опыления, так как пыльцевое зерно может испаряться и засохнуть в условиях низкой относительной влажности [8, с. 345–357].

Многочисленные исследования показывают, что процент завязываемости семян в прямой зависимости от количества прорастающих пыльцевых зерен и роста пыльцевых трубок [9]. Подобная зависимость установлена и нами. Столбики опыленных и самоопыленных цветков через 24 ч после само- и переопыления фиксировались в 90%-ном растворе этанола, а затем в поперечных срезах, окрашенных йодистым калием, определялось количество пыльцевых трубок, прошедших через основания столбиков в завязи. При исследовании проводился учет количества стерильных столбиков и пыльцевых трубок, не прошедших через основание последних (табл. 3).

По данным табл. 4 видно, что при самоопылении заметно повышается количество стерильных столбиков, в трех сортах они не были обнаружены, а у сорта С-6524 только три столбика были стерильными. Наряду с высокой изменчивостью таких признаков, как количество коробочек на растении, количество семян в коробочке, вес коробочки, самоопыленные линии отличались между собой по степени опушенности (опушенные, слабоопушенные), габитусу куста (бо-

лее широкие, относительно компактные), но сортовую типичность не теряли.

Переопыленные линии были однородными и никаких отклонений от исходного сорта не показывали. Коэффициенты изменчивости по выходу и длине волокна у самоопыленных и переопыленных линий особенно не отличаются, что говорит об относительной стабильности данных признаков. Ухудшения их под влиянием самоопыления не наблюдались. В 2010 г. оба варианта высевались параллельными рядками.

Продуктивность растений определялась путем учета количества завязавшихся коробочек на кусте на 1 октября. Было установлено отсутствие существенной разницы между самоопыленными и переопыленными сортами. По самоопыленным вариантам показатель признака наблюдался в пределах 33,3–36,2 ц/га, а в переопыленном варианте – в пределах 34,0–36,7 ц/га. Но коэффициент изменчивости по признаку был немного больше в переопыленном варианте, так как это является естественным в процессе переопыления.

В 2011 г. изучались растения в питомнике семенного размножения по урожаю, весу коробочки, выходу и длине волокна. Результаты подтвердили выводы, которые получены в предыдущие годы. Однако заметные отклонения наблюдались у отдельных сортов по массе коробочки, выходу и длине волокна. Например, у сорта Султан масса коробочки выше в переопыленном варианте – 7,8 г, а в самоопыленном варианте 7,2 г (табл. 4).

Таблица 2

Завязываемость семян сортов хлопчатника при разном опылении цветков

Сорта	Количество завязавшихся в коробочке семян, шт.		
	При самоопылении М ± m	При переопылении М ± m	Отклонение от самоопыления, %
С-01	27,5 ± 1,0	36,6 ± 1,7	33,0
Бухара 102	29,4 ± 1,2	36,5 ± 1,1	24,1
Аккурган	26,2 ± 1,5	29,0 ± 1,2	10,6
Омад	29,6 ± 1,4	35,4 ± 1,3	19,6

Таблица 3

Рост пыльцевых трубок при разном типе опыления сортов хлопчатника

Сорта	Количество столбиков, шт.			Количество пыльцевых трубок, прошедших в завязь, шт.	
	всего	стерильных		с.о.	п.о.
		с.о./п.о.	с.о.		
С-01	41/38	9,0	1,0	37,0 + 2,7	134,0 + 3,8
Бухара 102	36/32	7,0	нет	35,0 + 3,1	122,0 + 6,7
Аккурган	30/28	12,0	4,0	25,0 + 2,4	132,0 + 5,8
Омад	35/30	10,0	2,0	29,0 + 3,1	110,0 + 6,1

Примечание. С.о. – самоопыление; п.о. – перекрестное самоопыление.

Таблица 4

Сравнительная характеристика популяции сортов с самоопылением и переопылением по изменчивости признаков

Сорта	Урожай, ц/га		Крупность коробочек, г		Длина волокна, мм		Выход волокна, %
	M ± m	V%	M ± m	V%	M ± m	V%	
С-01*	35,6 ± 0,7	2,5	6,2 ± 0,1	2,3	33,7 ± 0,2	2,7	35,8
С-01**	36,2 ± 1,2	3,7	6,6 ± 0,2	3,4	34,5 ± 0,2	4,0	37,6
Бухара 102*	36,2 ± 0,6	3,4	6,3 ± 0,2	2,7	34,4 ± 0,2	2,8	36,2
Бухара 102**	36,7 ± 0,7	3,8	6,5 ± 0,3	3,8	35,1 ± 0,3	3,5	37,8
Аккурган 2*	33,3 ± 0,4	7,7	5,3 ± 0,2	4,5	31,2 ± 0,2	7,6	35,8
Аккурган 2**	34,0 ± 0,8	8,8	5,8 ± 0,4	6,2	32,1 ± 0,2	9,0	36,0
Омад*	34,2 ± 1,0	5,4	6,5 ± 0,1	4,0	33,2 ± 0,3	3,6	36,7
Омад**	35,8 ± 0,5	7,8	6,8 ± 0,3	5,8	34,4 ± 0,3	4,7	37,1

Примечание. *Самоопыленный вариант; **переопыленный вариант.

У сорта С-6524, наоборот, самоопыленные растения обладали более крупной коробочкой. Однако закономерности нет: в одном случае лучше самоопыленный, а в другом – переопыленный вариант. Аналогичная картина наблюдается и по длине волокна, хотя в большинстве случаев растения самоопыленных сортов и гибридов лучше переопыленных. Почти во всех случаях коэффициент вариации признаков низкий на самоопыленном варианте сортов. Исходя из наших исследований видно, что у самоопыляющихся культур существенной депрессии вырождения или ухудшения под влиянием самоопыления не происходит. Наоборот, во многих случаях наблюдаются более низкие показатели коэффициента изменчивости.

В опытах при отборе, направленном на высокую жизнеспособность и продуктивность, сколько-нибудь заметного депрессивного влияния длительного самоопыления у полученных инбредных линий хлопчатника не проявлялось. Промышленные сорта хлопчатника по показателям продуктивности не испытывают инбредной депрессии даже при очень интенсивном принудительном опылении.

Список литературы

1. Lora J., Hormaza J.I., Herrero M. The Diversity of the Pollen Tube Pathway in Plants: Toward an Increasing Control by the Sporophyte. *Frontiers in Plant Science*. 2016. no. 7. P. 107. DOI: 10.3389/fpls.2016.00107.
2. Mamarakhimov B.I. Genetic Heterogeneity of Elite Materials of Commercial Varieties of Cotton in Nurseries // *Proceedings of the Tashkent International Innovation Forum (TIIF)*. Ташкент, 2015. P. 298–300.
3. Shodiyeva O. Intrapopulation variability of cotton cultivars. *European science review*. 2019. no. 2. P. 63–65. DOI: 10.29013/ESR-19-1.2.2-63-65.
4. Козубаев Ш.С. Семеноводство: состояние и перспективы // *Сельское хозяйство Узбекистана*. 2004. № 3. С. 11–12.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
6. Кратиров О.В. Основные причины и следствия снижения сортовой чистоты // *Хлопководство*. 1987. № 3. С. 7–12.
7. Шодиева О.М., Хайдаров Х.К. Влияние индивидуального отбора в сочетании с самоопылением на однородность сортов хлопчатника // *Вестник науки*. 2020. № 1 (22). С. 289–295.
8. Gelbart G., Aderkas P. Ovular secretions as part of pollination mechanisms in conifers. *Ann. For. Sci.* 2002. no. 59. P. 345–357. DOI: 10.1051/forest:2002011.
9. Selinski J., Scheibe R. Pollen tube growth: where does the energy come from? *Plant Signaling & Behavior*. 2014. V. 9. I.12. P. e977200. DOI: 10.4161/15592324.2014.977200.