

优异纤维品质陆地棉和转基因抗虫棉的 杂种优势和亲子相关性

唐文武^{1,2}, 肖文俊¹, 黄英金^{1*}, 吴秀兰^{1,2}

(1. 江西农业大学农学院, 南昌 330045; 2. 肇庆学院生物学系, 肇庆 526061)

摘要:利用 32 个优异纤维品质陆地棉品种和 8 个转基因抗虫棉品种杂交配制了 62 个 F₁, 研究 F₁ 的杂种优势强度及亲子相关性。结果表明:抗虫杂交棉具有极强的产量优势,在构成因素中,单铃重的优势最大,其次是衣分,而成铃数、子指表现为负优势。纤维品质性状的中亲优势较小,但具有较强的对照优势。抗虫棉 F₁ 的单铃重、纤维品质性状与双亲呈显著正相关。生育期、衣分性状只与父本呈显著正相关,果枝数与母本显著正相关,株高、成铃数等 5 个性状与双亲相关均未达到显著水平。

关键词:抗虫棉;杂种优势;亲子相关

中图分类号:S562.035.01 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2006)02-0074-05

Study on Heterosis and Parent-offspring Correlation between Supper Fibre Varieties and Insect-resistant Transgenic Varieties in Upland Cotton

TANG Wen-wu^{1,2}, XIAO Wen-jun¹, HUANG Ying-jin^{1*}, WU Xiu-lan^{1,2}

(1. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Department of biology, Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, China)

Abstract: 62 cross combinations were made between 32 supper fibre varieties and 8 insect-resistant transgenic varieties, the heterosis and parent-offspring correlation were analyzed. The result showed that F₁ hybrids had remarkable yield heterosis. The boll weight has the highest heterosis, lint percentage was the second importance, while boll number and seed index has negative heterosis among the yield components. Fiber quality traits in F₁ hybrids had low mid-parents heterosis, but had high comparative heterosis. The positive correlation between F₁ hybrids and males, females in boll weight and fiber quality characters were significant at 0.05 levels, respectively. Positive correlation between F₁ hybrids and males in gross period, lint percentage were significant at 0.05 levels, positive correlation between F₁ hybrids and females in number of fruit branches was significant at 0.05 levels.

Key word: insect-resistant cotton; heterosis; parent-offspring correlation

目前我国棉花产量水平居世界产棉大国前列,但在品种结构以及纤维内在品质方面存在明显不足:一是棉花内在品质不协调,纤维强、细、长没有协调结合;二是缺乏纺 40s~60s 精梳纱的陆地棉品种,从而导致了我国原棉及棉纺织品质量档次不高。因而,在陆地棉育种中实现纤维内在品质优异与高产、抗虫同步改良,对

解决我国原棉库存积压而又大量进口特优质原棉的难题,满足国内外市场对高支纱棉织品的需求,适应纺织行业设备和工艺革新后对原棉内在品质的需要,增加我国纺织品在国际市场的竞争力和创汇能力,都具有重要作用。然而,常规品种要实现优异纤维品质与高产、抗虫的同步改良及纤维强、细、长的协调结合,改良难

收稿日期:2005-05-15 作者简介:唐文武(1978-),男,硕士;*通讯作者, cnjxhuang@yahoo.com.cn

基金项目:江西省“十五”科技攻关项目(200120900747)

度大、育种年限长。

我国于 20 世纪 50 年代就开展陆地棉品种间杂种优势利用研究, 特别随着转 Bt 基因抗虫棉的培育成功, 抗虫杂交棉的研究和利用出现高潮^[1-6]。但采用优异纤维品质陆地棉和不同来源的转基因抗虫棉为材料, 对抗虫杂交棉产量、品质性状的杂种优势表现及其亲缘相关性的研究尚未见报道。本研究以系谱来源广泛的优异纤维品质陆地棉品种与转基因抗虫棉杂交, 分析 F₁ 产量、品质性状的杂种优势表现及其亲缘相关性, 旨在为陆地棉强优势杂交种选育中实现优异纤维品质与高产、抗虫的同步改良及纤维强、细、长的协调结合提供指导。

1 材料和方法

1.1 试验材料

选取系谱来源广泛的 32 个优异纤维品质陆地棉品种作母本与 8 个转基因抗虫棉品种作父本配制杂交组合。优异纤维品质陆地棉品种有国内育成品种赣棉 12、红鹤 1 号、20-35、28-40、28-01、红心棉、渝棉 1 号、306-2、267-31、杨坟 596、朝阳 70、莘棉 5 号、杨坟 31、遗棉 2 号、8033, 国外引进品种 AcalaSJ-1-9、AcalaSJ-2、AcalaSJ-3、Acala15-17、AcalaSJ-4、贝尔斯诺、Hopical、Acala(1)、美 92-117、苏联 8908、美 MM-2、Sicala34、Cocker100、美 8123、苏联棉 1 系、Miscot7803、美 8215。转基因抗虫棉品种包括国内外育成的 sGK321、中棉所 30、中棉所 31、GK22、9007、冀 RH94-1、32B、99B。

2002 年 7—9 月采用人工去雄杂交制种法配制杂交种, 共获得 62 个组合的 F₁ 种子。

1.2 试验设计与方法

2003 年将 62 个杂交组合 F₁ 和 40 个亲本及对照种中棉所 29 共 103 份材料种植于江西农业大学农学实验站。按照随机区组试验设计, 3 次重复, 单行区, 小区面积 9.0 m², 种植密度为 3 万株·hm⁻²。采用营养钵育苗移栽, 4 月 13 日播种, 4 月 18 日出苗, 5 月 20 日移栽, 7 月 26 日打顶。栽培管理按常规进行。

kanamycin 抗性鉴定按马丽华^[7]的方法进行。8 月 15 日调查果枝始节、株高、果枝数, 10 月 20 日调查成铃数, 小区全部实收计算小区产量, 室内考察铃重、衣分、子指。统一取样由农业部棉花监督检验测试中心测定纤维品质。

$$\text{中亲优势}\% = (F_1 - MP) / MP \times 100$$

$$\text{超亲优势}\% = (F_1 - HP) / HP \times 100$$

$$\text{对照优势}\% = (F_1 - CK) / CK \times 100$$

按莫惠栋^[8]介绍的方法进行亲缘相关性分析, 全部计算过程在 DPS 统计分析软件^[9]和 Microsoft EXCEL 电子表格软件中完成。

2 结果与分析

2.1 kanamycin 抗性鉴定

kanamycin 抗性结果表明: 8 个转基因抗虫棉亲本品种的检测结果均呈阳性, 32 个非抗虫亲本品种均为阴性; 62 个 F₁ 的 kanamycin 结果全部为阳性。这结果与前人^[3,10]相吻合, 表明抗虫基因能在 F₁ 代得到显性遗传。

2.2 抗虫杂交棉 F₁ 性状杂种优势分析

2.2.1 F₁ 产量及其相关性状优势强度。对 62 个 F₁ 的产量性状杂种优势进行分析(表 1), 子棉产量中亲优势、超亲优势、对照优势的均值为 23.34%、10.19% 和 -1.77%, 正向优势率分别为 82.54%、68.25%、41.27%, 同时具有正向优势的组数为 21 个, 占 33.87%。皮棉产量中亲优势、超亲优势、对照优势的均值分别为 31.74%、17.89% 和 2.51%, 正向优势率为 85.71%、73.02%、47.62%, 同时具有正向优势的组数为 25 个, 占 40.32%。

在产量构成因素中, 以单铃重、衣分的杂种优势强度最大。单铃重的中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 10.43%、3.57% 和 4.78%, 衣分的中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 6.55%、2.68% 和 3.29%。子指表现出明显的负优势, 其中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 -10.29%、-14.90% 和 -1.86%。成铃数具有较强的对照优势, 对照优势均值为 8.45%, 正向优势率为 61.91%; 但中亲优势、超亲优势均值分别为 -1.21%、-14.20%, 表现出 F₁ 比亲本的成铃数减少。

3 个农艺性状中, 以株高的正向优势为最明显, 果枝数其次, 而生育期为负向优势。株高的中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 11.31%、4.07% 和 0.57%, 正向优势率为 79.37%、55.56%、50.79%; 果枝数的中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 9.89%、5.05% 和 -1.00%, 正向优势率为 85.71%、73.02%、46.03%; 生育期的中亲优势、超亲优势、对照优势均值分别为 -3.

25%、-4.57%和-0.40%，正向优势率为7.94%、4.76%、46.03%。F₁表现出植株增高，果枝数增

加，具有较强的营养生长优势，同时生育期缩短，F₁表现出较好的早熟性。

表1 F₁代各主要性状的中亲优势、超亲优势和对照优势

Table 1 Mid-parent heterosis, high-parent heterosis and competitive heterosis for main characters of F₁ hybrids %

性状	中亲优势			超亲优势			对照优势		
	优势平 均均值	正向 优势率	优势幅度范围	优势平 均均值	正向 优势率	优势幅度范围	优势平 均均值	正向 优势率	优势幅度范围
株高	11.31	79.37	-17.26~48.96	4.07	55.56	-21.53~45.01	0.57	50.79	-36.83~23.27
果枝数	9.89	85.71	-13.67~60.62	5.05	73.02	-27.71~58.90	-1.00	46.03	-25.75~47.12
生育期	-3.25	7.94	-9.43~3.88	-4.57	4.76	-11.03~2.33	-0.40	46.03	-5.87~5.12
成铃数	-1.21	47.62	-60.71~126.26	-14.20	28.57	-70.93~122.78	8.45	61.91	-60.01~83.33
单铃重	10.43	80.95	-12.02~44.82	3.57	58.73	-26.23~32.46	4.78	71.43	-15.47~27.75
子指	-10.29	14.29	-32.57~7.35	-14.90	4.76	-36.67~3.37	-1.86	36.51	-17.53~20.75
衣分	6.55	90.48	-7.70~22.37	2.68	73.02	-12.29~21.59	3.29	69.84	-10.38~13.12
子棉产量	23.34	82.54	-58.68~104.93	10.19	68.25	-63.49~93.36	-1.77	41.27	-57.45~56.22
皮棉产量	31.74	85.71	-56.12~113.32	17.89	73.02	-60.49~110.61	2.51	47.62	-58.67~64.19
长度	1.99	73.02	-7.28~10.08	-0.99	36.51	-10.59~6.10	2.84	74.60	-2.44~10.56
比强度	2.73	65.08	-7.41~14.90	-1.33	38.10	-15.29~12.08	4.96	74.60	-8.21~20.91
麦克隆值	2.42	63.49	-12.34~20.55	-3.86	26.98	-21.09~7.64	-5.10	15.87	-15.74~4.86
整齐度	0.41	61.91	-2.49~3.86	-0.33	39.68	-3.81~2.96	0.64	68.25	-1.34~3.58
伸长率	4.32	65.08	-10.76~24.33	-2.74	33.33	-16.13~20.56	0.35	55.56	-11.59~11.59

2.2.2 F₁纤维品质性状杂种优势分析。纤维品质性状的杂种优势结果分析(表1)表明,F₁的纤维长度一般高于中亲值,低于高值亲本,具有一定的对照优势,其中亲优势、超亲优势、对照优势的均值为1.99%、-0.99%和2.84%,正向优势率分别为73.02%、36.51%、74.60%,同时具有正向优势的组为21个,占33.87%。比强度的中亲优势、超亲优势、对照优势均值为2.73%、-1.33%和4.96%,正向优势率分别为65.08%、38.10%、74.61%,同时具有正向优势的组为23个,占37.10%,表现出较好的对照优势和中亲优势。麦克隆值中亲优势、超亲优势、对照优势的均值为2.42%、-3.86%和-5.10%,正向优势率分别为63.49%、26.98%、15.87%,同时具有负向优势的组为20个,占32.26%,由于麦克隆值越高,纤维细度越差,所以F₁的纤维细度具有较好的对照优势。结果表明利用优异纤维品种与转基因抗虫棉配制的F₁其纤维品质具有一定的中亲优势,部分组合表现出一定的超亲优势,抗虫杂交棉的纤维品质明显优于对照中棉所29。

2.3 抗虫杂交棉F₁与亲本相关与回归

对62个F₁与父、母本的14个性状进行亲

子相关与回归分析(表2)。由表2结果可知,F₁与母本的单铃重、纤维长度、比强度、整齐度、伸长率5个性状的相关系数达到极显著水平,果枝数、麦克隆值的相关系数达到显著水平。F₁与父本的纤维长度、比强度、麦克隆值、整齐度4个性状的相关系数达到极显著水平,单铃重、果枝数、衣分、伸长率4个性状的相关系数达到显著水平。

F₁5个纤维品质性状与母本、父本的相关系数均达到显著以上统计水平,尤以纤维长度、比强度、整齐度3个性状的相关系数均为高度相关,均达到极显著统计水平,表明要选配出优异纤维品质的杂交种,双亲的纤维品质一定要好。F₁的生育期性状只与父本的相关性达到显著水平,表明在亲本选配中,选择生育期短的转基因抗虫棉作父本可以提高F₁的早熟性。

3 小结与讨论

利用转基因抗虫棉与优良品种(系)杂交较易选配强优势组合^[3,11-12],且Bt基因抗虫性是显性主基因控制,可以在F₁得到稳定的遗传^[10,14-15]。

表 2 杂种 F_1 与母本、父本的相关与回归Table 2 Correlation coefficient and regression quation between F_1 hybrids and female, male

性状	F_1 与母本的相关与回归		F_1 与父本的相关与回归	
	相关系数	回归方程 $y=a+bx$	相关系数	回归方程 $y=a+bx$
株高	0.041	$Y=104.51+0.043X$	0.179	$Y=90.40+0.191X$
果枝数	0.252*	$Y=12.02+0.279X$	0.242	$Y=11.76+0.295X$
生育期	0.127	$Y=108.13+0.140X$	0.251*	$Y=93.76+0.251X$
成铃数	-0.077	$Y=28.29-0.059X$	0.075	$Y=25.06+0.055X$
单铃重	0.456**	$Y=3.69+0.383X$	0.286*	$Y=4.56+0.218X$
子指	0.205	$Y=8.84+0.139X$	0.178	$Y=9.06+0.124X$
衣分	0.212	$Y=33.68+0.181X$	0.308*	$Y=28.13+0.321X$
子棉产量	0.163	$Y=3573.09+0.176X$	0.072	$Y=3939.52+0.070X$
皮棉产量	0.164	$Y=1448.55+0.194X$	0.116	$Y=1513.84+0.141X$
纤维长度	0.438**	$Y=17.64+0.437X$	0.702**	$Y=12.02+0.630X$
比强度	0.600**	$Y=13.74+0.602X$	0.691**	$Y=11.36+0.686X$
麦克隆值	0.280*	$Y=4.43+0.131X$	0.357**	$Y=3.92+0.225X$
整齐度	0.696**	$Y=25.85+0.702X$	0.715**	$Y=17.69+0.798X$
伸长率	0.571**	$Y=4.70+0.262X$	0.254*	$Y=5.45+0.135X$

*, ** 表示分别达 0.05 和 0.01 显著水平。

本研究中,以不同来源的转基因抗虫棉作亲本之一配制的杂交组合, F_1 的 kanamycin 抗性鉴定均为阳性,表明抗虫基因在 F_1 都能得到稳定遗传。

试验结果表明,以优异纤维品质陆地棉品种与转基因抗虫棉配制的杂交种, F_1 具有极强的产量优势,其皮棉产量的中亲优势、超亲优势、对照优势的均值分别为 31.74%、17.89% 和 2.51%,正向优势率为 85.71%、73.02%、47.62%,同时具有正向优势的组为 25 个,占 40.32%。产量构成因素中,单铃重优势最强,衣分其次,而子指表现出负优势,成铃数表现出负的中亲优势,这和前人结果相吻合^[18,16-17]。因此认为抗虫杂交棉 F_1 产量之所以上升,铃重增加、衣分提高是其增产的主要因素。农艺性状的杂种优势分析还表明, F_1 植株增高,果枝数增加,生育期缩短,表现出较好的早熟性。纤维品质性状具有较强的对照优势,除整齐度外,其它 4 个性状具有一定的中亲优势,但多数组合都低于高值亲本,与张桂寅等抗虫杂交棉纤维品质表现较差的结果不符^[16],这与使用优异纤维品质亲本进行配组有关。值得指出的是,本研究配制的杂交组合中,有 1 个组合不仅皮棉产量比对照中棉所 29 增产达到显著水平,而且长度 31 mm 以上、麦克隆值 4.5

以下、比强度 25 cN · tex⁻¹(ICC 校准水平)的特优质陆地棉品质指标,现正在作进一步的试验鉴定。表明在陆地棉强优势杂交种选育中,以优异纤维品质陆地棉品种与转基因抗虫棉杂交,实现优异纤维品质与高产、抗虫性的同步改良及纤维强、细、长的协调结合是完全可能的。

性状的亲子相关与回归分析表明,抗虫杂交棉 F_1 的单铃重及 5 个纤维品质性状与双亲的相关均达到显著以上统计水平,表明抗虫杂交棉的亲本选配中,必须注重双亲优异纤维品质性状的选择。而 3 个性状的 F_1 表现与双亲的相关系数均没有达到显著水平,表明利用成铃数多、丰产性好的亲本配组,并不一定能选配出高产的杂交种,还必须考虑亲本品种成铃数、子棉产量、皮棉产量的特殊配合力。

参考文献:

- [1] 陈旭升,狄佳春,刘剑光,等. 棉花杂种优势应用研究现状及发展趋势[J]. 中国农业科技导报,2002,4(3): 43-46.
- [2] 纪家华,韩广津,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.

- [3] 靖深蓉,邢朝柱,袁有禄,等. 抗虫杂交棉的选育与利用研究[J]. 中国棉花,1997,21(7):15-17.
- [4] 李汝忠,王景会,王宗文,等. 转 Bt 基因抗虫棉杂交后代的抗性表现与抗虫育种策略[J]. 山东农业科学,2000,5:7-10.
- [5] 刘海涛,郭香墨,夏敬源. 抗虫杂交棉 F_1 代与亲本 Bt 蛋白表达量及抗虫差异性研究[J]. 棉花学报,2000,12(5):261-263.
- [6] 张正圣,李先碧,刘大军,等. 陆地棉高强纤维品系和 Bt 基因抗虫棉的配合力与杂种优势研究[J]. 中国农业科学,2002,35(12):1450-1455.
- [7] 马丽华,许红霞. 转 Bt 基因棉卡那霉素田间快速检测法[J]. 中国棉花,2000,27(12),11-12.
- [8] 莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1992.
- [9] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [10] 李汝忠,沈法富,王宗文,等. 转 Bt 基因抗虫棉抗虫性遗传研究[J]. 棉花学报,2001,13(5):268-272.
- [11] 吴元康,陈德华,段海. 转基因抗虫杂交棉生育特性初探[J]. 江苏农业科学,1997,2:19-22.
- [12] 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.
- [13] 朱青竹,赵国忠,李爱国,等. 不同抗源基因棉主要性状杂种优势及差异分析[J]. 棉花学报,2004,16(4):202-205.
- [14] PERIAK F J, Fuchs R L, Dean D A, et al. Modification of the coding sequence enhances plant expression of insect control protein genes[J]. Natl Acad Sci (USA),1991,88:3324-3328.
- [15] 唐灿明,朱协飞,张天真. 转 Bt 基因棉花 R19 品系的棉铃虫抗性表现及抗虫性遗传研究[J]. 农业生物技术学报,1997,5(2):194-200.
- [16] 张桂寅,刘立峰,马峙英. 转 Bt 基因抗虫棉杂种优势利用研究[J]. 棉花学报,2001,13(5):264-267.
- [17] 刘存敬,李延增,李之树,等. 抗棉铃虫棉花杂交种杂种优势利用研究[J]. 华北农学报,2002,17(增刊):115-119. ●