

游晴如, 杨东, 董瑞霞, 等. 籼型水稻三系雄性不育系恒达 A 的选育 [J]. 福建农业学报, 2014, 29 (10): 942-948.
YOU Q-R, YANG D, DONG R-X, et al. Breeding Indica Rice CMS Line, Hengda A [J]. Fujian Journal of Agricultural Sciences, 2014, 29 (10): 942-948.

籼型水稻三系雄性不育系恒达 A 的选育

游晴如¹, 杨东¹, 董瑞霞¹, 黄庭旭^{1*}, 郑家团¹, 王乌齐¹, 涂诗航¹, 张水金¹,
周鹏¹, 王洪飞¹, 王志赋¹, 谢华安^{2*}

(1. 福建省农业科学院水稻研究所/福州国家水稻改良分中心, 福建 福州 350013;

2. 福建省农业科学院, 福建 福州 350003)

摘要: 恒达 A 是以 D62B 为母本、IR58025B 为父本的杂交后代 F₂ 选株与龙特甫 B 进行复交选育的保持系再与珍汕 97A 转育而成的籼型三系不育系。于 2014 年通过福建省农作物品种审定委员会审定 (闽审稻 2014025)。该不育系不育性彻底, 异交率高, 穗大粒多, 分蘖力强, 配合力好。本文介绍了不育系恒达 A 的选育过程、主要生物学特性及配制杂交水稻新品种的表现。

关键词: 水稻; 三系不育系; 恒达 A; 选育

中图分类号: S 129; S 511

文献标识码: A

Breeding Indica Rice CMS Line, Hengda A

YOU Qing-ru¹, YANG Dong¹, DONG Rui-xia¹, HUANG Ting-xu^{1*}, ZHENG Jia-tuan¹, WANG Wu-qi¹,
TU Shi-hang¹, ZHANG Shui-jin¹, ZHOU Peng¹, WANG Hong-fei¹, WANG Zhi-fu¹, XIE Hua-an^{2*}

(1. Rice Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Sciences/ Fuzhou Branch, National Rice Improvement Center of China, Fuzhou, Fujian 350013, China; 2. Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350003, China)

Abstract: Hengda A was a CMS Line rice bred by multiple-crossing the maintainer lines selected between Longtepu B and the filial generation F₂ of the hybrid of D62B and IR58025B with Zhenshan 97A through successive backcrossing for years. It was registered and released for commercial applications in Fujian in 2014. Its outstanding characteristics included a complete sterility, high outcrossing rate, large panicle with numerous grains, strong tillering ability and desirable combining capacity. The breeding process, botanical characteristics and performance of the hybrid rice varieties of Hengda A are presented.

Key words: rice; CMS line; hengda A; breeding

生产实践证明, 杂交水稻具有显著的增产优势, 在大幅度提高我国水稻产量中发挥了巨大作用^[1]。其中, 三系法籼型杂交水稻因具有高产、稳产和适应性广等重要特性而在全国水稻生产中占有极其重要的地位^[2]。目前我国大部分三系杂交水稻是利用三系不育系珍汕 97A、II-32A、冈 46A、龙特甫 A 和协青早 A 等配制而成, 但这些不育系配制的杂交稻组合普遍存在稻米品质差、农民丰产

不增收等问题^[3], 已经远远不能适应农业生产的发展及人民的生活需要。大量研究表明^[1,4-5], 影响杂交水稻品质的主要原因是不育系品质低劣。因此选育综合农艺性状优良、米质优、配合力强、抗逆性好、易于繁殖制种生产的不育系是三系杂交水稻发展的新趋势^[6]。

本课题组在水稻不育系 (保持系) 选育实践中, 采用 B×B 有性杂交的育种路线, 互补杂交,

收稿日期: 2014-07-13 初稿; 2014-09-19 修改稿

作者简介: 游晴如 (1965-), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向: 水稻遗传育种

* 通讯作者: 黄庭旭 (1964-), 男, 研究员, 硕士, 主要从事超级稻遗传育种研究 (E-mail: txhuang@sina.com)

谢华安 (1941-), 男, 研究员, 中国科学院院士, 主要从事水稻遗传育种研究 (E-mail: superrice@163.com)

基金项目: 国家 863 计划项目 (2012AA101201); 国家公益性行业农业科研专项 (201403002-7); 福建省科技重大专项 (2013NZ0002-2); 中化集团科技项目 (2012-2015); 福建省财政专项——福建省农业科学院科技创新团队建设项目 (CXTD-2-1312)

综合不同亲本的优良性状，后代连续选留性状互补的优良单株，在后代材料处理过程中增加选择压力，提高环境胁迫性，实行早代米质鉴定与理想株型和高异交特性选择相结合，育成不育系（保持系）恒达 A（B），将优质、配合力好、高异交率、抗倒等 4 个性状有机地结合在一起。2014 年通过福建省农作物品种审定（闽审稻 2014025）。现将籼型水稻三系雄性不育系恒达 A 的选育过程、花粉败育特征、开花习性、主要农艺性状特性及配制杂交水稻新品种表现报道如下。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试材料为国际水稻研究所育成的 IR58025B，四川农业大学水稻研究所育成的 D62B，福建省漳州市农业科学研究所育成的龙特甫 B。

1.2 试验方法

1.2.1 材料的处理 2002 年春在海南用 D62B 作母本，通过温汤去雄，授以 IR58025B 花粉，2002 年夏在福州种植 F_1 代，2003 年春在海南种植 F_2 ，选 1 株株叶型态、粒型与 IR58025B 相似的紫色柱头单株作母本，与龙特甫 B 复交，2003 年夏在福州连坂基地种植复交 F_1 代，2004 年春在海南基地种植复交 F_2 代。

1.2.2 恒达 A 的选育 对各入选优良株系出糙鉴定稻米品质并在福建省农业科学院水稻研究所和海南反复加代，以后各世代按照育种程序进行系谱法选育，选留综合 3 个亲本的优良性状、性状互补的优良单株，与珍汕 97A 连续多代回交，直至 2008 年夏育成优质、配合力好、高异交率、抗倒的不育系及相应保持系恒达 A（B）。

1.2.3 恒达 A 生物学特性及异交特性研究 2008 年 5 月 13 日在福建建阳播种，6 月 8 日移栽，单本插栽 8 行，每行 150 株，株行距 15.0 cm×15.0 cm，以 II-32A 为对照。观察记载播种期、插秧期、始穗期、齐穗期，计算播始历期。选择 10 株，间隔 5~6 d 观测 1 次主茎叶片数，考察主茎叶片数、播种至始穗历期。

8 月选取已有少量开花的恒达 A 和 II-32A 各 10 个稻穗，每天 9:00、10:00、11:00、12:00、13:00、14:00 和 16:00 定株定穗观察单穗日开花动态。

对始穗时的恒达 A 和 II-32A 各套袋 80 个主穗，8 月 23 日随机选取恒达 A 和 II-32A 各 50 个已部分开花的稻穗，每穗取上、中、下小花各 1

朵，经 1% 的 I_2 -KI 溶液染色后镜检花粉育性。齐穗后调查 1 000 株，考察群体不育株率，后随机取样 10 株考察株高、柱头单外露率穗部等性状。

1.2.4 恒达 A 抗瘟性及恒达 B 米质鉴定 2009 年 5~6 月恒达 A 同时在福建省农业科学院植物保护研究所苗期进行接种和上杭田间自然诱发鉴定；所配组合 F_1 在福建省农业科学院植物保护研究所进行苗期接种鉴定。

2013 年海南收获经室温存放 3 个月后的恒达 B 干种子，寄送国家农业部稻米及制品质量检验测试中心检验稻米品质。

1.2.5 配制杂交水稻新组合表现 2008 年春在海南用恒达 A 作母本系与多个恢复系配制组合，2008 年中稻在福建建阳种植，考察其杂种 F_1 代的结实率和其他农艺性状。

2010—2013 年推荐恒优 178 参加福建省农业科学院水稻研究所预试、福建省水稻品种预试、区试，并收集、整理恒优 178 在各级试验中的产量及性状表现。

2 结果和分 析

2.1 不育系恒达 A 的选育经过

2002 年春在海南基地选用 D62B 作母本，通过温汤去雄，授以 IR58025B 花粉，获得杂交种 17 粒，2002 年夏在福州连坂基地种植 F_1 代，群体 8 株，在群体中选择具有双亲中间性状的单株 2 株混收，2003 年春海南种植 F_2 代，代号 HS39，选 1 株株叶型态、粒型与 IR58025B 相似的紫色柱头单株作母本，温汤去雄后与龙特甫 B 复交，获得杂交种 41 粒，2003 年夏在福州连坂基地种植复交 F_1 代，群体 25 株，全部混收，2004 年春在海南基地种植复交 F_2 代 HBF220，以后连续各代在田间选择株叶型态好，综合 3 个亲本的优良性状、性状互补的优良单株，与珍汕 97A 连续多代回交，相应的回交父本材料收获后室内出糙鉴定稻米品质，留下外观品质好的单株，2005 年春开始连续对育性跟踪镜检，选择农艺性状基本稳定，败育彻底的株系成对回交，至 2008 年夏育成优质、配合力好、高异交率、抗倒的不育系及相应保持系恒达 A（B）（图 1）。

2.2 不育系恒达 A 花粉败育特征

不育系败育程度高低，直接关系到其稳定性及应用价值，因此，不育系的不育性是育种过程中不容忽视的首要指标。恒达 A 花粉败育彻底，以典败为主，有少量圆败，败育程度明显优于 II-32A。

2008 年建阳中稻调查恒达 A 群体 1055 株，不育株率均 100%；恒达 A 套袋自交结实率是 0.051%，II-32A 套袋自交结实率是 0.165%；花粉育性镜检结果表明：恒达 A 不育度为 99.96%，败育花粉中典败花粉（不规则，不染色）占 86.76%，圆败

花粉（小，不染色）占 10.35%，染败花粉（正常，不染色）占 2.85%。而对照 II-32A 不育度为 98.75%，败育花粉中典败花粉（不规则，不染色）占 73.82%，圆败花粉（小，不染色）占 15.16%，染败花粉（正常，不染色）占 9.77%（表 1）。

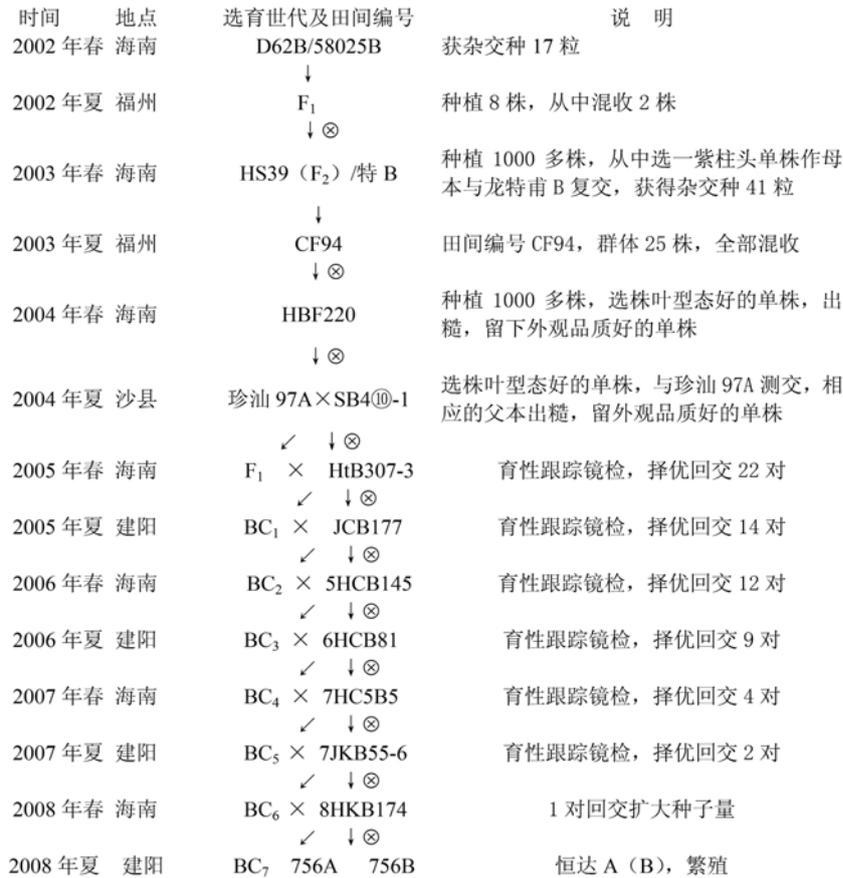


图 1 保持系恒达 B 与不育系恒达 A 的选育流程

Fig. 1 Breeding of maintainer line Hengda B and CMS line Hengda A

表 1 不育系的花粉败育性与自交结实率

Table 1 Pollen sterility and self-fruitful rate of sterile lines

不育系	花粉形状及染色反应/%					套袋结实		
	总花粉数	典败花粉 (不规则,不染色)	圆败花粉 (小,不染色)	染败花粉 (正常,不染色)	正常染色	总颖花数	结实粒数	自交结实率/%
恒达 A	4251	3688(86.76%)	440(10.35%)	121(2.85%)	2(0.04%)	13784	7	0.051
II-32A	4136	3053(73.82%)	627(15.16%)	404(9.77%)	52(1.25%)	9679	16	0.165

2.3 恒达 A 开花习性

从日开花动态来看（图 2），恒达 A 始花时间为上午 9：00，午前开花率为 73.44%，9：00 前开花率为 26.64%，与 II-32A 比较，始花时间相同，但 II-32A 午前开花率为 69.87%，9：00 前开花率为 25.16%，分别比恒达 A 低 3.57% 和

1.48%。恒达 A 花时较 II-32A 集中，午前开花率也高于 II-32A；从不育系群体逐日抽穗动态来看（表 2），恒达 A 抽穗历期 14 d，比 II-32A 长 2 d。见穗后第 6 d 进入抽穗高峰期，到第 10 d 累计抽穗率达到 75.46%；II-32A 见穗后抽穗迅速，第 3 d 进入抽穗高峰期，到第 7 d 累计抽穗率达到

80.95%，恒达 A 和 II-32A 抽穗均较集中，但抽穗速度比 II-32A 慢；恒达 A 见穗后第 3 d 始花，群体开花历期 11 d，始花后，日开花数逐日增加，第 4 d 出现第 1 次高峰，到第 8 d 出现第 2 次高峰，前 8 d 累计开花百分率达到 83.26%。II-32A 见穗后第 2 d 始花，群体开花历期 10 d，日开花数逐日增加，第 3 d 已达到高峰，开花快而集中，前 6 d 累计开花百分率为 86.31%。

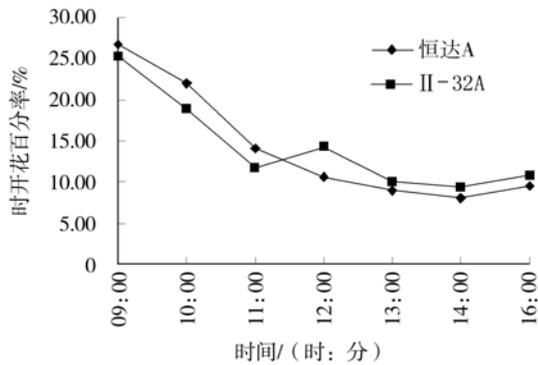


图 2 恒达 A 与 II-32A 日开花动态
Fig. 2 Flowering of Hengda A and II-32A

通过对恒达 A 和 II-32A 在实验室分穗考察，恒达 A 的柱头单外露率为 34.83%，高于 II-32A

的 28.04%，恒达 A 的柱头双外露率和总外露率分别为 43.29% 和 78.12%，比 II-32A 的 54.94% 和 80.98% 低（表 3）。

表 2 恒达 A 与 II-32A 抽穗开花情况

Table 2 Heading and flowering of Hengda A and II-32A

时间/d	恒达 A		II-32A	
	抽穗率/%	开花/%	抽穗/%	开花/%
1	3.92		9.57	
2	1.96		11.70	1.11
3	1.96	0.70	14.89	10.78
4	2.94	6.52	10.74	22.15
5	9.80	14.83	12.77	17.81
6	12.74	16.43	10.64	17.71
7	10.78	10.49	10.54	16.75
8	10.78	5.67	6.38	10.04
9	10.56	10.02	5.32	3.17
10	10.02	18.6	2.13	0.26
11	6.86	11.26	3.19	0.21
12	5.88	5.32	2.13	
13	7.84	0.16		
14	3.96			
历期/d	14	11	12	10

注：恒达 A 和 II-32A 见穗期均为 7 月 30 日。

表 3 恒达 A 与 II-32A 柱头外露率测定结果
Table 3 Stigma exertion rate of Hengda A and II-32A

不育系	调查总颖花数	柱头单露颖花数	柱头双露颖花数	柱头单露率/%	柱头双露率/%	柱头总外露率/%
恒达 A	1631	568	706	34.83	43.29	78.12
II-32A	1569	440	862	28.04	54.94	80.98

2.4 恒达 A 主要农艺性状

恒达 A 播始历期为 83 d（表 4），比对照 II-32A 长 3 d，为迟熟型不育系，适合与恢复系配置杂交中晚稻组合；恒达 A 株高为 81.5 cm，比 II-32A 的 90.1 cm 矮 8.6 cm；株叶形态集散适中，分蘖力强，叶鞘、叶缘、叶耳、稃尖均为紫色；主

茎叶片数为 16.5 叶，与 II-32A 的 16.4 叶大体相同；恒达 A 单株穗数为 13.3 个，II-32A 单株穗数为 9.7 个，恒达 A 单株穗数比 II-32A 多 3.6 个；恒达 A 每穗总粒数为 176.4 粒，II-32A 每穗总粒数为 125.4 粒，恒达 A 每穗总粒数比 II-32A 多 51 粒。

表 4 恒达 A 与 II-32A 及其保持系的主要农艺性状
Table 4 Major agronomic characteristics of Hengda A and II-32A

材料	播始历期/d	株高/cm	主茎叶片数/叶	单株穗数/穗	每穗总粒数/粒	包颈粒数/粒	千粒重/g
恒达 A	83	81.5±1.1	16.5±1.3	13.3±1.8	176.4±19.4	14.3±0.9	—
II-32A	80	90.1±0.9	16.4±1.6	9.7±1.4	125.4±15.1	8.6±0.6	—
恒达 B	80	85.5±1.7	16.1±1.7	12.1±1.5	167.2±11.0	0	21.7
II-32B	77	93.6±1.4	15.9±1.4	8.8±1.3	121.1±14.6	0	25.4

考察恒达 B 和 II-32B 的千粒重, 分别为 21.7 g 和 25.4 g。

2.5 稻米品质

经国家农业部稻米及制品质量监督检验测试中心检测, 恒达 B 糙米率 82.8%, 精米率 73.5%, 整精米率 33.8%, 粒长 6.4 mm, 长宽比 3.1, 垩白米率 55%, 垩白度 10.9%, 透明度 2 级, 碱消值 4.0 级, 胶稠度 52 mm, 直链淀粉 21.3%, 蛋白质 8.0%。

2.6 稻瘟病抗性

经福建省农业科学院植物保护研究所苗期接种鉴定, 恒达 A 中感叶稻瘟 (MS)。上杭田间自然诱发鉴定结果, 恒达 A 叶稻瘟 7 级。但与抗病恢成恢 178、成恢 177 等配组, 可以筛选到中感或者中抗稻瘟病的品种。

不育系恒达 A 与成恢 178 配组后代恒优 178 参加福建省农业科学院水稻研究所 2010 年中稻预备试验, 表现为中抗稻瘟, 对照 II 优明 86 为高感稻瘟病; 2011 年参加福建省中稻预试, 也表现为中抗稻瘟, 对照 II 优明 86 为高感稻瘟病; 2012 年福建省中稻区试, 田间鉴定表现中抗 (MR) 叶稻瘟, 中感 (MS) 穗颈瘟, 苗期室内人工接种鉴定表现抗病 (R); 2013 年田间鉴定表现中感 (MS) 叶稻瘟, 中感 (MS) 穗颈瘟, 苗期室内人工接种鉴定表现中抗 (MR)。2 年综合评价为中感 (MS) 稻瘟病, 对照 II 优明 86 为高感稻瘟病。

福建省农业科学院植物保护研究所苗期接种鉴定, 用同一父本与恒达 A 配组的多数 F₁ 比 II-32A 配组的 F₁ 抗性更强 (表 5)。

表 5 恒达 A 配组 F₁ 苗期稻瘟病抗性

Table 5 Blast resistance at seedling stage of hybrid rice combination F₁ from Hengda A

制种 编号	II-32A F ₁		恒达 A F ₁		制种 编号	II-32A F ₁		恒达 A F ₁	
	病指	抗评	病指	抗评		病指	抗评	病指	抗评
TX01	18.15	MS	17.04	MS	TX31	18.52	MS	13.33	MS
TX03	34.07	S	0	R	TX33	4.81	R	0	R
TX05	18.89	MS	13.33	MS	TX34	11.85	MS	1.11	R
TX06	14.07	MS	6.67	MR	TX36	10.00	MR	4.44	R
TX07	18.52	MS	5.19	MR	TX37	12.96	MS	0	R
TX09	5.56	MR	3.7	R	TX38	14.44	MS	8.15	MR
TX11	15.93	MS	5.19	MR	TX39	12.59	MS	11.48	MS
TX12	5.93	MR	4.44	R	TX40	25.93	MS	9.26	MR
TX14	28.52	S	1.85	R	TX41	51.11	R	12.22	MS
TX17	14.07	MS	5.56	MR	TX42	5.19	MR	1.11	R
TX18	12.22	MS	8.52	MR	TX43	7.78	MR	17.04	MS
TX20	3.7	R	5.93	MR	TX44	4.07	R	19.26	MS
TX22	0	R	5.19	MR	TX45	1.11	R	1.11	R
TX23	4.81	R	14.81	MS	TX46	6.67	MR	31.48	S
TX25	19.26	MS	15.56	MS	TX47	8.89	MR	7.04	MR
TX26	14.07	MS	14.07	MS	TX49	15.56	MS	29.26	S
TX29	28.15	S	15.56	MS	TX50	35.56	S	26.3	S
TX30	14.81	MS	1.85	R					

2.7 配制杂交水稻新组合表现

用不育系恒达 A 与成恢 178 配组的恒优 178, 2010 年参加福建省农业科学院水稻研究所中稻预备试验, 平均单产 587.9 kg, 比对照 II 优明 86 增产 8.82%; 2011 年参加福建省中稻预试, 平均单产 681.15 kg, 比对照 II 优明 86 (CK₁) 增产 1.29%, 比 II 优航 2 号 (CK₂) 增产 3.64%。

2012 年参加福建省中稻区试, 平均产量 8 996.10 kg · hm⁻², 比对照 II 优明 86 增产 3.98%, 达极显著水平, 增产点率 88.89%。2013 年续试, 平均产量 9 594.65 kg · hm⁻², 比对照 II 优明 86 增产 12.59%, 达极显著水平, 全生育期 2 年区试平均 141.2 d, 比对照 II 优明 86 迟熟 0.9 d。主要农艺性状 2 年区试平均表现: 群体整齐,

分蘖强, 穗大粒多, 后期转色好。有效穗数 246.00 万穗·hm⁻², 株高 109.8 cm, 穗长 25.1 cm, 每穗总粒数 172.3 粒, 结实率 86.43%, 千粒重 27.1 g。

考察恒达 A 与多个恢复系配组杂种 F₁ 代的结实率和其他农艺性状, 结果表明: 恒达 A 可恢性好, 与多个恢复系配组均表现较强的杂种优势, 其杂种 F₁ 代的结实率 77.18%~86.42%(表 6、图 3)。

表 6 恒达 A 与不同恢复系配组的杂交水稻考种结果(2008 年, 建阳)

Table 6 Evaluation of hybrid rice combination from Hengda A and different restorer lines

品种名称	平均穗数 /穗	平均穗长 /cm	穗平均粒数 /粒	穗平均实粒数 /粒	结实率 /%	千粒重 /g	单株重 /g
恒达 A/制 5	14.2	21.99	166.6	139.3	83.61	29.28	52.48
恒达/07R08	15.2	22.90	179.8	144.6	80.42	27.12	51.90
恒达/CDR22	15.4	23.35	149.5	129.2	86.42	28.00	50.64
恒达/838	13.2	24.70	158.4	125.9	79.48	33.72	50.18
II 优航 2 号	11.4	23.94	157.5	138.9	88.21	29.80	50.04
恒达 A/N175	11.6	21.79	204.5	175.6	85.87	25.44	48.14
恒达 A/广恢 128	16.2	20.24	160.0	123.5	77.18	25.32	47.86
恒达/明恢 86	15.4	22.21	160.9	132.9	82.57	28.92	45.98
恒达 A/南恢 183	14.6	21.74	158.6	129.7	81.77	28.48	45.4
恒达 A/蜀恢 162	14.8	20.88	146.5	113.8	77.66	28.76	44.86
恒达 A/科恢 752	10.6	22.80	232.5	192.4	82.76	26.12	42.76
II 优明 86	10.6	23.23	152.1	135.7	89.19	29.24	42.38
恒达 A/R527	12.4	23.72	162.9	138.2	84.81	28.72	46.96

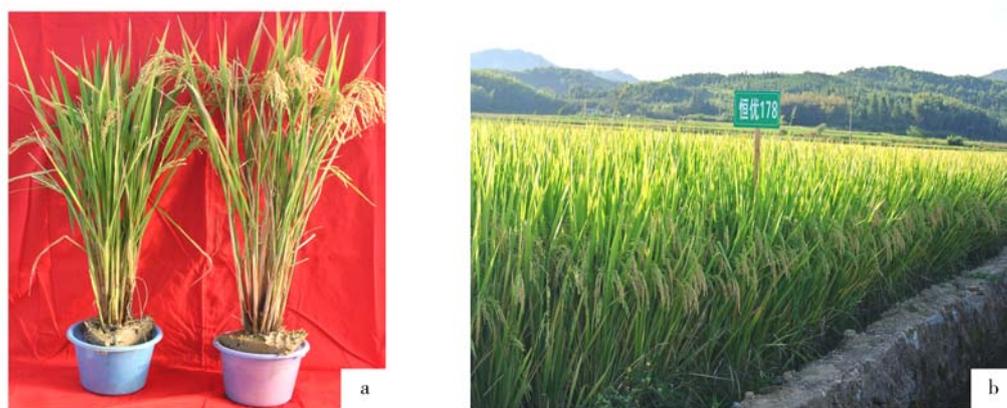


图 3 恒达 A (B) 及其杂交水稻品种

Fig. 3 Variety Hengda A (B) and its hybrid rice

注: a 为恒达 A (左) 与恒达 B (右) 植株, b 为杂交水稻品种恒优 178 的大田表现。

3 讨 论

水稻不育系的培育是水稻杂种优势利用的基础^[7], 实践证明, 只有配合力好的不育系才能配出丰产性好的杂交稻组合; 只有米质优的不育系才能配出优质杂交稻组合, 不育系的选育在三系杂交水稻发展中起着重要的作用^[8]。

IR58025A 是国际水稻所选育的优质香米不育

系, 具有不育性较稳定, 长粒型, 米质优, 有香味, 分蘖力强的特点, 但该亲本开花习性不好, 异交特性差, 难制种, 配合力一般。为了改良该亲本开花习性不好、异交特性差的特性, 本课题组利用四川农业大学 1 个外观品质好、异交率高、好制种的不育系 D62A 的保持系。在杂交配组模式上, 采用保持系×保持系有性杂交, 通过基因重组, 将优良目标性状进行有效整合, 进一步拓宽保持系的遗

传背景,分离类型丰富的 F_2 选株再与福建省漳州市农业科学研究所育成的配合力高、异交特性好、适应性广的龙特甫 A 的保持系复交,在后代材料处理过程中增加选择压力,提高环境胁迫性,后代实行早代米质鉴定与理想株型选择相结合,通过系谱法选择株叶形态好的优良单株,再与不育系进行测交和连续回交,定向转育成新不育系恒达 A,聚合了 IR58025A、D62A、龙特甫 A 等 3 个亲本的许多优良性状,具有株型好、分蘖力强、米质较优、有香味、异交率高、育性稳定、配合力好的特点,克服了龙特甫 A 育性不稳定和 IR58025A 异交特性差的缺陷,将优质、配合力好、高异交率、抗倒 4 个性状较好地结合在一起。

本研究表明恒达 A 可恢性好,穗大粒多,配合力强,与多个恢复系配制的杂种 F_1 ,具有株叶形态优良、可恢复性好、配合力好、配组杂种优势强、稻米有香味等特点,用恒达 A 与适当的恢复系特别是抗瘟恢复系可配制出中抗以上的杂交水稻新品种。

另外,将小粒亲本用于杂交水稻种子机械化生产是近年兴起的研究^[9]。恒达 A 生育期长,可望筛选配组父母本生育期相同或相近的品种,而且恒达 A 不育系千粒重小,仅 21.7 g,与一些大粒的恢复系的粒重及粒形具有明显的差异,可以利用父、母本粒形差异,选育适合混植法机械化制种组合^[10-11],即播种时将父母本种子按一定比例混合播种,实行机械化插秧,授粉结实后,混合收割,

种子加工过程中使用物理机械分离父母本,实现父母本机械混播混栽混收的种子生产全程机械化。

参考文献:

- [1] 廖伏明,周坤炉,阳和华,等. 籼型杂交水稻杂种与亲本的稻米品质比较 [J]. 中国水稻科学, 2003, 17 (2): 134-140.
- [2] 李传国,梁世胡,符福鸿,等. 优质籼稻不育系粤丰 A 在改良三系杂交稻品质中的作用 [J]. 杂交水稻, 2003, 18 (4): 7-10.
- [3] 章善庆,童海军,童汉华,等. 优质籼稻不育系中浙 A 的选育及利用 [J]. 杂交水稻, 2004, 19 (1): 11-13.
- [4] 李传国,陈坤朝,符福鸿,等. 广东省杂交水稻育种利用的现状与展望 [J]. 杂交水稻, 2002, 17 (5): 1-4.
- [5] 褚旭东,王志,宋德明. 杂交水稻保持系垩白粒率遗传研究 [J]. 杂交水稻, 2002, 17 (1): 54-55.
- [6] 张杰,周国彬. 籼型三系不育系选育研究现状及对策 [J]. 中国种业, 2006, (10): 11-13.
- [7] 许旭明,张受刚,梁康迳. 中国水稻籼型三系不育系选育的进展与讨论 [J]. 中国农学通报, 2007, 23 (3): 176-180.
- [8] 潘润森,毛大梅,陈志伟,等. 杂交水稻三系不育系选育的实践与思考 [J]. 杂交水稻, 2005, 20 (5): 6-9.
- [9] 刘延斌,杨远柱,刘建丰,等. 杂交水稻亲本混播机械化制种研究进展 [J]. 作物研究, 2012, 26 (1): 85-87.
- [10] 汤国华,谢红军,余应弘,等. 杂交水稻机械化制种研究的现状、问题与对策 [J]. 湖南农业科学, 2012, (3): 133-136.
- [11] 王杰,邓华凤,张武汉,等. 杂交水稻机械化制种技术的研究现状与发展策略 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41 (13): 5682-5683, 5686.

(责任编辑:张梅)