

超高产两系杂交稻恢复系 JXR - 33 及其组合金两优 33 的选育

林荔辉, 官华忠, 潘润森, 陈志伟, 毛大梅, 吴建梅, 周元昌

(福建农林大学作物科学学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 针对高产两系杂交稻组合金两优 36 恢复系 946 的不良性状进行遗传改良, 结果表明: 改良选育而来的恢复系 JXR - 33 在生育期、株高、穗数、粒重等主要农艺性状有明显的改善, 米质外观上也有显著的提高; 以其与母本 Hs - 3 配制的两系杂交稻金两优 33, 不仅保持了金两优 36 的高产特性, 且在组合的稻米品质及制种产量上有明显的提高, 在生产上具有广阔的推广应用前景。
关键词: 两系杂交稻; 高产; 恢复系; 选育; 改良
中图分类号: S 334. 5; S 511. 21 文献标识码: A

Breeding of restorer line JXR - 33 and the hybrid rice Jinliangyou33 with high yield

LIN L-hu, GUAN Hua-zhong, PAN Run-sen, CHEN Zh-we, MAO Da-me, WU Jian-me, ZHOU Yuan-chang
(College of Crop Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China)

Abstract: The study aimed at improving the disadvantage character of restorer line 946 which is the restorer line of the Jinliangyou 33, the results showed that JXR - 33 had been improved distinctly in major traits, such as growth period, plant height, panicles, the grain weight etc., as well as grain quality. Under the same high-yield of Jinliangyou 36, the F₁ hybrids such as Hs - 3/JXR - 33 (Jinliangyou 33) showed good grain quality in appearance and high yield in producing the hybrid seed, and showed a good prospect for commercial production.
Key words: two-line hybrid rice; high yield; restorer line; breeding; improvement

自 1973 年湖北省石明松从晚粳品种农垦 58 中发现雄性不育变异株, 育成了第一个光敏不育系农垦 58s 以来, 两系法杂交稻已成为我国水稻育种的新途径^[1]。近年来, 一大批新选育的两系杂交稻组合陆续通过国家或省级审定, 特别是进入“八五”“九五”以后, 随着国家 863 计划的实施, 育成了一大批高产、优质两系杂交稻组合在生产上推广应用^[2]。截止 2001 年, 我国先后通过省级和省级以上技术鉴定的光温敏不育系 80 个, 审定的两系杂交稻组合达 60 多个, 推广种植面积达 600 多 hm²^[3]。因而, 两系法杂交水稻是继三系杂交稻之后的水稻杂种优势利用的又一新途径, 受到普遍关注。

随着水稻育种水平的提高, 1996 年我国启动“中国超级稻”育种计划, 1997 年袁隆平院士提出了我国超级稻育种的技术路线, 其产量指标比现有杂交稻增产 30%^[4]。因此大幅度提高我国水稻产量的育种目标成为育种家关注的焦点。2000 年福

建农林大学作物学院育成了高产两系杂交稻组合金两优 36, 两年在福建省区试中产量水平比对照大幅度增产, 生产应用中深受农民群众的欢迎, 但由于在组合亲本上存在一些不足, 限制了其大面积生产应用。本文就该组合恢复系改良及相应组合金两优 33 的选育结果总结如下。

1 育种目标和选育经过

1. 1 育种目标的确定

两系高产杂交稻新组合金两优 36 于 2000 年通过福建省品种审定, 亲本来源为 Hs - 3/ 946, 其中 Hs - 3 是福建农林大学于 1999 年通过福建省科技厅科技鉴定的两系光敏不育系, 该不育系经过大量的组合测配, 大部分杂种一代均表现出生长势强、穗大粒多, 但后期转色不佳、基部早衰、灌浆不饱满的现象, 其与福建省三明市农科所引进的父本 946 杂交的杂种一代表现结实正常, 产量优势明显, 并定名为金两优 36^[5]。该组合 1998~ 1999 年

收稿日期: 2006- 10- 11 初稿; 2006- 10- 31 修改稿
作者简介: 林荔辉 (1970-), 男, 副研究员, 在职博士; 研究方向: 作物遗传育种, 作物分子标记辅助育种。
通讯作者: 周元昌 (1963-), 男, 教授, 博士; 研究方向: 作物遗传育种 (E-mail: zwy- 2002@yahoo.com.cn)。
基金项目: 福建省粮食作物育种重大专项 (2004NZ01- 1); 福建省教育厅项目 (2005k036)

参加福建省中稻区试，平均产量分别达 7 675. 95 kg · hm⁻² 和 8 537. 25 kg · hm⁻²，比对照汕优 63 增产 11. 2% 和 10. 2%，两年均位居参试组第一位，增产达极显著水平。该组合茎秆坚挺，叶色清秀，穗大粒多，产量优势明显，适合我省大部分中稻区种植^[6]。但是由于组合米质和抗性一般，尤其在制种上母本生育期比父本长 17 d，父本生育期短，植株偏矮，分蘖少，花粉量小，制约了杂交种子生产，一定程度影响了该组合大面积生产应用。为克服上述缺点，我们确定了以改良父本为育种目标，利用父本 946 灌浆速度快、后期转色佳的特点，与株叶态好、配合力高、生育期长、品质优和较抗稻瘟病等特性的恢复系蜀恢 527 杂交^[7]，以期选育出生育期长、分蘖多、花粉量大、米质抗性优的强恢复系，再与 Hs - 3 配制杂交组合，在保留金两优 36 强优势的特性下，改善其米质、抗性，提高其制种产量。

1. 2 选育过程

1997 年冬在海南配制 946/R527 杂交组合，1998 年秋季种植 F₁ 并收种，为能针对性选择，扩大入选单株，1998 年冬在海南扩大种植 F₂ 代（667

m²），并同时种植两亲本，选择上以 R527 生育期为对照，选取株叶态及颖尖（为紫色）与 946 一样，且植株高大、分蘖力强、粒型细长、灌浆速度快的植株；1999 年秋种植 F₃ 株系并收种，选择标准与上代同，经暴晒出糙，筛选出米粒细长、透明、垩白小的株系；1999 年冬海南加代，并逐株（系）以 Hs - 3 初测，2000 年秋在福州种植 F₅ 和相应的杂种一代，其中 00BSF₅-359-1 株系生育期长，株叶形态好，所配杂种优势和生育期均与金两优 36 相似，杂种一代表现茎秆坚挺、叶片硬直、叶色清秀，谷粒细长；2000 年冬海南父本加代（代号为 00CsF₆-409），并与 Hs - 3 大量重测，2001 年中稻进行初制，并对父本进行单株加代，同年秋季在福州和龙岩上杭种植杂种一代，杂种一代表现产量优势好，米质和抗性明显优于金两优 36。2001 年海南父本加代至 F₈，2002 年中稻继续制种并加代父本（父本定名为 JXR - 33），并对其杂种一代 Hs - 3/ JXR - 33 进行多点简比试种，表现产量高、稳定性好，定名为金两优 33。2003 年进入福建省中稻区试。恢复系 JXR - 33 及组合金两优 33 的选育经过见图 1。

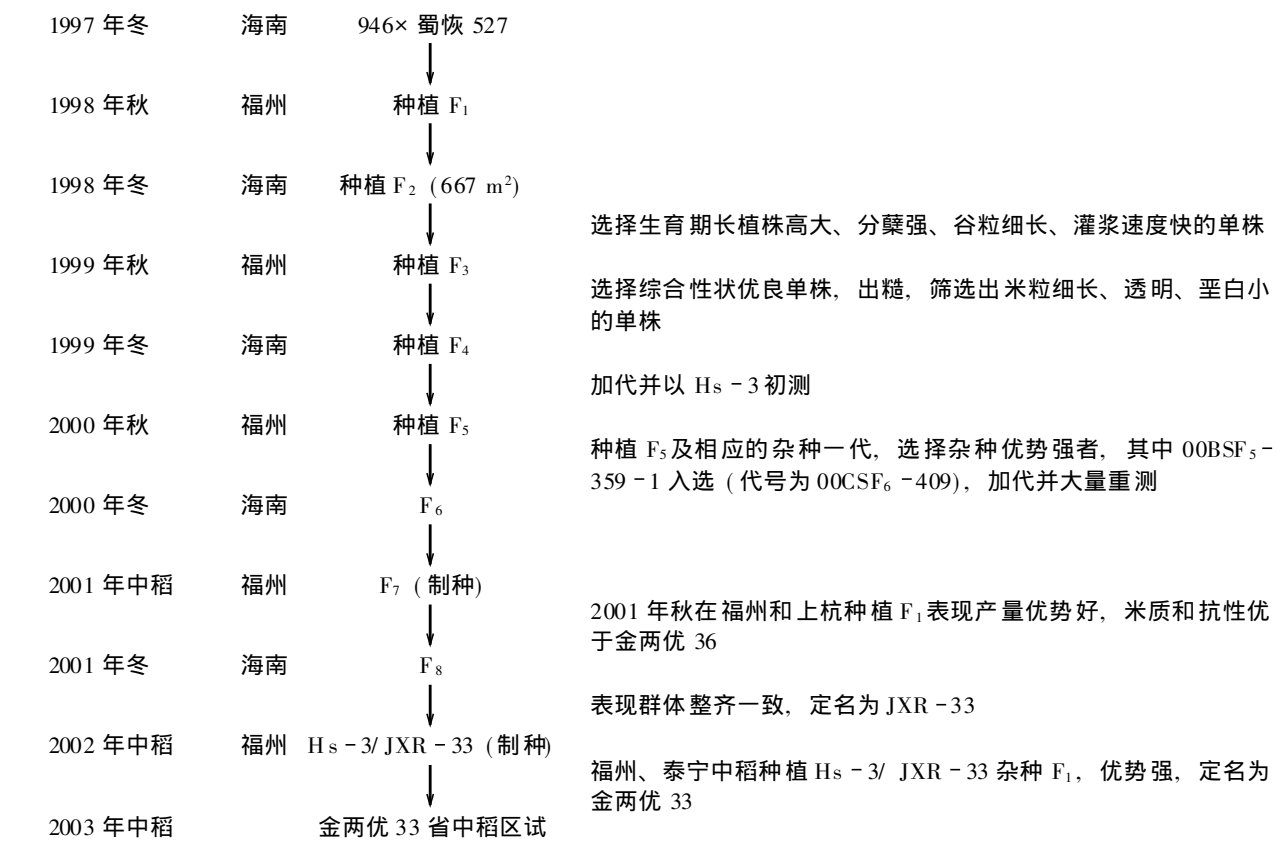


图 1 金两优 33 的选育过程

Fig. 1 The breeding procedure of the hybrid rice Jinliangyou 33

2 恢复系 JXR-33 特征特性

恢复系 JXR-33 经 5 年 8 代的选育，在主要农艺性状方面与恢复系 946 有明显的不同，2004 年对新选育的 JXR-33 和恢复系 946 的性状进行考察（表 1），在生育期方面，JXR-33 的播抽天数比 946 长 40 d 左右（母本 Hs-3 为中稻的播抽天数 85 d），株高比 946 增高 20 cm，有效穗、穗长、总粒数也有明显的改善，从而不仅克服了金两优 36 的母本制种生育期倒挂的现象，而且增加

了恢复系的生长量和花粉量，为该组合的高产制种提供了必要的基础；在结实率方面，恢复系 JXR-33 继承了 946 灌浆速度快、结实率高的优良特性；谷粒粒型方面，经过多代严格筛选，恢复系长宽比明显提高，根本上改善了 946 谷粒椭圆型的不足，在粒长增加的同时，恢复系的 JXR-33 的粒重也相应增加，这两个主要农艺性状的改良在后代的配组上，对杂种一代的产量和品质性状提高均有重要作用。米质经多代筛选，JXR-33 的垩白率少、垩白度小，外观也较 946 有明显的提高。

表 1 JXR-33 与 946 的性状差异

Table 1 The character difference between JXR-33 and 946 (2004 年, 中稻)

恢复系	播抽天数 (d)	株高 (cm)	平均穗数	穗长 (cm)	穗总粒数	结实率(%)	千粒重 (g)	谷粒长 (mm)	谷粒宽 (cm)	长宽比	垩白
JXR-33	107	146.5	13.5	25.2	192	91.8	31.5	11.2	3.2	3.5	小、少
946	68	125.0	8.0	31.5	189	88.9	27.5	8.2	3.6	2.3	大、多

3 金两优 33 的产量表现及特征特性

3.1 产量表现

金两优 33 于 2001 年在福州参加晚季小区简比试验，实割产量 $8\,500.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，比汕优 63 增产 7.8%。2003 年参加福建省中稻区试，平均产量 $9\,623.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，位居所有参试组合第一位，比汕优 63 平均增产 15.19%。2004 年续试，平均产量 $8\,788.05\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，比对照汕优 63 增产 11.89%，达极显著水平，居参试组合第一位。两年区试平均产量 $9\,205.95\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，比对照汕优 63 增产 13.54%，增产幅度明显（表 3）。2003 年在福建省尤溪管前西溪口村大田高产试种示范，经验收，其中一类田平均产量达 $12\,448.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，二类田平均产量达 $12\,208.5\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ，三类田平均

产量达 $11\,898.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。综上所述，金两优 33 在产量上保持了高产组合金两优 36 的杂种优势强的特性。

3.2 主要农艺性状

金两优 33 与金两优 36 相似，具有一定的感光性，其中中稻种植全生育期 145 d，晚稻种植生育期一般为 136 d。该组合中稻种植株高 125~130 cm，晚稻 120~125 cm，比汕优 63 高 7~8 cm。金两优 33 株型适中、茎秆坚挺、叶片硬直、叶色清秀、较抗倒伏、分蘖力中等，后期转色好，大多数主要经济性状保留了金两优 36 的优良特性，明显优于对照汕优 63（表 2、表 3），尤其在穗长、穗粒数、千粒重及粒长比金两优 36 有一定的提高，明显优于对照汕优 63，这是金两优 33 增产的主要因素。

表 2 金两优 33 与金两优 36 中稻种植表现情况

Table 2 The growth appearance of Jinliangyou 33 and Jinliangyou 36 in single cropping season (2004 福建建瓯)

组合	生育期 (d)	主要农艺性状							产量 ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)	比 CK ±(%)
		有效穗 (万穗· hm^{-2})	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗总粒数 (粒)	穗实粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)		
金两优 33	136	320.4	144.4	26.8	163.7	118.4	72.3	34	10834.5	13.50
金两优 36	133	252.0	136.6	26.5	161.7	121.7	75.3	29	9826.5	2.91
汕优 63	131	342.0	130.0	25.4	148.6	115.2	77.5	30	9549.0	-

3.3 品质性状

金两优 33 精米透明，垩白度小，精米率及整精米率较高。经农业部稻米及制品质量检测中心检测，依据 NY/T 593-2002《食用稻品种品质》标

准，金两优 33 符合三等食用粳稻品种品质规定要求。以 NY20-1986《优质食用稻米》标准评价，金两优 33 糙米率、精米率、整精米率、粒长、透明度、碱消值、胶稠度、蛋白质等 8 项指标达一级

米标准，长宽比、直链淀粉含量两项达 2 级优质米标准。尽管金两优 33 的两年稻米因季节的不同，各指标上略有差异，但在整精米率、垩白度、透明度、糊化温度、胶稠度上明显比金两优 36 有明显提高；在粒长、长/宽、垩白度、透明度、糊化温

度、胶稠度等米质指标上优于汕优 63（表 4）。
3 4 抗性
2003~ 2004 年经福建省区试抗稻瘟病鉴定，金两优 33 叶瘟、穗颈瘟抗性指数皆高于汕优 63，稻瘟病抗性上与金两优 36 相比，也略有提高(表 5)。

表 3 金两优 33 与金两优 36 福建省中稻区试种植表现

Table 3 The growth appearance of Jinliangyou 33 and Jinliangyou 36 in single cropping season in Fujian regional trials												
参试年份	组合	生育期 (d)	主要农艺性状							产量 (kg·hm ⁻²)	名次	比 CK ±(%)
			有效穗 (万·hm ⁻²)	株高 (cm)	穗长 (cm)	穗总粒数 (粒)	穗实粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)			
2003	金两优 33	143.9	230.7	131.00	27.8	187.2	148.0	78.95	31.6	9623.7	1	15.19
	汕优 63	139.9	229.7	117.40	25.6	166.6	145.5	86.27	28.7	8354.4	11	
2004	金两优 33	144.5	246.9	132.00	27.9	176.3	138.3	78.45	31.0	8788.1	1	11.89
	汕优 63	140.1	245.6	112.71	24.5	155.5	136.6	85.90	28.7	7854.0	12	
1998	金两优 36	148.7	246.5	117.00	25.9	159.0	131.0	81.78	29.9	7676.0	1	11.16
	汕优 63	140.7	245.1	108.00	26.4	132.0	113.0	84.63	29.7	6905.1	7	
1999	金两优 36	147.7	247.5	119.00	26.6	172.5	131.4	77.12	29.8	8537.6	1	10.19
	汕优 63	138.3	235.5	110.50	25.0	138.6	116.4	84.17	29.7	7748.0	7	

注:数据来源于 1999 年、2004 年福建省水稻区试汇总结果。

表 4 金两优 33 与金两优 36 的米质性状比较

Table 4 The comparison of the grain quality between Jinliangyou 33 and Jinliangyou 36														
检测单位	样品年份地点	组合	糙米率 (%)	精米率 (%)	整米率 (%)	粒长 (mm)	长/宽	垩白率 (%)	垩白度 (%)	透明度	糊化温度	胶稠度 (mm)	直链淀粉 含量(%)	粗蛋白含 量(%)
农业部 稻米检 测中心	2003- 03, 海南	金两优 33	82.3	75.5	63.4	7.0	2.6	50	7.0	1.00	5.6	74	22.5	8.4
	1999, 晚季, 福州	金两优 36	83.0	74.3	47.6	6.7	2.6	98	24.7	4.00	3.0	46	22.0	11.8
福建省 水稻区 试	2003, 中稻, 福建区试	金两优 33	79.3	71.0	59.2	7.3	2.9	83	11.6	0.76	5.0	43	25.3	7.7
	2003, 中稻, 福建区试	汕优 63	78.4	73.5	62.8	6.2	2.5	63	15.8	0.78	4.0	28	22.1	8.2

表 5 金两优 33 与金两优 36 参加福建省区试稻瘟病鉴定结果

Table 5 The results of the resistance of Jinliangyou 33 and Jinliangyou 36 in Fujian regional trials						
年份	品种	叶稻瘟抗性指数 (%)	穗颈瘟抗性指数 (%)	苗期室内接菌		抗性总评
				接种株数(个)	抗菌株数(%)	
2003	金两优 33	48.15	40.47	16	37.5	S
	汕优 63(CK)	35.19	29.63	16	0	S
2004	金两优 33	83.33	83.33	25	60	MR
	汕优 63(CK)	83.33	83.33	25	36	S
1998	金两优 36	67.78	74.44	7	28.57	MS
	汕优 63(CK)	50.00	67.78	7	0	MS
1999	金两优 36	65.40	80.20	6	0	S
	汕优 63(CK)	41.70	27.80	6	33.33	S

3 5 适应性

金两优 33 与金两优 36 均属弱感光组合，适宜作中稻栽培，亦可在中部双季稻区作晚稻栽培。在高肥田块种植可充分发挥大穗优势，获得高产。在冷烂田栽培，亦有明显优势，表现较强的适应性。

4 主要栽培技术与制种技术要点

4 1 主要栽培技术

(1) 适宜稀播，培育壮秧。金两优 33 作中稻栽培，播种期安排在 4 月中至 5 月初，采取稀播种

育壮秧, 秧龄 30~35 d, 不超过 40 d。作双晚栽培, 播种期可安排在 6 月中旬 (闽北) 至下旬 (闽南), 秧龄以 25 d 为宜, 秧田用种量 $225 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 左右为宜。(2) 合理密植, 科学施肥。金两优 33 穗大粒多, 要使该组合的优势充分发挥, 栽培上必须: 以足穗为前提, 以提高分蘖成穗率为中心。插植规格以 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 为宜, 丛插 2 粒谷粒, 晚稻插植 $25.5 \text{ 万} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。力争有效穗达 $270 \text{ 万穗} \cdot \text{hm}^{-2}$ 以上。施肥上应施足基肥, 早施分蘖肥, 氮、磷、钾比例 $1:0.65:1$ 。基肥和分蘖肥占总施肥量的 80%, 穗粒肥占 20%。水管上要浅水促蘖, 够苗搁烤田, 后期干湿交替, 以干为主, 但不能过早断水以免影响灌浆。(3) 病虫害防治。应根据当地植保部门的预测预报, 及时做好稻瘟病、螟虫、稻飞虱、纹枯病等病虫害的防治工作。

4.2 制种技术要点

4.2.1 亲本特征特性 Hs-3 的临界光长较短 ($<12.5 \text{ h}$), 不育起点温度低 ($<23^\circ\text{C}$)。在福州 6 月下旬至 9 月上旬的自然条件下稳定不育, 不育率 100%, 不育度 99.95% 以上, 稳定不育期长。Hs-3 生育期特性表现较强的感光性, 随着播种日期推迟, 生育期逐渐缩短。该不育系株高 87 cm, 颖尖无色, 剑叶稍宽大。分蘖力强, 大穗多穗。主穗长可达 30 cm 左右, 穗粒数 250 粒左右。柱头白色, 外露率达 68%, 花时早、集中, 制种产量高。父本 JXR-33 的生育特性: 生育特性为感温型, 生育期稳定, 播抽期为 110 d, 植株生长旺, 分蘖强, 穗粒数多, 花粉量大, 有利于高产制种。

4.2.2 制种要点 (1) 合理安排播期。福建省低海拔地区 7 月下旬至 8 月下旬为高温季节, 日平均温度在 24°C 以上, 出现低于 24°C 低温的概率为 0。故 Hs-3 的抽穗期应安排在 8 月上旬, 以保证安全制种。Hs-3 制种时通常于 5 月中旬播种, 8 月上旬抽穗。播抽天数为 85 d 左右。而父本 JXR-33 的播抽期较稳定, 一般播抽期为 110 d。根据几年的制种经验, 两亲本的错期一般为 24 d, 以母本比父本早抽 2 d 为宜。(2) 合理密植, 构建良好的制种群体。制种大田母本用种量 $30 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 秧龄掌握在 20~23 d, 叶龄 5.5 叶左右。父本用种量 $7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 秧龄掌握在 30~35 d, 叶龄 6.0~6.5 叶。父母本行比 2:12。母本行株距 $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$, 丛插 2 粒谷。(3) 注意合理施肥, 促进平衡生长、平稳发育。正确掌握父母本正常生长发育的需肥水平, 不宜对某一亲本单施或偏施, 尤其是氮肥的施用量, 一般以 $187.5 \sim 210.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 为

宜, 同时应注重增施有机肥和磷、钾肥, $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}$ 比值为 $1:0.7:1.2$, 有利于高质量群体的形成和双亲发育平衡正常。(4) 适时适量喷施“九二〇”, 提高异交结实率。Hs-3 包颈轻, 对“九二〇”较敏感, 施用量为 $105 \sim 120 \text{ g} \cdot \text{hm}^{-2}$ 即可。(5) 严格隔离去杂, 适时收割, 注意病虫害的防治。Hs-3 的生育期较长, 生长势强, 花期长。闽西北山区制种, Hs-3 苗期应注意防治细菌性根腐病, 应注意种子的消毒; 后期注意纹枯病、穗颈瘟、黑粉病等病虫害的防治, 确保种子质量。

5 讨论

本研究以改良两系高产组合金两优 36 的恢复系性状为目的, 在保留恢复系 946 的优良性状同时, 选择生育期长、株型高大、粒长和粒重大、外观品质好、综合性状优良的恢复系, 从而在保留其组合杂种优势强的前提下, 改善稻米品质, 提高制种产量。因而在恢复系的选育上, 有针对性改良某些不良性状, 可大大缩短育种年限, 提高育种效率。

在抗性和米质方面, 尽管蜀恢 527 的米质和抗性优于 946, 但两个性状还不是十分理想, 加上本研究中在恢复系的选择过程中只注重外观品质和综合农艺性状, 未能进行严格的品质检测和抗性鉴定, 导致本研究的最终育种目标未能完全实现。当然在育种中要改良诸多的不良性状, 常常需要反复的改良才能达到目的。本研究中所选育的组合产量高, 可以说在多代的改良中保留了恢复系 946 的配合力, 但其他不良性状仍需进一步改良筛选。

参考文献:

- [1] 袁隆平. 两系法杂交稻研究的进展 [J]. 中国农业科学, 1990, 23 (3): 1-6.
- [2] 陈志伟, 林荔辉, 周元昌, 等. 应用花培技术选育优质低温敏水稻核不育系金山 s-1 [J]. 江西农业大学学报, 2005, 27 (5): 648-652.
- [3] 龙彭年. 中国两系法杂交水稻研发成就各发展策略 [J]. 世界农业, 2002, (8): 36-38.
- [4] 余传元, 雷建国. 中国超级稻育种理论与实践 [J]. 江西农业大学学报, 2001, 13 (1): 51-59.
- [5] 林荔辉, 李维明, 潘润森, 等. 应用花药培养技术选育籼稻光敏不育系 HS-3 [J]. 福建农业大学学报, 1999, 28 (4): 390-395.
- [6] 潘润森, 李维明, 林荔辉, 等. 两系杂交稻金两优 36 的选育与应用 [J]. 杂交水稻, 2000, 15 (5): 5-8.
- [7] 王玉平, 李仕贵, 黎汉云, 等. 高配合力优质水稻恢复系蜀恢 725 的选育与利用 [J]. 杂交水稻, 2004, 19 (4): 12-14.

(责任编辑: 翁志辉)