

不同强度冷激处理对香蕉耐冷性的影响

张立新¹, 郝利平^{2,3}, 魏巍^{2,3}, 牛晓峰^{3,4}, 张晶⁵, 王愈^{2,3*}

(1.山西省农业科学院农产品贮藏保鲜研究所, 太原 030031; 2.山西农业大学食品科学与工程学院, 晋中 030801; 3.山西省农畜产品加工研究生教育创新中心, 晋中 030801; 4.太原六味斋实业有限公司, 太原 030401; 5.云南农业大学人文社会科学学院, 昆明 650201)

摘要: 为探讨 0℃冰水混合物不同强度的冷激处理, 对香蕉在冷害温度下贮藏的耐冷性及其品质的影响。试验以“巴西”香蕉为试材, 使用 0℃的冰水混合物分别冷激 15、30、60 min, 贮藏于低温(4℃), 湿度为 85% 条件下, 并以未处理组作为对照, 定期取样进行指标测定。试验结果: 与对照组相比, 经 0℃冰水混合物冷激 30 min 后的香蕉, 冷害指数和冷害率显著降低, 相对电导率和 MDA 含量的上升趋势减缓, 同时提高了超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)活性, 保持了果肉的硬度; 贮藏结束时, 冷害指数和冷害发生率分别低于对照组 0.315 ($P < 0.05$) 和 15.2% ($P < 0.05$), 明显降低了香蕉冷害的发生。试验结果表明: 冷激处理能在一定程度上提高香蕉的耐冷性, 降低冷害的发生程度。

关键词: 冷激处理; 香蕉; 耐冷性; 冷害

中图分类号: TS 255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-9989(2016)04-0061-04

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2016.04.012

Effect of cold shock treatment of different intensity on chilling tolerance in bananas

ZHANG Li-xin¹, HAO Li-ping^{2,3}, WEI Wei^{2,3}, NIU Xiao-feng^{3,4}, ZHANG Jing⁵, WANG Yu^{2,3*}

(1. Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Institute of Agricultural Fresh-keeping, Taiyuan 030031; 2. College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801; 3. Agricultural and Livestock Products Processing Postgraduate Education Innovation Center of Shanxi Province, Jinzhong 030801; 4. Shanxi Taiyuan Liweizhai Industrial Co., Ltd., Taiyuan 030006; 5. College of Humanities and Social Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201)

Abstract: In order to evaluate the effect of cold shock treatment of different intensity 0℃ ice water mixture on chilling injury and quality of bananas. The “Brazil” bananas were selected as experimental material and individually cold-shocking treated by 0℃ ice water mixture for 15, 30, 60 min. Comparing its

收稿日期: 2015-10-29

*通讯作者

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAD38B07); 山西省科技攻关项目(20150311020-1)。

作者简介: 张立新, 男, 副研究员, 研究方向为农产品贮藏保鲜技术。

has nothing treatment, storage temperature was 4 °C and relative humidity was 85%, the regular sampling to determine indicators. The results showed that compare with the control group, chilling injury index and chilling injury rate of the bananas cold-shocking treated for 30 min are significantly lower, the upward trend of relative conductivity and MDA content was slowed down, at the same time the activity of SOD, CAT was relatively high, maintain the hardness of sarcocarp. At the end of storage, chilling injury index and Chilling injury rate individually lower than control group 0.315($P<0.05$), 15.2%($P<0.05$), significantly reduced the incidence of banana chilling injury. The results showed that cold shock treatment can improve cold tolerance of banana to some extent, reduce the degree of occurrence of chilling injury.

Key words: cold shock treatment; banana; chilling tolerance; chilling injury

香蕉属热带水果,果实对低温非常敏感(最佳贮运温度是11~13 °C),若在果实生长季节遭受低温寒冷天气或贮运过程中温度低于11 °C,香蕉极易发生冷害现象^[1],严重影响了香蕉的生产和流通。因此,设法提高采后香蕉的耐冷性,对香蕉的贮运十分重要。

近年来的研究表明,植物对逆境具有交叉适应的能力,即植物受到某一种非致死逆境胁迫时,不仅有抵抗这种逆境胁迫的能力,而且对另一种逆境胁迫的抗逆性也增强^[2]。有报道称:冷激处理能够很好地提高青椒、樱桃、芒果等的抗冷害能力^[3-4]。20世纪70、80年代, Ogata^[5]、Inaba^[6]等人研究发现,用0 °C冰水短时间处理冷敏感果实,有助于延缓果实后熟,延长其贮藏寿命,并将这种低温效应称作“冷激效应”,且关于这方面的报道多集中于番茄。

目前冷激对香蕉耐冷性影响的研究较少,本试研究了不同强度的冷激处理对香蕉耐冷性的影响,为香蕉贮运保鲜的进一步研究提供一定的参考价值。

1 材料与方法

1.1 供试材料

“巴西”香蕉:产地海南。挑选七八成熟、大小均匀、无病害和机械伤的果实。去轴落梳,分成单个指,按试验设计处理后贮藏于4 °C,湿度85%的恒温恒湿条件下。

1.2 处理方法

将香蕉分为4组,每组100根,一组不做任何处理,其他3组分别完全浸泡在冰水混合物中冷激15、30、60 min,捞出沥干,分别装入线性低密度聚乙烯(LDPE)保鲜膜袋中,存放在4 °C条件下,使用加湿器定时加湿,湿度保持在85%。定期测定果实冷害指数和冷害发生率,相对电导

率、MDA含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化氢酶(CAT)活性、果肉的硬度,每项测定设3个重复,取平均值。

1.3 主要仪器和试剂

SPX-250-C智能型恒温恒湿培养箱:上海琅玕实验设备有限公司;XY-L-150型电生功能灭菌水生成器:宝鸡新宇光机电有限责任公司;Q/SGYM 1008型电子天平:奥豪斯仪器上海有限公司;WFJ2100型可见光分光光度计:尤尼柯上海有限公司;TMS-PRO型质构仪:美国FTC公司;三氯乙酸(TCA):天津天力化学试剂有限公司。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 冷害指数 参照高慧等^[7]的方法略作修改进行测定和计算。随机挑选N个果实,记录冷害果实个数(M),冷害程度分为5级:0级(无冷害发生);1级(冷害发生面积0%~25%);2级(冷害发生面积为25%~50%);3级(冷害发生面积50%~75%);4级(冷害面积75%~100%),按下式计算冷害指数:

$$CII = \sum (\text{冷害级数} \times M) / (4 \times N), \text{重复3次。}$$

式中: CII为冷害指数;

N为挑选果实数;

M为冷害果实个数;

4为最高冷害级数。

1.4.2 冷害发生率 冷害发生率公式如下:

$$\text{冷害发生率}(\%) = (\text{冷害发生果个数} / \text{总果个数}) \times 100$$

1.4.3 硬度 采用曹建康^[8]的方法略作修改。使用TMS-PRO型质构仪测定,探头直径为4 mm,质构条件为测试样品深度2 mm,测试速度90 mm/s,返回速度200 mm/s,间隔2 s,循环2次。每组取3个样品,重复测定3次,测定结果取平均值。

1.4.4 相对电导率 参照朱广廉等^[9]的方法,取香蕉果皮进行测定。

1.4.5 超氧化物歧化酶(SOD)测定 采用氮蓝四唑



光化还原法^[8]。

1.4.6 过氧化氢酶(CAT)测定 采用可见光法^[8]。

1.4.7 丙二醛(MDA)含量 采用硫代巴比妥酸(TBA)法^[8]。

1.4.8 数据分析 数据采用Microsoft Excel 2010软件进行分析,并计算标准误差($\pm$ SE)。采用SPSS软件进行显著性差异分析。

2 结果与分析

2.1 不同强度冷激处理对香蕉冷害指数的影响

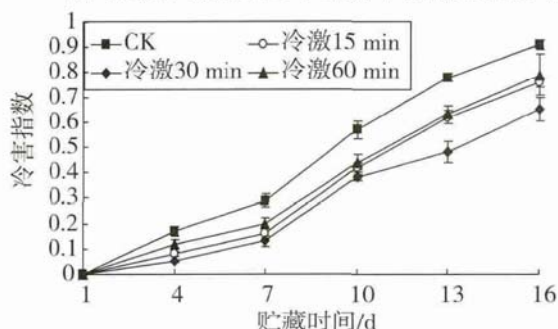


图1 不同强度冷激处理对香蕉冷害指数的影响

由图1可见,在低温条件下,处理组与对照组均发生一定程度的冷害症状,且随着贮藏时间的延长,冷害发生程度逐渐加重。但与对照组相比,经冷激处理的香蕉冷害指数均有所降低,且冷激30 min处理组效果最好,冷害指数低于对照组0.315,显著低于对照组($P < 0.05$)差异显著。结果表明:冷激处理在一定程度上能够降低香蕉在冷害温度下的冷害指数,且冷激30 min处理效果较好。

2.2 不同强度冷激处理对香蕉冷害率的影响

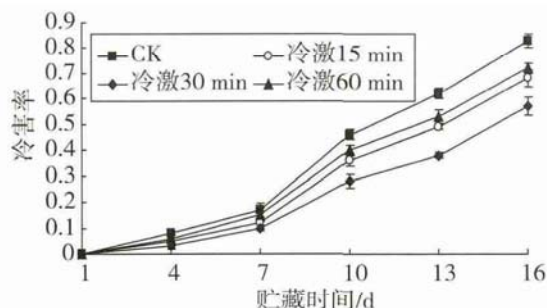


图2 不同强度冷激处理对香蕉冷害率的影响

由图2可以看出,香蕉在冷害温度下,处理组和对照组从贮藏第4天开始,冷害率都伴随着贮藏时间的增加而升高,但与对照组相比,处理组上升趋势较为缓慢,在贮藏第16天时,经冷激15、60 min的处理组冷害率分别低于对照组15%和11%,差异不显著;经冷激处理30 min的香蕉冷害率低于对照组26% ($P < 0.05$),结果表明:经冷激处理30 min后的香蕉,可显著减缓冷害发生率的上升趋势。

2.3 不同强度冷激处理对香蕉果皮相对电导率的影响

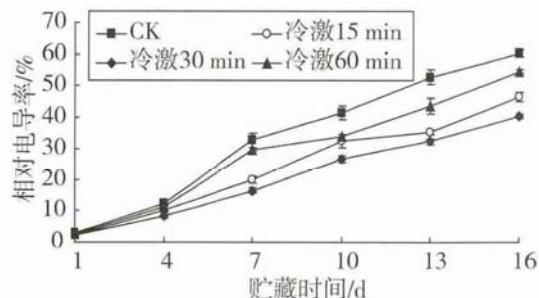


图3 不同强度冷激处理对香蕉果皮相对电导率的影响

由图3看出,在贮藏过程中,随着贮藏时间的增加,香蕉果皮的相对电导率不断升高,但是不同冷激处理果皮相对电导率升高程度不同,与对照组相比,经冷激处理15 min的香蕉果皮相对电导率只有第7天时差异显著,在贮藏第16天时,低于对照组10%,差异不显著;经冷激60 min的香蕉果皮相对电导率,在贮藏第16天时,低于对照组6%,差异不显著;经冷激处理30 min的香蕉果皮相对电导率一直低于对照组,且在贮藏结束时低于对照组20% ($P < 0.05$)差异显著。结果表明:冷激处理对在冷害温度下贮藏的香蕉果皮的相对电导率上升趋势有一定减缓作用,且冷激30 min,对香蕉果皮相对电导率上升趋势减缓效果显著。

2.4 不同强度冷激处理对香蕉SOD活性的影响

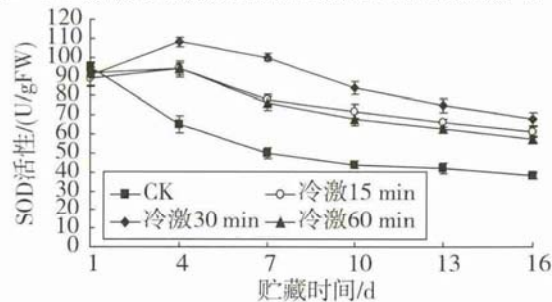


图4 不同强度冷激处理对香蕉果皮SOD活性的影响

由图4可以看出,香蕉在冷害温度下贮藏的过程中,SOD活性整体呈下降趋势。在贮藏第4天时,经冷激的各处理组,SOD活性都呈一定的上升趋势,活性始终高于对照组。在贮藏16 d时,冷激处理15、30、60 min各处理组SOD活性分别高出对照组30 U/gFW ($P < 0.01$)、23 U/gFW ($P < 0.05$)、14 U/gFW ($P < 0.05$);冷激30 min处理组差异极显著,冷激15、60 min处理组效果显著。从结果可得知:冷激处理能在一定程度上提高香蕉的SOD活性,且不同的冷激时间对SOD活性的影响程度不同。

2.5 不同强度冷激处理对香蕉CAT活性的影响

由图5可以看出,香蕉在冷害温度下,CAT活

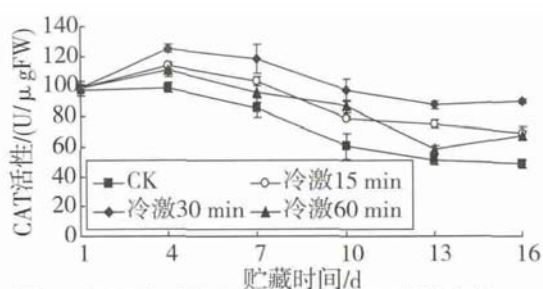


图5 不同强度冷激处理对香蕉CAT活性的影响

性整体处于下降趋势。在贮藏初期, 对照组和处理组CAT活性都处于上升趋势, 从第4天开始, 对照组和处理组CAT活性均开始下降, 且对照组下降速度最快, 经冷激处理30 min组下降趋势最为缓慢, 在贮藏到第16天时CAT活性高出对照组41.6 U/μgFW ($P < 0.05$), 其他2个处理组都不显著。结果表明: 冷激处理能在一定程度上对CAT活性产生诱导作用, 且会因冷激强度的不同而变化。

2.6 不同强度冷激处理对香蕉MDA含量的影响

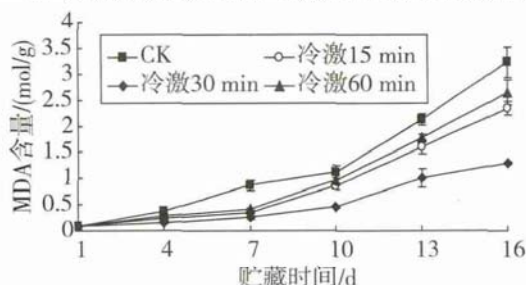


图6 不同强度冷激处理对香蕉MDA含量的影响

由图6可以看出, 香蕉在冷害温度下贮藏过程中, 丙二醛(MDA)含量不断增加, 对照组由起始的0.09 mol/g到贮藏第16天的3.21 mol/g, 与处理组相比较上升趋势最大; 经冷激处理15 min和60 min的2处理组分别从起始的0.09 mol/g增加到贮藏第16天的2.32、2.60 mol/g, 与对照组相比差异不显著; 而经冷激处理30 min组, 由起始的0.09 mol/g增加到贮藏第16天时的1.2 mol/g ($P < 0.05$)显著低于对照组且上升趋势最为缓慢。结果表明: 冷激处理在一定程度上可以延缓丙二醛(MDA)含量的上升趋势, 且冷激30 min处理组效果最好。

2.7 不同强度冷激处理对香蕉硬度的影响

由图7可以看出, 香蕉在冷害温度下贮藏过程中, 香蕉果实的硬度逐渐降低, 且在发生冷害后下降速率加快, 但经冷激处理的香蕉在一定程度上下降速度都有所减缓。在贮藏结束时, 冷激处理30 min组硬度高于对照组10 N ($P < 0.05$), 效果显著。其他2组分别高于对照组3.8 N和2.9 N, 差异不显著。结果表明: 冷激处理在一定程度上能够

减缓香蕉在冷害条件下硬度的降低。

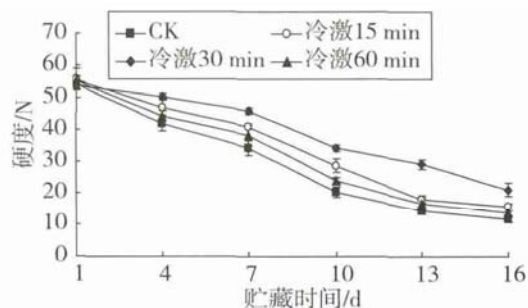


图7 不同强度冷激处理对香蕉硬度的影响

3 结论

本试验以巴西香蕉为试材, 研究不同强度的冷激处理, 对贮藏于(4 ℃)、湿度为85% 条件下的香蕉耐冷性的影响。结果表明: 冷激处理在一定程度上对香蕉耐冷性相关酶SOD、CAT有一定的诱导作用, 同时对香蕉果皮相对电导率及丙二醛(MDA)含量的上升、香蕉果实硬度的下降都有一定程度的抑制作用, 进而降低了香蕉在低温下的冷害指数和冷害发生率, 有效提高了香蕉的耐冷性。

研究还发现, 耐冷性不随冷激的时间增长而加强, 冷激时间过短达不到显著的效果, 冷激时间过长会对香蕉果实品质造成一定的伤害, 也达不到显著提高耐冷性的效果。因此, 最佳的冷激时间需要进一步探究。本试验结果可为进一步探究冷激对果蔬保鲜效果的影响提供参考依据。

参考文献:

- [1] 王勇, 谢会, 张昭其, 陆旺金. 香蕉果实贮藏冷害与PAL活性及可溶性蛋白活性的关系[J]. 果树学报, 2004, 21(2): 149-152
- [2] 魏巍, 郝利平, 王愈, 等. 电生功能水冷激处理对香蕉耐冷性的影响[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(5): 32-36
- [3] 谷会, 张鲁斌, 朱世江, 等. 冷激处理对辣椒品质及其抗氧化防御系统的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(8): 333-338
- [4] 朱丽霞, 魏东. 冷激处理对樱桃果实抗冷性和贮藏品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(11): 167-169
- [5] 魏巍, 郝利平, 王愈, 等. 电生功能水冷激处理对香蕉保鲜效果的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(8): 340-344
- [6] 魏巍, 郝利平, 王愈, 等. 不同有效氯浓度电生功能水冷激对香蕉耐冷性的影响[J]. 食品科技, 2015, 40(7): 352-356
- [7] 高慧, 饶景萍, 张少颖. 不同贮藏温度下油桃果实的冷害生理研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2007, 35(10): 61-65
- [8] 曹建康. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 45-99
- [9] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴, 等. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 252-254