

## 水稻不育系 T55A 和 T80A 的生育特性和异交特性研究

官华忠<sup>1</sup>, 彭瑞琴<sup>2</sup>, 周元昌<sup>1</sup>, 潘润森<sup>1</sup>, 陈志伟<sup>1</sup>, 林荔辉<sup>1</sup>, 毛大梅<sup>1</sup>, 赵季志<sup>1</sup>

(1. 福建农林大学作物科学学院, 福建 福州 350002; 2. 福州市仓山区农技站, 福建 福州 350007)

**摘 要:** 对优良水稻不育系 T55A、T80A 的生育特性和异交特性的研究表明: ①T55A、T80A 的播抽历期及主茎叶片数与有效积温 ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) 存在极显著相关, 感温性较强。②T55A 花时较早, 午前花率高, 且开花集中; T80A 花时比 T55A 早, 但不集中, 且午前花率较低。③T55A、T80A 柱头活力强, 开花后 5 d 仍有很强活力, 但异交结实率受环境影响大。

**关键词:** 水稻; 不育系; 生育特性; 异交特性

**中图分类号:** S 511.01

**文献标识码:** A

### Growth and the out-crossing characteristics of high quality *Indica* rice male sterile lines T55A and T80A

GUAN Hua-zhong<sup>1</sup>, PENG Rui-qin<sup>2</sup>, ZHOU Yuan-chang<sup>1</sup>, PAN Run-sen<sup>1</sup>, CHEN Zhi-wei<sup>1</sup>,  
LIN Li-hui<sup>1</sup>, MAO Da-mei<sup>1</sup>, ZHAO Ji-zhi<sup>1</sup>

(1. College of Crop Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;

2. Agro-technology Extension Station, Cangshan District, Fuzhou, Fujian 350007, China)

**Abstract:** The growth and out-crossing characteristics of high quality rice male sterile lines T55A and T80A were studied. The results showed that days from sowing to heading and numbers of main stem leaves of T55A and T80A were significantly correlative to effective accumulated temperature ( $>10^{\circ}\text{C}$ ), it indicated that both T55A and T80A were developmentally temperature-sensitive. T55A had the characteristics of early flowering, high percentage of spikelet opening before noon and concentrated flowering; while T80A was spikelet opening earlier than T55A, but not concentrated flowering, and the percentage of spikelet flowering before noon was low. Both T55A and T80A had strong stigma vigor, but their seed-setting by out-crossing was much variant under different environments.

**Key words:** Rice; Sterile line; Growth characteristics; Out-crossing characteristics

福建农林大学作物科学学院水稻遗传育种研究室于 1992 年针对特 A 育性不稳定的缺点进行遗传改良, 育成不育性稳定的新不育系 T55A、T80A<sup>[1,2]</sup>, 2000 年通过福建省技术鉴定。用这两个不育系已配制出 T 优 5537、T 优 5570、T 优 8086、T 优 551 等强优势组合, 其中 T 优 5537、T 优 5570 和 T 优 551 已分别通过了国家和福建省品种审定委员会审定。为提高这些组合杂交种子的制种产量, 降低成本, 加速这些组合的推广应用, 本文对这两个不育系的生育特性和异交特性进行研究, 以期为

两个不育系的高产繁殖制种提供科学依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

供试材料: T55A、T80A, 以珍汕 97A、II-32A 为对照。试验于 2003 年在福建农林大学试验田进行。

### 1.2 试验方法

1.2.1 分期播种 于 3 月 19 日播种第 1 期, 以后每 10 d 播 1 期, 共分 11 期播种。每期于 4~5 叶时

收稿日期: 2004-05-18 初稿; 2004-09-26 修改稿

作者简介: 官华忠 (1977-), 男, 助教, 硕士研究生, 主要从事水稻遗传育种研究。

通讯作者: 周元昌 (1963-), 男, 教授, 博士, 从事作物遗传育种研究 (E-mail: zwy\_2002@yahoo.com.cn)。

基金项目: 福建省科技厅资助项目 (96Z149)、(2001Z072)。

05/11/254

栽插 12 株, 每期定点 5 株标记主茎叶龄。每 3 d 记录 1 次, 直至剑叶完全抽出。记载始穗期和每天的平均温度。

1.2.2 开花习性观察 于盛花期(7月2日), 天气晴朗、微风、湿度较小时, 每个不育系各取 3 株, 从 7:00 至 16:00 每隔 30 min 观察 1 次开花动态。并且记载单株从开始开花至开花完毕的天数、日开花数及测量开颖角度。

1.2.3 柱头活力测定 6月28日每个不育系各取 18 株, 留下当天自然开放的颖花剪颖, 去除已开过的和未开的颖花, 套袋防止外来花粉异交。分别在 6月28日、6月29日、6月30日、7月1日、7月2日、7月3日(代表不育系开花的当天、第2d、第3d、第4d、第5d、第6d)上午用相同恢复系的花粉对每个不育系各授粉 3 株。授粉 20 d 后调查结实率, 以此来判断柱头活力。

1.2.4 柱头外露率和包颈率测定 于 7月28日对同时抽穗的各不育系随机取 50 个已开花完毕的穗, 考察柱头单双外露率及包颈率。

1.2.5 异交结实率测定 通过分期播种, 各期父本分 3 期播种, 根据父母本生育错期安排母本播期, 使各个不育系及父本同期抽穗开花, 共分 3 期处理, 即 6月25日、7月25日、8月15日。各期母本栽插 35 株。任其自然异交, 成熟时每个不育系随机抽取 5 株, 考察异交结实率, 求其平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 生育特性

#### 2.1.1 播抽历期随播种期的不同而变化 以播种

期为自变量, 播抽历期(播种至抽穗天数)为依变量, 3月19日第1期播种为 1, 分别对各个不育系进行回归分析, 所得直线回归方程列于表 1。4 个不育系分期播种的变异系数都较大, 达 11.38%~13.12%, 表明不同播期的播抽历期变化较大, 在制种过程中应予以注意。各不育系播抽历期与播种期呈极显著负相关, 即生育期随播期推迟而缩短。从回归方程可知, T55A、T80A、珍汕 97A 和 II-32A 每推迟 1 期播种, 播抽历期分别缩短 2.5 d、2.7 d、2.5 d、2.9 d。

2.1.2 播抽历期和有效积温的关系 从表 1 可看出, T55A、T80A、珍汕 97A、II-32A 的播抽历期和有效积温呈极显著负相关, 说明 T55A、T80A、珍汕 97A、II-32A 均属于感温型不育系。

2.1.3 主茎叶片数和有效积温的关系 4 个不育系主茎叶片数变异系数相差较大, 其中以 T55A 最为稳定, 其变异系数为 3.61, 叶差为 1.4, 比对照珍汕 97A、II-32A 的变异系数和叶差小; 其次为 T80A, 其变异系数为 5.17, 也比两个对照的变异系数和叶差小, 叶差为 1.75。经相关分析, 得出 T55A、T80A 主茎叶片数和有效积温呈极显著负相关, 而对照珍汕 97A 为显著负相关, II-32A 主茎叶片数和有效积温相关不显著。

上述分析表明, T55A、T80A 不同播期的播抽历期变化较大的原因主要是受温度的影响, 且主茎叶片数与有效积温相关极显著, 因此在制种中可利用该直线回归方程进行叶龄预测, 作为制种时的花期调节的参考依据。

表 1 4 个不育系生育特性的相关分析

Table 1 Correlation analysis on developing character in four sterile lines

不育系	播种期与播抽历期			播抽历期与有效积温		主茎叶片数与有效积温			主茎叶片数	
	$y=a+bx$	CV(%)	$r$	$\hat{y}=a+bx$	$r$	$\hat{y}=a+bx$	CV(%)	$r$	CV(%)	叶差
珍汕 97A(CK)	$\hat{y}=80.52-0.25x$	13.12	-0.965**	$\hat{y}=148.59-0.07x$	-0.907**	$\hat{y}=20.18-0.006x$	9.88	-0.669*	7.11	3.23
II-32A(CK)	$\hat{y}=99.16-0.29x$	11.74	-0.979**	$\hat{y}=202.42-0.08x$	-0.829**	$\hat{y}=23.07-0.005x$	6.94	-0.533	5.66	2.75
T55A	$\hat{y}=97.03-0.25x$	11.38	-0.963**	$\hat{y}=153.76-0.06x$	-0.815**	$\hat{y}=18.92-0.0034x$	9.52	-0.827**	3.61	1.4
T80A	$\hat{y}=90.72-0.27x$	12.02	-0.973**	$\hat{y}=180.92-0.08x$	-0.937**	$\hat{y}=21.15-0.005x$	8.32	-0.74**	5.17	1.75

### 2.2 开花习性

2.2.1 花时分布 珍汕 97A(CK) 和 II-32A 于 7:00 始花, 均无明显开花高峰, 午前花率分别为 65.24% 和 72.38%。T55A 始花时间比对照迟 30

min 左右, 于 7:30 始花 1.77%, 9:00 至 10:30 盛花, 9:30 出现日开花最高峰(而对照无明显高峰), 午前花率为 84.07%, 比对照珍汕 97A 和 II-32A 分别高 18.83 和 11.69 个百分点, 开花延续时

间长, 每天 7:00 至 16:00 均有开花。T80A 的始花时间与对照基本相同, 盛花期较迟, 于 9:30 至 12:00 盛花, 但无明显开花高峰, 午前花率为 63.03%, 比对照低, 每天 7:00 至 16:00 均有开花。分析表明, T55A 始花较迟, 开花集中, 且开花高峰明显, 有利于花时相遇; 而 T80A 始花早, 开花不集中, 午前花率低, 在制种中应注意花时的调节。但两不育系开花延续时间长, 4 个不育系 1 d 内各时

段的开花动态如图 1 所示。

图 2 较直观反映了 4 个不育系单株逐日开花情况。T55A、T80A 始花比对照迟 1 d, 于抽穗的第 3 d 始花 0.68%、0.43%; 始花的第 5 d 开始盛花, 比对照迟 2~3 d。两不育系盛花高峰均比对照明显, 分别为 26.17% 和 29.79%, 并分别于始花的第 10 d 和第 11 d 终花, 与对照 II-32A 相当, 比对照珍汕 97A 早。

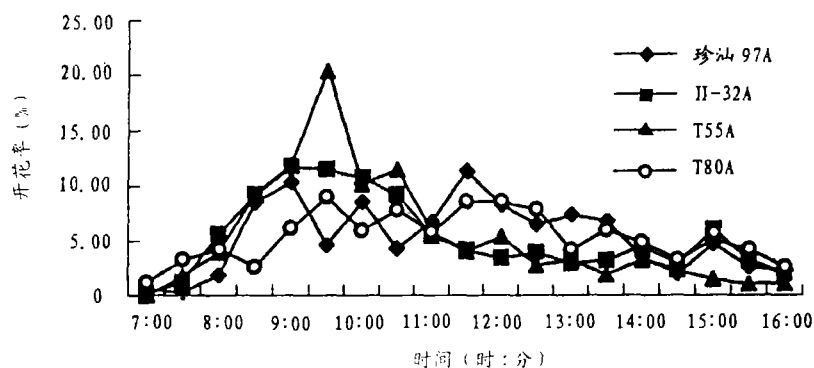


图 1 4 个不育系的分时开花情况

Fig. 1 Hourly flowering rate of 4 rice MS lines

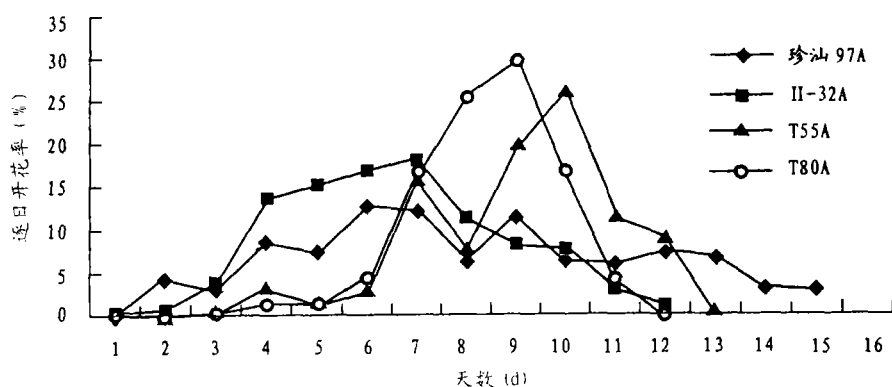


图 2 4 个不育系单株逐日开花情况

Fig. 2 Daily flower rate of four MS lines

综上所述, T55A、T80A 的抽穗和开花相对比较集中, 在调节好父母本的花期相遇的情况下, 便于制种上集中赶粉, 缩短赶粉天数。考虑到 T55A 和 T80A 均在抽穗后第 3 d 始花, 而恢复系的始花时间较母本早, 因此, 生产上应调节父本比母本迟 4 d 左右抽穗为宜。

2.2.2 开颖角度 经 LSD 多重比较, T55A、T80A 的开颖角度比 II-32A 小, 与珍汕 97A 差异不显著

(表 2)。但 T55A、T80A 开颖角度的变异系数比对照大, 分别为 25.73% 和 18.91%, 开颖角度分别为  $19.21^{\circ} \sim 41.21^{\circ}$  和  $19.05^{\circ} \sim 37.08^{\circ}$ 。

### 2.3 柱头外露率和包颈率

柱头外露率比较结果见表 3。T80A 单边、双边柱头外露率和总外露率与对照 II-32A 的差异均不显著, 但双边外露率和总外露率比珍汕 97A 的高, 差异达极显著, 其单边外露率与珍汕 97A 的差异不

显著。T55A 柱头外露率最低, 为 25.91%。T55A、T80A 的包颈率比  $\text{I}-32\text{A}$  高, 比珍汕 97A 低, 分别为 38.21% 和 39.89%。

表 2 4 个不育系开颖角度及 LSD 分析

Table 2 Angle of spikelet flowering and analysis of LSD in four sterile lines

不育系	$\bar{Y} (^{\circ})$	CV (%)	$LSD_{0.05}$	$LSD_{0.01}$
$\text{I}-32\text{A}(\text{CK})$	38.27	12.98	a	A
珍汕 97A(CK)	27.57	10.16	b	B
T55A	26.57	25.73	b	B
T80A	29.90	18.91	b	B

表 3 4 个不育系的柱头外露率和包颈率

Table 3 The rate of exerted stigma and part of enclose-sheath panicle of four lines (单位: %)

不育系	单 边 外露率	双 边 外露率	总外 露率	包颈率
$\text{I}-32\text{A}(\text{CK})$	29.81 aA	27.83 aA	57.64 aA	20.4
T80A	26.54 aA	25.75 aA	52.29 aA	39.89
珍汕 97A(CK)	28.19 aA	8.49 bB	36.68 bBC	41.23
T55A	15.12 bB	10.79 bB	25.91 cC	38.21

注: 大写字母表示 1% 的显著水平, 小写字母表示 5% 的显著水平(表 4、表 5 同)。

表 4 4 个不育系逐日授粉结实率

Table 4 Seed set by daily pollination per line

不育系	延迟授粉天数的结实率(%)							$y=a+bx$	$r$
	1	2	3	4	5	6	$\bar{x}$		
珍汕 97A(CK)	51.86 aA	45.48 abA	18.95 abA	4.90 bA	3.15 aA	0.00 bB	20.72	$y=56.87-9.71x$	-0.981**
$\text{I}-32\text{A}(\text{CK})$	44.30 aA	22.37 bA	12.32 bA	17.61 aA	4.31 aA	0.0 bB	16.82	$y=42.57-6.43x$	-0.9286**
T55A	36.28 aA	41.99 abA	21.82 abA	14.61 abA	6.95 aA	1.77 aA	20.57	$y=46.44-6.09x$	-0.9059**
T80A	19.17 aA	55.65 aA	33.91 aA	20.66 aA	6.97 aA	3.02 aA	28.23	$y=58.12-8.0x$	-0.9662**

注: 1、2、3、4、5、6 对应的日期(月/日)分别为 6/28、6/29、6/30、7/1、7/2、7/3(分别代表不育系开花的当天、第 2 d、第 3 d、第 4 d、第 5 d、第 6 d)。

## 2.5 异交结实率

同一不育系在不同自然异交环境条件下异交结实率的变异系数及不育系间异交结实率差异的显著性分析(LSD)结果见表 5。根据显著性水平得出 T55A、T80A 异交结实率比  $\text{I}-32\text{A}$  低, 它们之间的异交结实率差异极显著, 而两不育系与珍汕 97A 无显著差异。各不育系异交结实率在不同环境下变异

## 2.4 柱头活力

由表 4 可以看出, T55A、T80A 开花当天结实率与对照相当; 开花第 2 d、3 d, T80A 结实率最高, 而 T55A 结实率与对照珍汕 97A 相当, 比  $\text{I}-32\text{A}$  高; 开花第 4 d, T55A、T80A 结实率与  $\text{I}-32\text{A}$  相当, 高于珍汕 97A; 开花第 5 d, 各不育系结实率出现明显下降, 结实率差异不大; 但两不育系柱头活力比对照延续时间长, 在开花后第 6 d 仍有 1.77%~3.02% 的授粉结实率, 对照此时柱头活力已完全丧失。值得注意的是两不育系在次日授粉的结实率比当天授粉的分别高 5.71 和 6.48 个百分点, 而对照第 2 d 授粉的结实率均出现不同程度的下降。经相关分析表明, 各不育系的授粉结实率与延迟授粉天数存在极显著负相关, 即各不育系的结实率随开花后天数的增加而下降。T55A 柱头活力随天数的增加下降幅度最小, 天数增加 1 d 活力下降 6.09%。T80A 下降幅度比珍汕 97A 低, 但高于  $\text{I}-32\text{A}$ 。分析表明, T55A、T80A 柱头活力强, 在开花后第 2 d 柱头活力最高。同时两不育系在抽穗 2~3 d 始花, 因此制种的花期安排可让父本迟 2 d 抽穗, 以便花期更好地相遇, 提高制种产量。

系数差异均较大, 显示每个不育系的异交结实率受环境条件影响的程度不同, 表明不育系间异交结实率对环境的稳定程度不同。T80A 对异交环境的变异系数最大、受环境的影响最大。T55A 对异交环境的变异系数与珍汕 97A 相当, 比  $\text{I}-32\text{A}$  大, 说明其比  $\text{I}-32\text{A}$  更易受环境影响。因此, 应尽量安排两不育系在适宜的环境下制种。

表5 4个不育系异交结实率的差异

Table 5 Difference of outcrossing-seedy proportion in four lines (单位: %)

不育系	变异范围	均值	CV
I-32A (CK)	6.23~16.15	10.50 Aa	26.95
珍油 97A (CK)	2.33~13.00	6.23 Bb	46.71
T55 A	2.2~12.1	5.52 Bb	48.73
T80 A	1.19~12.74	5.28 Bb	73.30

### 3 讨 论

本文对 T55A、T80A 生育特性进行分析, 表明两不育系播抽历期及主茎叶片数与有效积温 ( $>10^{\circ}$ ) 存在极显著相关, 这有利于我们对这两不育系的制种花期进行预测。本研究中两不育系的开花习性不尽相同, 有各自的特性。T55A 的开花习性优于对照, 如其午前花率高、开花集中、柱头活力强等。T80A 开花习性与对照相当, 午前花率较低, 逐时开花较分散, 但其逐日开花较集中, 柱头活力强 (优于对照)。开花习性因不育系的不同而有很大的差异, 表明其是受遗传控制的性状。王建军等认为, 花时早受控于一对显性基因, 易转导至目标亲本中<sup>[1]</sup>。因此在选育不育系时应选择花时早、开花集中、开花高峰与父本基本吻合、受环境影响小的品系, 以提高不育系的生产应用价值。

异交结实率除受遗传控制外, 同时受到环境的影响。本研究证实了这一点, 各不育系的异交结实率存在显著差异, 异交结实率对环境的稳定程度不同。T80A 异交结实率受环境的影响最大; T55A 异交结实率对异交环境的影响也较大; 对照 I-32A 异交结实率较稳定, 受环境的影响较小。所以在选育不育系时, 除须考虑良好的开花习性外, 还应注意选育异交结实率高且对环境影响较钝感的不育系。同时在制种实践中, 应尽量安排有利于不育系异交结实率提高的环境制种。

**致 谢:** 福建农林大学作物科学学院 2004 届农学专业毕业生傅仙玉、杨玉珍参加本研究的部分工作, 特此致谢。

### 参考文献:

- [1] 潘润森, 陈志伟, 林荔辉, 等. 水稻野败型雄性不育系 T55A 的选育 [J]. 福建农林大学学报 (自然科学版), 2003, 32 (1): 6-9.
- [2] 陈志伟, 潘润森, 林荔辉, 等. 水稻优质不育系 T80A 的选育及利用初报 [J]. 福建农林大学学报 (自然科学版), 2003, 32 (2): 146-149.
- [3] 汤国华, 赵正洪, 曾爱平, 等. 辅助播期对应叶龄法预测杂交水稻制种花期技术 [J]. 杂交水稻, 2000, 15 (1): 24-25.
- [4] 王建军, 申宗坦, 石守筠, 等. 籼粳稻开花习性与遗传 [J]. 杂交水稻, 1991 (5): 39-42.