

# 抗稻瘿蚊和稻瘟病恢复系双抗明占的选育及抗性分析

黄显波<sup>1</sup>, 邓则勤<sup>1</sup>, 郑家团<sup>2</sup>, 黄炳超<sup>3</sup>, 张扬<sup>3</sup>, 唐江霞<sup>1</sup>, 林美娟<sup>1</sup>, 林成豹<sup>1</sup>

(1 福建省三明市农业科学研究所, 福建 沙县 365509; 2 福建省农业科学院水稻研究所, 福建 福州 350019; 3. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东 广州 510640)

**摘要:** 双抗明占是携带有抗稻瘿蚊基因 *Gm6* 的抗蚊青占与多系 1 号杂交的后代, 经多年多点自然诱发鉴定筛选出抗稻瘟病和稻瘿蚊的恢复系, 并经分子标记检测具有 *Gm6* 基因。双抗明占及其配制的杂交稻经抗稻瘿蚊试验, 结果表明: 抗蚊青占与双抗明占及其配制的杂交稻组合之间差异不显著, 而与没有抗源的恢复系明恢 100 及其配制的杂交稻组合金优明 100 之间存在着极显著的差异; 双抗明占是三系不育系的强恢复系, 用双抗明占配制的杂交稻组合特优明占表现高产、中抗稻瘟病。

**关键词:** 双抗明占; 稻瘿蚊; 稻瘟病; 抗性

中图分类号: S 511

文献标识码: A

## Breeding and resistance analysis of restorer line Shuangkangmingzhan resisting to rice blast and rice gall midge

HUANG Xian-bo<sup>1</sup>, DENG Ze-qin<sup>1</sup>, ZHENG Jia-tuan<sup>2</sup>, HUANG Bing-chao<sup>3</sup>, ZHANG Yang<sup>3</sup>,  
TANG Jiang-xia<sup>1</sup>, LIN Mei-juan<sup>1</sup>, LIN Cheng-bao<sup>1</sup>

(1. Sanming Institute of Agricultural Sciences, Shaxian, Fujian 365509, China; 2. Rice Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350019, China; 3. Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

**Abstract:** Shuangkangmingzhan has been proven to contain gene *Gm6* through detection by molecular marker. It is the progeny of Kangwengqingzhan, which carries *Gm6* that repels rice gall midge, crossed with Duoxi 1. It is the restored line against rice blast and rice gall midge resulting from years of natural and spontaneous selection process in multiple locations. The resistance test on Shuangkangmingzhan and its hybrid combinations with rice gall midge showed no significant difference between them. However, a significant difference existed between the restored line Minghui 100 and its hybrid combination Jinyouming 100, which had no resistance resource. Shuangkangmingzhan is the restored line with restoring ability to the indica rice CMS line. And Teyoumingzhan is hybridized between Shuangkangmingzhan and Longtepu A. When the two were hybridized the resultant rice strain showed high grain yield and moderate resistance to rice blast.

**Key words:** Shuangkangmingzhan; gall midge; rice blast; resistance

稻瘿蚊 (*Oresolia Orzyae* Wood-Mason) 是东南亚稻区的主要害虫之一, 分布在南纬 10° 至北纬 27°, 我国主要在华南稻区发生危害, 尤以山区为重。据不完全统计, 1994 年我国发生面积 98 hm<sup>2</sup>, 损失稻谷 10 多亿 kg<sup>[1]</sup>, 其幼虫为害水稻生长点, 使叶鞘形成葱管 (俗称稻出葱), 造成产量下降, 严重者颗粒无收<sup>[2]</sup>。1988~1998 年, 福建省三明市水稻受稻瘿蚊危害损失近 5 万 t 稻谷<sup>[3]</sup>。目前, 主要依靠化学药剂进行防治, 但由于该虫属钻蛀性

害虫, 且繁殖速度快, 药剂防治效果并不理想, 而长期使用农药则往往造成害虫产生抗药性和环境污染。因此, 选育抗虫品种在生产上推广应用是经济有效的方法, 且对保持良好的生态环境具有现实意义。

海南农家品种大秋其是一个抗中国 4 个稻瘿蚊生物型的抗源, 用其衍生品系多抗 1 号作抗性遗传分析, 其抗性属显性单基因控制, 它的抗性基因是一个新的抗稻瘿蚊基因, 命名为 *Gm6*。分子标记

分析确认抗蚊青占带有抗稻瘟蚊基因 *Gm6*, 可用作抗稻瘟蚊育种亲本<sup>[1]</sup>。稻瘟病是福建省主要病害之一, 在选育恢复系上抗稻瘟病是首先要考虑的育种目标, 因此, 我们在选育抗稻瘟蚊恢复系时, 选择抗稻瘟病和具有强恢复力的多系 1 号与抗蚊青占配制杂交, 经多年多代在自然条件重发生区进行抗性的鉴定与筛选得到抗稻瘟蚊和稻瘟病恢复系双抗明占, 并对其抗性进行分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

抗蚊青占(广东省农科院植保所提供), 抗稻瘟病恢复系多系 1 号(四川省内江市农科所育成的抗稻瘟病恢复系)。感虫品种(或组合) 明恢 100、金优明 100; 三系不育系 D62A、II-32A、京福 1A、泸香 90A、粤丰 A 等。

### 1.2 方法

1999 年晚季在沙县以抗蚊青占为母本与多系 1 号为父本配制杂交, 采用系谱选择法对后代进行择优汰劣, 至 F<sub>4</sub> 代开始选择优良单株与三系不育系测交, 进行恢复能力测验。

### 1.3 抗病虫鉴定

1.3.1 抗稻瘟病鉴定 F<sub>4</sub>、F<sub>6</sub>、F<sub>8</sub> 代在沙县良种场稻瘟病重病区旱病圃进行抗稻瘟病鉴定, 淘汰感病株系。

1.3.2 抗稻瘟蚊鉴定 F<sub>2</sub>、F<sub>4</sub>、F<sub>6</sub>、F<sub>8</sub> 代在本所自然诱发条件下进行抗稻瘟蚊鉴定, 在其他田块用重药防治的情况下, 选择在水源源头, 设置隔离区, 避免防治稻瘟蚊的农药渗透, 种植抗稻瘟蚊材料。

**双抗明占及其 F<sub>1</sub> 稻瘟蚊抗性鉴定:** 2003 年春季在海南用手工与三系不育系少制获得种子, 2003 年中稻同时在沙县富口延溪沙县良种场旱病圃和本所隔离区内进行自然诱发条件下稻瘟蚊抗性鉴定。试验采用三重复随机区组设计, 播种后 40 d 进行田间标葱率调查。

**双抗明占抗稻瘟蚊分子鉴定:** 由广东省农科院植保所完成, 利用微卫星(simple sequence repeats, SSR) 标记技术, 用与 *Gm6* 基因紧密连锁的位置特异性微卫星(position-specific microsatellite, PSM) 标记对双抗明占进行多态性分析, 检测是否含有 *Gm6* 基因。

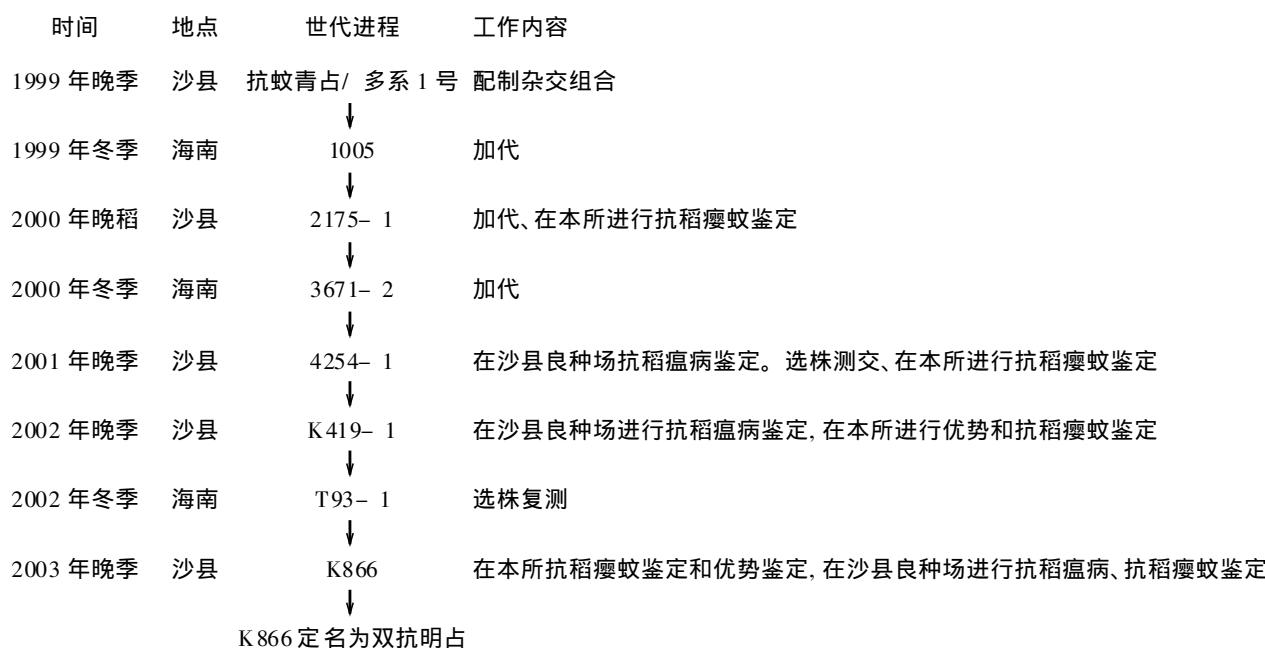


图 1 双抗明占选育过程

Fig. 1 Selective breeding for Shuangkangmingzhan

## 2 结果与分析

### 2.1 双抗明占选育

1999 年晚季引自广东省农科院植保所携带有

抗稻瘟蚊基因 *Gm6* 的抗蚊青占与多系 1 号杂交。同年冬季在海南三亚藤桥福建省南繁基地种植 F<sub>1</sub> 代。2000 年晚季在本所试验基地种植 F<sub>2</sub> 代, F<sub>3</sub> 代在海南进行加代种植。2001 年晚季种植 F<sub>4</sub> 代, 在

沙县富口延溪沙县良种场进行抗稻瘟病鉴定, 同时在本所自然诱发条件下进行抗稻瘟蚊鉴定, 选择抗稻瘟病株系及无标葱的优良单株与 II-32A 进行测交。2002 年晚季种植测交后代, 并在沙县富口延溪沙县良种场旱病圃进行抗稻瘟病鉴定和抗稻瘟蚊鉴定, 在本所自然诱发条件下进行抗稻瘟蚊鉴定, 结果编号为 K419 表现为抗稻瘟病和抗稻瘟蚊, 测交后代表现弱感光。选株带海南进行复测。2003 年晚季在本所种植 K866, 同时在沙县富口延溪沙县良种场旱病圃进行抗稻瘟病和抗稻瘟蚊鉴定及本所自然诱发条件下进行抗稻瘟蚊鉴定, 结果表现为抗稻瘟病和抗稻瘟蚊, 对三系不育系具有强恢复能力。2003 年冬季把抗稻瘟病和抗稻瘟蚊的恢复系

K866 定名为双抗明占 (图 1)。

## 2.2 双抗明占抗稻瘟蚊鉴定与分析

2.2.1 双抗明占及其配制的杂交稻在自然诱发条件下的抗性鉴定 双抗明占及其配制的杂交稻和感虫恢复系明恢 100 及其配制的杂交稻于 2003 年 5 月 15 日在沙县三明所和富口两地播种, 在自然诱发条件下进行抗稻瘟蚊鉴定, 田间标葱率调查于播种后 40 d 进行, 其结果见表 1。根据国际水稻所稻 1988 年版 (Standard Evaluation system for rice) 稻瘟蚊抗性鉴定标准, 田间标葱率 5% 以下的为抗。由表 1 可见, 双抗明占及配制的杂交稻表现为抗稻瘟蚊品种。

表 1 双抗明占及其配制的杂交稻田间标葱率调查

Table 1 Silver shoot rates of Shuangkangmingzhan and its hybrid combinations in the field

(单位: %)

品种(组合)	沙县琅口旱病圃				沙县富口旱病圃			
	重复 I	重复 II	重复 III	$\bar{x}$	重复 I	重复 II	重复 III	$\bar{x}$
明恢 100(恢复系 CK)	17.45	61.40	31.88	37.08	9.76	9.52	15.25	11.51
抗蚊青占(抗蚊 CK)	0	0	0	0	2.22	0	0	0.74
金优明 100(杂交稻 CK)	14.81	31.67	19.10	21.86	10.10	13.79	9.76	11.22
双抗明占(恢复系)	3.40	2.52	3.06	2.99	0	1.35	0	0.45
D62A/双抗明占	3.27	3.41	3.87	3.52	2.97	2.27	0	1.75
II-32A/双抗明占	3.03	3.90	3.70	3.54	0	0	1.1	0.37
粤丰 A/双抗明占	0.0	4.27	0.0	1.42	0.83	0	1.19	0.67
京福 1A/双抗明占	0.0	1.96	2.5	1.49	0.82	1.06	2.15	1.34
泸香 90A/双抗明占	3.52	3.92	4.93	4.12	2.38	0	2.56	1.65

2.2.2 双抗明占及其 F<sub>1</sub> 稻瘟蚊抗性分析 田间标葱率调查结果方差分析表明 (表 2), 点内区组间、地点间、品种间、品种与地点的互作都达到了极显著的水平。在不同的地点, 自然条件下的虫源量不同, 其标葱率有较大的差异。但从品种间差异的显著性比较 (表 3) 可以看出, 没有抗源的恢复系明恢 100 及其配制的杂交稻组合金优明 100 与抗蚊青占和双抗明占及其配制的杂交稻组合之间存在着极显著的差异; 而抗蚊青占与双抗明占及其配制的杂交稻组合之间差异不显著。

表 3 品种间标葱率差异的显著性比较 (LSR 法)

Table 3 Shortest significant ranges of varieties

品种(组合)	琅口	富口	总平均	LSR	
				0.05	0.01
明恢 100(CK)	36.91	11.51	24.21	a	A
金优明 100(CK)	21.86	11.22	16.54	b	A
泸香 90A/双抗明占	4.12	1.65	2.89	c	B
D62A/双抗明占	3.52	1.75	2.63	c	B
II-32A/双抗明占	3.54	0.37	1.96	c	B
双抗明占	2.90	0.45	1.68	c	B
京福 1A/双抗明占	1.49	1.34	1.42	c	B
粤丰 A/双抗明占	1.42	0.67	1.05	c	B
抗蚊青占(CK)	0	0.74	0.37	c	B

表 2 标葱率联合方差分析

Table 2 Analysis of variance on silver shoot rates

变异来源	df	SS	MS	F	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
点内区组间	4	613.6874	153.42	8.16**	2.67	3.97
地点间	1	353.8944	353.89	18.81**	4.15	7.50
品种间	8	3455.6645	431.96	22.96**	2.25	3.12
品种×地点	8	824.0317	103.00	5.48**	2.25	3.12
试验误差	32	602.0259	18.81			

2.2.3 恢复系双抗明占分子标记鉴定 利用与 Gm6 基因连锁的标记 PSM112、PSM101、PSM106、PSM115、PSM114 和 PSM105 共 6 个标记对亲本抗蚊青占双抗明占进行多态性筛选, 其中

PSM 101 标记在抗蚊青占与多系 1 号具有较好的多态性。用 PSM 101 标记对 43 个双抗明占个体进行分析, 结果 43 个双抗明占个体的带型与抗性亲本抗蚊青占带型完全一致, 说明双抗明占已携带纯合 *Gm6* 基因。

### 2.3 双抗明占恢复能力

利用双抗明占与三系不育系进行恢复能力测验, 结果(表 4)表明双抗明占所配制的杂交稻组合结实率在 80% 以上, 具有很好的恢复能力。

表 4 双抗明占恢复能力测验

Table 4 Restoring ability test on Shuangkangmingzhan

组合名称	株高 (cm)	每丛 穗数	每 穗 总粒数	结实率 (%)	千粒重 (g)
龙特甫 A / 双抗明占	120.3	9.7	180.1	80.8	29.6
明 3A / 双抗明占	124.7	10.7	188.8	84.7	26.6
D62A / 双抗明占	132	10	146.8	88.2	28.1
II-32A / 双抗明占	128	11.3	189.9	86.4	27.5

### 2.4 双抗明占的稻米品质

双抗明占经农业部稻米及制品质量监督检验测试中心检验: 糙米率 80.4%, 精米率 72.4%, 整精米率 54.2%, 粒长 6.8 mm, 长宽比 3.1, 垒白米率 22%, 垒白度 1.7%, 透明度 2 级, 碱硝值 7.0 级, 胶稠度 66 mm, 直链淀粉含量 14.3%, 蛋白质含量 9.2%, 其中有 11 项指标达二级优质米标准。

### 2.5 双抗明占的应用

双抗明占与龙特甫 A 配组的三系杂交稻特优明占, 2005~2006 年参加三明市中稻组区试, 两年平均每 667 m<sup>2</sup> 产量 643.0 kg, 比对照增产 13.41%, 增产达极显著水平。全生育期为 140.1 d, 与对照汕优 63 相当, 每 667 m<sup>2</sup> 有效穗 15.97 万, 株高 117.2 cm, 穗长 25.5 cm, 每穗总粒数 187.2 粒, 结实率 89.7%, 千粒重 28.5 g。分蘖力

中, 穗大粒多, 丰产性好, 结实率高, 熟期转色好, 两年稻瘟病抗性评价为中抗。

## 3 讨 论

抗蚊青占是广东省农科院植保所育成的抗稻瘿蚊的常规品种, 用三系不育系测交, 结果是一个半恢半保的材料, 且感稻瘟病, 无法直接在三系杂交稻上利用, 因此需要通过杂交转育, 使 *Gm6* 基因与恢复基因相结合在一起, 才能在三系杂交稻上得到应用。

利用携带有抗稻瘿蚊基因 *Gm6* 的抗蚊青占与配合力好、恢复力强的恢复系多系 1 号杂交, 采用多年多点的稻瘿蚊和稻瘟病重发生区自然生态压力下进行抗稻瘿蚊与稻瘟病抗性鉴定与选择的方法, 择优汰劣, 育成了集抗稻瘿蚊和稻瘟病与恢复基因为一体的优质新恢复系双抗明占, 通过分子标记方法鉴定双抗明占携带有抗稻瘿蚊基因 *Gm6*。

抗蚊青占、双抗明占及其配制的三系杂交稻组合与没有抗源的恢复系明恢 100 及其配制的杂交稻组合金优明 100 之间稻瘿蚊抗性存在着极显著的差异; 而抗蚊青占与双抗明占及其配制的杂交稻组合之间稻瘿蚊抗性差异不显著, 说明抗稻瘿蚊基因 *Gm6* 在双抗明占及其配制的杂交稻组合能够得到表达, 利用 *Gm6* 基因能够育成抗稻瘿蚊的三系杂交水稻在生产上推广应用。

## 参考文献:

- [1] 黄炳超, 张扬, 肖汉祥. 我国抗稻瘿蚊育种研究的新进展 [J]. 作物研究, 2004, (4): 201~203
- [2] 莫禹诗, 吕培均, 黄汉杰. 广东省稻瘿蚊的发生和综合防治研究 [J]. 植物保护学报, 1990, 17 (2): 149~153
- [3] 吕蒲城. 影响稻瘿蚊发生危害的若干生态因素及防治对策 [J]. 福建农业科技, 1999, (2): 24~25.

(责任编辑: 林树文)