

棉花产量和纤维品质性状的遗传研究

杨六六¹, 刘惠民², 曹美莲¹, 李朋波¹, 王娟娟¹, 陈耕¹

(1. 山西省农业科学院棉花研究所, 运城 044000; 2. 山西省农业科学院, 太原 030006)

摘要: 采用 8×8 不完全双列杂交分析法, 对棉花产量因素、纤维品质性状的遗传效应及其遗传相关进行了研究分析, 并将遗传相关分解为加性相关和显性相关。结果表明, 在棉花产量因素中, 皮棉产量和单株结铃数的遗传分别以加性效应、显性效应为主, 而加性效应、显性效应对铃重和衣分的控制同等重要。其中, 衣分受环境变异的影响最小。所以, 在 F₂~F₃ 代进行选择的效果较好; 在品质性状中, 纤维长度、比强度及麦克隆值的遗传均以加性效应为主, 受环境变异影响均较大。棉花产量因素与品质性状之间的相关普遍表现为遗传相关大于表型相关, 各性状之间的表型相关、遗传相关及加性相关类似, 而显性相关则不同。遗传相关特别是加性相关可以指导选择育种, 而显性相关对杂种优势的利用至关重要。

关键词: 棉花; 产量因素; 品质性状; 遗传效应; 遗传相关; 加性相关; 显性相关

中图分类号: S562.032 **文献标识码:** A

文章编号: 1002-7807(2009)03-0179-05

The Inheritance of Cotton Yield and Fiber Quality Characters

YANG Liu-liu¹, LIU Hui-min², CAO Mei-lian¹, LI Peng-bo¹, WANG Jiao-juan¹, CHEN Geng¹

(1. Institute of Cotton Research, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuncheng, Shanxi 044000, China; 2. Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan, Shanxi 030006, China)

Abstract: The cotton yield factors, the hereditary effect of cotton fiber quality and the genetic correlation were studied using the incomplete diallel analysis (8×8), and the genetic correlation was divided into additive correlation and dominant correlation. The results showed among cotton yield factors, the inheritance of lint yield and boll numbers per plant were mainly controlled by additive effect and dominant effect, and the additive effect and dominant effect of inheritance for boll weight and lint were equally important as well. The effect of environment variance on lint was the least, so it was better to take breeding selection in the population of F₂~F₃ generations. As for the characters of cotton fiber quality, the inheritance of fibre length, specific tenacity and micronaire value were mainly controlled by additive effect. The effect of environment variance on them above-mentioned were all bigger. The correlation between cotton yield factors and fiber quality characters generally showed that genotypical correlation was bigger than phenotypical correlation. The nature of phenotypical correlation, genotypical correlation and additive correlation for each character was similar, however, it was different for dominant correlation. It was concluded that genotypical correlation, especially additive correlation, could assist cotton breeding, while dominant correlation was very important to utilize the hybrid vigor.

Key words: cotton; yield factors; fiber quality character; hereditary effect; genetic correlation; additive correlation; dominant correlation

收稿日期: 2008-04-14 作者简介: 杨六六(1971-), 男, 助研, yllfgzh@sina.com

基金项目: 山西省科技攻关项目(040019)

在育种实践中,国内外学者对棉花的产量因素及品质性状的遗传效应及遗传相关进行了广泛的研究^[1-3],棉花主要性状的遗传效应及遗传相关在棉花遗传育种中发挥了重要作用^[4]。然而,对于众多性状的各种遗传效应之间的遗传相关报道较少。本文采用双列杂交试验估算了棉花产量因素及品质性状的遗传效应及遗传相关,在此基础上进一步估算各种遗传效应之间的遗传相关,旨在为棉花的选择育种和杂种优势利用提供借鉴。

1 材料和方法

1.1 试验材料

7个抗虫棉品种(系)和1个常规棉花品种分别为:(1)GK44,(2)鑫秋一号,(3)B99088,(4)中农8503,(5)冀668(不抗虫),(6)冀668,(7)邯郸109,(8)中棉所41。所有材料均由山西省农科院棉花研究所提供。

1.2 田间设计

2004年采用7个抗虫棉和1个常规棉品种进行互交获得28个正交组合的 F_1 ,同时对8个亲本自交。2005年对8个亲本及28个正交 F_1 ,采用随机区组设计,2行区,3次重复,小区面积 10 m^2 进行比较试验。田间管理与大田相同。9月上旬按小区调查单株结铃数,每小区取棉株中部正常吐絮铃50个,室内考种测铃重、衣分。纤维

样品送农业部棉花品质检测中心测试,按小区实收子棉进行测产。

1.3 数据处理与统计方法

对8个亲本及28个杂交组合 F_1 考查的各项数据按照QGASStation软件中的AD模型进行统计分析^[5]。

2 结果与分析

2.1 棉花主要产量性状遗传效应分析

棉花产量及其构成因素中,皮棉产量、铃重和衣分的加性方差比率与显性方差比率均较大,且两种遗传效应均达显著或极显著水平(表1)。这表明三者的遗传同时受基因的加性和显性控制,两者遗传效应同等重要。而单株结铃数则相反,显性方差比率较大,且达0.1显著水平,加性方差比率较小且不显著,其遗传方式以显性遗传为主。

棉花产量及其构成因素的加性方差比率的顺序为单株铃数<衣分<小区皮棉产量<铃重。显性方差比率的顺序却相反,但衣分和铃重的加性与显性方差比率均较大。因此,在棉花高产育种过程中,要同时注意衣分及铃重的两种遗传效应,其次是单株铃数的显性效应;棉花产量因素中,衣分加性效应较大且其机误方差比率较小,这说明环境变异对衣分的影响较小,可以在早代进行选择。

表1 主要性状的遗传方差分量比值估测

Table 1 Estimates of genetic variance ratio for main characters of cotton

性状	VA/VP	SE	VD/VP	SE	VE/VP	SE
小区皮棉	0.4202**	0.0424	0.4428**	0.0518	0.1370**	0.0050
单株铃数	0.1539	0.1309	0.5403 ⁺	0.2584	0.3058 ⁺	0.0693
铃重	0.4507**	0.0210	0.3606*	0.0775	0.1887 ⁺	0.0898
衣分	0.3836**	0.0521	0.5237*	0.0821	0.0927 ⁺	0.0328
纤维长度	0.5095**	0.0439	0.0346	0.0361	0.4560*	0.0736
比强度	0.6115**	0.0316	0.0046	0.0320	0.3840**	0.0820
麦克隆值	0.4431*	0.1177	0.2011*	0.0688	0.3558 ⁺	0.1565

注:+,*,**分别表示在0.1,0.05,0.01水平显著;下同。

2.2 棉花纤维品质性状遗传效应分析

棉花主要纤维品质性状遗传方式基本一致,纤维长度、比强度、麦克隆值三项指标的加性方差比率较大,且达0.05或0.01显著水平,表明其遗传变异主要来自基因的加性效应(表1)。对于麦克隆值显性效应同时也起较大作用,也达到0.05显著水平。纤维长度和比强度的显性效应非常小且不显著,但三项指标的机误方差比率均比较大,这也说明环境变异对棉花纤维品质性状的遗传变异影响较大。因此,在优质棉的育种过程中,多环境下的选择

与鉴定不仅是必需的而且是必要的。

2.3 棉花产量性状及纤维品质的相关性

表现型相关是基因型与环境综合作用而表现出来的性状之间的相关,不能反映基因内部真实的遗传相关性。而遗传相关从表2可以看出,基因型相关系数一般较表现型相关系数为大,且表现型相关与遗传相关的性质比较一致,但由于受环境的影响相关性的程度及显著性水平并非完全一致。因此,在利用相关性进行选择育种时,基因型与环境应同时加以考虑。

表 2 棉花产量性状及纤维品质的遗传相关

Table 2 The correlations of cotton yield characters and fiber quality

项目	单株铃数	铃重	衣分	纤维长度	比强度	麦克隆值
小区皮棉产量	0.7161**	0.4448**	0.4251*	-0.2442*	-0.3825*	0.4563*
	0.2260	0.5266**	0.4533*	-0.3194*	-0.4956*	0.6476*
株铃数		-0.4639*	-0.2652*	0.1066	0.2890*	-0.2866*
		-0.5560*	-0.3112 ⁺	0.1426	0.4296*	-0.3762
铃重			0.3571*	-0.1507*	-0.3670*	0.8684**
			0.3959 ⁺	-0.1758 ⁺	-0.4133*	0.6708**
衣分				-0.4312*	-0.3974**	0.3276*
				-0.4936	-0.4905	0.8204**
纤维长度					0.6813**	-0.2370*
					0.8145**	-0.3924 ⁺
比强度						-0.6340*
						-0.7027*

注:遗传相关系数在上,表型相关系数在下。

2.4 皮棉产量因素与品质性状各种遗传效应之间的相关

为了进一步了解棉花产量性状及纤维品质之间的相关性,对遗传相关系数分解为加性相关分量、显性相关分量及误差(表 3)。遗传相关系数并不是相关分量的简单相加,而是与性状的遗传力有一定的关系。加性相关集中反映两个相关性状累加效应的协同变化,是可以固定并遗传下来的相关,而显性相关则是集中反映两个相关性状显性效应的协同变化,虽然显性效应不能固定并遗传下来,但基因内部的这种相关是现实存在的,在杂种优势利用时是可以加以利用的。

皮棉产量与其构成因素的结铃数、铃重及衣分的加性与显性相关均为正相关。这表明通过结铃数、铃重、衣分的选择对提高皮棉产量可以取得殊途同归的效果,在杂种优势利用时可以利用结铃数、铃重的显性效应获得皮棉产量的突破;与品质性状的纤维长度、比强度的加性效应为显著负相关,显性效应相关性不显著,这表明皮棉产量与品质性状的负相关主要表现在基因的加性效应。

单株结铃数与铃重、衣分的加性、显性相关均为负相关,其加性相关均达显著或极显著水平,而显性相关不显著;与纤维长度、比强度的加性相关为正相关,且在 0.10 水平显著,显性效应不相关。这表明可以通过提高单株结铃数途径来提高纤维的长度和比强度,但会影响铃重、衣分的提高。在杂种优势利用时,单株结铃数的显性效应的提高会影响铃重显性效应,而对于纤维长度和比强度没有不良影响。

铃重与衣分的加性相关为不显著的正相关,显性相关为显著的正相关,与纤维长度加性相关为不显著的负相关,与纤维比强度为显著的负相关,在显性相关方面,铃重与二者相关不显著。这表明,在棉花育种过程中,高铃重和高衣分比较容易结合,提高铃重可以改良衣分率,但对纤维长度和比强度的提高极为不利。在品质育种过程中,在适当降低铃重、衣分的基础上,协调产量与品质性状的关系可以获得预期的选择效果。杂种优势利用时单铃重的显性效应可能会影响衣分性状的显性效应,但对于纤维长度和比强度的显性效应没有不良影响。

衣分与纤维长度和比强度的加性相关均为极显著的负相关,与其显性效应没有相关性。这表明,可以通过选择低衣分率来改良纤维的长度和比强度。在实际育种过程中,为不影响皮棉产量,衣分应控制在一定范围。

纤维长度和比强度的加性相关为极显著的正相关,二者没有显性相关。这表明,在纤维品质改良过程中,纤维长度和比强度是比较容易结合的,通过选择可以得到同步提高。

麦克隆值是纤维细度和成熟度的综合指标。虽然其与产量因素及品质性状之间存在一定程度的相关性,甚至有的相关达到显著或极显著,但该指标并非愈大或愈小就好,而是有一个最适区间。在育种实践中需要根据育种目标及纺织部门需求,结合育种材料的具体情况和其与其它品质性状的相关性适度把握,使其与其它品质性状相匹配,最终达到我们预期的育种目标。

表3 棉花产量及纤维品质遗传相关分量

Table 3 The additive correlations and dominant correlations of cotton yield and fiber quality characters

相关性状 1	相关性状 2	加性相关	SE	显性相关	SE	机识	SE
小区皮棉产量	单株铃数	0.8022**	0.0092	0.1892	0.2280	0.3101	0.0938
	铃重	0.7404*	0.0159	0.2964 ⁺	0.0501	0.0260	0.2480
	衣分	0.4860**	0.0025	0.4278	0.1770	0.2124	0.3390
	纤维长度	-0.2632*	0.0238	-0.7850	0.2310	-0.1014	0.1858
	比强度	-0.6613*	0.0296	-0.5820	0.1930	-0.0922	0.0814
	麦克隆值	0.9214**	0.0063	0.2859	0.3500	0.1202	0.1230
单株铃数	铃重	-0.9551**	0.0066	-0.3754	0.2640	-0.9141	0.0493
	衣分	-0.6474*	0.0285	-0.1685	0.2280	-0.1083	0.8302
	纤维长度	0.8481*	0.0185	-1.0000	0.4580	0.0250	0.0924
	比强度	1.0000*	0.0186	-0.5961	0.3860	0.0233	0.0473
	麦克隆值	-1.0000	0.0000	0.0488	0.4510	-0.0121	0.0296
铃重	衣分	0.2439	0.1480	0.5483*	0.0154	0.1317	0.1034
	纤维长度	-0.2727 ⁺	0.0550	0.1247	0.1850	-0.1158	0.0264
	比强度	-0.5845*	0.0261	0.3627	0.5310	-0.2780	0.2680
	麦克隆值	0.9286**	0.0005	0.6614*	0.0410	0.3000	0.1288
衣分	纤维长度	-0.8356**	0.0020	0.1686	0.1860	-0.4180	0.3453
	比强度	-0.7422**	0.0011	0.1473	0.6740	-0.1626	0.1137
	麦克隆值	0.4938	0.1020	0.3321	0.1180	0.0897	0.2008
纤维长度	比强度	0.8527**	0.0060	-0.3517	0.4230	0.5012 ⁺	0.1258
	麦克隆值	-0.3480 ⁺	0.0992	0.8029	0.8900	-0.0118	0.0171
比强度	麦克隆值	-0.7729**	0.0030	-1.0000	0.6560	-0.5175	0.2274

3 讨论和结论

利用棉花品种或品系研究棉花各性状的遗传效应及相关性报道较多^[3-8],但由于不同研究者所用的材料及环境的不同,结果不尽相同。本试验选用8个品种或品系材料采用双列杂交遗传设计分析棉花主要性状的遗传效应及各种遗传效应间的相关性。

3.1 棉花主要性状的遗传效应

国内外棉花产量及构成因素和纤维品质性状的遗传研究表明,遗传效应主要是以加性效应或显性效应以及两种效应共同支配^[9-13]。

该研究的结果表明,棉花纤维品质性状均具有显著或极显著的加性效应,其遗传方式以加性效应为主,仅麦克隆值有显著的显性效应,但与其加性效应比较而言相对较小,这与孙君灵^[2]研究结果一致。棉花皮棉产量、铃重和衣分具有显著或极显著的加性效应和显性效应,两种遗传效应均较大,单株结铃数仅有微弱的显性效应。

3.2 棉花主要性状的相关性

大量的研究表明,棉花的许多经济性性状包括产量、产量构成因素、纤维品质性状之间存在着或正或负的相关性。前人对棉花产量因素和品质性状的相关进行研究^[5-8],其结果不尽相同。本研究

认为在棉花产量因素中,皮棉产量与结铃数、铃重及衣分的加性与显性相关均为正相关,与纤维长度、比强度的加性效应为显著负相关,显性效应相关性不显著;单株结铃数与铃重、衣分的加性、显性相关均为负相关,与纤维长度、比强度的加性相关为正相关;铃重与衣分为显性正相关;衣分与纤维长度和比强度的加性相关均为极显著的负相关;纤维长度和比强度的加性相关为极显著的正相关。不同研究者对棉花产量性状和纤维品质的遗传相关分析得到的结果不尽相同,其主要原因可能是由于研究的材料不同和不同的环境因素造成的。

3.3 棉花主要性状各种遗传效应的相关性

对21对性状的相关分析结果表明:除单株结铃数、衣分、纤维长度与麦克隆值、铃重与衣分、纤维长度加性相关不显著外,其余16对性状的加性相关均达到显著或极显著水平,占76.2%;而显性相关达到显著水平的仅有铃重与衣分、麦克隆值两对,占9.52%。这充分说明在棉花产量与纤维品质性状之间的遗传相关存在普遍性,遗传相关中以加性相关较为普遍。

本研究表明,棉花的绒长和比强度是累加性状,而棉花的单株铃数和皮棉产量等性状是杂优性状。因此,就棉花育种而言,对于棉花的绒长和

比强度,我们必须施加尽可能大的选择压,以便改进这些性状,同时,对于棉花的单株铃数和皮棉产量等性状,也应予以适当的注意。另一方面,在得到上述性状的改进之后,再利用那些遗传力低的性状的杂种优势,把上述纯种或近交系杂交,以便获得第二类性状的改进。这样,在两方面,就能获得较理想的效果。

参考文献:

- [1] 中国农业科学院棉花研究所. 中国棉花遗传育种学[M]. 济南:山东科学技术出版社,2003.
Cotton Research Institute, CAAS. China cotton genetic breeding[M]. Ji'nan: Shandong Science and Technology Press, 2003.
- [2] 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.
SUN Jun-ling, Du Xiong-ming, Zhou Zhong-li, et al. Analysis on heritability and heterosis main traits of Bt transgenic cotton sGK9708 with different types[J]. Cotton Science, 2003, 15(6):323-327.
- [3] 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.
HAN Xiang-ming, Liu Ying-xin. Genetic analysis for yield and its components in upland cotton[J]. Acta Agronomica Sinica, 2002,28(4):533-536.
- [4] 周有耀. 陆地棉主要经济性状遗传与相关研究[J]. 北京农业大学学报,1986,12(3):314,352.
ZHOU You-yao. A study on inheritance of main economic traits and correlations in upland cotton[J]. Journal of Beijing Agricultural University, 1986, 12(3): 314, 352.
- [5] 朱 军. 遗传模型分析方法[M]. 北京:中国农业出版社, 1997.
ZHU Jun. Analysis methods of inheritance models [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1997.
- [6] 李永山,唐秉海,张 凯,等. 不同年代棉花品种产量构成、纤维品质及其系谱分析[J]. 棉花学报, 2001, 13(1): 16-19.
LI Yong-shan, Tang Bing-hai, Zhang Kai, et al. Studies on yield components, fiber qualities and pedigree analysis of varieties released in different years [J]. Cotton Science, 2001,13(1):16-19.
- [7] 潘家驹. 棉花育种学[M]. 北京:中国农业出版社, 1998.
PAN Jia-ju. Cotton breeding [M]. Beijing: China Agriculture Press, 1998.
- [8] 吴吉祥,朱 军,许馥华. 陆地棉 F₂ 纤维品质性状杂种优势的遗传分析[J]. 棉花学报, 1995,7(4): 217-222.
WU Ji-xiang, Zhu Jun, Xu Fu-hua, et al. Genetic analysis heterosis of F₂ fiber traits in upland cotton [J]. Cotton Science,1995,7(4):217-222.
- [9] 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.
LI Wei-hua, Hu Xin-yan, Shen Wen-wen, et al. Genetic analysis on inheritance of main economic traits in upland cotton[J]. Cotton Science, 2000, 12(2): 81-84.
- [10] 袁有禄. 棉花优质纤维特性的遗传及分子标记研究 [D]. 南京:南京农业大学, 2000.
YUAN You-lu. Genetic and molecule maker research of cotton high quality fiber [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2000.
- [11] 朱 军,季道藩. 陆地棉产量性状的双列分析[J]. 浙江农业大学学报, 1987, 11(3):280-287.
ZHU Jun, Ji Dao-fan. Diallel analysis for yield in upland cotton[J]. Journal of Zhejiang Agricultural University, 1987,11(3):280-287.
- [12] 周雁声,梁诗锦,彭习亮,等. 棉花产量及品质性状的遗传研究[J]. 湖北农业科学, 1989 (增):50-55.
ZHOU Yan-sheng, Liang Shi-jin, Peng Xi-liang, et al. Genetic study of cotton yield and quality traits. Hubei Agricultural Sciences, 1989(Supp):50-55.
- [13] WHITE T G. Diallel analyses of quantitatively inherited characters in *Gossypium hirsutum* L. [J]. Crop Sci, 1996, 6:253-255. ●