

陆地棉高强纤维材料的杂种优势 及配合力研究

史立强¹, 张正圣², 徐 显¹, 赵俊丽¹, 万艳霞¹, 王校栓¹

(1. 河北省农林科学院棉花研究所, 河北 石家庄 050051; 2. 西南农业大学, 重庆 400716)

摘要: 以 5 个高强纤维材料为母本, 6 个抗棉铃虫品系为父本, 采用 NC II 交配设计, 对 30 个组合的杂种 F₁ 的产量性状进行分析。结果表明, 杂种 F₁ 竞争优势明显, 4 个性状具有竞争优势, 其中子、皮棉产量优势最大, 其次为铃重和单株铃数。通径分析表明, 单株铃数对皮棉产量效应最大。在配合力上, 高强纤维材料亲本以 9208007 III_{长16952} 和 9208007 III_{长22} 的 GCA 较好, 抗棉铃虫亲本以中 R₃、中 R₄ 棉的 GCA 较好。杂交组合 9208007 I_{长5} × 中 R₃ 和 9208007 III_{长22} × 中 R₃ 是较理想的高产优质组合。

关键词: 陆地棉; 高强纤维材料; 杂种优势; 配合力

中图分类号: S562 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2002)增刊-0188-05

杂种优势是生物界普遍存在的现象, 利用杂种优势是大幅度提高产量和改进品质的有效途径。棉花表现杂种优势的现象早在 20 世纪初便有发现, 70 年代以后, 国内掀起了陆地棉品种间杂优利用的热潮。^[1~3]。

以往研究, 将优质材料用于杂种优势的研究并不多。本研究利用西南农业大学育成的高强纤维优质亲本材料与中国农科院棉花所提供的转基因抗虫棉品系进行不完全双列杂交, 研究杂种 F₁ 优势的利用优势, 并估算了亲本的一般配合力和组合的特殊配合力, 为选育优质抗虫高产强优势组合和加快高强纤维材料的利用提供依据。

1 材料和方法

本试验在西南农业大学合川教学实验农场进行。1997 年以西南农业大学育成的 5 个陆地棉高强纤维材料: 9208007 I_{长5} (A₁)、9208007 I_{长7} (A₂)、9208007 II_{长25} (A₃)、9208007 III_{长16952} (A₄)、9208007 III_{长22} (A₅) 等 5 个作母本, 以中国农科院棉花所提供的 6 个转基因抗虫棉: 中 R₂ (B₁)、中 R₃ (B₂)、中 R₄ (B₃)、中₁₈₅ (B₄)、RP₄ (B₅)、R₉₃₋₆ (B₆) 为父本, 按不完全双列杂交 (NC II) 设计, 人工去雄配制 30 个杂交组合。1998 年对 30 个杂交组合和对照品种川棉 56 随机区组试验, 2 行区, 3 次重复, 小区面积 5.33 m², 种植密度 45 000 株/hm², 田间管理与大田相同。

本试验考查了 5 个性状: 9 月 20 日单株铃数 (个), 铃重 (g), 衣分 (%), 子棉产量 (g), 皮棉产量。部分组合纤维样品送农业部棉花品种监测中心测试纤维品质。

杂种优势用竞争优势表示。

收稿日期: 2002-03-15
 作者简介: 史立强 (1975-), 男, 大学, 主要从事棉花育种研究工作。

竞争优势(CKH)= $\frac{F_1-ck}{ck} \times 100$ (其中 F_1 、ck 分别为杂种、对照品种的平均值)。

方差分析和配合力分析以小区为单位, 采用固定模型进行, 按马育华^[4]及刘来福^[5]等提供的方法进行。

2 结果与分析

2.1 杂种优势分析

2.1.1 产量和产量构成因素 产量和产量构成因素测定结果及竞争优势列于表 1。由表 1 可见, 子棉、皮棉产量(以小区计产)、铃重 30 个组合全部表现正向竞争优势, 竞争优势变化范围分别为 27.0%~94.9%, 13.4%~75.1%, 2%~18%。平均竞争优势分别为 55.7%, 41.1%, 11.3%。单株铃数正向竞争优势组合 18 个, 平均竞争优势为 2.9%。衣分平均竞争优势为-9.5%, 30 个组合全部为负向竞争优势, 其原因是转基因抗虫棉的衣分较低, 且衣分以加性效应为主, 遗传力高^[6]。以上结果表明, 陆地棉高强纤维材料和抗棉铃虫亲本杂交, 除由父本造成衣分优势低外, 杂种子棉、皮棉产量, 铃重和单株铃数具有普遍杂种优势, 利用高强纤维材料来提高杂种产量是可行的。

表 1 杂种 F_1 的性状表现优势

| 组 合 | 子棉产量 | | 皮棉产量 | | 铃 重 | | 单株铃数 | | 衣分 | |
|--------------------------------|---------|------|-------|------|-----|------|------|-------|------|-------|
| | g | CKH | g | CKH | g | CKH | 个 | CKH | % | CKH |
| A ₁ ×B ₁ | 1 500.2 | 32.4 | 604.6 | 20.4 | 5.6 | 12 | 14.2 | -12.9 | 39.0 | -9.1 |
| A ₁ ×B ₂ | 2 282.0 | 94.9 | 878.8 | 75.1 | 5.8 | 16 | 19.5 | 19.6 | 38.5 | -10.3 |
| A ₁ ×B ₃ | 1 985.8 | 69.6 | 774.9 | 54.4 | 5.9 | 18 | 17.5 | 7.4 | 39.0 | -9.1 |
| A ₁ ×B ₄ | 1 739.8 | 48.6 | 674.7 | 34.4 | 5.1 | 2 | 17.6 | 8.0 | 38.8 | -9.6 |
| A ₁ ×B ₅ | 1 723.5 | 47.2 | 682.0 | 35.9 | 5.9 | 18 | 15.6 | -4.3 | 39.6 | -7.7 |
| A ₁ ×B ₆ | 1 767.5 | 50.9 | 642.7 | 28.0 | 5.6 | 12 | 14.9 | -8.6 | 36.4 | -15.2 |
| A ₂ ×B ₁ | 1 800.8 | 53.8 | 697.5 | 38.9 | 5.3 | 6 | 16.7 | 2.5 | 38.7 | -9.8 |
| A ₂ ×B ₂ | 1 968.2 | 68.1 | 757.1 | 50.8 | 5.7 | 14 | 17.2 | 5.5 | 38.5 | -10.3 |
| A ₂ ×B ₃ | 1 671.1 | 42.7 | 672.9 | 34.0 | 5.1 | 2 | 16.7 | 2.5 | 40.3 | -6.1 |
| A ₂ ×B ₄ | 1 838.7 | 57.0 | 715.7 | 42.6 | 5.3 | 6 | 17.7 | 8.6 | 38.9 | -9.3 |
| A ₂ ×B ₅ | 1 794.2 | 53.2 | 704.5 | 40.3 | 5.6 | 12 | 16.8 | 3.1 | 39.3 | -8.4 |
| A ₂ ×B ₆ | 1 487.1 | 27.0 | 569.2 | 13.4 | 5.4 | 8 | 14.6 | -10.4 | 38.3 | -10.7 |
| A ₃ ×B ₁ | 1 561.3 | 33.3 | 612.1 | 21.9 | 5.2 | 4 | 14.7 | -9.8 | 39.2 | -8.6 |
| A ₃ ×B ₂ | 1 916.2 | 63.6 | 746.8 | 48.8 | 5.8 | 16 | 17.8 | 9.2 | 39.0 | -9.1 |
| A ₃ ×B ₃ | 1 856.8 | 58.6 | 721.0 | 43.6 | 5.6 | 12 | 16.6 | 1.8 | 38.8 | -9.6 |
| A ₃ ×B ₄ | 1 745.8 | 49.1 | 691.3 | 37.7 | 5.5 | 10 | 15.9 | -2.5 | 39.6 | -7.7 |
| A ₃ ×B ₅ | 1 686.9 | 44.1 | 660.7 | 31.6 | 5.8 | 16 | 15.7 | -3.7 | 39.2 | -8.6 |
| A ₃ ×B ₆ | 1 763.2 | 50.6 | 650.5 | 29.6 | 5.6 | 12 | 16.0 | -1.8 | 36.9 | -14.0 |
| A ₄ ×B ₁ | 1 896.4 | 61.9 | 751.6 | 49.7 | 5.5 | 10 | 17.5 | 7.4 | 39.6 | -7.7 |
| A ₄ ×B ₂ | 2 050.6 | 75.1 | 814.5 | 62.3 | 5.8 | 16 | 18.6 | 14.1 | 39.7 | -7.5 |
| A ₄ ×B ₃ | 1 840.7 | 57.2 | 724.7 | 44.4 | 5.5 | 10 | 16.8 | 3.1 | 39.4 | -8.2 |
| A ₄ ×B ₄ | 1 884.6 | 60.9 | 742.6 | 47.9 | 5.5 | 10 | 16.7 | 2.5 | 39.4 | -8.2 |
| A ₄ ×B ₅ | 1 729.8 | 47.7 | 693.2 | 38.1 | 5.7 | 14 | 15.2 | -6.7 | 40.1 | -6.5 |
| A ₄ ×B ₆ | 1 788.9 | 52.8 | 698.3 | 39.1 | 5.5 | 10 | 16.1 | -1.2 | 39.0 | -9.1 |
| A ₅ ×B ₁ | 1 655.9 | 41.4 | 632.5 | 26.0 | 5.3 | 6 | 16.1 | -1.2 | 38.2 | -11.0 |
| A ₅ ×B ₂ | 2 177.1 | 85.9 | 852.0 | 69.7 | 5.9 | 18 | 19.2 | 17.8 | 39.1 | -8.9 |
| A ₅ ×B ₃ | 2 075.6 | 77.3 | 802.0 | 59.8 | 5.6 | 12 | 19.9 | 22.1 | 38.6 | -10.0 |
| A ₅ ×B ₄ | 1 984.8 | 69.5 | 773.4 | 54.1 | 5.6 | 12 | 19.0 | 16.6 | 39.0 | -9.1 |
| A ₅ ×B ₅ | 1 783.1 | 52.3 | 684.1 | 36.3 | 5.8 | 16 | 16.2 | -0.6 | 38.4 | -10.5 |
| A ₅ ×B ₆ | 1 678.4 | 43.3 | 618.6 | 23.2 | 5.5 | 10 | 15.9 | -2.5 | 36.9 | -14.0 |
| 平均 | 1 822.8 | 55.7 | 708.2 | 41.1 | 5.6 | 11.3 | 16.8 | 2.9 | 38.8 | -9.5 |
| 川棉 56 | 1 171.0 | 0 | 502.0 | 0 | 5.0 | 0 | 16.3 | 0 | 42.9 | 0 |

2.1.2 产量构成因素对产量的效应 表 2 列出了单株铃数、铃重和衣分 3 个主要产量构成因素对皮棉产量的直接通径系数、决定系数和相关系数。由表 2 可见, 相关系数和通径系数的作用趋势相同, 产量构成因素对皮棉产量的直接效应为单株铃数> 铃重> 衣分, 铃数优势明显大于铃重和衣分。这表明铃数优势是导致产量优势的主要优势, 这些初步结果可作为筛选高优势产量组合的参考。

表 2 杂种 F₁ 皮棉产量构成因素对皮棉产量的(直接)通径分析

| 系 数 | 皮 棉 产 量 | | |
|------|----------|----------|-----------|
| | 单株铃数 | 铃 重 | 衣 分 |
| 相关系数 | 0. 893 2 | 0. 506 1 | 0. 077 6 |
| 通径系数 | 0. 832 8 | 0. 372 1 | -0. 178 4 |
| 决定系数 | 0. 693 6 | 0. 138 5 | 0. 031 8 |

表 3 部分优质杂交组合纤维品质

| 组合名称 | 2. 5%跨长 (mm) | 比强度 (gf°tex ⁻¹) | 麦克隆 |
|--|-----------------|--------------------------------|------|
| 9208007Ⅱ长 ₂₅ ×中 R ₃ | 32. 7 | 22. 9 | 5. 0 |
| 9208007Ⅲ长 ₁₆₉₅₂ ×中 R ₃ | 32. 5 | 27. 0 | 4. 7 |
| 9208007Ⅲ长 ₁₆₉₅₂ ×中 R ₄ | 30. 6 | 23. 5 | 4. 7 |
| 9208007Ⅲ长 ₂₂ ×中 R ₃ | 33. 0 | 25. 0 | 5. 0 |
| 9208007Ⅲ长 ₂₂ ×中 R ₄ | 30. 6 | 23. 0 | 4. 5 |

2.1.3 部分高产优势杂交组合的纤维品质 优质杂交棉的纤维品质明显优于现有推广品种(现在推广品种纤维品质 2. 5%跨长 29. 0 mm 左右, 比强度 21. 0 gf°tex⁻¹, 麦克隆值 4. 9 左右)(表 3)。结果表明, 利用陆地棉高强纤维材料与抗棉铃虫亲本杂交的杂交组合能实现既高产又优质的育种目标。

2.2 配合力分析

2.2.1 性状方差分析 由性状方差分析及配合力方差分析(表 4)可见, 所有组合的重复间差异不显著, 组合间差异均达极显著水平。5 个性状母本间和父本间 GCA 差异均达极显著水平, 根据数量遗传学原理^[5 8], 说明这些性状主要受加性基因控制, 母本×父本的 SCA 效应, 5 个性状均达极显著水平, 说明这些性状除受加性基因控制外, 还受非加性基因的显著影响。

表 4 主要性状方差分析

| 变异来源 | 单株铃数 | | 铃 重 | | 衣 分 | | 子棉产量 | | 皮棉产量 | |
|-------|---------|------------|----------|------------|----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | 方差 | F 值 | 方差 | F 值 | 方差 | F 值 | 方差 | F 值 | 方差 | F 值 |
| 重复间 | 0. 125 | 0. 439 | 0. 008 5 | 0. 256 | 0. 567 0 | 2. 902 | 2. 327. 61 | 0. 317 | 1 026. 665 | 0. 834 |
| 组合间 | 6. 482 | 22. 744 ** | 0. 148 0 | 4. 458 ** | 2. 310 7 | 11. 825 ** | 96 557. 75 | 13. 132 ** | 15 862. 230 | 12. 887 ** |
| 母本(A) | 6. 345 | 22. 263 ** | 0. 156 0 | 4. 699 ** | 3. 733 0 | 19. 104 ** | 69 895. 94 | 9. 506 ** | 11 142. 915 | 9. 053 ** |
| 父本(B) | 20. 762 | 72. 849 ** | 0. 434 4 | 13. 084 ** | 6. 873 0 | 35. 174 ** | 326 325. 63 | 44. 381 ** | 58 642. 997 | 47. 643 ** |
| A×B | 2. 939 | 10. 312 ** | 0. 074 8 | 2. 253 | 0. 886 0 | 4. 534 ** | 44 448. 14 | 6. 045 ** | 6 110. 894 | 4. 965 ** |
| 误差 | 0. 285 | | 0. 033 2 | | 0. 195 4 | | 7 352. 82 | | 1 230. 880 | |

注: **表示 0. 01 的显著水平

表 5 亲本主要性状一般配合力相对效应值

| 亲 本 | 单株铃数 | 铃重 | 衣分 | 子棉产量 | 皮棉产量 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| A ₁ | -1. 25 | 1. 44 | -0. 77 | 0. 66 | 0. 21 |
| A ₂ | -0. 84 | -3. 05 | 0. 39 | -3. 36 | -3. 71 |
| A ₃ | -3. 82 | 0. 18 | -0. 18 | -3. 63 | -3. 92 |
| A ₄ | 0. 36 | 0. 18 | 1. 75 | 2. 42 | 4. 14 |
| A ₅ | 5. 73 | 0. 90 | -1. 24 | 3. 91 | 2. 68 |
| B ₁ | -5. 49 | -3. 41 | 0. 23 | -7. 59 | -6. 85 |
| B ₂ | 10. 14 | 4. 13 | 0. 28 | 14. 15 | 14. 36 |
| B ₃ | 4. 42 | -0. 54 | 0. 95 | 3. 56 | 4. 37 |
| B ₄ | 3. 70 | -3. 05 | 0. 75 | 0. 97 | 1. 61 |
| B ₅ | -5. 13 | 3. 41 | 1. 21 | -4. 26 | -3. 28 |
| B ₆ | -7. 52 | -0. 90 | -3. 47 | -6. 82 | -10. 21 |

2.2.2 亲本的 GCA 效应分析 由表 5 可见, 9208007 III长₁₆₉₅₂(A₄)在产量性状显著的 5 个性状 GCA 全部表现为正效应, 是综合性状最优的高产亲本, 其次为 9208007 III长₂₂(A₅), 其在产量性状显著的 5 个性状中除衣分和皮棉产量外, 其余 3 个性状单株铃数、铃重、子棉产量均为最大正效应, 表现优良, 是较好的高产优质亲本, 父本中, 中 R₃ (B₂)的 GCA 表现最优, 中 R₄ (B₃)的 GCA 表现较优。

2.2.3 组合的 SCA 效应分析 本试验中, 产量及产量构成性状的 SCA 效应达到极显著水平。由 6 表可见, 子棉产量 SCA 前 6 位的组合依次为: A₁B₂> A₂B₁> A₄B₁> A₃B₆> A₅B₃> A₂B₅; 皮棉产量: A₁B₂> A₄B₁> A₂B₁> A₃B₆> A₂B₅> A₅B₄; 单株铃数: A₄B₁> A₅B₃> A₁B₂> A₃B₆> A₂B₅> A₂B₁; 铃重: A₁B₂> A₅B₄> A₁B₁> A₄B₁> A₂B₁> A₄B₄; 衣分: A₂B₃> A₄B₆> A₂B₆> A₅B₂> A₁B₅> A₃B₄。

表 6 各组合特殊配合力相对效应值

| 组 合 | 单株铃数 | 铃 重 | 衣 分 | 子 棉 | 皮 棉 |
|---------------------------------|---------|---------|---------|----------|---------|
| A ₁ × B ₁ | − 8. 53 | 2. 51 | 0. 93 | − 10. 69 | − 7. 94 |
| A ₁ × B ₂ | 7. 46 | − 1. 44 | − 0. 41 | 10. 50 | 9. 53 |
| A ₁ × B ₃ | 1. 25 | 5. 03 | 0. 21 | 4. 82 | 4. 85 |
| A ₁ × B ₄ | 2. 57 | − 6. 82 | − 0. 10 | − 6. 09 | − 6. 54 |
| A ₁ × B ₅ | − 0. 54 | 1. 08 | 1. 49 | − 1. 76 | − 0. 62 |
| A ₁ × B ₆ | − 2. 33 | 0 | − 2. 06 | 3. 21 | 0. 76 |
| A ₂ × B ₁ | 5. 97 | 1. 62 | − 1. 00 | 9. 83 | 8. 45 |
| A ₂ × B ₂ | − 6. 68 | 1. 26 | − 1. 57 | − 2. 72 | − 4. 34 |
| A ₂ × B ₃ | 2. 03 | − 4. 85 | 2. 39 | − 8. 44 | − 6. 24 |
| A ₂ × B ₄ | 2. 74 | 1. 26 | − 1. 00 | 3. 36 | 2. 56 |
| A ₂ × B ₅ | 6. 21 | 0. 18 | − 0. 44 | 6. 14 | 5. 87 |
| A ₂ × B ₆ | − 4. 53 | 0. 90 | 1. 67 | − 8. 17 | − 6. 31 |
| A ₃ × B ₁ | − 2. 98 | − 3. 41 | 0. 85 | − 3. 05 | − 2. 80 |
| A ₃ × B ₂ | − 0. 12 | − 0. 18 | 0. 28 | − 5. 30 | − 4. 98 |
| A ₃ × B ₃ | − 1. 55 | 0. 90 | − 0. 90 | 2. 03 | 1. 36 |
| A ₃ × B ₄ | − 5. 01 | 1. 62 | 1. 36 | − 1. 47 | − 0. 07 |
| A ₃ × B ₅ | 2. 63 | 0. 54 | − 0. 13 | 5. 23 | 0. 50 |
| A ₃ × B ₆ | 6. 80 | 1. 26 | − 1. 36 | 7. 27 | 5. 99 |
| A ₄ × B ₁ | 9. 55 | 1. 97 | − 0. 05 | 9. 31 | 8. 84 |
| A ₄ × B ₂ | 0. 48 | − 0. 18 | 0. 15 | − 3. 97 | − 3. 48 |
| A ₄ × B ₃ | − 4. 53 | − 0. 90 | − 1. 29 | − 4. 90 | − 6. 18 |
| A ₄ × B ₄ | − 4. 42 | 1. 62 | − 1. 08 | 1. 02 | − 0. 89 |
| A ₄ × B ₅ | − 4. 53 | − 1. 26 | 0. 26 | − 3. 17 | − 2. 97 |
| A ₄ × B ₆ | 3. 22 | − 0. 54 | 2. 11 | 2. 63 | 4. 68 |
| A ₅ × B ₁ | − 4. 18 | − 2. 33 | − 0. 67 | − 5. 40 | − 6. 51 |
| A ₅ × B ₂ | − 1. 31 | 0. 90 | 1. 60 | 1. 48 | 3. 28 |
| A ₅ × B ₃ | 8. 59 | 0. 18 | − 0. 36 | 6. 50 | 6. 21 |
| A ₅ × B ₄ | 3. 94 | 2. 69 | 0. 88 | 4. 11 | 4. 93 |
| A ₅ × B ₅ | − 3. 94 | − 0. 18 | − 1. 13 | − 1. 74 | − 2. 79 |
| A ₅ × B ₆ | − 3. 34 | − 1. 26 | − 0. 31 | − 4. 94 | − 5. 11 |

3 结论与讨论

综合一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)效应分析及其杂种竞争优势, 可以发现组合 9208007 I 长₅×中 R₃(A₁×B₂)和 9208007 III长₂₂×中 R₃(A₅×B₂)两组合的 SCA 和 GCA 表现均较高且竞争优势强, 是理想的高产优质杂交组合。

高强纤维材料 9208007 III长₁₆₉₅₂和 9208007 III长₂₂的一般配合力(GCA)高, 综合性状优良, 可广泛用作育种亲本材料, 培育高产优质新品种, 并且可以直接用于筛选高产优质强优势组合。转基因抗虫棉中 R₃、中 R₄ 的一般配合力(GCA)也高, 可用作测交亲本, 筛选其他优良亲本材料。

一个优良的杂交亲本一般应具有配合力高和自身性状好两个特点^[8]。本研究首次以高强纤维优质材料进行杂种优势和配合力分析。研究表明, 高强纤维优质材料与抗棉铃虫亲本杂交, 在产量性状中杂种优势明显。亲本的一般配合力(GCA)和组合的特殊配合力(SCA)差异极显著。表明产量及其构成因素的加性或非加性效应均是存在的, 这为筛选产量上超对照的高产优质组合提供了可能。

参考文献:

- [1] 孙济中. 棉花杂种优势的研究和利用[J]. 棉花学报, 1994, 5(3): 135—139.
- [2] 朱乾浩. 陆地棉品种间杂种优势利用研究进展[J]. 棉花学报, 1995, 7(1): 8—11.
- [3] 刑以华. 杂交棉的应用与展望[J]. 中国棉花, 1993, 20(5): 6—8.
- [4] 马育华. 田间试验和统计方法[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [5] 刘来福. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [6] Meredith W R J R. Quantitative genetics. in cotton[J]. Agronomy, 24: 132—150.
- [7] 马育华. 植物育种的量遗传学基础[M]. 江苏: 江苏科技出版社, 1984.
- [8] 黄荣先, 高定坤. 棉花杂种不完全双列杂交配合力的初步研究[J]. 中国棉花, 1985, 2(4): 21—24.

Study on Heterosis and Combining Ability Between High Fiber Strength Strains and Insect-resistant Strains in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

SHI Li-qiang¹, ZHANG Zheng-sheng², XU Xian¹, ZHAO Jun-li¹,
WAN Yan-xia¹, WANG Xiao-shuan¹

(1. Cotton Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China;

2. Agronomy Department of Southwest Agricultural University, Chongqing 400716 China)

Abstract: Thirty F₁ were made using five high fiber strength strains and six insect-resistant strains with NC II mating method. Their yield properties were analyzed. The result showed that the hybrid heterosis of the F₁ were obvious. Of the 4 characters, the heterosis of the seed cotton yield and lint yield were the most obvious and the boll weight and bolls/plant were the second. Path analysis indicated that bolls/plant contributed the most to lint yield. In general combining ability (GCA), 9208007 III_{long16952} and 9208007 III_{long22} were high in the high fiber strength strains, while CCR₃ and CCR₄ were high in the insect-resistant strains. 9208007 I_{long5} × CCR₃ and 9208007 III_{long22} × CCR₃ were good combinations with high lint yield and fiber qualities.

Key words: Upland cotton; High fiber strength strains; Heterosis; Combining ability