

# 籼型光温敏核不育系安农 086S 的选育

陈庆全, 丁辉, 程梦瑶, 王璐杨 (安徽农业大学农学院, 安徽合肥 230031)

**摘要** 为改良丰 39S 的稻瘟病抗性, 以具有广谱抗性基因 *Pi9* 的抗源材料 75-1-127 为供体、丰 39S 为受体, 通过杂交、回交和自交, 并利用分子标记辅助选择方法, 育成了籼型水稻光温敏核不育系安农 086S。结果显示, 安农 086S 具有理想的株叶形态以外, 还具有适当的播始历期、较好的开花习性以及异交结实性等特点。田间自然温光特性鉴定和人工气候室温光特性鉴定结果表明, 安农 086S 的不育性稳定、不育时期较长。稻瘟病抗性鉴定结果显示, 安农 086S 抗稻瘟病强。此外安农 086S 的稻米品质优、配合力强、繁殖技术简单易行。

**关键词** 水稻; 光温敏核不育系; 安农 086S; 分子标记辅助选择; 稻瘟病广谱抗性

中图分类号 S511.2<sup>+</sup>1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2020)02-0037-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.02.011



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

## Breeding and Characteristics of Indica TGMS Line Annong 086S in Rice

CHEN Qing-quan, DING Hui, CHENG Meng-yao et al (College of Agronomy, Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230031)

**Abstract** In order to improve the resistance of Feng 39s to blast disease, we developed Indica rice photo-thermo sensitive nuclear sterile line Annong 086S with feng39s as the acceptor and 75-1-127 as the donor with broad spectrum blast-resistance gene *Pi9* by hybridization, back-cross and self-crossing and molecular marker-assisted selection. The results showed that Annong 086S not only had the ideal plant and leaf morphology, but also had the characteristics of appropriate period of sowing to initial heading, good flowering habit and good out-cross fecundity. The results of field natural and artificial climate chamber photo-thermo sensitive characterization showed that the sterility of Annong 086S was stable and the sterility period was long enough. Rice blast resistance identification results showed that Annong 086S had high resistance to rice blast. In addition, Annong 086S rice showed excellent quality, strong combining ability and simple reproduction technology.

**Key words** Rice; TGMS line; Annong 086S; Molecular marker assistant-selection; Broad spectrum blast resistance

稻瘟病已成为水稻生产上最具破坏性的水稻病害之一, 不仅会使水稻的产量下降, 还会导致稻米品质变劣<sup>[1]</sup>, 因此, 稻瘟病的防治已越来越受到重视。目前, 人们针对稻瘟病能够采取的防治措施主要包括化学方法、生物方法、改进水稻的耕作与栽培技术措施以及培育推广抗病品种等。稻瘟病的化学防治是利用杀菌剂抑制稻瘟病的发生发展, 从而防治稻瘟病的为害。此法虽然具有方便、高效、迅速的特点, 但是化学防治除增加了水稻的种植成本以外, 还会因杀菌剂的药害和残留造成了环境污染, 同时也会危害自然界生物多样性<sup>[2]</sup>。由于自然条件的变化, 频繁使用化学药剂和水稻稻瘟病菌生理小种在水稻栽培过程中会可能使病原菌产生对药物的耐药性。而相对于化学方法, 选育和推广抗病品种, 尤其是具有广谱抗性水稻品种被认为是一种有效且环境友好的防治稻瘟病方法<sup>[3]</sup>。

随着分子生物学的快速发展, 分子育种技术不断运用于水稻育种实践中。特别是在大量抗稻瘟病基因被定位并克隆后<sup>[4]</sup>, 利用分子标记辅助选择技术选育抗稻瘟病品种已经成为一种的快速、高效的育种手段。*Pi9* 基因是一个高抗广谱抗性基因, 对来自不同国家的 43 个稻瘟病小种都表现出很高的抗性, 被认为是已克隆的稻瘟病基因中抗谱最广的抗源<sup>[5]</sup>。倪大虎等<sup>[6]</sup>利用分子标记辅助选择手段, 将 *Pi9* 基因导入并育培育高抗稻瘟病的水稻品系; 殷所得等<sup>[7]</sup>利用开发的 *Pi9* 基因 STS 标记, 培育出比杨稻 6 号和 R6547 的稻瘟病抗性明显提高的水稻新品系; 文婷等<sup>[8]</sup>利用广谱抗稻瘟病基

因 *Pi9* 基因序列设计的特异分子标记, 通过回交育种和分子标记辅助选择技术, 改良 8 份受体水稻材料; 闫成业等<sup>[9]</sup>通过杂交、回交以及分子标记辅助选择的方式, 将 *Pi9* 基因渗入到杂交水稻 Q 优 6 号的父本中, 再与原母本配组, 稻米品质及综合农艺性状与 Q 优 6 号相似, 稻瘟病明显比 Q 优 6 号提高。

丰 39S 具有米质优、配合力好的优点, 但高感稻瘟病。为提高其稻瘟病抗性, 以携带有广谱抗性基因 *Pi9* 的抗源材料 75-1-127 为供体, 以丰 39S 为受体, 借助分子标记辅助选择方法, 对丰 39S 的稻瘟病抗性进行了改良, 育成了籼稻光温敏核不育系安农 086S。笔者介绍了安农 086S 的选育过程、特征特性、配组表现和繁殖技术要点。

## 1 选育过程

以丰 39S 为受体、75-1-127 为供体材料, 通过杂交、回交和自交, 经 5 年共 7 代育成籼稻光温敏核不育系安农 086S。2010 年春在海南以丰 39S 为母本、75-1-127 为父本完成人工去雄杂交; 2010 年夏季在合肥通过分子标记和表型鉴定除去假杂种后进行回交; 2010 年冬季在海南、2011 年夏在合肥利用分子标记辅助手段和综合农艺性状表现选单株; 在合肥选取的单株割茬再生, 收获种子; 2011 年冬在海南继续选择优良单株的同时, 并对其稻米外观品质进行选择; 2012 年夏季在合肥根据育性、稻瘟病抗性综合农艺性状选择单株, 并留稻茬; 2012 年冬在海南、2013 年夏在合肥选择并收获优良稻茬的种子; 2013 年冬在海南与恢复系进行测配; 2014 年夏在合肥根据不育系综合农艺性状、测交后代杂种优势及抗病性表现, 编号为 S086 的不育系综合表现最好。2014 年冬在海南进行加代、扩繁种子, 同时进行广泛的测配;

**基金项目** 安徽省科技重大专项项目(17030701063)。

**作者简介** 陈庆全(1968—), 男, 安徽寿县人, 副教授, 博士, 从事水稻遗传育种研究。

**收稿日期** 2019-11-13

2015年夏季正式命名“安农086S”。2019年8月通过安徽省水稻不育系鉴定。详细过程见图1。

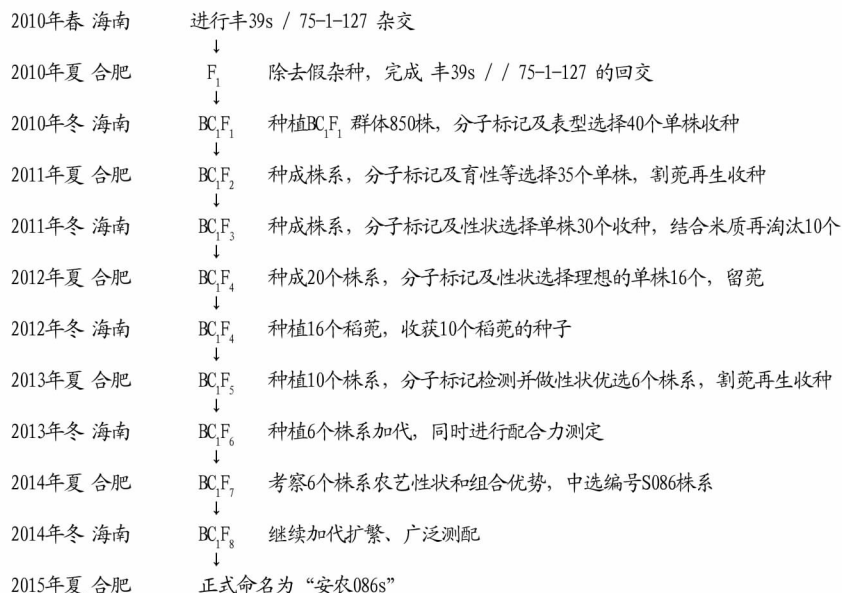


图1 安农086S选育过程

Fig.1 Breeding process of Annon 086S

## 2 特征特性

**2.1 形态特征** 该不育系株高74.9 cm,株型紧凑,分蘖力中等,剑叶挺直、较长、内卷,叶色浓绿,稃尖和柱头无色,穗型中等,着粒均匀,谷粒长形。主茎总叶数为14.7~15.4叶,平均为15.1叶;每株有效穗7.6个,每穗总粒数175粒左右,千粒重平均为22.5 g。

**2.2 播始历期** 2016年分别在海南陵水和安徽合肥分期播种,考查播始历期。结果表明,在合肥5月25日播种,其播始历期为82 d;在陵水11月26日播种,播始历期为93 d。

**2.3 开花习性** 安农086S单株花期在7 d左右,抽穗后当日开花,盛花期集中在抽穗后第4~5 d;花时适当,晴天09:00始花,10:00—12:00盛花。柱头外露率86.1%,双柱头外露率为40.2%。

**2.4 育性表现** 2017和2018年在合肥大杨镇分期播种,2年均于5月6日—6月26日结束,每隔10 d播1期,共6期。从始穗开始,每3 d取3穗镜检,观察花粉败育情况,同时套袋考察自交结实率。该不育系稳定不育期为7月下旬—9月上旬,花粉败育在100%,自交结实率为0,不育特性稳定。不育期30 d以上,具体见表1。

2018年经华中农业大学人工气候室温光特性鉴定,在育性敏感期以14.5 h/23.0℃的光温处理10 d,花粉败育度为99.64%,自交结实率为0。安农086S表现为不育系育性稳定的特点。

**2.5 稻米品质** 安徽农业大学稻米品质分析结果显示,安农086S出糙率80.5%,精米率78.6%,整精米率70.2%,长宽比3.2,垩白粒率9.5%,垩白度1.2%,糊化温度72℃,直链淀粉含量15.9%,胶稠度92 mm,蛋白质含量9.1%,适口性好。

**2.6 抗病性** 2016年安徽金寨自然鉴定调查结果显示,安农086S高抗叶瘟,中抗穗颈瘟和粒瘟,抗白叶枯病,感纹枯

病,抗稻曲病。

**2.7 与亲本的比较** 该不育系比丰39S播始历期长4 d,株型紧凑,植株矮10 cm,剑叶长;叶片窄、内凹;千粒重轻2 g。

表1 2017和2018年安农086S在合肥田间自然温光条件下育性的比较

Table 1 Comparison of the fertility of Annon 086S under natural temperature and light in Hefei in 2017 and 2018

日期 Date	2017年		2018年	
	花粉败育率 Pollen sterility rate//%	自交结实率 Percentage of self-setting seeds//%	花粉败育率 Pollen sterility rate//%	自交结实率 Percentage of self-setting seeds//%
07-21	100	0	100	0
07-24	100	0	100	0
07-27	100	0	100	0
07-30	100	0	100	0
08-02	100	0	100	0
08-05	100	0	100	0
08-08	100	0	100	0
08-11	100	0	100	0
08-14	100	0	100	0
08-17	100	0	100	0
08-20	100	0	100	0
08-23	100	0	100	0
08-26	100	0	100	0
08-29	100	0	100	0
09-01	100	0	100	0
09-04	100	0	100	0
09-07	100	0	100	0
09-10	98.5	0.5	100	0.3
09-13	90.5	0.8	97.7	0.9

## 3 配组表现

2017年测配观察显示,安农086S与9311、R2106、R326、

R535、R268 等配组,各组合总体表现如下:株型适中,剑叶长挺,长势旺,分蘖力强,茎秆粗壮,抗倒性强;结实及丰产性好,较耐高温;熟期为中熟中稻,株高 108~118 cm,较对照 II 优 838 增产 4.6%~10.8%;高抗叶瘟,中抗穗颈瘟和粒瘟,抗白叶枯病;米质较优,长宽比 3.2~3.5,垩白度 2.1%~3.2%,直链淀粉含量 13.1%~19.5%。

#### 4 繁殖技术要点

**4.1 适期播种** 海南冬季繁殖,11月下旬—12月上旬播种,播始历期 95 d 左右,育性敏感期尽量安排在 2 月上中旬。秧田播种量 178 kg/hm<sup>2</sup>;移栽叶龄 4.5 叶,株行距 13.3 cm×20.0 cm,单本栽插,基本苗 90 万~110 万/hm<sup>2</sup>。

**4.2 科学肥水管理** 重施底肥,早施分蘖肥,巧施穗肥,中后期增施钾肥,做到氮、磷、钾配合使用。底肥施用量:复合肥 600 kg/hm<sup>2</sup>,返青时追施尿素 90~140 kg/hm<sup>2</sup>;抽穗期追施氯化钾 220 kg/hm<sup>2</sup>。水分管理要做到前期深水活棵,浅水分蘖,够苗及时晒田,中后期活水孕穗扬花,干干湿湿灌浆;不可断水过早,以免影响结实及充实度。

**4.3 严格隔离** 注意育秧田及本田杜绝落田谷。繁殖田的空间隔离须在 300 m 以上;时间隔离要求与其他水稻品种花期相差 25 d 以上。

**4.4 彻底去杂** 做到全生育期去杂。幼苗期除去株叶形态、颜色有明显差异的杂株。始穗期开始直到乳熟期都是去杂的关键时期。成熟水还要集中去杂,逐块验收,验收合格后方可收割。

**4.5 及时防治病虫害** 繁殖田块以防为主。重点防治纹枯病、稻瘟病等主要病害以及苗期的稻蓟马、中期的螟虫以及后期的稻飞虱等虫害。

**4.6 适时收割晾晒** 种子成熟后,要抓住晴天及时提早收割晾晒。并做好在收割、晾晒及运输环节引起种子混杂,做到单收、单晒、单运、单贮。

#### 5 结语

水稻是我国主要粮食作物之一,杂交水稻的推广与应用为我国的粮食生产作出了巨大贡献。但是同时应该看到,虽然杂交水稻的产量被不断提高到新的水平,但其稳产性尤其是对稻瘟病的抗性还亟待进一步提高。

由于稻瘟病发病机理较复杂,生理小种种类多且变异快,品种的抗病性易于丧失,因此利用具有广谱性稻瘟病抗性基因是培育抗性品种的有效途径。该研究采用分子标记辅助选择手段,将广谱稻瘟病抗性基因 *Pi9* 导入丰 39S 而选育的安农 086S,其稻瘟病抗性较丰 39S 有了较大的提高。杜雪树等<sup>[10]</sup> 研究结果显示,聚合稻瘟病广谱抗性基因可以使水稻稻瘟病抗性更强,且更具持久性。因此,随着我国生物技术的不断发展及广泛应用,在水稻稻瘟病抗性育种实践中将不断开辟新的途径,必将取得新的成就。

#### 参考文献

- [1] 陈利锋,徐敬友.农业植物病理学[M].3版.北京:中国农业出版社,2007:107-111.
- [2] 张其蓉,宋发菊,田进山,等.长江中下游稻区水稻区域试验品种抗稻瘟病鉴定与评价[J].江苏农业科学,2013,41(4):90-91.
- [3] 董继新,董海涛,李德葆.水稻抗瘟性研究进展[J].农业生物技术学报,2000,8(1):99-102.
- [4] 江南,刘雄伦,戴良英,等.水稻抗稻瘟病基因的定位与克隆研究进展[J].中国农学通报,2010,26(10):270-275.
- [5] 张志清.水稻优良恢复系 R2106 及其组配杂交组合的稻瘟病抗性改良和农艺性状评价[D].合肥:安徽农业大学,2015.
- [6] 倪大虎,易成新,李莉,等.利用分子标记辅助选择聚合水稻基因 *Xa21* 和 *Pi9(t)* [J].分子植物育种,2005,3(3):329-334.
- [7] 殷得所,夏明元,李进波,等.抗稻瘟病基因 *Pi9* 的 STS 连锁标记开发及在分子标记辅助选择育种中的应用[J].中国水稻科学,2011,25(1):25-30.
- [8] 文婷,梁毅,江南,等.利用 *Pi9* 基因序列标记辅助选择改良籼稻稻瘟病抗性[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2012,38(3):262-266.
- [9] 闫成业,马马渡·刚德卡,蒋胜理,等.分子标记辅助选择改良杂交水稻 Q 优 6 号的稻瘟病抗性[J].杂交水稻,2014,29(1):56-61.
- [10] 杜雪树,夏明元,李进波,等.水稻抗瘟性分子标记辅助育种的实践和策略[J].分子植物育种,2019,17(13):4383-4389.
- [11] 张辉,余光辉,吕志英.皇竹草的特性及其在西部大开发中的应用[J].林业科技开发,2004,18(3):14-16.
- [12] 张辉,黄德裕,李志正.皇竹草的生物学特性与化学组成[J].中国造纸,2003,22(5):1-4.
- [13] 陈卢亮.我国狼尾草属牧草主栽品种特性介绍[J].福建热作科技,2011,36(3):49-52.
- [14] 廖晓勇,陈治谏,罗辑,等.三峡库区皇竹草的生物学特性与栽培模式[J].中国草地,2003,25(5):27-31.
- [15] 陈卢亮.我国狼尾草属牧草主栽品种特性介绍[J].中国奶牛,2012(3):5-8.
- [16] 荣苍.皇竹草在高海拔地区适应性的观察[J].四川草原,2003(2):41.
- [17] 郭太雷,刘皆惠,李应红.鸭茅高产栽培技术[J].贵州畜牧兽医,2018,42(5):66-68.
- [18] 徐敏云,谢帆,郭明.皇竹草的栽培与利用[J].黑龙江畜牧兽医,2006(3):53-55.
- [19] 陈志彤,应朝阳,林永生,等.杂交狼尾草的栽培技术与利用价值[J].福建农业科技,2006(2):44-45.
- [20] 邵智骅,鲁进学,江喜春.皇竹草栽培及其饲喂肉羊综合利用技术[J].安徽农学通报,2011,17(7):165-166,193.
- [21] 谭文彪,黄志旁.皇竹草营养成分及总能含量分析[J].西南林学院学报,2006,26(6):40-43.

(上接第 36 页)

价乃至拒收王草产品的强硬理由。

(3) 最后一次收获时间不宜过晚。凝冻灾害性天气之后,王草植株大量倒伏,茎叶迅速发黄、上斑、干枯与变质,进而降低营养、适口性,乃至失去饲用价值。因此,最后一次收割务必在发生凝冻之前。

#### 参考文献

- [1] 陈志彤,黄勤楼,潘伟彬,等.热研 4 号王草的适应性及其在福建的推广应用[J].热带农业科学,2009,29(7):25-27.
- [2] 全国牧草品种审定委员会.中国牧草登记品种集[M].北京:中国农业出版社,1992:33-36.
- [3] 卓坤水.杂交狼尾草栽培及其喂猪技术[J].养猪,2005(1):5-7.
- [4] 赖大伟,滕少花,姚娜,等.台湾甜象草对肉牛的饲用价值研究[J].当代畜牧,2014(32):83-85.
- [5] 赖志强,姚娜,易显凤,等.优质牧草栽培与利用[M].南宁:广西科学技术出版社,2017:32-36.
- [6] 熊金洲,余传根,戴猛,等.皇竹草的越冬保种与开发利用[J].养殖与饲料,2005(3):12-14.
- [7] 丁翠华.皇竹草特性及综合开发利用[J].现代化农业,2008(12):33-34.