

温度对双低两用核不育水稻 96-5-2S 与培矮 64S 育性的影响

徐孟亮, 陈良碧, 周广洽, 梁满中

(湖南师范大学生命科学学院, 长沙 410081)

摘要:在自然变温、人工控温及冷水灌溉条件下, 比较研究了温度对双低两用核不育水稻 96-5-2S 与两用核不育水稻培矮 64S 育性影响的差异。结果表明: ①当它们在雄性育性转换温敏感期遇到 1~12d 平均自然日均温 23.0~23.8℃ 的低温时, 96-5-2S 表现不育, 套袋自交结实率为 0, 而培矮 64S 可育, 套袋自交结实率为 0.1%~4.5%; ②在它们雄性育性转换温敏感期用 22℃ 恒温处理 5d, 96-5-2S 败育彻底, 套袋自交结实率为 0, 而培矮 64S 可育, 套袋自交结实率为 10.7%; 用 17℃ 恒温处理 6d, 96-5-2S 与培矮 64S 均可育, 但 96-5-2S 套袋自交结实率(6.8%)显著高于培矮 64S(2.5%); ③在它们雄性育性转换温敏感期用不同温度的冷水串灌 15d, 水深维持在 20cm 左右, 当水温为 22~22.5℃ 时, 96-5-2S 不育, 结实率为 0, 而培矮 64S 可育, 结实率为 18.5%; 当水温为 19.5~21.5℃ 时, 96-5-2S 与培矮 64S 均可育, 但 96-5-2S 结实率(2.5%~45.1%)显著或极显著低于培矮 64S(50.4%~56.9%)。以上结果说明: 导致双低两用核不育水稻 96-5-2S 雄性不育的起点温度与导致其生理不育的下限温度均低, 其不育性比培矮 64S 更稳定, 耐寒性比培矮 64S 更强, 即可确保制种安全, 又可确保自身繁殖, 对加快两系法杂交水稻的发展步伐将起到重要的促进作用。

关键词: 光温敏核不育水稻; 双低; 起点温度; 育性; 冷水串灌

Temperature Effects on Fertility of Rice TGMS Line Between 96-5-2S with Double Low Critical Temperature Values and Peiai 64S

XU Meng-Liang, CHEN Liang-Bi, ZHOU Guang-Qia, LIANG Man-Zhong (College of Life Science, Hu'nan Normal University, Changsha 410081, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(4): 541~547.

Abstract: The commercial production of two line system hybrid rice depends on development of a number of qualified photo- or thermo-sensitive genic male sterile (PGMS & TGMS) lines of rice. The most important criterion for qualified rice PGMS & TGMS lines is that the initial temperature inducing male sterility must be relatively low. The rice TGMS line 96-5-2S with double low critical temperature values, i.e., both the initial temperature inducing male sterility and critical low temperature causing physiologically abortion are low, was developed through pureline selection from another rice TGMS line Peiai 64S which is widely used in China now. In order to know the sensitivity of its fertility to low temperature and its initial temperature inducing male sterility so as to put it into use, we studied the effects of temperature on its fertility compared with control rice TGMS line Peiai 64S under the conditions of natural changeable air temperature, artificially controlled air temperature, and cold water temperature. The results were as follows: ① When 96-5-2S and Peiai 64S met natural low air temperature of 23.0~23.8℃ (average daily mean temperature) for 1~12 day (days) at their thermo-sensitive stages (stages of pollen mother cell formation and meiotic division of pollen mother cell) inducing male fertility alternation, 96-5-2S was sterile with bagged seed set of zero and stainable pollen grains of 0.0%~0.4%, significantly or very significantly different

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39370078); 教育部高等学校骨干教师资助项目(25000117); 湖南省生命科学联合研究中心资助项目(25990225); 湖南省农业厅资助项目

收稿日期: 2000-02-28 **修稿日期:** 2002-02-02

作者简介: 徐孟亮(1964~), 男, 湖南益阳人, 硕士, 副研究员。主要从事水稻两用核不育系应用基础理论研究。

from those of Peiai 64S which was fertile with bagged seed set rate of 0.1%~4.5% and stainable pollen grains of 1.0%~8.6% (2-tailed independent sample t -test, $t=2.236\sim3.860$, $df=18$, $P<0.05$ or $P<0.01$). ②Treated with controlled air temperature of constant 22°C for 5 days at above sensitive stages, 96-5-2S was completely abortive without any bagged seed set and stainable pollen grains, very significantly different from those of fertile Peiai 64S with bagged seed set rate of 10.7% and stainable pollen grains of 26.7% ($t=6.384\sim6.469$, $df=18$, $P<0.01$); Treated with controlled air temperature of constant 17°C for 6 days at the sensitive stages, both 96-5-2S and Peiai 64S were fertile, but the bagged seed set (6.8%) and stainable pollen grains (20.5%) of 96-5-2S was significantly higher than those of Peiai 64S (2.5% and 8.4% respectively) ($t=2.748\sim2.780$, $df=18$, $P<0.05$). ③Irrigating consecutively with cold water of different temperature at the same sensitive stages for 15 days and keeping water depth in the paddy fields about 20 cm, 96-5-2S was sterile with seed set of zero if the irrigating water temperature was 22°C or more, very significantly different from that of fertile Peiai 64S with seed set rate of 18.5% ($t=6.710$, $df=18$, $P<0.01$); if the irrigating water temperature ranged from 19.5~21.5°C, both of them were fertile, but the seed set rate of 96-5-2S was 2.5%~45.1%, significantly or very significantly lower than that of Peiai 64S whose seed set rate was 50.4%~56.9% ($t=2.650\sim31.813$, $df=18$, $P<0.05$ or $P<0.01$). Based on above results, it is concluded that the sterility of rice TGMS line 96-5-2S is more stable than that of rice TGMS line Peiai 64S, its initial temperature inducing male sterility is less than 23°C (daily mean temperature) or 22°C (constant temperature), obviously lower than that of Peiai 64S, and its chilly-resistance is stronger than that of Peiai 64S, its critical low temperature value causing physiologically abortion is less than 17°C. Therefore, it is safe to produce two line system hybrid rice seed with it, and it can multiply itself, eventually, it will play an important role in developing two-line system hybrid rice.

Key words: PTGMS (photo-thermo-sensitive genic male sterile rice); double low temperature values; initial temperature value inducing male sterility; fertility; irrigation consecutively with cold water

文章编号: 1000-0933(2002)04-0541-07 中图分类号: S511; S181; Q142 文献标识码: A

建立在两用核不育系(光、温敏核不育系)基础之上的两系法杂交水稻的推广应用速度要比建立在核质互作型不育系基础之上的三系法杂交水稻慢得多, 根本原因在于现有两用核不育系育性不够稳定, 即雄性育性易受温度影响而出现反复。制种时, 如两用核不育系在育性转换温敏感期遇上几天日均温 24°C 左右的异常低温天气, 就会出现花粉可育与自交结实现象, 影响两系杂交稻种子纯度, 严重时导致制种失败。然而, 长江流域稻区, 甚至华南稻区, 即使是盛夏季节, 也存在出现连续几天日均温 24°C 左右的异常低温天气的可能性, 因而两系法杂交水稻制种存在风险, 制约了其推广应用速度。为了降低制种风险, 确保两系杂交稻种子纯度, 以加快两系法杂交水稻发展步伐, 袁隆平^[1]及时提出了选育水稻光、温敏核不育系的技术策略, 认为选育实用的光、温敏核不育系, 首先要考虑的是育性对温度的反应而不是光长, 导致雄性不育的起点温度(雄性育性转换的临界温度)要相对地低是最关键的技术指标。培矮 64S 是第一个通过省级技术鉴定的不育起点温度较低的两用核不育系^[2], 也是目前应用最广泛的两用核不育系, 但 1996 年在湘西南制种时遇到几天异常低温, 导致育性波动, 造成部分两系杂交稻种子不纯而不能使用, 因此, 有必要进一步降低其不育起点温度, 以确保制种安全。通过连续多代定向选择, 已成功地从其群体中选育出雄性不育起点温度与生理不育下限温度均低的双低两用核不育水稻 96-5-2S^[3~5], 近几年来, 作者就其与培矮 64S 育性对温度的反应差异进行了比较研究, 旨在为其制种与繁殖提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

双低两用核不育水稻 96-5-2S 由其育种者湖南师范大学生命科学学院徐孟亮提供, 对照两用核不育水稻培矮 64S 由其育种者湖南杂交水稻研究中心罗孝和提供。

1.2 方法

1.2.1 自然变温条件下的育性观测 1999 年,双低两用核不育水稻 96-5-2S 与对照培矮 64S 在长沙(湖南师范大学处,28°12'N,海拔 45m)分 6 期播种,播期为 4 月 21 日、5 月 10 日、5 月 20 日、5 月 31 日、6 月 20 日及 7 月 10 日,适时移栽于湖南师范大学网室,每播期 96-5-2S 与培矮 64S 各栽 100 株,单本栽植,行株距 20cm×13.3cm,常规水肥、防治病虫害管理,从见穗日起,逐日用 2.0%IK-I₂ 染色镜检或目测花粉育性,直至全部稻穗抽完,成熟时考查套袋自交结实率。2000 年,96-5-2S 与培矮 64S 在长沙分 5 期播种,播期为 3 月 24 日、4 月 27 日、5 月 26 日、6 月 29 日及 7 月 20 日,移栽、管理与育性考查方式同 1999 年。

1.2.2 人工控温条件下的育性观测 96-5-2S 与培矮 64S 在长沙于 1999 年 4 月 21 日、5 月 10 日与 5 月 20 日播种,适时移栽于盆中,每盆栽 5 株,当幼穗发育进入花粉母细胞形成期时,将材料移入 SS-400A 型生物人工气候箱(哈尔滨理化仪器厂生产)进行连续 5~6d 恒定低温处理,低温强度分 5 档,分别为 23.5℃、22℃、20.5℃、18.5℃与 17℃,光长每日 14h(6:00~20:00),光强 10,000Lx,每个温光组合 96-5-2S 与培矮 64S 各处理 10 株,处理完毕,移回夏季自然高温长日条件下抽穗,并镜检花粉育性与考查套袋自交结实率,以 1999 年网室同期播种的材料为自然对照。

1.2.3 冷水串灌条件下的育性观测 试验于 1999 年在湖南郴州市北湖区安河乡坦山村进行。试验田为 A、B、C 3 块,隔离条件好,面积约 400m²,灌排方便,肥力中等,每块一半栽植 96-5-2S,另一半栽植培矮 64S,待幼穗发育进入雌雄蕊原基形成期时(幼穗长 1cm 左右),分别用不同温度的冷水串灌,水深维持在 20cm 左右,以淹没处于育性转换温敏感期的幼穗,直至顶叶与倒 2 叶叶枕距为 +5cm 左右时停灌,共 15d(6 月 23 日~7 月 8 日),其中 A 块用来源于万华岩洞流出的地下水串灌,流量大,水温基本恒定为 19.5℃,B 块用来源于铁坑水库电站排出的水串灌,水温为 21℃,C 块用 B 块排出的水串灌,水温为 22℃,抽穗前用 2m 高薄膜分别将 96-5-2S 与培矮 64S 包围隔离,以防止外来花粉授粉,抽穗时观察花粉育性,成熟时考查结实率(不套袋)并测产。

2 结果与分析

2.1 自然变温条件下的育性比较

1999 年,96-5-2S 与培矮 64S 在长沙从 7 月 20 日始至 10 月 23 日止,不断有穗抽出。育性观测结果表明:96-5-2S 自 7 月 20 日~10 月 8 日抽出的穗均表现不育(表 1),稳定不育期达 81d,而培矮 64S 在此期间抽出的穗出现 3 次不同程度的育性反复,其最长稳定不育期只有 33d(8 月 3 日~9 月 5 日),说明 96-5-2S 不育性比培矮 64S 稳定,不育期比培矮 64S 长。在此期间,96-5-2S 与培矮 64S 都有处于育性转换温敏感期(花粉母细胞形成期与减数分裂期)的材料遇到过连续 5d 平均日均温 23.7℃的低温、连续 3d 平均日均温 23.8℃的低温以及连续 6d 平均日均温 23.0℃的低温,在这 3 次低温条件下,96-5-2S 育性均未受影响,说明诱导其雄性不育的起点温度低于 23.0℃;而培矮 64S 遇到上述 3 次低温后育性均受到不同程度的影响,说明诱导其雄性不育的起点温度高于 23.8℃。湖南省科委、农业厅组织有关专家现场考察的结果是:2000 株群体整齐一致,无明显病虫害;对 4 月 21 日播种,7 月 21 日始穗的一批材料,随机取套袋的 50 穗,自交结实率为 0,不育株率 100%;对 5 月 20 日播种,8 月 10 日始穗的材料随机取 50 个穗,检查 150 朵颖花育性,花粉不育度为 99.96%,说明其农艺性状稳定,制种季节雄性败育彻底。10 月 9 日至 10 月 23 日抽的穗,96-5-2S 与培矮 64S 均表现为可育,虽然它们的花粉育性差异不显著,但自交结实率差异显著($t=2.230$, $df=18$, $P<0.05$, 双尾独立样本 t 检验)。根据温度自动记录仪记录的结果,此抽穗时段平均日均温为 18.8℃,平均日最低温为 16.2℃,平均日最高温为 21.9℃,影响开花受精过程,在此条件下,96-5-2S 的套袋自交结实率显著高于培矮 64S,说明其耐寒性强于培矮 64S;11 月与 12 月,对它们营养体衰老死亡过程的观察表明:96-5-2S 至 12 月中旬才逐渐死亡,而培矮 64S 在 11 月下旬即已死亡,也说明 96-5-2S 耐寒性强于培矮 64S。

2000 年,96-5-2S 与培矮 64S 在长沙从 7 月 4 日开始,不断有穗抽出,直到 10 月 16 日止,10 月 16 日后,因强寒流影响,水稻穗未抽出。育性观测结果表明:96-5-2S 自 7 月 4 日~9 月 24 日抽出的穗均表现

表 1 96-5-2S 与培矮 64S 在长沙自然气温条件下的育性(1999 年)

Table 1 Fertility of 96-5-2S and Peiai 64S in the condition of natural air temperature in Changsha													
抽穗时段 (月/日)	育性温敏感时段	平均温度(℃)			花粉可染率(%)			套袋自交结实率(%)					
Time range of heading (m/d)	Thermo-sensitive time range of fertility altern- ation (m/d)	Average temperature			96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	<i>t</i> -检验 <i>t</i> -test	Bagged seed set					
		value						96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	<i>t</i> -test	96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	<i>t</i> -test
		<i>T</i> _{avg} ^①	<i>T</i> _{min} ^②	<i>T</i> _{max} ^③									
07/20~07/27	07/08~07/12	23.7	22.6	24.5	0.0±0.0	4.7±4.3	* *	0.0±0.0	0.7±0.8	*			
07/28~07/30	07/13~07/15	25.4	24.0	27.7	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	0.0±0.0				
07/31~08/02	07/16~07/18	23.8	22.1	26.1	0.0±0.0	3.6±3.5	* *	0.0±0.0	0.5±0.7	*			
08/03~09/05	07/19~08/21	28.0	25.4	31.9	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	0.0±0.0				
09/06~09/12	08/22~08/27	23.0	21.4	25.3	0.0±0.0	8.6±7.0	* *	0.0±0.0	4.5±3.9	* *			
09/13~10/08	08/28~09/18	26.6	24.2	30.1	0.0±0.0	1.0±1.2	*	0.0±0.0	0.0±0.0				
10/09~10/23	09/19~09/25	21.0	17.5	25.5	33.2±13.3	31.1±16.3		18.2±12.2	8.5±6.4	*			

①平均日均温 Average daily mean temperature; ②平均日最低温 Average daily minimum temperature; ③平均日最高温 Average daily maximum temperature; * 和 * * 分别表示 96-5-2S 与培矮 64S 差异显著 $P < 0.05$ 与极显著 $P < 0.01$ Significant * and very significant * * between 96-5-2S and control Peiai 64S at $P < 0.05$ level and $P < 0.01$ level respectively(下同 The same below)

不育(表 2),稳定不育期为 83d,9 月 25 日转可育,至 10 月 2 日抽出的穗表现为低度可育,10 月 3 日至 16 日期间抽出的穗又转为不育,呈现出不育期长,可育期短的特点。其中不育期间抽出的穗,育性转换温敏感期遇到过 1 次 1d 日均温 23.0℃的低温,1 次连续 2d 平均日均温 23.5℃的低温,1 次连续 12d 平均日均温 23.5℃的低温,均未能诱导其可育,也说明其雄性不育起点温度低于 23.0℃;而培矮 64S 除 9 月 25 日~10 月 2 日抽出的穗也表现可育之外,遇到上述 3 次低温后均出现轻微育性反复,说明其不育起点温度高于 23.5℃。另外,2000 年 96-5-2S 还参与了湖南省水稻两用核不育系多点(长沙点 28°12'N,海拔 43.8m;常德点 29°3'N,海拔 28.2m;怀化点 27°39'N,海拔 270.0m;郴州点 25°50'N,海拔 128.0m)生态实用性鉴定,根据主持鉴定单位湖南省种子管理站提供的资料,7 月初~9 月 25 日期间抽出的穗 96-5-2S 在各生态点均表现不育,隔离自交结实率为 0;而培矮 64S 在怀化点 9 月 20 日~9 月 21 日抽出的穗表现可育,隔离自交结实率为 1.24%,也说明 96-5-2S 稳定不育期长,而且长于培矮 64S;9 月 26 日~10 月 10 日抽出的穗育性转换温敏感期遇到 9 月上中旬低温(各生态点日均温都<22℃),96-5-2S 与培矮 64S 各生态点均表现可育,但 96-5-2S 花粉育性与隔离自交结实率各点均低于培矮 64S,说明 96-5-2S 雄性育性对低温的敏感性比培矮 64S 弱。

表 2 96-5-2S 与培矮 64S 在长沙自然气温条件下的育性(2000 年)

Table 2 Fertility of 96-5-2S and Peiai 64S in the condition of natural air temperature in Changsha										
抽穗时段 (月/日)	育性温敏感时段 Thermo-sensitive	平均温度(℃) Average temperature			花粉可染率(%) Stainable pollen			套袋自交结实率(%) Bagged seed set		
Time range of heading (m/d)	time range of fertility altern- ation (m/d)	value			96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	<i>t</i> -检验 <i>t</i> -test	96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	<i>t</i> -检验 <i>t</i> -test
		<i>T</i> _{avg}	<i>T</i> _{min}	<i>T</i> _{max}						
07/04~07/08	06/21~06/22	23.5	21.8	24.9	0.0±0.0	1.0±1.1	*	0.0±0.0	0.1±0.1	*
07/09~09/16	06/23~09/01	28.5	25.1	33.5	0.0±0.0	0.2±0.3		0.0±0.0	0.0±0.0	
09/17~09/18	09/ 02	23.0	21.4	25.3	0.0±0.0	2.8±2.5	* *	0.0±0.0	0.1±0.1	*
09/19~09/24	09/03~09/05	27.7	23.8	35.6	0.0±0.0	0.0±0.0		0.0±0.0	0.0±0.0	
09/25~10/02	09/06~09/12	20.2	18.5	23.7	44.5±8.6	54.1±10.4	*	11.6±4.7	18.3±5.1	*
10/03~10/16	09/13~09/24	23.5	19.6	30.8	0.4±0.5	1.7±1.5	*	0.0±0.0	0.3±0.3	*

1999 年,在控温条件下比较研究了 96-5-2S 与培矮 64S 的育性。结果表明:96-5-2S 在 23.5℃与 22℃恒温长光条件下败育彻底,且在 20.5℃恒温长光条件下套袋自交结实率也很低(表 3),说明其雄性不育起点温度界于 20.5~22℃之间(恒温);培矮 64S 在 23.5℃恒温长光条件下套袋自交结实率为 0,但花粉轻度可育,说明其可育性已开始启动,在 22.0℃与 20.5℃恒温长光条件下,套袋自交结实率较高,因此其不育起点温度为 23.5℃(恒温);在 18.5℃及 17℃恒温长光条件下处理 6d,96-5-2S 与培矮 64S 均表现为可育,但 96-5-2S 花粉可染率与套袋自交结实率均显著高于培矮 64S($t=2.729\sim 2.780$, $df=18$, $P<0.05$),说明其生理不育的下限温度小于 17℃,且耐寒性强于培矮 64S。

表 3 96-5-2S 与培矮 64S 在人工控温条件下的育性(1999 年)

Table 3 Fertility of 96-5-2S and Peiai 64S in the condition of controlled temperature									
温度(℃) Temperature	光长(h) Light length	处理天数(d) Treatment time	株数(ind.) Number of plants	花粉可染率(%) Stainable pollen			套袋自交结实率(%) Bagged seed set		
				96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	t-检验 t-test	96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	t-检验 t-test
23.5	14	5	10	0.0±0.0	1.6±1.8	*	0.0±0.0	0.0±0.0	
22.0	14	5	10	0.0±0.0	26.7±11.5	* *	0.0±0.0	10.7±4.3	* *
20.5	14	5	10	6.5±2.9	27.5±13.2	* *	2.4±1.2	11.3±5.5	* *
18.5	14	6	10	36.0±15.1	20.5±9.5	*	11.2±5.9	5.6±2.7	*
17.0	14	6	10	20.5±12.9	8.4±4.8	*	6.8±4.8	2.5±1.2	*

注 Note:恒温处理 Temperature is constant during the periods of treatment

2000 年,96-5-2S 参与了中国水稻研究所的光温敏核不育系育性光温反应鉴定,光温处理时期为 7.0 叶期至抽穗后 1 周,约 80d。结果:在长光条件下,日均温 28℃、24℃、23℃(变温)处理,均表现不育;在短光条件下,日均温 28℃处理也不育,日均温 24℃、23℃处理低度可育(表 4)。此结果说明 96-5-2S 育性主要受温度控制,但在较低温度条件下具有一定的光敏性;这与作者对培矮 64S 的温光反应研究结论一致^[6],说明 96-5-2S 依然保持了培矮 64S 育性主控于温度的特性;同时也说明,长日条件下,96-5-2S 雄性不育起点温度小于 23℃(变温)。而培矮 64S 在变温条件下鉴定时,1991 年为 23.3℃,1993 年上升到 24℃以上,有的株系高达 25℃以上^[7,8]。

表 4 96-5-2S 在人工气候条件下的自交结实率(%,2000 年)

Table 4 Selfed fertilization (%) of 96-5-2S in the controlled ecological condition				
日均温(变幅,℃)Daily temp. (range)	长光(h) Long-day photoperiod		短光(h) Short-day photoperiod	
	14.5	13.5	12.5	11.5
28(24~32)	0.00±0.00		0.00±0.00	
24(20~27)	0.10±0.45	0.09±0.40	3.84±4.96	1.88±2.38
23(19~26)	0.00±0.00		12.56±13.54	

(1)处理时期为 7.0 叶期至抽穗后 1 周,约 80d,每个处理 10 株 Treatment period is from 7.0 leaf stage to a week after heading; about 80 days, 10 plants are treated every temperature and photoperiod combination. (2)中国水稻研究所鉴定 Evaluated by China National Rice Research Institute.

2.3 冷水串灌条件下的育性比较

1999 年夏季,在湖南郴州(25°50'N,海拔 128.0m)进行了不同温度冷水串灌条件下的育性比较研究,结果表明(表 5),96-5-2S 随水温升高,结实率与产量降低。用 19.5~20.0℃的冷水串灌,结实率与产量最高;用超过 20℃的冷水串灌,结实率与产量锐减;当串灌水温为 22℃以上时,则完全不育而绝收,与非冷水串灌的同期抽穗的自然气温条件下的 96-5-2S 与培矮 64S 育性表现相同。而培矮 64S 用 19.5~22.5℃的冷水串灌时,结实率显著($t=2.650$, $df=18$, $P<0.05$)或极显著($t=6.710\sim 31.813$, $df=18$, $P<0.01$)高于 96-5-2S。以上结果说明 96-5-2S 雄性不育起点温度低于培矮 64S,且在 22℃(恒温)以下,与人工气候鉴定结果相吻合(表 3);另外还说明用 19.5~20.0℃的冷水串灌可获得较高的结实

率与繁殖产量而不会发生冷害。

表 5 96-5-2S 与培矮 64S 冷水串灌条件下的育性(1999 年)

灌溉水温(℃) Temperature of irrigating water	结实率(%) Seed set rate			实际产量(t/hm ²) Harvesting yield		
	96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	t-检验 t-test	96-5-2S	培矮 64S Peiai 64S	降低(%) Decrease
19.5~20.0	45.1±2.8	50.4±3.5	*	3.30	4.26	22.5
21.0~21.5	2.5±1.0	56.9±3.7	**	0.21	4.53	95.4
22.0~22.5	0.0±0.0	18.5±6.2	**	0.00	1.46	100.0

3 讨论

3.1 从培矮 64S 中选育出双低两用核不育水稻 96-5-2S 的成因

培矮 64S 是以粳型光敏核不育水稻农垦 58S 为母本,籼型广亲和常规水稻培矮 64 为父本,通过杂交和回交于 1991 年选育而成^[2]。虽然已为高世代材料,但个体间在雄性育性对低温的反应、耐寒性等方面依然存在较明显遗传差异,说明控制这些性状的基因尚未纯合,存在分离。作者正是利用它的这一变异性,经连续多代自然与人工低温定向选择而选育出了双低两用核不育水稻 96-5-2S。看来,通过单株选择是改良两用核不育系、尤其是降低雄性不育起点温度的有效途径之一。

3.2 双低两用核不育水稻 96-5-2S 比培矮 64S 育性更稳定、制种更安全

通过在自然变温,人工控温及冷水串灌条件下比较研究双低两用核不育水稻 96-5-2S 与培矮 64S 育性对温度的反应差异,充分证明 96-5-2S 导致雄性不育的起点温度比培矮 64S 低,恒温下小于 22℃,变温下小于 23℃(温度变幅 19~26℃),因此,其育性比培矮 64S 更稳定。根据湖南长沙的气象记录,7~8 两月连续 3d 日均温低于 23℃的机率是 39a 一遇^[1],而育性转换温敏感期(花粉母细胞形成期与减数分裂期)只有 7~10d,因此育性转换温敏感期遇到连续 3d 日均温 23℃的概率更低,另外如果把育性转换温敏感期安排在盛夏(7 月 21 日~8 月 10 日),则可将这种概率降到几乎为 0,故在湖南以及与湖南气候生态条件类似的长江流域稻区、气温高于湖南的华南稻区,用 96-5-2S 在盛夏季节制种,将极为安全,几乎无风险可言。

3.3 双低两用核不育水稻 96-5-2S 繁殖可行

虽然双低两用核不育水稻 96-5-2S 不育起点温度低于 22℃,但其生理不育下限温度低于 17℃,依然存在一个可育温度范围,这就确保了其繁殖可行。尽管在自然气温下适合其繁殖的生态条件极难满足(育性转换敏感期要求连续 7~10d 日均温 22℃以下,而随后不久抽穗扬花期又要求日均温较高,阳光充足,湿度适宜)而无法进行商品化生产不育系种子,但因其耐寒性强、不易发生冷害,可用 20℃以下的地下冷水或大中型水库的底层冷水在气温较高时串灌育性转换温敏感部位幼穗^[9]解决繁殖难题,通过这种冷水串灌方式能同时满足可育性诱导时对低温的要求与抽穗开花时对高温的要求两个条件,获得 45%左右的结实率与 3.0t/hm² 以上的产量,因此,其繁殖可行,由于繁殖田面积:制种田面积:杂交水稻种植田面积大约为 1:100:10000,而我国地下水与水库水资源丰富,能充分满足商品化生产不育系种子的要求。另外其生理下限温度低(耐寒性强),也可能有利于选配出耐寒性强的两系法杂交水稻组合,从而增强两系杂交水稻的适应性,扩大推广面积。

综上所述,双低两用核不育水稻 96-5-2S 是利用培矮 64S 的变异性选育而成,它继承了培矮 64S 的优良特征特性,但其不育性比培矮 64S 更稳定,耐寒性比培矮 64S 更强,即可确保制种安全,又可确保自身繁殖,还有可能易于选配出耐寒性强的组合,故比培矮 64S 具有更为广阔的应用前景,对推动两系法杂交水稻的快速发展将可能产生深远的影响。

参考文献

[1] 万方数据. Yuan (1999). Technic strategy for breeding of PGMS and TGMS line. *Hybrid Rice* (in Chinese)(杂交水稻), 1992, (1):1~4.

[2] Luo X H (罗孝和), Qiu Z Z (邱趾忠), Li R H (李任华). Pei-Ai64S-A dual-purpose sterile line whose sterility is induced by low critical temperature. *Hybrid Rice* (in Chinese)(杂交水稻), 1992, (1):27~29.

[3] Li H M (newsman) (李浩鸣, 记者). A rice TGMS Line with double low critical temperature values was bred in China. *Science Times* (in Chinese)(科学时报), 1999, Aug 17.

[4] Chen L B(陈良碧), Xu M L(徐孟亮), Zhou G Q(周广洽). Selection of PTGMS line with double low critical values in temperature in rice. *Hybrid Rice* (in Chinese)(杂交水稻), 1999, 14(4):3 ~4.

[5] Xu M L (徐孟亮), Chen L B(陈良碧), Zhou G Q(周广洽). Selection of a new sterile material whose critical temperature inducing sterility is low from rice T(P)GMS Peiai 64S population. *Life Science Research* (in Chinese)(生命科学研究), 1999, 3(2):170~174.

[6] Xu M L (徐孟亮), Chen L B(陈良碧), Zhou G Q(周广洽). Response of fertility of Pei'ai 64 S to temperature and Photoperiod in rice. *Acta Agronomica Sinica*(in Chinese)(作物学报), 1999, 25(6):772~776.

[7] Yuan L P(袁隆平). Purification of foundation seed of rice PGMS and TGMS Lines. *Hybrid Rice*(in Chinese) (杂交水稻), 1994. (6):1~3.

[8] Deng Q Y(邓启云), Ou A H(欧爱辉), Fu X Q,(符习勤等), et al.. A preliminary study on the method for identifying the practical Photo- and Thermo-sensitive Genic Male Sterile Rice. I. Analysis on fertility reaction of Photo- and thermo-sensitive Genic Male Sterile Rice to Potoperiod and temperature. *Hybrid Rice* (in Chinese)(杂交水稻), 1996, (2):23~27.

[9] Xu M L (徐孟亮), Zhou G Q(周广洽). Studies on thermo-sensitive part of Peiai 64S relating to its fertility expression. *Hybrid Rice* (in Chinese)(杂交水稻), 1996, (2):28~30.

《人文聚落可持续发展:基础与征兆》研讨班第一号邀请通知

资助:德国 Heinrich Boell 基金会。组织:Prof. Dr. J. Kuechler, 柏林工业大学景观与环境规划研究所;李建新 博士,中国科学院地理科学与资源研究所。

- 1 举办时间:2002 年 5 月 25~31 日;地点:北京市,中国科学院地理科学与资源研究所。
- 2 主讲人:Dr. W. Schulte, 德国人文聚落区生态单元研究组组长;W. Piper, 德国生物与景观生态工作协会。组织助理:B. Hamann, 柏林工业大学景观与环境规范研究所。
- 3 嘉宾报告:城市建设的生态学思考(李文华院士);地理信息系统(周成虎教授)。
- 4 报名须知:(1)研讨班系 Heinrich Boell 基金会环保公益活动,参加人员录取名额限制在 30 人以内,报名人数超过 30 人时,女士享受第一优先参加权(包括民间),民间人士享受第二优先参加权;(2)参加研讨班报名费每人 600 元人民币(开发票),午餐免费;(3)研讨班语言为英语或德语,配备翻译。
- 5 内容简介:城市与景观生态规划引论;人文聚落区生态单元制图与生态单元综合方法;人文聚落区生态背景调查方法(生态单元类型制图等);应用实例;互动式景观规划与生态研究。
- 6 联系人及地址:李建新先生,北京市朝阳区大屯路 917 大楼,邮编:100101,中国科学院地理科学与资源研究所。联系电话:010-64889681。传真:010-64889630。E-mail: Lijx@Lreis.a