

不同水稻品种对孕穗期低温的敏感性分析

王立志,项洪涛,王连敏,王春艳,李忠杰,洛育,李锐

(黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为研究不同水稻品种的耐冷程度,减少产量损失,以水稻品种空育 131、垦稻 12、松粳 9 号和龙粳 11 为材料,采用盆栽种植方式于孕穗期进行恒温 15℃和变温 15℃低温处理,研究孕穗期低温胁迫对水稻空壳率的影响以及不同品种水稻对低温的敏感性。结果表明:随着低温时间延长,水稻空壳率显著增加,且同一品种恒温 15℃较变温 15℃的空壳率高;4 个水稻品种在孕穗期的耐冷性总体表现为空育 131>松粳 9 号>垦稻 12>龙粳 11,其中龙粳 11 在孕穗期基本不具备耐冷性。

关键词:水稻;孕穗期;冷害;空壳率;敏感性

中图分类号:S511

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)09-0014-04

水稻是喜温作物,对低温特别敏感^[1],其生长适宜温度为 25~35℃,温度低于 20℃可能影响植株的生长和发育。冷害是指作物在其生长所需适温以下至冰点以上温度范围内所发生的生长停滞或生育障害现象,是影响我国高纬度地区水稻生产的主要因素之一^[2]。低温胁迫下,同一物种的不同品种之间耐冷敏感性也存在较大差异^[3],如粳稻的耐冷性明显优于籼稻^[4]。水稻生长期遭受低温,可使大量的基因重组表达,进而引起生理和代谢的变化^[5-7],使得发育延缓^[8]。在水稻营养生长过程中,低温可以影响种子萌发及幼苗的生长势,最终导致水稻不均匀成熟^[9]。在生殖生长过程中,低温可使水稻生理机能发生混乱,引起花粉不育,造成水稻严重减产^[10-12],最终形成冷害^[13-14]。国内外大量学者趋向于不同低温处理^[15-17],如 19、15 和 10℃等低

温在不同生育期对水稻不同品种的相关基因表达差异的研究,这些研究的结果都反映了不同水稻品种对低温的敏感性存在差异。

试验在孕穗期强低温条件下,研究不同胁迫时间对黑龙江省 4 个主栽品种空壳率的影响,以确定不同水稻品种对孕穗期冷害的承受能力,同时结合气象预报为实际生产提供预测性建议,以期减少种植损失。

1 材料与方法

1.1 材料

供试水稻品种为空育 131、垦稻 12、松粳 9 号和龙粳 11。

1.2 方法

试验于 2013 年在黑龙江省农业科学院寒地作物生理生态实验室进行。该试验以室外正常光

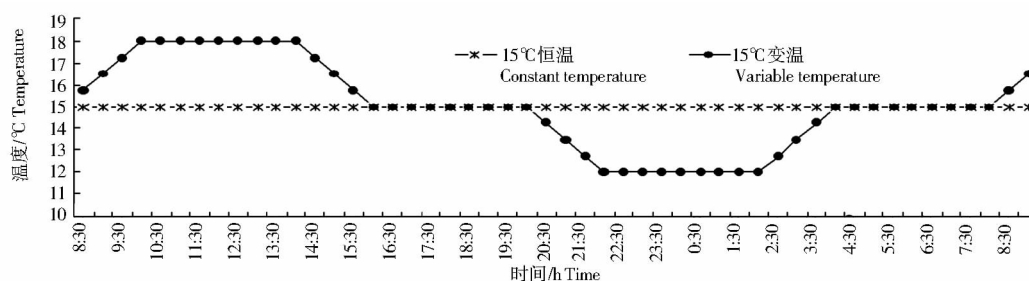


图 1 不同低温处理

Fig. 1 Different low temperature treatments

收稿日期:2014-07-08

基金项目:公益性行业(气象)科研专项资助项目(GYHY 201306036);黑龙江省农业科技创新工程资助项目(2012ZD032)

第一作者简介:王立志(1972-),男,黑龙江省哈尔滨市人,在读博士,副研究员,从事水稻冷害生理研究。E-mail: wanglizhi0451@126.com。

通讯作者:王连敏(1957-),男,博士生导师,研究员,从事水稻冷害生理研究。E-mail: wanglianmin1267@163.com。

温下的盆栽为对照,以进入气候室低温处理的盆栽为处理,每处理 3 次重复,盆保苗 3 穴,单本栽植。将各供试品种于孕穗期置于恒温 15℃和变温 15℃玻璃室进行低温处理,生育期水肥管理同常规。分别进行 2、4、6 和 8 d 处理。试验所有数据采用 Excel 2003 和 DPSv 7.05 软件进行统计

分析。

2 结果与分析

2.1 恒温 15℃ 对水稻空壳率的影响

由图 2~图 5 可知,孕穗期恒定低温 15℃ 处理对水稻空壳率影响显著。随着低温时间的延长,水稻空壳率增加,受害程度显著加重。其中垦稻 12 处理 2 d 时,空壳率较 CK 略有上升,但差异不显著;当处理 4 d 时,空壳率显著高于 CK;当处理时间延长到 6 和 8 d 时,垦稻 12 的空壳率上升到 45% 以上,与 CK 差异达到极显著水平。空育 131 处理 2 和 4 d 时,空壳率较 CK 略有上升,但差异不显著;当处理时间延长到 6 d 时,空壳率与 CK 差异显著;而当处理时间延长到 8 d 时,空壳率高达 40%,极显著高于对照和其它胁迫处理。松粳 9 号处理 2 d 时,空壳率较 CK 增加了 34.26%,但差异不显著;处理 4 d 时,空壳率较 CK 增加了约 1 倍,与 CK 差异显著,但未达到极显著的差异水平;而当处理时间延长到 6 和 8 d 时,空壳率急剧上升,是对照的 4~7 倍,与 CK 差异达到极显著水平。龙粳 11 处理 2 d 时,空壳率

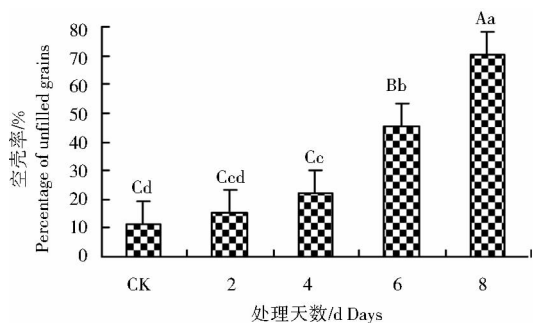


图 2 恒温 15℃ 对垦稻 12 空壳率的影响

Fig. 2 Effect of constant 15℃ on the percentage of unfilled grains of Kendao 12

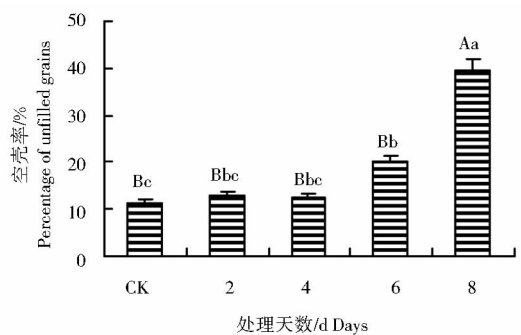


图 3 恒温 15℃ 对空育 131 空壳率的影响

Fig. 3 Effect of constant 15℃ on the percentage of unfilled grains of Kongyu 131

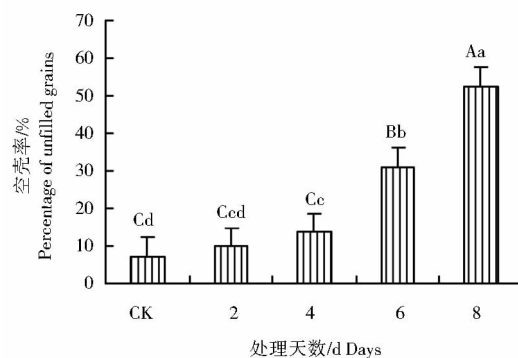


图 4 恒温 15℃ 对松粳 9 号空壳率的影响

Fig. 4 Effect of constant 15℃ on the percentage of unfilled grains of Songjing 9

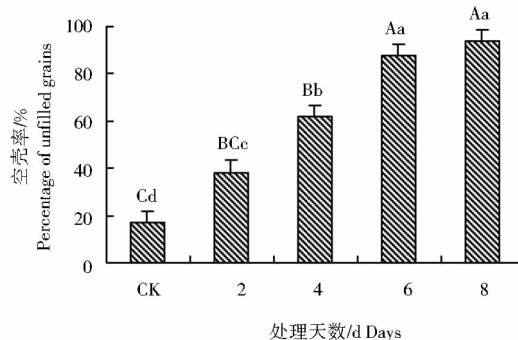


图 5 恒温 15℃ 对龙粳 11 空壳率的影响

Fig. 5 Effect of constant 15℃ on the percentage of unfilled grains of Longjing 11

较 CK 增加了 124.68%, 显著高于 CK, 但没有达到极显著的差异水平;当处理 4 d 时,空壳率上升到了 61.90%,与 CK 差异极显著;当处理时间延长到 6 和 8 d 时,龙粳 11 的空壳率迅速增加到 87.77% 和 93.82%,均与 CK 差异达到极显著水平。整体来看,龙粳 11 对低温极为敏感,在孕穗期基本不具备耐冷性。

2.2 变温 15℃ 对水稻空壳率的影响

由图 6~图 9 可知,孕穗期变温 15℃ 处理对

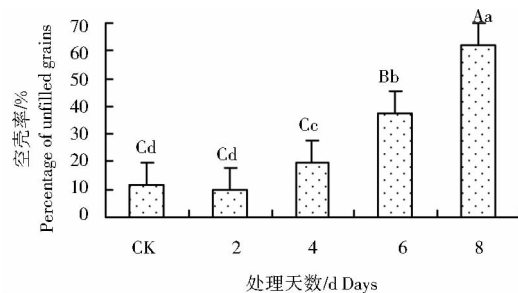


图 6 变温 15℃ 对垦稻 12 空壳率的影响

Fig. 6 Effect of variable 15℃ on the percentage of unfilled grains of Kendao 12

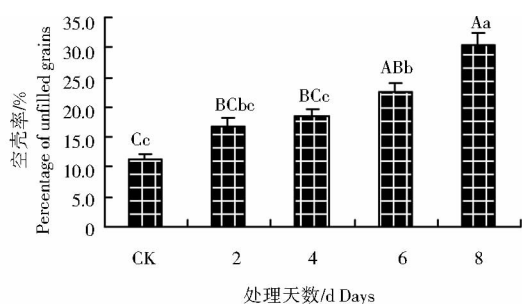


图 7 变温 15℃对空育 131 空壳率的影响

Fig. 7 Effect of variable 15℃ on the percentage of unfilled grains of Kongyu 131

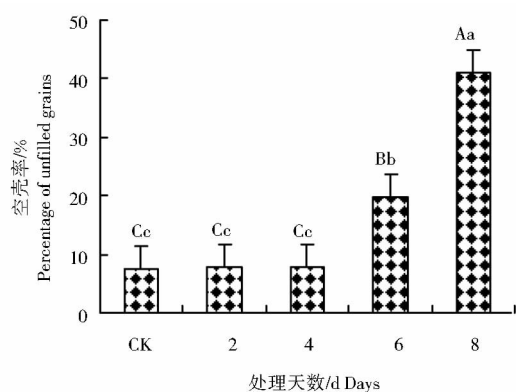


图 8 变温 15℃对松粳 9 号空壳率的影响

Fig. 8 Effect of variable 15℃ on the percentage of unfilled grains of Songjing 9

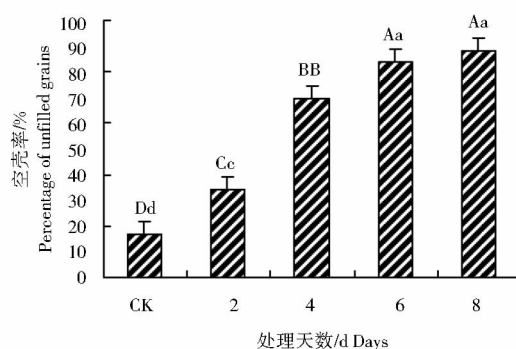


图 9 变温 15℃对龙粳 11 空壳率的影响

Fig. 9 Effect of variable 15℃ on the percentage of unfilled grains of Longjing 11

水稻空壳率影响显著。整体表现为随着低温胁迫时间的延长,水稻空壳率增加。垦稻 12 处理 2 d 时,空壳率与 CK 相接近,当处理时间延长到 6 和 8 d 时,垦稻 12 的空壳率上升明显,经方差分析可知,这两个时间处理的空壳率与 CK 差异达到极显著水平。当空育 131 处理 2 和 4 d 时,空壳率较 CK 略有上升,但差异不显著;当处理时间延长到 6 和 8 d 时,空壳率上升幅度极为明显,与 CK

差异达极显著水平。松粳 9 号处理 2 和 4 d 时,空壳率几乎没有变化,与 CK 差异不显著;当处理时间延长到 6 和 8 d 时,空壳率急剧上升,与 CK 差异达到极显著水平。龙粳 11 处理 2 d 时,空壳率约为 CK 的 2 倍,与对照差异极显著;当处理 6 和 8 d 时,空壳率均高达 80% 以上,与 CK 差异达到极显著水平。整体来看,龙粳 11 对低温极为敏感,在孕穗期不具备耐冷性。

3 结论与讨论

在恒定 15℃和变温 15℃的低温环境下,孕穗期低温处理时间越长,水稻空壳率越高;不同水稻品种在孕穗期内对低温的敏感程度不同;耐冷性高低顺序总体表现为空育 131 > 松粳 9 号 > 垦稻 12 > 龙粳 11,其中龙粳 11 在孕穗期基本不具备耐冷性。

水稻在生殖生长过程中,对低温比较敏感,其最敏感的时期是四分孢子体期至第一小孢子形成初期,该时期遭遇低温可以直接影响小孢子分化、发育,一般情况下可明显造成小孢子分化数量减少以及小孢子发育不良。另外,低温可使花药绒毡层细胞膨大,影响药壁向花粉的营养供给,进而影响花药开裂,使其开裂不良或无法开裂,最终导致受精率低或花粉败育^[13],形成障碍型冷害。障碍型冷害是影响高纬度、高海拔地区水稻生产的主要气象灾害之一,主要影响表现为在生殖生长期遭受短期异常低温,破坏生殖组织、器官的生理机能,致使颖花不育,籽粒瘪空,产量降低,品质下降等一系列现象。

近年来,由于工业发展导致全球气候变暖,但黑龙江省夏季阶段性低温情况仍频繁发生,2002、2004、2006 和 2009 年在黑龙江省的一些水稻生产地区,发生了程度不一的障碍型冷害,这说明黑龙江省区域内发生障碍型冷害具有不规律性。因此,对不同水稻品种的耐冷性进行鉴定,结合气象预测对水稻产区品种选择进行调整,以充分地利用气候资源,对黑龙江省水稻高产稳产具有积极意义。

参考文献:

- [1] De Datta S K. Principles and practices of rice production[M]. New york: Robert E. Krieger publishing company, 1981.
- [2] Kuroki M, Saito K, Matsuba S, et al. A quantitative trait locus for cold tolerance at the booting stage on rice chromosome[J]. Theoretical and Applied Genetics, 2007, 115: 593-600.

- [3] Anderson M D, Prasad T K, Martin B A, et al. Differential gene expression in chilling-acclimated maize seedlings and evidence for the involvement of ABA in chilling tolerance[J]. *Plant Physiology*, 1994, 105: 331-339.
- [4] Gesch R W, Heilman J L. Responses of photosynthesis and phosphorylation of the light-harvesting complex of photosystem II to chilling temperature in ecologically divergent cultivars of rice[J]. *Environmental and Experimental Botany*, 1999, 41: 257-266.
- [5] Morsy M R, Jouve L, Hausman J F, et al. Alteration of oxidative and carbohydrate metabolism under abiotic stress in two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes contrasting in chilling tolerance[J]. *Plant Physiology*, 2007, 164: 157-167.
- [6] Chawade A, Linden P, Brautigam M, et al. Development of a model system to identify differences in spring and winter oat[J]. *Plos One*, 2012, 7: e29792.
- [7] Howell K A, Narsai R, Carroll A, et al. Mapping metabolic and transcript temporal switches during germination in rice highlights specific transcription factors and the role of RNA instability in the germination process[J]. *Plant Physiology*, 2009, 149: 961-980.
- [8] Sharifi P. Evaluation on Sixty-eight rice germplasms in cold tolerance at germination stage [J]. *Rice Science*, 2010, 17(1): 77-81.
- [9] Aghaeel A, Moradi F, Zare-Maivanl H, et al. Physiological responses of two rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to chilling stress at seedling stage[J]. *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10(39): 7617-7621.
- [10] Oliver S N, Dennis E S, Dolferus R. ABA Regulates apoplastic sugar transport and is a potential signal for cold-induced pollen sterility in rice [J]. *Plant Cell Physiol*, 2007, 48: 1319-1330.
- [11] Jacobs B C, Pearson C J. Growth, development and yield of rice in response to cold temperature [J]. *J. Agro. Crop Sci.*, 1999, 182: 79-88.
- [12] Angus J F, Lewin L G. Forecasting Australian rice yields[M]//Cheng S, Cady C W. Climatic variation and change: implications for the pacific rim. Davis: University of California Press, 1991.
- [13] Hudak J, Salaj J. Handbook of Plant and Crop Stress[M]. 2nd ed. Pessarakli M. New York: Marcel Dekker Press, 1999: 441-464.
- [14] Zhang S, Jiang H, Peng S, et al. Sex-related differences in morphological, physiological, and ultrastructural responses of populus cathayana to chilling [J]. *J. Exp. Bot.*, 2010, 62(2): 675-86.
- [15] Oda S, Kaneko F, Yano K, et al. Morphological and gene expression analysis under cool temperature conditions in rice anther development[J]. *Genes and Genetic Systems*, 2010, 85: 107-120.
- [16] Mittal D, Madhyastha D A, Grover A. Genome-wide transcriptional profiles during temperature and oxidative stress reveal coordinated expression patterns and overlapping regulons in rice[J]. *Plos One*, 2012, 7: e40899.
- [17] Yun K Y, Park M R, Mohanty B, et al. Transcriptional regulatory network triggered by oxidative signals configures the early response mechanisms of japonica rice to chilling stress[J]. *BMC Plant Biology*, 2010, 10: 16.

Analysis on Susceptibility to Chilling Injury of Different Rice Cultivars at Booting Stage

WANG Li-zhi, XIANG Hong-tao, WANG Lian-min, WANG Chun-yan, LI Zhong-jie, LUO Yu, LI Rui
(Crop Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to study cold tolerance of different rice cultivars and reduce production loss, taking Kongyu 131, Kendao 12, Songjing 9 and Longjing 11 as test materials, the low temperature stress with constant and variable 15℃ were carried on at booting stage. The effect of low temperature on percentage of unfilled grains of rice and the susceptibility to chilling injury were studied. The results showed that compared with CK, the percentage of unfilled grains of rice increased significantly with the prolonged time of low temperature, and low temperature stress of constant 15℃ was higher than low temperature stress of variable 15℃. The resistance to low temperature at booting stage were Kongyu 131>Songjing 9>Kendao 12>Longjing 11.

Key words: rice; booting stage; chilling injury; percentage of unfilled grains; susceptibility

(该文作者还有刘功,单位同第一作者单位)