

水稻光温敏核不育系的温敏期研究

陈雄辉 万邦惠 陈伟栋 梁克勤

(华南农业大学农学系, 广州, 510642)

摘要 以农垦 58 S 为基因供体转育的 W6154 S, Ks-9, N12 S, N15 S, N18 S 5 个籼稻光温敏核不育系, 于 1991~1993 年在广州自然条件下观察了它们的育性变化, 对温度诱导其育性转换规律进行了相关, 多元回归及通径分析。结果表明: 1. 不同的不育系, 其温敏性越强不育系温敏期越长。同一不育系, 日最低温温敏期最长, 日均温其次, 日最高温最短。2. 不同不育系各温度因素对花粉育性的影响不同。有的以日最低温影响最大; 有的以日均温影响最大。各温度因素之间的作用有的相差悬殊; 有的则相差较小。3. 温敏期内通常有 2~3 个强温敏时段, 它们因不育系不同而分布的区段不同; 同一不育系, 日最低温、日均温、日最高温的强温敏时段分布也有差异。

关键词 水稻; 光温敏核不育系; 育性转换; 温度敏感期

中图分类号 S 501

温度是影响水稻光温敏核不育系育性转换的重要因素。不育系在生长发育过程中, 因温度导致育性变化的时期称温度敏感期, 一般认为: 花粉母细胞形成至减数分裂期是诱导育性转变的温度敏感期(王三良等, 1990; 陈良碧等, 1992; 章显光等, 1992)。也有认为: 二次枝梗原基分化期、颖花原基分化期, 雌雄蕊形成期, 单核花粉期也包含在温度敏感期内(孙宗修等, 1993; 陈良碧等, 1993; 曾汉来等, 1993)。在温度因素中, 有报道认为对育性的影响是不等价的, 有的结果是日均温作用最大(潘熙淦等, 1993), 有的结果是日最高温作用最大*(Maruyama, 1990)。这些不同研究反映出在温敏期、温度因子等方面存在较大分歧。据我们多年观察: 在自然温度变化影响下, 不同不育系的育性变化很大, 温度导致育性改变涉及的因素很多, 对育性的预测和利用较难掌握。因此, 进一步探讨其规律是很有必要的。

1 材料与方法

以农垦 58 S 为基因供体育成的籼型光温敏核不育系 W6154 S, Ks-9, N12 S, N15 S, N18 S 为材料。1991~1993 年在华南农业大学农场(广州 23°08'N)每年 2 月下旬至 8 月下旬每隔一个月播种一期, 从 5 月下旬至 11 月上旬每个不育系每隔 7~10 d 各选 10 株刚抽出的稻穗顶端 3 朵颖花的花药混合捣碎用 I_2 -KI 液染色镜检, 计算平均可育花粉百分率。查对试验所在地的气象资料, 记录每次镜检前(即抽穗前)1~24 d 的每天日均气温、日最低气温、日最高气温。考虑到温度的作用效应是累加的, 一天的温度影响育性作用太小, 而 3 d 及

1995-04-19 收稿

*Maruyama K, Araki H, Kato H. 1990. Thermosensitive genic male sterility induced by irradiation, in proc. of international rice genetics Symposium, IRRI, May.

3 d 以上的温度合并,又会因不同天的温度相差较大,其平均值影响准确性。故采用按序连续 2 d 的温度加权平均数为代表,得出 12 个时段的平均气温、日最低气温、日最高气温共 36 个温度变量。查记每次镜检所对应的不育系穗分化 III-V 期的每天日长,然后按加权平均合并为一个平均日长作为光敏期日长变量。

通过温度变量与花粉可育率的相关分析,得出相关显著或极显著的温度时段,表明这些时段的温度变化会显著或极显著地导致花粉可育率改变,因而将这些时段定为温度敏感期。

分别从 3 个温度因素敏感期各时段温度对花粉可育率进行的多元回归分析中,得出日最低温敏感期温度影响育性变量(X_1),日均温敏感期温度影响育性变量(X_3)及日最高温敏感期温度影响育性变量(X_5)。上述 3 个变量反映了温度水平高低的影响作用而未能反映敏感期各时段温度差异大小引起的温温互作效应对育性的影响,故引入 3 个标准差变量补充。即从每一花粉育性观察值所对应的日最低温敏感期各时段温度计算出对应的每一个标准差值,以反映敏感期各时段日最低温的差异,从而得出温敏期日最低温标准差变量(X_2),同理得出温敏期日均温标准差变量(X_4)及日最高温标准差变量(X_6)。以 X_1-X_6 及敏感期日长(X_7)对可育花粉率(Y)进行通径分析。计算各因素对可育花粉率决定程度(R^2)的贡献值。计算式: $d_{x_i} = r_{x_i y} \cdot p_{yx_i}$ (d : 贡献值; r : 相关系数; p : 通径系数; x_i : 各变异因素; y : 花粉可育率)。 X_1-X_7 7 个因素共同对育性的决定程度 $R^2 = \sum d_{x_i}$ 。敏感期日最低温贡献值为: $dx_1 + dx_2$; 敏感期日均温贡献值为: $dx_3 + dx_4$; 敏感期日最高温贡献值为: $dx_5 + dx_6$ 。对 R^2 贡献值大的温度因素对不育系育性影响作用就大。

温敏期强弱敏感时段的确定: 计算敏感期各时段温度对 R^2 的贡献值并比较其大小, 贡献值大的时段温度变化对育性影响大, 属强敏感时段, 反之, 属弱敏感时段。计算方法: 分别以 3 个温度因素敏感期各时段温度与可育花粉率进行通径分析, 然后计算各温度因素敏感期各时段温度对回归总变异(R^2)的贡献值。计算公式:

$$d_{x_1}^a = r_{x_1 y} \cdot p_{yx_1} \cdot (d_{x_1} + d_{x_2}) / \sum r_{x_i y} \cdot p_{yx_i},$$

$$d_{x_3}^b = r_{x_3 y} \cdot p_{yx_3} \cdot (d_{x_3} + d_{x_4}) / \sum r_{x_i y} \cdot p_{yx_i},$$

$$d_{x_5}^c = r_{x_5 y} \cdot p_{yx_5} \cdot (d_{x_5} + d_{x_6}) / \sum r_{x_i y} \cdot p_{yx_i}.$$

[d^a : 日最低温贡献值; d^b : 日均温贡献值; d^c : 日最高温贡献值; r : 相关系数; p : 通径系数; x_i : 敏感期各时段温度; y : 花粉可育率; $(d_{x_1} + d_{x_2})$: 敏感期日最低温对 R^2 的总贡献; $(d_{x_3} + d_{x_4})$: 敏感期日均温对 R^2 的总贡献; $(d_{x_5} + d_{x_6})$: 敏感期日最高温对 R^2 的总贡献。]

本文全部计算在 IBM386 计算机上用国际通用统计分析软件 SAS 进行。

2 结果与分析

2.1 不育系育性变化的光、温敏性

1992 年不育系在抽穗(7月3日)前 25~5 日用 11 h 短光处理, 当时日均气温 29.23 ℃, 结果见表 1: N12 S 能恢复可育, 可育花粉率从 0% 升至 60.2%, 短日条件可改变高温不育性; N15 S 只有 2% 的少量可育花粉, 短日未能明显改变高温不育性; W6154 S、Ks-9、N18 S 可育花粉率为 0%, 仍保持全不育。可见参试不育系光敏性强弱表现为: N12 S

表 1 不同日长处理不育系的花粉可育率 %

处 理	W6154S	Ks-9	N12S	N15S	N18S
11 h ⁽¹⁾	0.0	0.0	60.2	2.0	0.0
13.7 h ⁽²⁾	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0

(1) 双层黑布早晚遮光 (2) 自然日长, 包含了曙暮光 0.5 h

>N15 S>N18 S, W6154 S, Ks-9。

2.2 不育系育性转换的温度敏感期

花粉可育率与温度的相关分析显示:W6154 S 和 N18 S 的温敏期为:日最低温、日均温是抽穗前 1~22 d;日最高温是抽穗前 1~18 d。Ks-9 的温敏期为:日最低温是抽穗前 1~22 d;日均温是抽穗前 1~20 d;日最高温是抽穗前 1~18 d。N12 S 的温敏期为:日最低温是抽穗前 1~14 d;日均温是抽穗前 1~12 d;日最高温是抽穗前 1~8 d。N15 S 的温敏期为:日最低温、日均温、日最高温都是抽穗前 1~18 d。试验结果表明:(1)不育系不同,其温敏期长短不同,以 W6154 S 最长为 22 d, N12 S 最短为 14 d。(2)同一不育系,温敏期以日最低温最长,日均温次之,日最高温最短。(3)光敏性越强的不育系,温敏期越短;温敏性越强的不育系,温敏期越长。(4)温敏期有时是不连续的。

2.3 各温度因素对不育系育性影响的效应

以 $X_1 \sim X_7$ 7 个因素对可育花粉率进行通径分析。计算出各因素对可育花粉率决定程度(R^2)的贡献值(表 2)。4 个光温因素共同对花粉育性的决定程度以 W6154 S 最低为 73.08%;N12 S 最高为 84.24%。表明四个光温因素已包含大部分变因,是较为可信的。从各温度因素对 R^2 的贡献看出,敏感期温度对花粉育性变化的影响:W6154 S、N12 S 和 N18 S 为日最低温 > 日均温 > 日最高温。Ks-9 为日均温 > 日最低温 > 日最高温。N15 S 为日最低温 > 日最高温 > 日均温。可见,不同遗传背景的不育系各温度因素对花粉育性影响的大小、次序是不同的。W6154 S、N12 S、N15 S、N18 S 以日最低温的影响最大,Ks-9 以日均温影响最大。N15 S,最低温的影响占了温度对花粉育性影响的绝大部份,日均温与日最高温影响很小。而 Ks-9 日均温、日最低温及日最高温对花粉育性的影响相差较小。

表 2 敏感期各光温因素对可育花粉率决定程度(R^2)的贡献值

光温因素	W6154 S	Ks-9	N12 S	N15 S	N18 S
日最低温	0.389 22	0.238 84	0.174 47	0.591 56	0.475 39
日均温	0.286 50	0.351 63	0.014 32	-0.042 24	0.131 39
日最高温	0.021 65	0.147 24	-0.011 67	-0.048 83	0.117 73
日 长	0.033 39	0.015 02	0.665 23	0.249 96	0.059 60
合 计	0.730 80	0.752 70	0.842 40	0.750 50	0.784 10

2.4 不育系温敏期的强敏感时段

进一步分别将 3 个温度因素各温敏时段对可育花粉率进行通径分析,计算出各温敏时段对回归总变异(R^2)的贡献值大小,从而评价各温敏时段对育性影响的相对重要性。算出的结果作图 1。从图 1 可见,光温敏核不育系通常有 2~3 个强温敏时段,它们基本上是不连续的。不同不育系强温敏时段分布的区段有所不同:同一不育系,日最低温、日均温、日最高温的强温敏时段分布也有差异。如 W6154 S 有 2 个强温敏时段,它们分别在抽穗前 1~2 d, 13~14 d,日最低温除此还有 2 个次强温敏时段在抽穗前 7~8 d 及 19~20 d,而日均温次强温敏时段在抽穗前 9~10 d 及 19~20 d,对日最高温来说,看不出强温敏时段的存在。又如 N18 S 日最低温的强温敏时段是抽穗前 7~8 d, 15~16 d 及 19~20 d,日均温是抽穗前 7~8 d 及 19~20 d,而日最高温是抽穗前 7~8 d 及 13~14 d。

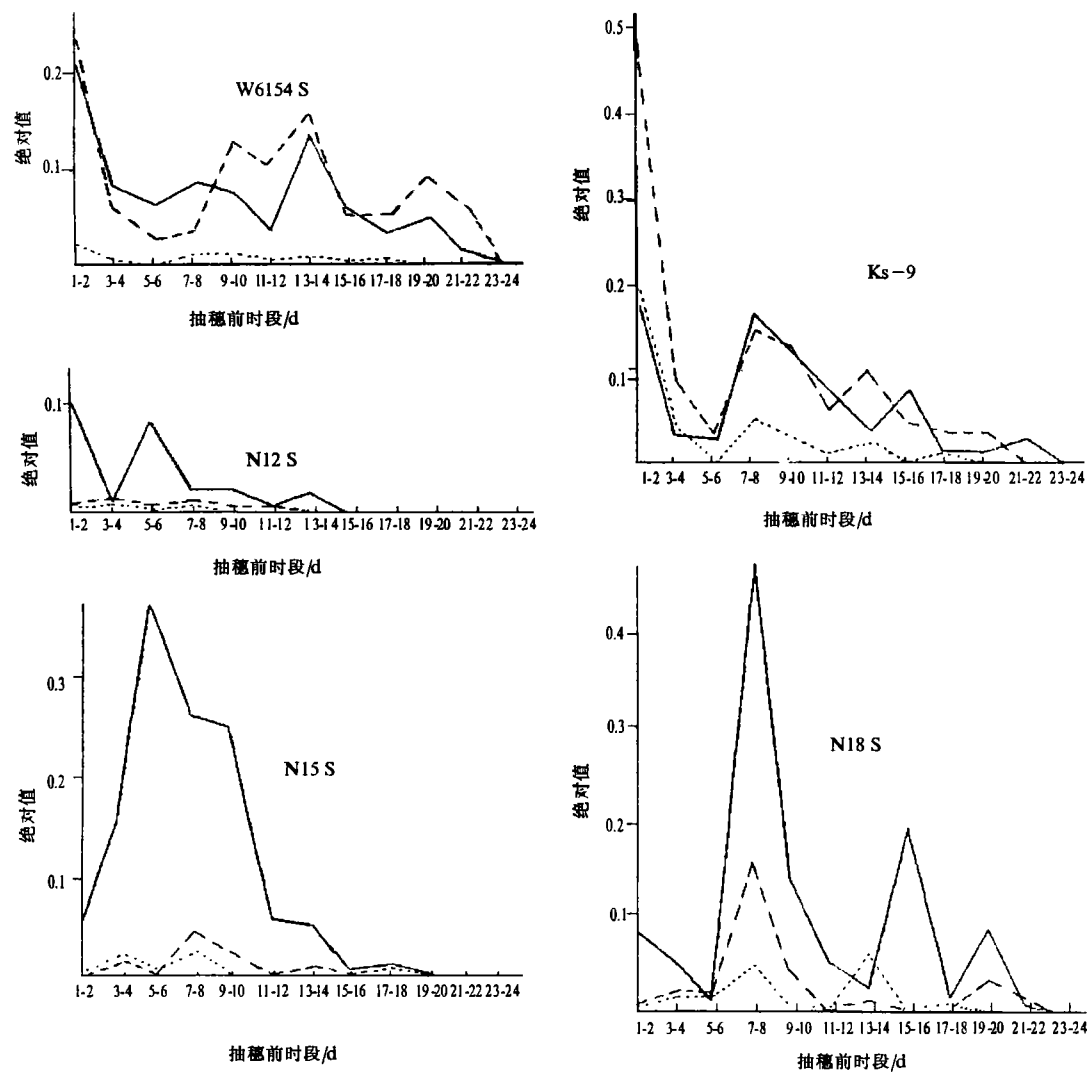


图 1 不育系敏感期各时段温度对 R^2 值的贡献
—— 日最低温 --- 日均温 日最高温

3 讨论

3.1 光温敏核不育水稻温敏特性与育性转换的关系

本研究表明: 温度对育性的影响不单与温敏性强弱及临界值高低有关, 而且与温度敏感期长短, 温敏期的强温敏时段及温度因素的作用大小都有关。不育系若温敏性强, 会因年际温度的多变而使育性转换期不稳定。如果不育临界温度低, 因满足不育的温度时期长而不育期长, 令制种较安全, 但繁种相对困难。不育系温敏期短, 强温敏时段少, 则因温度波动而影响育性波动的机率较少, 持续时间较短。当温度条件满足不育(或可育)时, 育性很快转为不育(或可育), 不育时育性易彻底不育, 可育时花粉可育率较高。日均温, 日最低温, 日最高温之间互作影响育性的作用如果小, 育性受温度制约的主要因素单一, 则育性变化的

规律相对较简单。育性变化主要受主导温度因素的影响,所以育性变化较易预测,特别在育性转换期的临界温区,育性波动较少,便于掌握。

3.2 育性变化的光温效应鉴定问题

由于温度影响育性变化复杂,自然条件下温度因素组合的变化常无规律。以人工气候箱的人为设定恒温条件代替自然界的变温来处理不育系,由于温温互作效应的差异,观察出的育性变化规律与自然条件下的育性变化规律将会有较大差异。陈良碧也报道(陈良碧等,1992),自然条件下观察出的安农S-1日均温不育临界温度与人工气候箱处理观察的温度相差 2.7°C 。因此,光温敏核不育系育性变化的光温效应鉴定应以自然条件下的多点多年鉴定为主,人工气候箱的处理鉴定为辅,才能较准确全面反映不育系的育性变化规律。

3.3 育性转换的温度临界值划分

不育系的育性转换不仅涉及光温互作,而且由于不同温度因素(日最低温,日均温,日最高温)对育性转换影响的作用大小不同,影响育性转换的温敏期长短及强温敏时段长短等不同,因而温度因素之间,温敏期不同时段温度间都将存在温温互作而影响育性的表现。如何能更准确全面地把握这种互作对育性变化影响的规律,是有待进一步探讨研究的。因此,需要在解决上述问题后,育性转换的温度临界值才能准确地划分。

参 考 文 献

- 王三良,许可. 1990. W6154 S 育性变化与温度关系的研究. 杂交水稻, (4): 39 ~ 41
- 孙宗修,程式华,闵绍楷,等. 1993. 光敏核不育水稻的光温反应研究. 作物学报, 19 (1): 83 ~ 87
- 陈良碧,周广治. 1992. 光温敏核不育水稻结实率与温度相关性研究. 杂交水稻, (2): 35 ~ 39
- 陈良碧,李训贞,周广治. 1993. 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, 19(1): 47 ~ 54
- 章显光,卢兴桂,牟同敏,等. 1992. 籼型光(温)敏核不育系育性对光温反应的初步研究. 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, 42 ~ 49
- 曾汉来,张自国,元生朝,等. 1993. 光敏核不育水稻育性转换的温度敏感期研究. 华中农业大学学报, 12(5): 401 ~ 406
- 潘熙淦,颜满莲,孙熙椿,等. 1993. 籼型核不育系 W6154 S 育性转换与光温因素的交互作用. 江西农业学报, 12(5增刊): 20 ~ 25

TEMPERATURE-SENSITIVE STAGE OF PHOTOPERIOD AND THERMOPERIOD SENSITIVE GENIC MALE- STERILE LINE IN RICE

Chen Xionghui Wan Banghui Chen Weidong Liang Keqin

(Dept. of Agronomy, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

5 indica lines, W6154S, Ks-9, N12S, N15S and N18S, derived from Nong ken 58S, were studied under natural conditions in Guangzhou during 1991~1993. The fertility variation induced by temperature was analysed by correlation regression and path analysis. The result showed that: 1. The length of the temperature-sensitive stage was different among various sterile lines, and the stronger the thermosensitivity the longer the thermosensitive stage. For the same line, the longest thermosensitive stage occurred at the daily minimum temperature, secondly at the daily average temperature, thirdly at the daily maximum temperature. 2. The effects of temperature factors on pollen fertility differed among various lines. Minimum temperature was most important to some lines, but to the others, average temperature was. 3. In general, there were 2~3 stronger substages in a thermosensitive stage. The distributions of the substages depended on various lines. For the same line, the distribution of substages were different among daily minimum temperature, daily average temperature and daily maximum temperature.

Key words rice; photoperiod and thermoperiod sensitive Genic Male-sterile line; fertile transformation; temperature-sensitive stage