

# 粳稻品种中掩盖光敏核不育性的 主效恢复基因分析

梅明华 李泽炳

(华中农业大学农学系, 湖北武汉 430070)

**摘要** 1989—1991年分析了农垦58s、农垦58s(R)和1149分别与农垦58s杂交及其相互杂交的 $F_1$ 、 $F_2$ 和 $BCF_1$ 群体在武汉( $30^{\circ}30'N$ )自然长光照条件下的育性表现。其中,农垦58s是从农垦58群体中突变产生,农垦58s(R)是从农垦58s群体中突变后育成的稳定可育品系,1149是从农垦58s与粳稻品种农虎26杂交 $F_2$ 中的低可育株选至 $F_{10}$ 的稳定可育品系。试验结果表明,在供试粳稻品种或品系中,共有两个独立遗传的显性主效恢复基因,与以前的研究结果互相印证<sup>[2-5]</sup>;但农垦58s(R)可能不是农垦58s原位回复突变产生,而是农垦58s另一对隐性主效基因突变所致。农垦58s光敏核不育的主基因型标示为 $m^{ph}m^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ,农垦58、农垦58s(R)和1149的主基因型相应标示为 $M^{ph}M^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ 、 $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph1}R_f^{ph1}$ 和 $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph2}R_f^{ph2}$ , $M^{ph}$ 与 $R_f^{ph1}$ 或 $R_f^{ph2}$ 为非等位基因, $R_f^{ph1}$ 和 $R_f^{ph2}$ 为复等位基因。 $M^{ph}$ 表现为完全显性,其表现型为可育; $R_f^{ph1}$ 和 $R_f^{ph2}$ 均表现为不完全显性,其表现型为部分可育,但两者育性恢复能力存在明显差异。本文还对农垦58s与农垦58s(R)正、反交 $F_1$ 育性很低的试验结果进行了讨论。

**关键词** 光敏核不育性; 不完全显性; 基因突变; 复等位基因

业已研究表明,农垦58s与农垦58杂交 $F_2$ 、 $BCF_1$ 群体育性呈现1对主效基因的遗传分离<sup>[1-3]</sup>,农垦58s与另外45个粳稻品种杂交 $F_2$ 、 $BCF_1$ 群体育性均呈现两对独立的主效基因的遗传分离<sup>[4-11]</sup>,并由此推论农垦58s光敏核不育性受核内两对独立的隐性主效基因控制,供试粳稻品种中,除农垦58仅具有一对显性主效恢复基因外,其它粳稻品种具有两对显性主效恢复基因<sup>[2-5, 8-9]</sup>。在此研究的基础上,我们试图从农垦58s与粳稻品种杂交后代或突变材料中,选育具有纯合单显性基因型的品系,进而以这些材料分别与农垦58s和农垦58杂交,并将这些材料相互杂交,分析其后代的遗传表现,研究其显性恢复基因的等位性及其恢复效应。

## 1 材料与方 法

试验材料为农垦58s及农垦58,农垦58s(R)和1149。农垦58s由已故石明松提供,并经华中农业大学水稻杂优室提纯,农垦58s系从农垦58群体中突变产生;农垦58取自本室原始材料圃;农垦58s(R)是从农垦58s群体中突变后繁育的稳定可育品系,由湖北省农科院卢兴桂研究员提供;1149是从农垦58s与农虎26杂交 $F_2$ 中的低可育株选至 $F_{10}$ 的稳定可育品系,该品系由本室雷建勋同志提供。

试验方法:1989年3—4月在海南陵水短日照条件下,采用温汤杀雄的方式,将农垦

收稿日期:1993-01-18,终审完毕日期:1993-09-29

58s 分别与农垦 58, 农垦 58s (R) 和 1149 作正、反交, 成熟时, 收取各杂交组合正、反交的种子带至武汉, 于 5 月 8 日播种, 在自然长光照条件下观察其  $F_1$  植株育性表现, 并与农垦 58s 作回交 ( $BCF_1$ ), 同时, 在 8—9 月, 利用农垦 58s 的育性转换特性, 再将农垦 58s 分别与农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 作正、反交, 进行重复试验。同年冬季, 将田间种植的每组合的正交  $F_1$  和反交  $F_1$  各取 1 株稻荳带至海南分荳繁殖, 收取  $F_1$  稻荳上套袋自交种, 1990 年 5 月 6 日分组合按亲本,  $F_1$ ,  $BCF_1$ ,  $F_2$  顺次播种于华中农业大学试验田, 6 月 5 日移栽, 单本插, 观察每杂交组合各世代在武汉自然长光照条件下的育性表现, 抽穗时期对每株进行套袋, 记载套袋日期, 成熟后收种考察套袋自交结实率和自然结实率。

为了探明农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 中的显性恢复基因的等位关系, 我们还在武汉 1990 年 8—9 月, 将三者相互杂交, 获得 3 个组合正、反交的种子, 同年冬季, 一半种子带至海南繁殖, 收取  $F_1$  植株上的自交种, 并将各组合  $F_1$  与农垦 58s 杂交 (复交), 1991 年 5 月 6 日在武汉亦分组合按亲本、 $F_1$ 、 $F_2$  和复交种子顺次播种于华中农业大学试验田, 种植方式和观察记载同上。

## 2 结果与分析

### 2.1 杂交组合亲本、 $F_1$ 植株在武汉自然长光照条件下的育性表现

1989—1990 年两年结果重复表明 (表 1), 在武汉自然长光照条件下, 农垦 58s 表现不育, 其平均套袋自交结实率为 0.09%, 自然结实率为 4.47%; 而农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 均表现可育, 其平均自然结实率分别为 72.69%、73.03% 和 88.01%; 农垦 58s 分别与农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 杂交  $F_1$  植株育性存在差异。农垦 58s 与农垦 58 正、反交  $F_1$  与农垦 58 育性一致, 均为可育, 其正交  $F_1$  和反交  $F_1$  两年平均套袋自交结实率分别为 57.47% 和 56.00%, 自然结实率相应为 76.85% 和 77.26%; 农垦 58s 与农垦 58s (R) 正交  $F_1$  和反交  $F_1$  结实率很低, 在 1990 年武汉自然长光照条件下套袋结实率分别为 3.84% 和 6.16%, 其两年试验平均自然结实率分别为 12.58% 和 14.36%, 可见农垦 58s (R) 对农垦 58s 的育性恢复能力很弱; 农垦 58s 与 1149 正交  $F_1$  和反交  $F_1$  套袋结实率分别为 18.62% 和 26.16%, 相应的自然结实率为 39.48% 和 43.23%, 均表现为部分可育。由此可见, 农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 对农垦 58s 的光敏核不育性的恢复能力存在明显的差异。

### 2.2 杂交组合 $F_2$ 、 $BCF_1$ 在武汉自然长光照条件下的育性表现

1990 年和 1991 年在武汉自然长光照条件下 (植株在 9 月 1 日以前抽穗) 均有利于梗稻光敏核不育性的表达。

根据农垦 58s 分别与农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 正、反交  $F_2$ 、 $BCF_1$  群体植株 1990 年夏季在武汉自然长光照条件下的育性表现, 整理考种结果, 将各组合正、反交  $F_2$ 、 $BCF_1$  群体育性 (套袋结实率) 间隔 5% 进行分组 (表 2), 然后将同一杂交组合的正、反交  $F_2$  群体合并, 计算各组育性出现的频率, 制作各组合  $F_2$  育性频率分布图 (图 1)。图 1 显见, 三个杂交组合  $F_2$  育性频率分布不同。农垦 58s 与农垦 58 正、反  $F_2$  群体育性呈现明显的连续双峰分布, 将育性频率分布的第一个低谷作为不育峰和可育峰的分界点, 则不育峰的累加频率为 23.88%, 可育峰峰域较宽, 由可育株和部分可育株组成, 经  $\chi^2$  测验, 可育株 (含部分可育株) 与不育株之比符合 3:1 的育性分离 ( $\chi^2 = 0.435$ ,  $P = 0.75-0.50$ ); 农垦 58s 与农垦 58 正交  $F_2$  和反交  $F_2$  各群体亦符合上述育性分离, 回交  $BCF_1$  结果符合 1:1 的育性

分离(表 3)。而农垦 58s 与 1149 正、反交  $F_2$  群体育性频率分布, 首先出现一个不育峰, 尔后却出现了一个峰值不明显的宽阔区域, 可认为该区域由可育株和部分可育株组成, 不育峰的累加频率为 21.83%, 经  $\chi^2$  测验, 可育株(含部分可育株)与不育株之比亦符合 3:1 的育性分离( $\chi^2=3.505$ ,  $P=0.10-0.05$ ), 农垦 58s 与 1149 正、反交  $F_2$  各群体亦符合上述育性分离, 回交结果验证了  $F_2$  育性的遗传表现(表 3)。农垦 58s 与农垦 58s (R) 杂交, 其正、反交  $F_2$  群体育性亦呈现连续的双峰分布, 但双峰间的低谷出现较晚, 并且左边第一个峰峰域较宽, 可认为由不育株和部分可育株组成, 第二个峰由可育株组成, 可育峰的累加频率为 22.74%, 经  $\chi^2$  测验, 可育株与不育株(包括部分可育株)之比符合 1:3 的育性分离( $\chi^2=1.361$ ,  $P=0.25-0.10$ ); 农垦 58s 与农垦 58s (R) 正交  $F_2$  和反交  $F_2$  各群体亦符合上述育性分离[表 3]。

表 1 杂交组合亲本及  $F_1$  植株在武汉自然长光照条件下的育性表现  
Table 1 The fertility of reciprocal  $F_1$  and their parents under long day in Wuhan

亲本及 $F_1$ Parent and $F_1$	年限 Year	株数 No. of plants	播种期 (月/日) Sowing date (month/date)	抽穗期 (月/日) Heading date (month/date)	套袋结实率 (The rate of bagged seed-setting) $X \pm S$	自然结实率 (The rate of natural seed-setting) $X \pm S$
A	I	30	5/8	8/26	0.01 ± 0.01	3.24 ± 4.88
	II	32	5/6	8/24	0.17 ± 0.58	5.69 ± 4.35
N58	I	29	5/8	8/28	58.67 ± 6.38	72.74 ± 4.21
	II	32	5/6	8/28	66.16 ± 11.57	72.64 ± 8.37
N58s(R)	I	5	5/8	8/25	-	73.26 ± 10.49
	II	42	5/6	8/23	53.27 ± 11.26	72.80 ± 8.58
1149	I	5	5/8	8/28	-	89.95 ± 7.84
	II	38	5/6	8/28	77.83 ± 10.67	86.07 ± 6.21
(A/N58) $F_1$	I	30	5/8	8/27	56.12 ± 5.24	71.54 ± 7.23
	II	23	5/6	8/26	58.81 ± 15.76	82.15 ± 11.50
(N58/A) $F_1$	I	18	5/8	8/27	57.63 ± 6.35	72.63 ± 6.55
	II	18	5/6	8/29	54.37 ± 12.84	81.89 ± 7.66
[A/N58s(R)] $F_1$	I	3	5/8	8/25	-	15.38 ± 2.01
	II	28	5/6	8/23	3.84 ± 3.93	9.78 ± 3.87
[N58s(R)/A] $F_1$	I	3	5/8	8/25	-	16.19 ± 9.98
	II	27	5/6	8/22	6.16 ± 5.18	12.53 ± 6.55
(A/1149) $F_1$	I	3	5/8	8/27	-	30.59 ± 5.68
	II	6	5/6	8/28	18.62 ± 10.78	39.48 ± 22.35
(1149/A) $F_1$	II	11	5/6	8/27	26.16 ± 20.81	43.23 ± 22.82
[N58/N58s(R)] $F_1$	III	14	5/6	8/29	55.65 ± 7.14	72.73 ± 8.64
[N58s(R)/N58] $F_1$	III	21	5/6	8/28	61.35 ± 5.69	78.36 ± 8.78
(N58/1149) $F_1$	III	32	5/6	8/30	68.43 ± 5.78	85.49 ± 7.45
(1149/N58) $F_1$	III	30	5/6	8/29	70.67 ± 6.43	88.84 ± 9.69
(N58s(R)/1149) $F_1$	III	6	5/6	8/28	65.48 ± 11.31	83.65 ± 8.69
[1149/N58s(R)] $F_1$	III	15	5/6	8/29	67.35 ± 9.38	79.64 ± 8.47

注: 1) A 表示为农垦 58s, 农垦 58、农垦 58s(R) 分别简称为 N58、N58s(R), (下图表同)

2) I、II、III 分别表示 1989、1990、1991 (年)

Note: 1) A shows Nongken58s and N58. N58s(R) is abbreviated from Nongken58. Nongken58s(R). It is the same with following tables and a figure

2) I, II, III indicates the year of 1989, 1990, 1991, respectively

表 2 A 分别与 N58、N58s(R)和 1149 杂交 F<sub>2</sub>、BCF<sub>1</sub> 群体育性分布  
Table 2 The fertility distributions of F<sub>2</sub> and BCF<sub>1</sub> from A crossed by N58, N58s (R) and 1149 respectively

F <sub>2</sub> 或 BCF <sub>1</sub> F <sub>2</sub> or BCF <sub>1</sub>	总株数 No. of total plants	套袋结实率(%)区组对应株数 No. of plants of every group in the rate of bagged seed setting (%)																		
		0-	5	10-	15-	20-	25-	30-	35-	40-	45-	50-	55-	60-	65-	70-	75-	80-	85-	90-
(A / N58)F <sub>2</sub>	382	97 <sup>(48)</sup>	3	6	4	3	7	10	9	14	15	15	22	26	36	41	30	27	13	4
(N58 / A)F <sub>2</sub>	355	79 <sup>(46)</sup>	3	2	4	2	6	6	5	13	21	21	23	27	41	37	33	19	9	4
A / (A / N58)F <sub>1</sub>	69	32 <sup>(23)</sup>	3	5	1	2	6	2	1	6	4	2	3	2	3	2				
[A / N58s(R)]F <sub>2</sub>	298	107 <sup>(66)</sup>	37	32	30	10	11	5	5	6	3	8	10	14	9	7	3	1		
[N58s(R) / A]F <sub>2</sub>	243	85 <sup>(62)</sup>	37	28	14	11	2	3	1	3	5	6	5	8	8	11	8	5	3	
A / [A / N58s(R)]F <sub>1</sub>	4	4 <sup>(1)</sup>																		
(A / 1149)F <sub>2</sub>	318	66 <sup>(31)</sup>	16	17	15	18	13	12	19	14	14	18	19	16	10	14	12	12	8	5
(1149 / A)F <sub>2</sub>	369	84 <sup>(45)</sup>	20	23	15	16	22	17	15	18	13	12	15	20	17	18	15	12	10	7
A / (A / 1149)F <sub>1</sub>	17	7 <sup>(5)</sup>	1	2	1	2	1	1	1	2										

注: 括号内的数目为套袋结实率为零的株数

Note: The number in bracket refers to the number of plants whose rate of bagged seed-setting is zero

根据上述分析, 三个杂交组合  $F_2$ 、 $BCF_1$  群体育性均呈现一对主效基因的遗传分离, 农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 均存在一对显性主效恢复基因, 由于各杂交组合  $F_2$  群体育性呈现连续分布, 故认为供试的粳稻品种或品系还存在着微效恢复基因或修饰基因的作用<sup>[8, 12]</sup>。

为了进一步探明农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 中的显性主效恢复基因的等位关系, 1991 年 8~10 月考察了它们相互杂交的  $F_2$  及其它们  $F_1$  与农垦 58s 杂交后代在武汉自然长光照条件下的育性表现。结果表明 (表 3), 农垦 58 分别与农垦 58s (R) 和 1149 杂交, 其正、反交  $F_2$  群体中可育株 (含部分可育株) 与不育株之比符合 15:1 的育性分离, 复交[农垦 58s // 农垦 58 / 农垦 58s (R) 和 农垦 58s // 农

垦 58 / 1149]结果表明可育株 (含部分可育株) 与不育株之比符合 3:1 的遗传分离; 当农垦 58s (R) 和 1149 杂交时, 其正、反交  $F_2$  群体全为可育, 没有出现不育株的分离, 复交[农垦 58s // 农垦 58s (R) / 1149] $F_1$  共 11 株, 亦全为可育 (含部分可育株)。据此认为农垦 58 与农垦 58s (R)、1149 中的主效恢复基因不等位, 农垦 58s (R) 和 1149 中的主效恢复基因座位相同。

综上所述, 在供试的粳稻品种或品系中, 共有两个座位的显性主效恢复基因, 与以前的研究结果互相印证<sup>[3]</sup>。农垦 58s 的光敏核不育的主基因型标示为  $m^{ph}m^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ , 农垦 58、农垦 58s (R) 和 1149 的主基因型相应标示为  $M^{ph}M^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ 、 $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph1}R_f^{ph1}$  和  $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph2}R_f^{ph2}$ ,  $M^{ph}$  与  $R_f^{ph1}$  或  $R_f^{ph2}$  为非等位基因,  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  基因座位相同。由于农垦 58s 与农垦 58 正、反交  $F_1$  (基因型为  $M^{ph}m^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ) 植株育性与农垦 58 育性水平一致, 且  $F_2$  群体中可育株与不育株分离明显 (不考虑修饰基因的影响), 故认为  $M^{ph}$  可能为完全显性, 其表现型为可育; 又由于农垦 58s (R) 和 1149 仅使农垦 58s 的光敏核不育性得到部分恢复, 且它们分别与农垦 58s 杂交  $F_2$  群体中, 部分可育株偏多, 故认为  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  为不完全显性, 其表现型为部分可育; 前述得知  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  具有相同的基因座位, 由于  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  对农垦 58s 的育性恢复效应不同, 因而认为  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  为复等位基因。鉴于上述分析推测农垦 58s (R) 不是农垦 58s 原位回复突变产生, 而是农垦 58s 另一对隐性基因突变的结果。

### 3 讨论

农垦 58s 的光敏不育性是受核内两对独立遗传的隐性主基因控制, 不表现细胞质效

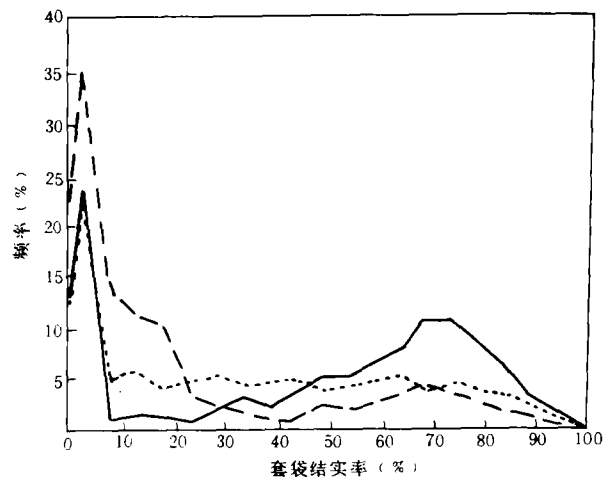


图 1 A 分别与 N58、N58s (R) 和 1149 杂交  $F_2$  群体育性频率分布

Fig.1 The fertility frequency distributions of  $F_2$  populations from A crossed by N58, N58s(R) and 1149, respectively.

—(A/N58) $F_2$ +(N58/A) $F_2$   
 ----[A/N58s(R)] $F_2$ + [N58s(R)/A] $F_2$   
 .....(A/1149) $F_2$ +(1149/A) $F_2$

表 3 6 个杂交组合  $F_2$ 、 $BCF_1$  或复交群体育性遗传分离的适合性检验  
 Table 3 Test of goodness of fit for the fertility segregation of  $F_2$ ,  $BCF_1$  or multiple cross from 6 combinations

$F_2$ 及 $BCF_1$ $F_2$ and $BCF_1$	套袋时段 (月/日) Date of bagging (month / date)	总株数 No. of total plants	可育株 Fertile plant	部分 可育株 Partial fertile plant	不育株 Sterile plant	遗传 比率 Genetic ratio	$\chi^2$	P
(A / N58) $F_2$	8 / 21-9 / 1	382	285		97	3:1	0.014	>0.90
(N58 / A) $F_2$	8 / 17-8 / 31	355	276		79	3:1	1.285	0.50—0.25
A / (A / N58) $F_1$	8 / 17-8 / 29	69	37		32	1:1	0.232	0.75—0.50
(A / 1149) $F_2$	8 / 20-8 / 31	318	252		66	3:1	2.830	0.10—0.05
(1149 / A) $F_2$	8 / 16-8 / 30	369	285		84	3:1	0.868	0.50—0.25
A / (A / 1149) $F_1$	8 / 20-8 / 29	17	10		7	1:1	1.588	0.25—0.10
[N58 / N58s(R)] $F_2$	8 / 25-9 / 1	176	165		11	15:1	0.000	>0.90
[N58s(R) / N58] $F_2$	8 / 25-9 / 1	264	252		12	15:1	1.034	0.50—0.25
A / [N58 / N58s(R)] $F_1$	8 / 26-9 / 1	15	11		4	3:1	0.022	0.90—0.75
(N58 / 1149) $F_2$	8 / 28-9 / 1	187	178		9	15:1	0.437	0.75—0.50
(1149 / N58) $F_2$	8 / 26-9 / 1	176	170		6	15:1	1.960	0.25—0.10
N58s / (N58 / 1149) $F_1$	8 / 26-9 / 1	30	25		5	3:1	0.711	0.50—0.25
(N58s(R) / 1149) $F_2$	8 / 27-9 / 1	256	256		0			
[1149 / N58s(R)] $F_2$	8 / 27-9 / 1	264	264		0			
A / (N58s(R) / 1149) $F_1$	8 / 26-9 / 1	11	11		0			
[A / N58s(R)] $F_2$	8 / 17-8 / 30	298	61	237		1:3	3.020	0.10—0.05
[N58s(R) / A] $F_2$	8 / 17-8 / 31	243	62	181		1:3	0.012	>0.90

应<sup>[2-4]</sup>，亲缘关系较近的梗稻品种应该都能恢复农垦 58s 的光敏核不育性<sup>[10]</sup>。农垦 58s(R)是在武汉自然长光照条件下从农垦 58s 群体中发现的可育株，农艺性状与农垦 58s 和农垦 58 相似，1989 和 1990 年两年结果重复表明，农垦 58s 与农垦 58s(R) 杂交，其正、反交  $F_1$  在自然长光照条件下结实率很低，偏向不育，说明农垦 58s(R) 对农垦 58s 的恢复能力很弱，这是一个非常有趣的现象。研究已认为农垦 58s 系农垦 58 品种单基因突变产生<sup>[2-8]</sup>，本试验也再次证实了农垦 58s 与农垦 58 育性之间仅存在一对主效基因的差异，如果农垦 58 基因型为  $M^{ph}M^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ，那么  $M^{ph}$  突变  $m^{ph}$  后，通过自交产生了农垦 58s，其基因型为  $m^{ph}m^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ；如果农垦 58s(R) 是  $m^{ph}$  原位回复突变成  $M^{ph}$  后获得的纯合可育品系，那么，农垦 58s(R) 与农垦 58 杂交  $F_2$  不会发生育性分离，但试验结果相反，说明农垦 58s(R) 并非  $m^{ph}$  原位回复突变产生；如果农垦 58s(R) 中  $R_f^{ph1}$  是  $m^{ph}$  基因座位 (Locus) 内不同的位点 (Site) 突变所致，那么农垦 58s(R) 与农垦 58 杂交，因基因内的位点之间距离极短，位点之间发生交换的机率极少，故在其供试杂交  $F_2$  群体中几乎不会出现不育株的分离。又由于农垦 58s(R) (基因型为  $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph1}R_f^{ph1}$ ) 与 1149 (基因型为  $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph2}R_f^{ph2}$ ) 杂交  $F_2$  群体植株全为可育，没有发生不育株的分离，因此可以反证农垦 58s(R) 可能是农垦 58s 中  $r_f^{ph}$  突变成  $R_f^{ph1}$  的结果。试验结果还表明，尽管  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  育性恢复效应不同，当  $R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  处于杂合状态时，植株表现部分可育或育性很低，但当

$R_f^{ph1}$  和  $R_f^{ph2}$  处于纯合状态 (即农垦 58s (R) 和 1149 亲本基因型) 时, 植株却表现出正常可育。此项试验仍在对各杂交后代进一步分析。

### 参 考 文 献

- 1 朱英国、余金洪, 1987, 武汉大学学报 (自然科学版, HPGMR 专刊), 61—67。
- 2 靳德明、雷建勋、李泽炳, 1988, 作物杂志, (3), 8—10。
- 3 梅明华、李泽炳、雷建勋等, 1992, 湖北农业科学, (7), 2—5。
- 4 雷建勋、李泽炳, 1989, 杂交水稻, (2), 39—43。
- 5 雷建勋、李泽炳, 1990, 华中农业大学学报, 9 (4), 420—428。
- 6 梅国志、汪向明、王明全, 1990, 华中农业大学学报, 9 (4), 481—483。
- 7 张瑞品、邓训安、余功新等, 华中农业大学学报, 9 (4), 407—419。
- 8 靳德明、李泽炳, 1991, 华中农业大学学报, 10 (2), 136—144。
- 9 盛孝邦, 1992, 中国水稻科学, 6 (1), 5—14。
- 10 张晓园、朱英国, 1992, 武汉大学学报 (自然科学版), (2), 101—106。
- 11 李泽炳, 1992, 中国农学通报, 8 (3), 12—16。
- 12 薛光行、邓景阳, 1991, 遗传学报, 18 (1), 59—67。

## Analysis of the Major Restoring Genes Covering Photoperiod Sensitive Genic Male Sterility (PGMS) in Japonica Rice

Mei Minghua      Li Zebing

(Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070)

**Abstract** The fertility of reciprocal  $F_1$ ,  $F_2$  and  $BCF_1$  plants was analysed based upon the crosses between Nongken 58s, Nongken 58, Nongken 58s(R) and 1149 under long day length in Wuhan ( $30^\circ 30'N$ ) during 1989—1991. Nongken 58s is a monogenic PGMS mutant of Nongken 58. Nongken 58s(R) is a monogenic fertile mutant of Nongken 58s. 1149 is a stable fertile  $F_{10}$  line, which derived from a low fertile plant of the  $F_2$  of a cross between Nongken 58s and Japonica variety, Nonghu 26. Results indicated that there were only two independent loci with dominant major restoring genes in the tested fertile varieties (or lines). Nongken 58s(R) is probably not revertant, but a mutant of the other recessive gene of Nongken 58s. The major genotypes of Nongken 58s, Nongken 58, Nongken 58s(R) and 1149 were designated as  $m^{ph}m^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ,  $M^{ph}M^{ph}r_f^{ph}r_f^{ph}$ ,  $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph1}R_f^{ph1}$  and  $m^{ph}m^{ph}R_f^{ph2}R_f^{ph2}$ , respectively.  $M^{ph}$  was a complete dominant gene, whose phenotypic value was fertile. Both  $R_f^{ph1}$  and  $R_f^{ph2}$  were incomplete dominant genes, whose phenotypic values were partial fertile.  $M^{ph}$  and  $R_f^{ph1}$  (or  $R_f^{ph2}$ ) were nonallelic genes.  $R_f^{ph1}$  and  $R_f^{ph2}$  were multiple alleles and they varied on the restoring effect. It was discussed that the reciprocal  $F_1$  fertility was very low in a cross between Nongken 58s and Nongken 58s(R).

**Key words** Photoperiod sensitive genic male sterility (PGMS); Incomplete dominant; Gene mutation; Multiple alleles