

转 Bt 抗虫棉与常规棉品种间配合力分析及杂种优势研究

陈于和, 秦素平, 张志雯

(河北科技师范学院生命科学系, 秦皇岛 066600)

摘要: 利用 6 个抗虫棉品种作母本, 4 个常规品种作父本, 按 NC II 设计, 对 24 个组合的杂种 F₁ 进行了分析。结果表明, 杂种 F₁ 具有明显的优势, 所研究的 13 个性状全部具有中亲优势, 9 个性状具有高亲优势, 11 个性状具有竞争优势。配合力分析的 10 个性状中单株铃数、铃重、纤维长度、纤维伸长率和麦克隆值主要受基因的加性效应控制, 而子棉产量和皮棉产量主要受基因的非加性效应影响。鲁棉研 17 是优良的抗虫棉亲本, 而冀棉 12 是良好的非抗虫棉亲本, 组合鲁棉研 17 × 中棉所 12 在重要农艺性状上优势明显, 相对而言纤维品质的改良较难。

关键词: 抗虫棉; 农艺性状; 不完全双列杂交; 杂种优势; 配合力

中图分类号: S562.035.1 文献标识码: A

文章编号: 1002-7807(2009)01-0077-04

Genetic Analysis of Combining Ability and Heterosis between Bt Varieties and Non-Bt Ones in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

CHEN Yu-he, QIN Su-ping, ZHANG Zhi-wen

(Department of Life Sciences, Hebei Normal University of Science and Technology, Qinhuangdao, Hebei 066600, China)

Abstract: The objective of this study was to determine if there was heterosis between Bt and not-Bt cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and to analyze their combining ability. 24 hybrids F₁ were studied between six Bt varieties and four non-Bt ones in an incomplete diallel crossing design (NC II). The hybrid F₁ showed an appreciable heterosis. All 13 characters measured had mid-parent heterosis, nine of which showed higher performing parent heterosis and 11 expressed check heterosis. Combining ability analysis indicated that boll number per plant, boll weight, fiber length, fiber elongation rate and micronaire value were mainly controlled by gene additive effect, while seed cotton yield and lint yield were affected by non-additive effect, respectively. SCRC 17 was an excellent Bt transgenic cotton with insect-resistance and Jimian 12 was an acceptable non-Bt variety with better general combining ability. Among the 24 combinations, SCRC 17 × CCRI 12 showed apparent advantage in many agronomic traits. However, it was difficult to improve fiber quality through heterosis.

Key words: Bt cotton; agronomic trait; incomplete diallel crossing; heterosis; combining ability

棉铃虫是棉花的主要害虫之一, 培育抗虫棉品种是治理棉铃虫最有效的高新技术之一^[1]。利用杂种优势可有效地提高产量、改进品质和增强抗性^[2-5]。培育转基因抗虫杂交棉已成为棉花杂种优势利用的趋势^[6]。同时鉴于转基因棉培育成本较高, 利用已有的抗虫品种结合常规育种技术培

育新的抗虫棉品种也不失为一种有效的方法。目前, 有关抗虫棉作亲本的配合力研究较少^[4,7]。本试验利用抗虫棉和常规品种进行双列杂交, 研究杂种 F₁ 优势利用潜力, 并估计了亲本一般配合力和组合特殊配合力, 以期为抗虫棉的杂种优势利用和新品种培育提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

母本(抗虫棉品种):DP99B、鲁棉研 16、鲁棉研 17、鲁棉研 18、冀棉 33B 和 JS166。父本(常规棉品种):TM-1、冀棉 12、中棉所 12 和显无棉 99102。DP99B、鲁棉研 16、鲁棉研 17、鲁棉研 18 由山东省棉花研究中心提供,冀棉 33B 由河北冀岱棉种有限公司培育,JS166 和冀棉 12 由河北农科院棉花所培育,TM-1 和中棉所 12 分别由南京农业大学棉花研究所和中国农科院棉花研究所提供,显无棉 99102 是通过陆地棉和海岛棉种间杂种后代中选育的无腺体系,其无腺体性状由显性基因控制^[8-9]。

1.2 试验方法

试验在河北科技师范学院农学试验站进行。以抗虫棉品种为母本,常规棉品种为父本,按不完全双列杂交(NC II)设计,人工去雄配置 24 个杂交组合。2004 年对各组合 F_1 及 10 个亲本进行产量比较试验,以冀棉 33B 为对照。随机区组试验设计,3 次重复,3 行区,行长 5 m,行距 0.65 m,每行 14 株,田间管理与大田相同。

本试验考察了子棉产量、皮棉产量、单株果枝数、单株果节数、单株铃数、铃重、衣分和蕾铃脱落率等性状。考种后,纤维长度、纤维整齐度、比强度、纤维伸长率、麦克隆值等指标由农业部棉花品质监督检验测试中心测定完成。

1.3 杂种优势的度量方法

中亲优势(MPH) = $(F_1 - MP) / MP \times 100$
[其中: $MP = (P_1 + P_2) / 2$]

高亲优势(HPH) = $(F_1 - HP) / HP \times 100$

竞争优势(CKH) = $(F_1 - CK) / CK \times 100$

其中 MP、HP、CK 分别表示双亲的中亲值、高亲值和对照品种冀棉 33B 的表现值。

统计分析按马育华方法进行^[10]。方差分析中不显著的 5 个性状单株果枝数、单株果节数、蕾铃脱落率、纤维整齐度和比强度不作进一步的配合力分析。配合力方差分析中,F 测验按固定模型进行。

2 结果与分析

2.1 杂种优势分析

2.1.1 中亲优势。24 个杂交组合所研究的 13 个性状中除纤维伸长率和麦克隆值外均具有一定的中亲优势(表 1)。子棉产量、皮棉产量和单株

铃数的中亲优势较大,分别达到 33.76%、38.68% 和 27.27%。

2.1.2 高亲优势。在 24 个组合的产量及其相关因素上除蕾铃脱落率外,其它 7 个性状均表现一定的高亲优势。子棉产量、皮棉产量、单株果枝数、单株果节数、单株铃数、铃重的正向优势组合率均在 80% 以上;衣分的正向优势组合率仅为 41.67%。但从全距看,最大高亲优势仍能达到 10.40%。5 个纤维品质指标中只有纤维长度和纤维整齐度表现出一定的高亲优势,尽管优势组合率不低,但优势并不明显。

2.1.3 竞争优势。以冀棉 33B 为对照,24 个组合杂种 F_1 的产量及其相关因素中除蕾铃脱落率外均具有一定的竞争优势,平均优势率从 0.74% 到 22.62% 不等,以单株果节数的竞争优势最大,达到 22.62%,变幅为 2.30%~55.14%。杂种 F_1 的子棉产量和皮棉产量均超过对照 15% 以上,组合冀棉 33B×冀棉 12 和鲁棉研 18×冀棉 12 的子棉产量和皮棉产量分别高达 36.33% 和 37.35%。而在纤维品质指标中,除比强度外其它 4 个指标均具有一定的竞争优势。其中,以纤维长度的竞争优势最大,平均优势为 4.10%,变幅为 -2.06%~7.22%。

2.2 配合力

2.2.1 配合力方差分析。配合力方差分析表明(表 2),铃重、衣分和纤维长度的母本一般配合力(GCA)和单株铃数、铃重、衣分、纤维长度、纤维伸长率和麦克隆值父本一般配合力(GCA)均达到极显著水平,说明这些性状的遗传差异主要是由基因的加性效应引起的。此外,子棉产量、皮棉产量和衣分的组合特殊配合力(SCA)也达到显著或极显著水平,说明产量性状的非加性效应也较大。

2.2.2 亲本的 GCA 效应分析。亲本 GCA 分析的 8 个性状的相对效应值列于表 3。抗虫棉方面,JS166、鲁棉研 17 和冀棉 33B 的子棉产量和皮棉产量表现较好,但由于衣分的因素,冀棉 33B 的皮棉产量表现并不突出。相对而言,鲁棉研 17 在 6 个抗虫棉品种中除纤维长度和麦克隆值外其它性状表现均较好。常规棉方面,冀棉 12 的子棉产量和皮棉产量表现较好,其次为中棉所 12。纤维品质指标上父母本没有一个具有明显的 GCA 效应。

表 1 杂种 F₁ 的表现Table 1 The F₁ genotypic value of 13 characters measured

性 状	平均中亲 优势/%	变幅 /%	平均高亲 优势/%	变幅 /%	平均竞争 优势/%	变幅 /%
子棉产量	33.76	6.59~81.56	18.65	-4.79~67.76	15.65	-8.82~36.33
皮棉产量	38.68	5.35~80.76	19.11	-6.60~71.21	16.85	-13.97~37.35
单株果枝数	6.30	-0.37~16.05	4.41	-2.68~15.34	5.00	-0.50~11.97
单株果节数	16.52	-1.15~43.36	13.34	0.00~41.54	22.62	2.30~55.14
单株铃数	27.27	2.74~58.57	11.50	-16.94~42.06	5.84	-16.27~43.21
铃重	7.92	-1.51~18.18	6.45	-3.44~16.91	9.40	2.30~18.61
衣分	2.94	-2.67~12.82	0.86	-9.14~10.40	0.74	-7.50~11.96
蕾铃脱落率	-5.22	6.60~-12.19	2.64	23.33~-10.61	11.47	24.12~-1.39
长度	2.46	-2.90~6.54	0.48	-5.01~4.43	4.10	-2.06~7.22
整齐度	0.60	-0.80~1.85	0.10	-1.28~1.82	0.48	-0.42~1.97
比强度	2.27	-3.14~6.92	-0.67	-5.04~4.61	-1.98	-7.58~4.29
伸长率	-3.79	-10.24~9.07	-6.35	-14.43~4.30	1.31	-5.56~13.47
麦克隆值	3.73	16.41~-7.87	0.04	13.70~-17.10	-1.66	8.28~-13.66

表 2 杂种 F₁ 配合力方差分析

Table 2 Variance analysis of combining ability

变异来源	自由度	子棉产量	皮棉产量	单株铃数	铃重	衣分	长度	伸长率	麦克隆值
处理间	23	38150.69*	8792.04*	18.18**	0.24**	3.39**	1.4964**	0.3701**	0.2552**
母本 GCA	5	22901.79	8866.96	6.96	0.34**	29.99**	2.4589**	0.2087	0.1855
父本 GCA	3	21295.22	7848.04	81.33**	0.51**	22.26**	4.8959**	1.8015**	1.0409**
SCA(母本×父本)	15	46604.75*	8955.87*	9.30	0.15	6.08**	0.4957	0.1377	0.1212
误差	46	24068.73	4546.01	7.17	0.07	1.93	0.4127	0.1528	0.0991

*, ** 分别表示在 0.05 和 0.01 水平上达到显著。

表 3 亲本 GCA 相对效应值

Table 3 Relative effect of parents' GCA

亲本	子棉产量	皮棉产量	单株铃数	铃重	衣分	长度	伸长率	麦克隆值
母本 DP99B	-54.48	-34.11	0.26	0.11	-0.82	0.28	-0.13	-0.09
鲁棉研 16	-40.82	6.59	-0.11	-0.27	1.92	-0.25	0.14	-0.10
鲁棉研 17	42.93	46.65	1.19	0.65	2.14	-0.37	0.18	0.19
鲁棉研 18	-13.11	-13.22	-0.97	0.19	-1.00	0.14	-0.01	-0.06
冀棉 33B	13.39	-10.68	-0.64	0.09	-1.14	0.44	-0.08	-0.05
JS166	52.09	4.78	0.26	0.00	-1.12	-0.22	-0.11	0.10
父本 TM-1	-21.37	-24.95	1.92	-0.22	-1.25	0.08	0.46	-0.10
冀棉 12	31.08	25.74	0.37	0.13	0.92	-0.54	-0.22	0.32
中棉所 12	27.38	2.98	0.74	-0.05	-0.57	0.08	-0.06	-0.23
显无棉 99102	-37.10	3.76	-3.03	0.13	0.94	0.38	-0.18	0.01

2.2.3 组合 SCA 效应分析。就子棉产量性状而言,组合 SCA 的效应值较高的有 12 个,其中,以鲁棉研 18×冀棉 12、DP99B×TM-1、鲁棉研 17×TM-1、JS166×冀棉 12 表现最为突出。而皮棉产量组合 SCA 效应值较高的有 11 个组合,其中以 DP99B×TM-1、鲁棉研 18×冀棉 12、鲁棉研 17×TM-1、冀棉 33B×显无棉 99102 表现突出(表 4)。

综合一般配合力和特殊配合力的效应分析看

出,鲁棉研 17×中棉所 12 组合有 7 个性状的 SCA 效应为正,并且亲本一般配合力也好,是一个较为理想的优良组合,后代选出丰产、优质性状品系的可能性较大。其次在鲁棉研 17×TM-1、鲁棉研 16×冀棉 12、JS166×冀棉 12、冀棉 33B×显无棉 99102 等组合后代中也不排除选出高产、优质品系的可能性。

表4 组合特殊配合力相对效应值
Table 4 SCA Relative effect value of combinations

父本	母本					
	DP99B	鲁棉研16	鲁棉研17	鲁棉研18	冀棉33B	JS166
TM-1	184.46	59.00	123.01	-245.85	34.49	-102.01
	86.65	-6.45	48.39	-104.48	21.92	-46.04
	-0.46	-0.82	4.25	0.21	-4.19	-0.99
	-0.08	-0.10	0.04	0.13	-0.14	-0.04
	1.06	-0.74	-0.50	-0.32	0.75	-0.48
冀棉12	-94.23	-79.85	-70.84	219.60	-58.06	83.40
	-37.14	-13.44	-18.27	82.10	-23.34	10.07
	1.00	-1.20	-8.01	-0.18	-0.01	0.23
	0.07	-0.14	-0.18	-0.14	-0.02	0.42
	0.23	1.76	0.93	-1.48	0.12	-1.54
中棉所12	-59.76	41.41	57.16	-4.23	-54.70	20.14
	-34.38	38.65	24.89	-8.94	-40.91	20.66
	-0.18	0.03	0.09	-0.25	-1.48	-0.21
	-0.08	-0.11	0.10	0.31	-0.14	-0.06
	-0.93	1.56	0.06	-0.10	-1.56	0.95
显无棉99102	-30.48	32.56	-109.32	30.48	78.28	-1.52
	-15.14	-18.78	-55.04	31.30	42.33	15.30
	-0.37	2.00	-2.50	0.22	-2.31	0.96
	0.10	0.16	0.05	-0.29	0.30	-0.31
	-0.40	-2.63	-0.52	1.86	0.66	1.04

注:每组数据自上而下分别代表组合的子棉产量、皮棉产量、单株铃数、铃重、衣分。

3 讨论

杂种优势利用是提高棉花产量、改进纤维品质的重要途径。纪家华^[4],严根土^[11],韩祥铭^[12]等分别利用抗虫棉新棉33B、中棉所41和GK-12等为材料研究抗虫棉的杂种优势,结果均表明抗虫棉杂种优势明显。本研究表明,所利用的6个抗虫棉品种和4个常规品种配置的24个组合,子棉产量、皮棉产量、单株铃数、铃重、衣分等均具有较高的杂种优势,而纤维品质的优势较小,这与张桂寅^[13]、严根土等^[11]的研究相似,而与邢朝柱等^[7]的结果不尽一致,可能的原因是邢朝柱等所用的材料为优质品系。

冀棉33B是我国利用较早的抗虫棉品种,在生产上曾发挥了巨大作用。本研究中一个明显的现象是有9个性状具有高亲优势,而具有竞争优势的性状却达到11个。这从另一方面说明现在已有许多抗虫棉品种优于冀棉33B。

参考文献:

[1] 唐灿明,孙敬,朱协飞,等.我国现有的3类转Bt基因抗虫棉品种棉铃虫抗性的遗传分析[J].科学通报,1999,44(19):2064-2068.
[2] 张天真,唐灿明.转Bt基因抗虫棉品种的推广利用与棉

铃虫抗性治理[J].科学通报,2000,45(2):119-126.
[3] 陈子和,唐灿明,周兆华,等.陆地棉显性无腺体品系杂种优势及配合力研究[J].棉花学报,1997,9(6):299-303.
[4] 纪家华,王恩德,李朝晖,等.陆地棉优异种质间的杂种优势和配合力分析[J].棉花学报,2002,14(2):104-107.
[5] 袁有禄,张天真,郭旺珍,等.棉花优异纤维品质性状的双列杂交分析[J].遗传学报,2005,32(1):79-85.
[6] 汪若海,李秀兰.杂交棉的新进展及其深入研究[J].中国农业科学,2000,33(6):111-112.
[7] 邢朝柱,靖深蓉,郭立平,等.转Bt基因棉杂种优势及性状配合力研究[J].棉花学报,2000,12(1):6-11.
[8] YUAN You-lu, Chen Yu-he, Tang Can-ming, et al. Effects of the dominant glandless gene $G\ell_2^a$ on agronomic and fibre characters of upland cotton[J]. Plant Breeding, 2000, 119(1):59-64.
[9] KOHEL R J, Lewis J A. Genetic analysis of Egyptian glandless cotton[J]. Crop Sci, 1984, 24: 1119-1121.
[10] 马育华.植物育种的量变遗传学基础[M].南京:江苏科学出版社,1984.
[11] 严根土,李铁庄,黄群,等.中棉所41作为亲本的杂种优势研究[J].中国棉花,2003,30(5):5-7.
[12] 韩祥铭,刘英欣.陆地棉产量性状的遗传分析[J].作物学报,2002,28(4):533-536.
[13] 张桂寅,刘立峰,马峙英.转Bt抗虫棉杂种优势利用研究[J].棉花学报,2001,13(5):264-267. ●