

转基因抗虫杂交棉杂种后代及其亲本纤维品质比较研究

李瑞莲, 刘爱玉, 陈金湘*

(湖南农业大学棉花研究所,长沙,410128)

摘要:2000-2004年,以转基因抗虫棉农杂62、 H_{16} 、 H_{64} 的 F_1 、 F_2 、 F_3 及其亲本为材料,检测了主要纤维品质指标。结果表明,杂种后代的纤维长度、整齐度和亲本之间无显著差异,杂种后代纤维平均伸长率与高值亲本差异显著。但在比强度和麦克隆值方面,表现出显著的杂种优势, F_1 杂种优势显著地高于亲本及 F_2 和 F_3 。纤维比强度的中亲优势农杂62 F_1 平均为11.84%;农杂62 F_1 和 $H_{16}F_1$ 的高亲优势分别为9.46%、14.34%。 F_1 、 F_2 、 F_3 纤维长度、整齐度、麦克隆值、伸长率等品质指标群体平均数之间虽然差异很小,但 F_1 、 F_2 、 F_3 群体纤维品质性状均有相似的变异个体分布。 F_1 群体纤维品质优于 F_2 、 F_3 , F_2 群体纤维品质略优于 F_3 。

关键词:转基因杂交棉;纤维品质;杂种优势

中图分类号:S562.035.1 **文献标识码:**A

文章编号:1002-7807(2007)01-0038-04

Study on Fiber Properties of Parents, F_1 , F_2 and F_3 Generations of Transgenic Hybrid Cotton

LI Rui-lian, LIU Ai-yu, CHEN Jin-xiang*

(Cotton Research Institute of Hunan Agricultural University, Changsha, 410128 China)

Abstract : Cotton varieties with the Bt gene have been widely accepted and planted around the world. They were introduced into China in 1996 in order to control the insects and weeds. Since then, the transgenic hybrids have been widely planted in China. The application of the hybrid insect-resistant cotton can, on one hand, keep its resistance to insect while greatly increasing its yielding; on the other hand, the problems of fiber quality is also gradually being stressed and considered.

It was expensive to make first-generation hybrids (F_1). Compared with F_1 , the lint yield per area of F_2 was lower, but still higher than that of the conventional varieties and their parents. Thus F_2 has been grow extensively in the southern China cotton region. However, Some farmer saved F_2 hybrids. Nevertheless, the decline of fiber qualities attracted more and more attention. The study was conducted to compare with fiber quality variances between parents, F_1 , F_2 and F_3 in 2000-2004. 15 varieties (parents and F_1 , F_2 and F_3) were planted in the experiment station of Hunan Agricultural University in Changsha. The results showed that fiber strength, fiber fineness (micronaire) were of significant heterosis, while others were no. F_1 was higher than F_2 , F_3 . For mid-parent heterosis of fiber strength, mean value were 11.84%, Nong-Za 62 F_1 was 17.44%. For high parent heterosis of fiber strength, $H_{64}F_1$ had no heterosis, Nong-Za 62 F_1 and $H_{16}F_1$ were 9.46%, 14.34%, respectively. Compared with CK, except fiber fineness (micronaire), others were not over standard heterosis. The sample means of F_1 , F_2 and F_3 fiber properties, such as length, uniformity of fiber length, fiber elongation were not significantly different. But the values of these characteristics varied from individual to individual within the F_1 , F_2 and F_3 population. Fiber of F_1 was stronger than that of F_2 and F_3 , fiber fine-

ness (micronaire) of F_1 was smaller than that of F_2 and F_3 , average fiber length and average fiber elongation percentage of F_1 were better than that of F_2 and F_3 , respectively. The biggest variation coefficient was fiber fineness (micronaire) of 6.72%, which was about three times of fiber length. The second was fiber strength. The minimum variation coefficient was uniformity of fiber length. So the integrated fiber quality of F_1 was better than that of F_2 . The integrated fiber quality of F_2 was a little better than that of F_3 .

key words: transgenic hybrid cotton; fiber property; heterosis

自从 20 世纪 90 年代转基因棉问世,全球转基因棉花种植面积迅速增加^[1-2]。特别是转基因抗虫杂交棉具有抗虫、产量高等优点,深受棉农的青睐。目前,生产上种植的转基因抗虫杂交棉有 F_1 和 F_2 ,由于 F_1 种子价格高,绝大部分种植 F_2 ,有些农民甚至种植 F_3 。而国内外专家对 F_1 和 F_2 群体纤维品质以及生理生化特性进行了系统的研究^[3-9],但对个体纤维品质差异研究鲜见报道^[10-11]。本研究针对转基因杂交棉利用现状,着重研究 F_1 、 F_2 和 F_3 个体之间的差异和衰减程度,比较杂种的优势度,为生产上大面积推广种植转基因抗虫杂交棉提供参考。

1 材料和方法

2000—2004 年在湖南农业大学教学科研试验基地。供试品种(组合)为:农杂 62 F_1 (湘 10×湘 17,代号 1)、农杂 62 F_2 (代号 2)、农杂 62 F_3 (代号 3)、 $H_{64} F_1$ ($B_{12} \times A_2$,代号 4)、 $H_{64} F_2$ (代号 5)、 $H_{64} F_3$ (代号 6)、 $H_{16} F_1$ ($B_8 \times A_2$,代号 7)、 $H_{16} F_2$ (代号 8)、 $H_{16} F_3$ (代号 9)、泗棉 3 号(CK,代号 10)。湘 10(代号 11)、湘 17(代号 12)、 A_2 (代号 13)、 B_8 (代号 14)、 B_{12} (代号 15)。 $H_{64} F_1$ 、 $H_{16} F_1$ 由湖南省联合棉种公司提供,其余的由湖南农业大学棉花研究所提供。

试验地为旱土,前茬为油菜,土壤肥力中等偏上。试验采用随机区组,重复 4 次,小区面积为 20 m²,4 行区,种植密度为 2.4 万株·hm⁻²,其它栽培管理措施同大田。

每小区中间 2 行固定连续 10 株挂牌,分单株收花、保存。轧花后,单株皮棉和小区皮棉送农业部棉花品质监督检验测试中心检测纤维品质。

运用 Excel 进行数据统计,使 DPS 进行方差分析。

中亲优势 $MH\% = \{F - [P_1 + P_2] / 2\} / [P_1 + P_2] / 2$

竞争优势 $CH\% = (F - CK) / CK \times 100$

超亲优势 $SRH\% = (F - HP) / HP \times 100$

其中 F 为杂交种,HP 为最高亲本,P 为亲本,CK 为对照。

根据我国现行分级标准,麦克隆值在 3.7~4.2 范围的为最佳,定位 A 级;4.3~4.9 的为 B₁ 级,3.5~3.6 为 B₂ 级;5.0 及以上为 C₁ 级,3.4 及以下为 C₂ 级。为了便于变量的连续性比较,对麦克隆值原始数据按下述公式进行归一化处理,结果以标准化数据表示,其值越大,纤维品质越优。

$$M = 1 - \frac{|M_1 - 3.95|}{3.95}$$

(M 为标准化数据,M₁ 为原始数据,3.95 为标准值,是 3.7~4.2 的中值)

2 结果与分析

2.1 纤维长度的比较

15 个材料纤维长度经方差分析(表 1), A_2 与农杂 62 杂种、 H_{64} 杂种达到显著差异。

从杂种与亲本优势比较看,中亲优势在 -3.47%~0.45% 之间,超高亲优势在 -6.99%~-2.58% 之间,偏向于低值亲本。 H_{16} 两个亲本的纤维长度长,杂种后代的纤维长度也长。与对照比较,杂种竞争优势在 1% 以下(整齐度、比强度、伸长率趋势也一样)。所测值中最大值与最小值的差值,杂种后代明显高于亲本,随着代数的增加,差值增大,变异系数也递增,总的趋势是亲本 $< F_1 < F_2 < F_3$,其它纤维品质基本一致。试验表明,纤维长度无杂种优势,杂种后代分离较大,短纤维比例增加。

2.2 纤维长度整齐度的差异

15 个材料整齐度平均数为 83.72%,经方差分析(表 1)差异不显著。

15 个材料整齐度平均变异系数为 1.20%,比纤维长度变异系数小一倍,是纤维品质中变异系数最小的。

分析比较 F_1 、 F_2 、 F_3 整齐度的差异,表现为以下特征:一是三个群体纤维长度整齐度的平均数差异很小, F_2 群体整齐度的平均数比 F_1 高 0.08%。二是 F_2 、 F_3 群体内个体纤维长度整齐度变化幅度大于 F_1 ,存在小于 80%的个体和大于 86%的个体。三是纤维长度整齐度在 83%以上的个体 F_2 比 F_1 多 6%, F_3 比 F_1 少 13%,进一步表明杂种后代的分离。

表 1 杂交后代及其亲本纤维品质的差异

Table 1 Variances of main fiber properties among parents, F_1 , F_2 and F_3

处理	纤维长度		整齐度			比强度			伸长率			麦克隆值均值			
	均值/ mm	变异系数	极 值	均值 /%	变异系数	极 值	均值 /(cN·tex ⁻¹)	变异系数	极 值	均值 /%	变异系数	极 值	均 值	变异系数	极 值
1	29.07bB	2.97	4.1	83.14	1.22	4.3	29.01aAB	6.87	7.3	5.06defD	5.41	1.3	0.23ab	7.51	1.3
2	29.52bB	3.27	4.3	83.46	1.35	4.6	28.44aAB	8.20	8.7	5.28defD	7.56	1.7	0.27ab	8.88	1.8
3	29.51bB	3.84	5.3	83.80	1.17	3.9	27.47abABC	8.60	11.5	5.11efD	8.36	1.7	0.27ab	8.74	1.8
4	30.11bAB	1.94	2.4	84.23	1.14	4.5	29.10aA	5.23	6.9	5.40defD	3.19	0.7	0.24ab	6.07	1.3
5	30.31abAB	2.72	3.9	84.06	1.13	4.2	28.22aABC	6.64	7.5	5.61deCD	7.18	1.8	0.23ab	8.36	2.1
6	30.28abAB	3.66	4.6	84.11	1.38	5.3	28.29aABC	6.64	10.2	5.68cdCD	8.38	2.0	0.23ab	6.76	1.8
7	29.57bB	2.31	3.1	83.28	1.44	5.1	27.33abcABC	6.08	6.3	5.34defD	4.40	1.1	0.15b	9.30	2.5
8	29.30bB	3.18	3.8	83.27	1.30	4.9	26.47abcABC	7.42	7.7	5.37defD	4.79	1.2	0.18ab	9.04	2.2
9	29.45bB	4.26	6.3	83.32	1.21	4.2	26.42abcABC	7.21	7.9	5.30defD	5.72	1.2	0.23ab	9.58	2.2
10	30.14bAB	4.72	5.3	83.89	1.59	6.3	27.84abABC	6.33	9.1	5.57deCD	8.20	1.6	0.29ab	6.99	1.8
11	30.30abAB	1.37	2.0	82.90	1.19	1.4	26.50abcABC	5.34	2.0	5.40defD	2.62	0.2	0.20ab	4.47	0.3
12	29.00bB	0.49	0.2	84.30	1.17	1.4	22.90dD	6.79	2.2	6.30abAB	5.15	0.6	0.28ab	4.20	0.3
13	30.35abAB	0.70	0.3	84.00	0.84	1.0	24.80cdCD	7.37	4.0	6.70aA	2.11	0.2	0.32a	4.31	0.6
14	31.50aA	2.24	1.0	83.70	1.16	1.2	25.45bcBCD	6.35	3.7	6.10bcBC	2.32	0.2	0.19ab	3.01	0.2
15	29.20bB	2.42	1.0	84.30	0.67	0.8	27.95abABC	2.78	1.1	5.20defD	5.44	0.4	0.23ab	3.52	0.1

注:小写字母表示 5%显著水平,大写字母表示 1%显著水平。

从杂种与亲本优势比较看,表明不同的亲本所配制的杂交组合差异大。农杂 62 F_1 、 H_{16} F_1 中亲优势分别为 17.44%和 15.82%,它们的超高亲优势分别为 9.46%和 14.34%。试验表明,纤维比强度有杂种优势,且优势不同,通过亲本选择和杂交组合的筛选能够提高纤维品质(图 1)。

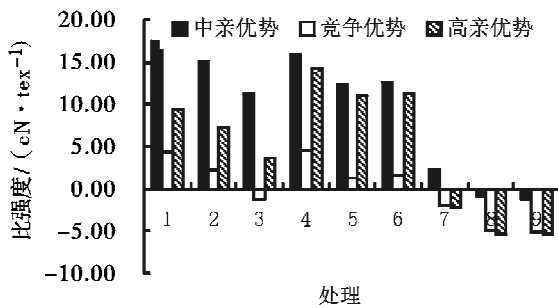


图 1 F_1 、 F_2 、 F_3 比强度杂种优势差异分布
Fig 1 Variances distribution of heterosis of fiber strength in F_1 , F_2 and F_3 samples

2.3 纤维比强度之间的差异

15 个材料平均比强度为 27.08 cN·tex⁻¹(表 1)。经方差分析差异显著, H_{16} F_2 、 F_3 、农杂 62 F_1 、 F_2 与亲本 B_8 、 A_2 、湘 17 达到显著差异, H_{16} F_1 与这三个亲本达到极显著差异。

15 个材料比强度平均变异系数为 6.52%,比纤维长度变异系数大 2.26 倍,仅次于麦克隆值。

2.4 纤维伸长率之间的差异

15 个材料平均纤维伸长率为 5.56(表 1),经方差分析,差异显著, B_8 和湘 17 与杂种达到极显著差异。

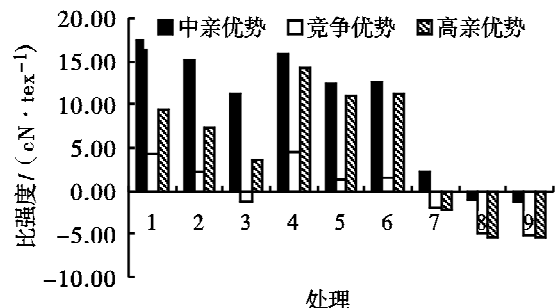


图 2 各处理伸长率次数分布
Fig 2 Frequency distribution of fiber elongation in parents, F_1 , F_2 and F_3 samples

15 个材料伸长率的平均变异系数为 5.39%,接近纤维长度变异系数的二倍,仅次于麦克隆值和比强度。

根据纤维品质测定的值,把伸长率分为三个区间(图 2),杂种的峰值在 5.0~5.9,而亲本峰值在 5.0~5.9 和 6.0 以上两个区间。试验表明,用这些亲本配制的杂交组合,伸长率无杂种优势。

2.5 纤维细度之间的差异

15 个材料纤维细度平均为 4.88,纤维最粗的为 B₈,最细的为 H₆₄F₁。经方差分析差异不大,只有 B₈ 和 H₆₄F₁ 达到了显著差异(表 1)。

15 个材料纤维细度的平均变异系数为 6.72%,为纤维长度的 2.32 倍,是纤维品质中变异系数最大的,高出比强度 0.2%。

从杂种纤维细度与亲本优势比较看,杂种 F₁ 纤维变细,农杂 62 F₁、H₆₄F₁ 中亲优势分别为 4.52% 和 7.03%,H₆₄F₁ 高亲优势为 4.38%。与对照比较,F₁ 竞争优势大,H₆₄F₁ 达到 18.97%。结果表明,纤维细度具有一定的杂种优势,利用这些亲本所配置的 F₁ 优势强,能够显著地改善棉花的纤维品质(图 3)。

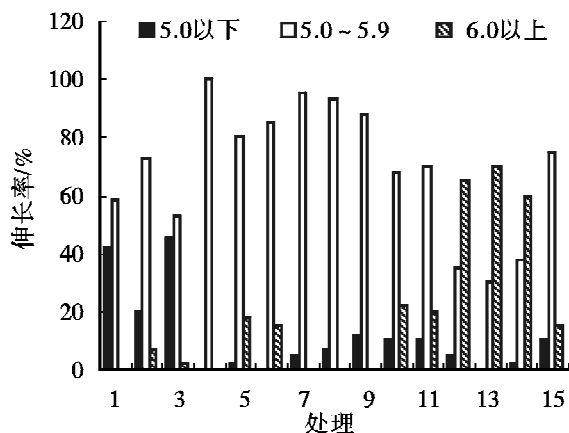


图 3 F₁、F₂、F₃ 纤维细度杂种优势差异分布

Fig 3 Variances distribution of heterosis of fiber fineness (micronaire) in F₁, F₂ and F₃ samples

3 讨论

3.1 杂交棉对棉花纤维品质的影响

从纤维品质变异系数来看,亲本纤维品质变异系数明显地小于杂种后代,说明棉花杂种后代纤维品质存在一定变幅,变幅是与杂种后代群体内变异个体的增加密切相关。因此,为了提高我国棉花纤维品质一致性,不宜盲目扩大杂交棉种植面积,应根据市场和纺织工业的需求,种植特用棉(长绒棉、高比强棉、细绒棉等),实行区域化种植,定点收购。

3.2 杂种优势对纤维品质的改善看法不一

从棉花杂种优势来看,亲本不同所配置的杂交组合,纤维品质有一定的差异。试验表明,通过亲本选择、生物技术和杂交手段达到提高棉花纤维品质的目的。湖南棉花麦克隆值较高,对纺纱品质有一定影响,因而麦克隆值并非优势越大越好,在选配亲本时注意麦克隆值的选择,解决优势强造成的偏粗问题。

3.3 未经过审定的品种一律不许销售

在种子生产、经营过程中,应加强法律监督,对未经过审定的品种一律不许销售。

参考文献:

- [1] CLIVE J. Preview global status of commercialized Biotech/GM crops[J]. 2004, ISAAA Briefs No. 27-2004.
- [2] 潘兆娥. 2004 年美国棉花面积调查[J]. 中国棉花, 2004, 32(6):39.
- [3] LYNDON S, Gannaway J R. Yield and quality determinations of F₁ and F₂ hybrids[C]. Proc Beltwide Cotton Prod Res Conf, 1990:69.
- [4] DEVER J K, Gannaway J R. Relative fiber uniformity between parent and F₁ and F₂ generations in cotton [J]. Crop Sci, 1992, 32:1402-1408.
- [5] MEREDITH W R J. Yield and fiber-quality potential for second-generation cotton hybrids[J]. Crop Sci, 1990, 30:1045-1048.
- [6] Turcotte E L, Richard G P. Evaluation of yield potential and fiber properties of 15 F₂ populations and their parents in pima cotton[C]. Proc Beltwide Cotton Prod Res Conf, 1990: 69.
- [7] 王兆晓, 闫芳教, 崔瑞敏, 等. 转 Bt 基因棉杂交种一、二代产量及主要农艺性状研究[J]. 中国棉花, 2002, 29(8):20-21.
- [8] 孙 杰, 李艳军, 李同莉, 等. 棉花纤维特异表达基因 GhF1 的分离及鉴定[J]. 棉花学报, 2005, 17(5): 259-263.
- [9] 郭立平, 邢朝柱, 苗成朵, 等. 棉花强优势杂交种中棉所 29、38、39 及其亲本的生理生化特性研究[J]. 棉花学报, 2005, 17(5):314-315.
- [10] 陈金湘, 李瑞莲, 陈步阳, 等. 棉花杂交种 F₁、F₂ 纤维品质性状比较研究[J]. 棉花学报, 2004, 16(6): 338-342.
- [11] 王 武, 张献龙, 聂以春. 转基因抗虫组合 F₂ 代群体农艺性状变异及其利用价值评估[J]. 棉花学报, 2002, 14(1):8-12.