

高品质陆地棉与不同类型品种杂种的遗传及优势分析

汤飞宇¹, 程 锦², 黄文新², 肖小红³, 肖文俊¹

(1. 江西农业大学农学院, 南昌 330045; 2. 江西省经济作物技术服务站 330046;

3. 江西农业大学经贸学院 330045)

摘要:比较分析了高品质棉与高品质棉、常规品质转 Bt 基因抗虫棉杂交组合主要性状的遗传效应和杂种优势。结果表明,两类杂种的子棉产量存在极显著的加性和显性效应;高×高杂种的株铃数和铃重具有极显著的显性效应,高×常抗杂种受加性和显性效应共同控制;两类杂种的纤维品质性状以加性效应为主,但显性效应对纤维长度也起较大作用。高×高杂种的 F₁ 子棉产量和株铃数具有正向超亲优势,高×常抗杂种表现为负向超亲优势;两类杂种的纤维长度和麦克隆值具有较小的正向平均优势,比强度具有负优势。高×高杂种可以在保持亲本良好品质的基础上,利用产量和产量性状的正向超亲优势来提高产量。

关键词:陆地棉;高品质;转 Bt 基因棉;遗传效应;杂种优势

中图分类号:S562.035 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2008)03-0170-04

Comparative Analysis of Heritability and Heterosis of Main Economic Traits of High Fiber Quality Varieties Crossed with Different Types in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

TANG Fei-yu¹, CHENG Jin², HUANG Wen-xin², XIAO Xiao-hong³, XIAO Wen-jun¹

(1. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Cash Crops Bureau, Jiangxi Agricultural Department, Nanchang 330046, China; 3. College of Economics and Trade, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: Two types of crosses were made by NC II design. The type I was made between five high fiber quality upland cotton varieties as female and two other high fiber quality varieties as males. The type II was made between the five same females and three Bt transgenic lines as males. Gene action and heterosis of main characters of the two types of crosses were analyzed using the genetic model of additive dominance. The 25 crosses and their parents were planted at agricultural experiment station of Jiangxi Agricultural University in Jiangxi Province. The experimental design was a randomized complete blocks with three replicates. 50 normal opened bolls per plot were picked for assaying the boll weight, lint percentage. Seed cotton was harvested eventually. All the fiber samples were tested with HVI system in Cotton Research Institute of CAAS. The results showed: there existed very significantly additive and dominant effects for the seed cotton yield of the two types. Only dominant effects were found to be statistically significant for the bolls per plant and boll weight in the type I, which were controlled by additive and dominant effects in the type II. The fiber quality traits were mainly controlled by additive effects in both types, but strong dominant effects also existed in fiber length. Positive F₁ heterosis over better-parent value was found for the seed cotton yield and bolls per plant in the type I. The contrary result appeared in the type II. There were relatively low F₁ heterosis over

收稿日期:2007-05-14 **作者简介:**汤飞宇(1970-),男,博士,副教授, fytangcau@163.com

基金项目:江西省农业科技攻关项目(赣科发计字[2006]38号)

mid-parent value for the fiber length and micronaire value and negative F_1 heterosis for fiber strength in the two types. It was suggested that the crosses between high fiber quality lines could be used to increased yield in large extent and preserve the excellent fiber quality.

Key words: upland cotton; high fiber quality; Bt transgenic cotton; genetic effect; heterosis

我国目前缺乏适纺高支纱(60支纱)的高品质陆地棉新品种^[1-2]。现有的高品质棉大多数丰产性欠佳且不抗虫,生产上应用的 Bt 抗虫棉品种尽管丰产性较好,但纤维品质达不到纺高支纱的要求,棉花的杂种优势利用是提高棉花产量、改善纤维品质的一项重要措施。关于各种类型陆地棉品种(系)数量性状的遗传分析、配合力及杂种优势利用等的研究已有大量的报道^[3-15],其中只有少量报道涉及到高品质棉杂种的遗传规律或优势表现的探讨^[9-14]。由于试验环境、材料、时间及分析方法的不同,研究者所获得的结果及结论也不尽一致,且多缺乏在相同遗传背景下的比较分析。笔者利用一组高品质陆地棉品种(系),采用 NC II 遗传交配设计,与另一组高品质陆地棉品种及常规品质 Bt 抗虫棉品系分别配制杂种,比较分析两类杂种主要性状的遗传效应及杂种优势的表现,旨在为高产高品质抗虫杂交棉组合的选育提供依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

7份高品质陆地棉品种(系):赣棉12号、红鹤1号、MM-2、渝棉1号、A091、金星2号、金星4号,亲本代号分别为1-7;3份常规品质 Bt 抗虫棉品系:0722、0723、A804,亲本代号分别为8-10。

1.2 田间试验及性状考查

2005年以1-5号高品质棉品种(系)作母本,6-7号高品质棉品种、8-10号常规品质 Bt 抗虫棉品系作父本,按 NC II 遗传交配设计,配制了两个杂交群体:高品质棉×高品质棉(简称高×高),高品质棉×常规品质抗虫棉(简称高×常抗)。2006年种植25个 F_1 杂种及10个亲本,完全随机区组设计,3次重复,单行区,行长9.3m,行距1.05m,株距0.4m。试验地肥力中上等。3月31日播种,营养钵育苗,4月28日移栽。其它管理同大田。9月下旬调查单株成铃数,于每个小区收正常吐絮铃50个,室内考种考查铃重和衣分,棉样送农业部棉花纤维品质监督检测中心测定。按小区实收子棉测产。

1.3 统计分析

参照朱军的方法进行^[16]。以小区平均值为单位,根据加显性遗传模型(AD),采用最小范数二阶无偏估算法(MINQUE)估算各项遗传方差分量及其对表现型方差的比率,以调整的无偏预测法(AUP)预测 F_1 、 F_2 代的群体超亲优势和群体平均优势。Jackkife 重复抽样技术计算各估算值和预测值的标准误,并用 t 测验对参数进行显著性测验。

2 结果与分析

2.1 亲本主要经济性状表现

10个亲本的主要经济性状表现如表1所示,高品质陆地棉的整体纤维品质明显优于 Bt 抗虫棉,前者的纤维上半部平均长度、断裂比强度分别比后者高6.43%,20.41%,麦克隆值比后者低25.81%。除了衣分外,高品质棉的产量及产量性状整体比抗虫棉差,子棉产量、株铃数、铃重分别比后者低21.81%,8.88%,13.91%,但衣分比后者高15.61%。

2.2 两种类型杂种主要性状的遗传效应分析

两种类型杂种主要性状的遗传方差分量比率和遗传率具有明显的差异(表2)。

2.2.1 高×高杂种遗传效应分析。由表2可知,子棉产量、纤维长度、麦克隆值的显性效应和加性效应均显著或极显著。子棉产量、纤维长度的加性方差比率与显性方差比率较为接近,表明加性效应和显性效应对该两个性状同等重要,麦克隆值的加性方差比率明显大于显性方差比率,表明麦克隆值的遗传以加性效应为主。株铃数和铃重的显性效应显著,显性方差比率分别为73.4%、78.8%,表明该两个性状存在杂种优势。衣分和比强度未检测到加性效应,显性效应未达到显著水平,说明衣分和比强度的遗传变异是由非加性效应决定。分析的诸性状机误方差比率均达极显著水平,说明各性状易受环境影响或还存在上位性效应。在所考察的性状中,麦克隆值的狭义遗传率最大(48.9%),该性状的遗传改良可在早代进行。

表 1 亲本性状表现

Table 1 Trait performances of parents

代号	亲本	株铃数 /个	铃重 /g	衣分 /%	子棉产量 /(kg·hm ⁻²)	纤维长度 /mm	麦克隆值	比强度 /(cN·tex ⁻¹)
1	赣棉 12 号	25.42	4.87	41.01	2670.75	32.95	4.6	35.2
2	红鹤 1 号	32.71	5.01	36.75	3350.55	32.95	4.8	35.1
3	MM-2	34.75	5.94	38.16	4176.75	31.55	4.1	34.0
4	渝棉 1 号	32.49	5.14	36.80	3522.90	30.91	4.8	35.0
5	A091	36.53	4.96	43.81	3865.35	32.90	4.1	35.3
6	金星 2 号	29.96	4.72	40.37	2989.80	32.20	4.7	37.7
7	金星 4 号	27.79	5.77	39.49	3375.75	31.31	4.9	35.5
	平均	31.38	5.20	39.48	3421.65	32.11	4.6	35.4
8	0722	33.42	5.31	35.65	3828.75	30.30	6.0	31.3
9	0723	39.21	6.02	37.58	4861.35	29.90	6.3	26.6
10	A804	30.70	6.56	33.87	4255.95	30.33	6.3	30.1
	平均	34.44	6.04	35.93	4376.25	30.17	6.2	29.4

2.2.2 高×常抗杂种遗传效应分析。子棉产量、株铃数、铃重、纤维长度和麦克隆值的显性效应和加性效应都达到了极显著水平。其中子棉产量、株铃数的显性方差比率明显大于加性方差比率,表明它们的遗传以显性效应为主;铃重和麦克隆值的加性方差比率明显大于显性方差比率,表明它们的遗传以加性效应为主;纤维长度的加性方差和显性方差比率较为接近,说明加性效应和显性效应对该性状均重要。衣分和比强度的加性方差极显著,比率分别为 37.8%、57.2%,说明衣分和比强度的基因效应中加性效应是主要的。各考察性状的机误方差比率也都达到极显著水平,说明除了加显效应外,可能存在上位性效应或较大的基因效应与环境的互作。在所分析的性状中,狭义遗传率最大的是麦克隆值,其次是比强度,表明麦克隆值和比强度的遗传改良可在早代进行。

2.3 两种类型杂种主要性状的优势分析

采用调整的无偏预测法(AUP)预测了 F_1 、 F_2 群体超亲优势、群体平均优势,结果如表 3 所示。

2.3.1 高×高杂种性状优势分析。从表 3 可知, F_1 和 F_2 的子棉产量、株铃数、铃重三个性状具有极显著的正向群体平均优势。 F_1 的子棉产量、株铃数、铃重三个性状具有正向超亲优势, F_1 的衣分、麦克隆值、比强度三个性状具有负向超亲优势,其中麦克隆值的负向超亲优势达到极显著水平。在产量及产量性状中,以株铃数的优势最大,其次是铃重。上述结果表明高品质棉之间的组配有利于提高株铃数和铃重,达到增加子棉产量的目的,而且有利于选择到纤维较细的组合。

2.3.2 高×常抗杂种性状优势分析。 F_1 和 F_2 的铃重、纤维长度、麦克隆值三个性状具有显著或极显著的正向群体平均优势。 F_1 铃重和纤维长度具有较小的正向超亲优势,分别为 1.4% 和 1.2%, F_1 的子棉产量、株铃数、衣分、麦克隆值、比强度五个性状表现为负向超亲优势,其中衣分、麦克隆值、比强度的负向超亲优势达显著或极显著水平。上述结果表明高×常抗杂种产量及产量性状的优势较弱,主要表现为铃重的增加;从纤维品质来看,虽然有利于提高纤维长度,降低麦克隆值,但比强度显著下降,对纤维品质的改良不利。

3 讨论

大多数研究认为纤维品质受加性和显性效应的共同影响,但以加性效应为主^[5,9,12], F_1 有一定的中亲优势^[10,14], 而超亲优势往往为负^[5,11]。这与本研究以两类不同杂种为研究对象的结果基本一致,不同之处在于本研究纤维长度具有较小的正超亲优势。张正圣等认为高×常抗杂种子棉产量及产量性状具有极显著的显性效应, F_1 代产量具有极显著的正向超亲优势^[11-12]。本研究则认为高×常抗杂种子棉产量和株铃数具有负超亲优势,铃重具有正超亲优势,这与唐文武等以铃重优势最大,株铃数具有负优势,高国强等铃重具有正超亲优势的结论类似^[13-14]。

两类杂种的纤维品质的杂种优势表现基本相同,即 F_1 纤维长度和麦克隆值具有较小的正向平均优势,比强度表现为负优势,因而高品质棉与常规品质转 Bt 基因抗虫棉的组配很难达到高品质棉

的品质要求,在产量及产量性状的优势表现上又不如高×高杂种。说明在高产高品质抗虫棉组合的选育上,要求两个亲本都必须是高品质棉,这样可利用纤维品质的平均优势来保持良好的品质,而通

过株铃数和铃重的较强超亲优势来大幅度提高产量。外源抗虫基因表现为显性遗传,若亲本之一为高品质抗虫系,则这种亲本的组配模式可成为选育高产高品质抗虫杂交棉的重要策略。

表 2 两类杂种主要经济性状的遗传方差分量比率及遗传率

Table 2 Estimated proportions of variance components and heritability for main characters of two types of hybrids

杂种类型	遗传参数	子棉产量	株铃数	铃重	衣分	纤维长度	麦克隆值	比强度
高×高	加性方差比率	0.26±0.05**	0.00±0.00	0.01±0.06	0.00±0.00	0.11±0.05*	0.48±0.06**	0.00±0.00
	显性方差比率	0.29±0.07**	0.73±0.08**	0.79±0.07**	0.03±0.06	0.19±0.07**	0.24±0.06**	0.12±0.74+
	机误方差比率	0.44±0.06**	0.27±0.06**	0.20±0.05**	0.97±0.05**	0.70±0.06**	0.28±0.05**	0.88±0.07**
	狭义遗传率	0.26±0.05**	0.00±0.00	0.01±0.06	0.00±0.00	0.11±0.05*	0.48±0.06**	0.00±0.00
	广义遗传率	0.56±0.06**	0.73±0.06**	0.80±0.05**	0.03±0.05	0.30±0.06**	0.72±0.05	0.12±0.07*
高×抗	加性方差比率	0.17±0.05**	0.24±0.04**	0.42±0.05**	0.38±0.04**	0.27±0.04**	0.60±0.05**	0.57±0.04**
	显性方差比率	0.51±0.06**	0.37±0.06**	0.28±0.05**	0.05±0.06	0.33±0.05**	0.23±0.05**	0.00±0.00
	机误方差比率	0.31±0.05**	0.39±0.06**	0.29±0.05**	0.58±0.06**	0.40±0.05**	0.17±0.04**	0.43±0.05**
	狭义遗传率	0.17±0.05**	0.24±0.04**	0.42±0.05**	0.38±0.04**	0.27±0.04**	0.60±0.05**	0.57±0.04*
	广义遗传率	0.68±0.05**	0.60±0.06**	0.70±0.05**	0.42±0.06**	0.60±0.05**	0.83±0.04**	0.57±0.05**

+, *, ** 分别表示 0.1 显著水平、0.05 显著水平、0.01 极显著水平,下同。

表 3 两类杂种 F₁、F₂ 主要经济性状的优势表现

Table 3 Heterosis performances of main traits of two types of cotton in hybrid F₁, F₂

杂种类型	优势类型	子棉产量	株铃数	铃重	衣分	纤维长度	麦克隆值	比强度
高×高	F ₁ 平均优势	0.10±0.02**	0.17±0.03**	0.15±0.02**	-0.01±0.06	0.01±0.01	0.02±0.02	-0.01±0.01
	F ₁ 超亲优势	0.03±0.04	0.11±0.08	0.11±0.19	-0.01±0.06	0.00±0.02	-0.09±0.02**	-0.01±0.02
	F ₂ 平均优势	0.05±0.01**	0.09±0.01**	0.07±0.01**	-0.00±0.03	0.00±0.00	0.01±0.01	-0.00±0.00
	F ₂ 超亲优势	0.02±0.14	0.03±0.02	0.04±0.03	-0.01±0.01	-0.00±0.02	-0.10±0.06	-0.01±0.00**
高×抗	F ₁ 平均优势	0.01±0.42	0.03±0.02+	0.09±0.01**	-0.01±0.00+	0.03±0.00**	0.03±0.01*	0.00±0.00
	F ₁ 超亲优势	-0.09±0.06	-0.03±0.03	0.01±0.04	-0.05±0.01**	0.01±0.01	-0.13±0.02**	-0.06±0.02*
	F ₂ 平均优势	0.00±0.06	0.01±0.01+	0.05±0.01**	-0.00±0.00	0.01±0.00**	0.01±0.01*	0.00±0.00
	F ₂ 超亲优势	-0.10±2.73	-0.05±0.01**	-0.03±0.01**	-0.05±0.00**	-0.00±0.00	-0.14±0.01**	-0.06±0.01**

参考文献:

- [1] 项时康,余楠,胡育昌,等.论我国棉花质量现状[J].棉花学报,1999,11(1):1-10.
- [2] 唐淑荣,杨伟华.我国主产棉省纤维品质现状分析与建议[J].棉花学报,2006,18(6):386-390.
- [3] 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.
- [4] 刘海涛,郭香墨,夏敬源.转 Bt 基因抗虫棉与常规陆地棉种内杂种主要性状的基因效应分析[J].棉花学报,2000,12(3):118-121.
- [5] 韩祥铭,刘英欣,宋宪亮.陆地棉新种质纤维品质性状的遗传分析[J].作物学报,2002,28(2):245-248
- [6] 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.
- [7] 李卫华,胡新燕,申温文,等.陆地棉主要经济性状的遗传分析[J].棉花学报,2000,12(2):81-84.
- [8] 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.

- [9] 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.
- [10] 张正圣,李先碧,刘大军,等.陆地棉高品质系的杂种优势利用研究[J].棉花学报,2002,14(5):264-268.
- [11] 孙君灵,杜雄明,周忠丽,等.陆地棉不同群体主要性状的遗传力及杂种优势分析[J].华北农学报,2004,19(1):49-53.
- [12] 孙君灵,杜雄明,周忠丽,等.转基因抗虫棉 sGK9708 与不同类型品种杂种的遗传及优势分析[J].棉花学报,2003,15(6):323-327.
- [13] 高国强,吕铁信,刘孝永,等.陆地型长绒棉新种质主要经济性状基因效应分析[J].核农学报,2006,20(1):40-43.
- [14] 唐文武,肖文俊,黄英金,等.优异纤维品质陆地棉和转基因抗虫棉的杂种优势和亲缘相关性[J].棉花学报,2006,18(2):74-78.
- [15] 朱军.遗传模型分析方法[M].北京:中国农业出版社,1997:175-192.