

DOI: 10.3724/SP.J.1005.2008.01466

棉花纤维品质性状主要由母体植株基因型决定

石玉真¹, 张保才^{1,2}, 李俊文¹, 刘爱英¹, 袁有禄¹

1. 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 455004;
2. 中国科学院遗传与发育生物学研究所, 北京 100101

摘要: 以海岛棉海 1 为供体亲本, 中 221、中棉所 36(中 36)两个陆地棉品种(系)为轮回亲本配制了两套杂交回交的组合: 中 36 × 海 1 组合和中 221 × 海 1 组合。通过对这 2 套组合的不同世代群体杂交铃、自交铃纤维品质性状的分析, 结果: 以分离群体 BC_1F_1 为父本, 轮回亲本中 221、中 36 分别为母本时, 母体植株上的杂交铃(BC_2F_0)的纤维品质性状与父本 BC_1F_1 群体植株上自交铃的纤维品质性状之间在平均值、极差和变异系数上存在显著差异, 相关性不显著, 而与母本(轮回亲本)值接近; 又以分离群体 BC_2F_1 为母本, 轮回亲本中 221、中 36 分别为父本, 母体植株上的杂交铃(BC_3F_0)纤维品质与母本 BC_2F_1 群体植株上自交铃的纤维品质性状在平均值、极差和变异系数上接近, 除整齐度以外, 纤维长度、比强度、麦克隆值和伸长率都达到了极显著的正相关。这些结果表明, 杂交铃的纤维品质偏向母体植株上的自交铃的纤维品质, 父本花粉的基因型对杂交当代种子上的纤维品质没有显著的影响, 杂交铃种子上的纤维品质主要由当代种子的表皮细胞基因型即母体植株基因型决定, 而当代种子胚的基因型作用不明显。

关键词: 棉花; 纤维品质; 母体基因型; 杂交铃; 自交铃

Cotton fiber quality traits were controlled mainly by maternal plant genotype

SHI Yu-Zhen¹, ZHANG Bao-Cai^{1,2}, LI Jun-Wen¹, LIU Ai-Ying¹, YUAN You-Lu¹

1. Cotton Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Cotton Genetic Improvement, Ministry of Agriculture, Anyang 455004, China;
2. Institute of Genetics and Developmental Biology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

Abstract: Hai1, a *Gossypium barbadense* L. variety with super fiber quality, and CCRI36 and Zhong221, two upland cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.), were used as recurrent parents to develop two backcross combinations of CCRI36×Hai1 and Zhong221×Hai1. Fiber quality of inter-crossing bolls and self-crossing bolls were analyzed from different generations of the two combinations. The results showed that there existed significant difference in the average value, pole difference and CV% of fiber quality traits, and no significant correlation in fiber quality traits between inter-crossing bolls (BC_2F_0) and self-crossing bolls (BC_1F_1) from male parent plants. There existed no significant difference in the average value, pole difference and CV% of fiber quality traits between inter-crossing bolls (BC_2F_0) and self-crossing bolls from the recurrent parents when BC_1F_1 plants were used as male parents and the recurrent parents (CCRI36, Zhong221) as female parents. The results also showed that average value, pole difference and CV% of fiber traits of inter-crossing bolls (BC_3F_0)

收稿日期: 2008-02-22; 修回日期: 2008-05-19

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(973 项目) (编号: 2004CB117306) 资助[Supported by the National Basic Research Program of China (973 Program) (No. 2004CB117306)]

作者简介: 石玉真(1973-), 女, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 棉花分子育种。Tel: 0372-2525350; E-mail: syzmb@yahoo.com.cn

通讯作者: 袁有禄(1967-), 男, 博士, 研究员, 博士生导师, 研究方向: 棉花分子育种。Tel: 0372-2525371; E-mail: yuanyl@cricaas.com.cn

were close to those of the female parents (BC_2F_1). When BC_2F_1 populations were used as female parents and the recurrent parents (CCRI36, Zhong221) were used as male parents, there were extremely significant positive correlation for fiber length, strength, micronaire value and elongation, except for fiber uniformity between inter-crossing bolls (BC_3F_0) and self-crossing bolls (BC_2F_1). So, fiber quality of inter-crossing bolls were close to those of self-crossing bolls of maternal plants and the male parent pollen genotype had no prominent effect to fiber quality traits of inter-crossing bolls. Fiber quality traits were controlled mainly by maternal plant genotype, while the contemporary seed embryonal genotype showed no significant effects for fiber quality.

Keywords: cotton; fiber quality; maternal genotype; inter-crossing bolls; self-crossing bolls

棉花是重要的经济作物, 棉纤维是纺织工业的主要原料。对于棉花纤维的分化、发育已有不少报道。棉纤维是由胚珠表面的纤维原始细胞经历起始、伸长、次生壁增厚和脱水成熟 4 个时期发育而成的, 而纤维原始细胞是由胚珠的单个表皮细胞分化而成^[1,2]。杜雄明等^[3]研究表明, 授粉受精状况对纤维发育有很大的影响, 未受精形成的不孕子, 其纤维发育不良或纤维很少。徐楚年等^[4]根据多年的研究提出棉纤维分化、发育的过程也是其产量和品质形成的过程, 其中, 胚珠表皮细胞分化、形成纤维细胞的强度直接决定着单粒种子上着生的纤维数目, 进而影响着衣指、衣分和产量; 纤维细胞分化起始的早晚, 则影响着纤维长度的整齐度和短绒率。陈良兵等^[5]在文献综述中也提到, 在棉花纤维发育的各个阶段均有大量的基因参与调控棉花纤维起始细胞突起、棉花纤维细胞的伸长及次生壁的形成等过程。关于纤维品质性状的遗传研究也有很多报道, 多数研究结果表明, 陆地棉纤维长度和强度等品质性状的遗传主要受加性效应控制^[6-16]。袁有禄等^[6,7]研究认为陆地棉纤维长度、强度、麦克隆值和伸长率均以遗传控制为主, 受环境影响相对较小, 而纤维整齐度遗传力较小, 受环境影响较大。梅拥军等^[17]认为海岛棉纤维品质性状多以加性效应为主; 纤维长度、比强度和整齐度还存在极显著的显性效应, 并且与环境存在一定的互作。我们最近研究结果表明陆地棉杂交除纤维整齐度受环境的影响较大外, 纤维长度、强度、麦克隆值及伸长率受环境的影响相对较小^[18]。而目前已有的研究均是直接利用棉花种子纤维品质是由母体植株基因型决定这一重要遗传假设进行各种分析, 其相关实验证据并未见报道。因此, 有必要进一步研究种子当代基因型在纤维品质中的贡献大小。

通过摘除母本花朵上的雄蕊和授以父本花粉而成的杂交棉铃, 其种子基因型是杂合的, 其遗传物

质一半来自母本, 一半来自父本, 不同于母本植株上的自交铃的遗传物质。本研究中, 利用两套陆地棉杂交回交的组合: 中 36 × 海 1 组合和中 221 × 海 1 组合的不同世代群体杂交铃、自交铃纤维品质性状的数据进行统计分析, 旨在明确种子当代胚的基因型及母体植株基因型对棉花杂交铃纤维品质的影响, 为棉花纤维品质的遗传育种提供进一步的理论指导。

1 材料和方法

以陆地棉中棉所 36(中 36)和中 221 为轮回亲本, 海岛棉海 1 为供体亲本, 配制了两套杂交回交的组合: 中 36 × 海 1 和中 221 × 海 1。其杂交回交过程如图 1, 中 221 × 海 1 的相同。其中亲本中 36 是中国农业科学院棉花研究所培育的综合农艺性状优良的早熟陆

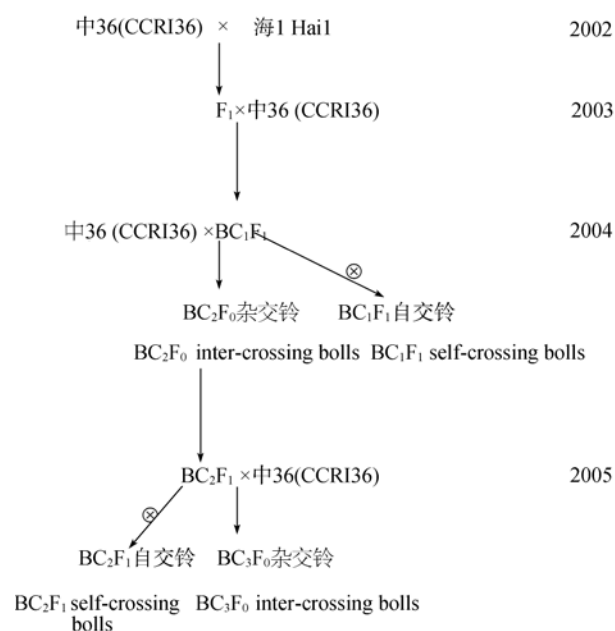


图 1 中 36 × 海 1 组合杂交回交过程

Fig. 1 Backcross and self-crossing procedure for CCR136 × Hai1 combination

地棉品种, 中 221 是中国农业科学院棉花研究所培育的双价转基因抗虫中早熟陆地棉品种, 具有高产和抗病等优良特性, 海 1 为纤维品质优异、高抗黄萎病的海岛棉品种。

在安阳试验田, 2002 年获得中 36 × 海 1 和中 221 × 海 1 的 F_1 代种子, 2003 年通过杂交回交获得两个组合的 BC_1F_0 种子, 2004 年种植得到中 36 × 海 1 的 BC_1F_1 群体 135 株和中 221 × 海 1 的 BC_1F_1 群体 133 株。以中 36 和中 221 为母本, 分离群体 BC_1F_1 单株为父本杂交, 按照父本单株号挂牌杂交铃, 得杂交铃 BC_2F_0 , 同时, 父本单株进行自交, 按照父本单株号分别混收杂交铃和自交铃。2005 年以分离群体 BC_2F_1 株系为母本, 以轮回亲本中 36、中 221 为父本分别进行杂交, 得杂交铃 BC_3F_0 , 同时, 母本进行自交。按照株系分别收取杂交铃和自交铃各 30 铃。

行长 8 m, 行宽 0.8 m, 株距 0.26 m。试验地肥水等条件一致, 田间管理同大田。所有的棉样由农业部质量检验监督测试中心 HVI900 进行纤维品质测定。2004 年与 2005 年的杂交铃、自交铃纤维品质性状数据分析在 Excel2003 和 SPSS 11.5 软件上进行。

2 结果与分析

2.1 以 BC_1F_1 为父本、分别以中 36 和中 221 为母本的杂交铃 BC_2F_0 与其父本 BC_1F_1 自交铃纤维品质表现

2004 年以 BC_1F_1 为父本、以中 36 和中 221 为母本分别进行回交, 其 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与父本 BC_1F_1 自交铃、轮回亲本中 36 和中 221 自交铃纤维品质的统计性状描述见表 1 和图 2~图 6。

表 1 中 36 × 海 1 和中 221 × 海 1 组合的不同世代杂交铃与自交铃纤维品质性状的基本统计描述

Table 1 Descriptive statistics of fiber quality traits of inter-crossing bolls and self-crossing bolls of difference generations population from CCRI36 × Hai1 and Zhong221 × Hai1

| 纤维性状 Fiber traits | 材料 Materials | 世代 Generation | 平均值 Average | 观测数 No. of individuals | CV % | 极差 Pole difference | 变幅 Variance range |
|----------------------|-----------------|--|----------------|---------------------------|---------|-----------------------|----------------------|
| 纤维长度 Fiber length | 中 36 | P_0 | 29.33 | 6 | 1.07 | 0.9 | 28.8–29.7 |
| | CCRI36 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 自交铃 BC_1F_1 Self-crossing bolls BC_1F_1 | 30.86 | 109 | 6.71 | 8.7 | 26.1–34.8 |
| | CCRI36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 杂交铃 BC_2F_0 Inter-crossing bolls BC_2F_0 | 29.02 | 109 | 2.17 | 3 | 27.6–30.6 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 自交铃 BC_2F_1 Self-crossing bolls BC_2F_1 | 29.16 | 119 | 4.15 | 6.7 | 26.90–33.60 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 杂交铃 BC_3F_0 Inter-crossing bolls BC_3F_0 | 29.12 | 119 | 3.46 | 4.7 | 26.80–31.50 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 Zhong221 | P_0 | 29.6 | 7 | 2.03 | 1.5 | 28.8–30.3 |
| | 中 221 × 海 1 | 自交铃 BC_1F_1 Self-crossing bolls BC_1F_1 | 32.2 | 79 | 5.96 | 10.4 | 26.2–36.6 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 × 海 1 | 杂交铃 BC_2F_0 Inter-crossing bolls BC_2F_0 | 30.23 | 79 | 1.89 | 3.2 | 28.3–31.5 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 × 海 1 | 自交铃 BC_2F_1 Self-crossing bolls BC_2F_1 | 30.68 | 117 | 4.02 | 7.43 | 26.66–34.09 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 × 海 1 | 杂交铃 BC_3F_0 Inter-crossing bolls BC_3F_0 | 31.14 | 117 | 4.11 | 6.18 | 27.96–34.14 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| 纤维比强度 Strength | 中 36 | P_0 | 28.88 | 6 | 4.98 | 3.2 | 27.1–30.3 |
| | CCRI36 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 自交铃 BC_1F_1 Self-crossing bolls BC_1F_1 | 32.08 | 109 | 9.19 | 11.7 | 26.6–38.3 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 杂交铃 BC_2F_0 Inter-crossing bolls BC_2F_0 | 28.6 | 109 | 4.62 | 5.6 | 26.1–31.7 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 自交铃 BC_2F_1 Self-crossing bolls BC_2F_1 | 29.98 | 119 | 5.07 | 7.25 | 26.07–33.32 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 36 × 海 1 | 杂交铃 BC_3F_0 Inter-crossing bolls BC_3F_0 | 30.67 | 119 | 5.37 | 8.23 | 27.34–35.57 |
| | CCRI 36 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 Zhong221 | P_0 | 29.09 | 7 | 4.94 | 4.6 | 27.4–32.0 |
| | 中 221 × 海 1 | 自交铃 BC_1F_1 Self-crossing bolls BC_1F_1 | 33.08 | 79 | 9.72 | 16.8 | 25.8–42.6 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 × 海 1 | 杂交铃 BC_2F_0 Inter-crossing bolls BC_2F_0 | 30.7 | 79 | 5.07 | 7.8 | 27.6–35.4 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |
| | 中 221 × 海 1 | 自交铃 BC_2F_1 Self-crossing bolls BC_2F_1 | 29.07 | 117 | 5.28 | 8.23 | 24.60–32.83 |
| | Zhong221 × Hai1 | | | | | | |

续 表

| 纤维性状 Fiber traits | 材料 Materials | 世代 Genaration | 平均值 Average | 观测数 No. of individuals | CV % | 极差 Pole difference | 变幅 Variance range |
|----------------------|---------------------------------|--|----------------|---------------------------|---------|-----------------------|----------------------|
| 麦克隆值 Micronaire | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 30.76 | 117 | 5.21 | 7.84 | 27.24–35.08 |
| | 中 36 CCRI36 | P ₀ | 4.07 | 6 | 6.16 | 0.7 | 3.7–4.4 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ Self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 3.66 | 109 | 14.45 | 3 | 2.0–5.0 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 4.25 | 109 | 4.29 | 1 | 3.7–4.7 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 4.12 | 119 | 6.91 | 1.92 | 3.16–5.08 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 4.01 | 119 | 7.04 | 1.69 | 3.20–4.89 |
| | 中 221 Zhong221 Zhong221×Hai1 | P ₀ | 4.23 | 7 | 12.34 | 1.5 | 3.3–4.8 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ Self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 4.26 | 79 | 15.2 | 3.8 | 2.9–6.7 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 5.14 | 79 | 8.13 | 2.3 | 3.4–5.7 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 4.69 | 117 | 7.53 | 1.71 | 3.82–5.53 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 4.35 | 117 | 8.67 | 2.49 | 3.18–5.67 |
| | 中 36 CCRI36 | P ₀ | 84.75 | 6 | 0.85 | 2.1 | 83.4–85.5 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ Self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 84.22 | 109 | 1.32 | 5.7 | 81.4–87.1 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 85.26 | 109 | 0.84 | 3.6 | 83.8–87.4 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 83.94 | 119 | 1.36 | 5.7 | 80.50–86.20 |
| 纤维整齐度 Uniformity | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 83.91 | 119 | 1.4 | 6.5 | 80.60–87.10 |
| | 中 221 Zhong221 Zhong221×Hai1 | P ₀ | 83.51 | 7 | 0.55 | 1.2 | 82.8–84.0 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 84.3 | 79 | 1.52 | 7.3 | 80.6–87.9 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 84.98 | 79 | 0.87 | 4.4 | 82.3–86.7 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 83.89 | 117 | 1.34 | 5.7 | 80.90–86.60 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 83.95 | 117 | 1.4 | 5.8 | 80.70–86.50 |
| | 中 36 CCRI36 | P ₀ | 8.22 | 6 | 3.64 | 0.8 | 7.7–8.5 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ Self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 8.59 | 109 | 8.08 | 5.3 | 6.3–11.6 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 7.65 | 109 | 3.89 | 1.5 | 6.9–8.4 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 6.06 | 119 | 5.94 | 1.7 | 5.20–6.90 |
| | 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 5.99 | 119 | 4.99 | 1.5 | 5.30–6.80 |
| | 中 221 Zhong221 Zhong221×Hai1 | P ₀ | 7.67 | 7 | 8.9 | 1.8 | 6.6–8.4 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₁ F ₁ Self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 8.25 | 79 | 9.1 | 3.6 | 6.8–10.4 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ | 7.27 | 79 | 5.96 | 2.1 | 6.2–8.3 |
| | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 自交铃 BC ₂ F ₁ Self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 5.68 | 117 | 7.5 | 2.1 | 4.60–6.70 |
| 纤维伸长率 Elongation | 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₃ F ₀ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ | 5.75 | 117 | 5.71 | 1.5 | 5.10–6.60 |

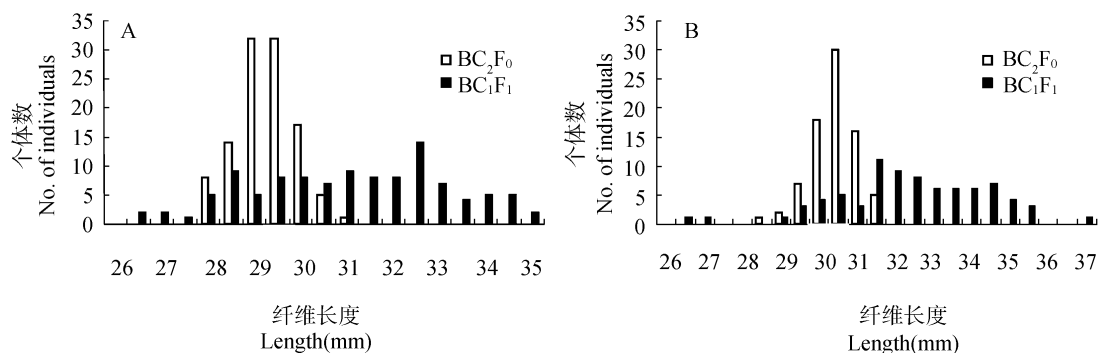


图 2 中 36×海 1(A)和中 221×海 1(B)组合的 BC_2F_0 杂交铃与 BC_1F_1 自交铃的纤维长度的统计分布图

Fig. 2 Frequency distribution of fiber length of BC_2F_0 population and BC_1F_1 population of combination CCRI36×Hai1 (A) and Zhong221×Hai1(B)

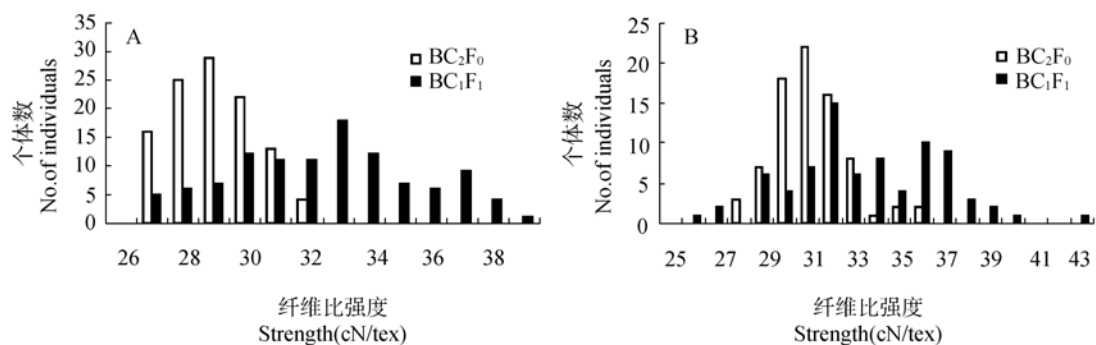


图 3 中 36×海 1(A)和中 221×海 1(B)组合的 BC_2F_0 杂交铃与 BC_1F_1 自交铃的纤维比强度的统计分布图

Fig. 3 Frequency distribution of fiber strength of BC_2F_0 population and BC_1F_1 population of combination CCRI36×Hai1 (A) and Zhong221×Hai1 (B)

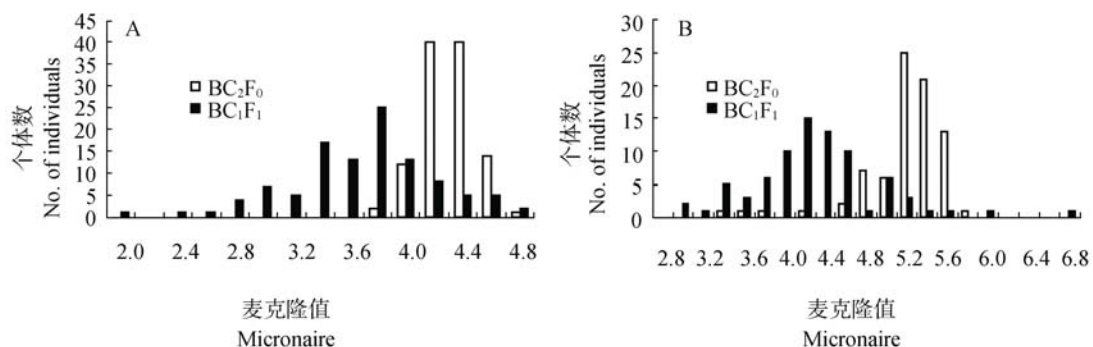


图 4 中 36×海 1(A)和中 221×海 1(B)组合的 BC_2F_0 杂交铃与 BC_1F_1 自交铃的纤维麦隆值的统计分布图

Fig. 4 Frequency distribution of fiber micronaire of BC_2F_0 population and BC_1F_1 population of combination CCRI36×Hai1(A) and Zhong221×Hai1(B)

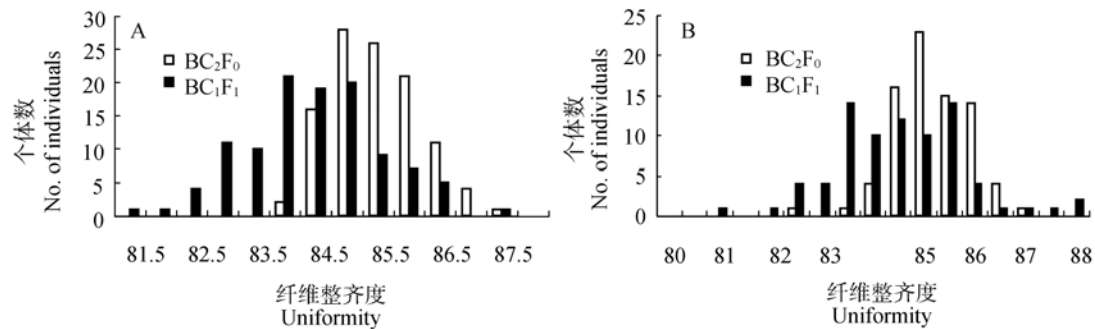


图 5 中 36×海 1(A)和中 221×海 1(B)组合的 BC_2F_0 杂交铃与 BC_1F_1 自交铃的纤维整齐度的统计分布图

Fig. 5 Frequency distribution of fiber uniformity of BC_2F_0 population and BC_1F_1 population of combination CCRI36×Hai1 (A) and Zhong221×Hai1(B)

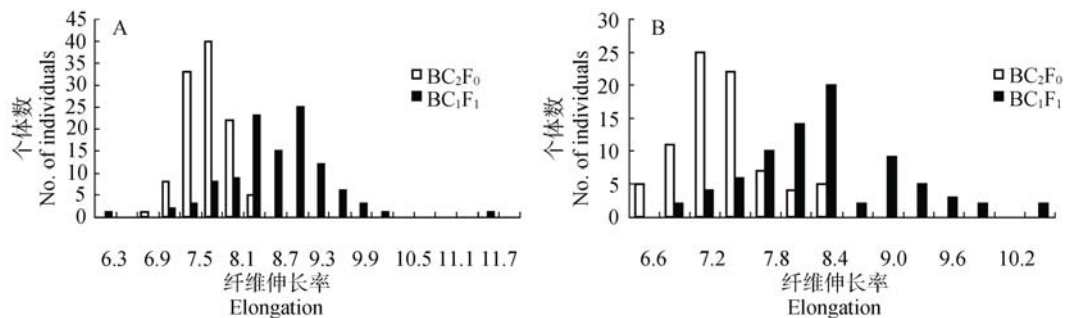


图 6 中 36×海 1(A)和中 221×海 1(B)组合的 BC_2F_0 杂交铃与 BC_1F_1 自交铃的纤维伸长率的统计分布图

Fig. 6 Frequency distribution of fiber elongation of BC_2F_0 population and BC_1F_1 population of combination CCRI36×Hai1 (A) and Zhong221×Hai1 (B)

由图 2~图 6 可以看出, 中 36×海 1 组合的 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与其父本 BC_1F_1 植株上的自交铃纤维品质各个性状的统计分布相差甚大, BC_2F_0 杂交铃纤维品质各个性状的分布几乎成正态分布, BC_1F_1 自交铃纤维品质各个性状的分布范围较宽, 没有明显的峰。成对 t 测验分析, BC_2F_0 杂交铃与其父本 BC_1F_1 自交铃的纤维长度、纤维比强度、纤维麦克隆值、整齐度和伸长率等的差异全部都达到了极显著水平(表 2)。这些性状的平均值、极差、变异系数相差也较大, BC_2F_0 杂交铃纤维品质各个性状的变异幅度和变异系数均相对较小, 而父本 BC_1F_1 自交铃纤维品质各个性状的变异幅度和变异系数均相对较大(表 1)。 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与其母本中 36 自交铃纤维长度、纤维比强度、纤维麦克隆值、整齐度和伸长率等性状的平均值、变异系数大小相差不大, 变异幅度接近(表 1)。

中 221×海 1 组合的 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与其父本 BC_1F_1 植株上的自交铃纤维品质各个性状的统计分布图的情况, 与中 36×海 1 组合的各个世代的纤维品质分布图基本一致。 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与其父本 BC_1F_1 植株上的自交铃纤维品质相比, 纤维长度、纤维比强度、纤维麦克隆值、整齐度和伸长率等各个性状的平均值大小相差较大, 成对 t 测验比较, 全部都达到了极显著水平(表 2)。除伸长率外, 其他 4 个性状的变异系数大小相差也较大, BC_2F_0 杂交铃纤维品质各个性状的变异系数相对较低, 变异幅度相对较小, 而 BC_1F_1 自交铃纤维品质各个性状的变异系数相对较高, 变异幅度较大(表 1)。 BC_2F_0 杂交铃纤维品质与其母本中 221 自交铃纤维品质相比, 除纤维麦克隆值外, 其他 4 个性状的平均值也接近变异系数大小相差也不大; 各个性状的变异幅度接近(表 1)。

表 2 中 36×海 1 和中 221×海 1 组合的杂交铃与自交铃纤维品质的配对法 *t* 检验分析表

Table 2 Paired t-test analysis of fiber quality of inter-crossing bolls and self-crossing bolls of difference generations population from CCRI36 × Hai1 and Zhong221 × Hai1

| 组合名称 Combinations | 世代 Generation | 性状 Traits | 个体数 No. of individuals | 平均值 Mean | <i>t</i> 值 <i>t</i> value | <i>P</i> 值 <i>P</i> |
|----------------------------|---|------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|------------------------|
| 中 36×海 1 CCRI 36×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ 与自交铃 BC ₁ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ and self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 纤维长度 Length | 109 | -1.838 | -8.746 | <0.01 |
| | | 纤维比强度 Strength | 109 | -3.484 | -11.233 | <0.01 |
| | | 麦克隆值 Micronaire | 109 | 0.589 | 11.367 | <0.01 |
| | | 纤维整齐度 Uniformity | 109 | 1.042 | 8.054 | <0.01 |
| | | 纤维伸长率 Elongation | 109 | -0.944 | -13.007 | <0.01 |
| | 杂交铃 BC ₃ F ₀ 与自交铃 BC ₂ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ and self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 纤维长度 Length | 119 | -0.032 | -0.36 | >0.05 |
| | | 纤维比强度 Strength | 119 | 0.689 | 4.533 | <0.01 |
| | | 麦克隆值 Micronaire | 119 | -0.109 | -4.897 | <0.01 |
| | | 纤维整齐度 Uniformity | 119 | -0.027 | -0.216 | >0.05 |
| | | 纤维伸长率 Elongation | 119 | -0.065 | -1.944 | >0.05 |
| 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ 与自交铃 BC ₁ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ and self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 纤维长度 Length | 79 | -1.965 | -8.8 | <0.01 |
| | | 纤维比强度 Strength | 79 | -2.385 | -6.086 | <0.01 |
| | | 麦克隆值 Micronaire | 79 | 0.877 | 10.467 | <0.01 |
| | | 纤维整齐度 Uniformity | 79 | 0.68 | 3.908 | <0.01 |
| | | 纤维伸长率 Elongation | 79 | -0.986 | -9.713 | <0.01 |
| | 杂交铃 BC ₃ F ₀ 与自交铃 BC ₂ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ and self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 纤维长度 Length | 117 | -0.461 | -4.219 | <0.01 |
| | | 纤维比强度 Strength | 117 | -1.693 | -10.769 | <0.01 |
| | | 麦克隆值 Micronaire | 117 | 0.339 | 12.549 | <0.01 |
| | | 纤维整齐度 Uniformity | 117 | -0.061 | -0.423 | >0.05 |
| | | 纤维伸长率 Elongation | 117 | -0.064 | -1.741 | >0.05 |

上述 2 个组合的品质分析均表明, 以 BC₁F₁ 为父本、以轮回亲本为母本进行回交, 母本植株上的 BC₂F₀ 杂交铃的纤维品质偏向于其母本植株上的自交铃的纤维品质, 与父本植株上的自交铃纤维品质有显著的不同。

对中 36 × 海 1 组合和中 221 × 海 1 组合的 BC₂F₀ 杂交铃群体纤维品质与父本 BC₁F₁ 自交铃群体纤维品质性状进行相关性分析, 纤维长度、比强度、麦克隆值、整齐度和伸长率的相关系数为 0.004~0.107, 都没达到显著水平(表 3)。这也进一步说明了杂交铃上的纤维品质表现与父本基因型没有显著的遗传关系。

2.2 以 BC₂F₁ 群体为母本, 分别以中 36 和中 221 为父本的杂交铃 BC₃F₀ 与其母本 BC₂F₁ 植株上的自交铃的纤维品质表现

2005 年以 BC₂F₁ 为母本、以中 36 和中 221 为父本分别进行回交杂交, BC₂F₁ 母本群体植株上的

BC₃F₀ 杂交铃纤维品质与 BC₂F₁ 母本群体植株上自交铃纤维品质的统计性状描述见表 1 和统计分布见图 7~图 11。

由图 7~图 11 看出, 中 36 × 海 1 组合的 BC₂F₁ 群体家系上的 BC₃F₀ 杂交铃纤维品质与其自交铃的纤维品质的各个性状的统计分布基本成正态分布, 分布的曲线几乎是重合的。各个性状的平均值也接近。除伸长率的变异系数差异略大外, 其他 4 个性状(纤维长度、纤维比强度、纤维麦克隆值、整齐度)的变异系数值相近; 除纤维长度外, 其他 4 个性状的变幅也接近。成对 *t* 测验分析(表 2)BC₂F₁ 群体家系上杂交铃与自交铃的纤维长度、整齐度、伸长率没有显著的差异, 纤维比强度和麦克隆值差异极显著。其相关性分析结果为 BC₂F₁ 群体家系上杂交铃与自交铃的纤维长度、比强度、麦克隆值、整齐度和伸长率的相关系数分别为 0.633、0.454、0.631、0.309、0.404, 都达到了极显著水平(表 3)。

表 3 中 36×海 1 和中 221×海 1 组合的杂交铃与自交铃纤维品质的相关性分析
Table 3 Correlation of fiber quality traits of inter-crossing bolls and self-crossing bolls of difference generations population from CCRI36 × Hai1 and Zhong221 × Hai1

| 组合 Combination | 世代 Generation | 纤维长度 Length | 纤维比强度 Strength | 麦克隆值 Micronaire | 纤维整齐度 Uniformity | 纤维伸长率 Elongation |
|----------------------------|--|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 中 36×海 1 CCRI36×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ 与自交铃 BC ₁ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ and self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | -0.049 | -0.004 | 0.107 | -0.051 | -0.009 |
| | 杂交铃 BC ₃ F ₀ 与自交铃 BC ₂ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ and self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 0.633** | 0.454** | 0.631** | 0.309** | 0.404** |
| 中 221×海 1 Zhong221×Hai1 | 杂交铃 BC ₂ F ₀ 与自交铃 BC ₁ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₂ F ₀ and self-crossing bolls BC ₁ F ₁ | 0.033 | 0.063 | 0.071 | -0.106 | -0.097 |
| | 杂交铃 BC ₃ F ₀ 与自交铃 BC ₂ F ₁ Inter-crossing bolls BC ₃ F ₀ and self-crossing bolls BC ₂ F ₁ | 0.558** | 0.413** | 0.682** | 0.094 | 0.468** |

** : 表示 0.01 水平上显著。
** : Denote significance at 0.01 level.

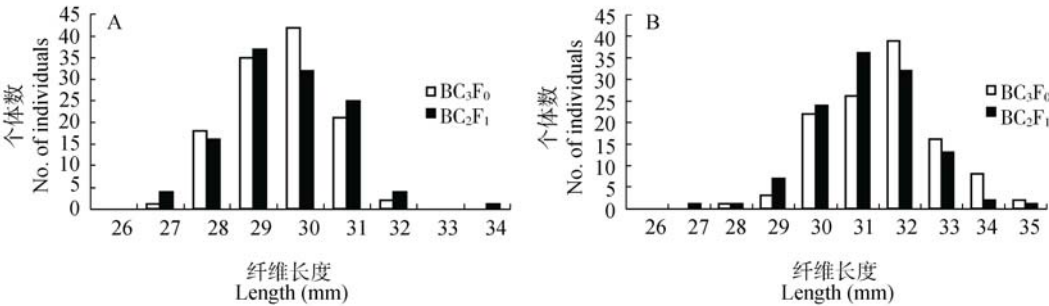


图 7 中 36×海 1(A)组合和中 221×海 1(B)组合的 BC₃F₀ 杂交铃与 BC₂F₁ 自交铃的纤维长度的统计分布图
Fig. 7 Frequency distribution of fiber length of BC₃F₀ population and BC₂F₁ population of combination CCRI36×Hai1(A) and Zhong221×Hai1(B)

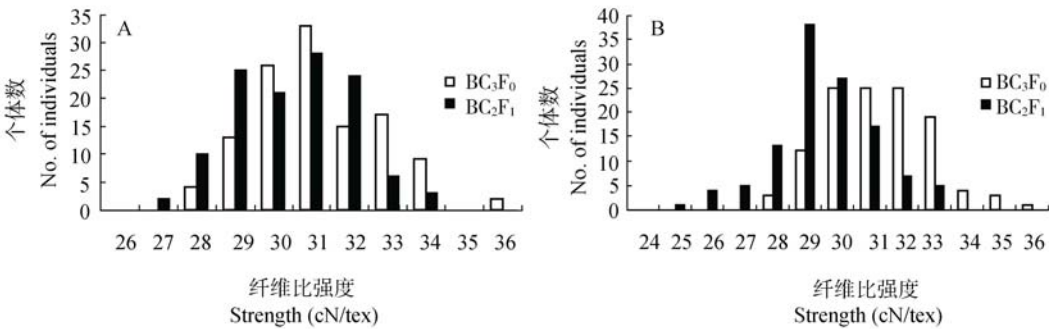


图 8 中 36×海 1(A)组合和中 221×海 1(B)组合的 BC₃F₀ 杂交铃与 BC₂F₁ 自交铃的的纤维比强度的统计分布图
Fig. 8 Frequency distribution of fiber strength of BC₃F₀ population and BC₂F₁ population of combination CCRI36×Hai1 (A) and Zhong221×Hai1 (B)

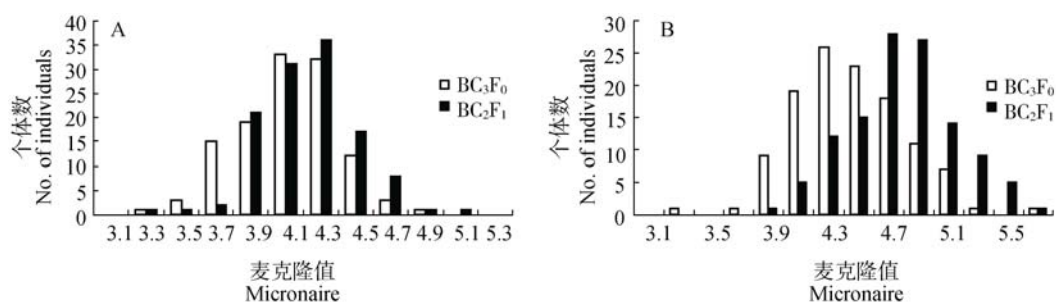


图 9 中 36×海 1(A)组合和中 221×海 1(B)组合的 BC_3F_0 杂交铃与 BC_2F_1 自交铃的纤维麦克隆值的统计分布图

Fig. 9 Frequency distribution of fiber micronaire of BC_3F_0 population and BC_2F_1 population of combination CCRI36×Hai 1(A) and Zhong221×Hai1(B)

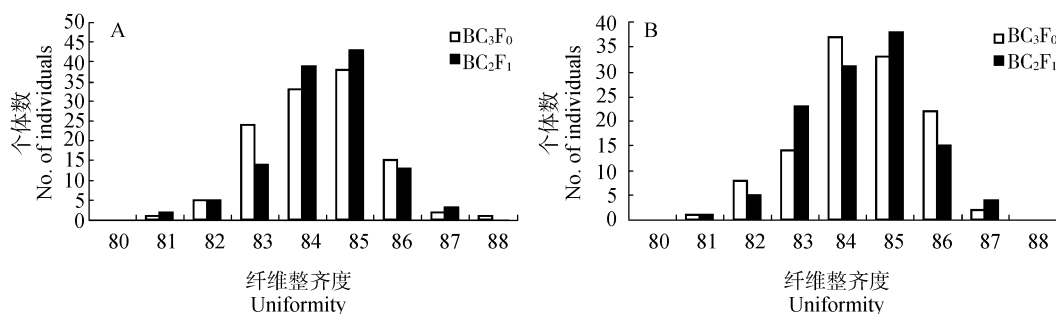


图 10 中 36×海 1(A)组合和中 221×海 1(B)组合的 BC_3F_0 杂交铃与 BC_2F_1 自交铃的纤维整齐度的统计分布图

Fig. 10 Frequency distribution of fiber uniformity of BC_3F_0 population and BC_2F_1 population of combination CCRI36×Hai1(A) and Zhong221×Hai1(B)

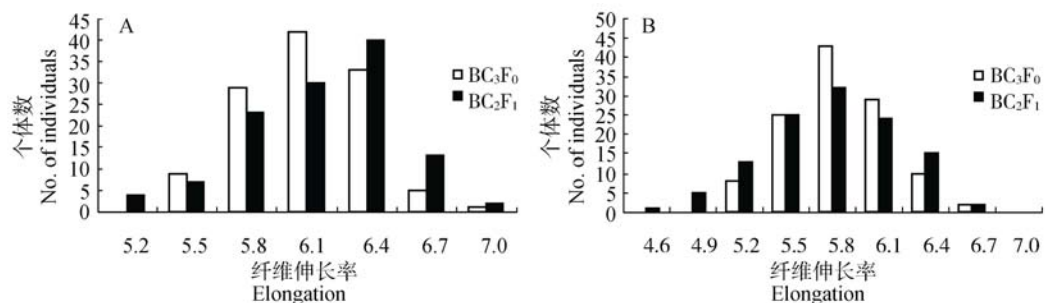


图 11 中 36×海 1(A)组合和中 221×海 1(B)组合的 BC_3F_0 杂交铃与 BC_2F_1 自交铃的纤维伸长率的统计分布图

Fig. 11 Frequency distribution of fiber elongation of BC_3F_0 population and BC_2F_1 population of combination CCRI36×Hai1(A) and Zhong221×Hai1(B)

中 221×海 1 组合的 BC_2F_1 群体家系上的 BC_3F_0 杂交铃纤维品质与其自交铃的纤维品质的各个性状的统计分布也基本成正态分布, 分布的曲线也几乎是重合的。各个性状的平均值也接近。除伸长率、纤维麦克隆值的变异系数较大外, 其他 3 个性状(纤维长度、纤维比强度、整齐度)的变异系数值相近; 除长度外, 其他 4 个性状的变幅也接近。成对 t 测验分析(表 2) BC_2F_1 群体家系上杂交铃与自交铃的纤维品质

整齐度、伸长率差异不显著, 其他的纤维性状差异极显著。其相关性分析结果为除整齐度相关系数较小(0.094)外, BC_2F_1 群体家系上杂交铃与自交铃的纤维长度、比强度、麦克隆值和伸长率的相关系数分别为 0.558、0.413、0.682、0.468, 都达到了极显著的水平(表 3)。

尽管杂交铃与其母本植株自交铃纤维品质的部分性状存在显著差异, 但这种差异可能是杂交技术

等外在因素引起, 从统计分布图、群体平均值、变异系数、变异幅度、相关系数等综合分析, 这 2 套组合的杂交铃与其母本植株自交铃的纤维品质性状基本一致, 说明杂交铃上的纤维品质表现是由母本植株基因型决定。

3 讨论

本文从性状的频率分布及相关性分析的研究结果均表明, 杂交铃上的纤维品质性状与母体植株上的自交铃上的纤维品质一致, 杂种种子上的纤维品质不是由当代杂交种子的胚的基因型决定, 而是由母体植株基因型决定。由于 BC_1F_1 世代是分离世代, 群体单株基因型都不相同, 其植株上的纤维品质性状表现也不会相同, 表现分布的范围较宽, 极差和变异系数也较大。而相应的母本植株是同一个品种, 其基因型都一样, 自交铃的纤维品质性状也大体一致, 由于存在着环境引起的变异, 其群体纤维品质性状表现出近似正态分布的特征。所以, 由母体植株基因型决定的杂交铃上的纤维品质性状的统计分布图接近正态分布, 其平均值、极差和变异系数与轮回亲本纤维品质的接近, 而与父本差异大。以 BC_2F_1 为母本、以轮回亲本为父本进行回交, 所获得的 BC_3F_0 杂交铃纤维品质与母本自交铃纤维品质性状, 在平均值、极差和变异系数均很接近。

杂交铃纤维品质的性状主要受母体植株基因型控制, 但也不排除其他多种因素的影响。大量研究表明, 授粉受精状况对纤维发育有很大的影响^[3], 所以不论是种间杂交还是种内杂交, 父本花粉授粉也必然会影响杂交铃上纤维的发育, 进而影响纤维品质。杂交技术等因素会影响杂交种子纤维的发育, 因为在做杂交时要摘除母本花朵上的雄蕊和授父本花粉, 在摘除雄蕊的时候易造成对子房、萼片、包叶等的伤害, 必然会影响到胚珠上纤维的发育; 涂抹父本花粉的时候, 由于涂抹不均匀, 也会造成一些胚珠只接受到部分花粉或接受不到花粉, 致使一些胚珠受精不均匀或部分受精或没有受精, 形成瘪子或不孕子, 造成杂交铃歪嘴桃或小桃, 其纤维发育不良或纤维很少, 影响纤维品质。做过杂交的母本, 明显晚熟, 同样会影响纤维品质。陆地棉与海岛棉杂交, 异质花粉授粉, 由于遗传不亲和性, 也会造成一些不孕子或瘪子, 影响纤维的分化、发育, 进

而影响到纤维品质。环境温度、湿度等也会影响纤维的品质。因此环境条件、杂交技术等种种外在因素的影响, 可能是造成杂交铃与其母本自交铃纤维品质一些性状如纤维比强度和麦克隆值差异显著的主要原因。

参考文献(References):

- [1] YANG You-Ming, JIA Jun-Zhen, XU Chu-Nian, LI Hai-Yan, GUO Yu-Hai. Initiation of cotton fiber cells and the effects of temperature and plant growth substances on it. *Journal of China Agricultural University*, 1999, 4(3): 15–22.
杨佑明, 贾君镇, 徐楚年, 李海燕, 郭玉海. 棉花纤维细胞起始及温度、植物生长物质对其影响. 中国农业大学学报, 1999, 4(3): 15–22.
- [2] Basra AS, Malik CP. Development of cotton fibers. *Int Rev Cytol*, 1984, 98: 65–113. [DOI](#)
- [3] DU Xiong-Ming, PAN Jia-Ju. Factors influencing cotton fiber initiation and development. *Chinese Bulletin of Life Sciences*, 2000, 12(4): 177–180.
杜雄明, 潘家驹. 影响棉纤维分化和发育的因素. 生命科学, 2000, 12(4): 177–180.
- [4] XU Chu-Nian, BAI Chang-Qing, JIA Jun-Zhen. Cotton fiber development course and fiber yield, quality formation. *Crop Cultivation and Physiology Science Symposium in China V*, 1995, 76.
徐楚年, 柏长青, 贾君镇. 棉花纤维发育进程与产量、品质形成. 全国第五次作物栽培生理学术讨论会论文集, 1995, 76.
- [5] CHEN Liang-Bing, LI Yong-Qi. The research progress on cotton fiber development at molecular level. *Mol Plant Breed*, 2004, 2(1): 105–111.
陈良兵, 李永起. 棉花纤维发育的分子研究进展. 分子植物育种, 2004, 2(1): 105–111.
- [6] YUAN You-Lu, ZHANG Tian-Zhen, GUO Wang-Zhen, PAN Jia-Ju, R. J. Kohel, XIONG Zhong-Wei, TANG Shu-Rong. Genetic stability of fiber qualities in upland cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 2002, 14(2): 67–70.
袁有禄, 张天真, 郭旺珍, 潘家驹, R. J. Kohel, 熊宗伟, 唐淑荣. 棉花纤维品质性状的遗传稳定性研究. 棉花学报, 2002, 14(2): 67–70.
- [7] YUAN You-Lu, ZHANG Tian-Zhen, GUO Wang-Zhen, PAN Jia-Ju, R. J. Kohel. Diallel analysis of superior fiber quality properties in selected upland cottons. *Acta Genetica Sinica*, 2005, 32(1): 79–85.
袁有禄, 张天真, 郭旺珍, 潘家驹, R. J. Kohel. 棉花优异纤维品质性状的双列杂交分析. 遗传学报, 2005, 32(1): 79–85.
- [8] WU Ji-Xiang, ZHU Jun, XU Fu-Hua, JI Dao-Fan. Genetic analysis for heterosis of F_2 fiber traits in upland cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 1995, 7(4): 217–222.
吴吉祥, 朱军, 许馥华, 季道藩. 陆地棉 F_2 纤维品质性

- 状杂种优势的遗传分析. 棉花学报, 1995, 7(4): 217-222.
- [9] Tang B, Jenkins JN, Watson CE, McCarty JC, Creech RG. Evaluation of genetic variances, heritabilities, and correlations for yield and fiber traits among cotton F_2 hybrid populations. *Euphytica*, 1996, 91: 315-322. [\[DOI\]](#)
- [10] WANG Xue-De, PAN Jia-Ju. Genetic analysis for heterosis and in breeding depression. *Acta Agronomica Sinica*, 1991, 17(1): 18-23.
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.
- [11] Verhalm LM, Murray JC. A diallel analysis of several fiber property traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Crop Sci*, 1969, 9: 311-315.
- [12] LIU Hai-Tao, GUO Xiang-Mo, XIA Jing-Yuan. Genetic effects of agronomic characters in intraspecific hybrids of *Bt* transgenic cotton \times non-transgenic upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Acta Gossypii Sinica*, 2000, 12(3): 118-121.
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. 棉花学报, 2000, 12(3): 118-121.
- [13] XING Chao-Zhu, JING Shen-Rong, GUO Li-Ping, YUAN You-Lu, WANG Hai-Lin. Study on heterosis and combining ability of transgenic *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 2000, 12(1): 6-11.
邢朝柱, 靖深蓉, 郭立平, 袁有禄, 王海林. 转 *Bt* 基因棉杂种优势及性状配合力研究. 棉花学报, 2000, 12(1): 6-11.
- [14] HAN Xiang-Ming, LIU Ying-Xin, SHONG Xian-Liang. Genetic analysis for fiber traits of new germplasms in upland cotton. *Acta Agronomica Sinica*, 2002, 28(2): 245-248.
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.
- [15] SUN Ji-Zhong, LIU Jin-Lan, ZHANG Jin-Fa. A review on research and utilization of hybrid vigor of cotton. *Acta Gossypii Sinica*, 1994, 6(3): 135-139.
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.
- [16] Meredith WR Jr. Yield and fiber quality potential for second generation cotton hybrids. *Crop Sci*, 1990, 30: 1045-1048.
- [17] MEI Yong-Jun, ZHANG Gai-Sheng, YE Zi-Hong, CAO Xin-Chuan, ZHANG Wen-Ying. Genetic analysis of fiber traits and population heterosis for F_1 and F_2 between different fruit-branch type cultivars in island cotton. *Acta Agronomica Sinica*, 2004, 30(8): 739-744.
梅拥军, 张改生, 叶子弘, 曹新川, 张文英. 海岛棉不同果枝品种间杂交纤维品质性状的遗传及 F_1 和 F_2 群体优势分析. 作物学报, 2004, 30(8): 739-744.
- [18] SHI Yu-Zhen, LIU Ai-Ying, LI Jun-Wen, WANG Shu-Fang, YUAN You-Lu. Heterosis and genetic analysis of fiber quality traits of interspecific hybrid of *G. hirsutum* L. \times *G. barbadense* L. *Acta Gossypii Sinica*, 2008, 20(1): 56-61.
石玉真, 刘爱英, 李俊文, 王淑芳, 袁有禄. 陆海种间杂交纤维品质性状的遗传及其 F_1 群体优势分析. 棉花学报, 2008, 20(1): 56-61.

欢迎订阅 2009 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管主办国内外公开发行的我国大豆专业领域学术性期刊, 也是被国内外多家重要数据库和文摘收录源收录的重点核心期刊, 反映大豆科学的最新研究成果, 2007 年影响因子达 0.909。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、研究报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者, 大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

国内外公开发行, 双月刊, 16 开本, 每期 180 页。国内每期订价: 10.00 元, 全年 60.00 元, 邮发代号: 14—95。国外每期订价: 10.00 美元(包括邮资), 全年 60 美元。国外由中国国际图书贸易总公司发行, 北京 399 信箱。国外代号: Q5587。

本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告, 广告经营许可证号: 2301004010071。

地址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部。

邮编: 150086

电话: 0451-86668735

E-mail: dadoukx@sina.com