

温室冬繁水稻低温敏核不育系原种方法的初步研究

张旭 黄农荣 林道宣 刘彦卓 孔清霓

(广东省农业科学院水稻研究所, 广州 510640)

刘鸿先 王以柔 李美茹 李平 曾韶西

(中国科学院华南植物研究所, 广州 510650)

摘要 1995年1-5月, 在广州利用玻璃温室加温冬繁籼型水稻低温敏核不育系培矮64s和GD-2s原种。当不育系进入育性转换敏感期时, 温室室温调控至日均温约23℃, 检查花粉育性和自然结实率, 结果表明, 培矮64s的结实率为50.7%, 单株产量平均为3.5g。培矮64s原种温室冬繁的成功, 为现有种量少、繁种难、提纯复壮株严格的低温敏核不育系加速世代扩大繁殖系数提供了一种可靠的途径。

关键词 水稻; 低温敏核不育系; 温室冬繁

PRELIMINARY STUDY ON MULTIPLICATION OF PEDIGREE SEEDS FOR TGMS LINES OF RICE AT LOW CRITICAL TEMPERATURE IN GREENHOUSE IN WINTER

Zhang Xu Huang Nongrong Lin Daoxuan Liu Yanzhuo Kong Qingni

(Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agriculture Sciences, Guangzhou 510640)

Liu Hongxian Wang Yirou Li Meiru Li Ping Zeng Shaoxi

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

Abstract Two thermoperiod-sensitive genic male sterile (TGMS) lines of rice, Pei-ai 64s and GD-2s, were grown in greenhouse for multiplication by means of heating from January to May, 1995. When the TGMS lines were in the sensitivity stage of fertility alteration, the mean daily temperature in the greenhouse was controlled at 23 °C. After heading, their pollen fertility was monitored by microscope and the seed setting rates were checked. The results showed that the seed setting rate of Pei-ai 64s reached 50.7%, its individual plant yield was averagely 3.5g. The multiplication of pedigree seeds for Pei-ai 64s grown in the greenhouse in winter was successful. It is proved that seed being multiplied in the greenhouse in the winter is a better way to expedite the reproduction of TGMS lines at low critical temperature.

Key words Rice; Thermoperiod-sensitive genic male sterile lines; Multiplication

广东省科委和国家“863”-101-01 专题资助

对湖北省农业科学院粮食作物研究所卢兴桂研究员及广东省农业科学院水稻研究所彭惠普研究员给予的帮助和指导谨致谢忱!

1995-10-06 收稿; 1996-06-17 修回

两系法杂交水稻现已从育种研究阶段步入应用推广阶段。为保证制种纯度,目前在南方籼稻区的生产上都利用低温敏核不育系。由于低温敏核不育性遗传的复杂性,往往到高世代仍分离出少量育性转换临界温度较高的植株。因这些高温敏核不育单株在自然条件下的繁殖能力较低温敏单株要强,如果按常规方法繁殖后代,随着代数的不断增加,高温敏单株在整个群体中所占的比例将愈来愈大,最终会引起整个不育系育性转换的临界温度向上漂移^[1,2]。这种漂移无疑将给制种带来风险,有可能造成制种纯度下降甚至制种失败。如当前国内较优良的籼型低温敏核不育系培矮64s,其转育的临界温度在1991年通过省级鉴定时为23.3℃^[3],由于按常规良种繁育程序和方法选种留种,不育系的育性转换的临界温度逐代升高,1993年已上升到24℃以上,1994年有些地方更高达26℃左右^[4],给制种造成越来越大的威胁。为此袁隆平曾提出一套不育系提纯和原种生产程序,即严格选择单株→进行低温处理→再生留种生产“核心种子”→原原种→原种→制种,从而可避免出现育性转换临界温度逐代升高而失去实用价值的现象^[2]。在这一系列的过程中,经严选后的单株如何加速其繁殖,自然就成为要解决的重要问题。我们于1995年早季在广州,利用温室加温冬繁水稻低温敏核不育系培矮64s原种获得成功,从而为现有种量少、繁殖难、株选要求严的低温敏不育系扩大繁殖系数加速世代进程和提纯复壮提供了另一种途径。

1 材料与方 法

供试不育系由湖南省杂交水稻研究中心提供的培矮64s,广东省农业科学院水稻研究所提供的GD-2s。播种日期为1995年1月3日,实行直播盆栽的方法,用33.3×20cm的盆钵,每盆播4棵,每棵间苗后留1株,即每盆4株。每个不育系播125盆共500株。根据水稻生长发育阶段进行肥水管理,但每逢周三无论有否病虫害出现均喷农药防治,从而达到无病虫害栽培的目的。温室内四边墙角设置3000W立式电炉加温装置,通过WZK-01型控温仪进行温度自动调控,并用风扇日夜进行循环式通风,以保持温室内温度的均匀性。相对湿度保持在50-80%。抽穗前各不育系实行隔离以防串粉。

温室内温度日变化由自动记录仪记录;观察不育系生育进程、每个单株的花粉育性和自然结实率;基本农艺性状参照朱英国等^[5]的方法。

2 结果与分析

2.1 冬繁时温室温度的调控

温度的调控技术是涉及到不育系能否正常生长发育的关键。所以一方面要按照不育系育性转换对温度要求的特点,敏感期的温度应能使不育系保持在可育状态;另一方面就是要根据本地区自然条件下温度的年变化,选择合宜的时段使其经过人工调控后能满足不育系自交结实的要求。由于各不育系育性转换的临界温度是不同的,例如培矮64s为23.3℃^[4],GD-2s为23.0℃*。

因此在其育性转换的敏感期内气温始终应保持在23.0℃以下才能使其自交结实。根据我们以往利用人工气

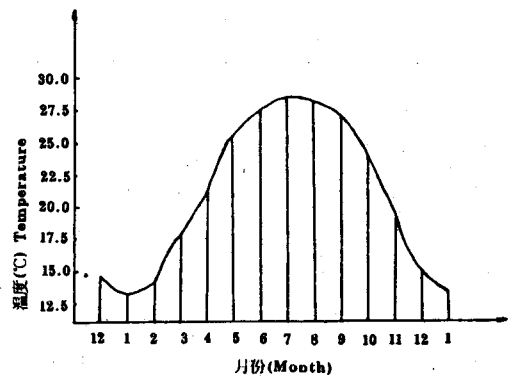


图1 广州1951-1984年各月平均气温

Fig. 1 Average monthly temperature during 1951-1984 in Guangzhou

* 1994年中国水稻研究所人工气候箱鉴定结果。

候箱的试验研究,一般籼型水稻生育中后期低温伤害的临界指标为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[6]。由此可见,不育系要安全结实的日均温度范围是 $20-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。广州地区日均温低于 $23.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的时段是每年的11月上旬至翌年的4月中旬^[6],在此期间进行加温调控是行之有效的。这样就可以根据不育系的生育期及其发育进度来确定适宜的播种期。今年温室内温度的实际调控情况见图2,在这种模式下培矮64s的冬繁获得成功,500株共收获种子1747.2g,每株平均3.50g。

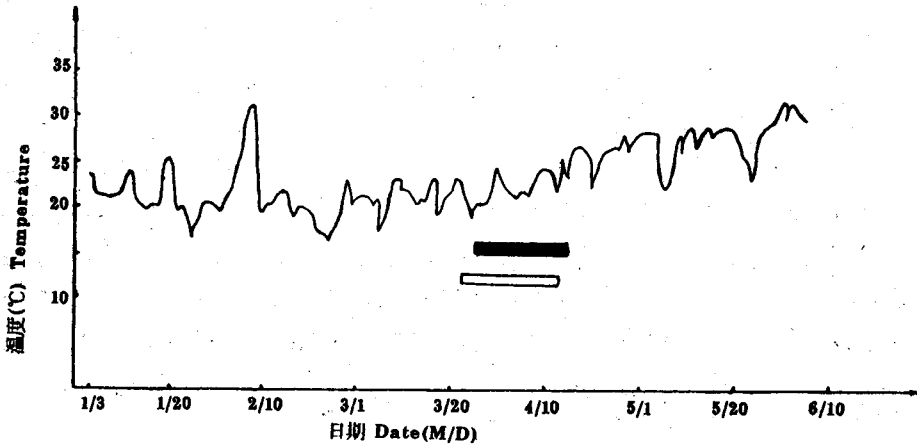


图2 温室日均温度变化及不育系育性敏感期(1995年,广州)

Fig. 2 Variation in average daily temperature in greenhouse and sensitive period of fertility alteration of TGMS lines (1995, Guangzhou)

■ 培矮64s敏感期 Sensitive stage of Pei-ai 64s

□ GD-2s敏感期 Sensitive stage of GD-2s

2.2 温室冬繁时的不育系花粉育性与自然结实率

从图3可见,培矮64s的育性转换敏感期在3月25日-4月15日,在该时段温室的日平均温度调控在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下(只有3d达 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$)。抽穗时逐株镜检花粉可染率为 $47.5-61.3\%$ (平均 53.90%);调查自然结实率为 $29.7-57.4\%$ (平均 50.70%)。说明培矮64s进入育性转换敏感期时,温室平均气温保持低于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 极有利于培矮64s的繁种。GD-2s的花粉可染率和自然结实率,GD-2s的育性转换期在3月22日-4月12日,其间的日平均气温低于 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ (除3d $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 外),其花粉可染率为 $5.5-23.6\%$,自然结实率仅为 $0-15.6\%$,平均仅为 2.1% (图2,3)。在相同的室温条件下,GD-2s与培矮64s的发育进程极相近,但GD-2s的结实率很低,这有

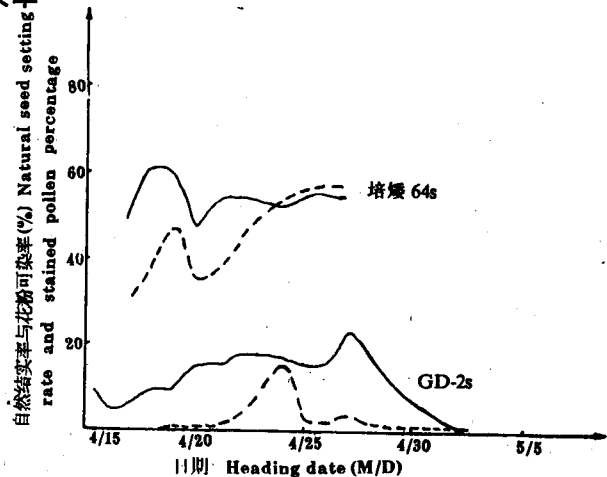


图3 低温敏不育系温室冬繁可染花粉和自然结实率的变化(1995年,广州)

Fig. 3 Alteration of stained pollen percentage and natural seed setting rate of sterile lines (1995, Guangzhou)

—— 可染花粉率 Stained pollen percentage

----- 自然结实率 Natural seed setting rate

可能是GD-2s 育性转换临界温度低于培矮 64s 引起的; 也有可能是GD-2s 在此温度下, 需要更短的光周期作用才能转可育所致, 这还有待于进一步研究。

2.3 不育系温室冬繁时的播始历期及主要农艺性状变化

不育系在温室冬繁时, 温室温度经人工调控, 播后苗期温度较高, 以后降至 23 ℃使其度过育性转换的敏感期, 直至抽穗, 抽穗前的温度变化呈高→低型, 这与自然条件下晚季籼稻推迟播种时的温度变化类型相似。从表 1 可以看到: 就同一不育系而言, 温室冬繁时的播始历期一般较之自然状态下要长, 就不同不育系而言, 温室冬繁时播始历期依次是 GD-2s(100d) < 培矮 64s (104d); 晚季自然状态下的播始历期是 GD-2s(75d) < 培矮 64s(79d)。两种状态下播始历期出现的这种一致性, 对温室冬繁时确定合适的播种期具有很重要的参考价值。

表 1 不育系温室冬繁与自然状态(大田栽培)生长的播始历期变化(1995年, 广州)

Table 1 Duration of sterile lines of rice from sowing to heading in different treatments (1995, Guangzhou)

处理 Treatment	培矮 64s Pei-ai 64s			GD-2s		
	播期 Sowing date (D/M)	始穗 Heading date (D/M)	播始历期 DSH*(d)	播期 Sowing date (D/M)	始穗 Heading date (D/M)	播始历期 DSH*(d)
温室冬繁 Multiplication in greenhouse in winter (1995)	3/1	17/4	104	3/1	13/4	100
自然状态 Natural condition (1994)	1/8	18/10	79	1/8	14/10	75
差数 Difference in days			25			25

* DSH: Duration from sowing to heading

表 2 不育系温室冬繁与自然状态下的主要农艺性状比较(1995年, 广州)

Table 2 Main agronomic characters of sterile lines of rice under different conditions (1995, Guangzhou)

处理 Treat- ment	不育系 Sterile line	株高 Plant height (cm)	穗长 Panicle length (cm)	剑叶 Flag leaf		地上部节间长(cm) Internode length above the ground					每穗粒数 Grains per panicle			结实率(%) Seed setting rate	千粒重(g) 1000-grain weight
				长 Length (cm)	宽 Width (cm)						实粒 Filled grains	空粒 Empty grains	总粒 Total		
						1	2	3	4	5					
温室 冬繁 A	培矮 64s Pei-ai 64s GD-2s	64.9	17.9	20.6	1.08	2.4	6.1	7.9	10.5	20.0	48.13	46.73	94.86	50.70	18.2
自然 状态 B	培矮 64s Pei-ai 64s GD-2s	62.3	23.1	36.0	1.50	2.4	5.9	7.4	8.9	14.6	2.01	95.80	97.81	2.10	25.8
	培矮 64s Pei-ai 64s	66.5	18.6								9.50	107.75	118.25	8.0	20.0
	培矮 64s Pei-ai 64s GD-2s	64.4	25.6								4.47	167.44	171.91	2.6	26.7

A: Multiplied in greenhouse in winter (1995); B: Grown in the field in the late season (1994)

由表 2 可知不育系温室冬繁和自然状态下主要农艺性状的差异: a. 温室盆栽栽培时的植株一般比大田自然状态下的要矮, 由于其生长量不足而穗子较小, 表现为穗长较短, 每穗总粒数较少;

b. 温室冬繁时结实率比晚季大田迟播栽培时要高, 其主要原因是出穗后温室冬繁时温度较高不会引起生理上的低温伤害, 而晚季自然状态下, 栽培时结实期间气温下降, 常常导致低温危害而使结实率不高; c. 就千粒重而言, 温室冬繁的不育系由于灌浆成熟时后期气温过高, 不利于籽粒充实而籽粒稍轻, 在每棵穗数相差不大的情况下它的产量就较之晚季自然状态下迟播栽培的要低些。

3 讨论

现今利用低温处理以提高结实率的途径有二: 一是通过冷水灌溉的方法, 在育性转换的敏感期通过控制水温而提高不育系的繁殖效果。这一方法的理论基础是认为温敏不育系对温度的敏感部位在稻株基部, 促进育性转换的因素是水温而不是气温, 因此认为创造在敏感期的冷水灌溉技术是解决低温敏不育系繁殖的关键。另一条繁种途径的理论基础是认为温敏核不育系的育性转换敏感部位在地上部, 指出低气温能诱导其自交结实^[5,7-10], 在气温条件合适的地方, 大部分都按照这一模式来进行不育系的繁殖。但是, 上述两种途径中, 由于气温和水库水温的变化均无法人工调控以适应不育系育性转换期对温度的要求, 从而提高繁种产量, 因此都存在不稳定因素的威胁。利用温室冬繁可改善这种状况, 在营养生长期可将室温调高以满足不育系生长发育的要求, 避免过低温度造成的生理伤害; 在不育系进入育性转换敏感期, 可严格控制室温在临界值下, 使不育系处于可育状态, 以保证较高的花粉可育度和颖花结实率。

本实验的两用核不育系培矮 64s 和 GD-2s 在相同栽培管理条件下种植, 其发育进程基本同步, 在育性转换敏感期的日均温均为 23℃ 的诱导条件下, 培矮 64s 的自然结实率达 50.7%, 而 GD-2s 的结实率仅有 2.1%。出现这种差异的原因, 据我们的分析初步认为, 可能是不同不育系在育性转换过程中对温度的要求不尽相同, 一些不育系对日均温敏感, 另一些对日最低温敏感^[11], GD-2s 可能是属于对日最低温敏感的不育系。本试验中, GD-2s 进入育性转换敏感期时, 温室日均温为 23℃ (图 2), 但日最低温可能达不到其育性转换时对温度的要求。本所 1995 年早春在冷水库进行繁种时, 在育性转换敏感期时日均温为 23℃, 日最低温为 17℃ 的条件下, GD-2s 的平均结实率为 27.2%, 最高达 46.5%, 产量为 1500kg ha⁻¹ 以上。另一种可能原因是, 在这种诱导温度下, GD-2s 育性转换还需要更短光周期的协同作用, 才能较完满通过不育向可育转换的过程。该部分试验目前仍在进行中, 不久就可获结果。因此, 在进行温室冬繁时, 应首先弄清各不育系对光温条件的要求, 再根据其种性来确定冬繁时育性转换敏感期的日均温。日最低温指标以及对光照的设置, 进一步提高温室冬繁的不育系产量。

以往低温敏核不育系的繁殖主要是在海南冬繁, 这种方法需要投入较多资金, 同时由于自然温度变化的不可控性, 繁种产量往往没有保证。本试验繁殖培矮 64s 原种成功表明, 温室冬繁方法除了可严格控制温度, 保证不育系有适宜的生长发育环境, 提高繁种产量外, 其所需经费较少, 还可免除旅差的劳顿, 节约资金, 从而降低生产成本; 因在当地繁种, 可保证制种种源, 不误农时。因此, 利用现有温室条件, 的确是一条加速水稻低温敏核不育系繁殖的新途径。

参考文献

- 1 卢兴桂. 水稻光温敏核雄性不育性的研究现状. 两系法杂交水稻研究论文集, 农业出版社, 1992, 13-22

- 2 袁隆平. 水稻光、温敏不育系的提纯和原种生产. 杂交水稻, 1994, (6):1-3
- 3 罗孝和等. 两系杂交水稻新组合培两特青的选育. 杂交水稻, 1994, (5):7-10
- 4 黄农荣等. 广东新选水稻两用核不育系的光温反应和生态适应性研究. 广东省水稻两用核不育系及其杂种优势利用研究 1994 年度会议论文选编, 1994, 122-127
- 5 朱英国, 杨代常编著. 光周期敏感核不育水稻研究与利用. 武汉大学出版社, 1992, 4
- 6 张旭等编著. 水稻生态育种. 农业出版社, 1991, 224-295
- 7 贺浩华等. 水稻两用核不育系的育性转换分析. 北京农业大学学报, 1993, 19(增刊):31-34
- 8 邹应斌等. 光敏感核不育水稻的光温特性与育性诱导效应的关系. 湖南农学院学报, 1991, 17(2):99-105
- 9 孙宗修等. 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型光敏核不育系育性转换的影响. 作物学报, 1993, 19(1):83-87
- 10 薛光行等. 温度对光敏感雄性核不育水稻育性转换的影响研究. 作物学报, 1992, 18(6):429-438
- 11 万邦惠等. 1994 年两用核不育系及杂种优势利用研究的进展. 广东省水稻两用核不育系及其杂种优势利用研究 1994 年度会议论文选编, 1994, 3-4