

水稻籼型光温敏核不育系统 2305S 的选育

杜士云, 吴爽, 王守海, 王辉, 徐广德 (安徽省农业科学院水稻研究所, 安徽省水稻遗传育种重点实验室, 安徽合肥 230031)

摘要 皖 2305S 是以水稻光温敏核不育中间品系 2301S/CBB23F₁₄ 为母本, 与自育品系 1892S/3401F₆ 杂交, 选育而成的籼型光温敏核不育系。该不育系含有抗白叶枯病基因 *Xa23*, 不育起点温度低, 不育性稳定, 易繁殖制种, 配合力好, 在合肥自然条件下稳定不育期为 30 d, 2013 年通过安徽省农作物品种审定委员会的技术鉴定, 所配组合 2305S/华占进入湖北省早熟中稻区域试验。

关键词 水稻; 籼型光温敏核不育系; 2305S; 选育

中图分类号 S511 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)07-0043-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.07.012



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Breeding of Indica PTGMS Line 2305S in Rice

DU Shi-yun, WU Shuang, WANG Shou-hai et al (Key Laboratory of Rice Genetics and Breeding of Anhui Province, Rice Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract Wan 2305S, derived from the cross between an intermediate photoperiod-and thermo-sensitive genic male sterile (PTGMS) line 2301S/CBB23F₁₄ and an intermediate restorer material from 1892S/3401F₆, is a new photoperiod-and thermo-sensitive genic male sterile (PTGMS) line in Indica rice, with bacterial blight resistance gene *Xa23*. It has a low critical sterility-inducing temperature and stable male sterility. It also shows high combining ability and is easy to conduct multiplication and hybrid seed production. Under natural conditions in Anhui, 2305S has a stable sterile period of about 30 d. It was technically identified by the Crop Variety Appraisal Committee of Anhui Province in 2013. Combination 2305S/Huazhan was tested in the regional trial for mid-season early Indica rice in Hubei Province.

Key words Rice; Indica PTGMS line; 2305S; Breeding

水稻白叶枯病是世界性的水稻细菌病害,也是限制我国水稻高产稳产的重要因子之一^[1]。该病害在世界各地水稻产区均有发生,尤其在中国、日本和印度发生最为严重^[2]。中国南方和长江中、下游稻区水稻白叶枯病常年流行,一般减产 10%~30%,发生严重时减产可达 50%以上^[3]。

防治水稻白叶枯病最经济有效的手段就是利用白叶枯病抗性基因培育抗病品种。*Xa23* 是从我国普通野生稻种鉴定出的一个优良抗白叶枯病基因,是一个广谱持久抗水稻白叶枯病基因,*Xa23* 对现有国内外白叶枯病鉴别菌系,如菲律宾宾小种 1~10、中国致病型小种 1~7 和日本小种 1~3 都表现高抗,且完全显性、全生育期抗病^[4],因此该基因被广泛应用于水稻白叶枯病抗性改良^[5-8]。

2305S 是以自育的含有 *Xa23* 基因的籼稻温敏核不育中间品系 2301S/CBB23F₁₄ 为母本,与自育品系 1892S/3401F₆ 杂交,辅助用分子标记辅助选择技术,经 5 年 8 代选择育成的籼稻温敏核不育系统 2305S(简称 2305S)。该不育系含有 *Xa23* 基因,接种鉴定白叶枯病 1 级、稻瘟病 7 级,在合肥稳定不育期 30 d 以上。2013 年通过安徽省农作物品种审定委员会的技术鉴定。鉴于此,笔者介绍了水稻籼型光温敏核不育系统 2305S 的选育过程、特征特性、配组表现、繁殖和制种技术要点。

1 选育过程

2008 年冬季海南陵水,以自育的籼稻温敏核不育中间品系 2301S/CBB23F₁₄ 为母本,与自育品系 1892S/3401F₆ 杂交,

收获杂交种 90 粒;2009 年夏季合肥,获得杂交种苗 52 株,种植 44 株,表现全不育,选择不育单株 11 株,割茬再生收获自交种;2009 年冬季海南陵水,种植 F₂ 株系 11 个,选可育单株 13 株;2010 年夏合肥,种植 F₃ 株系 13 个,选不育单株 15 株,割茬再生收获自交种;2010 年冬季海南陵水,种植 F₄ 株系 15 个,入选可育单株 17 株;2011 年夏季合肥,种植 F₅ 株系 17 个,优选不育单株 12 株,割茬再生收获自交种;2011 年冬季海南陵水,种植 F₆ 株系 12 个,优选结实单株 20 株。2012 年夏合肥,种植 F₇ 株系 20 个,其中 ΩS2386 株系表现优异入选,割茬再生混收自交种,定名皖 2305S。2012 年冬季海南陵水进行隔离繁殖,生产不育系种子,并进一步开展 2305S 的分期播种、组合测配及试制种等相关试验。2013 年通过华中农业大学人工光温育性鉴定试验,2013 年通过安徽省农作物品种审定委员会的技术鉴定。

2 特征特性

2.1 主要形态特征 水稻 2305S 不育系株型紧凑,植株较矮,茎秆粗壮。稃尖、柱头无色,叶鞘绿色。剑叶直立、较长、内卷。穗顶端颖花偶有短芒。在合肥 5 月 1 日播种,7 月 24 日始穗,播始历期 84 d,单粒种子苗移栽,栽插密度 13.3 cm×16.7 cm,单穴穗数 5.7 个,穗数 256.5 万/hm²,株高 72.1 cm,穗长 20.7 cm,每穗颖花 234 朵,剑叶长 26.4 cm,宽 1.8 cm,剑叶叶枕至穗颈节长度为 8.8 cm,包颈度 42.5%,包颈粒率 21.8%。主茎 15.1 叶。5 月 25 日播种,8 月 11 日始穗,播始历期 78 d,主茎 14.6 叶。

2.2 育性表现

2.2.1 合肥自然条件下分期播种的育性表现。2012 年在合肥进行了分期播栽试验,从 5 月 1 日开始,至 7 月 11 日结束,间隔 10 d 播 1 期,共播了 8 期。镜检套袋期为 7 月 23 日至 9 月 21 日。2305S 从 7 月 23 日至 8 月 31 日抽穗,表现雄性不

基金项目 安徽省科技重大专项(18030701175);安徽省农业科学院科研专项(2020YL001)。

作者简介 杜士云(1973—),女,安徽寿县人,副研究员,硕士,从事水稻遗传育种研究。

收稿日期 2020-08-12

育,镜检花粉败育率为 99.56%~100%,平均 99.97%,套袋自交结实率 0~0.18%,平均 0.01%。稳定不育期为 40 d。

表 1 2012 年不育系 2305S 在合肥自然条件下的育性动态表现
Table 1 Fertility performance of 2305S at Hefei in 2012 under natural condition

镜检套袋期 Date of microscopy sack	播期 Sowing date	考察株数 Number of plants	花粉败育率 Pollen sterility rate//%	套袋自交结实率 Bagging self- seed-setting rate//%
07-23	Ⅳ	5	100	0
07-25	Ⅳ	5	100	0
07-27	Ⅳ	5	100	0
07-30	Ⅳ	5	100	0
07-30	Ⅴ	5	100	0
08-01	Ⅴ	5	100	0
08-03	Ⅴ	5	100	0
08-03	Ⅵ	5	100	0
08-06	Ⅵ	5	100	0
08-08	Ⅵ	5	100	0
08-08	Ⅶ	5	99.93	0
08-10	Ⅶ	5	100	0
08-13	Ⅶ	5	99.97	0
08-15	Ⅶ	5	99.93	0
08-17	Ⅶ	5	100	0.18
08-20	Ⅶ	5	100	0
08-22	Ⅶ	5	100	0
08-22	Ⅷ	5	100	0
08-24	Ⅷ	5	99.56	0
08-27	Ⅷ	5	100	0
08-29	Ⅷ	5	100	0
08-31	Ⅷ	5	100	0
09-03	Ⅷ	5	97.01	10.96
09-03	Ⅸ	5	91.60	21.79
09-05	Ⅸ	5	97.79	17.26
09-07	Ⅸ	5	99.68	40.93
09-07	Ⅹ	5	100	6.76
09-10	Ⅹ	5	98.77	6.27
09-12	Ⅹ	5	99.83	0
09-14	Ⅹ	5	99.84	0.12
09-17	Ⅹ	5	99.89	0
09-19	Ⅹ	5	96.19	2.72
09-19	Ⅺ	5	99.74	21.34
09-21	Ⅺ	5	88.70	53.81

2013 年在合肥进行了分期播栽试验,从 4 月 21 日开始,至 7 月 11 日结束,间隔 10 d 播 1 期,共播了 9 期。镜检套袋期为 7 月 17 日至 9 月 22 日。2305S 从 7 月 17 日至 9 月 11 日抽穗,表现雄性不育,镜检花粉败育率为 99.83%~100%,平均 99.97%,套袋自交不结实。稳定不育期为 57 d。

2.2.2 人工气候箱鉴定结果。2013 年在华中农业大学植物科学技术学院进行人工光温育性鉴定试验,结果表明,2305S 在 14.5 h+25.0℃、12.5 h+25.0℃和自然光温 3 种处理条件下,自交结实率均为 0;而在 14.5 h+23.0℃处理条件下,花粉败育率为 99.51%,自交结实率仅为 0.27%。这说明 2305S 为籼型温敏型核不育系,在长日下的不育起点温度为 23.0℃左右,可以分别在长江中下游和海南安全进行夏制和冬繁。

表 2 2013 年不育系 2305S 在合肥自然条件下的育性动态表现
Table 2 Fertility performance of 2305S at Hefei in 2013 under natural condition

镜检套袋期 Date of microscopy sack	播期 Sowing date	考察株数 Number of plants	花粉败育率 Pollen sterility rate//%	套袋自交结实率 Bagging self- seed-setting rate//%
07-17	Ⅲ	5	99.97	0
07-19	Ⅲ	5	100	0
07-22	Ⅲ	5	99.87	0
07-24	Ⅲ	5	99.97	0
07-24	Ⅳ	5	99.93	0
07-26	Ⅳ	5	100	0
07-29	Ⅳ	5	99.93	0
07-31	Ⅳ	5	100	0
07-31	Ⅴ	5	99.97	0
08-02	Ⅴ	5	100	0
08-05	Ⅴ	5	100	0
08-05	Ⅵ	5	99.97	0
08-07	Ⅵ	5	100	0
08-09	Ⅵ	5	99.97	0
08-12	Ⅵ	5	99.97	0
08-12	Ⅶ	5	99.93	0
08-14	Ⅶ	5	100	0
08-16	Ⅶ	5	100	0
08-19	Ⅶ	5	100	0
08-19	Ⅷ	5	99.97	0
08-21	Ⅷ	5	100	0
08-23	Ⅷ	5	99.93	0
08-26	Ⅷ	5	100	0
08-26	Ⅸ	5	100	0
08-28	Ⅸ	5	100	0
08-30	Ⅸ	5	100	0
09-02	Ⅸ	5	99.83	0
09-04	Ⅸ	5	100	0
09-06	Ⅸ	5	100	0
09-06	Ⅹ	5	100	0
09-09	Ⅹ	5	99.97	0
09-11	Ⅹ	5	99.93	0
09-13	Ⅹ	5	99.93	8.05
09-16	Ⅹ	5	98.73	60.84
09-18	Ⅹ	5	91.70	55.95
09-18	Ⅺ	5	90.60	58.21
09-22	Ⅺ	5	86.67	41.48

表 3 2013 年 2305S 人工气候箱育性鉴定结果(华中农业大学)
Table 3 Fertility performance of 2305S under manual climatic box in 2013(Huazhong Agricultural University)

材料名称 Material name	鉴定条件 Identification conditions	花粉观察日期 Pollen observation date	育性 Fertility//%	
			花粉败育度 Pollen sterility rate	自交结实率 Bagging self- seed-setting rate
2305S	14.5 h+23.0℃	08-03—08-10	99.51	0.27
	14.5 h+25.0℃	08-01—08-10	99.66	0
	12.5 h+25.0℃	08-01—08-10	99.56	0
	14.5 h+自然温度	08-01—08-12	100	0
培矮 64S	14.5 h+23.0℃	08-07—08-14	99.46	0
Peiai 64S	14.5 h+25.0℃	08-05—08-12	99.61	0
(CK)	12.5 h+25.0℃	08-02—08-09	99.28	0
	14.5 h+自然温度	08-05—08-15	99.72	0

注:在武汉播种期为 5 月 12 日
Note:The sowing date was May 12 in Wuhan

2.3 异交特性 2305S 开花习性较好,未施用“九二零”,柱头外露率 78.1%,其中双外露率 44.3%,单外露率 33.8%。抽穗当天或第 2 天就开花,盛花期在见穗后 4~6 d,单株开花 7 d 左右,开花高峰期:晴天在 10:00—12:00,遇阴雨天气相应延迟。小面积制种异交结实率 48.7% 左右。

2.4 稻米品质及抗性 经检测,2305S 精米率 71.6%,千粒重 25.1 g,稻谷长 7.3 mm,宽 2.9 mm,长宽比 2.5,直链淀粉含量 16.1%。

2012 年经安徽省农业科学院植物保护研究所接种鉴定,2305S 白叶枯病 1 级、稻瘟病 7 级。2305S 中含有来源于水稻 CBB23 中的抗白叶枯病 *Xa23* 基因,其 *Xa23* 基因 PCR 检测见图 1,分子标记引物为 RM206,阳性对照为含有抗白叶枯病 *Xa23* 基因的水稻 CBB23,阴性对照为安徽省农业科学院水稻研究所选育的籼型光温敏不育系 1892S^[9] 和 2301S^[10] 及常规恢复系水稻 3401。

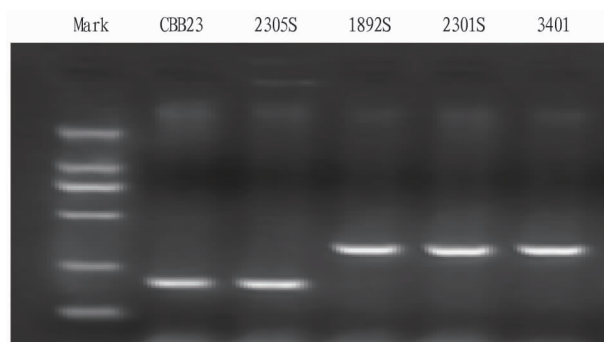


图 1 2305S 含 *Xa23* 基因 PCR 检测结果

Fig. 1 PCR detection results of *Xa23* gene for 2305S line

3 配组表现

2305S 配合力较强,以皖 2305S 为母本与一般籼稻品系测交,多数组合表现熟期适宜,穗粒数多,结实率高,米质优良,杂种优势强等优点。

所配组合 2305S/华占参加湖北省种业创新联合体测试早熟中稻区试,优势突出。2017 年平均产量 10.02 t/hm²,比对照增产 15.03%,差异极显著,居第 1 位。田间表现株型适中,性状整齐,剑叶长挺,有效穗较多,植株较矮,稃尖无色。中抗白叶枯病,中抗稻瘟病,稻瘟病综合指数 2.8,全生育期 112.9 d,米质主要理化指标达到国标二级优质稻谷质量标准。2018 年,平均产量 9.94 t/hm²,比对照增产 14.30%,差异极显著,居第 1 位。抗白叶枯病,中抗稻瘟病,稻瘟病综合指数 3.1。全生育期 110.7 d,米质主要理化指标达到国标二级优质稻谷质量标准。

4 繁殖技术要点

2305S 育性转换临界温度小于 24 ℃,在安徽或湖北秋季 9 月中下旬抽穗,一般可正常结实,但因为秋季气温的不稳定

性,具有一定的风险,一般利用海南冬季自然短日低温条件进行繁种,将育性转换敏感期安排在日平均气温低于 23 ℃ 的时段,即可安全繁种。2305S 海南冬繁时,花期宜安排在 3 月上中旬。2305S 在海南陵水的自然光温条件下,11 月底左右播种,3 月上中旬始穗。繁殖田要求隔离条件好、灌溉条件好、无其他品种落粒谷生长。注意肥水管理,及时防治病虫害和除草,及时收晒,保证种子纯度和质量。

5 制种技术要点

为确保制种安全,2305S 制种主要注意以下几点:一是选定适宜的制种季节和制种基地,合理安排播插期,避免前期低温和后期低温导致不育的情况。2305S 育性转换起点温度低于 24.0 ℃,育性稳定,在安徽稳定不育期超过 40 d。如在安徽复制,2305S 的抽穗扬花期宜在 8 月 10—20 日,根据 2305S 的生育特性,播期宜安排在 5 月中下旬。二是适时适量酌情喷施“九二零”。2305S 对“九二零”不敏感,建议母本幼穗在破口 3% 前开始启动喷洒“九二零”1 次,一般用量为 45~75 g/hm²。始喷指标抽穗 15% 左右,分 3 次按“前轻、中重、后补”的原则喷施,一般用量为 450~600 g/hm²。三是稀播壮秧,搭好丰产苗架。2305S 开花习性好,受粉能力强,异交结实率高。分蘖力强,成穗率高,通过增加母本用种量、稀播匀播、培育多蘖壮秧、适龄移栽、插足基本苗、一次性施肥等措施,培育出有效穗多、穗层整齐的苗穗群体,从而夺取高产。另外,需选好制种田;确定父母本适宜的播差期,及时调节花期,确保父母本盛花期相遇;科学肥水管理;防治病虫害,防杂保纯,严格防止生物学混杂和机械混杂,确保种子纯度和质量。

参考文献

- [1] 王春连,章琦,刘丕庆,等. 水稻抗白叶枯病基因 *Xa23* 的发掘与利用[C]//2018 全国植物生物学大会论文集. 北京:中国作物学会,2018:244.
- [2] 李定琴,钟巧芳,曾民,等. 水稻抗白叶枯病基因定位、克隆及利用研究进展[J]. 中国稻米,2017,23(5):19-27.
- [3] 吴云雨,王建飞,鲍永美,等. 65 个水稻主栽品种(系)对白叶枯病菌的抗性鉴定[J]. 江苏农业学报,2012,28(2):448-450.
- [4] 章琦,赵炳宇,赵开军,等. 普通野生稻的抗水稻白叶枯病(*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*)新基因 *Xa-23'* 的鉴定和分子标记定位[J]. 作物学报,2000,26(5):536-542.
- [5] 杨德卫,叶宁,叶新福,等. 分子标记辅助选择 *Xa23* 基因改良早稻恢复系白叶枯病抗性研究[J]. 福建农业学报,2015,30(4):351-356.
- [6] 田大刚,陈在杰,陈子强,等. 分子标记辅助选育聚合抗稻瘟病基因和抗白叶枯病基因的水稻改良新恢复系[J]. 分子植物育种,2014,12(5):843-852.
- [7] 顾建强,陈子强,林艳,等. 利用分子标记辅助选择改良蜀恢 527 对白叶枯病的抗性[J]. 福建农业科技,2019(3):6-9.
- [8] 刘峰,梁青,陈伟雄,等. 分子标记技术改良水稻白叶枯病抗性研究进展[J]. 安徽农业科学,2015,43(21):36-37,128.
- [9] 杨联松,白一松. 籼型水稻光敏核不育系 1892S 选育及其应用研究[J]. 安徽农业科学,2012,40(26):12808-12810.
- [10] 王德正,王守海,罗彦长,等. 籼型温敏核不育系 2301S 的选育[J]. 杂交水稻,2001,16(5):8-10.