

远缘杂交与半配合育种相结合培育彩色棉

郭宝德, 杨 芬, 牛永章, 黄穗兰, 冀丽霞

(山西省农业科学院作物遗传研究所, 太原 030031)

摘要: 用激素处理和染色体加倍的方法获得彩色棉远缘杂交后代, 结合杂交、回交、聚合杂交的手段, 使彩色棉材料的品质性状得到了显著的提高。为了使新品系的性状尽快稳定, 通过半配合材料 VSG 作母本与之杂交, 得到彩色棉的单倍体, 通过染色体加倍等手段得到了稳定的优质彩色棉新品系。

关键词: 彩色棉; 远缘杂交; 单倍体; 染色体加倍

中图分类号: S562.035.1 文献标识码: A

文章编号: 1002-7807-(2005)02-0099-04

Colorful Cotton Selection through Distant Hybridization and Semigamy

GUO Bao-de, YANG Fen, NIU Yong-zhang, HUANG Sui-lan, JI Li-xia

(Institute of Crop Genetics, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: Small boll, low ginning outturn, short fiber, low special strength, inconsistent color, serious segregation and unstable pigment heredity are common problems for colorful cotton and the routine crossing measures showed poor effect on improvement of quality performance. The application of wild cotton with insect resistance and potential fine fiber quality is of great significance to selection of new color cotton lines by playing full advantage of these fine quality traits and to overcome barriers caused by the long period shortage of hereditary basis and narrow variance potentiality. Some colorful cotton progeny of *G. hirsutum* with *G. anomalum*, *G. sturtianum* and *G. raimondii* have been obtained by hormone treatment and chromosome doubling, their quality performance have been remarkably improved through crossing, back-crossing and polymerization by our team engaged in cotton distant hybridization since 1980. Unfortunately, those obtained progeny showed wild segregation. To stabilize these progeny, semi-gamogenesis material VSG was introduced in 1993 and has been employed as female parent in crossing with these colorful cotton distant hybridization progeny to get haploid, of three patterns of male parent, female parent and chimera ones. Chromosome doubling has been conducted for the produced male parent haploid and finally five new lines have been developed. Those five new lines are all progeny of chromosome-doubled homozygous diploid and their descendants are uniform. The quality test scores done by Chinese Center of Cotton Quality are: fiber length ≥ 29.0 mm, special strength ≥ 26.4 cN \cdot tex⁻¹, micron values in a range from 3.8 to 4.6, which greatly improve and stabilize their quality. The results suggest that the combination of distant hybridization and semigamy selection is effective to speed selection of color cotton with fine and stable integrated traits and the application of semigamy could stabilize those progeny of poor hereditary basis. Since haploid doubling is controlled by variety heritage and the environment and the successful rate is usually as low as 15%, the haploid doubling is the key technique for the application of VSG in breeding. And the low appearance frequency of haploid is another limiting factor for the application of VSG in breeding. Be-

收稿日期: 2004-07-22

作者简介: 郭宝德(1969-), 男, 副研究员, sxmianyan@203.net

基金项目: 山西省青年基金资助项目(20021040)

sides, there is performance difference between colorful cotton haploid sister lines. It needs further investigation to approach whether it was caused by the available genetic difference between sister lines.

Key words: colorful cotton; distant hybridization; haploid; chromosome doubling

当前我国彩色棉品种普遍存在铃小、衣分低、绒短、比强度低、色彩不一致、分离严重和色素遗传不稳定等一系列问题,通过常规的杂交等手段在改进彩色棉品质方面见效缓慢。野生棉具有抗病虫特性及潜在的优质的特点,开发利用这些优异性状对挖掘新的优质种质潜力、克服常规育种长期以来存在的遗传基础贫乏、遗传变异潜力狭窄等不利影响,选育突破性的彩色棉新品系有重要的意义。但远缘杂交存在种间杂交不亲和性、杂种不育及远缘杂种后代的疯狂分离等难题^[1]。课题组从1980年开始棉花远缘杂交育种研究工作,采用激素处理和染色体加倍的方法,首先克服了远缘杂交的困难,已得到彩色棉的远杂后代;并结合杂交、回交和聚合杂交的手段,使彩色棉材料的纤维品质性状得到显著的提高。但培育出的彩色棉远缘杂交后代疯狂分离,为了尽快稳定彩色

棉远缘杂交后代,1993年引进半配合材料VSG。用VSG作母本与培育出的远杂低代彩色棉材料杂交,得到彩色棉的单倍体,再通过染色体加倍等手段得到了稳定的优质彩色棉新品系。

1 材料和方法

1.1 彩色棉远缘杂交新品系的培育

采用激素处理、染色体加倍的方法获得陆地棉与异常棉、斯托提棉、雷蒙德氏棉的远缘杂交后代。从陆地棉×异常棉、陆地棉×斯托提棉、陆地棉×雷蒙德氏棉远缘杂种后代中选育出棕色、绿色等彩色棉低代材料;采用杂交、回交、聚合杂交的手段,与通过远缘杂交手段选育出来的优质长绒新品系杂交,改善其纤维品质。得到了部分彩色棉的远缘杂种后代(表1)。

表1 彩色棉新品系的来源

Table 1 Origins of the colorful cotton

序号	彩色棉品系	颜色	组合名称
1	C-97-1	棕色	{[(陆地棉×异常棉) F_4 ×BZ613] F_2 ×96-322} F_1
2	C-97-8	浅棕色	{[(陆地棉×异常棉) F_4 ×BZ403] F_2 ×96-322} F_1
3	C-97-12	黄色	{[(陆地棉×斯托提棉) F_4 ×BZ608] F_2 ×96-308} F_1
4	C-97-15	绿色	{[(陆地棉×异常棉) F_4 ×BZ613] F_2 ×96-322} F_1
5	C-97-18	浅绿色	{[(陆地棉×雷蒙德氏棉) F_4 ×BZ613] F_2 ×96-318} F_1
6	C-97-23	深绿色	{[(陆地棉×斯托提棉) F_4 ×BZ613] F_2 ×96-311} F_1
7	C-97-35	深棕色	{[(陆地棉×雷蒙德氏棉) F_4 ×(BZ306×95-312) F_2] F_1

1.2 用半配生殖法使彩色棉远缘杂交新品系快速稳定

选用半配合材料VSG作母本,C-97-1、C-97-8等7个彩色棉新品系作父本进行杂交,由于VSG具有半配合生殖(Semigamy)特性^[2-4],在杂种一代中一般出现10%左右的单倍体,这些单倍体中有父本型单倍体、母本型单倍体和父母型嵌合的嵌合体,选择父本型的单倍体进行染色体加倍,可获得父本型纯合二倍体^[5-6],这是期望的类型,可以快速稳定培育出彩色棉新品系。

1.3 染色体加倍的方法

- ① 幼苗加倍,将单倍体的幼苗顶尖浸入0.05%秋水仙碱溶液6h,环境温度23~26℃。
- ② 成株加倍,将单倍体植株上的幼嫩枝条的生长

点浸入0.03%~0.05%秋水仙碱加5%二甲基亚砷溶液12~24h,环境温度28~30℃。

单倍体由于生长瘦弱,需要加强水肥管理,获得加倍单倍体(纯合二倍体)后应迅速加代繁殖,扩大群体,同时进行抗病鉴定,纤维品质由农业部纤维检验测试中心测定。筛选优系。

2 结果与分析

2.1 单倍体加倍的成功率低

以VSG作母本,以上的7个彩色棉新品系做父本杂交,对 F_1 代出现的父本单倍体进行染色体加倍,共得到了5个加倍的纯合二倍体植株(表2),它们的父本分别是C-97-1、C-97-12、C-97-23。采用海南繁殖等手段迅速扩繁,目前已经获得自

交三代群体。从以下结果可以看出,VSG 在育种中利用的瓶颈问题是单倍体的加倍技术,由于单倍体加倍受品种遗传及环境和其它条件的影

因此,对出现的父本单倍体加倍成功率仅有 15%。如何提高单倍体加倍的成功率是 VSG 利用的关键。

表 2 单倍体的诱导及加倍情况

Table 2 Haploid induction and doubling

彩色棉品系号	与 VSG 杂交得到的 F ₁ 植株数量	其中出现的单倍体及嵌合体的数量	出现父本单倍体植株的数量	加倍成功后获得的纯合二倍体数量
C-97-1	126	14	8	2
C-97-8	108	8	4	0
C-97-12	136	11	6	1
C-97-15	129	4	1	0
C-97-18	138	7	2	0
C-97-23	137	16	9	2
C-97-35	88	9	3	0

2.2 单倍体加倍后的纯合二倍体自交后代性状整齐一致

对 C-97-1 及其纯合二倍体自交一代、二代、三代的生物学性状及品质性状进行平均数、标准差及变异系数的分析(表 3),从结果可以看出,纯

合二倍体的后代的标准差和变异系数均小于 C-97-1,即{[(陆地棉×异常棉)F₁×BZ613]F₂×96-322}F₁,说明加倍单倍体后代的群体整齐一致,没有产生性状分离的现象。可以证明加倍二倍体的基因是完全纯合的。

表 3 C-97-1 及纯合二倍体自交一、二、三代各种性状的遗传分析

Table 3 Genetic analysis for quality performance of 1st, 2nd and 3rd generations of C-97-1 and homozygous diploid

性状	株高/cm			单铃重/g			衣分/%			绒长/mm		
	\bar{X}	S _x	CV%	\bar{X}	S _x	CV%	\bar{X}	S _x	CV%	\bar{X}	S _x	CV%
C-97-1	83.3	1.83	2.2	4.8	0.15	3.2	36.0	0.83	2.3	29.5	0.55	1.8
S ₁	83.5	1.50	1.8	4.9	0.09	1.8	35.8	0.57	1.6	29.6	0.40	1.3
S ₂	84.4	1.60	1.9	4.7	0.06	1.3	35.9	0.47	1.3	29.3	0.45	1.5
S ₃	85.2	1.36	1.6	4.8	0.05	1.1	36.2	0.54	1.5	29.8	0.40	1.3

注: S₁、S₂、S₃ 为 (VSG×C-97-1)F₁ 的单倍体加倍后的纯合二倍体自交一、二、三代。

2.3 利用 VSG 的半配生殖特性可以快速稳定彩色棉远缘杂交新品系

通过以上的研究,共培育出了五个彩色棉稳定系,均为经过染色体加倍后的纯合二倍体后代群体。其自交后代群体整齐一致,经农业部棉花品质测试中心检测,彩色棉新品系的绒长最低达

到 29.0 mm,比强度最低 26.4 cN·tex⁻¹,麦克隆值均在 3.8~4.6 之间,达到农业部制订的 2003~2007 年棉花育种目标(表 4)。可以看出,利用 VSG 的半配生殖特性做母本杂交产生单倍体,进行染色体加倍可以快速稳定彩色棉新品系。

表 4 彩色棉稳定系的品质测试结果

Table 4 Scores of quality test for colorful cotton stable lines

彩色棉新品系	绒长/mm	比强度/(cN·tex ⁻¹)	麦克隆值	伸长率/%	整齐度/%
C-97-1A	29.0	27.5	4.6	7.7	86.3
C-97-1B	29.4	27.7	4.0	7.4	84.6
C-97-12	30.0	28.8	4.5	7.8	87.7
C-97-23A	31.4	26.4	3.8	7.6	85.3
C-97-23B	31.8	27.8	3.9	8.1	88.9

注:A、B 是姊妹系。

3 讨论

研究结果证明,利用半配生殖法可以快速稳定遗传基础不稳定的彩色棉远缘杂种后代,VSG在育种中利用的瓶颈问题是单倍体的加倍技术,由于单倍体加倍受品种遗传及环境和其它因素的影响,并且出现父本单倍体加倍的成功率仅有15%,因此如何提高单倍体加倍的成功率是VSG利用的关键。另外单倍体出现频率较低也影响VSG在育种上的应用。加倍二倍体彩色棉新品系的品质指标均达到了国家农业部制订的棉花育种目标,但姊妹系在性状上仍有差异,这是否因为姊妹系在单倍体阶段已表现出遗传上的差异,仍需进一步研究。

参考文献:

- [1] 梁正兰. 棉花远缘杂交的遗传与育种[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [2] 王坤波. 棉花半配特性及其应用研究[J]. 国外农学, 棉花, 1987, 1: 1-7.
- [3] 潘家驹, 张天真, 张则辉. 棉花半配合和 HEHP 材料在杂交育种工作中应用简介[J]. 棉花文摘, 1990, 2: 1-7.
- [4] 韩雪梅, 吴树彪, 牛永章, 等. 棉花半配合材料 VSG-1 受精过程观察初报[J]. 山西农业大学学报, 1996, 3: 102-105.
- [5] 贾士荣, 郭三堆, 安道昌, 等. 转基因棉花[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [6] 牛永章, 张原根, 郭宝德, 等. 棉花 VSG-1 半配合生殖特性及同工酶分析[J]. 华北农学报, 1997, 12: 134-138. ●
- [1] 梁正兰. 棉花远缘杂交的遗传与育种[M]. 北京: 科