

福建农业学报 2019, 34 (10): 1144-1149

<http://www.fjnyxb.cn>*Fujian Journal of Agricultural Sciences*

doi: 10.19303/j.issn.1008-0384.2019.10.005

王天生, 陈惠清, 谢旺有, 等. 早熟优质籼稻三系不育系伍天 A 的选育 [J]. 福建农业学报, 2019, 34 (10): 1144-1149.

WANG T S, CHEN H Q, XIE W Y, et al. Breeding of High-quality, Early-maturing *Indica* Rice CMS Lines [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2019, 34 (10): 1144-1149.

早熟优质籼稻三系不育系伍天 A 的选育

王天生¹, 陈惠清¹, 谢旺有^{1*}, 谢少和¹, 陈锦文¹, 李坤泰², 陈秉发¹, 黄荣裕^{3*}

(1. 福建省泉州市农业科学研究所, 福建 泉州 362200; 2. 福建神农大丰种业科技有限公司, 福建 三明 365000; 3. 厦门大学生命科学学院, 福建 厦门 361102)

摘要: 【目的】选育早熟优质三系不育系, 为优质稻新品种选育奠定基础。【方法】2007年早季以泉 5B/天丰 B 的 F₄ 代为父本, 与不育系泉 5A 测交, 经过多代回交和多年观察筛选, 选育早熟优质三系不育系新品种。【结果】选育出的早熟优质不育系伍天 A, 于 2019 年通过福建省农作物品种审定委员会审定 (闽审稻 20190047), 表现育性稳定, 不育株率 100%, 不育度 99.99%; 异交率高, 柱头总外露率 64.77%; 米质优, 稻米的主要品质指标: 整精米率 66.0%、粒长 6.7 mm、长宽比 3.4、垩白粒率 4%、垩白度 0.6%、透明度 1 级、碱消值 7.0 级、胶稠度 50 mm、直链淀粉含量 23.8%, 其中整精米率、垩白度、透明度、碱消值均达到 NY/T593-2013《食用稻品种品质》一等食用籼稻品种品质标准, 但胶稠度、直链淀粉含量等指标还不够理想, 需在保持其优质早熟等优良特性的基础上, 对品质性状进行改造提升; 早熟, 播始历期均在 66 d 左右, 与天丰 A 相同; 配合力强, 伍天 A 与 R713 配组育成的三系稻新组合——伍天 A/R713 于 2019 年通过福建省农作物品种审定委员会审定 (闽审稻 20190035)。【结论】伍天 A 是一个育性稳定、异交率高、米质优、早熟、配合力强的三系不育系, 可以配制出优质、多种熟期的三系杂交水稻新组合。

关键词: 优质稻; 籼稻; 三系不育系; 伍天 A; 选育

中图分类号: S 511.2+1

文献标志码: A

文章编号: 1008-0384 (2019) 10-1144-06

Breeding of High-quality, Early-maturing *Indica* Rice CMS Lines

WANG Tian-sheng¹, CHEN Hui-qing¹, XIE Wang-you^{1*}, XIE Shao-he¹,
CHEN Jin-wen¹, LI Kun-tai², CHEN Bing-fa¹, HUANG Rong-yu^{3*}(1. *Quanzhou Institute of Agricultural Science, Quanzhou, Fujian 362200, China*; 2. *Fujian Shennong Dafeng Seed Industry Technology Co., Ltd., Sanming, Fujian 365000, China*; 3. *School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen, Fujian 361102, China*)

Abstract: 【Objective】To breed high-quality, early-maturing CMS lines of *Indica* rice. 【Method】The F₄ lines derived from Quan 5B × Tianfeng B hybrid was used as male parent to cross with CMS line Quan 5A in spring 2007 to develop a new rice CMS line, Wutian A, after several backcrossing, observations, and selections for further breeding purpose. 【Result】The newly bred high-quality, early-maturing Wutian A was certified by Fujian Crop Variety Evaluation Committee in 2019 (Certificate No. 20190047). It was stable on male sterility, 100% on plant sterility, 99.99% on pollen sterility, high on outcrossing, and 64.77% on stigma exposure. The rice had the desirable quality with grains that were 66.0% unbroken, 6.7 mm long and 3.4 on length/width ratio, 4% of chalky appearance and 0.6% on chalkiness reading, 23.8% in amylose content, and Grade A on transparency, 7.0 on alkali spreading value, and 50 mm on gel consistency after cooking. Among those characteristics, the non-breakage, chalkiness, transparency and alkali spreading value were top rated for edible *Indica* rice on

收稿日期: 2019-05-10 初稿; 2019-08-07 修改稿

作者简介: 王天生 (1981-), 男, 硕士研究生, 助理研究员, 主要从事水稻新品种 (组合) 选育 (E-mail: 271925299@qq.com)

* 通信作者: 谢旺有 (1973-), 男, 副研究员, 主要从事水稻育种研究 (E-mail: 38146312@qq.com); 黄荣裕 (1976-), 男, 博士, 高级工程师, 主要从事水稻遗传与育种应用研究 (E-mail: huangrongyu@xmu.edu.cn)

基金项目: 福建省科技计划项目 (2017N0201、2017N1005); 福建省作物设计育种重点实验室 2018 年度开放项目 (2018FJCBD01); 泉州市科技计划项目 (2018N051); 水稻生物学国家重点实验室开放课题 (170101)

quality according to the standards set forth by the Quality of Edible Rice Variety. Whereas, the amylose content and gel consistency could be upgraded with improvements. Like Tianfeng A, Wutian A had a 66 d sowing-to-heading maturation period and strong combining ability. Using Wutian A as the female parent to cross R713 as the male parent, an elite hybrid combination, Wutian A/R713, was bred and certified by Fujian Crop Variety Evaluation Committee in 2019 (Certificate No. 20190035). 【Conclusion】 Wutian A, a new CMS cultivar with stable male sterility, high crossing rate, desirable grain quality, early maturation, and strong combining ability, was considered an excellent cultivar for breeding new varieties of 3-line combination hybrid rice.

Key words: high-quality rice; *Indica* rice; CMS line; Wutian A; breeding

0 引言

【研究意义】随着国民经济的发展和人们生活水平的提升，人们对稻米的需求已经从原来的满足温饱逐渐转向满足口感转变，生产上对优质水稻品种的需求日益迫切。研究表明，对杂交水稻稻米品质的影响，不育系比恢复系作用更大^[1-7]。因此，选育更加优质的不育系成为培育优质杂交水稻的关键。

【前人研究进展】水稻育种家们顺应市场需求，在近几年育成了多个优质三系不育系，其中达到农业部食用优质稻米二级标准的有渝 805A、金岩 A、赣莲 A、嘉 57A、奥富 A、庆龙 A、金泰 A、野香 A 等，达到农业部食用优质稻米三级标准的有神 9A、神农 2A、江育 F32A、川华 A、益 51A、宁粳 2A、陕农 1A、明 218A、桃农 1A、虹 1A 等，利用这些优质不育系，育种家们选育出多个优质稻组合用于生产推广，为我国优质稻品种升级换代作出了巨大的贡献^[8-25]。【本研究切入点】本研究从保持系稻米品质入手，以自有优质保持系泉 5B^[26]和引进的抗稻瘟病保持系天丰 B^[27]为亲本，配制新的保持系组合，从低世代开始对稻米品质进行筛选，与不育系泉 5A 测交，经过 5 年 10 代的选择，育成优质早熟的野败型籼稻三系不育系伍天 A。【拟解决的关键问题】育成的新不育系可供配组出优质早熟水稻新组合。

1 选育经过

本试验于 2007 年早季在泉州市农业科学研究所惠安县洛阳镇试验基地进行，以米质较好、育性稳定的保持系泉 5B 为母本、引进的抗稻瘟病保持系天丰 B 为父本，配制保持系新组合泉 5B/天丰 B（组合代号 G703）。2007 年晚季种植 F₁ 代 24 株，通过比较小区内各个单株株叶形态、穗形和粒形，从中选择 3 株单株混收；2008 年早季种植 F₂ 代群体 1 200 多株，田间选留 50 个单穗，进行出糙、外观鉴别，择优选留 18 个单穗；2008 年晚季种植 F₃ 代，将上季选留的 18 个单穗分 18 个小区种植，每个小区

种植 24 株，选择性状更接近父本的单株 20 株留种；2009 年早季种植 F₄ 代，选择综合性状较好的 24 个单株与不育系泉 5A 测交；2009 年晚季种植 F₅ 和测交 F₁ 代，取每个测交 F₁ 代 3~5 株的花粉进行镜检，淘汰花粉黑染率超过 0.1% 的小区，选择花粉黑染率低于 0.1% 的单株，与相对应保持系回交 20 对。2010 年早季和 2011 年早季将上一季选留的保持系一分为二，一份在洛阳镇试验基地进行加代，另一份送到上杭茶地进行稻瘟病抗性筛选试验。经连续 5 代进行花粉镜检、综合性状筛选、回交留种、稻瘟病抗性筛选试验，到 2012 年晚季种植保持系 F₁₀ 15 个单株和相对应的不育系小区 BC₅ F₁，其中代号为 MA839 的小区表现整齐一致、综合性状良好、育性稳定、颖尖紫色、感稻瘟病，定名为伍天 A，其相对应保持株系为伍天 B（图 1）。

2 品种表现

2.1 主要特征特性

伍天 A 株型紧凑，株高 62~72 cm，与天丰 A 相当。从 3 月初至 7 月初，不同播种期的伍天 A 主茎总叶片数为 13~14 片，与同期播种的天丰 A 一样；叶色绿色，叶缘、叶鞘、叶耳、稃尖、柱头均为紫色，有微顶芒；单株有效穗数 9~11 个，平均穗长 21 cm、每穗颖花数 137 朵、千粒重 23.4 g。

2.2 生育期

伍天 A 为感温型早熟三系不育系。在泉州市农业科学研究所试验田分期播种，早季 4 月初至 6 月初播种，播始历期均在 66 d 左右，播始历期与天丰 A 相同，属于感温基本营养型品种（表 1）。

2.3 不育性

伍天 A 于 2018 年参加福建省农作物品种审定委员会在泉州市农业科学研究所开展的水稻不育系现场鉴定（下同），田间调查 1 701 株并取样进行花粉镜检，结果表明：伍天 A 不育株率 100%；随机取样 100 株（穗），并从中取出 50 穗，每穗取上、中、下 3 朵颖花的全部花药混合镜检，共检查 270 000 个

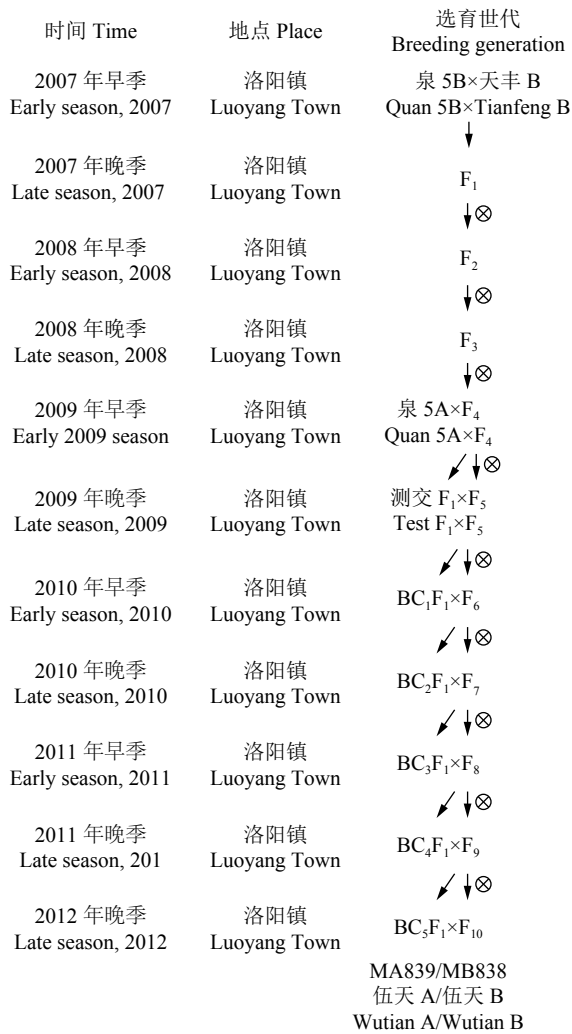


图 1 伍天 A 的选育经过

Fig. 1 Breeding procedure of Wutian A

花粉粒, 发现可染花粉 20 粒, 不育度 99.99%, 符合不育系标准。

2.4 柱头外露率

在 2018 年现场鉴定中, 田间取样及调查统计结

表 1 伍天 A 不同播种时期的播始历期

Table 1 Days from sowing to heading of Wutian A seeded at different time of a year

播种日期/月-日 Sowing date/Month-day	播始历期 Days from sowing to heading/d	
	伍天 A Wutian A	天丰 A Tianfeng A
	04-10	66
04-20	67	68
04-30	65	65
05-10	66	66
05-20	65	65
05-30	66	66
06-10	67	67

果显示: 伍天 A 平均柱头总外露率 64.77%, 其中双边外露率 30.82%, 柱头外露率与对照天丰 A (总外露率 68.46%、双边外露率为 36.75%) 接近。

2.5 开花习性

对伍天 A 和天丰 A 进行开花习性观察, 发现二者开花习性相近, 单穗开花历期均为 7 d, 始花第 3~5 d 达到开花数高峰 (表 2)。二者的花时也比较相似, 都是在上午 8:30 观察时就发现已经始花, 上午 9:30 为开花高峰期, 均表现花时比较早, 有利于繁殖及制种获得高产 (表 3)。

表 2 伍天 A 逐日开花速率

Table 2 Flowering rate per day of Wutian A

始花后天数 Day after flowering/d	日开花数 Number of flowers per day		日开花比率 Flowering rate per day/%	
	伍天 A Wutian A	天丰 A Tianfeng A	伍天 A Wutian A	天丰 A Tianfeng A
	1	2.17	4.50	1.26
2	18.00	16.83	10.45	9.58
3	44.83	42.00	26.04	23.91
4	44.67	46.33	25.94	26.38
5	39.83	38.50	23.14	21.92
6	18.67	21.00	10.84	11.95
7	4.00	6.50	2.32	3.70

表 3 伍天 A 花时分布

Table 3 Breeding procedure of Wutian A

开花时刻 Blooming time	时开花数 Number of flowers per hour		时开花比率 Flowers rate per hour/%	
	伍天 A Wutian A	天丰 A Tianfeng A	伍天 A Wutian A	天丰 A Tianfeng A
	8:30	5.50	5.83	16.18
9:30	16.00	16.33	47.06	46.23
10:30	3.33	3.67	9.80	10.38
11:30	2.17	2.67	6.37	7.55
12:30	0.33	0.50	0.98	1.42
13:30	3.00	2.50	8.82	7.08
14:30	2.33	2.00	6.86	5.66
15:30	1.00	1.33	2.94	3.77
16:30	0.33	0.50	0.98	1.42

2.6 稻瘟病抗性

2018 年在将乐县种子管理站、宁化县水茜乡农技站、上杭县茶地乡农技站、南平市农科所等 4 个抗性鉴定点进行稻瘟病田间抗性鉴定, 结果表明: 伍天 A 叶瘟发病率 25.75%、病情指数 13.85、抗感表

现为 MS，穗颈瘟发病率 71.13%、病情指数 43.21%、抗感表现为 S；天丰 A 叶瘟发病率 24.50%、病情指数 13.94、抗感表现为 MS，穗颈瘟发病率 71.75%、病情指数 43.69%、抗感表现为 S。由福建省农业科

学院植物保护研究所进行室内接菌鉴定结果，伍天 A 和天丰 A 抗菌株率同为 12.5%，抗感表现均为 S。伍天 A 和天丰 A 抗病性综合评价同为感稻瘟病（S），二者稻瘟病抗性水平相当（表 4）。

表 4 伍天 A 稻瘟病抗性表现
Table 4 Blast resistance of Wutian A

品种 Variety	叶瘟 Leaf blast				穗颈瘟 Neck blast					室内鉴定 Laboratory identification		抗性综评 Comprehensive evaluation of resistance
	发病率 Morbidity rate/%	病情指数 Disease index	最高级 Highest level	抗感表现 R and S reaction	发病率 Morbidity rate/%	发病级 Disease level	病情指数 Disease index	最高级 Highest level	抗感表现 R and S reaction	抗菌株率 Rate of resistant strains	抗感表现 R and S reaction	
伍天A Wutian A	25.75	13.85	9	MS	71.13	9	43.21	9	S	12.5	S	S
天丰A Tianfeng A	24.50	13.94	9	MS	71.75	9	43.69	9	S	12.5	S	S

2.7 稻米品质

2017 年晚季从泉州市农业科学研究所惠安县洛阳镇基地收获的伍天 B 和泉 5B 稻谷，送到农业部稻米及制品质量监督检验测试中心检验，其中伍天 B 主要品质指标：整精米率 66.0%、粒长 6.7 mm、长宽比 3.4、垩白粒率 4%、垩白度 0.6%、透明度 1.0 级、碱消值 7.0 级、胶稠度 50 mm、直链淀粉含量 23.8%，其中整精米率、垩白度、透明度、碱消值均达到 NY/T593-2013《食用稻品种品质》一等食用籼稻品种品质标准；泉 5B 主要品质指标：整精米率 67.8%、粒长 6.4 mm、长宽比 3.0、垩白粒率 22%、垩白度 1.6%、透明度 2.0 级、碱消值 7.0 级、胶稠度 42 mm、直链淀粉含量 23.0%，其中整精米率、垩白度、碱消值均达到 NY/T593-2013《食用稻品种品质》一等食用籼稻品种品质标准。伍天 B 与泉 5B 比较，粒长、长宽比、垩白粒率、垩白度、透明度和胶稠度等品质指标都有较大的提升。

2.8 配组情况

伍天 A 与各个熟期恢复系配组的杂交组合参加各级水稻新品种比较试验，结实率均达到杂交水稻

要求（表 5）。

其中：伍天 A/R713 组合通过福建省农作物品种审定委员会审定（闽审稻 20190035），综合表现如下：2016 年初试，平均产量 6 888.15 kg·hm⁻²，比对照宜优 673 增产 4.86%，差异达极显著水平，居第 3 位，增产点率 88.9%；2017 年续试，平均产量 8 671.95 kg·hm⁻²，比对照宜优 673 增产 6.01%，差异达极显著水平，居第 1 位，增产点率 81.8%。2 年平均产量 7 780.05 kg·hm⁻²，比对照宜优 673 增产 5.44%；全生育期两年区试平均 126.2 d，比对照宜优 673 迟熟 0.9 d。主要农艺性状 2 年区试平均：每公顷有效穗数 220.5 万穗、株高 115.2 cm、穗长 23.7 cm、每穗总粒数 181.9 粒、结实率 77.3%、千粒重 27.9 g。抗瘟性表现：2016 年田间自然诱发鉴定表现抗（R）叶瘟，感（S）穗颈瘟；苗期室内人工接菌鉴定表现抗（R）。2017 年田间自然诱发鉴定中抗（MR）叶瘟，中感（MS）穗颈瘟，苗期室内人工接菌鉴定表现为中抗（MR）。2 年综合评价为感（S）稻瘟病。米质主要指标：整精米率 46.6%、垩白粒率 46.0%、垩白度 6.3%、胶稠度 82 mm、直链淀粉含量 22.5%。

表 5 伍天 A 与部分恢复系配制杂交组合结实率
Table 5 Seed setting rate of hybrids derived from Wutian A and restore lines

新组合 New combinations	结实率 Seed setting rate/%	新组合 New combinations	结实率 Seed setting rate/%
伍天A/蜀恢527 Wutian A/Shuhui 527	80.6	伍天A/泰国小香占 Wutian A/Thailand Xiaoxiangzhan	80.2
伍天A/成恢727 Wutian A/Chenghui 727	80.8	伍天A/明恢86 Wutian A/Minghui 86	78.3
伍天A/华占 Wutian A/Huazhan	79.8	伍天A/R534 Wutian A/R534	83.6
伍天A/福恢676 Wutian A/Fuhui 676	81.2	伍天A/R713 Wutian A/R 713	77.3*

注：*伍天A/R713为2016年、2017年参加福建省区域试验的平均值。

Note: * Data from 2016 and 2017 regional trials in Fujian.

新组合总体表现产量高、稳产性好。实践表明伍天A配合力强。

3 繁殖技术要点

3.1 保持伍天A不育系种性的技术要点

(1) 在隔离条件良好的环境中种植不育系及其相对应的保持系株系,避免外界花粉对保持系的污染。(2) 对中选的每个不育系株系进行回交前的镜检,回交时严格与对应的保持系回交。(3) 收获后的成对株系要保存在冷冻仓库或者冷柜中,每隔3a再拿出来种植1次。

3.2 伍天A种子生产的技术要点

(1) 严格遵循“核心种子→原种→生产用种”的生产程序,在隔离条件良好的环境中进行种子生产。(2) 在泉州市繁殖,播种期安排在4月初到5月初,不育系比保持系早播5d左右,叶龄差0.5~1.0叶,扬花时段安排在6月中旬到7月中旬,可以在温度较为适合的季节授粉,同时有效避开台风影响。(3) 父母本要注意稀播,播种量 $225\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$;父母本插植行比2:8~10,株行距为 $13.3\text{ cm}\times 16.7\text{ cm}$,每穴3~4苗。(4) 伍天A营养生长期短,从秧田期开始就要加强肥料管理,播种前,秧厢施少量氮肥打底,三叶期后施尿素 $60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 促使分蘖早发,插秧前5d再施尿素 $37.5\sim 45.0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 作起身肥。(5) 伍天A对秧龄比较敏感,移栽期以5叶为宜,移栽过迟起发较低,不利大田攻苗。插秧前施足底肥,并施尿素 $75\sim 120\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 作面肥。插后5d再施尿素 $150\sim 225\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 作追肥,促其早生快发。中期注意追施钾肥。中、后期氮素化肥的追施应看苗、看田进行。(6) 伍天A对九二O比较敏感,一般施用量 $120\sim 150\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 就可收到很好的效果,分别在抽穗10%时和60%~70%时按1:2的比例分2次施用。伍天A柱头大小中等,生命力强而持久,柱头外露率70%左右,九二O对其柱头外露率影响不大。

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.
LIAO F M, ZHOU K L, YANG H H, et al. Comparison of grain quality between F_1 hybrids and their parents in indica hybrid rice [J]. *Chinese Journal of Rice Science*, 2003, 17(2): 134-140. (in Chinese)
- [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, 13.
LI C G, LIANG S H, FU F H, et al. A good quality CMS line yuefeng

- A and its role in the grain quality improvement of hybrid rice [J]. *Hybrid Rice*, 2003, 18(4): 7-10, 13. (in Chinese)
- [3] 章善庆,童海军,童汉华. 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.
ZHANG S Q, TONG H J, TONG H H. Breeding and utilization of good grain quality CMS line zhongzhe A in indica rice [J]. *Hybrid Rice*, 2004, 19(1): 11-13. (in Chinese)
- [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.
LI C G, CHEN K C, FU F H, et al. Current status and prospects for the breeding and utilization of hybrid rice in Guangdong, China [J]. *Hybrid Rice*, 2002, 17(5): 1-4. (in Chinese)
- [5] 褚旭东,王志,宋德明. 杂交水稻保持系粳白粒率遗传研究[J]. *杂交水稻*, 2002, 17(1): 54-55.
CHU X D, WANG Z, SONG D M. Studies on the inheritance of chalky rice percentage of maintainers in hybrid rice [J]. *Hybrid Rice*, 2002, 17(1): 54-55. (in Chinese)
- [6] 许旭明,张受刚,梁康廷. 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.
XU X M, ZHANG S G, LIANG K J. Progress and discussion in breeding of indica rice CMS lines in China [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2007, 23(3): 176-180. (in Chinese)
- [7] 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.
PAN R S, MAO D M, CHEN Z W, et al. Practice and thinking of breeding of CMS lines in hybrid rice [J]. *Hybrid Rice*, 2005, 20(5): 6-9. (in Chinese)
- [8] 张现伟,唐永群,李经勇,等. 香型优质水稻不育系渝805A的选育与应用[J]. *农业科技通讯*, 2019(4): 230-233.
ZHANG X W, TANG Y Q, LI J Y, et al. Breeding and Application of High Quality Rice CMS Line Yu 805A [J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2019(4): 230-233. (in Chinese)
- [9] 夏法刚,潘润森,官华忠,等. 水稻优质三系不育系金岩A的选育[J]. *杂交水稻*, 2019, 34(1): 16-19.
XIA F G, PAN R S, GUAN H Z, et al. Breeding of quality CMS line jinyan A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2019, 34(1): 16-19. (in Chinese)
- [10] 沈雨民,陈明亮,熊焕金,等. 优质抗稻瘟病水稻三系不育系“赣莲A”的选育[J]. *分子植物育种*, 2018, 16(3): 924-930.
SHEN Y M, CHEN M L, XIONG H J, et al. Breeding of CMS Line “Ganlian a” with good quality and blast resistance in rice [J]. *Molecular Plant Breeding*, 2018, 16(3): 924-930. (in Chinese)
- [11] 高荣村,陆金根,李金军. Bt型中梗三系不育系嘉57A的选育[J]. *中国种业*, 2015(9): 62-63.
GAO R C, LU J G, LI J J. Breeding of Bt-type CMS Line Jia 57A in middle-season japonica rice [J]. *China Seed Industry*, 2015(9): 62-63. (in Chinese)
- [12] 蒲宏铁,杨志娟,陈世建,等. 优质早籼三系不育系奥富A在怀化特性观察[J]. *农业科技通讯*, 2016(9): 199-201.
PU H T, YANG Z J, CHEN S J, et al. Observation on the characteristics of High Quality and early CMS Line Aofu A in Huai-

- hua [J]. *Bulletin of Agricultural Science and Technology*, 2016 (9): 199-201. (in Chinese)
- [13] 周华, 杨毅, 王榕宁, 等. 籼型三系不育系庆龙A的选育与应用 [J]. *中国稻米*, 2016, 22 (5): 110-111.
ZHOU H, YANG Y, WANG R N, et al. Breeding and utilization of indica CMS line Qinglong A [J]. *China Rice*, 2016, 22 (5): 110-111. (in Chinese)
- [14] 潘润森, 毛大梅, 官华忠, 等. 优质水稻三系不育系金泰A的选育 [J]. *杂交水稻*, 2015, 30 (6): 6-9.
PAN R S, MAO D M, GUAN H Z, et al. Breeding of quality CMS line jintai A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2015, 30 (6): 6-9. (in Chinese)
- [15] 莫海玲, 唐梅, 孙富, 等. 优质香稻三系不育系野香A的选育与应用 [J]. *杂交水稻*, 2015, 30 (4): 11-12, 64.
MO H L, TANG M, SUN F, et al. Breeding and application of aromatic CMS line yexiang A with fine grain quality in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2015, 30 (4): 11-12, 64. (in Chinese)
- [16] 王楚桃, 李贤勇, 何永歆, 等. 耐低温淹水发芽的水稻不育系神9A选育与应用 [J]. *杂交水稻*, 2019, 34 (1): 22-24.
WANG C T, LI X Y, HE Y X, et al. Breeding and application of CMS line shen 9A with ability to germinate under conditions of low-temperature and flooding in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2019, 34 (1): 22-24. (in Chinese)
- [17] 朱子超, 李贤勇, 王楚桃, 等. 浓香型优质抗病三系不育系神农2A的选育 [J]. *杂交水稻*, 2019, 34 (3): 12-14.
ZHU Z C, LI X Y, WANG C T, et al. Breeding of deeply-fragrant, high-quality and blast-resistant CMS line shennong 2A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2019, 34 (3): 12-14. (in Chinese)
- [18] 刘波, 李晓元, 曾永春, 等. 水稻三系不育系江育F32A的选育与应用 [J]. *杂交水稻*, 2018, 33 (5): 3-6.
LIU B, LI X Y, ZENG Y C, et al. Breeding and application of CMS line jiangyu F32A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2018, 33 (5): 3-6. (in Chinese)
- [19] 龚桥, 王小波. 优质籼型三系不育系川华A的选育与应用 [J]. *种子*, 2018, 37 (11): 119-121.
GONG Q, WANG X B. Breeding and application of high-quality indica three-line CMS line chuanhua A [J]. *Seed*, 2018, 37 (11): 119-121. (in Chinese)
- [20] 周强, 王欢, 吕锐玲, 等. 早熟优质三系不育系益51A的选育 [J]. *湖北农业科学*, 2016, 55 (22): 5745-5747.
ZHOU Q, WANG H, LÜ R L, et al. The breeding of early maturity and high quality CMS line yi 51A [J]. *Hubei Agricultural Sciences*, 2016, 55 (22): 5745-5747. (in Chinese)
- [21] 张亚东, 朱镇, 陈涛, 等. 优质籼型三系不育系宁湘2A的选育 [J]. *杂交水稻*, 2015, 30 (6): 10-12.
ZHANG Y D, ZHU Z, CHEN T, et al. Breeding of Quality Indica CMS Line Ningxian 2A in Rice [J]. *Hybrid Rice*, 2015, 30 (6): 10-12. (in Chinese)
- [22] 张选明, 沙志鸿, 赵胜利, 等. 优质籼型三系不育系陕农1A的选育 [J]. *杂交水稻*, 2017, 32 (5): 5-7.
ZHANG X M, SHA Z H, ZHAO S L, et al. Breeding of fine quality indica CMS line shannong 1A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2017, 32 (5): 5-7. (in Chinese)
- [23] 杨旺兴, 卓伟, 马彬林, 等. 优质籼型三系不育系明218A的选育 [J]. *杂交水稻*, 2013, 28 (5): 13-15.
YANG W X, ZHUO W, MA B L, et al. Breeding of quality indica CMS line Ming 218A in rice [J]. *Hybrid Rice*, 2013, 28 (5): 13-15. (in Chinese)
- [24] 伍中胜, 刘大镔, 王建龙, 等. 优质籼型三系不育系桃农1A的选育与应用 [J]. *杂交水稻*, 2015, 30 (4): 6-8.
WU Z S, LIU D E, WANG J L, et al. Breeding and Application of Quality Indica CMS Line Taonong 1A in Rice [J]. *Hybrid Rice*, 2015, 30 (4): 6-8. (in Chinese)
- [25] 贾良, 钱泉生, 徐建良, 等. 杂交籼型三系不育系虹1A的选育 [J]. *浙江农业科学*, 2014, 55 (5): 632-634.
JIA L, QIAN Q S, XU J L, et al. Breeding of Indica CMS Line Hong 1A in Hybrid Rice [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2014, 55 (5): 632-634. (in Chinese)
- [26] 黄荣裕, 谢少和, 谢旺有, 等. 籼型三系不育系泉5A的选育与特征特性 [J]. *中国稻米*, 2009, 15 (4): 36-37.
HUANG R Y, XIE S H, XIE W Y, et al. Breeding and Characteristics of Indica CMS Line Quan 5A [J]. *China Rice*, 2009, 15 (4): 36-37. (in Chinese)
- [27] 陈志远, 李传国, 孙莹, 等. 籼稻不育系天丰A的特征特性及其利用 [J]. *广东农业科学*, 2006, 33 (9): 54-55.
CHEN Z Y, LI C G, SUN Y, et al. Characteristics and Utilization of Indica CMS Line Tianfeng A [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2006, 33 (9): 54-55. (in Chinese)

(责任编辑: 杨小萍)