

陆地棉高品质系数量性状的遗传变异与选择指数

汤飞宇¹, 程 锦², 黄文新², 莫旺成¹, 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)

摘要:研究了20个高品质陆地棉品系12个数量性状的遗传变异、广义遗传力、遗传相关及产量的选择指数。结果表明,单株产量和株铃数具有较大的遗传变异,纤维品质性状的遗传变异较小,说明继续改良高品质系的产量性状潜力较大。纤维品质性状的广义遗传力介于79.07%~89.47%之间,产量及产量组分性状中以衣分和铃重最高,广义遗传力分别为89.1%和81.85%,单株皮棉重最低,为55.05%。单株皮棉重与株铃数、株铃数与果枝数成极显著遗传正相关。利用与单株皮棉重遗传相关较强的多个性状构建的选择指数,比单纯选择单株皮棉重的效果好,其中以单株皮棉重、株铃数、果枝数和果节数结合选择的效果最佳。

关键词:陆地棉;高品质;遗传变异;选择指数

中图分类号:S562.035 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2009)05-0361-05

Genetic Variations and Selection Indices of Quantitative Traits in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Lines with High Fiber Quality

TANG Fei-yu¹, CHENG Jin², HUANG Wen-xin², MO Wang-cheng¹, XIAO Wen-Jun¹

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

Abstract: Twelve characters within twenty high quality lines from the double crosses of twelve diverse upland cotton parents were measured in a randomized, complete block at the Agriculture Experimental Station of Jiangxi Agricultural University, Nanchang, China in 2007. The genetic variation, heritability, genotypic correlation and selection index of yield and fiber traits were calculated. The genetic variation coefficients of seed cotton yield per plant, lint yield per plant and bolls per plant were 16.64%, 14.71%, and 10.65%, respectively, higher than that of fiber traits varied from 1.39% to 6.72%. These results suggest a high availability of further improvement of yield in the population with high fiber quality, but of less selection potentiality for fiber traits. Among yield and yield components characters, lint percentage and boll weight produced the highest broad-sense heritability, 89.1% and 81.85% respectively. The lowest broad-sense heritability was found in lint yield per plant(55.05%). Fiber traits all exhibited high broad-sense heritability, ranging from 79.07% to 89.47%. Lint yield per plant and bolls per plant were significantly and positively correlated, as were bolls per plant and number of fruiting branches. Twenty selection indices were constructed with one to four characters. The expected genetic advance of them were estimated. The efficiencies of the selection indices including the single plant lint yield itself and other highly correlated characters were better than those without lint yield per plant. The highest efficiency was recorded in the selection index consisting of lint yield per plant, bolls per plant, number of fruiting branch, number of boll position, higher than that of selection of single plant lint yield alone by 12.06%.

Key words: upland cotton; high quality; genetic variation; selection index

收稿日期: 2008-08-20 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)

种质资源是棉花品种培育的物质基础,在对种质资源系统研究的基础上加以科学的利用有助于提高棉花育种的效率,特别是对种质资源重要经济性状的遗传变异规律的研究,为育种者根据表型选配组合和进行有效选择提供了指导。关于我国的低酚棉、早熟棉等品种资源的遗传变异研究已有报道,表明我国现有的低酚棉品种资源遗传基础比较贫乏,需要积极创造新的变异类型^[1-2]。与早熟性相关的性状多数表现出较高的遗传力和遗传变异系数^[3]。然而,尚缺乏关于高品质棉种质资源数量性状的遗传变异与选择的报道,这同时也反映了我国现存的优质纤维棉种资源的不足。为创造出变异类型丰富的高品质系,笔者利用复合杂交的方法将多个亲本进行基因重组,通过持续对棉纤维的高品质定向选择培育出一批高品质系。并对其主要经济性状进行了初步的变异与相关分析,明确了皮棉产量仍具有较大的选择潜力,而纤维品质基本稳定,衣分与纤维长度和强度均成负相关关系^[4]。本文则进一步对该批高品质系产量和纤维品质性状的遗传力、遗传变异系数、遗传相关、遗传进度和选择指数进行估算,为该陆地棉高品质系内的系统选择提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

20个高品质系的名称及系谱来源如表1所示。2001年选择12个优质棉品种(系)两两杂交,2001年冬在海南完成4个亲本的复合杂交,2002年在南昌种植3个双交组合的F₁代植株。低世代侧重高纤维品质性状的选择,中高世代加强了对产量性状的选择。在选择策略上F₁~F₅代采用系谱法,F₄~F₅代采用混合法,至2006年获得了纤维品质优异的F₆代的种子。

1.2 田间试验与统计分析

2007年将20个高品质系种植于江西农业大学农业科技园。田间试验随机区组设计,3次重复。单行区,行长9.3m,行距1.05m,株距0.45m。每小区随机选择生长发育正常的棉株10株,以单株为单位进行田间调查和室内考种,棉样送农业部棉花品质监督检验测试中心HVI900系列测定。研究的性状包括单株皮棉重、单株子棉重、株铃数、铃重、衣分、株高、果枝数、总果节数、纤维上半部平均长度、断裂比强度、麦克隆

值、伸长率、纤维整齐度等13个性状。按随机模型计算遗传方差、遗传协方差、表型方差和表型协方差。表型方差和协方差以品系平均为单位估算。在性状F测验达显著或极显著水平的基础上,估算出该性状的广义遗传力、遗传变异系数、遗传相关系数、遗传进度、选择指数等遗传参数^[5]。

表1 供试材料的名称及系谱来源

Table 1 The name and pedigree of upland cotton lines investigated

材料代号	系谱来源
1101,1105,1106,1107, 1110,1112,1113	[(贝尔斯诺×苏联8908)× (FJA×苏联棉12系)]F ₆
2201,2203,2204,2205, 2207,2210	[(AcalaSJ-2×遗棉2号)× (Acala1517E-2×CSJS)]F ₆
4402,4405,4406,4407, 4408,4409,4413	[(Hopical×AcalaSJ-4)× (20-5×CSKE100)]F ₆

2 结果与分析

2.1 性状的遗传变异

所研究性状的表型方差、遗传方差、遗传变异系数和遗传力等参数如表2所示。F测验结果为,纤维整齐度差异未达到显著水平,其它12个性状差异达显著或极显著水平。遗传变异系数表明,产量性状的遗传变异程度较纤维品质性状大。产量和农艺性状中以单株子棉重和单株皮棉重变异最大,遗传变异系数(GCV)分别为16.64%和14.71%,其次是株铃数,株高和果枝数变异最小;品质性状中以比强度的遗传变异最大,其余3个性状的GCV均在5%以下。根据前人对遗传变异系数划分的标准,GCV介于10%~20%之间为遗传变异度中等,小于10%则为较小^[6]。表明该群体中单株产量、株铃数3个产量性状具有较大的选择潜力,纤维品质性状的选择潜力较小。遗传力分析表明,纤维品质性状比产量性状具有较高的遗传力。产量性状中以衣分的遗传力最高,其次是铃重,单株皮棉重的遗传力最低,其余介于64.99%~70.94%之间。纤维品质性状的遗传力介于79.07%~89.47%之间,按从大到小的顺序排列为比强度>绒长>伸长率>麦克隆值。

2.2 性状的遗传进度

遗传进度是从当代选择预测下代群体平均增量的一个指标,是性状的遗传力和遗传变异程度的综合反映。12个性状的绝对遗传进度值和相对遗传进度值见表3。在12个性状中,以单株产

量的相对遗传进度(GS)最高,其次是株铃数、铃重、衣分 3 个主要产量性状,纤维品质性状的 GS 相对较小。对 GS 值较大的性状,可适当放宽入选标准,增大入选率。

表 2 高品质陆地棉数量性状的遗传变异和广义遗传力

Table 2 Genetic variability and heritability for quantitative traits in upland cotton

性状	平均值	变幅	F 值	表型变异系数	遗传变异系数	遗传方差	表型方差	遗传力 h^2
株铃数/个	35.91	24.00~51.67	2.86**	13.22	10.65	14.65	22.54	64.99
铃重/g	5.26	4.10~6.81	5.47**	9.47	8.56	0.20	0.25	81.85
衣分/%	33.03	25.44~40.17	9.17**	8.65	8.16	7.27	8.16	89.10
珠子棉重/g	50.66	15.75~78.62	2.99**	20.38	16.64	71.03	106.61	66.63
株皮棉重/g	16.74	5.61~28.59	2.23*	19.83	14.71	6.07	11.02	55.05
株高/cm	96.74	81.00~113.30	3.44**	5.36	4.51	19.05	26.85	70.94
果枝数/个	16.59	14.00~19.60	3.18**	5.62	4.65	0.58	0.85	68.63
果节数/个	115.83	72.00~161.90	2.87**	11.73	9.46	120.16	184.52	65.12
绒长/mm	32.85	28.85~35.79	7.24**	4.57	4.24	1.94	2.26	86.21
麦克隆值	4.17	3.59~4.75	4.75**	4.98	4.43	0.03	0.04	79.07
伸长率/%	6.34	6.10~6.60	5.76**	1.53	1.39	0.008	0.009	81.91
比强度/(cN · tex ⁻¹)	34.79	30.30~41.90	9.49**	7.11	6.72	5.47	6.12	89.47

*, ** 分别表示达到 0.05, 0.01 显著水平, 下同。

表 3 高品质陆地棉数量性状的预期遗传进度

Table 3 Genetic advances of quantitative traits in upland cotton

性状	绝对遗传进度		相对遗传进度	
	5%	1%	5%	1%
株铃数/个	6.36	8.24	17.71	22.94
铃重/g	0.84	1.09	15.97	20.72
衣分/%	5.24	6.80	15.86	20.58
珠子棉重/g	14.17	18.37	27.97	36.26
株皮棉重/g	3.76	4.88	22.46	29.15
株高/cm	7.57	9.82	7.82	10.15
果枝数/个	1.30	1.69	7.93	10.31
果节数/个	18.22	23.62	15.73	20.39
绒长/mm	2.67	3.46	8.13	10.53
麦克隆值	0.34	0.44	8.16	10.56
伸长率/%	0.16	0.21	2.53	3.31
比强度/(cN · tex ⁻¹)	4.56	5.91	13.11	16.99

表 4 高品质陆地棉产量及农艺性状间的遗传相关与表型相关

Table 4 Genotypic and phenotypic correlations among yield and agronomic traits in upland cotton

性状	株铃数	铃重	衣分	皮棉重	株高	果枝数	果节数
株铃数		-0.377	0.214	0.751**	0.076	0.737**	0.303
铃重	-0.230		-0.278	-0.279	-0.299	0.069	-0.299
衣分	0.208	-0.216		0.117	-0.145	-0.080	-0.369
皮棉重	0.822**	-0.199	0.171		0.054	0.324	0.264
株高	0.106	-0.245	-0.134	0.096		0.218	-0.080
果枝数	0.649**	0.006	-0.017	0.344	0.317		0.395
果节数	0.419	-0.186	-0.282	0.235	0.076	0.413	

注: 对角线上三角为遗传相关系数, 下三角为表型相关系数。

2.4 单株皮棉重的选择指数

选择指数是对多个数量性状进行综合选择的数量指标, 能够用来使目标性状通过选择获得最佳的遗传改良。因此利用相关数据进一步估算单株皮棉重的选择指数。结果(表 5、6)表明: 凡是

2.3 性状间的相关系数及对单株皮棉重的相关遗传进度

高品质系数数量性状间的表型相关系数和遗传相关系数(表 4)表明, 两者方向相同, 多数性状间的表型相关系数略大于遗传相关系数。株铃数与单株皮棉重、果枝数均成极显著遗传正相关, 其它性状间的相关性未达到显著水平。单株皮棉重的遗传力较低, 可以考虑与其遗传相关性强且遗传力较高的性状的选择, 来提高单株皮棉重的选择效果。如按株铃数进行选择时, 对改进单株皮棉重有一定效果, 相对效率为 81.73%。至于选择其它 5 个产量或农艺性状, 对单株皮棉重的改进, 成效更小。主要因为该群体中株铃数与单株皮棉重的遗传相关系数最大, 其它因素与单株皮棉重的相关都不显著, 或成负相关。

含有单株皮棉重的选择指数, 其相对效率均比不含单株皮棉重的高。例如, 2~7 号、12~15 号、18~19 号均含单株皮棉重因素在内, 相对效率在 100.13%~112.29%, 而其余未包含单株皮棉重的选择指数, 相对效率为 34.95%~85.88%。在

未包含单株皮棉重的选择指数中,含有株铃数的相对效率均比不含株铃数的高。例如,8、9、11、16、17、20、22号指数,相对效率都在80%以上,10号和21号指数相对效率分别为34.95%和52.04%。这是因为在产量和农艺性状中,株铃数与单株皮棉重的遗传相关系数最大。指数式中包含的因素增多,其相对效率不一定比少数几个相关关系较大的因素式高。如2号指数只含有单株皮棉重和株铃数两个因素,而16~17、20~22号指数分别含有3~4个因素,但相对效率未超过前者。在22个指数式中以19号指数的相对效率最高,含有单株皮棉重、株铃数、果枝数和果节数等4个性状。表明综合考虑单株皮棉重及与其相关性的一些性状,比单纯对产量的选择效果要好。

表5 间接选择单株皮棉重的相关遗传进度及相对效率

Table 5 Correlated genetic advances and their relative efficiency for lint yield per plant in upland cotton

性状	遗传相 关系数	相关遗传进度		相对效 率/%
		5%	1%	
株铃数/个	0.75**	3.07	3.98	81.73
铃重/g	-0.28	-1.28	-1.66	-34.06
衣分/%	0.12	0.56	0.72	14.82
株高/cm	0.05	0.23	0.30	6.19
果枝数/个	0.32	1.36	1.77	36.24
果节数/个	0.26	1.08	1.40	28.75

表6 陆地棉高品质系单株皮棉重的选择指数

Table 6 Selection indices for lint yield per plant in upland cotton with high quality

编号	指数项目	选择指数式	遗传进	相对效
			度/5%	率/1%
1	皮棉重(x_1)	$I = x_1$	3.76	100.00
2	皮棉重+株铃数(x_2)	$I = 0.440x_1 + 0.127x_2$	3.89	103.45
3	皮棉重+铃重(x_3)	$I = 0.534x_1 - 0.539x_3$	3.80	101.14
4	皮棉重+衣分(x_4)	$I = 0.553x_1 - 0.015x_4$	3.77	100.14
5	皮棉重+株高(x_5)	$I = 0.552x_1 - 0.012x_5$	3.77	100.17
6	皮棉重+果枝数(x_6)	$I = 0.547x_1 + 0.041x_6$	3.76	100.13
7	皮棉重+果节数(x_7)	$I = 0.543x_1 + 0.008x_7$	3.77	100.26
8	株铃数+铃重	$I = 0.300x_2 - 0.592x_3$	3.13	83.25
9	株铃数+衣分	$I = 0.316x_2 - 0.014x_4$	3.08	81.79
10	铃重+衣分	$I = -1.187x_3 + 0.050x_4$	1.31	34.95
11	株铃数+果枝数	$I = 0.387x_2 - 0.577x_6$	3.18	84.70
12	皮棉重+株铃数+铃重	$I = 0.434x_1 + 0.119x_2 - 0.411x_3$	3.91	104.02
13	皮棉重+株铃数+衣分	$I = 0.442x_1 + 0.130x_2 - 0.038x_4$	3.89	103.62
14	皮棉重+铃重+衣分	$I = 0.538x_1 - 0.576x_3 - 0.034x_4$	3.81	101.28
15	皮棉重+株铃数+果枝数	$I = 0.429x_1 + 0.185x_2 - 0.436x_6$	3.93	104.78
16	株铃数+铃重+衣分	$I = 0.303x_2 - 0.626x_3 - 0.034x_4$	3.13	83.41
17	株铃数+果枝数+果节	$I = 0.389x_2 - 0.568x_6 - 0.002x_7$	3.18	84.72
18	皮棉重+株铃数+铃重+衣分	$I = 0.439x_1 + 0.120x_2 - 0.409x_3 - 0.049x_4$	3.92	104.14
19	皮棉重+株铃数+果枝数+果节数	$I = 0.429x_1 + 0.187x_2 + 0.431x_6 - 0.001x_7$	4.21	112.06
20	株铃数+衣分+果枝数+果节数	$I = 0.406x_2 - 0.059x_4 - 0.598x_6 - 0.008x_7$	3.20	85.11
21	铃重+衣分+果枝数+果节数	$I = -0.310x_3 + 0.085x_4 + 0.609x_6 + 0.019x_7$	1.96	52.04
22	株铃数+铃重+衣分+果枝数	$I = 0.379x_2 - 0.482x_3 - 0.058x_4 - 0.554x_6$	3.23	85.88

单株皮棉重与株铃数极显著正相关,与衣分正相关,与铃重负相关。表明对于长江流域棉区

3 结论和讨论

高品质系产量及产量性状的遗传变异潜力较大,纤维品质性状较小,与前文报道的结果一致^[4]。这与供试品系的选育方法有关。各世代只有达到中长绒陆地棉纤维品质标准的材料才保留下来,期间为避免优良产量基因的丢失,从 F_4 代起采用混合法,即同一家系内所有中选单株的种子混合收获。从而人为地控制了供试材料纤维品质的遗传变异,保留了产量及产量性状的遗传变异,为实现高品质高产的协调、结合提供了可能性。产量及产量性状中以衣分的广义遗传力最高,其次是铃重、株铃数,单株皮棉重最低。低酚棉品种也是以衣分和铃重的广义遗传力居前两位^[1-2],且朱乾浩报道的上述4个性状广义遗传力排序与本文完全一致^[1]。早熟陆地棉品种的广义遗传力排序为衣分>小区皮棉产量>铃重>株铃数^[3]。综上所述,产量及产量组分性状中以衣分的广义遗传力最高。其广义遗传力组成中一般以加性方差为主^[7-8],故衣分适于早期选择。纤维品质性状的广义遗传力高,说明高品质系纤维品质的变异主要受遗传因素控制,且多数报道认为是以加性效应为主^[9-10]。故纤维品质性状宜于早代选择。

高品质陆地棉品种的选育,着重提高株铃数、兼顾衣分、适当控制铃重的选育方法可能会取得较好

的效果。前人通过对长江流域棉区、黄河流域棉区、北疆特早熟棉区现代育成品种与过时品种的对比研究发现,现代品种产量的提高主要是通过株铃数和衣分的提高来实现^[11-13]。对单株皮棉重的选择指数分析表明,含有单株皮棉重的选择指数,其相对效率比不含单株皮棉重的高;并非随着所含性状数的增多,选择指数相对效率递增;相对效率高的指数式一般含有单株皮棉重及与其遗传相关性强的性状。因此,要进一步提高供试高品质系的产量性能,应对若干个与产量关系密切的性状同时考虑,进行综合选择,其中以单株皮棉重、株铃数、果枝数和果节数结合起来选择效果最佳。

参考文献:

- [1] 朱乾浩. 低酚棉若干数量性状遗传初步研究[J]. 中国棉花, 1991, 18(2): 13-15.
ZHU Qian-hao. A preliminary study of genetics of quantitative characters in glandless cotton[J]. China Cotton, 1991, 18(2): 13-15.
- [2] 马峙英, 张桂寅, 刘占国, 等. 低酚棉品种资源遗传变异的研究[J]. 河北农业大学学报, 1992, 15(3): 1-5.
MA Zhi-ying, Zhang Gui-yin, Liu Zhan-guo, et al. Study on genetic variability of germplasm resources of low gossypol cotton[J]. Journal of Hebei Agricultural University, 1992, 15(3): 1-5.
- [3] 田菁华. 早熟陆地棉主要性状的遗传力及遗传进度的研究[J]. 遗传, 1983, 5(1): 15-16.
TIAN Jing-hua. Studies on heritability and genetic advance of the main characters in early upland cotton[J]. Hereditas, 1983, 5(1): 15-16.
- [4] 汤飞宇, 程 锦, 黄文新, 等. 高品质陆地棉复交品系主要经济性状变异与相关分析[J]. 作物杂志, 2008(5): 16-18.
TANG Fei-yu, Cheng Jin, Huang Wen-xin, et al. Analysis of variation and correlation of main economic characters in upland cotton multiple cross strains with high quality[J]. Crops, 2008(5): 16-18.
- [5] 孔繁玲. 植物数量遗传学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 160-251.
KONG Fan-ling. Quantitative genetics in plants[M]. Beijing: China Agricultural University Press, 2006: 160-251.
- [6] 马育华, 盖钧镒. 江淮下游地区大豆地方品种的初步研究. II 数量性状的遗传变异[J]. 遗传学报, 1979, 6(3): 331-338.
MA Yu-hua, Gai Jun-yi. Preliminary studies on the local varieties of soybean in lower Yangtze River and Huai valleys. II genetic variability of quantitative characters of soybean varieties[J]. Acta Genetica Sinica, 1979, 6(3): 331-338.
- [7] 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 of main traits of Bt transgenic cotton sGK9708 crossed with different types[J]. Cotton Science, 2003, 15(6): 323-327.
- [8] 汤飞宇, 程 锦, 黄文新, 等. 高品质陆地棉与不同类型品种杂种的遗传及优势分析[J]. 棉花学报, 2008, 20(3): 170-173.
TANG Fei-yu, Cheng Jin, Huang Wen-xin, et al. 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.) [J]. Cotton Science, 2008, 20(3): 170-173.
- [9] 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.
ZHANG Zheng-sheng, Li Xian-bi, Liu Da-jun, et al. Study on heterosis utilization of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) lines with high fiber quality[J]. Cotton Science, 2002, 14(5): 264-268.
- [10] 宋美珍, 喻树迅, 范术丽, 等. 短季棉主要农艺性状的遗传分析[J]. 棉花学报, 2005, 17(2): 94-98.
SONG Mei-zhen, Yu Shu-xun, Fan Shu-li, et al. Genetic analysis of main agronomic traits in short season upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) [J]. Cotton Science, 2005, 17(2): 94-98.
- [11] 张德贵, 孔繁玲, 张群远, 等. 建国以来我国长江流域棉区棉花品种的遗传改良. I 产量及产量组分性状的改良[J]. 作物学报, 2003, 29(2): 208-215.
ZHANG De-gui, Kong Fan-ling, Zhang Qun-yuan, et al. Genetic improvement of cotton varieties in the Yangtze Valley in China since 1950s. I improvement on yield and yield components[J]. Acta Agronomica Sinica, 2003, 29(2): 208-215.
- [12] 孔繁玲, 姜保功, 张群远, 等. 建国以来我国黄淮棉区棉花品种的遗传改良. I 产量及产量组分的改良[J]. 作物学报, 2000, 26(2): 148-156.
KONG Fan-ling, Jiang Bao-gong, Zhang Qun-yuan, et al. Genetic improvement of cotton varieties in the Huang-huai region in china since 1950s. I improvement on yield and yield components[J]. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(2): 148-156.
- [13] 褚贵新, 孙 杰, 刁 明, 等. 北疆特早熟棉区棉花品种更替过程中棉铃发育特性的研究[J]. 棉花学报, 2002, 14(1): 17-21.
CHU Gui-xin, Sun Jie, Diao Ming, et al. Study on characteristics of cotton boll development among cotton varieties from different areas in northern Xinjiang[J]. Cotton Science, 2002, 14(1): 17-21.