

## 陆海杂种高代回交自交系纤维细度性状相关性分析

李 莲, 石玉真, 李俊文, 唐淑荣, 刘爱英, 于霁雯, 褚 平, 袁有禄\*

(中国农业科学院棉花研究所, 农业部棉花遗传改良重点实验室, 河南 安阳 455000)

**摘要:**利用陆地棉 34B 与海岛棉 Giza70 杂交所得的稳定的高代回交自交系  $BC_2F_{4,6}$ 、 $BC_2F_{4,7}$  家系,开展了三个环境下纤维细度等品质性状的相关分析。结果表明:1) 纺纱均匀指数与长度、整齐度、比强度呈极显著正相关,与伸长率呈极显著负相关。纤维长度和比强度间均存在极显著的正相关,与伸长率呈极显著负相关。2) HVI 900 测定的麦克隆值与比强度和纺纱均匀指数呈极显著负相关;成熟度比率与麦克隆值呈显著或极显著正相关,与线密度呈极显著负相关,与其它性状间的相关性三个环境下都不一致;线密度与纺纱均匀指数呈极显著正相关,与长度、比强度均达到极显著或显著负相关,与整齐度不相关,与伸长率为负相关。相对而言,线密度与各性状的相关性要比 HVI 900 测定的麦克隆值和成熟度比率稳定,受环境影响小,有必要进一步加强对线密度的选择及深入研究。

**关键词:**陆地棉;海岛棉;高代回交自交系;纤维细度;相关分析

**中图分类号:**S562.035 **文献标识码:**A

**文章编号:**1002-7807(2009)05-0356-05

## Correlation Analysis on Fiber Fineness-related Traits in Advanced Backcross Lines between Upland Cotton (*G. hirsutum* L.) and Island Cotton (*G. barbadense* L.)

LI Lian, SHI Yu-zhen, LI Jun-wen, TANG Shu-rong, LIU Ai-ying, YU Ji-wen, CHU Ping, YUAN You-lu\*

(Cotton Research Institute of The Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Cotton Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Anyang, Henan 455000, China)

**Abstract:** The stable  $BC_2F_{4,6}$ ,  $BC_2F_{4,7}$  lines, which were obtained from combination between 34B and Giza70 and backcrossed with 34B as recurrent parent, were used to analyse the correlation of fiber fineness related traits under three environments. The results showed: firstly, spinning uniformity index was significantly positive correlated with fiber length, uniformity and strength; significantly negative correlated with elongation. Fiber length was significantly positive correlated with strength, significantly negative correlated with elongation. And the correlation analysis indicated that it was possible to produce long, strong and good elongation fiber. Secondly, micronaire tested by HVI 900 was significantly negative correlated with strength and spinning uniformity index, maturity ratio was significantly positive correlated with micronaire, significantly negative with fiber linear density and maturity ratio were inconsistently correlated with other fiber traits under three environments. Fiber linear density was significantly positive correlated with spinning uniformity index, significantly negative correlated with length and strength, not significant with fiber uniformity, and negative with elongation. These indicated that linear density was more stable than micronaire and maturity ratio, so it is neces-

收稿日期: 2008-01-11

作者简介: 李莲(1982-),女,硕士研究生, lilian409@163.com; \* 通讯作者, yuanyl@cricaas.com.cn.

基金项目: 国家 973 项目(2004CB117306, 2004—2009)

sary to strengthen the study of linear density.

**Key words:** *G. hirsutum* L.; *G. barbadense* L.; advanced backcross lines; fiber fineness; correlation analysis

随着纺织工业的发展和人民生活水平的提高,对棉花纤维品质性状,特别是对纤维强度、细度提出了更高的要求,要求培育出更强、更细和更整齐的棉花新品种<sup>[1-3]</sup>。目前普遍采用克隆值作为纤维细度的评价指标,它是纤维细度和成熟度的综合反映<sup>[4]</sup>,但是目前三者之间的关系还不明确。海岛棉具有优良的纤维品质特性,而陆地棉具有良好的丰产性状。本研究主要利用陆地棉 34B 与海岛棉 Giza70 杂交后代与陆地棉回交所得的稳定的高代回交重组自交系,开展纤维品质性状的相关性研究,特别是纤维细度与各性状间的关系,为纤维品质性状的同步改良提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

选用陆地棉 34B 与海岛棉 Giza70 杂交,  $F_1$  与陆地棉亲本连续回交 2 次,得到  $BC_2F_1$ , 连续自交 3 次获得  $BC_2F_4$ , 选单株自交获得  $BC_2F_{4,6}$  高世代回交自交系 146 个。这些材料均由新墨西哥州立大学棉花遗传及育种研究室提供,利用这些材料进行了 2 年 3 点的试验。

### 1.2 方法

2005 年夏季在河南安阳中国农科院棉花研究所试验地种植  $BC_2F_{4,6}$  和对照(4 月 28 日播种), 单行种植, 共 148 行(包括对照材料海岛棉 Giza 75 和陆地棉 SG 7474), 行长 8 m, 行距 0.8 m, 株距 0.25 m, 2 次重复; 2006 年在安阳两个环境下种植  $BC_2F_{4,7}$  146 个家系, 3 个陆地棉对照(SG 7474、中棉所 41 和中棉所 45)以及 1 个海岛棉对照(Giza 75), 共 150 个材料。一个环境是在自然条件下种植(A 环境, 4 月 28 日播种), 另一环境是播种后覆盖地膜(B 环境, 4 月 18 日播种)。每个环境设 2 次重复。每个小区单行种植, 行长 8 m, 行距 0.8 m, 株距 0.25 m, 管理同大田。所有  $BC_2F_{4,6}$  家系、 $BC_2F_{4,7}$  家系及对照混收 30 铃测定纤维品质。纤维样品送农业部棉花品质监督检验测试中心进行品质测定。25 g 以上的样品直接用 HVI 900 测定, 包括纤维长度、比强度、克隆值、伸长率、整齐度、反射率、黄度和纺纱均匀指数。取纤维样品 5 g 用 WIRA 细度/成熟度电

子测试仪测定克隆值、线密度和成熟度比率。

从 2005(正常播种)、2006A(正常播种)、2006B(地膜覆盖)三环境所得的纤维样品中, 每一环境下随机选取 5 个样品用 WIRA 细度/成熟度电子测试仪进行多次测定。

采用 SPSS 11.5 软件对  $BC_2F_{4,6}$ 、 $BC_2F_{4,7}$  家系的品质数据进行表型相关分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 WIRA 细度/成熟度电子测试仪的稳定性测试

从三个环境的样品中随机抽取 5 个, 用 WIRA 细度/成熟度电子测试仪连续测定 9 次, 对所测得的克隆值、线密度、成熟度比率分别进行分析。从表 1 可以看出, 用细度/成熟度电子测试仪所测 5 个样品的变异系数最小的是克隆值, 其次是线密度和成熟度比率。克隆值的变异系数在 1.92% 以下, 线密度的变异系数在 4.43% 以下, 成熟度比率的变异系数相对较大, 为 4.67%~7.10%。

从以上分析可以看出, 用 WIRA 细度/成熟度电子测试仪测定的克隆值和线密度的波动都比较小, 用该仪器测试的数据稳定性好; 成熟度比率的变异系数虽然比其它两个性状大, 但也在 10% 以下, 在检验要求的范围内。因此, 用 WIRA 细度/成熟度电子测试仪测定的三个性状的值是比较稳定的、有效的。

### 2.2 三个环境下纤维细度相关品质性状的表型相关分析

对 2005 年种植的  $BC_2F_{4,6}$  家系和 2006 年 A、B 两个环境种植的  $BC_2F_{4,7}$  家系的主要纤维品质性状纤维长度、整齐度、克隆值 1、纤维强度、伸长率、纺纱均匀指数及由 WIRA 细度/成熟度电子测试仪测定的克隆值 2、线密度和成熟度比率两组对应的数据进行了表型相关分析, 结果如表 2 所示。

**2.2.1 HVI 900 测得的克隆值与纤维细度/成熟度电子测试仪测定的克隆值的比较分析。** 由 HVI 900 测得的克隆值与纤维细度/成熟度电子测试仪测定的克隆值在三个环境下相关系数在 0.662~0.873 之间, 均达到极显著正相关,

表明两台仪器测试的结果基本一致。

**2.2.2 麦克隆值、线密度、成熟度比率三者的关系。** 麦克隆值1与纤维线密度和成熟度比率的相关性在三个环境下均达到显著或极显著正相关, 相关系数的变异范围分别为 0.531~0.719, 0.211~0.364; 麦克隆值2与纤维线密度和成熟度比率的相关性均达极显著正相关, 相关系数的变异范围分别为 0.644~0.773, 0.335~0.432。

并且两个麦克隆值与纤维线密度和成熟度比率的相关性在三个环境下是基本稳定的, 均达到显著差异, 线密度和成熟度比率的提高均可导致麦克隆值的提高。相比较而言, 线密度与麦克隆值的相关性比成熟度比率更高一些, 线性回归分析也得到同样结果。纤维成熟度比率与与线密度的相关性非常稳定, 三环境下均达到极显著负相关, 相关系数的变异范围分别为-0.229~-0.338。

表1 随机抽取样品纤维品质性状的表现

Table 1 The performance of fiber quality traits in random samples

性状	样品	平均值±标准差	变幅	CV/%
麦克隆值	1	4.57±0.065	4.46~4.66	1.42
	2	4.94±0.095	4.76~5.02	1.92
	3	6.10±0.071	5.99~6.22	1.16
	4	4.19±0.055	4.09~4.26	1.31
	5	4.17±0.050	4.09~4.23	1.20
成熟度比率	1	0.68±0.048	0.61~0.75	7.10
	2	1.03±0.066	0.94~1.12	6.40
	3	0.67±0.036	0.62~0.71	5.37
	4	0.81±0.040	0.74~0.87	4.93
	5	0.60±0.028	0.56~0.65	4.67
线密度	1	250.87±11.11	238.56~267.94	4.43
	2	195.39±8.32	186.28~206.75	4.26
	3	350.12±6.18	340.32~359.89	1.77
	4	198.69±6.46	189.64~208.77	3.25
	5	248.51±8.29	234.37~258.83	3.33

表2 三个环境下纤维品质性状间的相关系数及显著性

Table 2 Correlation coefficients and its significance among fiber qualities in three environments

性状	长度	整齐度	麦克隆值1	比强度	伸长率	纺纱指数	麦克隆值2	线密度
整齐度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	0.437**	.	.	.	.	.	.	.
整齐度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	0.224**	.	.	.	.	.	.	.
整齐度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	0.059	.	.	.	.	.	.	.
麦克隆值 1BC <sub>2</sub> F <sub>4,8</sub>	-0.141	-0.027	.	.	.	.	.	.
麦克隆值 1BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	-0.276**	-0.051	.	.	.	.	.	.
麦克隆值 1BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	-0.290**	0.203*	.	.	.	.	.	.
比强度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	0.657**	0.419**	-0.229*	.	.	.	.	.
比强度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	0.581**	0.395**	-0.378**	.	.	.	.	.
比强度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	0.651**	0.025	-0.445**	.	.	.	.	.
伸长率 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	-0.513**	-0.338**	-0.251**	-0.721**	.	.	.	.
伸长率 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	-0.265**	-0.249**	-0.233**	-0.523**	.	.	.	.
伸长率 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	-0.391**	-0.024	-0.110	-0.564**	.	.	.	.
纺纱指数 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	.	.	.	.	.	.	.	.
纺纱指数 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	0.661**	0.641**	-0.624**	0.834**	-0.289**	.	.	.
纺纱指数 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	0.696**	0.423**	-0.574**	0.823**	-0.340**	.	.	.
麦克隆值 2BC <sub>2</sub> F <sub>4,8</sub>	-0.237**	-0.026	0.873**	-0.293**	-0.143	.	.	.
麦克隆值 2BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	-0.221**	0.098	0.749**	-0.187*	-0.132	-0.381**	.	.
麦克隆值 2BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	-0.291**	0.195*	0.662**	-0.303**	-0.075	-0.372**	.	.
线密度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	-0.263**	-0.035	0.659**	-0.206**	-0.147	.	0.773**	.
线密度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	-0.371**	-0.050	0.719**	-0.224**	-0.119	-0.490**	0.644**	.
线密度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	-0.257**	0.110	0.531**	-0.183*	-0.174*	-0.297**	0.695**	.
成熟度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,6</sub>	0.040	0.022	0.364**	-0.104	-0.023	.	0.383**	-0.284**
成熟度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7a</sub>	0.181*	0.153	0.325**	-0.032	-0.187*	-0.030	0.335**	-0.229**
成熟度 BC <sub>2</sub> F <sub>4,7b</sub>	-0.083	0.072	0.211*	-0.211*	0.144	-0.168	0.432**	-0.338**

**2.2.3 麦克隆值、线密度、成熟度比率与其它品质性状间的相关性。**麦克隆值 1 与长度、整齐度、伸长率的相关性不稳定,三个环境下表现不一致。与长度的相关性,在 2005 年环境下不相关,2006 年两环境下均为极显著负相关;与整齐度的相关性,在 2005 和 2006A 环境下不相关,在 2006B 环境下显著正相关;与伸长率的相关性,在 2005 和 2006A 环境下达到极显著负相关,2006B 环境下不相关。与比强度达到显著或极显著负相关,与纺纱均匀指数在同年份内两环境下达到极显著负相关。麦克隆值 2 与长度、比强度、纺纱均匀指数达到显著或极显著负相关,与伸长率不相关,与整齐度的相关性三环境下不稳定,在 2005 和 2006A 环境下不相关,在 2006B 环境下显著正相关。从以上分析可以看出,麦克隆值 2 与纤维品质各性状的关系要比麦克隆值 1 稳定得多。

纤维线密度与长度、比强度在三个环境下均达到极显著或显著负相关,与纺纱均匀指数在同年份内两个环境下达到极显著负相关,与整齐度三环境下均不相关,与伸长率均为负相关,但只在 2006B 环境下达到显著负相关。

纤维成熟度比率与整齐度在三个环境下均不相关,与纺纱均匀指数同年份内两个环境下不相关,与长度、比强度、伸长率的关系不稳定,三个环境下表现不一致。与长度的相关性,在 2005 年环境下为不相关,2006A 环境下为显著正相关,2006B 环境下为负相关;与比强度的相关性在三环境下均为负相关,但只有 2006B 环境下达到了显著负相关;与伸长率的相关性在 2005 年环境下为负相关,在 2006A 环境下达到了显著负相关,2006B 环境下为正相关。

总之,纤维线密度和麦克隆值 2 与各性状的相关性三个环境下更一致,比麦克隆值 1 和成熟度比率更稳定,有必要逐渐将纤维线密度作为评价纤维细度相关性状关系的指标。

**2.2.4 主要纤维品质性状间的相关性。**纺纱均匀指数(2005 年数据缺失)与长度、整齐度、比强度在同年份内两环境下呈极显著正相关,其中与比强度的相关性最高,可达 0.834 和 0.823,与伸长率呈极显著负相关。纤维长度与比强度呈极显著正相关,与伸长率呈极显著负相关,与整齐度的相关性三环境下并不一致,在 2005 和 2006A 环境下均呈极显著正相关,在 2006B 环境下不相关,可能存在与环境的互作效应。比强度与各性

状的相关性与长度的基本一致。

### 3 结论与讨论

目前,对纤维细度的检测,主要是把 HVI 900 测定的麦克隆值作为评价指标,而实际上麦克隆值是纤维细度和成熟度的综合指标。在本研究中,用 WIRA 细度/成熟度电子测试仪测定的麦克隆值、线密度和成熟度比率的变异系数都在标准的波动范围内,所测定的值是比较稳定的,并且纤维线密度和麦克隆值 2 与各性状的相关性均比较稳定。因此,在以后的研究中应加大对 WIRA 细度/成熟度电子测试仪的应用。

现代分子数量遗传的研究表明棉花纤维品质性状属典型的多基因数量性状遗传<sup>[5-6]</sup>。研究纤维品质性状的表型相关对指导品质性状的遗传改良也有重要的参考作用。邵艳华等<sup>[7]</sup>利用  $F_2$  和  $F_{2,3}$  家系分离世代对纤维细度的相关性状进行了研究,认为在纤维线密度上存在一对主基因,表型相关分析表明线密度与各性状的相关要比麦克隆值和成熟度比率稳定,受环境影响小。本研究利用更为稳定的陆海杂交高代回交重组自交系  $BC_2F_{4,6}$  和  $BC_2F_{4,7}$  进行 2 年 3 点的试验,重点对前人研究比较少的纤维细度和纺纱均匀指数等品质性状进行了表型相关分析。结果表明:(1)纺纱均匀指数(2005 年数据缺失)与长度、整齐度、比强度在同年份内两环境下均达到极显著正相关,其中与比强度的相关性最高,可达 0.834 和 0.823,与伸长率呈极显著负相关,这与前人的结果基本一致<sup>[7-8]</sup>。纤维长度和比强度间均存在极高的正相关,与伸长率达到极显著负相关,这可能与一因多效或较紧密的连锁有关。三个环境下的数据变化表明,纤维长、强度好、纤维伸长率小等性状易聚合到一起。利用该群体家系材料进一步加强纤维品质的分子标记研究,利用其不随环境变化的优点,通过紧密连锁的分子标记选择相关性状可减少环境的影响,提高选择效率<sup>[9]</sup>。(2)HVI 900 测定的麦克隆值与比强度和纺纱均匀指数呈极显著负相关;成熟度比率与麦克隆值呈显著或极显著正相关,与线密度呈极显著负相关,与其它性状间的相关性三个环境下都不一致,这可能与成熟度比率受环境影响较大有关,导致其与各性状的相关性在三个环境下差异比较大;线密度与纺纱均匀指数在同年份内两个环境下均达到极显著正相关,与长度、比强度均达到极显著或

显著负相关,与整齐度三环境下均不相关,与伸长率均为负相关。相对而言,线密度与各性状的相关性要比 HVI 900 测定的麦克隆值(WIRA 细度/成熟度电子测试仪测定的麦克隆值与各性状的关系也比较稳定)和成熟度比率稳定,这与邵艳华等<sup>[10]</sup>的研究结果基本一致,有必要进一步加强对线密度的选择及深入研究。

#### 参考文献:

- [1] DEUSSEN H. Improved cotton fiber properties: the textile industry's key to success in global competition [C]// Proceedings from Cotton Fiber Cellulose, Structure, Function, and Utilization Conference, Memphis, TN; National Cotton Council of American, 1992:43-64.
- [2] MACDONALD A G. Fiber needs for textile consumer [C] // Proc Belt Wide Cotton Prod Res Conf. Memphis, TN; National Cotton Council of American, 1997:1235.
- [3] 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.  
XIANG Shi-kang, Yu Nan, Hu Yu-chang, et al. Discussion on the current situation of cotton quality in China[J]. Cotton Science, 1999, 11(1): 1-10.
- [4] JOSEPH G M, Terri Jr M, Von H, et al. Relationships between micronaire, fineness, and maturity Part II. experimental[J]. The Journal of Cotton Science, 2005, 9: 89-96.
- [5] KOHEL R J, Yu J, Park Y H, et al. Molecular mapping and characterization of traits controlling fiber quality in cotton [J]. Euphytica, 2001, 121: 163-172.
- [6] ULLOA M, Meredith W R, Jr. Genetic linkage map and QTL analysis of agronomic and fiber quality traits in an intraspecific population [J]. The Journal of Cotton Science, 2000, 4: 161-170.
- [7] 周宝良,朱协飞,郭旺珍,等.棉花高品质种质系杂交后代纤维品质性状间的偏相关分析[J].棉花学报, 2006, 18(6): 352-356.  
ZHOU Bao-liang, Zhu Xie-fei, Guo Wang-zhen, et al. Partial correlation analysis for fiber traits of offspring from hybrid between upland cotton Sumian 12 and J381, J415 with high quality introgressed from *G. anomalum* L. [J]. Cotton Science, 2006, 18(6): 352-356.
- [8] 周桃华,张海鹏.陆地棉纤维品质性状的相关性研究[J].安徽农学通报,2005,11(6):34-35.  
ZHOU Tao-hua, Zhang Hai-peng. Correlation analysis on fiber quality characters of upland cotton [J]. Anhui Agriculture Science Bull, 2005, 11(6): 34-35.
- [9] 袁有禄,张天真,郭旺珍,等.棉花纤维品质性状的遗传稳定性研究[J].棉花学报,2002,14(2):67-70.  
YUAN You-lu, Zhang Tian-zhen, Guo Wang-zhen, et al. Genetic stability of fiber qualities in upland cotton [J]. Cotton Science, 2002, 14(2): 67-70.
- [10] 邵艳华,李俊文,唐淑荣,等.陆地棉纤维细度相关性状的遗传及相关性分析[J].棉花学报,2007,20(4): 289-294.  
SHAO Yan-hua, Li Jun-wen, Tang Shu-rong, et al. Genetic and correlation analysis on fiber fineness-related traits in upland cotton [J]. Cotton Science, 2007, 20(4): 289-294. ●