

## 两系杂交粳稻优势的分析\*

冯瑞光 孟祥祯 王玉珍 李荣改 孟令启 王振圻 宁文书

(河北省农垦研究所, 唐海 063200)

**摘 要** 对 61 个组合的分析结果表明, 两系杂交粳稻具有很强的优势, 10 个主要经济性状平均值均大于双亲平均值和大值亲本平均值, 而且每穗总粒数、谷草比、每穗实粒数和单株谷重等性状具有较强的超亲优势和竞争优势; 生育期、单株有效穗、结实率和千粒重等性状优势微弱; 通径分析表明, 对杂种一代单株谷重有显著影响的 6 个性状中, 以每穗实粒数的作用最大, 其它依次为单株有效穗、谷草比、结实率、穗长和生育期。

**关键词** 两系 杂交粳稻 杂种优势

光敏核不育水稻的发现和研究表明, 使杂交稻由三系(不育系、保持系和恢复系)发展到两系(不育系-光敏核不育系和恢复系)。光敏核不育系具有一系两用、制种程序简单、不受细胞质负效应的影响, 恢复系广、容易选配强优势组合的特点, 因而, 两系杂交稻有着比三系杂交稻更广阔的应用前景。我国南方部分地区已有一批组合在生产上应用。为探讨两系杂交粳稻在北方的优势表现和应用前景, 本文对 61 个两系杂交粳稻组合进行分析, 以期选配优良的两系杂交粳稻新组合提供依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 供试材料

1992 年以 3111bS、E5047S、1647S、C407S、1649S 等粳型光敏核不育系与冀梗 8 号、冀梗 10 号、冀梗 11 号、90-3、8862、02428、轮回 422、培 C115 等 20 个品种进行杂交, 共配制组合 61 个, 以双亲为对照, 以冀梗 8 号为生产对照种。

#### 1.2 试验方法

1993 年种植杂交组合 61 个, 光敏核不育系 5 个, 恢复系品种 20 个, 对照 1 个共 87 份材料, 未设重复顺序排列; 每个材料种一小区, 每小区栽 5 行, 每行 10~15 株, 株行距为 25cm×10cm; 单本插植, 田间管理同一般大田, 收获前取每小区中间有代表性的 5 株进行室内考种。考查项目: 株高、穗长、生育期、单株有效穗、单株谷重、每穗总粒数、每穗实粒数、结实率、千粒重和谷草比等 10 个性状, 以下列(1)、(2)式分别计算超亲优势和竞争优势, 同时进行相关分析

1994-07-25 收稿。

\* 河北省自然科学基金资助项目。

和通径分析。

$$(1) \text{超亲优势}(\%) = \frac{F_1 - Ph}{Ph} \times 100\%; \quad (2) \text{竞争优势}(\%) = \frac{F_1 - ck}{ck} \times 100\%.$$

式中, Ph 为恢复系品种平均值, ck 为对照品种平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 两系杂交粳稻主要经济性状的表现

从表 1 可以看出, 杂种  $F_1$  10 个主要经济性状平均值均超过双亲平均值和大值亲本(恢复系)平均值, 以每穗总粒数、每穗实粒数、单株谷重尤为明显; 生育期、株高、结实率和千粒重的值较小, 说明两系杂粳的主要经济性状都具有一定的杂种优势。

表 1 两系杂交粳稻主要经济性状的表现

| 项 目        | 株高<br>(cm) | 穗长<br>(cm) | 单株有<br>效穗<br>(个) | 每穗总<br>粒数<br>(粒) | 每穗实<br>粒数<br>(粒) | 结实<br>率<br>(%) | 千粒<br>重<br>(g) | 单株<br>谷重<br>(g) | 谷草<br>比 | 生育期<br>(d) |
|------------|------------|------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|---------|------------|
| 母本平均值      | 87.74      | 16.46      | 9.00             | 120.69           | —                | —              | 24.24          | —               | —       | 149.60     |
| 父本平均值      | 101.51     | 18.29      | 8.27             | 163.42           | 136.40           | 83.90          | 23.70          | 25.91           | 1.22    | 163.60     |
| 双亲平均值      | 94.63      | 17.38      | 8.64             | 142.06           | 136.40           | 83.90          | 23.97          | 25.91           | 1.22    | 156.75     |
| $F_1$ 平均值  | 103.68     | 18.54      | 10.48            | 183.92           | 153.28           | 84.75          | 24.56          | 40.45           | 1.37    | 164.80     |
| $F_1$ 较母本土 | 15.94      | 2.08       | 1.48             | 63.23            | —                | —              | 0.32           | —               | —       | 15.20      |
| $F_1$ 较父本土 | 2.17       | 0.25       | 2.21             | 20.50            | 16.88            | 0.83           | 0.86           | 14.54           | 0.15    | 1.20       |
| $F_1$ 较双亲土 | 9.05       | 1.16       | 1.84             | 41.91            | 16.88            | 0.83           | 0.59           | 14.54           | 0.15    | 8.05       |

### 2.2 杂种优势的分析

2.2.1 超亲优势 表 2 结果显示, 全部 10 个性状均表现出一定的超亲优势, 不同组合的各性状间差异显著, 以单株谷重超亲优势最强, 平均为 79.38%, 超亲组合占总组合的 77.0%; 其它性状超亲优势, 按其大小依次为生育期 > 单株有效穗 > 每穗实粒数 > 每穗总粒数 > 谷草比 > 千粒重 > 结实率 > 株高 > 穗长, 其中千粒重、结实率、株高和穗长的超亲优势较弱, 为 0.45~4.62; 超亲优势最普遍的为每穗总粒数, 超亲组合占总组合数的 82%。

2.2.2 竞争优势 竞争优势的大小是衡量两系杂交粳稻能否在生产上利用的重要依据。从表 2 可知, 除结实率, 单株有效穗数, 生育期表现出一定的负优势(-11.1, -3.63 和 -2.06)外, 其它性状均具有较强的竞争优势, 以每穗总粒数最强, 其它性状依次为谷草比, 每穗实粒数, 穗长, 单株谷重, 株高和千粒重, 株高和千粒重优势较小分别为 6.89 和 0.57。生育期表现为负优势, 而且杂种  $F_1$  生育期变异范围小, 这正是我们所有期望的。单株有效穗和结实率的竞争优势虽为负值, 但是有一定的超亲优势, 而且单株有效穗有 39.3% 的组合表现出正向竞争优势, 杂种  $F_1$  结实率平均值为 84.75%, 接近常规水稻品种的水平。这与我们采用的部分恢复系本身单株分蘖力弱, 结实率水平较低有关。竞争优势较普遍的为每穗总粒数, 每穗实粒数和单株谷重, 说明两系杂交粳稻穗大粒多, 经济产量高, 能更多地提供选择直接在生产上应用的组合的机会(表 3)。

表2 两系杂交粳稻杂种优势的平均表现

| 性 状     | F <sub>1</sub><br>$\bar{x} \pm S$<br>(c. v%) | 超 亲 优 势 |      |           | 竞 争 优 势 |      |           |
|---------|--|---------|------|-----------|---------|------|-----------|
|         |  | I       | II   | $\bar{x}$ | I       | II   | $\bar{x}$ |
| 株高(cm)  | 103.68±7.71<br>(7.43)                        | 40.0    | 65.6 | 3.34      | 47.0    | 77.0 | 6.89      |
| 穗长(cm)  | 18.54±2.60<br>(14.02)                        | 33.0    | 54.1 | 0.45      | 59.0    | 9.67 | 24.43     |
| 单株有效穗   | 10.48±2.42<br>(23.09)                        | 39.0    | 63.9 | 36.50     | 24.0    | 39.3 | -2.06     |
| 每穗总粒数   | 183.92±40.39<br>(21.96)                      | 5.00    | 82.0 | 18.47     | 60.0    | 98.3 | 46.01     |
| 每穗实粒数   | 153.28±25.35<br>(9.89)                       | 48.0    | 78.7 | 24.88     | 56.0    | 91.8 | 27.00     |
| 结实率(%)  | 84.75±8.38<br>(9.89)                         | 31.0    | 50.8 | 39.70     | 2.0     | 3.3  | -11.08    |
| 千粒重(g)  | 24.56±2.15<br>(8.75)                         | 33.0    | 54.1 | 4.62      | 29.0    | 47.5 | 0.57      |
| 谷草比     | 1.37±0.34<br>(24.82)                         | 44.0    | 72.1 | 17.46     | 45.0    | 73.8 | 28.04     |
| 生育期(d)  | 164.8±5.74<br>(3.48)                         | 38.0    | 53.5 | 46.33     | 10.0    | 16.4 | -3.63     |
| 单株谷重(g) | 40.45±13.58<br>(33.57)                       | 47.0    | 77.0 | 79.38     | 41.0    | 67.2 | 18.38     |

注: I: 表示优势组合数, II: 表示优势组合百分数,  $\bar{x}$  表示优势平均值。

表3 几个强优势组合的主要经济性状

| 性 状          | 株<br>高<br>(cm) | 穗<br>长<br>(cm) | 单株有<br>效穗<br>(个) | 每穗总<br>粒数<br>(粒) | 每穗实<br>粒数<br>(粒) | 结实<br>率<br>(%) | 千粒<br>重<br>(g) | 生育<br>期<br>(d) | 单株<br>谷重<br>(g) | 单株谷重优势<br>$\frac{F_1-ck}{ck} \times 100\%$ |
|--------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--|
| 3111bS×晚轮422 | 104.0          | 21.5           | 13.0             | 265.0            | 230.5            | 87.0           | 25.2           | 160.0          | 64.4            | 88.3                                       |
| 1649S×C04-2早 | 101.0          | 19.0           | 12.3             | 266.1            | 202.2            | 80.0           | 24.0           | 162.0          | 59.0            | 72.5                                       |
| C407S×02428  | 98.7           | 19.4           | 13.0             | 211.8            | 183.9            | 86.8           | 25.8           | 163.0          | 57.5            | 68.1                                       |
| 91-32S×晚轮422 | 103.5          | 24.0           | 12.6             | 279.9            | 206.1            | 73.6           | 22.3           | 164.0          | 54.1            | 58.5                                       |
| 6085S×88-1晚  | 101.6          | 16.6           | 9.4              | 151.3            | 145.9            | 96.4           | 24.5           | 176.0          | 54.7            | 59.9                                       |
| LS2×骨R29     | 96.2           | 21.3           | 10.3             | 230.3            | 190.9            | 82.9           | 23.0           | 162.0          | 60.3            | 76.3                                       |
| 1649S×02428  | 109.4          | 18.4           | 15.0             | 194.5            | 172.8            | 88.8           | 23.9           | 167.0          | 57.3            | 67.5                                       |
| 冀梗8号(对照)     | 97.0           | 14.9           | 10.7             | 126.0            | 120.0            | 95.3           | 24.4           | 171.0          | 34.2            | 0  |

### 2.3 两系杂交粳稻 F<sub>1</sub> 主要经济性状的相关性

杂种一代各主要经济性状间的相关系数列于表4,从中可以看出,单株有效穗,谷草比,每穗实粒数,穗长,生育期,结实率与单株谷重密切相关,均达极显著水平;除结实率,生育期表现

表4 两系杂交粳稻 F<sub>1</sub> 主要性状的相关分析

| 性 状   | 穗长(cm)    | 单株有效穗     | 每穗实粒数    | 结实率(%)    | 谷草比      | 生育期(d)    | 单株谷重(g)   |
|-------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| 株高    | 0.8853**  | 0.6247**  | 0.0603   | 0.2141    | 0.2873   | 0.2571*   | 0.0736    |
| 穗长    | —         | 0.2373    | 0.6996** | -0.4787** | 0.4926** | -0.2702*  | 0.5688**  |
| 单株有效穗 | -0.2373   | —         | 0.0406   | -0.3487** | 0.2319   | -0.3690** | 0.7293**  |
| 每穗总粒数 | 0.7539    | 0.2693*   | 0.8716** | -0.6525** | 0.2830*  | -0.2689*  | 0.2370    |
| 每穗实粒数 | 0.6996    | 0.0406    | —        | -0.1000   | 0.4098** | -0.2071   | 0.6452**  |
| 结实率   | -0.4787** | -0.3487** | -0.1000  | —         | -0.1597  | 0.1818    | -0.3587** |
| 千粒重   | 0.0687    | 0.0063    | -0.0349  | 0.2154    | 0.2294   | -0.1733   | 0.1728    |
| 谷草比   | 0.4926**  | 0.2319    | 0.4098** | -0.1597   | —        | -0.4318** | 0.6559**  |
| 生育期   | -0.2702   | -0.3690** | -0.2071  | 0.1818    | -0.4318* | —         | -0.5422** |
| 单株谷重  | 0.5688**  | 0.7293**  | 0.6542** | -0.3587** | 0.6559** | 0.5422    | —         |

注: \* 为5%显著水平  $R_{0.05}=0.2500$ ; \*\* 1% 显著水平  $R_{0.01}=0.3250$ 。

为负相关外,其余均为正相关;单株有效穗,谷草比,穗长,每穗总粒数,每穗实粒数均与生育期

和结实率呈负相关;单株有效穗与株高、每穗总粒数,谷草比呈显著或极显著正相关,与每穗实粒数、千粒重呈微弱正相关;每穗实粒数与穗长,每穗总粒数,谷草比呈极显著正相关,与株高呈微弱正相关;千粒重与每穗实粒数和生育期呈不显著负相关,而与谷草比,结实率,单株谷重和穗长呈不显著正相关。

## 2.4 杂种一代产量因素的通径分析

对与单株谷重呈显著相关的6个性状的通径分析结果(表5)表明,在这6个性状中,以每穗实粒数对产量的影响最大,其次为单株有效穗和谷草比,结实率和生育期对产量的直接作用较小,穗长则主要通过每穗实粒数间接影响产量。

表5 六个性状对单株谷重的通径分析

| 性 状   |       | 相关系数                  | 直接效应                  | 间接效应              |                   |                   |                   |                   |                   |
|-------|-------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|       |       | $r_{x \rightarrow y}$ | $p_{x \rightarrow y}$ | $x_1 \rightarrow$ | $x_2 \rightarrow$ | $x_3 \rightarrow$ | $x_4 \rightarrow$ | $x_5 \rightarrow$ | $x_6 \rightarrow$ |
| 穗长    | $x_1$ | 0.5688                | -0.2966               | —                 | 0.1446            | 0.4617            | 0.0736            | 0.1602            | 0.0253            |
| 单株有效穗 | $x_2$ | 0.7293                | 0.6093                | -0.0704           | —                 | 0.0268            | 0.0536            | 0.0754            | 0.0345            |
| 每穗实粒数 | $x_3$ | 0.6452                | 0.6599                | -0.2075           | -0.0247           | —                 | 0.0154            | 0.1333            | 0.0194            |
| 结实率   | $x_4$ | -0.3587               | -0.1538               | 0.1419            | -0.2125           | -0.0656           | —                 | 0.0520            | 0.0169            |
| 谷草比   | $x_5$ | 0.6559                | 0.3253                | -0.1461           | 0.1413            | 0.2704            | 0.0246            | —                 | 0.0404            |
| 生育期   | $x_6$ | 0.5422                | -0.0935               | 0.0801            | -0.2248           | -0.1366           | -0.0278           | -0.1405           | —                 |

## 3 讨论

### 3.1 关于两系杂交梗稻的优势问题

本试验大量统计分析表明,两系杂交梗稻具有较强的杂种优势,主要农艺性状不仅表现出较强的超亲优势,部分性状还具有一定的竞争优势,单株谷重的超亲优势最强,竞争优势则是每穗总粒数最强,单株谷重的竞争优势平均值为18.38%,有67.2%的组合超过生产对照种。

我们从1988年开始组配鉴定两系杂交梗稻组合,研究结果表明,绝大多数梗稻品种都可做梗型光敏核不育系的恢复系,所配组合也都表现一定的优势。从试验结果(表3)可以看出,几个强优势组合在株高、生育期等性状与生产良种(对照)接近的情况下,单株有效穗、穗长、每穗总粒数、每穗实粒数、单株谷重等性状均具有较强的优势,单株谷重的竞争优势最高达88.3%,这是由于杂交稻具有恢复系穗大粒多的遗传基础,又有母本不育系穗多的遗传基础,父母本杂交后,在丰富的遗传背景下,杂交种实现了优良性状的互补,缓和了穗数、粒数、粒重的矛盾,使产量构成因素实现了有利的平衡,从而获得高产。

### 3.2 关于选配强优势组合的问题

光敏核不育系的恢复系资源广泛,使两系杂交梗稻具有容易选配出强优势组合的特点,但不同组合之间杂种优势存在一定差异,因此,选择配合力好、亲缘关系或地理距离较远的双亲配组是必要的。表3中强优势组合大多属于亲缘关系较远的梗型光敏核不育系与梗型广亲和品种或三系恢复系杂交之组合。

上述结果表明,两系杂梗双亲的选择必须遵循以下几点:(1)父母本本身经济性状良好,双方互补;(2)不育系矮秆分蘖力强,千粒重高;(3)恢复系穗大、粒多。

### 参 考 文 献

- 1 孟祥祯. 杂交粳稻优势的分析. 河北农业大学学报, 1985(3): 82~92
- 2 曾世雄等. 栽培稻粳亚种间杂种一代优势的研究. 作物学报, 1980(4): 193~202

## Analyses on the Heterosis of Keng Two-line Hybrid Rice

Feng Ruiguang      Meng Xiangzhen      Wang Yuzhen

Li Ronggai      Meng Lingqi      Wang Zhenqi      Ning Wenshu

(Scientific Research Institute of Land Reclamation of Hebei Province, Tanghai)

**Abstract**      The heterosis of 61 two-line hybrids of rice were shown to be highly significant in ten agronomical characters. The average values of ten agronomical characters in hybrids exceeded that of their parents and that of the parents with greater values. The transgressive heterosis and competitive heterosis were significant in such characters as total grains per panicle, grain-to-straw ratio, filled grain number per panicle, grain weight per plant, while the heterosis of such characters, as the growth period duration, seeding percentage and weight of 1000-grains was weak. The results of path analysis indicated that among the 6 characters the filled grain number per plant showed the greatest effect on the grain weight per plant of  $F_1$  hybrids, and next to this characters the panicle number per plant, grain-to-straw ratio, seeding percentage, ear length and growth period duration showed more effect on it.

**Key words:** Two-line; Keng hybrid rice; Heterosis