

三种光温敏核不育水稻种质的遗传研究

万邦惠 马海峰

(华南农业大学农学系,广州,510642)

摘要 农垦 58S W 6154S W 7415S和 5460S的光温敏不育性由核内两对隐性基因控制,而安农 S- 1光温敏不育性由核内一对隐性基因控制;农垦 58S与 W 6154S W 7415S 5460S之间, W 6154S与安农 S- 1 5460S之间光温敏不育基因部分等位;农垦 58S与安农 S- 1之间, W 6154S与 W 7415S之间, W 7415S与安农 S- 1 5460S之间以及安农 S- 1与 5460S之间的光温敏不育基因完全不等位。

关键词 水稻种质;光温敏核不育基因;等位性测验

中图分类号 S 511. 210. 2

自石明松 1973年在晚粳农垦 58中发现具有光敏核不育特性的新种质后(石明松, 1981), 引起了生物科学工作者的高度重视,认为这种特性对水稻杂种优势的利用具有十分重要的意义。袁隆平(1987)据此提出了两系法水稻杂种优势利用的战略设想,在此基础上,光温敏核雄性不育水稻的研究取得了较大的进展,而且又发现了一些光温敏核不育新种质(杨仁崔等, 1993;卢兴桂, 1992),本研究以目前应用较多的 3种光温敏核不育种质即农垦 58S 安农 S- 1 5460S为对象,采用不同类型品种与其配组,分析了它们的遗传表现,同时将各不育系互交从一代二代的表现,分析了它们不育基因的等位关系,借此为两用核不育系的选育,在挑选基因供体上提供理论依据

1 材料与amp;方法

供试 5个不育系中农垦 58S W 6154S W 7415S为农垦 58S种质,另外 2个为安农 S- 1和 5460S种质,用作恢复材料的 6个品种是: L201 南京 11为籼型,鄂宜 105为粳型, 02428 Pecos为具有广亲和性的粳或偏粳型,轮回 422为爪哇型广亲和品种,各供试材料均选典型株套袋自交留种。用剪颖去雄法配制所有杂交组合,并分别于 1991~ 1993年夏季长日高温条件下观察育性表现。育性调查是先将包颈、花药白色瘦小不裂的植株列为不育株,将不包颈、花药黄色饱满、散粉良好的植株列为可育株,呈中间状态的列为部份不育株,在此基础上,重点对不育株和部分不育株从刚抽出的穗上取 4~ 7朵颖花混合压片,用 I- KI液染色,在显微镜下随机观察 3个视野,计算败育花粉或可育花粉的百分率,同时套袋调查自交结实率。群体的育性分离统计方法为:不育株数等于目测总不育株数减去不育株中镜检可育的株数加上部分不育株中镜检为不育的株数;可育株数等于群体总株数减去不育株和未抽穗的单株数。在不育和可育的划分上,考虑到遗传背景的差异,统一以两峰之间靠近结实率为 0的最低处划线,然后用 χ^2 测验遗传适合性。测验两群体花粉育性非参数频率分布的一致性,用斯米尔诺夫检验法(Smirnov's test)(周复恭等, 1989)。

1996- 05- 13收稿 万邦惠,男,60岁,教授,博士研究生导师

2 结果与分析

2.1 农垦 58S及其衍生不育系的光温敏不育性遗传

2.1.1 F₁代育性表现 农垦 58S W 6154S和 W 7415S分别与不同类型品种杂交,在广州长日高温条件下,除 W 6154S W 7415S与 02428 轮回 422的 F₁花粉可染率和自然结实率在 50%左右外,其它组合 F₁育性都超过 70%,表明农垦 58S W 6154S和 W 7415S的光温敏不育特性可以被不同类型常规品种恢复,其光温敏核不育基因为隐性遗传,花粉配子育性由孢子体基因型决定,该不育系属孢子体不育类型。广亲和品种 02428,轮回 422的亲合性相比之下不是广谱的,因而由于籼粳不亲和导致所配组合 F₁代育性降低。

表 1 农垦 58S种质与不同类型品种杂交后代育性分离模式

不育系	组合	调查年份 ¹⁾	不育株	可育株	遗传比	i ²	P/(%)
农垦 58S(A)	(A/鄯宜 105) F ₂	1	10	190	1: 15	0. 3413	50~ 75
		2	21	218	1: 15	2. 2095	10~ 25
	(A//A/鄯宜 105)	2	7	54	1: 3	5. 2514	1~ 2. 5
	(A/02428) F ₂	2	16	188	1: 15	0. 6327	25~ 50
	(A//A/02428)	2	4	23	1: 3	1. 0000	25~ 50
	(A/Pecos) F ₂	2	16	227	1: 15	0. 0069	> 90
	(A//A/Pecos)	2	7	28	1: 3	0. 2381	50~ 75
	(A/轮回 422) F ₂	1	37	142	1: 3	1. 5661	10~ 25
	A//A/轮回 422	2	45	152	1: 3	0. 3807	50~ 75
		2	24	28	1: 1	0. 1731	50~ 75
W 6154S(B)	(B/L 201) F ₂	1	13	183	1: 15	0. 0054	> 90
		2	17	229	1: 15	0. 0878	75~ 95
	B//B/L 201	2	14	24	1: 3	2. 2456	10~ 25
	(B/南京 11) F ₂	1	28	122	1: 3	2. 8800	5~ 10
	(B//B/南京 11)	2	11	18	1: 1	1. 2414	25~ 25
	(B/02428) F ₂	1	23	82	1: 3	0. 3841	50~ 75
	(B//B/02428)	2	19	14	1: 1	0. 4848	25~ 50
	(B/Pecos) F ₂	2	15	228	1: 15	0. 0069	> 90
	B//B/Pecos	2	11	55	1: 3	2. 0202	10~ 25
	(B/轮回 422) F ₂	1	7	168	1: 15	1. 1524	25~ 50
W 7415S(C)	(C/L 201) F ₂	1	45	144	1: 3	0. 0864	75~ 90
		2	24	58	1: 3	0. 5854	25~ 50
	C//C/L 201	2	26	21	1: 1	0. 3404	50~ 75
	(C/南京 11) F ₂	2	18	190	1: 15	1. 6615	10~ 25
	C//C/南京 11	2	7	15	1: 3	0. 2424	50~ 75
	(C/02428) F ₂	1	26	118	1: 3	3. 3426	5~ 10
	C//C/02428	2	25	15	1: 1	2. 0250	10~ 25
	(C/Pecos) F ₂	2	47	153	1: 3	0. 1667	50~ 75
	(C/轮回 422) F ₂	1	14	128	1: 15	2. 5719	10~ 25
	C//C/五香占	2	36	44	1: 1	0. 6125	25~ 50

1)调查年份: 指 1992- 07- 16~ 1992- 08- 16; 2指 1993- 06- 16~ 1993- 08- 10(F₂), 1993- 08- 12~ 1993- 09- 05(BC₁); * 表示在 α= 0. 05时显著

2.1.2 F_2 代和 BC_1 代育性分离模式 1992年调查的 F_2 代育性分离比在 1993年重复调查时都得到印证。表 1 中显示: (1)农垦 58S 与鄂宜 105 02428 Pecos 配组, F_2 代和 BC_1 表现两对育性基因的分离;农垦 58S 与轮回 422 杂交表现一对育性基因的分离; (2)W6154S 与 L 201 Pecos 轮回 422 配组, F_2 代和 BC_1 代表现两对育性基因的分离, W6154S 与南京 11 02428 配组, 表现一对育性基因的分离; (3)W7415S 与南京 11 轮回 422 配组, F_2 代和 BC_1 代表现两对育性基因差异, 而与 02428 Pecos 及籼型品种五香占配组, 表现一对育性基因差异。上述结果表明, 农垦 58S、W6154S 和 W7415S 的光温敏不育性涉及核内两对隐性主基因, 三者虽均属农垦 58S 种质, 但它们分别与同一常规品种杂交, F_2 代和 BC_1 代却表现出不同的育性分离模式, 显示 3 个不育系可能具有不同的光温敏不育基因型。

2.2 安农 S- 1 和 5460S 的光温敏不育性遗传

2.2.1 F_1 代育性表现与分析 安农 S- 1 与 5 个常规品种杂交, 199 和 1992 年的统计数据都显示, F_1 代花粉可染率在 90% 以上, 自然结实率在 75% 以上, 表明安农 S- 1 的光温敏不育性可以被不同类型品种恢复, 而且恢复度很高。5460S/L201 南京 11 02428 等组合花粉可育亦达 80% 以上, 自然结实率在 70% 以上, 由此认为, 控制其不育性的基因为隐性遗传, 亦属孢子体不育类型。5460S 轮回 422, Pecos/5460S 等组合 F_1 代育性只有 50% 左右, 这与前文分析的原因一致。

2.2.2 F_2 代和 BC_1 代育性分离模式与分析 调查了安农 S- 1/5460S 与相同的 5 个不同常规种杂交 F_2 代和 BC_1 代育性分离情况, 可以看出 (表 2): 与安农 S- 1 配组的所有组合 F_2 代群体可育株数比不育株数均符合 3: 1, BC_1 代符合 1: 1, 卡方测验结果除安农 S- 1/L 201 F_2 代在 1992 年表现显著外 ($\alpha = 0.05$) (可能与 1992 年 7 月上旬低温有关), 其它组合均差异不显著, 这说明安农 S- 1 与参试 5 个恢复品种间只存在一对育性基因差异。育性调查过程中还发现, 凡与安农 S- 1 配组的所有分离群体中部分不育类型所占比例相对较少, 单株不育性表达彻底。由此进一步推测安农 S- 1 的光温敏不育基因来自核内单基因隐性突变, 遗传背景对其不育基因的遗传行为影响较小。

5460S 与 02428 轮回 422 配组 F_2 代和 BC_1 代的育性表现符合两对育性基因的分离模式, 5460S 与 L201 Pecos 杂交, F_2 代和 BC_1 代的育性表现符合一对育性基因的分离模式, 表明 5460S 的光温敏不育性至少涉及核内两对隐性主基因; 5460S/L201 02428 及 Pecos/5460S 组合 F_2 群体在 1993 年夏季实际调查育性分离比与理论分离比经 χ^2 测验表明差异显著 ($\alpha = 0.05$), 说明 5460S 不育基因有互作效应。5460S 与不同品种杂交, F_2 代出现不同的育性分离模式, 说明不同常规种的恢复基因不尽相同。

另外, 5460S 与南京 11 配组, 1992 年调查正交 F_2 和 1993 年调查反交 F_2 的结果一致, 群体中无不育株分离, 而回交一代 43 株中出现 3 株不育株, 初步推测, F_2 无不育株是因为不能满足不育性表达的光温条件所致, 是否正确尚待进一步验证。

2.3 光温敏不育基因的等位性测验

2.3.1 F_1 代 (不育系/不育系) 育性表现 表 3 可以看出, W6154S/W7415S 的 F_1 代在 8 月 10 日镜检的平均花粉可染率为 77.14%。平均自然结实率为 66.67%, W7415S/安农 S- 1/5460S 及安农 S- 1/5460S 的 F_1 代, 花粉可染率都在 95% 以上, 平均自然结实率也在 95% 以上; 而同期种植的各不育系中, W6154S 和安农 S- 1 分别在 7 月 26 日和 8 月 8 日取样镜检的花粉可染率均为 0, 5460S 于 8 月 16 日取样镜检, 平均花粉可染率为 0.4%, 各不育系的自然结

表 2 安农 S- 1 及 5460S 与不同类型品种杂交后代育性分离

不育系	组合	调查年份 ¹⁾	不育株	可育株	遗传比	i ²	P/(%)
安农 S- 1(A)	(A /L 201) F ₂	1	30	150	1: 3	6. 2296	1~ 2. 5
		2	57	148	1: 3	0. 7171	25~ 50
	(A 南京 11) F ₂	2	19	14	1: 1	0. 4848	25~ 50
		1	43	110	1: 3	0. 6296	25~ 50
	A // A 南京 11	2	49	152	1: 3	0. 0149	> 90
		2	18	20	1: 1	0. 0263	75~ 90
	(A /2428) F ₂	1	53	149	1: 3	0. 1056	50~ 75
		2	48	152	1: 3	0. 0600	25~ 50
	A // A /02428	2	29	28	1: 1	0. 0000	100
		1	35	145	1: 3	2. 6741	10~ 25
	(A /Pecos) F ₂	2	44	176	1: 3	2. 6741	10~ 25
		2	28	22	1: 1	0. 5000	25~ 50
	(A 轮回 422) F ₂	1	46	166	1: 3	1. 0629	25~ 50
		2	53	176	1: 3	0. 3275	50~ 75
5460S(B)	(A // A 轮回 422	2	34	31	1: 1	0. 0615	75~ 90
	(B /L 201) F ₂	2	40	174	1: 3	4. 2118	2. 5~ 5
		1	0	200			
	(B 南京 11) F ₂	1	0	200			
		2	0	200			
	(南京 11 /B) F ₂	2	3	40			
		2	3	40			
	B // B 南京 11	2	3	40			
		2	3	40			
	(B /02428) F ₂	1	9	174	1: 15	0. 3501	50~ 75
		2	22	195	1: 15	4. 9551	2. 5~ 5
	B // B /02428	2	6	24	1: 3	0. 1778	50~ 75
		2	6	24	1: 3	0. 1778	50~ 75
	(Pecos /B) F ₂	2	28	166	1: 3	10. 9966	< 0. 5
		2	28	166	1: 3	10. 9966	< 0. 5
	(B 轮回 422) F ₂	1	8	192	1: 15	1. 3653	10~ 25
		2	8	192	1: 15	1. 3653	10~ 25
	B // B 轮回 422	1	8	192	1: 15	1. 3653	10~ 25
		2	6	23	1: 3	0. 1034	50~ 75

1)调查年份: 指 1992- 07- 16~ 1992- 08- 16; 2指 1993- 06- 16~ 1993- 08- 10(F₂), 1993- 08- 12 ~ 1993- 09- 05(BC₁);* 表示在 α= 0. 05时显著

实率均在 5% 以下。由此表明, W 6154S 与 W 7415S 之间, W 7415S 与安农 S- 1 5460S 之间以及安农 S- 1 与 5460S 之间的光温敏不育基因彼此不等位。相比之下, W 6154S/5460S 安农 S- 1 及其反交 F₂ 代平均花粉可染率只有近 50%, 自然结实率也只在 55% 左右, 显示 W 6154S 与安农 S- 1 5460S 之间的光温敏不育基因可能部分等位, F₂ 代半不育性是因为其中某个不育位点彼此等位得不到恢复所致。

2.3.2 农垦 58S 与其它 4 个粳型不育系等位性比较 农垦 58S 为粳型, 为避免粳粳交杂种不亲和性, 采用农垦 58S 和其它 4 个粳型 S 与同一广亲和品种 Pecos 配组杂交, 比较彼此两个 F₂ 群体花粉育性分布的一致性(表 4)。结果表明, 农垦 58S/Pecos F₂ 群体与 W 6154S/Pecos 和 Pecos/5460S 两个 F₂ 代群体之间花粉育性非参数检验服从相同分布的概率值大于 10%, 农垦 58S/Pecos F₂ 群体与 W 7415S/Pecos F₂ 群体花粉育性分布相同的概率值为 0. 1% ~ 0. 5%, 而与安农 S- 1/Pecos F₂ 群体花粉育性分布相同的概率值小于 0. 1%, 考虑到因分组带来的育性分布曲线的偏差, 取较低置信度时, 可认为农垦 58S/Pecos F₂ 群体花粉育性分布

表 3 粳型光温敏不育系及其杂交 F₁育性表现 (1993 年, 广州)

不育系及组合	始穗期 ¹⁾ (月 - 日)	花粉可染率 I(%)		自然结实率 I(%)	
		穗数	$\bar{x} \pm s^2$	穗数	$\bar{x} \pm s$
W 6154S	07- 26	10	0. 00± 0. 000	5	3. 60± 7. 720
W 7415S	07- 17	18	1. 00± 3. 560		
安农 S- 1	08- 08	10	0. 00± 0. 000	5	0. 50± 1. 570
5460S	08- 16	10	0. 40± 3. 010	8	2. 50± 5. 190
W 6154S /W 7415S	08- 10	8	77. 14± 3. 934	6	66. 67± 7. 528
W 6154S 安农 S- 1	07- 29	5	49. 00± 6. 519	5	55. 00± 4. 123
安农 S- 1/W 6154S	07- 30	25	48. 40± 9. 211	6	53. 33± 4. 082
W 6154S /5460S	08- 15	21	57. 14± 7. 838	10	61. 25± 8. 017
W 7415S 安农 S- 1	09- 12	12	97. 38± 3. 549	10	98. 30± 7. 256
W 7415S /5460S	08- 16	15	99. 17± 1. 305	10	96. 21± 8. 336
安农 S- 1/5460S	08- 11	25	99. 92± 0. 277	10	98. 74± 1. 735

1) 除 W 7415S/安农 S- 1 为 7 月 20 日 播种外, 其余组合均为 6 月 1 日 播种; 2) 始穗期镜检花粉育性的结果

与 W 6154S W 7415S 及 5460S 分别和 Pecos 杂交 F₂ 群体花粉育性分布具有一定的相似性, 而于安农 S- 1/Pecos F₂ 群体花粉育性分布相差很大。据此推测, 农垦 58S 与 W 6154S W 7415S 5460S 之间的光温敏不育基因可能部分等位, 而农垦 58S 与安农 S- 1 之间的光温敏不育基因则完全不等位。表 4 还显示, W 6154S 和 W 7415S 之间的光温敏不育基因完全不等位, 进一步证明了上文测验的结果。

表 4 同一亲和品种与各不育系杂交 F₂ 代育性分布比较

群体 1(n ₁)	群体 2(n ₂)	样本容量 (n)	Dn ln2 ¹⁾	P I(%) ²⁾
农垦 58S/Pecos(243)	W 6154S/Pecos(243)	122	0. 0576	> 10
农垦 58S/Pecos(243)	W 7415S/Pecos(200)	110	0. 1848	0. 1~ 0. 5
农垦 58S/Pecos(243)	安农 S- 1/Pecos (220)	116	0. 1966	< 0. 1
农垦 58S/Pecos(243)	Pecos /5460S(194)	108	0. 1146	> 10
W 6154S/Pecos(243)	W 7415S/Pecos(200)	110	0. 1930	< 0. 1

1) $Dn \ln 2 = \sup |FnI(x) - Gn2(y)|$; 2) Dn 的临界值如下: $Dn, 0. 10 = 1. 22 / \sqrt{n}$; $Dn, 0. 05 = 1. 36 / \sqrt{n}$; $Dn, 0. 005 = 1. 73 / \sqrt{n}$; $Dn, 0. 001 = 1. 95 / \sqrt{n}$

3 讨论

依据本试验的结果, 初步认为农垦 58S W 6154S W 7415S 和 5460S 的光温敏不育性均由核内两对隐性基因控制, 安农 S- 1 由核内一对隐性基因控制, 其等位性测验表明, 光温敏不育性与 5 个不同位点的不育基因有关。作者设定 S₁ S₂ S₃ 分别为农垦 58S 安农 S- 1

5460S 的主基因,下面表 5 能与试验结果吻合地推导出各不育系的不育基因及等位关系,其中 S₁ 对光长较敏感, S₂ S₃ S₄ S₅ 均对温度敏感

表 5 各不育系的基因型和等位性

不育系 (♀)	不育系 ♂			
	W 6154S (S ₂ S ₂ S ₅ S ₅)	W 7415S (S ₁ S ₁ S ₄ S ₄)	安农 S- 1 (S ₂ S ₂)	5460S (S ₃ S ₃ S ₅ S ₅)
W 6154S(S ₂ S ₂ S ₅ S ₅)		不等位	部分等位	部分等位
W 7415S(S ₁ S ₁ S ₄ S ₄)			不等位	不等位
安农 S- 1(S ₂ S ₂)	部分等位			不等位
农垦 58S(S ₁ S ₁ S ₅ S ₅)	部分等位	部分等位	不等位	部分等位

参 考 文 献

石明松. 1981.晚粳自然两用系选育及其利用初报.湖北农业科学, (7): 1~ 3
袁隆平. 1987.杂交水稻育种的战略设想.杂交水稻, (1): 1~ 3
杨仁崔,王乃元,梁康迳,等. 1993.籼稻温敏核不育 5460S 的研究.福建农学院学报, 22(2): 135~ 140
卢兴桂. 1992.水稻光(温)敏核雄性不育性的研究现状.见: 袁隆平主编.两系法杂交水稻研究论文集.北京: 农业出版社, 13~ 22
周复恭,倪加勋,等. 1989.应用数理统计学.北京: 中国人民大学出版社, 441~ 445

STUDIES ON THE INHERITANCE OF THREE TYPES
GERM PLASM IN PHOTO- THERMO SENSITIVE
GENIC MALE STERILE RICE

Wan Banghui Ma Haifeng
(Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

Sterility of PTGMRS deriving from Nongken 58S germplasm and 5460S germplasm was governed by two pairs of recessive genes, but that of Annong S- 1 governed by a couple of recessive major genes. An allelism test involving five PTGMRS revealed that Nongken 58S and W6154S, Nongken 58S and W7415S, Nongken 58S and 5460S, W 6154S and Annong S- 1, W 6154S and 5460S possessed partially identical photo- thermo sensitive sterile genes; Nongken 58S and Annong S- 1, W 6154S and W 7415S, W 7415S and Annong S- 1, W 7415S and 5460S, Annong S- 1 and 5460S had different photo- thermo sensitive sterile genes.

Key words: rice germplasm; photo- thermo sensitive sterile genes; allelism test