

# 水稻籼粳型品系亲籼性的分析

李伟<sup>1,2</sup>, 张桂权<sup>1</sup>, 敖华<sup>1</sup>, 张建中<sup>2</sup>, 左清凡<sup>2</sup>

(1 华南农业大学 农学院, 广东 广州 510642; 2 湛江海洋大学 农学院, 广东 湛江 524088)

**摘要:** 对4个不同类型的籼粳型品系与籼型常规水稻、籼型光温敏不育系杂交 $F_1$ 的育性进行了分析, 结果表明4个籼粳型品系的亲籼性均比对照02428的高, 与籼型测验种杂交产生的 $F_1$ 杂种表现出正常或接近正常的花粉育性和小穗育性; 4个籼粳型品系与光温敏不育系杂交,  $F_1$ 杂种也表现出正常或接近正常的育性, 表明这些籼粳型品系对光温敏不育性具有恢复能力, 可以用于两系杂交水稻的育种中。

**关键词:** 杂种不育性; 亲和性; 光温敏不育性; 水稻

**中图分类号:** S334.5; Q321.8

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-411X(2003)01-0001-03

水稻籼粳杂种的不育性是制约水稻亚种间杂种优势利用的主要因素。为了解决籼粳杂交的亲合性障碍, 使籼粳杂种的结实率提高到正常水平, Ikehashi等<sup>[1]</sup>提出了利用“广亲和基因”来克服籼粳杂种不育性的方法, 杨振玉等<sup>[2]</sup>提出了利用“籼粳架桥亲和”的方法来克服籼粳杂种的不育性。张桂权和卢永根<sup>[3-7]</sup>提出了利用“特异亲和基因”培育“粳型亲籼系”来克服籼粳杂种不育性的设想。根据这一设想, 利用粳型亲籼系与籼稻配组, 既可以使杂种的结实率提高到正常水平, 又可以使杂种一代优势得到充分的发挥, 因而粳型亲籼系是籼粳亚种间杂种优势利用的一条重要途径。

本研究利用新育成的几个籼粳型品系, 测定它们与两类不同籼稻杂交的亲合性, 探索粳型亲籼系的选育及亚种间杂种优势利用的可行性。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

4个籼粳型品系(被测系)及其籼粳型属性<sup>[8]</sup>是: G2123(偏籼)、G2417-1(偏籼)、G3005-4-1(偏粳)和G2615(粳), 以粳型广亲和品种02428为对照。测验种包括6个籼型光温敏不育系(I型测验系): 穗35S、西胜217S、海3S、蜀光612S、培矮64S和湛10S, 20个籼型常规品种(II型测验系): 茂3、500粒选、122、奇妙香、CEP、明恢63、辛龙长、粤农占、山溪占、成湛11、古今洋、双桂35、常梅31、赤常占1号、S45、测64、IR70、密阳46、4480和常双1号。

### 1.2 方法

以籼粳型品系(被测系)作父本, 以测验系作母本, 按不完全双列杂交方式配对杂交, 其中被测系与I型测验系配制的30个两系杂交组合连同亲本于

1999年分早、晚两季种植, 而被测系与II型测验系配制的100个常规杂交组合连同亲本只在1999年晚季种植。试验在湛江海洋大学农学院水稻杂优研究室试验田进行, 早季试验在3月5日播种, 4月8日移栽, 晚季试验在7月20日播种, 8月11日移栽, 早、晚季试验小区均按完全随机排列设计, 不设重复, 每小区3行, 每行10株, 株行距16.7 cm×20.0 cm, 单本植, 田间常规管理。抽穗开花期每小区取10~30株当天上午将要开花的主穗或低位大分蘖穗的3朵颖花, 用 $w=1\%$ 的 $I_2-KI$ 溶液染色在显微镜下观察花粉育性, 按张桂权和卢永根的方法<sup>[3]</sup>, 将花粉分为可育和不育(含染败和空败)两类, 每颖花观察3个视野, 计算每株的可育花粉率, 成熟时取对应株的主穗及2个低位大分蘖穗考察小穗结实率, 以杂种一代可育花粉率和小穗结实率表示籼粳型品系对籼稻的亲合性, 即亲籼性。方差分析时将百分率转换成反正弦值, 统计分析方法参照文献[9]进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本的育性分析

各类杂交亲本早、晚季的花粉育性和小穗育性见表1。表1的结果表明, 被测系(含对照)在早季和晚季的平均可育花粉率分别为90.9%和96.4%, 平均小穗结实率分别为80.3%和85.0%, II型测验系在晚季的平均可育花粉率为95.1%, 平均小穗结实率为84.0%, 这说明被测系和II型测验系的花粉育性和小穗育性正常, 但同一环境下被测系间或II型测验系间的小穗育性有一定的差异。

### 2.2 籼粳型品系亲籼性的分析

4个籼粳型品系和对照02428与两组不同类型籼稻测验种测交 $F_1$ 的育性见表2。从早、晚两季3次

表 1 亲本的花粉育性与小穗育性<sup>1)</sup>

Tab. 1 Pollen and spikelet fertility of parents

| 亲本<br>parents        | 个数<br>numbers | 季别<br>season | 可育花粉率 pollen fertility/ % |           |         | 小穗结实率 spikelet fertility/ % |           |         |
|----------------------|---------------|--------------|---------------------------|-----------|---------|-----------------------------|-----------|---------|
|                      |               |              | 平均值 mean                  | 变幅 range  | 变异系数 CV | 平均值 mean                    | 变幅 range  | 变异系数 CV |
| 被测系 tested lines     | 5             | 早季 early     | 90.9                      | 90.0~91.8 | 1.2     | 80.3                        | 76.3~84.0 | 3.3     |
|                      |               | 晚季 late      | 96.4                      | 95.5~97.2 | 1.5     | 85.0                        | 77.8~92.7 | 7.4     |
| I型测验系 tester type II | 20            | 晚季 late      | 95.1                      | 92.4~98.0 | 3.5     | 84.0                        | 77.1~94.6 | 5.8     |

1) I 型测验系在早、晚季抽穗开花期的花粉育性均为 0, 小穗育性均为 0.

表 2 籼粳型品系与测验种测交 F<sub>1</sub> 育性的表现

Tab. 2 F<sub>1</sub> fertility of indica-japonica lines crossed with testers

| 籼粳型品系<br>indica-japonica<br>lines | 季别<br>season | 测验种<br>类型 tester<br>type | F <sub>1</sub> 可育花粉率 F <sub>1</sub> pollen fertility/ % |            |                    |                    | F <sub>1</sub> 小穗结实率 F <sub>1</sub> spikelet fertility/ % |            |                    |                    |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|
|                                   |              |                          | 变幅<br>range                                             | 变异系数<br>CV | 平均值<br>mean        | 总平均值<br>total mean | 变幅<br>range                                               | 变异系数<br>CV | 平均值<br>mean        | 总平均值<br>total mean |
| G2123                             | 早季 early     | I                        | 79.4~92.6                                               | 7.2        | 86.7 <sup>**</sup> | 88.8               | 68.8~83.6                                                 | 5.6        | 78.6 <sup>*</sup>  | 81.3               |
|                                   | 晚季 late      | I                        | 90.1~97.3                                               | 4.2        | 93.1 <sup>**</sup> |                    | 82.2~86.9                                                 | 2.2        | 84.2 <sup>**</sup> |                    |
|                                   | 晚季 late      | II                       | 63.5~96.1                                               | 9.9        | 86.5 <sup>**</sup> |                    | 66.2~88.6                                                 | 6.4        | 81.1 <sup>**</sup> |                    |
| G2417-1                           | 早季 early     | I                        | 89.9~92.0                                               | 1.0        | 91.0 <sup>**</sup> | 91.1               | 64.1~87.4                                                 | 9.7        | 77.9 <sup>*</sup>  | 82.8               |
|                                   | 晚季 late      | I                        | 90.1~96.7                                               | 3.5        | 93.2 <sup>**</sup> |                    | 78.6~96.3                                                 | 7.7        | 88.3 <sup>**</sup> |                    |
|                                   | 晚季 late      | II                       | 74.0~98.5                                               | 7.9        | 89.2 <sup>**</sup> |                    | 67.4~91.3                                                 | 7.6        | 82.1 <sup>**</sup> |                    |
| G3005-4-1                         | 早季 early     | I                        | 66.4~93.4                                               | 12.5       | 82.4 <sup>*</sup>  | 83.2               | 51.0~78.7                                                 | 11.4       | 69.2               | 75.5               |
|                                   | 晚季 late      | I                        | 64.5~92.3                                               | 11.7       | 83.2 <sup>**</sup> |                    | 67.8~92.2                                                 | 11.3       | 82.2 <sup>**</sup> |                    |
|                                   | 晚季 late      | II                       | 60.6~96.0                                               | 10.6       | 84.1 <sup>**</sup> |                    | 60.6~85.7                                                 | 7.9        | 75.0 <sup>**</sup> |                    |
| G2615                             | 早季 early     | I                        | 62.2~87.4                                               | 9.2        | 75.1               | 72.5               | 68.0~80.0                                                 | 5.8        | 74.0               | 73.9               |
|                                   | 晚季 late      | I                        | 52.2~85.0                                               | 14.4       | 73.1               |                    | 65.8~83.5                                                 | 6.9        | 75.7 <sup>*</sup>  |                    |
|                                   | 晚季 late      | II                       | 32.4~93.1                                               | 21.8       | 69.2               |                    | 54.5~85.7                                                 | 9.4        | 71.9 <sup>*</sup>  |                    |
| 02428(CK)                         | 早季 early     | I                        | 51.2~83.8                                               | 13.4       | 70.6               | 66.7               | 63.0~83.3                                                 | 9.1        | 70.8               | 68.4               |
|                                   | 晚季 late      | I                        | 38.0~76.0                                               | 15.8       | 63.7               |                    | 55.6~75.5                                                 | 9.2        | 67.1               |                    |
|                                   | 晚季 late      | II                       | 36.1~89.7                                               | 20.5       | 65.7               |                    | 41.9~81.9                                                 | 11.9       | 67.2               |                    |

试验测交 F<sub>1</sub> 的育性结果看, G2123 和 G2417-1 在每次试验中测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率约在 86% 以上, 3 次试验测交 F<sub>1</sub> 的总平均可育花粉率分别为 88.8% 和 91.1%, G2123 和 G2417-1 测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率在早季略低于 80% (78.6% 和 77.9%), 在晚季均大于 80%, 3 次试验测交 F<sub>1</sub> 的总平均小穗结实率分别为 81.3% 和 82.8%, 总体上看, G2123 和 G2417-1 在 3 次试验中测交 F<sub>1</sub> 的育性表现正常, 在每次试验中测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率和平均小穗结实率均显著或极显著高于对照 02428 测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率和平均小穗结实率. G3005-4-1 在每次试验中测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率都在 83% 左右, 均显著或极显著高于对照 02428 测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率, G3005-4-1 测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率在早季偏低 (69.2%), 但与对照 02428 在早季测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率比较无显著差异, G3005-4-1 在晚季测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率分别为 82.2% 和 75.0%, 极显著高于对照 02428 相应测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率, 这个品系 3 次试验测交 F<sub>1</sub> 的总平均小穗结实率为

75.5%, 接近正常水平, G2615 3 次试验测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率为 69%~75%, 与对照 02428 相应测交 F<sub>1</sub> 的平均可育花粉率比较无显著差异, G2615 3 次试验测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率为 72%~76%, 其晚季与 I 型测验系和 II 型测验系测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率均显著高于对照 02428 相应测交 F<sub>1</sub> 的平均小穗结实率, 表明该品系具有一定的亲籼性, 可对其作进一步的改造利用.

综上所述, 4 个籼粳型品系与籼稻杂交杂种的育性表现正常或接近正常, 从亲籼性的结果看, 4 个籼粳型品系的亲籼性均比对照广亲和品种 02428 的亲籼性好, 但不同籼粳型品系的亲籼性有一定的差异. 4 个籼粳型品系中亲籼性以 G2417-1 和 G2123 最好, G3005-4-1 次之, G2615 较低.

2.3 籼粳型品系对光温敏不育性的恢复性

在晚季同一环境下, 4 个籼粳型品系与光温敏不育系 (I 型测验系) 测交 F<sub>1</sub> 的花粉育性和小穗育性均达到正常水平或接近正常水平 (表 2). 除了 G3005-4-1 与光温敏不育系 (I 型测验系) 测交 F<sub>1</sub> 的花粉育

性略微低于与常规品种(II 型测验系)测交 F<sub>1</sub> 的花粉育性外,其余 3 个品系与光温敏不育系测交 F<sub>1</sub> 的花粉育性或小穗育性以及 G3005-4-1 与光温敏不育系测交 F<sub>1</sub> 的小穗育性均高于与常规品种测交 F<sub>1</sub> 的花粉育性或小穗育性,且 4 个籼粳型品系与光温敏不育系测交 F<sub>1</sub> 的花粉育性和小穗育性均达到正常水平或接近正常水平,这表明各籼粳型品系对光温敏不育性具有恢复的能力,4 个籼粳型品系均可以用于两系杂交水稻的育种中。

3 讨论

水稻超高产育种的主攻方向是籼粳亚种间杂种优势的利用,亚种间杂种优势利用的主要障碍是籼粳杂种的不育性。为了克服籼粳杂种的不育性,前人做了一些探索<sup>[1,4]</sup>。特异亲和基因的理论认为,通过把分散于不同粳稻品种中的籼型特异亲和基因聚集于一体,或通过籼粳交方式把籼稻的特异亲和基因转育到粳稻品种中,可以培育出与籼稻杂交杂种育性正常,同时杂种优势又强大的粳型亲籼系。本研究利用的 4 个籼粳型品系,是通过粳粳交或籼粳交的方式培育而成的稳定品系,通过与不同类型的籼稻测交,证明这些品系与籼稻杂交的亲合力比其亲本之一 02428 大为提高,这表明通过粳粳交或籼粳交的方式,是可以把不同座位的籼型特异亲和基因聚集于一体的,这是一条克服籼粳杂种不育性行之有效的重要途径。

本研究测定了 4 个籼粳型品系对籼型光温敏不育性的恢复能力,结果表明这 4 个籼粳型品系与多

个籼型光温敏不育系杂交,其杂种 F<sub>1</sub> 的育性表现正常或接近正常。因此,这些籼粳型品系 F<sub>1</sub> 可以用于两系杂交稻育种中。由于籼粳型品系与籼型光温敏不育系具有较远的遗传距离,因此预期从籼粳型品系与籼型光温敏不育系组配的两系杂交组合中,可以筛选出优势的杂交组合。

参考文献:

[1] IKEHASHI H, ARAKI H. Genetics of F<sub>1</sub> sterility in remote cross of rice (*Oryza sativa* L)[J]. IRRI. Rice Genetics[C]. Manila: Island Publishing House Inc, 1986. 119—130.

[2] 杨振玉,高 勇,赵迎春,等. 水稻籼粳亚种间杂种优势利用研究进展[J]. 作物学报, 1996, 22(4): 422—429.

[3] 张桂权,卢永根. 栽培稻(*Oryza sativa* L)杂种不育性的遗传研究: I. 等基因 F<sub>1</sub> 杂种不育性的双列杂交分析[J]. 中国水稻科学, 1989, 3(3): 97—101.

[4] 张桂权,卢永根. 栽培稻(*Oryza sativa* L)杂种不育性的遗传研究: II. F<sub>1</sub> 花粉不育性的基因模式[J]. 遗传学报, 1993, 20(3): 249—255.

[5] 张桂权,卢永根,刘桂富,等. 栽培稻(*Oryza sativa* L)杂种不育性的遗传研究: III. 不同类型品种 F<sub>1</sub> 花粉不育性的等位基因分化[J]. 遗传学报, 1993, 20(6) 541—551.

[6] 张桂权,卢永根,张 华,等. 栽培稻(*Oryza sativa* L)杂种不育性的遗传研究: IV. F<sub>1</sub> 花粉不育性的基因型[J]. 遗传学报, 1994, 21(1): 35—42.

[7] 张桂权,卢永根. 粳型亲籼系的选育及其在超级杂交水稻育种上利用的设想[J]. 杂交水稻, 1999, 6: 3—5.

[8] 陈跃进. 水稻粳型亲籼系鉴定体系研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2000.

[9] 南京农业大学. 田间试验和统计方法[M]. 第二版. 北京: 农业出版社, 1985. 72—78, 113—117.

Analysis on the *Indica*-Compatibility of *Indica*-*Japonica* Lines in Rice (*Oryza sativa* L.)

LI Wei<sup>1,2</sup>, ZHANG Gui-quan<sup>1</sup>, DING Xiao-hua<sup>1</sup>, ZHANG Jian-zhong<sup>2</sup>, ZUO Qing-fan<sup>2</sup>

(1 College of Agriculture, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;  
2 Agricultural College, ZhanJiang Ocean Univ., ZhanJiang 524088, China)

**Abstract:** The F<sub>1</sub> fertility of four different type's *indica-japonica* lines (IJLs) was analysed using *indica* varieties and *indica* photo-thermo-sensitive genetic male sterile (PTGMS) lines as testers. The results showed that the *indica*-compatibility of four IJLs was higher than check 02428, and the F<sub>1</sub> pollen and spikelet fertility of four IJLs was normal or nearly normal. When crossed with PTGMS alone, the four IJLs also showed normal or nearly normal pollen and spikelet fertility. The results indicated that these IJLs had the ability to restore fertility to PTGMS, so they could be used in two-line hybrid's breeding of rice.

**Key words:** hybrid sterility; compatibility; photo-thermo-sensitive genetic male sterility; *Oryza sativa* L.