

## 3 种水稻细胞质雄性不育系育性遗传的比较

黄青阳<sup>1,2</sup>, 何予卿<sup>1</sup>, 凌杏元<sup>1</sup>, 景润春<sup>1</sup>, 朱英国<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 武汉大学生命科学院, 武汉 430072; <sup>2</sup> 华中师范大学生命科学院)

摘要: 用马协 A、丛广 41A 和珍汕 97A 与 13 个水稻品系杂交, 对三者的遗传行为进行了比较。结果表明, 马协 A 和珍汕 97A 的恢保关系基本相同, 其核不育基因等位, 同属孢子体不育类型, 其恢复性受 1~ 2 对显性核基因控制; 丛广 41B、密阳 23 具 1 对恢复基因, 明恢 63 具 2 对恢复基因。丛广 41A 的不育性受 1 对隐性核基因和不育细胞质共同控制, 其核不育基因与珍汕 97A 不等位, 属配子体不育类型, 但有极少数 S(r) 花粉参与受精异常传递给后代; 其恢复性受 1 对显性核基因控制, 密阳 23 有 1 对强恢复基因, 珍汕 97 有 1 对弱恢复基因, 二者可能不等位。

关键词: 水稻; 细胞质雄性不育; 遗传

中图分类号: S511.03 文献标识码: A 文章编号: 0578-1752(2000)03-0008-06

细胞质雄性不育系是作物杂种优势利用中一种十分重要的遗传工具。武汉大学于 70 年代育成红莲型不育系<sup>[1]</sup>; 1984 年在海南南繁种植的原始材料鄂西地区农家品种马尾粘中发现一株败育株, 用协青早与其连续回交育成马协 A 不育系<sup>[2]</sup>。本研究旨在对马协 A、红莲型不育系丛广 41A 与珍汕 97A(对照)的遗传行为作一比较, 为其合理利用提供理论依据。

### 1 材料与方 法

以丛广 41A、马协 A 和珍汕 97A(对照)为母本, 与 13 个水稻品种(品系)丛广 41B、珍汕 97B、马协 B、粤泰、密阳 23、IR661、6078、特青、胜优 2 号、明恢 63、3037、IR72 和 1103S(粳型光敏核不育系)杂交, 选择丛广 41A 的恢复系特青、胜优 2 号和密阳 23 组配 3 个组合的 F<sub>1</sub> (A×R)、BC<sub>1</sub>(F<sub>1</sub>×B)、BC<sub>2</sub>(A×F<sub>1</sub>)和 F<sub>2</sub>; 选择马协 A 和珍汕 97A 的恢复系明恢 63、密阳 23 和丛广 41B 组配 6 个组合的 F<sub>1</sub>、BC<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub> 和 F<sub>2</sub>。在武汉种植 P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、F<sub>1</sub>、BC<sub>1</sub>、BC<sub>2</sub>、F<sub>2</sub>, 单本插, 抽穗期从每个单株的主穗或大分蘖穗的中上部枝梗中, 选取 3~ 5 朵当天或次日要开放的颖花, 用 1% 的 I<sub>2</sub> 或 KI 溶液染色鉴定花粉育性, 蓝黑色深染花粉计作可育花粉, 计算花粉可育率。成熟时考察自然结实率, F<sub>1</sub> 每组合考察 5 株, 凡花粉可育率小于 5%, 套袋自交结实率为 0, 自然结实率小于 15% 的植株定为不育株, 对育性分离比例作  $\chi^2$  测验。利用(丛广 41A×密阳 23)×(珍汕 97A×密阳 23)测验珍汕 97B 和密阳 23 恢复基因之间的等位性。

### 2 结果与分析

#### 2.1 丛广 41A、马协 A 与珍汕 97A 恢保关系的比较

丛广 41A、马协 A 和珍汕 97A 与 13 个水稻品种(系)杂交 F<sub>1</sub> 的育性表现列于表 1。

收稿日期: 1999-01-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39770455)

作者简介: 黄青阳(1963-), 男, 湖北孝感人, 副教授, 博士, 现从事植物发育遗传学、细胞质雄性不育与育性恢复的分子机理研究。朱英国为本文联系作者。

表 1 丛广 41A、马协 A 和珍汕 97A 恢保关系的比较

Table 1 The comparison of the restoring-maintaining relationship among Congguang 41A、Maxie A and Zhenshan 97A

父本 Male	自交 Selfing		丛广 41A Congguang41A		珍汕 97A Zhenshan 97A		马协 A Maxie A	
	花粉可育率 Pollen fertility	自然结实率 Seed setting rate						
	丛广 41B Congguang 41B	80.4	79.3	0	1.5	63.2	67.1	68.1
粤泰 Yuetai	68.0	88.2	0.5	5.9	81.6	59.0	87.2	50.3
珍汕 97B Zhenshan 97B	69.6	83.2	27.2	36.3	0	2.5	0	8.5
马协 B Maxie B	83.0	86.8	49.5	59.1	0	6.6	0	10.7
1103S	-	-	50.2	50.4	2.3	9.2	20.4	19.2
密阳 23 Miyang	83.0	89.0	49.3	65.9	84.8	-	86.6	-
特青 Teqing	81.1	85.2	49.3	77.7	88.5	61.6	87.1	71.9
胜优 2 号 Shengyou 2	75.2	89.7	51.1	92.2	83.9	80.7	84.3	84.3
IR661	78.5	84.5	51.1	76.3	89.2	76.1	88.5	84.2
6078	80.7	61.8	50.0	81.6	82.5	60.0	93.8	66.7
明恢 63 Minghui 63	85.1	86.1	26.4	80.7	82.0	86.2	91.0	86.0
3037	83.4	73.4	52.2	69.7	89.8	83.9	91.4	84.4
IR72	81.0	85.9	54.7	82.8	79.9	52.8	84.7	72.3

从表 1 可知: (1) 马协 A 和珍汕 97A 的恢保关系基本相同, 马协 A 和珍汕 97A 与 13 个水稻品系杂交  $F_1$  平均花粉可育率分别为 67.9% 和 63.7%, 平均自然结实率分别为 58.2% 和 55.3%, 马协 A 的可恢复性优于珍汕 97A, 但二者之间的差异未达到显著水平。为测验马协 A 与珍汕 97A 核不育基因的等位性, 我们作了 (马协 A  $\times$  丛广 41B)  $\times$  (珍汕 97A  $\times$  丛广 41B) 的正反交, 其后代的育性分离比例 (数据未列出) 与其  $F_2$  代相同, 说明二者的核不育基因是等位的。(2) 根据  $F_1$  的测交表现, 13 个水稻品系可分为 3 种类型, 一种如丛广 41B、粤泰, 它们与丛广 41A 测交,  $F_1$  花粉可育率分别为 0 和 0.5%, 自然结实率分别为 1.5% 和 5.9%, 它们对丛广 41A 不具恢复能力; 与珍汕 97A 测交, 其花粉可育率分别为 63.2% 和 81.6%, 自然结实率分别为 67.1% 和 59%, 它们对珍汕 97A、马协 A 具恢复或部分恢复能力。第二种如珍汕 97B、马协 B 和 1103S, 它们与珍汕 97A 测交,  $F_1$  花粉可育率分别为 0、0 和 2.3%, 自然结实率分别为 2.5%、6.6% 和 9.2%, 不具恢复能力; 但是与丛广 41A 测交,  $F_1$  花粉可育率分别为 27.2%、49.5% 和 50.2%, 自然结实率分别为 36.3%、59.1% 和 50.4%, 具恢复或部分恢复能力。第三种如特青, 密阳 23、胜优 2 号、明恢 63、6078、IR661、3037、IR72, 它们与丛广 41A、马协 A 和珍汕 97A 测交,  $F_1$  均正常结实, 是三者共同的恢复系。由此可见, 丛广 41A 与珍汕 97A、马协 A 的核不育基因非等位, 它们的恢保关系明显不同。(3) 马协 A、珍汕 97A 与其恢复系杂交,  $F_1$  花粉育性在 80% 以上, 表明其属孢子体不育

类型。从广 41A 与其恢复系杂交,其  $F_1$  花粉育性仅达 50% 左右,而其自然结实率达正常水平,说明其属配子体不育类型。就花粉育性而言,核不育基因与恢复基因为共显性关系;就自然结实率而言,核恢复基因对不育基因为完全显性,这是由于 50% 左右的正常花粉即可满足植株正常结实要求,植株育性具阈性状特征。

## 2.2 马协 A 与珍汕 97A 遗传行为的比较

马协 A 和珍汕 97A 分别与丛广 41B、密阳 23、明恢 63 所配  $BC_1$ 、 $BC_2$ 、 $F_2$  代的育性分离见表 2。从表 2 可以看出,马协 A 和珍汕 97A 与丛广 41B、密阳 23、明恢 63 所配  $BC_1$ 、 $BC_2$ 、 $F_2$  代表现出相似的育性遗传行为,与丛广 41B 和密阳 23 杂交表现 1 对基因的分离比例,与明恢 63 杂交表现出两对基因的遗传规律。由此说明,马协 A 与珍汕 97A 的不育恢复性受 1~2 对显性核基因控制,丛广 41B 和密阳 23 各带 1 对恢复基因,明恢 63 带两对恢复基因。

表 2 马协 A 与珍汕 97A 遗传行为的比较

Table 2 The comparison of genetic behaviors between Maxie A and Zhenshan 97A

父本 Male	马协 A Maxie A				珍汕 97A Zhenshan 97A			
	世代 Generation	分离比例 Segregation ratio	$\chi^2$	P	世代 Generation	分离比例 Segregation ratio	$\chi^2$	P
丛广 41B Congguang 41B	$BC_1$	57: 41 (1: 1)	2.30	0.10~ 0.25	$BC_1$	14: 22 (1: 1)	1.36	0.10~ 0.25
	$BC_2$	12: 10 (1: 1)	0.05	0.75~ 0.90	$BC_2$	70: 71 (1: 1)	0	> 0.99
	$F_2$	183: 48 (3: 1)	1.97	0.10~ 0.25	$F_2$	156: 63 (3: 1)	1.46	0.10~ 0.25
密阳 23 Miyang 23	$BC_1$	66: 65 (1: 1)	0	> 0.99	$BC_1$	23: 19 (1: 1)	0	> 0.99
	$BC_2$	78: 59 (1: 1)	2.36	0.10~ 0.25	$BC_2$	30: 31 (1: 1)	0.21	0.25~ 0.75
	$F_2$	152: 35 (3: 1)	3.61	0.05~ 0.10	$F_2$	44: 7 (3: 1)	2.88	0.05~ 0.10
明恢 63 Minghui 63	$BC_1$	29: 10 (3: 1)	0.01	> 0.99	$BC_1$	54: 11 (3: 1)	1.85	0.10~ 0.25
	$BC_2$	99: 29 (3: 1)	0.26	0.75~ 0.90	$BC_2$	28: 6 (3: 1)	0.63	0.25~ 0.75
	$F_2$	166: 11 (15: 1)	0.02	0.75~ 0.99	$F_2$	158: 6 (15: 1)	1.46	0.10~ 0.25

## 2.3 丛广 41A 与胜优 2 号、特青、密阳 23 杂交各世代花粉育性的表现

3 个组合各世代花粉育性如表 3。从表 3 可以看出:(1) $BC_1$  世代植株可明显地分为两类,一类花粉可育率小于 5%,套袋自交结实率为 0,为不育株,另一类花粉可育率在 30%~60% 之间,主峰位于 40%~55% 之间,为半育株,经  $\chi^2$  检验,两类植株之比均符合 1: 1,说明丛广 41A 不育恢复性受 1 对显性核基因控制, $F_1$  产生了两种雌配子,均能参与受精。(2) $BC_2$  世代植株花粉可育率的分布为一单峰曲线,其变异区间和主峰与  $BC_1$  的半育株类似,由此说明其父本  $F_1$  只有雄配子  $S(R)$  参与受精,而  $S(r)$  致死,为配子体不育。(3)根据配子体不育的特点, $F_1$  产生的两种雌配子  $S(R)$  和  $S(r)$  均能参与受精;两种雄配子  $S(r)$  败育,仅  $S(R)$  参与受精,因此  $F_2$  代有两种基因型  $S(RR)$  和  $S(Rr)$ ,前者花粉可育率同正常品种,后者花粉可育率在 50% 左右。实际结果正是如此,3 个  $F_2$  代的花粉可育率分布均为双峰曲线,其峰谷一个在 45%~50% 之间,另一个在 85%~95% 之间,以  $BC_2$  的花粉可育率分布为基础区分两类植株,经  $\chi^2$  检验,两类植株之比均符合 1: 1。(4)在  $BC_2$  和  $F_2$  代均有少量不育株产生,推测可能是极少数败育较晚的  $S(r)$  雄配子在有利的气温条件下参与受精的结果。

表 3 3 个组合各世代花粉育性的表现

Table 3 Number of plants with various pollen fertility in generations of 3 crosses

组 合 Crosses	世 代 Generation	花粉育性的分布(%) Distributin of pollen fertility										总数 Total	$\chi^2$	P	
		0~	10~	20~	30~	40~	50~	60~	70~	80~	90~				100
丛广 41A× 胜优 2 号 Congguang 41A	BC <sub>1</sub>	81		2	38	44							165	0.024	0.75~ 0.90
× Shengyou 2	BC <sub>2</sub>	1		2	39	30	1						73		
丛广 41A× 特青 Congguang 41A× Teqing	F <sub>2</sub>	3	2	1	1	19	23	2		6	31		89	1.17	0.25~ 0.75
丛广 41A× 密阳 23 Congguang41A× Miyang23	BC <sub>1</sub>	56			11	28	8						103	0.79	0.25~ 0.75
	BC <sub>2</sub>	2	1	6	28	43	22	3					115		
	F <sub>2</sub>	3	4	1	11	43	35	8	5	25	39		167	2.79	0.05~ 0.1
	BC <sub>1</sub>	132			1	59	43						235	3.30	0.05~ 0.1
	BC <sub>2</sub>	4			18	82	48						152		
	F <sub>2</sub>	1	2	2	9	61	36	7	13	31	54		216	0.024	0.75~ 0.90

## 2.4 (丛广 41A× 密阳 23)× (珍汕 97A× 密阳 23) 杂交后代花粉育性的表现

由于珍汕 97A 和珍汕 97B 是近等基因系, 而珍汕 97B 和密阳 23 都是从广 41A 的恢复系, 珍汕 97A 也应带丛广 41A 的恢复基因, 如果珍汕 97A 和密阳 23 所带恢复基因等位, 那么, (丛广 41A× 密阳 23)× (珍汕 97A× 密阳 23) 的后代不会出现不育株, 实际结果有不育株产生, 说明珍汕 97 和密阳 23 所带丛广 41A 的恢复基因是非等位的。假设珍汕 97 带 1 对恢复基因  $R_1R_1$ , 密阳 23 带 1 对恢复基因  $R_2R_2$ , 那么(丛广 41A× 密阳 23)× (珍汕 97A× 密阳 23) 后代的育性基因型可作如下推导:

$$\begin{array}{ccccccc}
 (\text{丛广 41A} \times \text{密阳 23}) \times (\text{珍汕 97A} \times \text{密阳 23}) & & & & & & \\
 r_1 r_1 r_2 r_2 \downarrow & r_1 r_1 R_2 R_2 & R_1 R_1 r_2 r_2 \downarrow & r_1 r_1 R_2 R_2 & & & \\
 & r_1 r_1 R_2 r_2 & & R_1 r_1 R_2 r_2 & & & \\
 & & & \downarrow & & & \\
 & & & \text{♂} & & & \\
 & \downarrow & R_1 R_2 & R_1 r_2 & r_1 R_2 & r_1 r_2 & \\
 \text{♀} & r_1 R_2 & R_1 r_1 R_2 r_2 & \\
 & r_1 r_2 & R_1 r_1 R_2 r_2 & R_1 r_1 r_2 r_2 & r_1 r_1 R_2 r_2 & r_1 r_1 r_1 r_1 & 
 \end{array}$$

在独立遗传的情况下, 后代的育性分离比例为 2 正常可育( $R_1 r_1 R_2 R_2 + r_1 r_1 R_2 R_2$ ): 4 部分可育( $2R_1 r_1 R_2 r_2 + 2r_1 r_1 R_2 r_2$ ): 1 部分不育( $R_1 r_1 r_2 r_2$ ): 1 不育( $r_1 r_1 r_2 r_2$ ), 以丛广 41A× 珍汕 97 F<sub>1</sub> 和丛广 41A× 密阳 23 BC<sub>2</sub>、F<sub>2</sub> 的花粉育性分布为基础, 将花粉可育率 60.1%~ 100% 归为正常可育, 30.1%~ 60% 归为部分可育, 5.1%~ 30% 归为部分不育, 0~ 5% 为不育, 则有正常可育株 27 株, 部分可育株 46 株, 部分不育株 15 株, 不育株 7 株, 将此实测值与上述 2: 4: 1: 1 的理论株数进行卡方适合性检验, 求得  $\chi^2$  值 3.49, 查得概率 P 在 25%~ 75% 之间, 表明密阳 23 带 1 对丛广 41A 的强恢复基因, 珍汕 97 带 1 对弱恢复基因, 二者不等位。

## 3 讨论

国内外对野败型细胞质雄性不育恢复性的遗传已作了大量研究, 大多数研究认为其不育恢复性受 2 对核基因控制<sup>[3-6, 17-18]</sup>, 黎垣庆等<sup>[7]</sup>还对 IR24 的 2 对恢复基因的系谱进行了

分析。Bharaj 等<sup>[19]</sup>、李平等<sup>[8]</sup>、Zhang 等<sup>[20]</sup>、Yao 等<sup>[21]</sup>还对 2 对恢复基因进行了定位。也有研究认为野败型细胞质雄性不育恢复性受 1 对基因控制<sup>[9,10]</sup>和多基因控制<sup>[11,12]</sup>，周开达等<sup>[13]</sup>则提出控制野败型细胞质雄性不育恢复性的基因数目随组合不同而变的观点。研究育性遗传，确定其基因数目，选好育性指标，准确鉴定不育株是关键。由于套袋结实率易使半育株误判为不育株<sup>[4]</sup>，自然结实率又易使不育株误判为半育株，本研究以花粉育性为主，套袋结实率和自然结实率为辅，凡花粉可育率小于 5%，套袋结实率为 0，自然结实率小于 15% 定为不育株，并据此确定基因对数，结果表明马协 A 和珍汕 97A 在遗传上属同一类型，明恢 63 具 2 对恢复基因，而从广 41B 和密阳 23 仅具 1 对恢复基因。作者认为野败型细胞质雄性不育恢复性是由 2 对主效基因控制并受微效基因影响的质量数量性状，大多数恢复系具 2 对恢复基因，一部分恢复系具 1 对恢复基因，少数组合表现数量性状的遗传特点，从而表现为恢复基因数目随组合不同而异，因此，从实质上看，有关野败型细胞质雄性不育恢复性遗传的几种观点是一致的。

有关 BT 型雄性不育恢复性的遗传研究表明，其不育为配子体不育，不育恢复性受 1 对显性主效核基因控制<sup>[14-16]</sup>，该基因定位于水稻经典遗传连锁图的第 10 号染色体上<sup>[22]</sup>。本试验以花粉可育率为指标，丛广 41A 与其恢复系特青、密阳 23 和胜优 2 号杂交，其 F<sub>1</sub> 花粉可育率在 45% ~ 55% 左右，BC<sub>1</sub> 花粉可育率在 50% 左右的植株与不育株之比符合 1: 1，BC<sub>2</sub> 花粉可育率在 30% ~ 55% 之间，F<sub>2</sub> 中花粉可育率在 75% ~ 95% 左右的植株与花粉可育率在 50% 左右的植株之比也符合 1: 1，说明红莲型不育系丛广 41A 也属配子体不育类型，其不育性受 1 对隐性核基因和不育细胞质共同控制，但 F<sub>1</sub> 有少数 S(r) 雄配子参与受精，导致 BC<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代有少量不育株产生，这可能是红莲型不育系育性不稳的原因，玉米 S 型细胞质雄性不育中也观察到类似的结果<sup>[23]</sup>。丛广 41A 的不育恢复性受 1 对显性核基因控制，密阳 23 带 1 对强恢复基因，珍汕 97 带 1 对弱恢复基因，(丛广 41A × 密阳 23) × (珍汕 97A × 密阳 23) 后代的育性分析表明，密阳 23 和珍汕 97 所带的恢复基因不等位，由此推断丛广 41A 的育性恢复具有多个核基因座位，这可能是红莲型不育系恢复谱较广的原因。有关丛广 41A 不育恢复基因的定位工作正在进行之中。

#### 参考文献:

- [1] 武汉大学遗传研究室, 湖北省农业科学研究所水稻系. 利用华南普通野生稻和栽培稻杂交选育三系的研究[J]. 遗传学报. 1977, 4(3): 219~ 227.
- [2] 朱英国, 余金洪, 徐树华, 等. 中国水稻农家品种马尾粘败育株细胞质雄性不育系(马协 A) 研究[J]. 武汉大学学报(自然科学版). 1993, (6): 110~ 115.
- [3] 周天理, 沈锦骅, 叶复初. 野败型杂交籼稻的育性基因分析[J]. 作物学报. 1983, 9(4): 241~ 247.
- [4] 高明尉. 野败型杂交籼稻基因的初步分析[J]. 遗传学报. 1981, 8(1): 66~ 74.
- [5] 严菊强, 薛庆中. 水稻广亲和性和胞质雄性不育恢复性的遗传分析[J]. 遗传学报. 1995, 22(5): 361~ 371.
- [6] 程朝阳, 薛庆中. 水稻不同胞质雄性不育恢复基因的探讨[J]. 作物学报. 1998, 24(3): 361~ 367.
- [7] 黎垣庆. IR24 恢复基因遗传的系谱分析[J]. 中国农业科学. 1985, 18(1): 24~ 31.
- [8] 李平, 周开达, 陈英, 等. 利用分子标记定位水稻野败型核质互作雄性不育恢复基因[J]. 遗传学报. 1996, 23(5), 357~ 362.
- [9] 张桂权, 卢永根. 水稻质核互作孢子体雄性不育性的基因分析[J]. 作物学报. 1987, 13(1): 23~ 28.
- [10] 腾胜利, 申宗坦. 水稻胞质不育的恢复基因分析[J]. 作物学报. 1996, 22(2): 142~ 146.
- [11] 杨华德. 野败型杂交水稻不育性及恢复性的遗传研究[J]. 广西农学院学报. 1990, 9(2): 61~ 69.

- [12] 傅爱军, 王 晖. 水稻雄性不育的遗传研究[J]. 湖南农学院学报. 1988, 14(1): 1~ 6.
- [13] 周开达, 郑友良, 黎汉云, 等. 杂交水稻育性基因型初探[J]. 四川农业大学学报. 1986, 4(1): 9~ 16.
- [14] 胡锦涛, 李泽炳. 四种水稻细胞质雄性不育系育性遗传的初步研究[J]. 华中农学院学报, 1985, 4(1): 15~ 22.
- [15] 洪德林, 马育华, 盖钧镒, 等. 粳稻雄性不育恢复源恢复力的遗传[J]. 中国农业科学. 1989, 22(6): 18~ 23.
- [16] 陈深广, 闵绍楷, 熊振民, 等. 水稻胞质雄性不育基因的遗传分析[J]. 中国水稻科学. 1995, 9(2): 115~ 118.
- [17] Bharaj T S, et al. Genetics of fertility restoration of 'Wild Abortive' cytoplasmic male sterility in rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Euphytica. 1991, 56: 199~ 203.
- [18] Govinda R K, et al. Genetics of fertility restoration of 'WA' type cytoplasmic male sterility in rice [J]. Crop Sci. 1988, 28: 787~ 791.
- [19] Bharaj T S, et al. Chromosomal location of fertility restoring genes for 'Wild abortive' cytoplasmic male sterility using primary trisomics in rice [J]. Euphytica. 1995, 83: 169~ 173.
- [20] Zhang G, et al. Mapping of the Rf-3 nuclear fertility-restoring gene for WA cytoplasmic male sterility in rice using RAPD and RFLP markers [J]. Theor. Appl. Genet. 1997, 94: 27~ 33.
- [21] Yao F Y, et al. Mapping and genetic analysis of two fertility restorer loci in the wild-abortive cytoplasmic male sterility system of rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Euphytica. 1997, 98: 183~ 187.
- [22] Akagi H, et al. A codominant DNA marker closely linked to the rice nuclear restorer gene, Rf-1, identified with inter-SSR fingerprinting [J]. Genome. 1996, 39: 1205~ 1209.
- [23] Kamps T L, et al. RFLP mapping of the maize gametophytic restorer-of-fertility locus (*rf3*) and aberrant pollen transmission of the nonrestoring *rf3* allele [J]. Theor. Appl. Genet. 1997, 95: 525~ 531.

## *Comparison of Fertility Inheritance of Three Kinds of Cytoplasmic Male Sterile Lines in Rice (*Oryza sativa* L.)*

Huang Qingyang<sup>1,2</sup>, He Yuqing<sup>1</sup>, Ling Xingyuan<sup>1</sup>, Jing Runchun<sup>1</sup>, Zhu Yingguo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Life Science, Wuhan University, Wuhan 430072;

<sup>2</sup>College of Life Science, Central China Normal University)

**Abstract:** Maxie A, Congguang 41A and Zhenshan 97A were crossed with 13 rice varieties or strains. Their genetic behaviors were compared. The results indicate that Maxie A and Zhenshan 97A have same restoring-maintaining relationship, and belong to sporophytic cytoplasmic male sterility. Their nuclear sterile genes are allelic. Their fertility restoration was controlled by 1~ 2 pairs of dominant nuclear genes. Congguang 41B and Miyang 23 possess one pair of restorer genes, while Minghui 63 have two pairs of restorer genes. The male sterility of Congguang 41A with Honglian cytoplasm is gametophytic and was controlled by the interaction of a sterile cytoplasm with one pair of recessive nuclear genes, which are non allelic with Zhenshan 97A. A few Rr plants may aberrantly transmit the nonrestoring allele through the male gametophyte. The fertility restoration of 'HL' type CMS was governed by one pair of dominant nuclear genes. Miyang 23 possess a pair of strong restoring genes, while Zhenshan 97 has a pair of partial restoring genes, and they may be non allelic.

**Key words:** Rice; Cytoplasmic male sterility (CMS); Genetic analysis