

## 陆地棉产量组分对主要纤维品质性状的贡献分析

梅拥军<sup>1</sup>, 朱军<sup>2</sup>, 张利莉<sup>1</sup>, 郭伟锋<sup>1</sup>, 胡守林<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>塔里木大学植物科技学院, 新疆阿拉尔 843300; <sup>2</sup>浙江大学农学系, 杭州 310029)

**摘要:**【目的】阐明陆地棉产量组分对纤维品质性状的贡献, 指导纤维品质性状的间接选择。【方法】采用加性-显性-母性及其与环境互作的遗传模型, 对5个陆地棉亲本及其F<sub>1</sub>代20个组合产量组分和3个主要纤维品质性状的2年资料, 利用估算条件方差分量和预测条件遗传效应值的统计方法进行了贡献分析。【结果】3个产量组分对3个品质性状均有极显著的加性贡献(贡献率在12%~76%); 铃重对马克隆值有较高的显性贡献( $CR_D=58%$ ); 铃数和衣分对纤维长度的母性遗传方差贡献率最高( $CR_M=100%$ ), 而铃重对纤维长度的母性效应却有抑制作用( $CR_M=-60%$ )。衣分对纤维长度的显性与环境互作遗传方差的贡献率、铃重和衣分对马克隆值的母性与环境互作遗传方差的贡献率较大(贡献率分别为 $CR_{DE}=47%$ 、 $CR_{ME}=56%$ 和 $CR_{ME}=33%$ ), 衣分对纤维长度的母性与环境互作遗传方差却有较大的抑制作用(贡献率为 $CR_{ME}=-83%$ ); 铃数对纤维强度、铃重对马克隆值分别有较大的显性与环境互作抑制作用(贡献率分别为 $CR_{DE}=-40%$ 和 $CR_{DE}=-87%$ )。对纤维品质性状加性、母性效应贡献最大的产量组分性状因不同亲本而异; 亲本3的铃重、亲本5的铃数对其纤维长度的加性效应有最大的加性贡献, 亲本3的铃数、亲本5的铃重对其纤维强度加性效应有最大的加性贡献, 亲本3、5的铃数对其马克隆值有负向最大的加性贡献; 多数杂交组合马克隆值的显性效应主要受铃重影响。【结论】陆地棉3个产量组分分别对3个品质性状各遗传组分的贡献率大小存在较大差异, 并且不同组合及其亲本3个产量组分对3个品质性状不同遗传组分贡献的效应值因亲本和组合而异。

关键词: 陆地棉; 产量组分性状; 纤维性状; 加性-显性-母性模型; 贡献分析

## Analysis on Contribution of Yield Components to Main Fiber Traits in Upland Cotton (*Gossypum hirsutum* L.)

MEI Yong-jun<sup>1</sup>, ZHU Jun<sup>2</sup>, ZHANG Li-li<sup>1</sup>, GUO Wei-feng<sup>1</sup>, HU Shou-lin<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>College of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar 843300;

<sup>2</sup>Agronomy Department, Zhejiang University, Hangzhou 310029)

**Abstract:** 【Objective】An experiment was carried in 2003-2004 to elucidate the contribution from 3 yield components to 3 fiber traits for indirect selection fiber traits. 【Method】Using additive-dominance-maternal genetic model (ADM model) which considered genotype × environment interaction effects (GE) in F<sub>1</sub> intraspecific (*Gossypum hirsutum* L.) hybrids of (5×5) complete diallel cross for two years, the contribution ratios and contribution effects were analyzed from 3 yield components to 3 fiber traits. 【Results】There were highly significant additive effects contribution from 3 yield component traits to 3 fiber traits ( $CR_A$ S ranging from 12% to 76%), and boll weight had high dominance contribution ratio on micronaire ( $CR_D=58%$ ). Both boll number and lint percentage had most high maternal effects contribution ratio on fiber length ( $CR_M=100%$ ), while boll weight had a constraint effect on maternal effects of fiber length ( $CR_M=-60%$ ). There was a large contribution of dominance by environment interaction effects of lint percentage on fiber length, and maternal by environment interaction effects of boll weight and lint percentage on fiber length ( $CR_{DE}=47%$ ,  $CR_{ME}=56%$  and  $CR_{ME}=33%$ ), and constraint maternal by environment interaction effects of lint percentage on fiber length ( $CR_{ME}=-83%$ ). There was a high dominance by environment interaction contribution effects of boll number on fiber strength

收稿日期: 2005-03-15; 接受日期: 2005-09-07

基金项目: 塔里木大学校长基金重点资助项目(2004-01)

作者简介: 梅拥军(1968-), 男, 湖北黄梅人, 副教授, 研究方向为作物育种教学和棉花育种。Tel: 0997-4680929; E-mail: xnmeiyj@yahoo.com.cn

and boll weight on micronaire ( $CR_{DES}$  were  $CR_{DE} = -40\%$  and  $CR_{DE} = -87\%$ ). Any individual parent could have the most contributions of additive and maternal effects due to yield component traits on fiber traits. There were most additive contributions on fiber length of these parents from boll weight of parent 3, boll number of parent 5, and on fiber strength from boll number of parent 3 and boll weight of parent 5, and negative largest additive contribution on micronaire from boll number of parents 3 and 5. The dominant effects of micronaire were mainly influenced by boll weight for many crosses. 【Conclusion】 There existed large different contribution ratios from 3 yield components to 3 fiber traits, and any individual cross and parent could have the different genetic components contributions due to yield component traits on fiber traits.

Key words: Upland cotton; Yield components; Fiber traits; Additive-dominance-maternal model; Contribution analysis

## 0 引言

【本研究的重要意义】棉花的纤维品质性状测试费用较高，利用农艺性状对品质性状进行间接选择，可以提高品质性状选择的效率。每一个亲本和杂交组合的遗传存在很大区别，因此，对任一亲本和后代，用来间接选择的性状也会有所不同。【前人研究进展】许多学者<sup>[1~7]</sup>已对陆地棉产量和品质性状的遗传、配合力和杂种优势进行了分析。陆地棉产量性状存在着显著的加性效应<sup>[8~10]</sup>。郭介华<sup>[10]</sup>估计了 8 个产量性状的基因效应主要是加性效应。陆地棉产量性状存在着优势<sup>[3, 6, 10~12]</sup>。马藩之等<sup>[13]</sup>和韩祥铭等<sup>[14]</sup>的研究表明，陆地棉纤维品质的遗传主要受加性效应控制。Marani A<sup>[1]</sup>、Meredith 等<sup>[3]</sup>、王学德等<sup>[4]</sup>、Stella Galanopoulou-Sendouca S 等<sup>[7]</sup>、Miller P A 等<sup>[15]</sup>研究了陆地棉及陆海杂种的杂种优势，指出陆地棉品种间杂种具有较低的优势，陆海杂种的纤维品质性状接近海岛棉；吴吉祥等<sup>[16]</sup>认为纤维长度、纤维强度、马克隆值受到基因型×环境互作效应的影响。由于分析方法的局限，以上研究均没有分析对个性状表型值的选择对另个性状遗传组分的影响。【本研究切入点】朱军提出的条件方差分析方法<sup>[17]</sup>能分析某一个发育阶段的净遗传效应，且可将净效应分解为加性、显性等遗传分量。该方法已用于分析老鼠、陆地棉<sup>[18, 19]</sup>等生物特定时间段内基因表达的净遗传效应；Yan 等<sup>[20, 21]</sup>采用复合区间作图法和条件分析方法对水稻 DH 群体进行了 QTL 定位研究。条件方差分析方法还能分析某一性状的表型值对另一性状遗传组分的净贡献<sup>[17]</sup>，这对于评价亲本和组合的性状间的相互影响比用其它分析方法对单一性状的分析能提供更多信息，也为目标性状的间接选择提供了一种有效的方法，但该方法在分析常规性状间的遗传贡献还没有得到广泛应用。【拟解决的关键问题】本文应用朱军提出的条件和非条件方差分析方法<sup>[17, 22~24]</sup>对陆地棉 5×5 双列杂交 F<sub>1</sub> 3 个产量组分和 3 个主要品质性状的 2 年资料进行遗传贡献分析，研

究陆地棉产量组分对 3 个纤维品质性状的贡献，为陆地棉品质性状的间接选择提供指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料和田间试验方法

本试验于 2003~2004 年在新疆阿拉尔塔里木大学农业试验站进行。选用 (1) 中棉所 35、(2) 贝尔斯诺 (美国引进)、(3) 吉尔吉斯 (前苏联品种)、(4) ND9804、(5) 98106 为亲本，按完全双列杂交遗传设计配制 20 个杂交组合，于 2003 年 4 月 21 日和 2004 年 4 月 19 日分别种植 5 个亲本及其 20 个 F<sub>1</sub> 组合。田间亲本及其 F<sub>1</sub> 随机区组设计，2 年均均为 2 次重复，每个小区 4 行，行长 2.50 m (0.60 m+0.30 m+0.55 m+0.30 m) 地膜覆盖种植，株距 12.5 cm，田间管理同大田。每小区收获 20 株籽棉。测定性状有：衣分 (%)、铃重 (g) 和单株铃数 (个)。用 HVI900 系列测定每个小区棉株中部皮棉样品的 2.5% 跨长 (mm)、比强度 (cN/tex) 和马克隆值 3 项纤维品质指标。

### 1.2 遗传模型与统计分析方法

以小区平均值为单位，采用包括基因型×环境互作的加性-显性-母性遗传模型分析。表型值可以分解为：

$$y = \mu + E + A + D + M + AE + DE + ME + \varepsilon$$

其中： $\mu$  为群体均值， $E$  为环境效应， $E \sim N(0, V_E)$ ； $A$  为加性效应， $A \sim N(0, V_A)$ ； $D$  为显性效应， $D \sim N(0, V_D)$ ； $M$  为母性效应， $M \sim N(0, V_M)$ ； $AE$  为加性与环境互作效应， $AE \sim N(0, V_{AE})$ ； $DE$  为显性与环境互作效应， $DE \sim N(0, V_{DE})$ ； $ME$  为母性与环境互作效应， $ME \sim N(0, V_{ME})$ ； $\varepsilon$  为剩余， $\varepsilon \sim N(0, V_\varepsilon)$ 。

运用混合线性模型<sup>[17, 22~24]</sup>估算产量组分性状对纤维品质性状的各项遗传效应分量贡献率 ( $CR_{A(C \rightarrow T)}$ ) = 产量组分性状对纤维品质性状的加性效应贡献率， $CR_{D(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对纤维品质性状的显性效应贡献率， $CR_{M(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对纤维品质性状的母性效应贡献率， $CR_{AE(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对纤维品质

性状的加性×环境互作效应贡献率,  $CR_{DE(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对纤维品质性状的显性×环境互作效应贡献率,  $CR_{ME(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对品质性状的母性×环境互作效应贡献率,  $CR_{P(C \rightarrow T)}$  = 产量组分性状对纤维品质性状的表现型贡献率), 预测纤维品质性状的遗传效应值及产量组分性状对纤维品质性状贡献的遗传效应值 ( $A_i$  = 第*i*个亲本纤维品质性状的加性效应,  $A_{i(C \rightarrow T)}$  = 第*i*个亲本的产量组分性状对纤维品质性状贡献的加性效应值;  $D_{ij}$  = 组合*i*×*j* 品质性状的显性效应,  $D_{ij(C \rightarrow T)}$  = 组合*i*×*j*的产量组分性状对纤维品质性状贡献的显性效应值;  $M_i$  = 第*i*个亲本纤维品质性状的母性效应,  $M_{i(C \rightarrow T)}$  = 第*i*个亲本的产量组分性状对纤维品质性状贡献的母性效应值)。运用QGA Station分析软件分析遗传群体的各项遗传参数。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量组分对纤维品质性状的贡献率分析

3 个产量组分对 3 个纤维性状的表型贡献率在 -15% ~ 48% 之间(表 1), 表明这 3 个产量组分分别对 3 个纤维性状的表现型有不同程度的贡献。加性贡献较大的有铃数对纤维长度( $CR_A=0.62$ )、铃重和铃数对纤维强度( $CR_A$  分别为 0.44、0.40)、铃重和铃数对马克隆值( $CR_A=0.42$  和  $CR_A=0.76$ ), 说明对杂种后代铃数的选择可间接选择纤维长度、强度和马克隆值, 对铃重的选择也可间接选择纤维强度和马克隆值。铃重、铃数和衣分对马克隆值有极显著的显性贡献率( $CR_D$  分别为 0.58、0.51、0.24), 说明对杂种 3 个产量组分的选择可选择出马克隆值低的组合。铃数和衣分对纤维长度的母性效应贡献率均为 1.00\*\*, 铃数对强度的母性效应贡献率为 0.65\*, 说明选择铃数对选择纤维长度和强度的母性效应有较好的效果; 铃重对纤维长度

的母性效应有负向较大的贡献( $CR_M=-0.60$ ), 说明铃重对纤维长度的母性效应有较大的抑制作用, 对铃重的选择不利于纤维长度母性效应的选择。由于 3 个纤维性状的加性×环境互作方差均为 0, 所以 3 个产量组分对 3 个纤维性状的加性×环境互作贡献率都不能分析。铃数和衣分对纤维长度、衣分对纤维强度的显性×环境互作正向贡献率达到 0.1 以上的显著水平, 铃重对纤维长度, 铃重、铃数对纤维强度、铃重对马克隆值的显性×环境互作贡献率变化范围为 -0.10 ~ -0.87, 说明在某些环境中, 对杂交组合纤维长度、强度显性效应的主选性状是衣分; 而铃重对纤维长度、马克隆值的显性效应、铃数对纤维强度的显性效应却有抑制作用。铃数、衣分对纤维长度的母性×环境互作贡献率为较大的负值, 说明在某些环境中, 铃数、衣分对纤维长度的母性效应有抑制作用; 铃重、衣分对马克隆值的母性×环境互作有正向显著的贡献率( $CR_{ME(C \rightarrow T)}$  分别为 0.56 和 0.33), 说明在某些环境中, 马克隆值母性效应的主选性状是铃重, 其次是衣分。

### 2.2 亲本产量组分对纤维品质性状加性效应的贡献分析

参试亲本 3 个纤维品质性状的加性效应及 3 个产量组分对 3 个品质性状贡献的加性效应见表 2。亲本 3 的纤维长度具有极显著的正向加性效应, 其铃重对其有正向极显著的加性贡献( $A_{i(C \rightarrow T)}=0.36$  mm)。亲本 1、4、5 长度的加性效应虽然不显著, 但亲本 1、4 的衣分、亲本 5 的铃重、铃数对其纤维长度均有正向极显著的加性贡献, 说明亲本 1、4 长度加性效应的主选性状是衣分, 亲本 3 纤维长度加性效应的主选性状是铃重, 亲本 5 长度的主选性状是铃数、其次是铃重, 并且对其后代间接选择铃数比间接选择铃重的效果要好。亲本 2 的纤维长度具有负向极显著的加性效应

表 1 产量组分性状对 3 个纤维性状各项遗传方差分量的贡献率

Table 1 Estimated contribution ratios of variance components on yield component traits to fiber traits

参数 Parameters	长度 Length			强度 Strength			马克隆值 Micronaire		
	铃重 Boll weight	铃数 Boll number	衣分 Lint percentage	铃重 Boll weight	铃数 Boll number	衣分 Lint percentage	铃重 Boll weight	铃数 Boll number	衣分 Lint percentage
CR A (C→T)	0.27**	0.62**	0.20**	0.44**	0.40**	0.12*	0.42**	0.76**	0.25**
CR D (C→T)	—	—	—	—	—	—	0.58**	0.51**	0.24**
CRM(C→T)	-0.60	1.00**	1.00**	0.03*	0.65**	-0.09	—	—	—
CRAE (C→T)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CRDE (C→T)	-0.27	0.29**	0.47**	-0.10	-0.40	0.14+	-0.87	0.22	0.33
CRME (C→T)	0.52	-0.36	-0.83	—	—	—	0.56*	0.04	0.33*
CRP(C→T)	0.15**	0.40**	0.12**	0.16**	0.17**	-0.15	0.24**	0.48**	0.18**

+, \*\*和\*\* 表示 1%显著水平, 下同。+, \* and \*\* = Significant at 10%, 5% and 1% level. The same as below

表 2 亲本产量组分性状对 3 个品质性状贡献的加性效应值

Table 2 Contributed additive effects of yield component traits of parents to 3 fiber traits

亲本 Parents i	$A_i$		$A_{i(C \rightarrow T)}$		$A_i$		$A_{i(C \rightarrow T)}$		$A_i$		$A_{i(C \rightarrow T)}$	
	长度 Length (mm)	铃重 Boll weight (mm)	铃数 Boll number (mm)	衣分 Lint percentage (mm)	比强度 Strength (cN/tex)	铃重 Boll weight (cN/tex)	铃数 Boll number (cN/tex)	衣分 Lint percentage (cN/tex)	马克隆值 Micronaire	铃重 Boll weight	铃数 Boll number	衣分 Lint percentage
1	-0.13	-0.68**	-0.61**	0.49**	-1.49**	-0.84**	-0.44**	0.14**	0.00	0.18**	0.15**	-0.10**
2	-1.90**	-0.30**	-1.31*	-0.60**	-1.20**	-0.53	-1.02**	-0.13**	0.40**	0.11**	0.32**	0.14**
3	1.25**	0.36**	0.73	-0.22**	0.55	0.29*	0.54**	-0.06**	-0.20**	-0.10	-0.18**	0.04**
4	0.46	-0.05**	-0.09**	0.40**	1.60**	-0.01**	-0.06**	0.08**	-0.04	0.01*	0.02**	-0.09**
5	0.32	0.67**	1.28**	-0.08	0.54	1.09**	0.98**	-0.03**	-0.16**	-0.19**	-0.31**	0.02**

( $A_2 = -1.90$  mm), 但 3 个产量组分对纤维长度的加性效应贡献均为负值, 其中铃数对其负向的加性效应贡献最大 ( $A_{2(C \rightarrow T)} = -1.31$  mm), 其次是衣分的负向加性贡献 ( $A_{2(C \rightarrow T)} = -0.60$  mm), 说明铃数的负向加性贡献是亲本 2 纤维长度加性效应低的主要原因, 衣分和铃重的加性贡献也起了一定的作用。

亲本 1、2 的比强度具有负向极显著的加性效应 ( $A_1 = -1.49$  cN/tex、 $A_2 = -1.20$  cN/tex), 亲本 1 比强度的加性效应低的原因主要归因于铃重 ( $A_{1(C \rightarrow T)} = -0.84$  cN/tex) 和铃数 ( $A_{1(C \rightarrow T)} = -0.44$  cN/tex), 亲本 2 主要归因于铃数 ( $A_{2(C \rightarrow T)} = -1.02$  cN/tex)。亲本 4 的比强度具有正向极显著的加性效应 ( $A_4 = 1.60$  cN/tex), 但 3 个产量组分对其加性贡献为很小的正值或负值, 说明亲本 4 比强度加性效应高的原因不是本试验中所测定的 3 个产量组分性状。亲本 3、5 比强度的加性效应虽然不显著, 但亲本 3 的铃数对其加性贡献为较大的正值, 因此铃数可作为其后代纤维强度的主选性状; 亲本 5 的铃重和铃数具有较大的正向贡献, 因此对其后代铃重和铃数的选择都有利于比强度的提高。亲本 2 的马克隆值有正向极显著的加性效应 ( $A_2 = 0.40$ ), 其主要原因是铃数的加性贡献 ( $A_{2(C \rightarrow T)} = 0.32$ ); 亲本 3、5 具有负向极显著的加性效应(加性效应分别为 -0.20、-0.16), 其主要原因是铃数对这两个亲本马克隆值有负向最大的加性贡献 ( $A_{3(C \rightarrow T)} = -0.18$ 、 $A_{5(C \rightarrow T)} = -0.31$ ), 亲本 5 的铃重也有负向较大的加性贡献 ( $A_{5(C \rightarrow T)} = -0.19$ ), 说明亲本 3、5 后代纤维细度的主选性状是铃数, 选择铃重有利于亲本 5 后代的马克隆值的选择, 即有利于纤维细度的提高。亲本 1 马克隆值的加性效应不显著, 铃重、铃数的加性贡献为较大的正值, 衣分有负向极显著的加性贡献, 说明对亲本 1 后代衣分的选择有利于纤维细度的提高, 选择铃重和铃数不利于纤维细度的提高; 亲本 4 马克隆值的加性效应不显

著, 但在亲本 4 后代中选择衣分 ( $A_{4(C \rightarrow T)} = -0.09$ ) 对选择细度会有较好的效果。

### 2.3 各组合产量组分对纤维品质性状的显性效应贡献的遗传分析

由方差分析的结果(非条件方差分析的结果略)可知, 马克隆值的显性效应达到了极显著水平, 纤维长度、强度未检测到显性效应, 但检测到衣分对纤维长度贡献的显性效应及 3 个产量组分对马克隆值的显性贡献(表 3)。由表 3 可知, 只有组合 1×5、2×4 的衣分对纤维长度有正向极显著的显性贡献 ( $D_{ij(C \rightarrow T)}$  分别为 0.10 mm 和 0.14 mm), 其它组合的衣分对纤维长度的显性贡献均为负值。其中负向贡献最大的是组合 1×3, 其次是 1×4、3×4。这说明多数组合的衣分对纤维长度显性效应的提高是不利的。组合 1×2、2×5、3×4 马克隆值的正向显性效应达到了显著水平, 其主要原因是这 3 个组合的铃重对马克隆值都有较大的显性贡献, 表明铃重是 3 个组合马克隆值显性效应为正值的主要原因。其它 7 个组合的显性效应不显著, 其原因各不相同, 但组合 1×4、1×5 的衣分都有负向显著的显性贡献, 说明衣分是这 2 个组合马克隆值显性效应的主选性状; 组合 1×3 的铃重、3×5 的铃数对其组合的马克隆值也有负向较大而显著的显性贡献, 因此组合 1×3 的铃重、组合 3×5 的铃数分别是这 2 个组合马克隆值显性效应的主选性状。

### 2.4 产量组分对纤维品质性状的母性效应贡献的遗传分析

参试亲本 3 个品质性状的母性效应及产量组分对 3 个品质性状贡献的母性效应值列于表 4。5 个亲本的纤维长度均不具有显著的母性效应, 但亲本 1、2 的铃数对这 2 个亲本长度的加性贡献为极显著的正值 ( $M_{1(C \rightarrow T)} = 0.04$  mm、 $M_{2(C \rightarrow T)} = 0.05$  mm), 说明对这 2 个亲本后代铃数的选择对选择纤维长度的母性效应是

有利的；亲本 3、4、5 铃数对这 3 个亲本纤维长度的母性贡献均为极显著的负值，说明对铃数的选择不利于这几个亲本后代纤维长度母性效应的选择。

亲本 2 的纤维强度具有正向显著的母性效应 ( $M_2=1.02^*$ )，铃数对其母性效应的贡献最大 ( $M_{2(C\rightarrow T)}=0.47^{**}$ )，说明铃数是亲本 2 纤维强度母性效应的主选性状。其它 4 个亲本纤维强度的母性效应不显著，但是各亲本纤维强度母性效应不显著的遗传机理不尽相同。亲本 3 的铃重、铃数对强度有较大的正向贡献

( $M_{3(C\rightarrow T)}=0.19^{**}$ 、 $M_{3(C\rightarrow T)}=0.17^{**}$ )，说明选择铃重、铃数可提高其作母本后代的纤维强度；亲本 4、5 纤维强度母性效应不显著可以归因于各产量组分性状对其强度的母性效应有很小贡献的相互抵消。

5 个亲本的马克隆值均不具有显著的母性效应，但亲本 1、2、4 的铃重对马克隆值有正向极显著的母性贡献，亲本 3、5 的铃重对其马克隆值有负向极显著的母性效应贡献。

表 3  $F_1$  杂交组合产量组分对纤维长度和马克隆值贡献的显性效应

Table 3 Contributed dominant effects of yield component traits to length and micronaire of  $F_1$  crosses

组合 Crosses	$D_{ij}$	$D_{ij(C\rightarrow T)}$	$D_{ij}$	$D_{ij(C\rightarrow T)}$		
	长度 Length (mm)	衣分 Lint percentage (mm)	马克隆值 Micronaire	铃重 Boll weight	铃数 Boll number	衣分 Lint percentage
1×2	0.00	-0.03**	0.24 <sup>+</sup>	0.08**	0.15	0.05**
1×3	0.00	-0.12**	-0.14	-0.02**	0.00	-0.01**
1×4	0.00	-0.09**	0.04	0.03	0.04*	-0.05**
1×5	0.00	0.10**	0.00	0.00	0.05**	-0.02*
2×3	0.00	-0.07**	0.03	0.02	0.00	0.02 <sup>+</sup>
2×4	0.00	0.14**	0.06	0.05**	0.06**	0.02**
2×5	0.00	-0.03**	0.08*	0.04**	-0.02**	0.01**
3×4	0.00	-0.08**	0.05 <sup>+</sup>	0.02**	0.00	-0.01**
3×5	0.00	-0.06**	0.03	0.01**	-0.06**	0.04
4×5	0.00	-0.01**	-0.01	-0.03**	-0.02*	0.08**

表 4 亲本产量组分性状对 3 个品质性状贡献的母性效应值

Table 4 Contributed maternal effects of yield component traits of parents to 3 fiber traits

亲本 Parents	$M_i$	$M_{i(C\rightarrow T)}$	$M_i$	$M_{i(C\rightarrow T)}$	$M_i$	$M_{i(C\rightarrow T)}$		
	长度 Length (mm)	铃数 Boll number (mm)	强度 Strength (cN/tex)	铃重 Boll weight (cN/tex)	铃数 Boll number (cN/tex)	衣分 Lint percentage (cN/tex)	马克隆值 Micronaire	铃重 Boll weight
1	-0.08	0.04**	-0.59	-0.12**	-0.62**	0.05**	0.00	0.03**
2	-0.11	0.05**	1.02*	-0.08**	0.47**	0.01**	0.00	0.05**
3	-0.08	-0.01**	0.35	0.19**	0.17**	-0.08**	0.00	-0.07**
4	0.03	-0.02**	-0.27	0.03**	0.02**	-0.05**	0.00	0.10**
5	0.24	-0.06**	-0.52	-0.02**	-0.04**	0.07**	0.00	-0.10**

### 3 讨论

3.1 由于生物体是不同性状构成的复合体，各性状的遗传特性不同，性状间还存在不同遗传组分的相关性，对一个性状的选择会对其它性状产生影响，对某一性状的遗传分析可以对这一性状的遗传改良提供理论依据<sup>[1-6]</sup>。在棉花育种过程中，育种家想知道对某一组合选择产量组分性状对后代纤维品质性状是否有影响。配合力<sup>[9]</sup>分析不能分析某一性状对另一性状的影响，相关分析<sup>[7]</sup>只能分析一个遗传群体性状间遗传组分的协同变异趋势。因此无法度量各产量组分性状对品质

性状的实际作用大小。通径分析<sup>[25]</sup>能分析一个遗传群体某一个性状对另一个性状的直接作用和间接作用，但不能分析非目标性状的表型值对目标性状遗传组分贡献率的大小，尤其不能分析某一亲本或组合的一个性状表型值对另一性状遗传组分效应的作用大小。而贡献分析<sup>[17]</sup>仅仅与被条件的性状和非条件的性状有关，而与其它性状无关。该方法不仅能分析某一非目标性状的表型值对目标性状遗传组分的贡献（包括遗传主效及其与环境互作效应的贡献），而且还能分析亲本和组合某一性状的表型值对另一性状遗传组分的作用大小。这对确定某一组合或亲本后代目标性状的主

选性状具有重要意义(如表2、3、4的分析),而其它方法不具有此种功能。

3.2 在生物的育种中,育种家是对性状的表型值进行选择,对某一性状表型值的选择会对其他性状的遗传组分产生影响<sup>[7]</sup>。本研究中3个产量组分与3个品质性状的加性相关系数多数为0或较低(衣分与长度间、铃重与强度间存在显著的正相关除外,表略),但3个产量组分对3个品质性状均有极显著的加性贡献(贡献率在12%~76%)。因此只利用相关分析<sup>[7]</sup>并不能解释选择某一性状对另一性状遗传组分的影响。本文的分析结果表明,各产量组分对3个品质性状表型方差的贡献率小于产量组分对其加性方差的贡献率,加性贡献率较大的是铃数对纤维长度( $CR_A=0.62$ )、铃重和铃数对纤维强度( $CR_A=0.44$ 和 $CR_A=0.40$ )、铃重和铃数对马克隆值( $CR_A=0.42$ 和 $CR_A=0.76$ ),说明对杂种后代铃数的选择可间接选择3个品质性状,对铃重的选择也可间接选择纤维强度及马克隆值。贡献的效应值分析可分析某亲本一个性状的表型值对另一性状加性、母性效应的作用大小。本研究结果表明,对纤维品质性状加性、母性效应贡献最大的产量组分性状因不同亲本而异,说明各亲本有其独特的遗传和发育特性,因此对纤维性状形成起促进或抑制作用的产量组分性状有所差别,所以育种家应熟悉亲本单一性状的遗传,还应了解选择某一性状对另一性状的遗传影响。

3.3 在产量组分性状对杂交组合纤维性状显性效应的贡献分析中,多数组合铃重对马克隆值显性效应的影响较大,这与条件方差分析的结果(铃重对马克隆值显性遗传方差的贡献为58%)吻合,因此铃重可作为组合马克隆值显性效应的主要间接选择指标。要提高组合的纤维细度,应尽量筛选各产量组分性状负向贡献大的组合如3×5,这样有利于目标性状改良。

## 4 结论

陆地棉3个产量组分分别对3个品质性状各遗传组分的贡献率大小存在较大差异。贡献率为正,说明该产量组分对品质性状提高的总体趋势是有利的,贡献率为负,说明该产量组分对品质性状的提高有抑制作用。但不同组合和不同亲本3个产量组分对3个品质性状不同遗传组分贡献的效应值因亲本和组合而异。对纤维品质性状加性、母性效应贡献最大的产量组分性状因不同亲本而异,因此对不同杂交组合后代

品质性状的间接选择因亲本的产量构成因素而不同。对亲本3的杂种后代的铃重、亲本5的杂种后代的铃数可作为间接选择其纤维长度的指标,而对亲本3杂种后代的铃数、亲本5杂种后代的铃重的选择可间接选择纤维强度;亲本3、5的铃数对其马克隆值有负向最大的加性贡献,对提高纤维细度有利;多数组合的铃重可作为间接选择组合马克隆值显性效应的指标。

## References

- [1] Marani A. Heterosis and inheritance of quantitative characters in interspecific crosses of cotton. *Crop Science*, 1968, 8: 299-303.
- [2] Meredith W R, Jr. Bridge R R. Heterosis and gene action in cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Science*, 1972, 12: 304-310.
- [3] Meredith Jr W R. Yield and fiber quality potential for second-generation cotton hybrids. *Crop Science*, 1990, 30: 1045-1048.
- [4] 王学德, 潘家驹. 陆地棉杂种优势及自交衰退的遗传分析. 作物学报, 1991, 17(1): 18-23.  
Wang X D, Pan J J. The genetic analysis of hybrid heterosis in Upland Cotton. *Acta Agronomica Sinica*, 1991, 17(1): 18-23. (in Chinese)
- [5] McMarty Jr J C, Jenkins J N, Zhu J. Introgression of day-neutral genes in primitive cotton accessions: II. predicted genetic effects. *Crop Science*, 1998, 38: 1428-1431.
- [6] Miller P A, Marani A. Heterosis and combing ability in diallel crosses on Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Science*, 1963, 3: 441-444.
- [7] Stella Galanopoulou-Sendouca, Demetrios Roupakias. Performance of cotton F<sub>1</sub> hybrids and its relation to the mean yield of advanced bulk generations. *European Journal of Agronomy*, 1999, 1: 53-62.
- [8] 吴振衡. 陆地棉品质性状的遗传分析 I 17个农艺性状的遗传分析. 遗传学报, 1985, 12: 344-349.  
Wu Z H. Genetic analysis on quantity traits in upland cotton I estimation of genetic effects on 17 agronomic traits. *Acta Genetica Sinica*, 1985, 12: 344-349. (in Chinese)
- [9] 纪家华, 王恩德, 石秀英. 陆地棉亲本和柱头外露系间杂种优势和配合力分析. 棉花学报, 1996, 8(2): 77-82.  
Ji J H, Wang E D, Shi X Y. Analysis on the heterosis and combining ability between Upland parents and breeding lines with open-bud. *Acta Gossypii Sinica*, 1996, 8(2): 77-82. (in Chinese)
- [10] 郭介华, 邹礼平. 陆地棉12个农艺性状遗传效应的估计. 棉花学报, 1994, 6(3): 160-162.

- Guo J H, Zou L P. Estimation of genetic effects on 12 agronomic characters in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Acta Gossypii Sinica*, 1994, 6(3): 160-162. (in Chinese)
- [11] 孙济中, 刘金兰, 张金发. 棉花杂种优势的研究和利用. *棉花学报*, 1994, 6(3): 135-139.
- Sun J Z, Liu J L, Zhang J F. A review on research and utilization of hybrid vigor of cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 1994, 6(3): 135-139. (in Chinese)
- [12] 朱乾浩, 俞碧霞, 许馥华. 陆地棉品种间杂种优势和利用的研究进展. *棉花学报*, 1995, 7(1): 8-11.
- Zhu Q H, Yu B X, Xu F H. Advances in research and utilization of intervarietal hybrid vigour in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum*). *Acta Gossypii Sinica*, 1995, 7(1): 8-11. (in Chinese)
- [13] 马藩之, 周有耀, 王瑞亭, 刘占国. 陆地棉品种间杂交后代性状的遗传分析. *北京农业大学学报*, 1983, 9(4): 27-34.
- Ma F Z, Zhou Y Y, Wang R T, Liu Z G. Genetic analysis of traits of hybrid generation intraspecific (*Gossypium hirsutum*) in Upland Cotton. *Journal of Beijing Agricultural University*, 1983, 9(4): 27-34. (in Chinese)
- [14] 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. *作物学报*, 2002, 28 (2): 245-248.
- Han X M, Liu Y X, Shong X L. Genetic Analysis for fiber traits of new germplasms in Upland Cotton. *Acta Agronomica Sinica*, 2002, 28 (2): 245-248. (in Chinese)
- [15] Miller P A, Marani A. Heterosis and combing ability in diallel crosses on Upland Cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Crop Science*, 1963, 3: 441-444.
- [16] 吴吉祥, 朱 军, 许馥华, 季道藩. 陆地棉 F<sub>2</sub> 纤维品质性状杂种优势的遗传分析. *棉花学报*, 1995, 7 (4): 217-222.
- Wu J X, Zhu J, Xu F H, Ji D F. Genetic analysis for heterosis of fiber traits in upland cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 1995, 7(4): 217-222. (in Chinese)
- [17] Zhu J. Analysis of conditional genetic effects and variance components in developmental. *Genetics*, 1995, 141: 1633-1639.
- [18] Atchev W R, Zhu J. Developmental quantitative genetics, condition epigenetic variability and growth in mice. *Genetics*, 1997, 147: 765-776.
- [19] 叶子弘, 朱 军. 陆地棉开花成铃性状的遗传研究. III. 不同发育阶段的遗传规律. *遗传学报*, 2000, 27: 800-809.
- Ye Z H, Zhu J. Genetic analysis on flowering and boll setting in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) III. Genetic behavior at different developing stages. *Acta Genetica Sinica*, 2000, 27: 800-809. (in Chinese)
- [20] Yan J Q, Zhu J, He C X, Benmoussa M, Wu P. Quantitative trait loci analysis for developmental behavior of tiller number in rice (*Oryza sativa* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 1998, 97: 267-274.
- [21] Yan J Q, Zhu J, He C X, Mebrouk B, Wu P. Molecular dissection of developmental behavior of plant height in rice (*Oryza sativa* L.). *Genetics*, 1998, 150: 1257-1265.
- [22] 朱 军. 估计遗传方差和协方差的混合模型方法. *生物数学学报*, 1992, 7(1): 1-11.
- Zhu J. Mixed model approaches for estimating genetic variances and covariances. *Journal of Biomathematics*, 1992, 7(1): 1-11. (in Chinese)
- [23] Zhu J, Weir B S. Analysis of cytoplasm and maternal effects: I. A genetic models for diplot plant seeds and animals. *Theoretical and Applied Genetics*, 1994, 89(3): 153-159.
- [24] 朱 军. 遗传模型分析方法. 北京: 中国农业出版社, 1997: 88-97, 163-201.
- Zhu J. *Analysis Methods for Genetic Models*. Beijing: Chinese Agricultural Press, 1997: 88-97, 163-201. (in Chinese)
- [25] Sarawgi A K, Rastogi N K, Soni D K. Correlation and path analysis in rice accessions from Madhya Pradesh. *Field Crops Research*, 1997, 52: 161-167.

(责任编辑 张淑兰)