

水稻两用核不育系闽科 104S 的选育

郑建华, 孙永建, 蔡巨广, 赵明富, 杨聚宝

(福建省农业科学院水稻研究所, 福建 福州 350018)

摘要: 选用低温敏水稻核不育系 SE152S 为改良主体亲本, 通过杂交、回交, 并将低世代分离群体置于高海拔长日低温(沙县湖源乡)生态环境分离筛选不育起点温度低的不育株, 经海南加代繁殖穿梭育种, 育成不育性稳定的闽科 104S, 本文就该不育系的选育过程进行探讨。

关键词: 光温敏核不育系; 生态压力; 闽科 104S

中图分类号: S 511.032

文献标识码: A

Breeding of a dual-purpose male sterile rice, Minke 104S

ZHENG Jian-hua, SUN Yong-jian, CAI Ju-guang, ZHAO Ming-fu, YANG Ju-bao

(Institute of Rice, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350018, China)

Abstract: A procedure for the development of a male sterile rice, Minke 104S, was established. The low-temperature-sensitive, genic sterile SE152S was used as the main parents. The lower generations of the segregated population obtained through crossing and backcrossing were planted in high altitude Huyuan Village in Shaxian County, where the average day-length was long and temperature low. The sterile lines were generation-added in Hainan Province and Shaxian County to obtain Minke104S with stable infertility. The breeding procedures are presented for possible breeding applications on the development of photo/thermo-sensitive, male sterile rice lines.

Key words: Photo/thermo-sensitive male sterile rice; ecological pressure; Minke 104S

随着两系杂交稻育种技术日臻成熟, 全国各地育成了一大批各具特色的核不育系和高产优质的两系杂交稻组合, 并在生产上大面积推广应用, 为提高我国稻米产量和品质作出了重要贡献。两系杂交稻育种的关键技术之一是选育核不育系。由于光温敏核雄性不育系花粉的育性会随日照时间和气温变化而变化, 因此, 要求育成的核不育系在长日照高温条件下彻底表现雄性不育, 用于杂交稻制种; 在短日照适当低温条件下表现部分或全部雄性可育, 以便于不育系的自我繁殖^[1-2]。目前, 生产上大面积使用的核不育系是广粘 63S、培矮 64S 和 SE21S 等, 这些核不育系有的已使用多年, 不育起点温度偏高, 制种风险较大, 有的制种区域不适宜, 存在局限性, 从而影响了两系杂交稻的发展。因此, 可靠的育性转换温度不但对两系不育系的选育、鉴定和正确利用具有非常重要的意义, 而且可以有效避免育性敏感期遭遇低温对两系法杂交稻制种纯度的可能危害程度。由于我国稻作生态的多样性, 需要培育与之相适应的多种类型的水稻核不育系。水稻

核不育系闽科 104S 的选育目标之一就是尽可能降低核不育系的不育起点温度, 而又能在相对高温条件下高产制种, 相对低温遭遇情况能安全高纯度制种, 使两系稻制种风险降到最低, 促进两系杂交稻的生产发展, 现将闽科 104S 的育种过程介绍如下。

1 材料与方法

1.1 育种材料

1.1.1 待改良主体亲本 SE152S 是福建农业科学院水稻研究所育成的低温敏水稻核不育系, 于 1999 年通过鉴定。在福建沙县自然条件下, 7~8 月具有稳定的不育特性, 不育期长。1997 年经华中农业大学人工气候室育性鉴定: 在 14.0 h/23.5℃, 花粉败育度为 99.59%±0.36%, 自交结实率为 0; 在武汉自然条件下 7 月 21~27 日花粉败育度为 99.81%±0.24%, 自交结实率为 0; 12.5 h/28℃的处理下, 花粉败育度为 100%, 自交结实率为 0。不育性虽然稳定, 但该不育系在抽

收稿日期: 2010-09-21 初稿; 2010-11-04 修改稿

作者简介: 郑建华 (1964-), 男, 副研究员, 从事两系杂交水稻育种研究 (E-mail: zjhfaas@163.com)

基金项目: 福建省属公益类科研院所基本科研专项 (2009R10026 3); 福建省科技计划重大专项 (2008NZ0201)

穗扬花期若遭遇 35℃ 以上高温天气，异交结实率明显下降，严重影响制种产量；并且，可育期自交结实率低，繁殖困难，使该不育系生产应用受到限制。该不育系株形紧凑直立，株高 85 cm，分蘖力中等，平均有效穗 8.5 穗；剑叶长 27.5 cm，主茎叶片数 14 片左右，叶鞘、稃尖、柱头紫红色，谷粒呈长粒型，穗长 23.2 cm，平均穗粒数 141 粒，千粒重 28.2 g。在沙县 5 月中旬播种，8 月初始穗，播始天数 80 d 左右。

1.1.2 基因供体亲本 S02013 是本课题组选育的高世代核不育材料，是 SE21S 选育过程中的衍生株系，其核不育基因来源于 W6111S，与 SE152S 具有性状互补的特点，植株形状较散，呈 V 字型，分蘖力强，米质较优，在福建沙县海拔 120 m 观察其不育期在 7 月中旬至 8 月下旬，而在海拔 320 m 大洛乡发生育性波动。可育期花粉育性正常，自交结实率高达 80% 左右，育性转换温度相对较高。

1.2 选育方法与目标

1989 年，提出并设计应用“生态压力法”选育水稻核不育系，以两亲本的杂交和回交，针对性地改良育性、抗性和提高品质，以不同海拔和纬度组成生态压力加压选择，降低不育起点温度，定向定时选择，以期选择临界光长短，具有光补性能的核不育系^[3]。试验基地分别处于 2 个不同的纬度点：①海南三亚市藤桥镇（18°4′N），具有短日低温（冬季）和短日高温（春、夏、秋）光温生态条件；②福建省沙县的西山、湖源（纬度约 26°15′N），其夏季有长日高温（西山）和长日低温（湖源）的生态条件^[4]。

主要目标是育成不育性稳定、育性转换明显，株形集散适中，形态优良、分蘖力强，株高 80~90 cm，穗粒数 180 粒以上，对稻瘟病抗性在中抗以上，制种产量高，适应性广，米质主要指标达国优 3 级以上的优质两系不育系。

2 结果与分析

2.1 闽科 104S 选育过程

选育过程见图 1。2000 年春，在海南以低温敏水稻核不育系 SE152S 为母本，以优质高世代核不育材料且有性状互补特点的 S02013 为父本杂交、收获 F₁ 种子 27 粒；2001 年春以 S02013 回交，得到 BCF₁ 种子 42 粒，同年在沙县西山试验田（海拔 120 m）种植，选择不育株割稻再生，收再生种子在海南加代种植，混收优良株种子于 2002 年在沙

县西山和湖源（海拔 800 m）试验田各种植一套 BCF₃，群体均在 500 株以上，随后分别从湖源试验田筛选不育彻底单株 18 株，从西山试验田筛选不育株 5 株，经割稻再生，该 23 个再生稻株种子在海南加代分离选择。2003 年 BCF₅ 种子继续在沙县湖源高海拔长日低温生态条件下选择对低温钝感的不育株移栽沙县西山试验田再生繁殖，结果未结实，带 6 株稻桩往海南繁殖，2004 年春收获自交种子在沙县湖源进一步育性鉴定，筛选性状良好的不育单株割稻再生，海南加代选择株形和米质优良单株，继续作育性鉴定和田间抗性筛选。经过多年多代的异地轮回选择，2006 年区号为 S3060104 的群体基本稳定，经小区繁殖，2007 年和 2008 年试制种，定名为闽科 104S，2010 年 9 月已通过成果鉴定。



图 1 闽科 104S 选育过程
Fig. 1 Breeding procedures of Minkel104S

2.2 闽科 104S 的特征特性

2.2.1 闽科 104S 的性状改良 闽科 104S 经 7 a 11 代的选育，在主要农艺性状方面与核不育系 SE152S 有明显的不同，2007 年对新育成的闽科 104S 和 SE152S 的性状进行考查(表 1)，在生育期方面，闽科 104S 的播抽天数比 SE152S 长 13 d 以

上,主茎叶片数增加 3 片,因而,生长量增加,株高增高,植株更繁茂,分蘖力增强尤为显著,有效穗数每丛 18.8 穗(图 2);在开花习性、柱头外露率、异交结实率方面,闽科 104S 得到明显的改善,80%的颖花集中在上午 9:30~12:00 开放,柱头外露率高达 76.6%,其中双边外露率 39.5%,异交结实率达

63.5%,为高产制种提供了必要的基础。2008 年在沙县西霞村两优 1042 试制种,产量 2 340 kg·hm⁻²,而且,闽科 104S 克服了 SE152S 在抽穗扬花期遭遇 35℃ 以上高温天气而导致异交结实率显著下降的缺陷。穗长、穗粒数、千粒重也有明显提高。综上所述,闽科 104S 选育达到了预期的目标。

表 1 闽科 104S 与 SE152S 的性状差异
Table 1 Characteristics of Minke 104S and SE152S

不育系	主茎叶片数	播抽天数 (d)	株高 (cm)	有效穗	穗长 (cm)	穗粒数	千粒重 (g)	柱头外露率 (%)
闽科 104S	17	96	90.2	18.8	25.8	182	29.3	76.6
SE152S	14	82	85.3	8.5	23.2	141	28.2	64.3

2.2.2 生育特性 田间种植观察表明:闽科 104S 属基本营养生长期型,福建沙县 5 月中旬播种,8 月下旬抽穗,播始天数 93~104 d,对肥水反应敏感,重肥和长秧龄会延长播始天数。该不育系的生育特性与 SE21S 相似,却比 SE152S 的生育期长 13 d 以上。海南藤桥 11 月下旬播种,3 月上旬抽穗。

2.2.3 农艺性状 闽科 104S 植株形状稍散,呈 V 字型,分蘖力极强,中上肥力田块平均有效穗达 18.8 穗;株高 90.2 cm,叶片直立,剑叶长 38.5 cm,主茎叶片数 17 片左右,叶鞘、稃尖、柱头紫红色,谷粒呈长粒型,穗长 25.8 cm,平均穗粒数 182 粒,千粒重 29.3 g,柱头外露率 76.6%,异交结实率 63.5%以上(图 2)。



图 2 闽科 104S 植株形态特征

Fig 2 Morphological characteristics of Minke 104S plantlet

2.2.4 自然条件下的育性表现 2006 年,闽科 104S(区号 S3060104)群体性状基本稳定后,在沙县西霞从 8 月 19 日起至 9 月 27 日镜检其花粉不育度均为 100%,花粉不育类型主要是碘败花粉,其间多个时段表现为花粉粒少或无花粉粒状态,表明其不育性彻底,不育期在 40 d 以上,该年没有观察到育性转换期。2007~2009 年,育性镜检观察结果表明:从最早的 8 月 8 日始穗(2008 年福州)至 9 月 28 日均为其稳定的不育期,不育期在 52 d 以上,10 月 3 日以后出现少量可染花粉;2009 年同样没有观察到育性转换期,稻桩再生亦无法收到自交结实种子。综合多年观察,闽科 104S 在自然条件下的育性变化,可判断其育性转换的临界温度比较低。在海南 3 月上旬抽穗,闽科 104S 可育期自交结实率年度间变异幅度较大,在 5%~60%之间,说明可育期花粉育性受气温波动影响较大。

2.2.5 稻米品质 2010 年 4 月从海南藤桥育种基地收获的闽科 104S 种子,其稻米品质经农业部稻米及制品质量监督检验测试中心检验结果:糙米率 79.3%、精米率 71.9%、整精米率 46.7%、粒长 7.2 mm、长宽比 3.0、垩白粒率 17%、垩白度 2.9%、透明度 2 级、碱消值 5.6 级、胶稠度 44 mm、直链淀粉含量 23.5%、蛋白质含量 11.2%。其中 1 项指标达一级,7 项指标达二级。

2.2.6 异交特性 2008 年在沙县西霞村两优 1042 试制种,闽科 104S 不育系 8 月 28 日始穗,9 月 1 日齐穗,花期相遇良好,柱头外露率 76.6%,其中双边外露率 39.5%,活力强,花时集中在 9:30~12:00,母本对 920 敏感,制种产量 2 340 kg·hm⁻²,异交结实率达 63.5%,实践证明,闽

科 104S 制种易获高产。

2.2.7 配合力 用闽科 104S 与恢复材料 H102、H725 配制的两系杂交稻组合两优 1042，两优 1045 于 2009 年在海南、沙县、将乐等地试种表现植株形态好、分蘖力强、有效穗数多，生育期与谷优 527 相当、结实率高、转色好、谷粒长粒型、米质外观优、食味好等特点，产量性状初步表现出比对照Ⅱ优明 86 和谷优 527 明显的优势潜力（表 3）。2010 年春，两优 1042 在海南藤桥示范种植，产量达 8 835 kg·hm⁻²，比Ⅱ优明 86 增产 4.2%；两优 1045 在沙县试种，产量达 8 432 kg·hm⁻²，与汕优 63 相当。

表 2 闽科 104S 不同年份间镜检花粉不育度

Table 2 Degree of pollen sterility of Minke 104S determined by microscopic examination in different years

年份	地点	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)	月—日 (%)
2006 年	沙县	08—19	08—21	08—24	08—26	08—28	09—15	09—18	09—21	09—25	09—27
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2007 年	沙县	08—18	08—20	08—23	08—25	08—27	09—18	09—20	09—25	09—27	10—03
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	97
2008 年	福州	08—08	08—09	08—10	08—12	08—14					
		100	100	100	100	100					
2008 年	沙县	08—25	08—26	08—28	08—30	09—27	09—01	09—20	09—25	09—28	10—05
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	98.5
2009 年	沙县	08—19	08—20	08—23	08—24	08—26	08—28	09—03	09—07	09—24	09—28
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

表 3 两优 1042 田间产量性状表现

Table 3 Field yield of Liangyou 1042

组 合	播种 (月—日)	抽穗 (月—日)	株高 (cm)	穗长 (cm)	有效穗 (穗·丛 ⁻¹)	穗粒数 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (g)	50 株重 (kg)
两优 1042	05—18	08—15	123	24.9	14.4	144.5	86.5	29.6	2.35
Ⅱ优明 86(CK ₁)	05—18	08—20	118	24.8	9.6	149.2	92.1	29.6	2.05
谷优 527(CK ₂)	05—18	08—14	119	22.2	13.6	110.9	93.4	32.0	2.05

注：表 3 为 2009 年在将乐的田间产量性状表现。

3 讨 论

3.1 核不育系的选育指标

选育核不育系首先要保证不育期内不育性稳定，杂交稻制种纯度高。张自国等提出了光温作用模式，即光敏下限温度低、光敏上限温度高、因而光敏温度范围宽的光—温敏核不育系类型为最理想，此类型不育系光温两因子对不育性稳定有很强的调节和互补作用，长日照可以补偿温度的不足；在低纬度地区制种，较高的温度又补偿了光长的不足，保持不育性稳定，不育的下限温度指标应在 23℃左右^[5-6]。

3.2 选育方法

根据笔者的选育经验，应注意以下几点：① 应选用不育起点温度指标低的亲本为不育基因供体；② 扩大低世代选择群体，有利于筛选到发育

对光周期钝感而育性对光周期敏感的植株；③ 由于光温因子对育性影响的紧密关联，因此，将低世代分离群体种植在长日低温环境下（高海拔山区），强化生态压力选择，闽科 104S 的选育实践证明该方法是一种可降低入选不育株不育下限温度指标的有效途径。

3.3 不育系繁殖方法

由于育成的核不育系光敏不育下限温度低，因而可育转换的温度更低，在当地难以实现不育系自身繁殖，或繁殖产量低。解决的办法有：① 在不育系育性转换敏感期采用冷水串灌 10~12 d；② 选择在低纬度地区低温季节异地繁殖，如到海南南部冬春季繁殖。

3.4 今后方向

鉴于光温敏核不育系选育过程漫长而繁琐，不育基因纯合效率低，性状难以稳定等特点，笔者考

虑在今后的选育工作中尝试采用：①对第 5~6 代入选不育株进行花药培养，以加速基因纯合、性状稳定；②使用人工气候箱处理低世代的入选不育株，可淘汰不育起点温度偏高的不育株，减少育种工作量；③借助于分子标记辅助选择目标性状，将对改良抗病性，提高育种选择效率有积极的作用。

参考文献：

[1] 袁隆平. 选育水稻光、温敏不育系的技术策略 [J]. 杂交水稻, 1992, (1): 1—4.

[2] 廖伏明, 袁隆平. 水稻光温敏核不育系起点温度遗传纯化的策略探讨 [J]. 杂交水稻, 1996, (6): 1—4.

[3] 胡如英, 郑建华, 赵明富, 等. 采用生态压力法选育水稻核不育系的新进展 [J]. 福建农业学报, 2001, 16 (4): 1—4.

[4] 胡如英, 赵明富, 郑建华, 等. 水稻核不育系 SE21S 的选育与利用 [J]. 福建农业学报, 2001, 16 (3): 1—4.

[5] 张自国, 卢兴桂, 袁隆平. 光敏核不育水稻育性转换的临界温度选择与鉴定的思考 [J]. 杂交水稻, 1992, (6): 29—32.

[6] 张自国, 曾汉来, 元生朝, 等. 再论光敏核不育水稻育性转换的光温作用模式 [J]. 华中农业大学学报, 1992, (1): 1—6.

(责任编辑：林海清)