

9

粳稻品种幼苗耐冷性比较研究

S511.220.1

陈友订¹, 黄农荣¹, 刘彦卓¹, 梁祖扬¹, 邱润恒¹, 钟旭华¹,
 张旭¹, 西田清数², 吉川年彦², 田中万纪穗², 泽田富雄²

(1. 广东省农业科学院水稻研究所, 广东 广州 510640;

2. 日本兵库县立中央农业技术中心, 加西市别府町南/岗甲 1533)

摘要: 利用人工模拟低温胁迫的方法, 研究了3个日本粳稻品种日本晴、金南风 and 福光以及2个台湾粳稻品种台竹157、加南20的苗期耐冷性, 并以当地推广高产籼稻品种特三矮2号作对照。从对株高、主茎叶片数、地上部干物重、死苗率等形态性状的调查和叶绿素含量、电解质外渗率等生理性状测定的结果显示, 日本晴、金南风、福光和台竹157苗期的耐冷性较强, 加南20的耐冷性较弱, 但比特三矮2号的耐冷性略强, 这为防止早稻烂秧死苗而开展耐冷育种提供新的耐冷基因源。

关键词: 粳稻; 耐冷性; 人工气候; 秧苗 **品种比较**

中图分类号: S511.22.01

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)03-0239-04

COMPARISON OF COLD TOLERANCE IN SEEDLINGS AMONG *JAPONICA* RICE VARIETIES

CHEN You-ding¹, HUANG Nong-rong¹, LIU Yan-zhuo¹, LIANG Zu-yang¹,
 QIU Run-heng¹, ZHONG Xu-hua¹, ZHANG Xu¹, Kiyokazi NISHIDA²,
 Toshihiro YOSHIKAWA², Makiho TANAKA², Tomio SAWADA²

(1. Rice Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. Hyogo Prefecture Agricultural Institute, 1533 Minaminooka-ko, Befu-cho, Kasai, Hyogo 679-01, Japan)

Abstract: Cold tolerance in seedlings of 5 *japonica* rice varieties, of which 3 from Japan and 2 (Taizhu 157 and Jianan 20) from Taiwan, and 1 *indica* rice variety Tesan'ai 2, was studied in phytotron with light intensity of 1000 and 2000 lx at average temperature of 8.5°C, relative humidity of 75%, and 12 hours of photoperiod per day. Rice seeds were sown in Guangzhou in December 1999. Twenty-day-old seedlings were put into phytotron for 9 days of treatment. The morphological and physiological characteristics, such as plant height, leaf number of main culm, dry weight of shoot, death percentage, chlorophyll content and electrolyte leakage rate were determined. The results showed that *japonica* rice Nihonbare, Kinmaze, Fukuhikari and Taizhu 157 had greater tolerance to low temperature than Jianan 20 and *indica* rice Tesan'ai 2. The *japonica* rice varieties with cold tolerance will be good donors of cold-tolerant genes for improving *indica* rice varieties, which will be

收稿日期: 1999-03-11

基金项目: 广东省自然科学基金资助(990501)

helpful for preventing the seedlings from cold injury in the early cropping season in Guangdong, China.

Key words: *Japonica* rice; Cold tolerance; Phytotron; Seedlings

广东省早季稻育秧期间常受“倒春寒”的威胁,长期的低温阴雨是导致烂秧死苗的主要原因。进入九十年代,发生烂秧的频率高达5年2遇,已成为早季稻生产的重要障碍。克服水稻烂秧死苗的根本手段是采用耐冷品种,而耐冷品种选育的首要关键是耐冷种质的挖掘和利用^[1]。

从粳籼89和两用核不育系培矮64S的大面积应用来看,利用籼粳亚种间杂交,将粳稻中的优异基因导入籼稻而育成新品种或杂交稻组合的方法,已逐渐显示出其有效性。日本粳稻品种“日本晴”、“金南风”、“福光”在当地表现出高产、优质和抗逆性强等特征^[2,3]。1994年我们将其引入广州,通过连续10代大田种植及主要农艺性状调查,发现它们对广东的生态条件具有良好的适应性^[4]。因此,进一步开发利用日本粳稻的优良基因,特别是将耐冷基因导入我省籼稻品种,培育出耐冷籼粳杂交品种,对减少早季稻烂秧死苗造成的损失,具有现实意义。本研究利用人工气候模拟低温,对上述3个品种及2个台湾粳稻品种“台竹157”、“加南20”(前者苗期耐冷性较强,后者较弱)和籼稻高产品种“特三矮2号”(苗期较耐冷)的秧苗耐冷性作了比较研究,以探讨它们的冷害生理及耐冷特征,并寻求耐冷基因源,为我省水稻耐冷育种提供耐冷亲本及理论依据。

1 材料与方 法

材料 日本粳稻品种日本晴、金南风和福光(*japonica* Nihonbare, Kinmaze and Fukuhikari)由日本兵库县立中央农业技术中心提供;台湾粳稻品种台竹157(*japonica* Taizhu 157,苗期耐冷性较强)、加南20(*japonica* Jianan 20,苗期耐冷性较弱)和特三矮2号(*indica* Tesan'ai 2,苗期较耐冷的籼稻品种)均由广东省农业科学院水稻研究所稻种资源研究室提供。

人工气候箱处理时期 供试材料于1999年12月18日播种,秧龄为20 d时入箱,低温处理9 d后出箱。人工气候箱光、温设置见图1,光周期为12 h d⁻¹,日均温8.5℃,相对湿度RH≥75%。

调查株高、主茎叶片数、地上部百苗干物重和植株受害情况。植株受害标准参照Coly及张旭等的方法^[5,6]。

叶绿素含量的测定按黄秋妹等改进的方法^[7];电解质外渗率的测定方法为取10株幼苗除去根和第一叶及心叶,浸于20 ml无离子水中,常温下浸泡24 h后测其电导率,然后沸水中煮10 min,冷却至室温后测总电导率,两者相除得电解质外渗率。

上述实验均设3次重复。

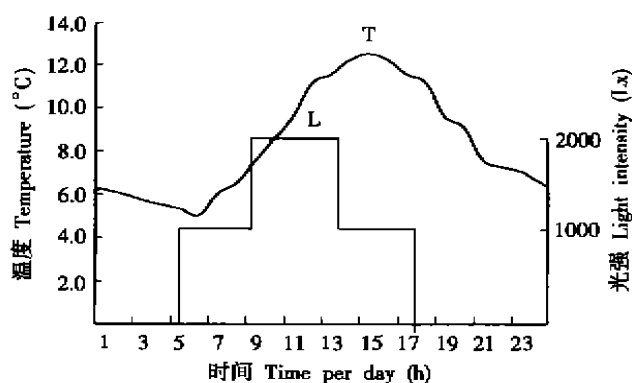


图1 人工气候箱内温光设置

Fig. 1 The setting of temperature (T) and light intensity (L) in phytotron

2 结果与分析

2.1 低温胁迫对株高的影响

植株高度是对温度反应十分敏感的主要农艺性状之一^[5], 经人工低温处理前后的株高变化见表1。方差分析显示, 品种间的株高存在极显著差异($F=9.31 > F_{0.01}=3.90$)。低温处理前后的株高亦呈极显著差异($F=5.97 > F_{0.05}=4.26$), 经日均温8.5℃的低温处理9 d后植株高度明显萎缩, 生长率呈负增长。其中, 负增长最大的是台竹157, 其次分别为福光、金南风和特三矮2号; 负增长最小的是加南20和日本晴。

表1 低温处理后水稻幼苗株高(cm)和叶片数的变化

Table 1 Changes in plant height (cm) and leaf number of rice seedlings after treatment at 8.5℃ for 9 days

品种 Varieties	处理前 Before treatment		处理后 After treatment		增长率 * Increment rate (%)	
	株高 (cm)	叶片数	株高 (cm)	叶片数	株高 (cm)	叶片数
	Plant height	Leaf number	Plant height	Leaf number	Plant height	Leaf number
日本晴 Nihonbare	25.5±1.6	2.91±0.02	24.7±1.4	2.92±0.03	-3.1	0.34
福光 Fukuhikari	25.5±1.2	2.86±0.04	24.2±1.2	2.89±0.02	-5.1	1.05
金南风 Kinmaze	24.7±1.0	3.32±0.02	23.5±0.6	3.20±0.16	-4.9	-3.61
台竹157 Taizhu 157	25.6±1.0	3.02±0.04	24.0±1.0	3.03±0.04	-6.2	-0.33
加南20 Jianan 20	26.4±0.9	2.86±0.04	26.2±2.2	2.89±0.04	-0.8	1.05
特三矮2号 Tesan'ai 2 (<i>indica</i>)	22.1±1.4	3.33±0.10	21.2±0.6	3.37±0.07	-4.1	1.20

* 增长率 (%) = (处理后 - 处理前) / 处理前 × 100%

Increment rate (%) = (After treatment - before treatment) / Before treatment × 100%

2.2 低温胁迫对主茎叶片数目的影响

水稻在营养生长期的发育进程主要反映在主茎叶片数的增长上。一般而言, 同一水稻品种具有相对稳定的主茎叶片数, 并以“叶龄”来表示, 因此, 通常可根据“叶龄”来推断植株的生育进程^[6]。经日均温8.5℃低温处理9 d后的主茎“叶龄”变化见表1。方差分析可见, 各品种的“叶龄”间呈极显著差异($F=60.47 > F_{0.01}=3.90$), 但同一品种处理前后的叶龄变化未达显著水平($F=0.024 < F_{0.05}=4.26$), 即低温胁迫对主茎叶片数无明显影响。其中, 金南风和台竹157的叶龄变化率呈负值, 原因是其正在伸长的心叶遇低温后产生萎缩, 从而导致处理后的“叶龄”比处理前的略小; 其余四个品种的“叶龄”变化率为正值。此结果说明这几个品种经低温胁迫后, 叶片的反应可能有两种方式, 一是心叶略有伸长; 二是心叶和倒2叶都萎缩, 但心叶比倒2叶萎缩得少, 从而使叶龄变化率呈正值。

2.3 秧苗叶绿素含量变化

表2为各品种经低温处理前后的叶绿素含量的变化情况。方差分析显示, 参试品种秧苗叶绿素含量不论品种间还是处理间的差异均呈极显著水平($F=6.80 > F_{0.01}=3.90$ 和 $F=27.58 > F_{0.01}=7.82$)。结果说明, 品种间的叶绿素含量存在明显差异; 低温胁迫后, 所有参试品种的叶绿素含量都有不同程度降低。其中, 叶绿素降解最多的品种是福光, 其次是特三矮2号, 叶绿素降解最少的是日本晴和加南20。除日本晴外, 低温下各品种的chl a/b均降低, 尤以加南20和特三矮2号的下降幅度较大。

表2 低温胁迫对秧苗叶绿素含量(mg g⁻¹DW)的影响Table 2 Effect of low temperature (8.5 °C) on chlorophyll content (mg g⁻¹DW) in leaves of rice seedlings

品种 Varieties	chl (a+b)		叶绿素降解率 Chlorophyll degradation rate (%)	chl a/b		-Δ (%)
	处理前 Before treatment	处理后 After treatment		处理前 Before treatment	处理后 After treatment	
日本晴 Nihonbare	16.16 ± 0.84	14.30 ± 1.51	11.51	3.00	3.02	0
福光 Fukuhikari	18.87 ± 3.52	12.62 ± 0.94	33.12	3.19	2.85	10.6
金南风 Kinmaze	18.11 ± 0.83	15.05 ± 0.71	16.90	3.04	2.78	8.6
台竹 157 Taizhu 157	22.42 ± 3.22	18.31 ± 1.79	18.33	3.13	2.73	12.6
加南 20 Jianan 20	17.11 ± 1.09	14.76 ± 2.08	13.73	3.12	2.58	17.3
特三矮 2号 Tesan'ai 2 (indica)	22.57 ± 3.91	17.60 ± 1.93	22.02	3.15	2.68	14.9

2.4 低温胁迫对电解质外渗率的影响

低温或水分胁迫下细胞质膜受伤害的程度, 可以通过膜透性的大小反映出来, 因此, 低温胁迫下电导率增加的多少可以衡量膜受伤害的程度^[9,10]。供试材料在低温胁迫下的电解质外渗率如表3所示。方差分析显示, 品种间和不同低温处理天数间的电解质外渗率均呈极显著差异 ($F=5.55 > F_{0.01}=4.56$ 和 $F=100.17 > F_{0.01}=5.42$)。低温处理3 d后电解质外渗率变化较小, 超过6 d则显著增高。将不同处理时间的电解质外渗率作线性相关分析, r 值在0.8299-0.9746之间, 直线方程斜率以特三矮2号最大, 加南20次之, 福光最小。这表明特三矮2号的反应最敏感。

表3 低温胁迫对秧苗地上部电解质外渗率(%)的影响

Table 3 Effect of low temperature (8.5 °C) on electrolyte leakage (%) in seedling shoots

品种 Varieties	处理时间 Treatment time (d)				斜率 Slope	相关性 r
	0	3	6	9		
日本晴 Nihonbare	6.4 ± 3.8	6.6 ± 1.8	13.2 ± 5.4	57.9 ± 1.5	5.0666	0.8299
福光 Fukuhikari	7.6 ± 0.3	7.7 ± 2.1	14.4 ± 9.6	51.2 ± 12.1	4.5833	0.8495
金南风 Kinmaze	8.3 ± 3.7	8.7 ± 0.3	18.3 ± 9.2	59.8 ± 6.9	5.4700	0.8662
台竹 157 Taizhu 157	8.4 ± 4.6	8.7 ± 1.8	20.5 ± 1.5	61.4 ± 4.6	5.6933	0.8784
加南 20 Jianan 20	8.5 ± 0.1	16.5 ± 10.6	38.7 ± 13.9	66.5 ± 10.1	6.5400	0.9746
特三矮 2号 Tesan'ai 2 (indica)	8.2 ± 2.3	21.7 ± 4.2	48.6 ± 3.5	74.0 ± 5.5	7.4766	0.9909

2.5 低温处理对水稻地上部百苗干物重的影响

对供试品种和处理间进行方差分析结果可见, 各品种百苗干物重间呈极显著差异 ($F=6.00 > F_{0.01}=3.90$), 但处理前后的百苗干物重无显著差异 ($F=1.43 < F_{0.05}=4.26$)。尽管如此, 各品种的表现不完全一致。低温处理后, 日本晴、福光和金南风的百苗干物重增加, 增幅最大的是日本晴达10.53%, 其次是福光(6.72%), 金南风只略有增加(0.25%), 表明这几个粳稻品种在低温胁迫过程中仍有一定的光合产物积累。台竹157经低温处理前后的百苗干物重不变, 表明该品种的光合积累和呼吸消耗相抵消。加南20和特三矮2号的百苗干物重在低温处理后降低, 尤以特三矮2号的降幅较大, 可见, 这2个品种的光合积累少于呼吸消耗。由此可初步看出, 日本粳稻品种日本晴、福光和金南风比台湾粳稻品种台竹157和加南20及籼稻品种特三矮2号较耐低温胁迫, 其中特三矮2号的耐低温胁迫能力最弱。

2.6 低温处理对水稻秧苗受害的影响

各供试品种在不同天数低温胁迫后的各受害级别的秧苗受害率见表4。经低温胁迫3 d时各品种均显示受害症状, 其中加南20和特三矮2号较严重, 正常苗率(1级)仅分别为13.3%和15.6%。处理6 d时此两品种均无生长正常植株(1级苗率为0), 92.2%和85.6%的植株极度萎蔫至死亡(9级); 台竹157和金南风的死苗率亦达80.0%和72.2%; 而日本晴和福光受害苗率达9级的仅有48.8%和46.6%。低温处理9 d时, 加南20和特三矮2号的秧苗均100%死亡; 台竹157、金南风和福光的死苗率亦分别达98.9%、95.6%和93.3%; 日本晴死苗率较小, 且仍有4.4%的正常株。由此可初步认为在所有品种中, 日本晴的秧苗耐冷性最强, 其次是福光、台竹157和金南风, 秧苗耐冷性最差的是加南20和特三矮2号。

表4 秧苗经不同天数低温处理后的受害率(%)

Table 4 Injury rate (%) in various injured grades* of rice seedlings after treatment at 8.5 °C for 3, 6 and 9 days

品种 Varieties	0 d				3 d					6 d					9 d				
	* 1	1	3	5	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9	1	3	5	7	9
日本晴 Nihonbare	100	45.5	25.6	28.9	10.0	6.7	10.0	24.4	48.8	4.4	1.1	1.1	7.8	85.6					
福光 Fukuhikari	100	53.3	28.9	17.8	8.9	7.8	7.8	28.9	46.6	0	0	0	6.7	93.3					
金南风 Kinmaze	100	25.6	32.2	42.2	1.1	3.3	6.7	16.7	72.2	0	0	0	1.1	98.9					
台竹 157 Taizhu 157	100	41.1	37.8	21.1	3.3	2.2	5.6	8.9	80.0	2.2	0	1.1	1.1	95.6					
加南 20 Jianan 20	100	13.3	28.9	57.8	0	0	0	7.8	92.2	0	0	0	0	100					
特三矮 2号 Tesan'ai 2	100	15.6	60.0	24.4	0	0	4.4	10.0	85.6	0	0	0	0	100					

各品种重复调查30株苗 Thirty seedlings in each variety were investigated in replicate. *受害级别 1 represents normal seedlings, and 3 to 9 represent the damaging effect in an ascending order up to death (grade 9).

3 讨论

广东早季稻的烂秧死苗问题, 70年代末到80年代初虽然作过系统研究^[11-13], 但未能从根本上得到解决, 至今仍威胁着早季稻的生产。以往利用人工模拟低温的方法对广东早稻耐冷性的研究仅涉及籼稻品种或二系、三系杂交稻组合或不育系^[16,14], 对引种梗稻的耐冷性一直未开展研究。本试验通过对冷害反应较敏感的苗期地上部干物重、死苗率等形态性状和叶绿素含量、电解质外渗率等生理特征的分析初步看到梗稻品种日本晴、金南风、福光和台竹157的苗期耐冷性比本地推广品种特三矮2号强。这为耐冷育种提供可利用的新耐冷基因源。

利用人工气候模拟低温胁迫来评价水稻秧苗耐冷性, 具有直观、准确度高和重现性好等优点而常被采用^[6,12,14], 但因其能源消耗大、试验成本高而受到限制。因此, 如何做到既能减少消耗、降低成本, 又能获得准确度高、重现性好的实验结果是合理使用人工模拟气候技术的关键。本次试验对供试材料进行连续9 d的低温处理后, 加南20和特三矮2号已100%死亡, 其他4个品种的死苗率亦表现出差异, 从中已能鉴别出品种间耐冷性的差别, 此结果与大田观察的结果一致^[6], 表明本试验所获得的结果是准确可靠的。

参考文献:

- [1] 张旭, 孔清霓, 刘彦卓, 等. 作物生态育种学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998, 75-155.
- [2] 长户一雄, 岸洋一. 米の粒质に関する研究第2报, 炊饭特性の品种间差异について [J]. 日本作物学会纪事, 1966-1967, 35(4):245-256.
- [3] 长户一雄, 铃木清太, 佐渡敏弘. 米粒の干物增加过程と米质 [J]. 日本作物学会纪事, 1975, 44(4):431-437.
- [4] 张旭, 陈友订, 黄农荣, 等. 日本粳稻育种材料在广州种植加代情况 [A]. 作物栽培生理研究 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998, 472-478.
- [5] Coly A. Testing rice varieties of *indica* type for cold tolerance at seedling stage [J]. Japan J Crop Sci, 1980, 49(4): 543-547.
- [6] 张旭, 林道宜, 陈制明, 等. 二系杂交稻幼苗耐冷性的鉴定比较研究 [J]. 广东农业科学, 1991, (3):3-6.
- [7] 黄秋妹, 林秀珍. 水稻叶片叶绿素提取、测定的简易方法 [J]. 广东科技, 1994, (2):15-17.
- [8] 丁颖. 中国水稻栽培学 [M]. 北京: 农业出版社, 1961.
- [9] 戴俊英. 玉米不同生育期的抗旱性 [J]. 植物生理学通讯, 1989, (5):55-59.
- [10] 邓令毅, 王洪春. 葡萄的抗旱性与质膜透性 [J]. 植物生理学通讯, 1984, (2):12-16.
- [11] 潘瑞炽. 早稻烂秧的生理分析 [J]. 广东农业科学, 1977, (6):45-48.
- [12] 华南农学院植物生长室. 早稻烂秧原因及其防止途径 [J]. 广东农业科学, 1979, (1):28-33.
- [13] 骆世明, 吴灼年. 早春水稻烂秧生态的研究 [J]. 广东农业科学, 1983, (2):1-7.
- [14] 孔清霓, 张旭, 刘彦卓, 等. 早稻早育与湿润育秧苗期耐冷性差异的初步研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 1996, (增刊 I):47-52.