

低温敏核不育水稻go543S育性对温、光的反应

吴厚雄^{1,2}, 李必湖², 向 阳^{1,2}, 梁满中¹, 徐孟亮¹, 陈良碧^{1*}

(1. 湖南师范大学生命科学学院, 长沙 410081; 2. 湖南省安江农业学校, 怀化 418000)

摘要:以新型光温敏核不育(PTGMS, Photo-thermo sensitive genic male sterile)水稻 go543S 为材料, 通过自然生态条件下和人工温、光处理条件下的育性观察, 对其育性转换与温度和光周期的关系进行了研究。结果表明: go543S 育性主要受温度控制, 表现为低温条件下不育、高温条件下可育, 育性转换的不育临界温度值为 29.5℃, 对温度敏感的部位是幼穗, 敏感时期为花粉母细胞形成至减数分裂期, 对应的剑叶叶枕距变化范围为 -12.2 ~ +0.7cm; 育性敏感期在人工恒温 28.0℃条件下, 无论长日(14~16h)或短日(10~12h)处理均表现不育, 其不育性不受光周期影响, 在人工恒温 31.5℃条件下, 无论长日还是短日处理均表现可育, 但短日可明显提高其可育性。

关键词:水稻; 光温敏核不育系; 育性; 温度; 光周期

Effects of temperature and photoperiod on the fertility of low temperature sensitive genic male sterile rice

WU Hou-Xiong^{1,2}, LI Bi-Hu², XIANG Yang^{1,2}, LIANG Man-Zhong¹, XU Meng-Liang¹, CHEN Liang-Bi^{1,*} (1. College of Life Science, Hu'nan Normal University, Changsha 410081, China; 2. Hu'nan Anjiang Agricultural School, Huaihua, Hu'nan 418000, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(3): 463~470.

Abstract: Differentiation of a low thermo-sensitive genic male sterile (LTGMS) rice line go543S to temperature and photoperiod under the conditions of natural ecology in Changsha (altitude 45m, 28°12'N), China and different artificial temperature and day length treatments were studied. The results were as follows: (1) go543S was sterile when the natural daily mean temperature was lower than 29.4℃ but fertile when the temperature was higher than 30.3℃ at its thermo-sensitive stages. (2) The thermo-sensitive stages inducing the male sterility of go543S by low temperature were the same as those inducing male fertility by high temperature. The sensitive stages of its fertility were pollen mother cell formation and meiosis, and the relative distance between its cushion of flag leaf and that of the next leaf was from -12.2cm to +0.7cm. The meiotic stage of pollen mother was the most sensitive stage to temperature and its fertility could alternate through three days exposure to low temperature or high temperature. (3) When go543S was treated with different depths of cold water (25.0/22.0℃) at its thermo-sensitive stages, it

基金项目:国家自然科学基金资助项目(39370078); 教育部高校骨干教师基金资助项目(25000117); 湖南省生命科学联合中心基金资助项目(25990225); 湖南省农业厅资助项目。

收稿日期:2002-02-05; **修订日期:**2002-08-08

作者简介:吴厚雄(1973~), 男, 湖南怀化市人, 农艺师。主要从事水稻两用核不育系的选育和生态学研究所。

* 通讯联系人 Author for correspondence, E-mail: chenliangbi@hotmail.com.

Foundation item: This work was supported by grants from the National Natural Science Foundation of China (No. 39370078), Key Member Award from the Ministry of Education, the Center of Hu'nan Province Life-science Association and Hu'nan Province Agricultural Government Agency.

Received date:2002-02-05; **Accepted date:**2002-08-08

Biography: WU Hou-Xiong, Agronomist, Principally engage in study on the selection and ultivation of bi-using male sterile rice and ecology.

万方数据

was; a) fertile when it was irrigated with 0cm cold water (roots in water, stems, panicles and leaves in air (35. 8/29. 2 C, b) sterile when irrigated with 20cm cold water (panicles in water, leaves in air). The result showed that panicle was the thermo-sensitive part referred to the fertility alternation. (4) go543S remained sterile when it was treated with artificial daily mean temperature of constant 29. 0 C and changeable temperature of 29. 5 C (31. 0/28. 0 C), but it became fertile when it was treated with artificial daily mean temperature of constant 30 C or changeable temperature of 30. 5 C (32. 0/29. 0 C). Therefore, the critical temperature inducing sterility (CTIS) was 29. 5 C. (5) go543S showed male sterile regardless of long and short day-length treatment (from 10h to 16h) combined with controlled daily mean temperature of constant 28. 0 C, so its sterility was controlled by temperature not by photoperiod. On the other hand, it showed fertile treated with long or short day-length (from 10h to 16h) at high temperature (31. 5 C), but the stainable pollen and seed set increased as day-length shortened. It indicated that its fertility was affected to some extent by photoperiod under high temperature condition.

Key words: rice; PTGMS (photo-thermo-sensitive genic male sterile line); fertility; temperature; photoperiod

文章编号:1000-0933(2003)03-0463-08 中图分类号:S511;S181;Q142 文献标识码:A

根据水稻两用核不育系对光温条件反应的不同,将水稻两用核不育系分为两个基本类型,即光敏型和温敏型^[1],目前生产应用中所选育成功的粳型核不育系大多属光敏型,籼型核不育系大多属温敏型^[2]。在籼型温敏核不育材料中,除高温不育、低温可育的类型(如安农 S-1、衡农 S-1、培矮 64S 等)外,还有高温可育、低温不育的类型,如湖南衡阳农科所选育的 N-10S、N-13S 等,但这类材料由于不育临界温度较低(25 C 左右),不育的温度区间小,不育性不稳定,其应用价值不大^[3]。go543S 是近年来衡阳市农科所阳华秋选育成功的一个不育临界温度高、不育性稳定的新型核不育系^[4]。本试验即以 go543S 为材料,通过在自然生态条件下栽培观察和人工气候处理,研究其育性变化与温度和光周期的关系,为生产应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

go543S 籼型不育系,种子由湖南衡阳市农科所阳华秋提供。

1.2 试验方法

1.2.1 自然光温条件下的育性观测 2001 年在长沙(28°12'N,海拔 45m),对 go543S 采取分期播种,播期自 4 月 20 日至 7 月 10 日,每 10d 播 1 期,每期 30 株,栽入本校网室稻田中,常规肥水管理。定期镜检确定幼穗和花粉发育时期,开花期每日镜检花粉育性,在可育期逐日挂牌注明各穗抽穗日期并套袋,考查自交结实率。用湖南省气象局提供的温度自记仪记录每天 24h 网室中的自然温度变化,然后统计每天的昼温、夜温和日均温。

1.2.2 人工光温处理 (1)确定育性敏感时期的光温设计 生物人工气候箱内进行的可育温度处理为光期温度 33. 0 C,暗期温度 30. 0 C,光照时间 15h,光照强度 30000lx;生物人工气候箱内进行的不育温度处理为光期温度 28. 0 C,暗期温度 25. 0 C,光照时间 12h,光照强度 30000lx。分别在颖花原基分化期处理 3d,雌雄蕊形成期处理 3d,颖花原基分化至雌雄蕊形成期处理 7d,花粉母细胞形成期处理 3d,减数分裂期分别处理 1、2、3d,花粉母细胞形成至减数分裂期处理 6d,单核花粉期处理 6d。

(2)确定临界不育温度的光温设计 生物人工气候箱内温度设置分别为 29 C、30 C 两种恒温处理和 31 C(光期)/28 C(暗期)、32 C/29 C 两种变温处理,光照时间为 10h 与 14h,光照强度 30000lx,在育性敏感期连续处理 5d。

(3)光长对育性影响的光温设计 生物人工气候箱内温度设置分别为 28 C、31. 5 C 两种恒温,光照时间分别为 10h 与 14h 或 16h 长日,光照强度 30000lx,在育性敏感期连续处理 6d。

(4)确定温敏感部位的设计 将处于育性敏感期的不育系材料置于控温冷水池内,水温设置为 25 C

(白天)/22℃(夜间),自然光照条件,淹水深度分别为 0.0cm(冷水淹没泥面,使根感受水温)和 20cm(冷水淹没根、茎和幼穗,叶片处于自然高温条件下),连续处理 6d。

以上每个处理设 3 盆重复,每盆 5 株,镜检幼穗发育时期,并在处理前后分穗挂牌标记叶枕距变化(即剑叶叶枕与倒 2 叶叶枕之间的距离变化,下同),处理完毕后移回网室自然条件下抽穗,镜检花粉育性和套袋考查自交结实率,并以自然栽培条件下相同发育时期的材料作为对照。

2 结果与分析

2.1 go543S 在自然气候条件下的育性变化规律

2001 年在长沙自然条件下,各分期播种的 go543S 于抽穗期为 7 月 12 日至 10 月 20 日(每天均有穗抽出),育性观察结果表明:7 月 12 日至 8 月 1 日表现为稳定不育(表 1),平均花粉可染率为 0.7%(0.0%~4.1%),自交结实率为零;8 月 2 日至 9 月 4 日育性呈现可育→不育→可育→不育→可育的波动变化,不育时段花药枯萎干瘪,不开裂散粉,镜检花粉量少,无自交结实,可育时段花药饱满,裂药散粉并自交结实;9 月 5 日以后又转为稳定不育,镜检以无花粉型败育为主,花粉可染率为 0.4%(0.0%~3.2%),自交结实率为零。

表 1 go543S 在自然条件下的育性表现(2001 年,长沙)

Table 1 Fertility of go543S under natural condition (2001, Changsha)						
日期 Date	日平均温度(℃) Daily mean temperature		光照长度*(h) Day-length	镜检花粉 日期(月/日) Date of checking pollen	育性 Fertility	
	变化范围	平均			花粉可染率(%) Dyeable pollen	套袋自交结实率(%) Bagged seed set
	Range	Mean				
6/22~7/4	24.3~30.3	27.4	14.3~14.1	7/12~7/18	0.8(0.0~3.6)	0.0
7/5	—	29.1	14.1	7/19	1.8	0.0
7/6	—	30.3	14.0	7/20	4.1	0.0
7/7	—	28.8	14.1	7/21	2.2	0.0
7/8	—	29.4	14.0	7/22	2.7	0.0
7/9~7/18	25.6~28.8	27.5	14.0~13.9	7/23~8/1	0.3(0.0~2.1)	0.0
7/19~7/30	31.6~33.6	32.9	13.9~13.8	8/2~8/12	78.5(43.5~92.5)	56.5
7/31~8/2	24.7~29.4	27.6	13.7~13.6	8/13~8/16	1.8(0.0~4.2)	0.0
8/3~8/7	31.3~33.7	32.5	13.7~13.5	8/17~8/21	63.1(22.6~81.5)	38.1
8/8~8/17	21.5~29.6	26.4	13.5~13.4	8/22~9/1	0.9(0.0~0.8)	0.0
8/18~8/21	30.0~30.6	30.3	13.4~13.3	9/2~9/4	16.6(9.5~26.5)	4.2
8/22~9/3	23.9~27.0	25.8	13.3~12.8	9/5~9/17	0.1(0.0~0.6)	0.0
9/4	—	28.3	12.8	9/18	1.3	0.0
9/5	—	30.1	12.7	9/19	3.2	0.0
9/6	—	29.2	12.7	9/20	2.5	0.0
9/7~10/2	21.1~29.8	25.5	12.7~12.1	9/21~10/20	0.1(0.0~1.3)	0.0

* 光照长度指每天日照强度≥50 lx 的光照时间 Day-length means the light time perday with the light intensity of 50 lx or more

对田间气温和光照长度记录结果进行分析表明:go543S 在高温可育期遇连续 3d(7 月 31 日~8 月 2 日)自然日均温 27.6℃(24.7~29.4℃),则导致 14d 后连续 4d(8 月 13 日~17 日)所抽的穗表现为不育,花粉可染率为 1.8%(0.0%~4.2%),自交结实率为零;遇连续 10d(8 月 8 日~17 日)自然日均温 26.4℃(21.5~29.6℃),同样导致 14d 后连续 11d(8 月 22 日~9 月 1 日)所抽的穗表现为不育。go543S 在不育阶段遇连续 4d(7 月 5 日~8 日)自然长日(光长 14.1~14.0h)和日均气温 29.4℃(28.8~30.3℃)或连续 3d(9 月 4 日~6 日)自然短日(光长 12.8~12.7h)和日均气温 29.2℃(28.3~30.1℃),14d 后虽然花粉量明显增加,花粉可染率分别为 4.1%和 3.2%,但无花药开裂散粉,结实自交率^{万方数据}为零,说明其育性转换的不育临界温度在 29.4℃以上,且不育性不受光周期的控制;遇 1d30.3℃(7 月 6 日)或 30.1℃(9 月 5 日)的高温

不能使其不育性出现逆转,遇连续 4d(8 月 18 日~21 日)自然日均温 30.3℃(30.0~30.6℃),则 15d 后连续 4d(9 月 2 日~5 日)所抽的穗转为部分可育,花药裂散率为 27.1%,花粉可染率为 16.6%,自交结实率为 4.2%,说明 30.3℃是引起其育性波动的温度;遇连续 11d(7 月 19 日~30 日)自然长日(光长 13.9~13.8h)日均气温 32.9℃(31.6~33.6℃),则 14d 后连续 11d(8 月 2 日~12 日)所抽的穗育性恢复趋于正常,花药裂散率为 94.5%,花粉可染率为 78.5%,自交结实率为 56.5%,说明 32.9℃左右是繁殖该不育系的适宜温度,并且其可育性也不受光周期决定。以上育性观察结果表明,go543S 的育性转换主要受温度的调控而不决定于光周期,表现为高温条件下可育、低温条件下不育;抽穗前 14~15d 是其育性对低温和高温的敏感时期,较阳华秋的观察结果早 2~3d^[4],镜检幼穗,此时为花粉母细胞形成至减数分裂期;育性转换的不育临界温度在 29.4~30.3℃之间。

2.2 go543S 育性对温度的敏感时期

2.2.1 不同幼穗发育时期育性对低温敏感性比较 在长日高温可育条件下,对不同幼穗发育时期的 go543S 进行短日(12h)、低温(28.0/25.0℃)处理,结果表明:go543S 在颖花原基分化至雌雄蕊分化期经过 3d 或 7d 低温处理,花粉育性和自交结实率与自然对照无显著差异(表 2),花粉母细胞形成期经过 3d 以上低温处理,花粉育性和结实率较对照有显著下降;减数分裂期经 1d 低温处理则 14d 后所抽的穗有部分颖花闭药不散粉,自交结实率相应下降,经 2d 低温花粉育性和结实率分别降低到 18.3%和 6.9%,经 3d 以上低温则导致则 14d 后连续 4d 所抽的穗转为不育,花粉可染率为 0.8%,自交结实率为零;在单核花粉期进行了 6d 低温处理,其花粉可染率和自交结实率分别为 63.8%和 38.2%,与对照比较差异并不明显。这说明低温可以诱导 go543S 不育性的充分表达,与安农 S-1、衡农 S-1、PA64S 等高温导致不育的育性正好相反;低温诱导不育的作用时期是花粉母细胞形成至减数分裂期,减数分裂期对低温反应最为敏感,与自然气候条件下的育性观察结果一致。go543S 育性对温度的敏感时期较短(安农 S-1 等高温导致不育的育性敏感期为花粉母细胞形成至单核花粉发育早期^[5]),但在育性敏感期内对低温的敏感程度高,3d 左右短期低温即造成结实率的明显变化,这种敏感性对于不育系的繁殖是不利的。

2.2.2 不同幼穗发育时期育性对高温敏感性比较 在较低气温不育期内,对不同幼穗发育时期的 go543S 进行长日(15h)、高温(33.0/30.0℃)处理,结果表明:在颖花原基分化和雌雄蕊形成期以及单核花粉期经过 3d 或 6d 处理,均表现不育,自交结实率为零(表 3);花粉母细胞形成期经 3d 以上高温处理,则 16d 后花粉数量和可染率明显增加,自交结实率为 6.3%,在减数分裂期经过 1d 处理虽不能使育性出现恢复,但镜检花粉量增加明显,花粉可染率为 3.8%,经过 2d 处理则在 14d 后出现连续 2d 部分颖花裂药散粉,并出现 10.3%的自交结实,经过 3d 处理则在 14d 后出现连续 3d 大量颖花裂药散粉,花粉可染率和自交结实率分别为 43.2%和 22.3%;在花粉母细胞形成至减数分裂期经过 6d 处理则 16d 后出现连续 5d 绝大部分颖花裂药散粉,育性恢复趋于正常,花粉可染率和自交结实率分别为 68.5%和 43.6%。因此,go543S 育性对高温的敏感时期与对低温的敏感时

表 2 go543S 不同幼穗发育时期育性对低温(28.0/25.0℃)敏感性比较

Table 2 Comparison of the sensitivity on fertility of go543S to low temperature(28.0/25.0℃)in different stages of young panicle development

处理时期 Treated stage	处理天 数(d) Days of treatment	叶枕距 变化(cm) Change in poisition of leaf cushions	花粉可 染率(%) Dyeable pollen	套袋自 交结实 率(%) Bagged seed set
对照 ^①	—	—	79.6	49.3
颖花原基分化期 ^②	3	—	81.5	48.4
雌雄蕊形成期 ^③	3	—	74.8	43.8
花粉母细胞形成期 ^④	3	-12.2 ~ -7.7	26.8	10.1
减数分裂期 ^⑤	1	-5.8 ~ -4.4	56.3	34.1
减数分裂期	2	-6.1 ~ -2.8	18.3	6.9
减数分裂期	3	-6.6 ~ -2.0	0.8	0.0
单核花粉期 ^⑥	6	+1.6 ~ +5.3	63.8	38.2
颖花原基分化至雌 雄蕊形成期 ^⑦	7	—	68.8	40.2
花粉母细胞形成期 至减数分裂期 ^⑧	6	-11.2 ~ -2.4	0.0	0.0

① Control (natural daily mean temperture 32.9℃) ② Primordia floscule ③Stamen and pistil ④Pollen mother cell ⑤ Meiosis ⑥ Monokaryon pollen ⑦ From floscule to pollen mother cell ⑧From pollen mother cell to meiosis

期相同,即花粉母细胞形成至减数分裂期,也与自然气候条件下的育性观察结果一致;其育性变化对高温也很敏感,这对杂交制种是不利的,故在考虑制种基地时,要选择海拔较高、日均温较低且教稳定的地区。

2.3 温度处理植株不同部位对 go543S 育性的影响

光敏不育水稻感受日长的部位是叶片,其光受体为光敏色素,通过光敏色素来调控育性变化^[6]。安农 S-1、培矮 64S 等高温导致不育的温敏不育系,幼穗是其感温敏感部位^[7]。在高温时期(7 月 20 日~25 日)将处于育性敏感期的 go543S 淹冷水(25.0/22.0℃)0 cm 处理根部,结果表现为可育,花粉可染率和自交结实率与对照无明显差异(表 4),而将植株淹冷水 20cm,使根部、茎和幼穗感受水温,叶片处于自然高温条件下,则表现为不育,自交结实率为零。该试验结果说明,go543S 对温度敏感的部位是幼穗,与培矮 64S 等高温敏不育水稻对温度敏感的部位一样^[7],只是不育性的表达所要求的温度相反。

2.4 go543S 育性转换的临界不育温度

通过对自然栽培条件下 go543S 育性变化与温度的关系分析得到其育性转换的临界不育温度在 29.4~30.3℃之间,在设计的人工气候箱不同温度处理结果表明:无论光照长度为 10h 或 14h,经过 29℃恒温或 29.5℃(31/28℃)变温处理,均表现为不育,花粉数量少,花粉败育度达 98.6%以上,自交结实率为零(表 5);经过 30℃恒温或 30.5℃(32.0/29.0℃)变温处理,则表现为可育,出现部分可育花粉并自交结实。因此 29.5℃是其育性转换的临界不育温度,且日长对临界温度没有明显影响。

至于该不育系是否存在着临界温度的遗传漂移^[8~10]现象,还有待进一步的研究证实,但从试验结果来看,经过相同高温处理的不同单株之间花粉可染率和自交结实率存在着较大差异,如经过 30.0℃恒温处理的 13 株中有 2 株表现为不育,自交结实率为零(表 6),经过 30.5℃(32.0/29.0℃)变温处理各单株自交结实率(3.4%~16.7%)差别明显。这表明各单株之间临界温度存在着差异,是今后生产和研究中值得重视的。

2.5 光周期对 go543S 育性的影响

在 28℃恒温的条件下,go543S 经 10~16 h 的光照处理均表现为花粉量少且可染率无明显差异,自交结实率为零(表 7),可见 go543S 的不育性受温度控制而不受光周期的影响,属典型的温敏核不育系;但在 31.5℃的高温可育条件下,经 10h 和 12h 短日处理的花粉可染率和自交结实率较经 16h 长日处理的花粉可染率和自交结实率差异极显著($t=8.745$, $df=18$, $P<0.05$,双尾独立样本 t -检验),经 14h 处理也较经 16h 长日处

表 3 go543S 不同幼穗发育时期育性对低温(33.0/30.0℃)敏感性比较

Table 3 Comparison of the sensitivity on fertility of go543S to low temperature(33.0/30.0℃)in different stages of young panicle development

处理时期 Treated stage	处理天 数(d) Days of treatment	叶枕距 变化(cm) Change in position of leaf cushions	花粉可 染率(%) Dyeable pollen	套袋自 交结实 率(%) Bagged seed set
对照①	—	—	0.4	0.0
颖花原基分化期②	3	—	0.2	0.0
雌雄蕊形成期③	3	—	0.9	0.0
花粉母细胞形成期④	3	-14.3~-7.3	22.6	6.3
减数分裂期⑤	1	-4.8~-2.3	3.8	0.0
减数分裂期	2	-5.8~-0.6	28.6	10.3
减数分裂期	3	-6.8~-0.3	43.2	22.3
单核花粉期⑥	6	+2.0~+6.6	2.3	0.0
颖花原基分化至雌 雄蕊形成期⑦	6	—	2.8	0.0
花粉母细胞形成期 至减数分裂期⑧	6	-12.2~+0.7	68.5	43.6

① Control (natural daily mean temperture 32.9℃) ② Primordia floscule ③ Stamen and pistil ④ Pollen mother cell ⑤ Meiosis ⑥ Monokaryon pollen ⑦ From floscule to pollen mother cell ⑧ From pollen mother cell to meiosis

表 4 冷水(25.0/22.0℃)处理深度对 go543S 育性的影响
Table 4 The effect of depth of irrigating cold water(25.0/22.0℃)on the fertility of go543S

处理温度(℃) Temperature of treatment	淹水深度 (cm) Depth of irrigation	花粉可染 率(%) Dyeable pollen	套袋自交 结实率(%) Bagged seed set
对照(35.8/29.2)①	—	83.8	60.2
23.5(25.0/22.0)	0.0	78.5	57.6
23.5(25.0/22.0)	20.0	0.6	0.0

① Control (natural daily temperature 35.8℃/29.2℃)

理的自交结实率提高显著($t=2.642,df=18,P<0.05$),这说明光周期对 go543S 的可育性有一定影响。

3 讨论

表 5 go543S 育性转换的临界温度鉴定

3.1 关于水稻温敏核不育系的分类与命名

在温敏核不育的选育和应用中,不仅存在着高温不育、低温可育的类型,也有如 go543S、N-10S、N-13S 等高温可育、低温不育的类型,说明温敏核不育材料存在多样性。目前温敏不育系在光温生态学上的分类和命名尚不统一,李训贞等曾建议将高温诱导不育而低温可育的材料称之为热敏(Thermo-sensitive)类型或高温敏型,而由低温导致不育而高温可育的材料称之为冷敏(Cool-sensitive)类型或低温敏类型^[3],周庭波^[11]、高勇^[12]等分别称之为正向温敏型(the positive PTGMS)和反向温敏型(the negative PTGMS);杨花秋^[4]、李继开^[13]等将低温诱导不育而高温可育的材料称之为低温不育型,陈立云称之为低温敏型^[14]。还有人将临界温度低的高温诱导不育的温敏不育系如 GD、2S、培矮 64S 等也称之为低温敏不育系^[15,16],使分类和命名更为混淆。为此,建议采取下面的分类系统:

Table 5 Observation of the critical temperature on the fertility alteration of go543S

处理温度(℃) Temperature of treatment	光长(h) Light- length	可染花粉 率(%) Dyeable pollen	套袋自交结 实率(%) Bagged seed set
对照 1(35.8/29.2)①	13.9	83.8	60.2
29.0	10	0.6	0.0
29.5 (31.0/28.0)	10	1.2	0.0
30.0	10	32.5	16.8
30.5 (32.0/29.0)	10	38.7	20.2
对照 2(30.8/23.7) ②	14.0	0.3	0.0
29.0	14	0.8	0.0
29.5 (31.0/28.0)	14	1.4	0.0
30.0	14	18.7	6.2
30.5(32.0/29.0)	14	23.4	9.4

①Control1(natural daily temperature 35.8℃/29.2℃)
②Control2(natural daily temperature 30.8℃/23.7℃)

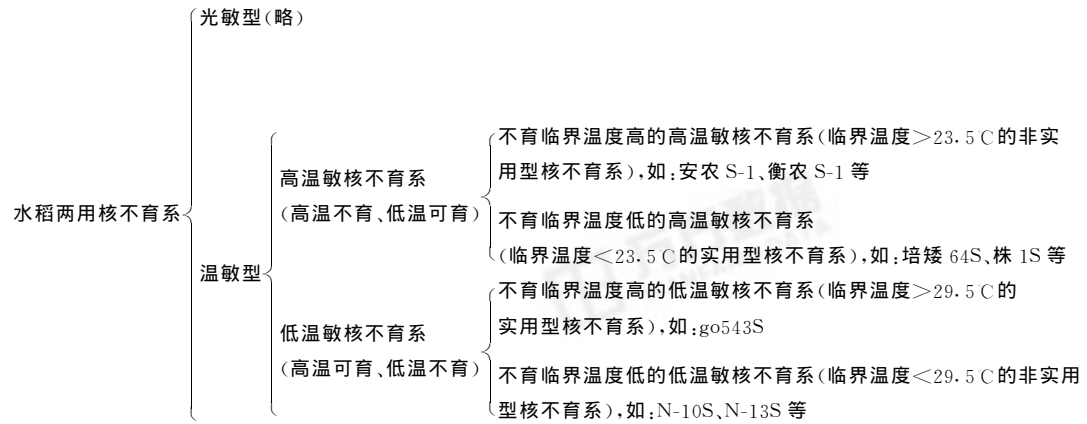


表 6 go543S 不同单株育性表现

Table 6 The fertility of different plants of go543S

处理温度(℃) Temperature of treatment	单株套袋自交结实率(%) Bagged seed set of individual plant													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Avg
对照(30.8/23.7)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Control (natural daily temperature 30.8/23.7)														
30.0	11.3	12.8	7.5	0.0	2.8	8.4	4.7	6.8	0.0	8.2	9.9	5.8	1.9	6.2
30.5℃ (32.0/29.0)	10.5	14.6	9.0	9.5	16.7	4.7	7.6	8.2	12.6	3.4	6.3	9.6	8.9	9.4

3.2 go543S 的生产应用价值

低温敏核不育系 go543S 的发现和育成,丰富了光温敏不育材料的遗传类型,使人们能充分利用两系不育资源和杂种优势。从育性转换规律的研究结果来看,相对于高温敏不育系,go543S 具有制种安全期长、

风险性小等优点,例如该不育系在海拔 500m 以上的全国大部分稻区全年没有可育期,选择适宜的地点和时期可实现安全制种^[4],在较高纬度地区制种安全性也较高^[13,17]。但 go543S 因临界可育温度高,对温度敏感,即使安排在南方低海拔稻区盛夏高温季节繁殖,如果在敏感期遇低于 30℃ 以下低温阴雨天气,其繁殖产量会受到影响。作者认为可从以下几方面作深入研究:一是结合各地多年的气象资料,选择敏感期在其最高气温出现的时段进行繁殖;二是采取稀播稀植,加强肥水管理,适度拉开主穗与大、小分蘖之间的发育进度,增大遇上高温的机率,减轻短期低温的影响;三是在短期低温到来时,采用深灌高温水保温;四是在繁殖失败时及时割穗,利用高位分蘖进行补救性繁殖。

References:

[1] Yuan L P. Progress of two-lene system two-line hyprid rice breeding. *Scientia Agricultura Sinica*,1990,**23**(6):1~6.

[2] Zhou G Q. Ecological physiology of thero-sensitive genic male-sterile rice. In:Zhou G Q ed. *Ecological Physiology of thermo-sensitive genic male-sterile rice*. Hu'nan:Hu'nan Normal University Press,1996. 3~17.

[3] Li X Z,Ch L B,Zh T B. Preliminary observation of fertility changes in the new type low temperatutre sensitive male sterile rice N-10S and N-13S. *Journal of natural science of Hu'nan Normal University*,1991,**14**(4):376~378.

[4] Yang H Q,Zhu J. Breeding of go543S,an indica PTGMS rice with its sterility induced by short daylength and low temperature. *Hybrid Rice*,1996,(1):9~10.

[5] Ch L B,X Z,Zhou G Q. Effects of temperature on the sterility of rice in photo-sensitive and thermo-sensitive male sterile lines. *Acta Agronomica Sinica*,1993,**19**(1):47~54.

[6] Tong Z,Schendel R,Rüdiger W, The receptor of photoperiod-phytochrome and its purification,characterization. In:Yuan L P ed. *Current status of two line hybrid rice research*. Beijing:Chinese Agricultural press. 1992. 160~169.

[7] Xu M L,Zhou G Q. Studies on thermo-sensitive part of Peiai 64S relating to its fertility expression. *Hybrid Rice*, 1996,(2):28~30.

[8] Chen L Bzhou G Q,Hu'nan L. Studies on the fertility of the photo and/or thermo sensitive genic male sterile rice newly-developed in Hunan. *Hybrid Rice*,1994,(5):23~26.

[9] Yuan L P. Purification and production of foundation seed of rice PGMS and TGMS lines. *Hybrid Rice*,1994,(6):1~3.

[10] Liao F M,Yuan L P. A discussion on genetically purifying P(T)GMS rice lines in critical sterility inducing temperature. *Hybrid Rice*,1996,(6):1~4.

[11] Zhou T B,Chen Y P,Li Dy,*et al.* Comparison on fertility between the positive PTGMS rice and the negative PTGMS rice. *Hu'nan Agricultural Sciences*,1992,(5):6~8.

[12] Gao Y,Yang Z Y,Wei Y L,*et al.* The approach of breeding photo-sensitive genic male sterile rice adapting to climate condition of the north of China. *Chinese Journal of Rice Science*,1996,**10**(1):54~56.

[13] Li J K,Li Z Y,Wang Z X,*et al.* Fertility performance of the low temperature induced sterility rice line go543S in Liaoning. *Hybrid Rice*,1998,**13**(4):37~38.

[14] Chen L Y. Ecological basis of two-line hybrid rice. In:Chen L Y ed, *the principles and techniques of two-line hybrid*

表 7 不同光照长度对 go543S 的育性的影响

Table 7 The effect of different day -length on the fertility of go543S

温度(℃) Temperature	光长(h) Day-length	花粉可染率 (%)Dyeable pollen	套袋自交结实率 (%)Bagged seed set(%)
28.0	16	0.4	0.0
28.0	12	0.7	0.0
28.0	10	0.4	0.0
31.5	16	46.3	27.5
31.5	14	48.7	30.7*
31.5	12	58.6**	37.3**
31.5	10	64.1**	41.4**

* 和 ** 分别表示经过 14h(12h 或 10h)处理与经过 16h 处理的结果进行双尾独立样本 t-检验差异显著 $P<0.05$ 与极显著 $P<0.01$ Significant * and very significant ** between the result of treated with 14h(12h or 10h)and treated with 16h at $P<0.05$ level and $P<0.01$ level respectively through 2-tailed independent sample in t-test.

rice, Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers, 2001. 1~31.

[15] Wang F, Peng H P, Wu Y Y, *et al.* Studies on selection of indica rice TGMS line GD-2S with low critical temperature. *Hybrid Rice*, 1996, (4): 12~14.

[16] Li W K, Song Z P. The fertility transfer law of low temperature sensitive nuclear sterility system cultural short 64S and K1405S in Nanning. *Journal of Guangxi Agriculture*, 1999, (2): 23~26.

[17] Wei Y L, Chi K S, Zhao Y C. The fertility expression and preliminary study on the application of the negative PTGMS rice in the north of China. *Liaoning Agricultural Sciences*, 1995, (4): 40~42.

参考文献:

[1] 袁隆平. 两系法杂交水稻研究的进展. 中国农业科学, 1990, **23**(3): 1~6.

[2] 周广治. 温敏核不育水稻的光温生态生理学研究综合报告. 见: 周广治主编. 温敏核不育水稻的光温生态生理学. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1996. 3~17.

[3] 李训贞, 陈良碧, 周庭波. 新型低温不育水稻(N-10S, N-13S)育性的初步鉴定. 湖南师范大学学报, 1991, **14**(4): 376~378.

[4] 阳花秋, 朱捷. 籼型水稻短日低温不育核不育系 go543S 的选育研究. 杂交水稻, 1996, **11**(1): 9~10.

[5] 陈良碧, 李训贞, 周广治. 温度对水稻光敏、温敏核不育基因表达影响的研究. 作物学报, 1993, **19**(1): 47~54.

[6] 童哲, Schendel R, Rüdiger W. 水稻的光周期受体——光敏色素及其提纯与鉴定. 见: 袁隆平主编. 两系法杂交水稻研究论文集. 北京: 农业出版社, 1992. 160~169.

[7] 徐孟亮, 周广治. 培矮 64S 育性表达的温敏感部位研究. 杂交水稻, 1996, **11**(3): 28~30.

[8] 陈良碧, 周广治, 黄亮. 湖南新选育的水稻光温敏核不育材料的育性研究. 杂交水稻, 1994, **48**(5): 23~30.

[9] 袁隆平. 水稻光、温敏不育系的提纯和原种生产. 杂交水稻, 1994, **49**(6): 1~3.

[10] 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. 杂交水稻, 1996, **11**(6): 1~4.

[11] 周庭波, 陈友平, 黎端阳, 等. 正向光温敏不育系与反向光温敏不育系的育性比较. 湖南农业科学, 1992, (5): 6~8.

[12] 高勇, 杨振玉, 魏耀林, 等. 选育适合北方气候条件的光温敏核不育水稻的技术探讨. 中国水稻科学, 1996, **10**(1): 54~56.

[13] 李继开, 李振宇, 王志兴, 等. 水稻低温核不育系 go543S 在辽宁的育性表现. 杂交水稻, 1998, **13**(4): 37~39.

[14] 陈立云. 两系杂交水稻的生态学基础. 见: 陈立云主编. 两系法杂交水稻的理论与技术. 上海: 上海科学技术出版社, 2001. 1~31.

[15] 王丰, 彭惠普, 伍应运, 等. 籼型低温敏核不育系 GD-2S 的选育研究. 杂交水稻, 1996, (4): 12~14.

[16] 李维科, 宋智萍. 低温敏核不育系培矮 64S 和 K1405S 在南宁的育性转换规律. 广西农学报, 1999, (2): 23~26.

[17] 魏耀林, 迟克生, 赵迎春. 反向光温敏 S 系在北方的育性表现及应用前景初探. 辽宁农业科学, 1995, (4): 40~42