

光敏核不育水稻的光温反应研究*

III. 减数分裂期温度对两个籼稻光敏 不育系育性转换的影响

孙宗修 程式华 闵绍楷 熊振民 应存山 斯华敏

(中国水稻研究所, 杭州, 310006)

杨仁崔 梁康迳 王乃元

(福建农学院, 福州, 350002)

提 要

在人工控制条件下研究了在 15 小时长光照下减数分裂期的不同温度 (23.3~30.3℃) 对籼稻光敏不育系 W6154S 和 5460S 育性转换的影响。结果表明, 温度对育性的影响因温度的高低及处理持续时间长短而异, 不同的材料对温度的反应不同。5460S 从不育转为可育的临界温度在 26.4℃ 左右, 而 W6154S 在处理温度范围内均出现自交结实现象, 表明供试的 W6154S 株系育性转换的临界温度可能超过 30.3℃。提出了深入研究影响籼稻光敏不育系育性转换的临界温度的建议。

关键词 籼稻 (*O. sativa* L. subsp. *indica*), 光敏不育系, 育性转换, 临界温度

近年来, 各地陆续发现了籼稻光敏不育系 (在统一更名之前, 仍暂称为“光敏”而不用“温敏”或“光(温)敏”等) 的育性转换明显受温度的影响^[1,2], 这类材料在自然条件下种植时, 育性易随气温的变化而波动。1989 年夏季异常低温使育性波动表现得尤为显著^[3~6], 影响了用光敏不育系进行两系法制种的纯度。据报道, 有些籼稻光敏不育系的育性转换主要是由抽穗前 10 天左右即减数分裂期的温度决定的^[4~6], 因此极有必要搞清在特定光照条件下育性转换的临界温度, 以明确这类光敏不育系的适应区域。利用人工气候箱群有可能模拟自然条件下的各种温度变化^[7], 研究不同处理温度和持续时间与籼稻光敏不育系育性转换的关系, 找出影响育性转换的临界温度, 为育种实践提供参考依据。

1 材料与方 法

供试材料为籼稻光敏不育系 W6154S 和 5460S, 以常规品系 5460 为对照, 种子由育成单位 (湖北农科院和福建农科院) 直接提供。

* 本研究得到农业部、国家自然科学基金委员会、浙江省科委和福建省科委的资助。湖北省农科院卢兴桂先生提供 W6154S 的种子, 浙江农业大学申宗坦教授对本文提出宝贵意见, 一并致谢。

本文于 1990 年 10 月 21 日收到, 1991 年 12 月 10 日审定。

试验于1989年进行。7月11日播种于塑料周转箱内,8月1日移栽于大田,单本插,常规管理,由于周转箱内营养条件较差,加上生长期气候异常而偏低,稻株生长较正常年份慢。9月2日将开始拔节的植株带泥移入塑料营养钵内,每钵一株(部分植株分蘖较多,掰蘖后移栽)。将营养钵排列于灌满水的塑料箱中,然后置于长光照(15.0小时)高温(日最高/最低温度为33/28℃,平均温度30.3℃)的人工气候箱中。当参试植株中有剑叶与下一叶叶枕距为 0 ± 1 厘米的主茎或分蘖出现时,标记剑叶并挂牌,移入如表1所列的6个不同温度处理的生长箱内,每处理一般4株以上,在15小时长光照条件下,分别处理24、48和72小时后仍放回长光照高温生长箱内继续生长直至成熟。另有部分植株继续留在各处理生长箱内两周至抽穗或抽穗后作为辅助试验。以一直留在长光照高温生长箱中未作其他处理的植株作为试验对照。

植株抽穗时,全部穗子均套袋并标明抽穗日期,对叶片作过标记的穗子另取小花3~5朵固定镜检花粉育性以作参考。成熟时逐穗考查自交结实率。标记穗的自交结实率经 $\sin \sqrt{x}$ 转换后作温度与时间两因子方差分析。

表1 人工气候箱的光温条件
Table 1 Light and temperature conditions in growth chambers

处理号 No.	温 度 Temperature (°C)						CK
	1	2	3	4	5	6	
日最高温度 Daily max. temp.	28.0	28.0	33.0	28.0	33.0	33.0	33.0
日最低温度 Daily mini. temp.	20.0	22.0	20.0	25.0	22.0	25.0	28.0
日平均温度 Daily average temp.	23.3	24.6	24.8	26.1	26.4	28.0	30.3

光照时间 Light period 15.0 hr(6:00~21:00)

相对湿度 Relative humidity 75%

试验用日光型人工气候箱以自然光并补加日光灯作为光源,光周期为早上6时至晚上9时,温度模拟自然条件上下波动,相对湿度为75%。光温条件设定后,由电脑控制,自动操作。

2 结果与分析

2.1 影响育性转换的温度敏感期估测

稻株经不同温度处理24~72小时后移入长光照高温生长箱中陆续抽穗。如不考虑处理的温度和处理持续时间,将全部处理的穗子按处理后的抽穗期归类,大致可发现5460S从处理后9天至27天抽穗的穗子中,均有部分穗出现不同程度的自交结实现象,结实率为1.4~26.5%,处理后28天以上抽穗的穗子全不结实。而W6154S在所统计的处理后9~32天内的各个时期均有部分穗结实,自交结实率为2.0~30.8%。以温度起作用的发育阶段来估计,温度对5460S育性作用发生在第二枝梗原基及颖花原基分化至减数分裂期,而对W6154S发生在一次枝梗原基至减数分裂期。相对而言,均以减数分裂对温度最为敏感(表2),在此时期内结实穗子的频率较其他时期明显高,如W6154S的结实穗率为62.9%,结实穗的平均自交结实率达 $7.5 \pm 5.3\%$,而5460S则分别为52.5%和 $12.7 \pm 8.5\%$ 。这表明减数分裂期是供试的两个籼稻光敏不育系的育性对温度较为敏感的时期,这与田间观察的结果也是一致的。

2.2 减数分裂期温度及持续时间对育性转换的影响

以标记穗子的自交结实率为准, 考查了在长光照条件下不同温度及持续时间对供试材料育性的影响。结果表明, 处理的效应因供试材料而异, 效应的大小又与处理的温度及持续时间有关(表 3)。

表 2 温度处理后不同时期抽穗的穗子中结实穗的频率(%)
 Table 2 Percentage of fertile panicles heading in different dates after treatment with various temperature combinations

抽穗距处理天数 Days from treatment to heading	9—12	13—15	16—20	21—27	28—32
估计处理时植株的发育阶段 Estimated development stage at treatment	减数 分裂期 MS	花粉母细胞 形成期 PMCFS	雌雄蕊 形成期 PSFS	第二枝梗及雌 雄蕊原基分化期 PSBPS	第一枝梗 原基分化期 PBPDS
5460S	52.5	32.4	15.2	13.0	0
W6154S	62.9	53.3	62.5	38.9	46.2
5460(CK)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Key of abbreviation: MS—Meiosis stage; PMCFS—Pollen mother cell formation stage; PSFS—Pistal and stamen formation stage; PSBPS—Primordia of secondary branch and pistal and stamen differentiation stage; PBPDS—Primary branch primordium differentiation stage

表 3 减数分裂期不同温度及持续时间条件下两个籼稻光敏核不育系的自交结实率(%)
 Table 3 Self bagged seed setting rate of two indica PGMSR under different range of temperature with various durations at meiosis stage

品 种 Varieties	时 间 Duration (h)	温 度 Temperature (°C)						
		23.3	24.6	24.8	26.1	26.4	28.0	30.3*
W6154S	24.0	3.4±4.2	0.8±1.7	3.2±3.0	0.8±1.6	5.5±7.6	6.0±5.7	2.8±5.5
	48.0	1.5±1.8	7.2±9.2	8.7±9.0	2.0±4.1	7.9±7.7	4.4±4.0	
	72.0	6.3±2.7	4.8±5.4	6.8±6.1	7.8±3.8	5.3±6.8	1.7±2.9	
5460S	24.0	0.9±1.5	0	0	0	0	0	0.4±1.2
	48.0	2.4±3.7	0.6±1.2	5.2±6.3	2.8±7.3	0	0	
	72.0	11.3±11.3	15.7±11.0	10.4±9.7	4.1±5.7	0.2±0.5	0	
5460CK	24.0	54.0±15.5	43.7±13.5	30.5±21.8	42.5±30.6	56.4±11.4	37.8±15.9	34.9±15.7
	48.0	27.1±18.2	32.6±19.5	42.8±20.3	32.1±22.0	56.6±24.5	31.4±10.6	
	72.0	44.6±13.9	52.8±5.3	32.0±13.0	54.5±12.8	37.3±19.9	39.2±9.4	

* 一直生长在 30.3°C 高温箱中

* Growing continuously in chamber with 30.3°C / 15 hr. from the beginning of treatment to maturity

W6154S 在各种处理中都有一定比例的穗子自交结实, 即使一直生长在高温长日下的对照处理箱中, 在所考查的 47 个穗子中仍有 15 个(约占 30%)穗子自交结实, 平均自交结实率为 2.8±5.5%。相比较, 处理温度、处理持续时间以及温度×时间对 5460S 育性转换的效应十分明显(均达到 1%显著水准), 首先表现在随着处理平均温度逐渐下降, 促使育性恢复所需的时间相应减少。当平均温度为 28.0°C 时, 处理 3 天不能使育性得到恢复; 当平均温度降为 26.4°C 时, 经 72 小时处理后, 出现一结实穗(结实率为 1.4%); 当平均温度进一步降到 26.1°C 与 23.3°C 时, 育性开始恢复的时间相应地减少到 48 小时与 24 小时。其次, 在同一温度组, 随着处理时间的增加, 自交结实率有明显提高的趋势。例如在 24.8°C 处理时, 处理 24、48 与 72

小时的自交结实率相应为 0.52% 和 10.4%; 在 23.3℃ 时, 随着处理时间从 24 小时增加到 72 小时, 自交结实率也相应提高, 从 0.9% 渐增至 11.3%。这表明较为冷凉的温度可以加速育性的恢复, 处理持续时间对育性转换具有一定的累加效应。

2.3 育性转换临界温度的推断

在试验中分析了最高温度、最低温度与平均温度对 5460S 育性转换的作用。由于 5460S 在最高/最低温度为 28℃/25℃ (平均温度为 26.1℃) 与 33℃/20℃ (平均温度为 24.8℃) 时发生明显的育性转换, 而在 33℃/22℃ (平均温度为 26.4℃) 时保持不育或育性极低 (处理 72 小时平均结实率 0.2%), 虽试验的证据还不够充足, 但也提示了在减数分裂期的平均温度在育性转换中可能要比日最高温与日最低温更重要。在此, 我们假定以平均自交结实率低于 0.5%, 单株自交结实率不超过 5% 作为不育指标, 以减数分裂期连续处理 3 天仍未恢复育性的平均温度下限作为育性转换的临界温度, 可以推断在 15 小时长光照条件下, 5460S 的临界温度在 26.4℃ 左右, 而 W6154S 在处理温度范围内均出现结实现象, 推测其临界温度可能高于 30.3℃。当然, 本文定义的临界温度只是相对的, 由于存在着处理的累加效应, 在临界温度的偏高点, 延长处理时间也会出现少量结实现象。如在辅助处理中, 5460S 植株即使在平均温度 28℃ 时, 处理延长至 14 天后观察, 也发现约一半的植株出现结实 (自交结实率 > 4.1%)。这一温度指标则与从通过自然条件下分期播种资料获得的回归公式推导的 5460S 育性转换的临界温度颇为接近^[4]。

3 讨 论

光敏核不育水稻的育性变化根据其自交结实程度似可分为基本或完全不育、部分可育 (即通常称为育性转换) 与育性基本或接近正常 3 个阶段。因此在不育与部分可育之间应存在育性转换的临界点, 称临界点 1; 而在部分可育和育性基本正常之间则应存在另一育性转换临界点, 可称其为临界点 2。显然, 临界点 1 关系到某一特定地区的制种纯度, 临界点 2 则关系到该地区的繁种产量。育性转换临界点还制约着光敏不育系的生产适应区域。因此, 广大水稻育种工作者迫切需要有关临界点的光温参数。

供试的两个籼稻光敏不育系的育性转换主要是由温度决定的。因此, 搞清在长光照条件下对温度敏感的发育阶段和育性转换的临界温度对于保证制种质量是非常重要的。本文对临界点 1 的有关参数作了探讨, 证明减数分裂的较低温度会影响育性的转变, 但这种作用因材料和低温持续天数而异, 至于与繁种产量有关的临界点 2, 需作进一步研究。

据观察, W6154S 在 1989 年夏季杭州的自然条件下, 逐日自交结实率始终高于 0.5%^[4]; 在人工气候箱的鉴定中, 当温度为 29.8℃, 光照时间为 12.0 小时与 15.0 小时时, 平均自交结实率分别为 3.1% 与 2.3%^[8]。本试验结果与上述研究结果完全吻合, 表明对其所推断的临界温度值是具有相当可信度的。

本研究是探索水稻光敏不育系育性转换的临界温度的首次试验。为排除光照时间对育性转换可能产生的影响, 本试验采用了 15 小时的长光照时间, 但严格地说, 任何温度总是伴随一定的光周期起作用的, 由于籼稻光敏不育系的主要种植地区福建、两广等地夏至日长 (包括曙暮光) 不超过 14.3 小时, 因此需要设计更细致的试验, 提出比较符合这一带日照条件的温度参数, 并探讨温度对其他发育时期的作用。由于不同的光敏不育系育性转换的临界温度不同, 有

必要利用人工气候箱群逐个研究它们的光温反应并确定其育性转换的临界温度。如果在利用人工气候箱进行研究的同时, 统一部署, 适当选点, 在自然条件下观察, 就有可能在较短时间内明确提出它们的适应区域, 这对生产是很有意义的。

参 考 文 献

- [1] 李丁民、梁世荣、褐绮林、覃惜阴, 1989, 杂交水稻, (1)27-31。
- [2] 杨振玉、顾义明、华泽田、高日玲, 1989, 杂交水稻, (1)32-34。
- [3] 武小金、尹华奇, 1989, 湖南农业科学, (6)16-18。
- [4] 程式华、孙宗修、闵绍楷、熊振民、应存山、斯华敏, 1990, 中国水稻科学, 4(4)157-162。
- [5] 李新奇, 1990, 湖南农业科学, (1)10-13。
- [6] 王才林、邹江石, 1990, 植物遗传理论与应用研讨会文集, 中国遗传学会, 300-303。
- [7] 孙宗修、程式华、闵绍楷、熊振民、应存山、斯华敏, 1991, 中国水稻科学, 5(2)56-60。
- [8] 孙宗修、程式华、斯华敏、杨仁崔、梁康逵、王乃元, 1991, 浙江农业学报, 3(3)101-105。

Studies on the Response of Photoperiod Sensitive Genic Male Sterile (PGMS) Rice to Photoperiod and Temperature

III. Effect of temperature at meiosis on the fertility of 2 PGMS indica strains

Sun Zong-xiu Cheng Shi-hua Min Shao-kai Xiong Zhen-min
Ying Cun-shang Si Hua-min

(China National Rice Research Institute, Hangzhou, China, 310006)

Yang Ren-cui Liang Kang-jing Wang Nai-yuan

(Fujian Agricultural College, Fuzhou, China, 350002)

Abstract

Effect of temperature (daily average air temperature 23.3°C-30.3°C) at meiosis on the fertility of PGMS indica strains, W6154S and 5460S, was studied under controlled conditions. The results indicated that the effect was different with different temperatures and durations, as well as with different PGMS strains. Under longer daylength of 15.0 hours, the critical temperature for the transition of 5460S from sterile to fertile was about 26.4°C, and for that of W6154S, probably above 30.3°C. Measurement of the critical temperatures influencing the fertility of PGMS rice in further studies was also discussed.

Key words Indica, Photoperiod sensitive genic male sterile (PGMS) rice, Sterility, Critical temperature