

黑龙江省水稻冷害

II 品种间耐障碍型冷害的差异

王春艳¹, 曾宪国², 王连敏¹, 王立志¹, 姜丽霞³, 李忠杰¹, 李锐¹

(1. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江哈尔滨 150086; 2. 泰来县二龙涛农场, 黑龙江泰来 162400; 3. 黑龙江省气象科学研究所, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要: 利用人工气候室对黑龙江省主栽水稻品种进行耐小孢子阶段低温试验, 结果表明: 不同水稻品种耐低温的能力有较大的差异。15℃低温处理 7 d, 不育率降低幅度由 3% 增至 70%。冷积温每增加 1℃, 不育率由 0.002% 增至 1.898%。由此鉴定出来的耐小孢子阶段低温的水稻品种有: 空育 131、龙稻 3 号以及龙稻 6 号。而对此期低温较敏感的品种是龙粳 11、龙粳 13、松粳 7 号、龙稻 7 号和垦稻 12 等。

关键词: 水稻; 障碍型冷害; 不育率; 冷积温

中图分类号: S511 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)02-0020-03

Rice Cooling Injury In Heilongjiang Province

II Difference of Cooling Injury Tolerance among Varities

WANG Chun-yan¹, ZENG Xian-guo², WANG Lian-min¹, WANG Li-zhi¹, JIANG Li-xia³, LI Zhong-jie¹, Li Rui¹

(1. Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Erlongtao Farm in Tailai City, Tailai, Heilongjiang 162400; 3. Meterological Institute of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract: Cooling temperature-tolerant experimen on major rice cultivars at microspore stage in Heilongjiang province was conducted in phtotran. The experimenal results showed that cooling temperature-tolerant ability among cultivars was greatly different. Under cooling temperature(15℃)for 7 days the spikelets sterile rate ranged from 3% to 70%. When accumulated cooling temperature increased for 1℃, the spikelets sterile rate ranged from 0.002% to 1.989%. Therefore it could be referred that cooling temperature-tolerant cultivars were Kongyu 131, Longdao No. 3 and Longdao No. 6. While the cooling temperature-sensitive cultivars were Longjing 11, Longjing 13, Songjing No. 7, Longdao No. 7 and Kendao 12.

Key words: rice; sterile style cooling injury; sterile rate; accumulated cooling temperature

冷害是一种严重的农业灾害, 国外研究冷害对农业产生的影响由来已久^[1-5]。工业发达的日本, 农业生产长期受冷害的威胁, 自 20 世纪 30 年代起就进行了有组织的科学研究, 20 世纪 50 年代加强了冷害的实验研究; 1964~1966 年, 日本连续发生冷害, 特别是 1964 年, 损失高达 504 亿日元^[6]。因此, 20 世纪 60 年代后期日本对冷害的研究更为重视, 制定了长期性计划, 建起了大型人工气候室等环境调控系统用于冷害的研究, 并取得了良好的经济效益。近些年来, 黑龙江省水稻低温冷害研究取得了长足的进展, 但也存在着不少的问题, 如近几年盛夏(7 月下旬至 8 月上旬)

的低温, 造成部分地区水稻不育率的提高, 产量和品质下降^[7-8]。随着水稻栽培面积的不断扩大, 这种风险还将随之提高。本项研究旨在通过对黑龙江省主栽水稻品种耐孕穗期低温进行综合评价, 为生产上品种的选择, 亲本材料的选用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黑龙江省地域辽阔, 品种繁多。从第一积温带的泰来、宁安到第四季温带的黑河都有种植, 为了能够揭示黑龙江省水稻发展的现状, 对黑龙江省水稻快速发展(20 世纪 80 年代)以来, 在生产上有一定推广面积并具有一定特点的 47 份水稻品种进行耐小孢子阶段低温的障碍型冷害鉴定。

1.2 试验方法

试验采取盆栽的方式进行, 在水稻发育到小孢子

收稿日期: 2008-12-09
基金项目: 国家自然科学基金项目(40705071); 国家科技支撑计划项目(2007BAD6500-03)
第一作者简介: 王春艳(1958-), 女, 吉林省人, 研究员, 主要从事作物栽培生理的研究。E-mail: wanglianmin1267@163.com。

阶段(剑叶与剑下一叶的叶枕距为-5~0 cm)进行4和7 d的15/15℃低温处理(在人工气候室内)。在水稻收获时调查低温处理的不育率(空壳率)。

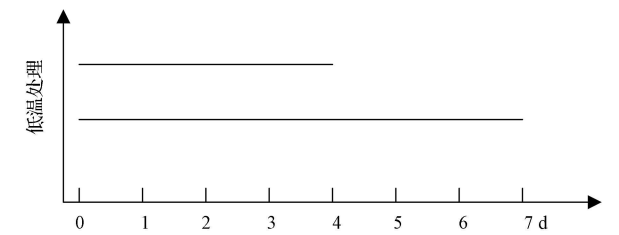


图1 小孢子阶段低温处理示意图

试验是通过旱育苗的方式育苗,分期播种、插秧(目的是使不同熟期的品种抽穗期都处在7月25日~8月10日),秧苗插在直径为30 cm,高33 cm的塑料盆中,每盆定量称取过筛的旱田土(17.5 kg),并加入适量的农家肥。插秧前每盆施入磷酸二铵2 g,硫酸钾1 g,硫酸铵2 g,并与土壤充分混拌。在水稻分蘖期、孕穗期分别追施硫酸铵2 g·盆⁻¹。每盆插秧4株,每个品种插5盆,一盆用于对照,低温处理4和7 d分别用两盆。在开始进行低温处理时,每盆选剑叶与剑下一叶的叶枕距为-5~0 cm的单茎10个挂牌,处理结束时同样选剑叶与剑下一叶的叶枕距为-5~0 cm的单茎8~

10个挂牌,用于考种分析。
考种分析:将收获的水稻品种依据处理分别脱粒,分别调查各处理颖花败育率及产量。

2 结果与分析

2.1 冷积温与水稻不育的关系

冷积温是指水稻在发育阶段进行低温处理期间与室外对照温度减少的温度之和(℃)。处理期间温度越低,处理时间越长,冷积温值越大。综合分析黑龙江省主栽水稻品种可以看出,低温处理4 d,冷积温与不育率的相关系数为 $r=0.2957^{**}$;低温处理7 d,冷积温与不育率的相关系数为 $r=0.5030^{**}$ 。在供试的品种中,低温处理7 d不育率与对照不育率之差小于10%的品种有:东农424、绥粳7号、龙稻3号、龙稻5号、龙稻6号、富士光、上育397和松粳10号。而大于50%的品种有:龙粳11、龙粳13、龙粳16、松粳7号、龙稻7号、垦稻12等。冷积温每增加1℃,不育率增加的幅度品种间有较大的差异(从0.002%~1.898%),增幅最大的品种是垦稻10号,低温处理4 d每增加1℃冷积温,不育率提高1.898%;而增幅最小的龙稻3号,低温处理4 d每增加1℃冷积温,不育率只提高0.002%。

表1 冷积温与不育率的关系

品 种	CK	低温4 d		低温7 d		与对照的差值		每度冷积温的不育率	
	不育率/%	冷积温/℃	不育率/%	冷积温/℃	不育率/%	4 d	7 d	4 d	7 d
松粳10号	11.3	11.1	14.14	34.9	14.3	2.84	3.0	0.256	0.086
东农424	11.67	11.1	12.53	34.9	16.08	0.86	4.41	0.077	0.126
龙稻3号	17.08	25.2	17.13	48.7	24.23	0.05	7.15	0.002	0.147
绥粳7号	12.58	11.1	16.65	34.9	19.77	4.07	7.19	0.367	0.206
龙稻5号	3.94	17.6	14.39	35	13.91	10.45	9.97	0.594	0.285
松粳6号	28.29	17.6	32.08	35	39.26	3.79	10.97	0.215	0.313
富士光	21.24	11.1	22.37	34.9	34.11	1.13	12.87	0.102	0.369
上育397	10.94	40.2	18.93	68.4	26.76	7.99	15.82	0.199	0.231
垦稻10号	11.52	17.6	44.92	35	44.96	33.4	33.44	1.898	0.955
松粳7号	21.57	30.5	32.77	54.2	72.1	11.2	50.53	0.367	0.932
合江21	33.57	38.6	56.49	63.9	87.01	22.92	53.44	0.594	0.836
龙粳15	16.64	37.4	36.18	68	68.97	19.54	52.33	0.522	0.770
合江19	24.08	38.6	48.13	63.9	80.71	24.05	56.63	0.623	0.886
东农419	11.89	25.2	26.08	48.7	69.11	14.19	57.22	0.563	1.175
龙粳2号	11.53	35.7	49.12	40.1	69.16	37.59	57.63	1.053	1.437
龙稻7号	25.91	35.7	77.45	40.1	85.97	51.54	60.06	1.444	1.498
垦稻12	13.13	38.6	35.46	63.9	73.8	22.33	60.67	0.578	0.949
龙粳16	8.86	37.4	19.64	68	71.15	10.78	62.29	0.288	0.916
龙粳11	20.89	38.6	72.97	63.9	92.89	52.08	72	1.349	1.127
龙粳13	13.93	37.4	29.5	68	86.7	15.57	72.77	0.416	1.070

2.2 低温对水稻不同品种产量的影响

产量与穗粒数的相关性因处理不同而有较大差异,而低温下产量与穗粒数的相关极不明显。对照的穗粒数与产量呈较明显的正相关关系。在正常温度下,产量与不育率呈微弱的负相关关系,而在低温下,与产量呈显著的负相关关系(-0.7~-0.8^{**})。由此可

见,低温对黑龙江省水稻生产有着巨大的影响。在低温下处理7 d,产量比对照减少6 000 kg·hm⁻²以上的品种有:松粳5号、松粳7号、龙稻7号、垦稻12、绥粳4号、龙粳13、合江21、龙粳2号和龙粳11等;而低温处理7 d产量比对照减少不足3 000 kg·hm⁻²的品种有:东农424、龙稻6号、松粳9号、龙稻3号、沙沙泥、龙稻

4号、空育131、上育397。通过低温对水稻不育率和产量的表现可以看出,不耐寒的水稻品种分别是:松粳7号、龙稻7号、垦稻12、龙粳11、龙粳13、龙粳2号、绥粳4号以及合江21。而耐寒的水稻品种分别是:松粳9号、东农424、空育131、上育397、沙沙尼、龙稻3号以及龙稻6号。

表2 低温处理对水稻不同品种产量的影响

品种	产量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$			与对照的产量差/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	
	ck	4T	7T	4 d	7 d
东农424	7551.5	7524.5	6479.0	27.0	1072.5
上育397	6311.0	6354.3	5206.2	-43.3	1104.8
龙稻6号	6859.8	5889.3	5259.2	970.5	1600.6
空育131	7494.3	7146.0	5733.3	348.3	1761.0
沙沙泥	6867.2	6828.0	5089.8	39.2	1777.4
龙粳9号	7106.9	6857.0	4990.5	249.9	2116.4
龙稻3号	8090.6	6627.9	5736.2	1462.7	2354.4
龙稻4号	7126.5	5430.0	4190.3	1696.5	2936.2
龙稻7号	8639.3	2691.8	2111.1	5947.5	6528.2
松粳5号	9414.5	5905.8	3242.6	3508.7	6171.9
松粳4号	9201.0	5892.8	2758.2	3308.2	6442.8
合江21	7702.1	4946.4	1203.0	2755.7	6499.1
龙粳2号	8557.2	4204.5	2051.9	4352.7	6505.3
龙粳13	8015.9	5614.5	923.4	2401.4	7092.5
龙粳11	7762.7	2534.0	625.2	5228.7	7137.5
垦稻12	9769.7	5934.8	2030.2	3834.9	7739.7
松粳7号	10689.8	5556.0	1902.2	5133.8	8787.6

2.3 品种审定时期与耐冷性的关系

随着品种审定时间的向后推移,品种的产量呈缓慢上升的趋势。不育率基本稳定在10%~15%。低温处理4、7 d后的不育率除表现不育率的大幅度上升外,趋势还是基本相同(见图2)。产量的变化与不育率的变化趋势恰好相反,但总体上来讲,在同样的温度处理下随着时间的向后推移,在低温处理4 d,1996~2000年时段审定的品种产量最高,稳产性较好;而低温处理7 d,2001~2005年间审定的品种产量最高,稳产性最好(见图3)。由此可见,不同时段审定的品种耐孕穗期低温的能力有差异。生产上,在水稻小孢子发育阶段(7月20~30日之间)发生15℃低温持续7 d的几率等于零,而持续4 d、15℃的低温在不同年份、不同地区均有发生的可能性。

2.4 品种育成单位与耐冷性的关系

由图4、图5可以看出,从日本引进的品种抗小孢子阶段低温的能力明显优于本地选育的品种。平均空壳率为27%;由黑龙江省不同育种单位选育的品种中,黑龙江省农业科学院栽培所选育的品种小孢子阶段低温7 d后平均空壳率为40%。空壳率最高的是水稻所,高达70%,其次为绥化所达66%,五常水稻所和农垦系统品种的空壳率也超过50%。在低温下高产的品种在常温下不一定能够获得高产,而产量平平的品种在低温下产量也不一定还是平平,这要看品种的抗寒

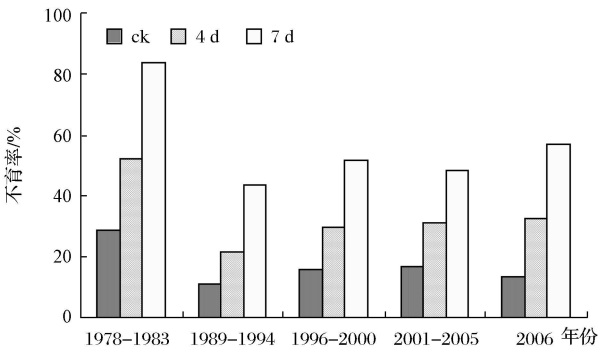


图2 不同审定年份的品种不育率与低温处理的关系

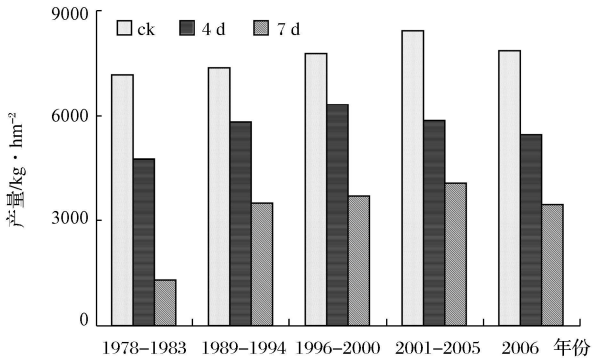


图3 不同审定年份的品种产量与低温处理的关系

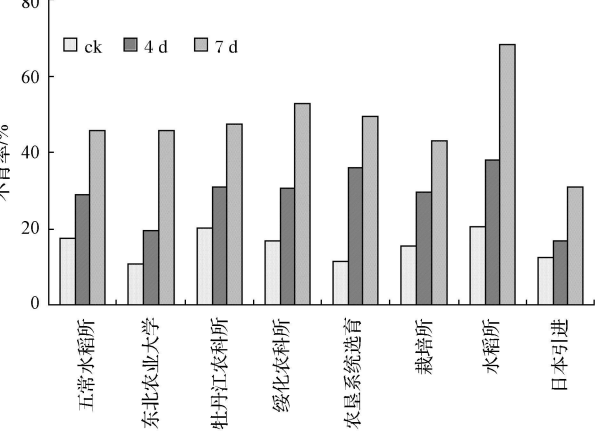


图4 低温对不同育种单位培育品种不育率的影响

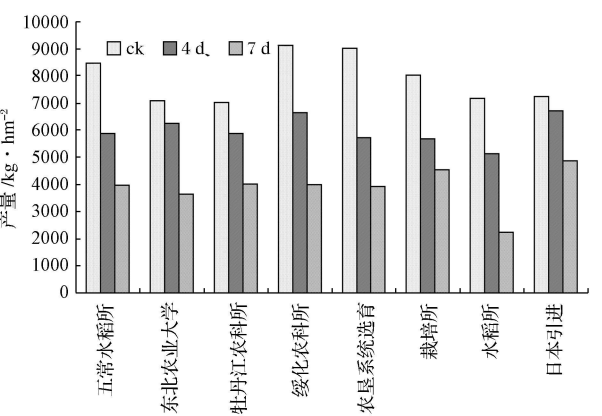


图5 低温对不同育种单位培育品种产量的影响

(下转第40页)

探索后才能广泛的加以利用。

5 抗瘟性鉴定技术

5.1 鉴别菌系法

所谓鉴别菌系是指对某一已知抗瘟基因表现出稳定而特异的抗感反应类型的一类菌株。应用 22 个鉴别菌系对 3 个目标品种和它们的杂交后代进行苗期接种,通过比对品种杂交前后的抗感反应类型的变化,并结合预期转入基因对 22 个鉴别菌系的反应类型便可以推断出杂交后代是否转入了预期基因。

5.2 微卫星标记法

微卫星序列又称简单重复序列,是指由 1~6 个核苷酸为重复单位组成的核苷酸重复序列^[9]。应用微卫星标记法进行鉴定主要是依据与目标抗瘟基因紧密连锁的特异性标记来完成的。以已知抗瘟基因的亲本材料为对照,应用特异引物对杂交后代品种进行扩增,如果扩增谱带中也含有与亲本材料一致的特异标记,则证明聚合成功,否则失败。这种检测方法虽然效率很高,但因为已开发的标记数量有限,应用范围仍然相对狭窄。

5.3 优势小种鉴定法

这种方法主要是应用适宜种植区域内的优势小种和强毒力小种对品种进行田间抗性测评,具体操作是在培养出稻瘟病菌的分生孢子和杂交后代 3 叶 1 心幼苗的基础上,采用高压喷雾法进行接种,最后通过发病程度评价其田间抗性。

(上接第 22 页)

能力高低,抗寒能力强的品种减产幅度小,而抗寒能力差的品种减产幅度大。由此可见,在选择种植品种时,不仅要考虑品种的产量潜力有多高,还要考虑当地的实际生产能力,土壤供肥能力,当地的小气候以及中长期天气状况,使自己的生产维系在高产稳产的边缘,不能一味追求高产而忘了稳产,避免因突发性低温造成绝产。

3 讨论与结论

农作物是在自然、多变的气候环境下生长、发育和结实成熟的,因而受到气候条件直接影响。由于不同水稻品种具有不同的生长、发育特性,对气候条件变化的反应也不尽相同。对气候变化敏感的品种比较容易受到影响^[9],进而导致不育率提高,产量下降。水稻是起源于热带的植物,喜温是其固有的遗传特性。尤其是在孕穗和开花阶段对温度的反应特别敏感,不适宜的温度可导致颖花败育^[2-3]。冷积温是低于水稻适宜温度积温的总和,是衡量水稻经历低温的量化指标^[5]。冷积温越多,说明水稻在生长发育阶段经历低温的强度越大和持续的时间越长。由于不同品种的遗传背景不同,适宜的生态环境不同,因此对低温的反应(不育率和产量)也有差异。本项研究明确了黑龙江省在过去的 30 年间审定的主栽品种中哪些品种耐寒能力强,哪些品种的耐寒能力弱。由于品种的选育年代和品种

6 结语

黑龙江省是东北粳稻主产区,2007 年空育 131、垦稻 12 和松粳 9 号的种植面积已达到近 95 万 hm^2 ,占黑龙江省水稻总面积的 40% 左右。因而,完成这 3 个优势品种的抗瘟性改良对提高农民收入和维护国家粮食安全意义深远,同时也可以为其它优势品种的抗瘟性改良提供理论借鉴。虽然田间杂交改良和转基因技术改良有着很强的可行性,但也都有一定的缺陷,希望随着育种技术和转基因技术的进一步发展,可以弥补这些缺陷,从而寻找到一条最切实可行的水稻品种抗瘟性改良途径。

参考文献:

- [1] Bryan G T, Wu K S, Farrall L, et al. A single amino acid difference distinguishes resistant and susceptible alleles of the rice blast gene *Pitd* [J]. *Plant cell*, 2000, 12: 2033-2045.
- [2] 冯道荣,魏建文,许新萍,等.转多个抗真菌蛋白基因水稻植株的获得及抗稻瘟病菌的初步研究[J].*中山大学学报(自然科学版)*, 1999, 38(4): 62-66.
- [3] 许明辉,李成云,李进斌,等.转融菌酶基因水稻稻瘟病抗谱分析[J].*中国农业科学*, 2003, 36(4): 87-92.
- [4] 官华忠,陈志伟,潘润森,等.通过标记辅助回交育种改良优质水稻保持系金山 B-1 的稻瘟病抗性[J].*分子植物育种*, 2006, 4(1): 49-53.
- [5] 颜群,高汉亮.水稻抗稻瘟病育种方法概述[J].*广西农学报*, 2006, 22(2): 31-33.
- [6] 温孚江,郑成超,崔得才.农业生物技术[M].北京:中国科学技术出版社, 2002: 181-182.

参试数量的差异,品种育成单位间品种耐寒性的差异,其研究结果仅供参考。

在供试的 47 个品种中,比较耐障碍型冷害的水稻品种是:龙稻 3 号、空育 131、上育 397、龙粳 9 号、莎莎泥以及龙稻 6 号。而不耐低温的主要水稻品种有:松粳 7 号、龙稻 7 号、垦稻 12、系选 1 号、龙粳 11、龙粳 13、绥粳 4 号、龙粳 2 号及合江 21 等。

参考文献:

- [1] 郭建平,高素华,马树庆,等.农作物低温冷害综合防御技术[M].北京:气象出版社, 2003.
- [2] 王连敏,王立志,张国民,等.寒地水稻耐冷基础的研究 III.花期低温对水稻结实的影响[J].*中国农业气象*, 1997(5): 9-11.
- [3] 王连敏,王立志,王春艳,等.花期低温对寒地水稻小穗结实的影响[J].*自然灾害学报*, 2004(3): 92-95.
- [4] 孙裕亭,王书玉,杨永琪.东北地区作物冷害研究[J].*气象学报*, 1983, 42(3): 313-321.
- [5] 马树庆,王琪,王连敏,等.水稻开花期不育评估模式的试验研究[J].*气象学报*, 2000, 58(增刊): 954-960.
- [6] 内岛立郎.低温条件与水稻不育关系的探讨[M].李泽蜀,译.作物冷害译丛, 1980(1): 38.
- [7] 杨英良,潘万清,王连敏.三江平原地区农作物低温冷害发生规律[J].*中国农业气象*, 1993(4): 45-47.
- [8] 矫江,许显斌,孟英.黑龙江省水稻低温冷害及对策研究[J].*中国农业气象*, 2004(3): 26-27.
- [9] Tetsuo Satake. Determination of the most sensitive stage of sterile type cooling injury in rice[J]. *Res. Bull.* 1976, 113: 1-35.