

# 优质抗病恢复系广恢 998 的选育及其组合的推广应用

廖亦龙 王丰\* 符福鸿 柳武革 李金华 朱满山 黄慧君 刘迪林 付崇允

(广东省农业科学院水稻研究所/广东省水稻育种新技术重点实验室, 广州 510640;

第一作者: liaoyilong@21cn.com; \* 通讯作者: fwang1631@163.com)

**摘要:**引进具有不同遗传背景、亲缘较远、优缺点互补的常规稻与杂交稻恢复系进行杂交、复交,再通过多世代、不同生态条件下的系统选择和鉴定筛选,培育出配合力好、恢复力强、恢复谱广、穗数多、品质优、稻瘟病抗性好、适应性广的优良三系恢复系广恢 998。利用广恢 998 与生产上广泛应用的不育系测交,组配成 16 个杂交稻组合应用于生产。广恢 998 系列组合具有穗数多、高产稳产、品质优良、稻瘟病抗性好、适应性广等特点,在全国累计推广面积达 514 万  $\text{hm}^2$ ,增加经济效益 209.50 亿元,为我国水稻生产发展和粮食安全作出了重大贡献。

**关键词:**杂交稻;广恢 998;选育;推广应用

**中图分类号:**S511.2+1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8082(2018)02-0087-04

为解决南方稻区生产上大面积推广种植的杂交稻组合存在的高产与优质的矛盾,以及高产不稳产、抗性与适应性较差等突出问题,笔者所在项目组自上世纪 90 年代中期开始,提出了优质多穗、高产稳产抗病的杂交稻育种技术落线。并期望从杂交稻的恢复系改良着手,培育出株型好、分蘖力强、品质优、抗性好、配合力好、恢复力强、恢复谱广、适应性广的多穗型优质恢复系,进而育成高产稳产、优质抗病、适应性广的杂交稻新组合供生产应用。

## 1 广恢 998 的选育

### 1.1 选育思路

采用国内外引进的具有不同遗传背景、亲缘较远、优势互补的常规稻与杂交稻恢复系进行杂交、复交,然后通过多世代、不同生态条件下的系统选择和鉴定筛选,创制出符合育种目标的新型恢复系。

通过综合分析,选择了如下 6 个各具特色的亲本材料用于育种程序:(1)明恢 63,生产上应用最为广泛的优良恢复系,具有配合力好、恢复力强、茎秆坚硬,但生育期长,叶片长宽披软;(2)R3550,叶片窄直、株型直挺、配合力好、恢复力强、直链淀粉含量低,但感光性强、粒型短圆,只能组配弱感光型迟熟杂交稻;(3)珍桂矮,具有广泛的适应性,良好的株叶形态,后期转色好,但粒型粗短、恢复力不强;(4)连 836-1,高抗稻瘟病、分蘖力强、穗多、粒型长,但恢复力一般;(5)BG35-选 2,从国外引进的高产常规稻品种,遗传距离远,具有良好的抗性和生态适应性,但品质较差;(6)518,籼型常规稻。

### 1.2 选育过程

利用外引材料 BG35-选 2 与连 836-1 杂交育成的中间材料 R1361 为父本,明恢 63//[珍桂矮//R3550/518] $F_4$ ]为母本(R1333)进行杂交(如图 1 所示),1995 年晚季在广州种植  $F_1$  代,淘汰不良单株后,混收  $F_1$  代种子。1996 年早季在广州种成  $F_2$  群体,在 2 000 个单株组成的  $F_2$  群体中入选株型集散适中、穗层整齐、穗粒结构协调、分蘖力强的 19 个单株;晚季在这 19 个株系里,选择株叶形态好,分蘖力强、穗层整齐,结实充实好、熟色漂亮的 2 个单株。1997 年早季在广州种成 2 个  $F_4$  株系。选择多个单株,早晚两季进行配合力的测交筛选;同时分出部分种子在广州市从化区吕田镇进行稻瘟病的鉴定筛选。选择配合力和恢复力强、株叶形态优良、粒型好、穗数多、稻瘟病抗性好、耐寒性好、抗氧化能力强的单株于 1998 年早季在广州种成 1 个  $F_6$  株系,继续进行配合力测定和稻瘟病抗性鉴定。晚季在广州繁殖加代至  $F_7$  代,最终育成配合力好、恢复力强、恢复谱广、穗数多、品质优、稻瘟病抗性好、适应性广的优良三系恢复系广恢 998。

### 1.3 广恢 998 的主要特征特性

广恢 998 在广州早季播始历期 95 d、全生育期

收稿日期:2017-10-17

**基金项目:**公益性行业(农业)科研专项(201303007);广东省科技计划项目(2015B020231002;2015B070701013;2016B070701011;2017A070702006);国家现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-01)

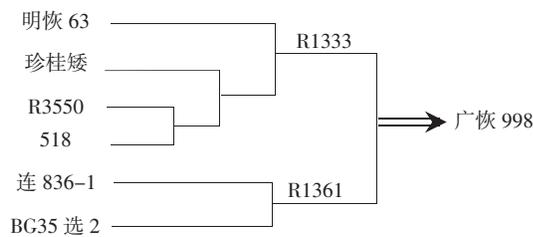


图 1 广恢 998 的亲缘关系图

表 1 几个主要恢复系的分蘖力表现(广州, 2017)

恢复系	分蘖率 <sup>a</sup> (%)	单株有效穗数 (个)	抽穗期 (月-日)
广恢 998	10.4	11.6	06-08
明恢 63	9.8	8.7	06-18
蜀恢 527	9.9	8.1	06-09
9311	9.2	6.3	06-19
广恢 308	/	8.2	06-03
华占	/	8.5	06-10
桂 99	/	8.1	06-09
广恢 122	/	9.6	06-09

<sup>a</sup>分蘖率为 2015 年数据。

表 2 通过各级部门审定的广恢 998 系列组合

组合名称	光温特性	组合来源	审定年份	审定级别
博优 998	感光迟熟	博 A/广恢 998	2001	广东, 国家
秋优 998	感光迟熟	秋 A/广恢 998	2002	广东, 国家
汕优 998	感温中熟	珍汕 97A/广恢 998	2002	广东
优优 998	感温早熟	优 IA/广恢 998	2003	广东, 国家
丰优 998	感温早熟	粤丰 A/广恢 998	2003	广东, 江西
天优 998	感温中熟	天丰 A/广恢 998	2004	广东, 国家
振优 998	感光迟熟	振丰 A/广恢 998	2004	广东, 国家
五优 998	感温早熟	五丰 A/广恢 998	2004	广东, 江西
华优 998	感温中熟	Y 华农 A/广恢 998	2005	广东
美优 998	感光迟熟	美 A/广恢 998	2005	广西, 国家
特优 998	感温迟熟	龙特普 A/广恢 998	2006	广西
青优 998	感温迟熟	青 A/广恢 998	2007	广西
金稻优 998	感光迟熟	金稻 13A/广恢 998	2011	广东, 国家
元丰优 998	感光迟熟	元丰 A/广恢 998	2013	广东, 福建
II 优 998	感温迟熟	IIA/广恢 998	2004	梅州
金优 998	感温中熟	金 23A/广恢 998	2004	韶关

125 d, 晚季播始历期 71 d、全生育期 106 d。主茎叶片数早季 16.7 叶, 晚季 15.0 叶。株高 98 cm, 穗长 21 cm, 每穗总粒数 135 粒, 结实率 85% 以上, 千粒重 21.8 g。分蘖力强, 单株有效穗多(表 1)。株型集散适中, 叶片厚直瓦筒状, 叶色浓, 耐寒性强, 后期遇到低温, 仍能保持较好的结实充实能力, 成熟期谷粒呈麻壳金黄色。广恢 998 配合力强<sup>[1-2]</sup>, 恢复谱广, 花期集中, 花粉量大<sup>[3]</sup>, 制种异交率高。抗稻瘟病, 稻瘟病全群抗比达 94.1%。抗氧化能力强, 在高温强光下, 不易氧化褪色。其组配的杂种 F<sub>1</sub> 叶色较浓, 自始至终保持良好的光合状态,

籽粒结实充实好, 明显优于同类组合。

稻米品质优, 长宽比 3.2, 糙米率 80.6%, 精米率 71.8%, 整精米率 52.1%, 垩白粒率 22%, 垩白度 3.6%, 透明度 2 级, 直链淀粉含量 15.5%, 碱消值 4.4, 胶稠度 76 mm。

## 2 广恢 998 系列杂交稻组合的培育及表现

广恢 998 先后与博 A、秋 A、珍汕 97A、优 I A、粤丰 A、天丰 A、振 A、五丰 A、Y 华农 A、美 A、龙特普 A、青 A、金稻 13A、元丰 A、II-32A、金 23A 等不育系组配育成 16 个组合并通过审定。其中, 广东省审定组合 11 个、广西区审定组合 3 个、国家南方稻区审定组合 7 个(表 2)。

### 2.1 广恢 998 系列杂交稻组合的产量表现

从表 3 可见, 所有组合均比其相应的对照增产, 除秋优 998、美优 998 比对照博优 998 增产不显著外, 其余组合增产达到显著或极显著, 高产稳产性突出。

### 2.2 广恢 998 组合的穗粒性状表现

从表 3 可以看出, 广恢 998 所配置的杂交组合有效穗数均有突出表现, 一般介于 18.05~21.15 万/667 m<sup>2</sup> 之间。即使与大穗型不育系金稻 13A、振丰 A 配组的金稻优 998 和振优 998 有效穗数也在 17.45 万/667 m<sup>2</sup> 以上。较多有效穗数为高产稳产性以及广泛的适应性奠定了基础。

### 2.3 广恢 998 系列组合的稻米品质

天优 998 在广东省区试中, 其稻米品质鉴定达国标优质 2 级, 在国家区试中, 其稻米品质鉴定为国标优质 3 级<sup>[4]</sup>; 华优 998 在省区试中品质达国标 1 级, 是迄今为止第 1 个达到这一标准的杂交稻组合<sup>[5]</sup>; 美优 998、秋优 998 国家区试中米质达国标 2 级<sup>[6]</sup>; 振优 998、博优 998、金稻优 998 在国家区试中均达到部颁优质米 2~3 级标准<sup>[7-9]</sup>, 优优 998 达部标优质 4 级<sup>[10]</sup>。丰优丝苗(丰优 998)除垩白度性状略高于国标外, 其余品质性状均达国标优质米指标, 且胶稠度软<sup>[9]</sup>, 被群众评为最好吃的品种<sup>[11]</sup>; 元丰优 998 食味评分高达 81~84 分, 口感好, 软滑香甜; 五丰优 998 达国标 3 级, 稻米外观品质和蒸煮食味品质性状综合性好, 深受人们喜爱<sup>[12]</sup>。

### 2.4 广恢 998 组合的稻瘟病抗性

由于在广恢 998 的选育过程中重点关注了稻瘟病抗性基因的引入、鉴定和筛选, 育成的广恢 998 稻瘟病抗性好。由其所配组的杂交稻组合也普遍表现出较好的稻瘟病抗性(表 3)。

表 3 广恢 998 系列组合在区试中的表现

组合名称	对照	产量			有效穗数 比 CK±(%)	每穗粒数 比 CK±(%)	稻米品质	稻瘟病抗性	区试年份
		数值(kg/667 m <sup>2</sup> )	比 CK±(%)	名次					
博优 998	博优 903	462.80	11.79**	1	2.33	10.71	部标 3 级	81.00%	1999
	博优 903	466.50	6.65**	1					2000
秋优 998	博优 903	440.60	0.73	2	5.35	8.29	国标 2 级	80.00%	2000
	博优 998	446.00	1.04	2					2001
振优 998	博优 998	447.20	7.53**	1	-5.38	2.59	部标 2 级	96.90%	2002
	博优 998	462.30	1.49	4					2003
金稻优 998	博优 998	492.30	7.05**	1	-7.43	10.46	部标 3 级	-	2007
	博优 998	499.00	7.90**	1					2008
元丰优 998	博优 998	467.67	8.70**	2	/	/	食味分 81~84	87.9%~89.36%	2011
	博 III 优 272	505.79	9.42**	1					2012
美优 998	博优 998	459.73	0.01	4	2.96	2.54	国标 2 级	-	2004
	博优 998	465.36	0.62	5					2005
五丰优 998	优优 4480	500.80	14.51**	2	5.94	6.86	国标 3 级	53.93%	2002
	优优 4480	476.70	11.18**	4					2003
优优 998	汕优 96	506.30	11.86**	1	1.01	16.04	部标 4 级	82.00%	2000
	优优 4480	447.40	11.38**	1					2001
丰优 998	优优 4480	419.20	4.36	3	9.59	-3.35	外观 1 级	69.10%	2001
	优优 4480	486.30	11.22**	6					2002
天优 998	培杂双七	440.60	6.35*	2	2.36	16.89	国标 2 级	89.10%	2002
	培杂双七	450.60	8.85**	2					2003
汕优 998	汕优 63	439.70	4.89*	3	2.15	3.81	部标 4 级	85.00%	1999
	培杂双七	457.90	6.46*	2					2000
华优 998	培杂双七	457.00	10.29**	1	8.85	-6.89	国标 1 级	82.00%	2002
	培杂双七	451.60	10.02**	1					2003

美优 998 为国家区试结果,其余均为广东省区试结果;\*,\*\* 分别表示在 0.05 和 0.01 水平差异显著。

### 3 广恢 998 系列组合的推广应用

#### 3.1 推广应用的技术方案和措施

根据育成的早、中、迟熟不同类型系列杂交稻的特性,系统地策划其产业化技术方案。联合广东省金稻种业有限公司、湖南金稻种业有限公司、江西现代种业有限公司、江西科源种业有限公司、广西南宁华稻种业有限公司等多家企业,共同推进其产业化进程。规划制订产业化技术路线图,研制杂交稻种子安全高效繁殖与制种技术规程、高产栽培技术规程等;部署百亩、千亩丰产示范片,以点带面,促进项目成果的产业化应用。

#### 3.2 广恢 998 系列组合的推广应用情况

广恢 998 系列组合是广东省种植面积最大的系列组合。2002-2013 年在广东省种植面积都在 6.67 万 hm<sup>2</sup> 以上,年均种植面积为 20.25 万 hm<sup>2</sup>。其中,博优 998、秋优 998、天优 998 等多个组合分别被列为广东、广西、江西、湖南等省(区)和农业部的主导品种;自 2000 年起,广恢 998 系列组合在生产上得到迅速的推广应用,种植面积快速上升,到 2008 年年推广面积达 33.52 万 hm<sup>2</sup>,占广东省水稻面积的 16.29%,创广东省单一系列

组合种植面积的历史纪录。截止 2016 年,广恢 998 系列组合在广东省累计种植面积 252.25 万 hm<sup>2</sup>。据各省市种子管理局(总站)或种子销售数据推算,全国累计推广面积达 513.99 万 hm<sup>2</sup>。其中,广西 103.74 万 hm<sup>2</sup>、湖南 68.00 万 hm<sup>2</sup>、江西 74.67 万 hm<sup>2</sup>、海南 15.33 万 hm<sup>2</sup>。博优 998 连续 15 年被国家列为南方稻区区试对照品种,连续 6 年被列为农业部、广东省主导品种。天优 998 于 2005 年被农业部认定为国家首批超级稻主推品种,同年被广东省科技厅认定为广东省高新技术产品;2006 年以来一直被农业部和广东省认定为水稻主导品种;2007 年被授予广东省名牌产品证书;2008 年被列为国家华南早籼稻区试对照品种;连续 6 年被列为国家区试对照品种;连续 8 年占广东省杂交稻推广面积第 1 位。

#### 3.3 经济效益和社会效益分析

广恢 998 系列组合的加权平均产量为 467.97 kg/667 m<sup>2</sup>,相应对照的加权平均产量为 439.30 kg/667 m<sup>2</sup>,平均增产稻谷 28.67 kg/667 m<sup>2</sup>。广恢 998 组合在全国累计推广面积达 513.99 万 hm<sup>2</sup>,累计生产稻谷 360.80 亿 kg,创造社会产值 1 082.39 亿元,增产稻谷 22.10 亿

kg, 累计实现增加社会效益 66.31 亿元; 优质稻推广过程中, 每 kg 稻谷比普通稻谷增加 0.4 元附加值, 共计增加经济效益 144.32 亿元; 同时项目产品具有较好的稻瘟病抗性, 按每 667 m<sup>2</sup> 节约农药费成本 10 元计算, 累计实现节支增效 7.71 亿元。合计增加效益共计 209.50 亿元, 为我国粮食“十二连增”做出了重要贡献, 取得了巨大的社会效益、经济效益和生态效益。

参考文献

[1] 何霁如, 郭建夫, 李国鹏, 等. 华南籼型三系杂交水稻农艺性状的配合力分析[J]. 湖北农业学报, 2008, 47(10): 1128-1132.  
 [2] 何霁如, 黄永相, 郭建夫, 等. 华南籼型三系杂交水稻主要品质性状的配合力分析[J]. 种子, 2008, 27(10): 26-30.  
 [3] 李曙光, 符福鸿, 黄健文, 等. 广谱性恢复系广恢 998 的特征特性及制种技术[J]. 广东农业科学, 2006(2): 20-21.  
 [4] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质杂交籼稻新组合天优 998

[J]. 杂交水稻, 2004, 19(6): 62-63.  
 [5] 朱满山, 王丰, 符福鸿, 等. 籼型杂交稻亲本米质性状的遗传效应对比分析[J]. 广东农业科学, 2012(13): 1-5.  
 [6] 符福鸿, 黄慧君, 李传国, 等. 杂交晚籼秋优 998 的选育与应用[J]. 中国稻米, 2004, 10(1): 23-24.  
 [7] 黄慧君, 符福鸿, 李传国, 等. 弱感光型杂交稻新组合博优 998 的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2002, 17(1): 7-8.  
 [8] 柳武革, 刘振荣, 王丰, 等. 弱感光型杂交稻振优 998 特征特性及栽培技术[J]. 中国稻米, 2007, 13(6): 36-37.  
 [9] 朱满山, 符福鸿, 黄慧君, 等. 广东省三系杂交稻新组合米质分析[J]. 广东农业科学, 2004(1): 9-11.  
 [10] 黄慧君, 符福鸿, 李传国, 等. 中熟杂交稻新组合优优 998 的选育[J]. 广东农业科学, 2003(6): 5-6.  
 [11] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质软香型杂交籼稻丰优丝苗的选育与应用[J]. 杂交水稻, 2003, 18(4): 11-13.  
 [12] 梁世胡, 李传国, 符福鸿, 等. 高产优质杂交籼稻新组合五丰优 998[J]. 杂交水稻, 2005, 20(2): 70-71.

Breeding of Restorer Line Guanghui 998 with Good Grain Quality and Blast Resistance and the Extension and Utilization of its Hybrid Combinations

LIAO Yilong, WANG Feng\*, FU Fuhong, LIU Wuge, LI Jinhua, LIU Dilin, ZHU Manshan, HUANG Huijun, FU Chongyun  
 (Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences/Guangdong Provincial Key Laboratory of New Technology in Rice Breeding, Guangzhou 510640, China; 1st author: liaoyilong@21cn.com; \*Corresponding author: fwang1631@163.com)

**Abstract:** Restorer line Guanghui 998 was bred by Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, which has the characteristics of high combining ability, strong restorability, broad restoring spectrum, high panicle number, good grain quality, high blast resistance and wide adaptability. 16 hybrid combinations have been formed with Guanghui 998 as a parent, these hybrid combinations showed the characteristics of more panicle number, high and stable yield, good grain quality, high blast resistance and wide adaptability. The accumulated extension area of these hybrid combinations reached 5.14 million hectare, increased benefit of 20.95 billion Yuan.

**Key words:** hybrid rice; Guanghui 998; breeding; extension and utilization

(上接第 86 页)

**Abstract:** In order to clarify the effects of seeding amount on yield formation and characteristics of biomass production of hybrid rice with different thousand grain weight under direct seeding condition, a field experiment was conducted with different seeding amount (7.5, 15.0, 22.5, 30.0 and 37.5 kg/hm<sup>2</sup>) by artificial broadcasting in Deyang city in 2017, using Ya 5 you 2199 (YY2199) with low thousand grain weight and Nei 6 you 103 (NY103) with high thousand grain weight as materials. The results showed that, the effect of seeding amount on the yield of hybrid rice was significant, panicles per m<sup>2</sup> and biomass production of hybrid rice showed an increasing tendency with seeding amount increasing, spikelets per panicle of hybrid rice showed a decreasing tendency with seeding amount increasing. The effect of seeding amount on seed setting rate and thousand grain weight were not significantly. The grain yield of YY2199 firstly increased and then decreased with seeding rate increasing, the yield was highest when the seeding amount was 22.5 kg/hm<sup>2</sup>, which reached to 10.86 t/hm<sup>2</sup>, the yield was increased by 20.53% compared with the treatment of 7.5 kg/hm<sup>2</sup>. The yield of NY103 was highest when the seeding amount was 37.5 kg/hm<sup>2</sup>, which reached to 10.82 t/hm<sup>2</sup>, the yield was increased by 11.20% compared with the treatment of 7.5 kg/hm<sup>2</sup>. However, there were no significant difference in grain yield between seeding amount treatment 37.5 kg/hm<sup>2</sup> and the other three seeding amount treatment (15.0, 22.5, 30.0 kg/hm<sup>2</sup>). There was no significant difference in yield between different thousand grain weight varieties. The optimum seeding amount of hybrid rice with low and high thousand grain weight was 15.0~22.5 kg/hm<sup>2</sup> and 22.5~30.0 kg/hm<sup>2</sup>, respectively, in consideration of both grain yield and seed cost.

**Key words:** direct seeding; seeding amount; hybrid rice; thousand grain weight; grain yield