

光(温)敏核雄性不育水稻在广州的育性表现 及光温反应特性研究

张明永 梁承邨 黄毓文 陈宝源

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要

对12个光(温)敏核雄性不育水稻在广州的育性测定表明:12个不育系在夏季都有一个不育期,但不育性稳定程度不尽相同,以 W6111s 和 W6154s 育性波动较大。其中9个不育系在早晚季各有一个长短不一的可育期,KS-9 仅见第二可育期,KS-14 则未见可育期。在晚季,7001s, N5088s, 农垦 58s 和 8902s 可育恢复较好,可育期明显,而其余7个不育系仅能部分恢复正常。光温处理表明:7001s, N5088s, 8902s, 农垦 58s 和 8912s 为光敏型,长日条件下不育性受温度影响不大,但短日条件下不育性恢复程度与温度有一定关系。W6154s 和 W8013s, 培矮 64s, KS-14 和 KS-9 为温敏型。W6154s 和 W8013s 转育起始温度在 24-27℃ 间,KS-14 和培矮 64s 则在 21-24℃ 间。

关键词: 光周期; 温度; 雄性不育水稻; 育性转换

自石明松发现受环境影响的光(温)敏核雄性不育水稻(Photoperiod/temperature-sensitive genic male-sterile rice, 简称 P/TGMR)以后^[1],我国相继育成了一批 P/TGMR 材料,为水稻杂种优势利用途径由“两系法”取代目前大规模应用的“三系法”提供了资源^[2]。由于这类不育系的育性受到光周期或温度的调控,在不同地区及不同生态条件下,其育性表现不尽相同。迄今对 P/TGMR 水稻在广州地区的育性表现研究不多。本文通过田间分期播种及光温处理以评价各不育系在广州地区的育性表现及光温反应特性,为本地区选择利用合适的不育系提供一些依据。

材料和方法

参试共有 12 个 P/TGMR, 其中 3 个粳型和 9 个籼型材料,皆由农垦 58s 转育而成。

田间分期播种 从 1991 年 2 月 26 日起将各 P/TGMR 种子每隔 15-20d 播种一期,到 9 月 11 日止,共 16 期。各期每个不育系种植 20-30 个单株,20-30d 秧龄,按常规插植于网室中,水肥管理同大田。幼穗抽出剑叶 1-3cm 时取穗上部 5-10 朵颖花花药混合制片,1% I₂-KI 液染色后于 100× 镜检花粉育性。同时将该穗套袋,成熟后考查套袋自交结实率。穗检每 2-3d 一次,每次 3-5 株。

自然温度下长短日光周期处理 将 P/TGMR 于 6 月 25 日至 8 月 20 日,9 月 21 日至 10

“863”资助课题的部分工作

1993-12-21 收稿; 1994-07-04 修回

月23日进行两次长短日处理。长日处理是自然日照10h后用5×500w镝灯再补充6h光照。短日处理是自然日照10h后置于通风暗室中。按丁颖对水稻幼穗划分标准^[1],从分期播种田中取处于第一次枝梗原基分化期的植株盆栽进行光周期处理,处理30d后抽穗者始行育性镜检和套袋,以确保从第二次枝梗原基分化期起持续处于不同光周期下。

长日照(16h/d)下不同温度处理 取第一次枝梗原基分化期植株,移植盆栽,于人工气候箱(加拿大产,Convicon E15型)中处理至抽穗。箱内照光16h/d,光强大于1600Lux,昼夜变温(表1),日均温分别为21℃,24℃,27℃三种,电脑自动控制。30d后始行花粉镜检并套袋。

育性标准的划分 由于P/TGMR育性受环境影响而呈一定波动,且恢复可育程度较低,原“三系法”中不育系分级标准^[2]已不尽适用。本研究以花粉育性为主,辅以种子结实率进行育性划分:凡正常花粉少于3%,自交结实率少于1%划为不育,其余统归为可育。其中,正常花粉3-40%和种子育性1-20%属部分可育。

表1 人工气候箱的温度条件。

Table 1 Temperature conditions in growth chamber

时 间 Time	温 度 Temperature (°C)		
	(1)	(2)	(3)
6:00-8:00	19	22	25
8:00-10:00	21	24	27
10:00-14:00	23	28	29
14:00-18:00	25	28	31
18:00-20:00	21	25	27
20:00-6:00	19	21	25
Mean temp.	21	24	27

温度为直变式, Step operation for temperature

结果与分析

一、P/TGMR 在广州的育性表现

参试12个P/TGMR于1991年在广州自然条件下的育性表现见表2。可见,其中9个不育系于早季观察到了由可育转不育的第一转换期和11个不育系在晚季由不育转可育的第二转换期。KS-9在2月底播种条件下未见第一转换期;KS-14于5月底至10月中旬之间抽穗未见第一、二转换期;W8013s的第一转换期因播期迟而未观察到。

观察到了第一转换期的9个不育系在早季都有一个长短不一的前可育期,但各自的正常花粉率都较低(41.1%以下),且持续时间较短(6-21d)。在夏季,各不育系都出现不同程度的败育,其不育花粉率在97%以上,自交结实率(除W6111s和W6154s略高外)都低于1%,表明这12个不育系的不育性较稳定;但各自的不育期长短差异较大,最长149d,最短76d,相差达73d。W6111s和W6154s因不育期内波动较大(表3),故造成整个不育期的平均结实率大于1%。

在晚季,除KS-14外,其余11个不育系都有后可育期,但育性恢复程度有较大差异。7001s, N5088s, 农垦58s和8902s的后可育期的正常花粉高于44.8%,自交结实率高于25.7%,且历时较长(11-23d),表明这4个不育系在广州晚季有一个较明显的可育期,可育性恢复较好。W6154s, W6111s, W8013s, KS-9, 8912s, W6184s和培矮64s在后可育期的正常花粉率低于46.8%,套袋自交结实率低于14.5%,后可育期出现较晚,在广州晚季安全出穗期(10月中旬)之后。表明这7个不育系晚季育性仅能部分恢复,可育期不明显。

二、P/TGMR 在不育期内的育性波动

表3列举了8个P/TGMR 1991年在广州基本稳定不育期内的育性波动情况。可见这8个不育系均存在不同程度的育性波动,其中W6154s和W6111s波动时间长,且结实率较高,育性波动较盛。查广州1991年气象资料,6-8月的日均温为28.7℃,但6月9日至12日曾出现连续4日较低温(25.1-26.3℃),这次低温引起了7个不育系在6月15日至27日间的育性波动。9月28日至30日的较低温(21.8-24.9℃),则引起了KS-9和培矮64s在10月9日的育性转换(表2)。育性变化与低温降临的时间差为9-13d左右,可推测低温影响育性的主要生育期在花粉母细胞形成至减数分裂期。

由表2可见7001s, N5088s, 农垦58s在不育期内的自交结实率为0%, KS-14从5月29日至10月1日之间自交结实率也为0%,表明它们在不育期内不育性稳定。

表2 自然条件下P/TGMR在广州的育性表现(1991)

Table 2 Fertility expression of P/TGMR under natural conditions in Guangzhou (1991)

材料 Materials	前可育期 First fertile period		不育期 Sterile period				后可育期 Second fertile period		
	日期 Dates (M/D)	花粉 Normal pollens(%)	日期 Dates (M/D)	天数 Days	不育花粉 Abortive pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	日期 Dates (M/D)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)
7001s	5/13-5/29	32.2 ± 20.7	6/1-9/2	94	99.7 ± 0.9	0	9/4-10/25	72.5 ± 24.6	39.5 ± 25.4
N5088s	5/27-6/3	28.3 ± 17.4	6/4-8/31	88	98.7 ± 2.3	0	9/2-10/25	71.1 ± 20.0	35.8 ± 23.2
Nongken58s	5/18-6/4	36.4 ± 13.5	6/7-8/30	84	99.5 ± 1.1	0	9/2-10/25	72.8 ± 15.7	27.2 ± 21.3
8902s	5/19-6/4	22.3 ± 15.7	6/7-9/11	96	99.0 ± 1.5	0.6 ± 0.5	9/14-10/25	44.8 ± 30.9	25.7 ± 19.2
W6154s	5/15-6/4	34.7 ± 29.7	6/4-9/28	116	98.1 ± 3.5	1.2 ± 0.9	10/1-10/25	38.3 ± 36.7	14.5 ± 10.4
W6111s	5/25-6/15	24.9 ± 18.3	6/15-9/23	100	97.1 ± 4.2	2.1 ± 1.9	9/28-10/25	30.1 ± 21.3	13.3 ± 8.9
W8013s	*		6/25-9/14	81	99.9 ± 0.4	0.7 ± 0.3	9/18-10/25	22.9 ± 19.4	7.8 ± 7.2
KS-9			5/27-10/9	135	98.1 ± 4.0	0.9 ± 0.3	10/14-10/25	46.8 ± 36.9	7.1 ± 5.7
8912s	6/4-6/10	15.0 ± 1.4	6/12-8/27	76	97.4 ± 4.7	0.6 ± 0.5	8/29-10/25	37.3 ± 27.5	5.8 ± 5.6
W6184s	5/29-6/5	13.3 ± 2.4	6/7-9/23	108	97.4 ± 6.9	0.6 ± 0.5	9/28-10/25	17.8 ± 13.6	5.7 ± 4.5
Peiai64s	5/13-5/27	41.1 ± 36.5	5/29-10/9	133	98.8 ± 2.4	0.03 ± 0.02	10/10-10/25	32.1 ± 4.9	2.0 ± 1.4
KS-14			5/29-10/25	149	99.5 ± 2.0	0.04 ± 0.03			

* 因播期迟而未观察到第一转换期

The first transformation date was not observed due to sowing late for W8013s

表3 P/TGMR 在不育期内的育性波动(1991)

Table 3 Fluctuation of sterility of P/TGMR during their sterile period

材 料	育性波动日期	自交结实率
Materials	Fluctuating dates (Mon./Date)	Self seed setting rate (%)
8902s	6/25-27, 9/4	1.2-1.9
W6154s	6/15-27, 7/8, 8/27-9/7	1.3-3.8
W6111s	6/15-27, 7/1-11, 8/27-9/11	1.0-11.5
W8013s	6/27, 8/27-9/7	0.5-2.0
KS-9	6/15, 6/23-27, 8/28	0.9-3.0
8912s	8/25-27	1.5-2.1
Peiai64s	6/15-19	1.2-1.8
W6184s	6/15-18, 8/18, 8/31-9/3	1.1-2.7

三、P/TGMR 育性转换与气温的关系

不育期以 KS-9 出现最早(5月27日), W6111s 最迟(6月15日), 相差达 19d, 但多数在 6 月上旬。1991 年 5 月下旬, 广州的平均气温达 29.7℃, 5 月 20 日大于 50Lux 的光照时数已达 13 小时 36 分, 这对光敏和温敏型都已满足诱导不育的要求。不育期 8912s(8 月 29 日) 结束最早, 最迟是 KS-9 和培矮 64s(10 月 9 日), KS-14 则未见明显可育期。8902s, 8912s, 7001s, N5088s 和农垦 58s 的第二转换期在 9 月中旬前, 而多数籼型不育系如 W6154s, W6111s, W6184s 和培矮 64s 在 9 月底至 10 月上旬始转向可育。广州 9 月 1 日大于 50Lux 的光照时数已缩短为 12 小时 57 分, 而 9 月上旬的日均温仍达 28.4℃, 到 9 月 23 日大于 50Lux 的光照时数降至 12 小时 24 分, 9 月下旬的日均温为 26.4℃。这暗示着粳型与籼型对光周期与温度的反应存在着差异, 粳型不育系对光周期更为敏感, 而大多籼型不育系对温度变化更为敏感。

四、P/TGMR 在光周期与温度处理下的育性反应

1、自然温度下长短日处理

第一次光周期处理(PhI)期间日均温 28.8℃, 第二次光周期处理(PhII)间则为 24.7℃。各不育系处理后育性表现见表 4。结果可见: 7001s, N5088s, 8902s, 农垦 58s 和 8912s 在 PhI、PhII 处理中, 长日与短日处理后育性差异显著, 长日照引起不育, 短日照引起可育, 育性受日照长度影响较大; 但 PhI 和 PhII 的短日处理后自交结实率也有差异, PhII 下比 PhI 短日下育性恢复要好, 表明短日照引起育性恢复亦受温度影响, 低温有利短日下的育性恢复。这同薛光行^[12]的看法一致, 即“短日光周期状态下 PGMS 水稻对温度变化比较敏感”。

W6154s, W8013s, KS-9 和培矮 64s 在 PhI 时长短日处理都不育, 表明其不育性在一定范围内与光周期关系不大。PhII 中不论长短日处理后育性都有一定程度恢复。PhI 与 PhII 下育性差异显著, 表明两次处理间的温差是诱致育性变化的主要原因, 高温诱导不育, 低温下可育, 因此, 这几个不育系都可归为温敏型核不育水稻。

KS-14 在各处理中均不育。结合温度处理(表 5)的结果, 发现在 PhI 与 PhII 条件下的自然

表4 自然温度下长短光周期处理后 P/TGMR 的育性表现

Table 4 The fertility expression of P/TGMR after the long or short daylight period treatment at nature temperature

材 料 Materials	第一次光周期处理 First photoperiod treatment*				第二次光周期处理 Second photoperiod treatment**			
	短日处理 Short day treatment		长日处理 Long day treatment		短日处理 Short day treatment		长日处理 Long day treatment	
	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)
7001s	68.2 ± 15.5A	16.5 ± 12.1	0.3 ± 0.7B	0	31.2 ± 24.3C	50.9 ± 21.3	1.7 ± 1.2B	0.9 ± 0.4
N5088s	66.8 ± 12.6A	15.1 ± 3.1	0.4 ± 0.4B	0	78.5 ± 14.5C	65.5 ± 14.3	0.9 ± 0.7B	1.1 ± 0.9
8902s	74.6 ± 9.1A	28.7 ± 12.7	0.9 ± 0.3B	0.3 ± 0.2	80.7 ± 16.1C	44.9 ± 33.1	1.7 ± 1.3B	0.1 ± 0.4
Nongken58s	72.6 ± 16.7A	16.4 ± 12.5	0.1 ± 0.3B	0	77.2 ± 16.0C	26.8 ± 7.1	2.3 ± 1.7B	0.6 ± 0.7
8912s	62.9 ± 35.3A	12.1 ± 8.1	4.1 ± 2.7B	0	66.2 ± 32.2A	32.9 ± 30.8	0.6 ± 1.1B	0.6 ± 1.0
W6154s	0.4 ± 0.9A	1.1 ± 0.9	0.5 ± 0.8A	1.1 ± 0.6	69.8 ± 28.6B	22.1 ± 14.5	70.3 ± 20.6B	16.0 ± 2.6
W8013s	1.2 ± 0.6A	0.9 ± 1.9	0.9 ± 0.7A	0	43.6 ± 39.7B	10.9 ± 15.4	38.4 ± 40.6B	11.9 ± 10.4
Peiai64s	1.3 ± 0.4A	0	0	A 0	31.3 ± 23.1B	7.4 ± 4.4	20.0 ± 29.3C	1.9 ± 1.0
KS-14	0.2 ± 0.6A	0	0.1 ± 0.2A	0	0.1 ± 0.3A	0	0	A 0
KS-9	0.2 ± 0.9A	0	1.0 ± 1.1A	0	21.3 ± 5.4B	3.7 ± 2.5	19.3 ± 4.8B	3.1 ± 2.5
W6184s	1.9 ± 0.8A	0	0.2 ± 0.4A	0	21			

同一材料后相同字母示在 5% 水平上无显著差异

Means with the same letter within each row are not significantly different, according to Duncan Multiple range test.

* June 25-Aug. 20 ** Sep. 21-Oct. 23

表5 不同温度处理的 P/TGMR 育性表现

Table 5 The fertility response of P/TGMR to different temperatures

材 料 Materials	日均温 Mean temp. (21 °C)		日均温 Mean temp. (24 °C)		日均温 Mean temp. (27 °C)	
	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)	正常花粉 Normal pollens(%)	自交结实率 Self seed set- ting rate(%)
7001s	0.9 ± 0.8A	0	0.7 ± 0.3A	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.4A	0
N5088s	0.8 ± 0.6A	0.3 ± 0.5	0.7 ± 0.4A	0.2 ± 0.4	0.3 ± 0.7A	0.5 ± 0.2
8902s	0.8 ± 0.7A	0	0	A 0	0	A 0
Nongken58s	1.7 ± 1.1A	0.4 ± 0.3	0	A 0	0	A 0
W6154s	81.3 ± 18.2A	51.2 ± 19.2	65.1 ± 17.3B	39.2 ± 17.3	0.7 ± 0.5C	0
W8013s	82.0 ± 12.4A	10.8 ± 5.5	20.9 ± 7.6B	6.8 ± 4.3	0	C 0
KS-14	85.4 ± 14.2A	31.5 ± 13.7	1.7 ± 0.9B	0.8 ± 0.5	0.9 ± 0.6B	0
Peiai64s	31.5 ± 14.2A	6.8 ± 4.2	2.1 ± 1.9B	0.5 ± 0.3	0.2 ± 0.8B	0

注解同表4, Note is the same as table 4;
光照时数 16h/d, Daylight length: 16 hours a day.

温差未达到诱导育性变化的要求, 仍为温敏型核不育系。

2、长日光周期下不同温度处理

人工控制光照 16h/d 下不同温度处理(表 5)表明, 7001s, N5088s, 8902s 和农垦 58s 在 21℃, 24℃, 27℃ 下都不育, 即其在长日照下的一定温度范围内, 不育性受温度影响较小。而 W6154s, W8013s 在 24℃ 时正常花粉较 27℃ 时有显著提高, 说明诱导其育性转换的起点温度应在 24-27℃ 间, 随温度降低到 21℃, 其可育性进一步加强。KS-14 和培矮 64s 在 24℃ 和 27℃ 下皆不育, 21℃ 处理后有程度不同的育性恢复, 可见其育性转换的起点温度在 21-24℃ 间。

讨 论

本试验选用的 12 个材料皆由农垦 58s 转育而成, 表明各不育系的核背景不同。各不育系在广州的育性表现不尽相同, 光敏型较温敏型不育期的不育性更稳定, 光敏型中有粳型也有籼型, 这暗示可以培育出光敏型的籼稻。张端品^[6]、胡学应^[8]、梅国志^[11]等对光温敏基因遗传模式及染色体定位研究也得到不同的结果, 说明 P/TGMR 的遗传背景可能极为复杂。

刚发现农垦 58s 时认为其育性仅受光周期影响^[3], 后来才认识到温度的作用^[7]。本研究发现一般粳稻较籼型 P/TGMR 受温度影响小, 但不存在所谓绝对光敏型。人工气候箱中的长日低温处理并不能使光敏型彻底败育^[4], 短日下温度对光敏型不育系育性恢复程度也有影响。表明 P/TGMR 只能是在一定范围内表现为光敏型或温敏型。即使温敏型不育系其转育起始温度也不尽相同。结实对温度的适应也较窄^[10]。准确测定 P/TGMR 育性受温度影响的程度对采取适当措施保证制种纯度极为重要。

广东省多数地区为双季籼稻作区, 从生产管理角度而言, 以早季配制杂种, 晚季栽种较为合理。为此, 早造制种要求不育系 6 月中旬前抽穗, 即不育期应出现在 5 月底, 最迟不超过 6 月上旬。1991 年因高温天气出现早, 除 W6111s 和 8902s 外基本可达要求。但陈宝源等^[9]连续二年的试验结果指出, 不同年际间不育系的稳定不育期有明显波动, 真正满足上述要求的不育系尚难找到。晚季制种时, 光敏型不育系因其第二转换期基本在 9 月上旬左右出现, 故制种抽穗时间应安排在 8 月中下旬, 而温敏型则可安排在 9 月中旬。对温敏型不育系, 最好选择育性起点温度低的不育系以保证制种纯度。

就繁种而言, 早季各不育系的可育期短且较易受气温影响, 是否可以在早季繁种有待进一步研究。晚季, 从参试的不育系看, 7001s, N5088s, 8902s 和农垦 58s 这几个光敏型不育系的可育性恢复较好, 且可育期在 10 月 20 日前, 因而在广州晚季繁种把握较大。多数温敏型不育系, 特别是起点温度低的 KS-14 和培矮 64s 在广州秋季繁种则较困难。怎样解决这一问题尚需进一步加以探索。

致谢: 7001s* 由安徽省农科院供种; N5088s*, 农垦 58s*, W6154s, W8013s, W6184s 和 W6111s 由湖北省农科院粮作所供种; 8902s 和 8912s 由武汉大学生物系供种; 培矮 64s 由湖南杂交水稻中心供种; KS-14 和 KS-9 由广西农科院稻作所供种。带*号者为粳稻, 其余为籼稻。

参考文献

- 1 丁颖. 中国水稻栽培学. 北京农业出版社, 1961: 81-83
- 2 广东农作物杂种优势利用协作组编. 水稻“三系”杂种优势利用. 广东科学技术出版社, 1974: 52-54
- 3 石明松. 对光照长度敏感的隐性不育水稻的发现与初步研究. 中国农业科学, 1985; (2): 44-48
- 4 孙宋修, 程式华等. 光敏核不育水稻的光温反应研究, II. 人工控制条件下粳型光敏不育系的鉴定. 中国农业科学, 1991; 5(2): 56-60
- 5 陈宝源, 梁承鄞等. 十五个光(温)敏核不育水稻的育性在广州(23°08' N)的初步观察. 中国科学院华南植物研究所集刊, 1992; (8): 186-191
- 6 张端品, 邓训安等. 农垦58s光敏感雄性不育基因的染色体定位. 华中农业大学学报, 1990; 9(4): 407-419
- 7 贺洁华, 张自国等. 温度对光照诱导光敏感核不育水稻的发育与育性转变的影响初步研究. 武汉大学学报(HPGMR 专刊), 1987: 87-92
- 8 胡学应, 万邦惠. 水稻光温敏核不育基因与同工酶基因的遗传关系及连锁测定. 华南农业大学学报, 1991; 12(1): 1-9
- 9 袁隆平. 两系杂交水稻研究的进展. 中国农业科学, 1990; 23(3): 1-6
- 10 唐锡华, 陶余敏等. 籼稻光(温)敏核不育系抽穗与结实对光周期和温度的反应特性. 植物生理学报, 1992; 18(2): 207-212
- 11 梅国志, 汪向明等. 农垦58s型光周期敏感雄性不育的遗传分析. 华中农业大学学报, 1990; 9(4): 400-406
- 12 薛光行, 陈平. 温度对光敏感雄性不育水稻育性的影响. 作物学报, 1992; 18(6): 429-438

FERTILITY EXPRESSION OF PHOTOPERIOD TEMPERATURE-SENSITIVE GENIC MALE-STERILE RICE IN GUANGZHOU AND THEIR RESPONSE TO PHOTOPERIOD AND TEMPERATURE TREATMENTS

Zhang Mingyong Liang Chengye Huang Yuwen Chen Baoyuan

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract

The fertility transformation of 12 lines of photoperiod/temperature-sensitive genic male-sterile rice (P/TGMR) in Guangzhou and their responses to various photoperiod and temperature treatments were studied. Experimental results showed that all varieties possessed a sterile period at natural condition in Guangzhou, but the stability and duration of sterility were different among 7001s, N5088s, Nongken58s, 8902s, 8912s, W6154s, W8013s, Peiai64s, KS-14, KS-9, W6184s and W6111s. Fertility of W6111s and W6154s was more fluctuated in the sterile period as compared with other sterile lines. The fertility of 7001s, N5088s, Nongken58s and 8902s were higher than that of others in late season. Nine sterile lines showed first fertility transformation from fertility to sterility in

early season and second fertility transformation from sterility to fertility in late season. No obvious fertility transformation was observed in KS-14 during both seasons.

According to the results by various photoperiod and temperature treatments, it is proposed that 7001s, N5088s, 8902s, Nongken58s and 8912s belonged to PGMR (photoperiod sensitive genic male sterile rice), but the degree of their fertility restoration was slightly related to temperature under short day-light. W6154s, W8013s, Peiai64s and KS-14 belonged to TGMR (thermasensitive genic male sterile rice), and the sensitive temperature from sterility to fertility was different, it was 24 - 27 °C for W6154s and W8013s, and 21 - 24 °C for KS-14 and Peiai 64s.

Key words: Photoperiod; Temperature; Male sterile rice; Fertility transformation