

冰温结合低温驯化对磨盘柿软化生理的影响

李江阔¹, 梁冰², 张鹏¹, 魏宝东², 陈绍慧¹

(1. 国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津), 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384;

2. 沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘要:以磨盘柿为试材,以直接冰温贮藏为对照,研究了冰温贮藏前低温驯化对磨盘柿硬度和软化相关物质代谢的影响。结果表明:与对照相比,低温驯化可有效降低乙烯释放速率的上升,抑制多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性、纤维素酶(CX)活性、淀粉酶活性的上升和可溶性果胶含量的升高,保持果实硬度。该研究表明,磨盘柿经低温驯化结合冰温贮藏的效果优于直接冰温贮藏的效果。

关键词:磨盘柿;冰温;低温驯化;果实硬度;软化

中图分类号:S 665.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0123-04

柿树(*Diospyros kaki* L.)是中国普遍栽培的一种果树。柿果属于典型的东方水果,果实艳丽,营养丰富,享有“果中圣品”的美誉^[1]。柿采后极易软化,腐坏变质,严重制约其贮藏保鲜和市场流通,使之不能充分发挥应有的经济价值^[2]。果蔬冰温贮藏因不破坏细胞,能抑制有害微生物的活动,使果蔬贮藏期延长,并能提高果蔬的

品质与商品价值,而成为果蔬保鲜中最活跃的研究领域之一^[3-7]。低温是保存果蔬的好方法,但如果贮藏温度超过了果实对低温的敏感程度就会导致果蔬发生冷害。低温驯化是果蔬贮藏过程中用一次或者多次短期降温处理来中断其冷害的方法。采用低温驯化的方式可以使果蔬更好地适应低温环境,减轻或是避免冷害的发生,防止果蔬贮藏品质的降低,比直接进行低温贮藏的效果更好^[8-10]。目前,对于低温驯化处理结合冰温贮藏磨盘柿的研究鲜有报道。该试验以磨盘柿为试材,通过比较直接冰温贮藏和低温驯化结合冰温贮藏对磨盘柿硬度和软化相关物质代谢的影响,研究低温驯化结合冰温贮藏磨盘柿的可行性,旨在为磨盘柿冰温保鲜提供配套技术和方法。

第一作者简介:李江阔(1974-),男,博士,副研究员,现主要从事农产品安全与果蔬贮藏保鲜新技术等研究工作。E-mail:lijkuo@sina.com.

责任作者:魏宝东(1969-),男,博士,副教授,现主要从事食品制造与冷藏等研究工作。E-mail:bdwei2003@yahoo.com.

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划资助项目(2012BAD38B01);天津市自然科学基金资助项目(11JCYBJC08500)。

收稿日期:2013-10-23

Study on the Inhibition Activity of Bleeding Sap of *Luffa cylindrical* (L.) Roern. on Three Common Fungus

ZHU Jing¹, DU Xue-lin¹, CHEN Li-xia², ZHAO Lin³, ZHANG Wen-hui³

(1. School of Agromony, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252000; 2. Science and Technology Bureau of Dongchangfu County, Liaocheng, Shandong 252000; 3. School of Life Science, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252000)

Abstract: Taking ‘Green-1’ *Luffa cylindrical* (L.) Roern. as material, the inhibition activity of bleeding sap of *Luffa cylindrical* (L.) Roern. on three common fungus was analyzed by plate culture method. The results showed that the bleeding sap expressed strong inhibition activities on *Fusarium graminearum* Schw., *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. var. *phaseoli* and *Fusarium oxysporium* f. sp. *vasinfectum*. The bacteriostatic action was more and more significant with the increase of the volume fraction of bleeding sap of *Luffa cylindrical* (L.) Roern., and the inhibition rate of the three tested fungal reached 100% in the 0.6 times of the bleeding sap.

Key words: *Luffa cylindrical* (L.) Roern.; bleeding sap; anti-bacteria; fungus; botanical pesticides

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试磨盘柿采于北京平谷,根据其成熟期适时采收,24 h内运回国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)。

设备与仪器:BW-120 冰温保鲜库、普通冷库(国家农产品保鲜工程技术研究中心);TU-1810 系列紫外可见分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司);SIGMA 3-30K 高速冷冻离心机(德国 SIGMA 公司);Check point 便携式气体成分测定仪(丹麦 PBI Dansensor 公司);TA.XT.Plus 物性测定仪(英国);岛津 2010 气相色谱仪、AUW220D 电子分析天平(日本岛津公司);SHZ-88 台式水浴恒温振荡器(江苏太仓市实验设备厂)。

1.2 试验方法

选取无病害、无机械伤的果实进行试验处理。对照(CK):将果实于冷库(0 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 预冷 24 h 后放入微孔袋,扎口后置于冰温库($-0.5\sim -0.2$) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏;低温驯化处理(B-1):将果实于 10°C 放置 12 h $\rightarrow 4^{\circ}\text{C}$ 放置 12 h \rightarrow 冷库(0 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ 24 h 后放入微孔袋,扎口后置于冰温保鲜库($-0.5\sim -0.2$) $^{\circ}\text{C}$ 贮藏。每个处理设 3 次重复,每次重复用果为 7.5 kg,分别于 0、15、45、75 d 以及 75 d 出库后常温($18\sim 20$) $^{\circ}\text{C}$ 下货架 3 d 时进行相关指标测定。

1.3 项目测定

呼吸强度采用静置法,用红外线 CO_2 分析仪测定,单位为 $\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;乙烯释放速率采用岛津 2010 型气相色谱仪程序升温法测定^[11],单位为 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;果实硬度采用英国产 TA.XT.PLus 物性测定仪测定,每次取 6 个果在胴部测定,单果重复 2 次,取每次测量的最大值,最后取其平均值,测试深度为 10 mm,P/2 柱头(2 mm ϕ),测试速度为 2 mm/s;多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性参考 Lohani 等^[12]的方法测定,酶活力用生成的半乳糖醛酸量表示,单位为 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;纤维素酶(CX)活性参考 Chin 等^[13]的方法测定,酶活力用生成的葡萄糖量表示,单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;淀粉酶活性参考李雯等^[14]的方法测定,酶活力用生成的麦芽糖量表示,单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$;可溶性果胶含量采用硫酸-咔唑比色法^[15]测定,略有改动。

1.4 数据分析

所有试验数据计算整理后采用 Excel 软件分析,采用 Origin 8.0 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对柿果实呼吸强度的影响

呼吸强度和呼吸高峰是果实贮藏保鲜中的重要生理指标。从图 1 可以看出,在整个贮藏过程中,磨盘柿

的呼吸强度整体呈上升趋势,在贮藏 45 d 后增长迅速。B-1 处理与 CK 相比,在 15 d 时并无显著差异($P>0.05$),在 45 d 时显著抑制了呼吸强度的增长($P<0.05$),在 75 d 时没有显著差异($P>0.05$),在货架期 3 d 时,显著抑制了呼吸强度的增长($P<0.05$)。可见,低温驯化结合冰温一定程度上抑制了磨盘柿冰温贮藏期内冷害的发生,从而避免了冷害引起的呼吸强度的升高。

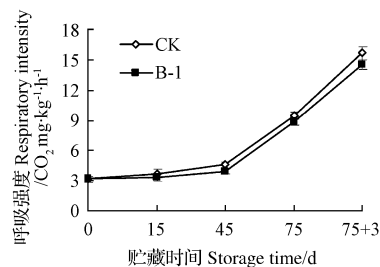


图 1 不同处理对柿果实呼吸强度的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on respiratory intensity of persimmon fruits

2.2 不同处理对柿果实乙烯释放速率的影响

乙烯促使果蔬衰老,其释放量与果蔬的成熟和衰老呈正相关,是影响果实贮藏品质的重要因素。从图 2 可以看出,磨盘柿贮藏过程中,乙烯释放速率呈现上升趋势。45 d 之后乙烯释放速率上升较快,B-1 处理乙烯释放速率为 $0.279 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 显著低于($P<0.05$)CK 的 $0.429 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。75 d 时,B-1 处理乙烯释放速率极显著低于 CK($P<0.01$),仅为 CK 的 65.03%。货架 3 d 时,B-1 处理乙烯释放速率极显著低于 CK($P<0.01$),仅为 CK 的 75.73%。可见,低温驯化结合冰温处理可以显著抑制贮藏中后期磨盘柿乙烯释放速率的上升。

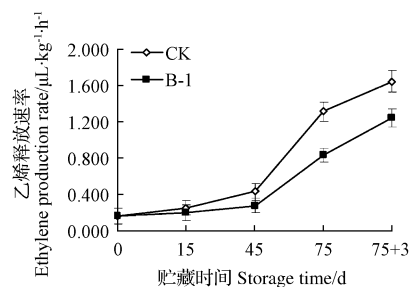


图 2 不同处理对柿果实乙烯释放速率的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on ethylene production rate of persimmon fruits

2.3 不同处理对柿果实硬度的影响

果实硬度是表示果肉抵抗压力强度的一个指标,可以直观的反应果实软化程度。从图 3 可以看出,磨盘柿的硬度均随着贮藏期的延长而下降,在 15~75 d 时下降较快,75 d 出库后变化平缓。贮藏 15 d 时,CK 果实硬度为 41.051 kg/cm^2 ,B-1 处理果实硬度为 41.975 kg/cm^2 ,

二者差异不显著($P>0.05$);45 d 和 75 d 时,B-1 处理磨盘柿硬度显著($P<0.05$)高于 CK,货架期 3 d 时二者差异不显著($P>0.05$)。该结果表明,与冰温相比,低温驯化结合冰温处理可以更好抑制磨盘柿的软化,保持果实硬度。

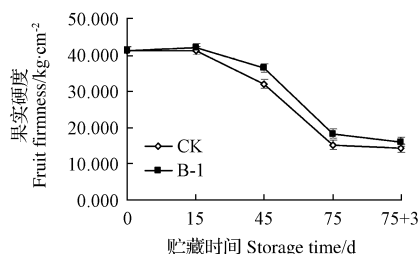


图3 不同处理对柿果实硬度的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on fruit firmness of persimmon fruits

2.4 不同处理对柿果实 PG 活性的影响

果实细胞壁中的 PG 与果实软化有关。从图 4 可以看出,CK 和 B-1 处理磨盘柿 PG 活性呈现先上升后下降的趋势。15 d 时,B-1 处理 PG 活性低于 CK,并且达到了显著水平($P<0.05$);45 d 时,2 组 PG 活性均达到峰值,且 B-1 处理 PG 活性显著($P<0.05$)低于 CK;75 d 时,2 组 PG 活性均有所降低,B-1 处理 PG 活性显著($P<0.05$)低于 CK;货架期 3 d 时,2 组差异不显著($P>0.05$)。可见,与冰温处理相比,低温驯化结合冰温处理可以降低 PG 活性的升高。

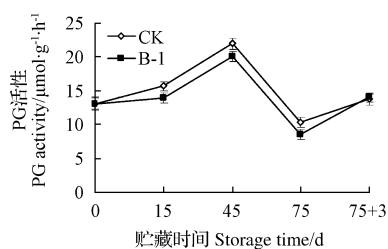


图4 不同处理对柿果 PG 活性的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on PG activity of persimmon fruits

2.5 不同处理对柿果实 CX 活性的影响

磨盘柿的纤维组织可以被 CX 水解,从而引起果实硬度的下降。从图 5 可以看出,2 组磨盘柿 CX 活性先升高后降低。15 d 时,B-1 处理的 CX 活性为 $10.03 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于 CK ($10.87 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);45 d 时,2 组均出现峰值,且 B-1 处理的 CX 活性为 $11.86 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于 CK ($12.78 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);75 d 时,B-1 处理的 CX 活性为 $10.15 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于

CK ($10.97 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);货架期 3 d 时,2 组磨盘柿 CX 活性差异不显著($P>0.05$)。可以看出,与冰温相比,经过低温驯化的冰温处理可以抑制 CX 活性的升高。

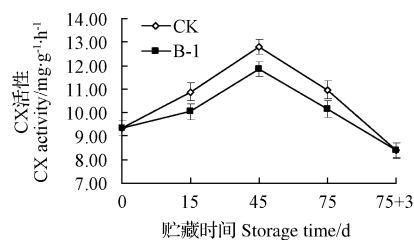


图5 不同处理对柿果 CX 活性的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on CX activity of persimmon fruits

2.6 不同处理对柿果实淀粉酶活性的影响

磨盘柿中的淀粉会在淀粉酶的作用下,分解为小分子物质,从而影响柿果的软化。从图 6 可以看出,磨盘柿的淀粉酶活性呈先上升后下降的趋势,在 15 d 时迅速上升,B-1 处理淀粉酶活性为 $18.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于 CK ($19.67 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);到 45 d 时出现峰值,B-1 处理淀粉酶活性为 $21.30 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于 CK ($22.23 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);75 d 时 B-1 处理淀粉酶活性为 $15.07 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,显著($P<0.05$)低于 CK ($17.56 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$);货架期 3 d 时,2 组差异不显著($P>0.05$)。可见,与冰温相比,经过低温驯化的冰温处理可以抑制淀粉酶活性的升高。

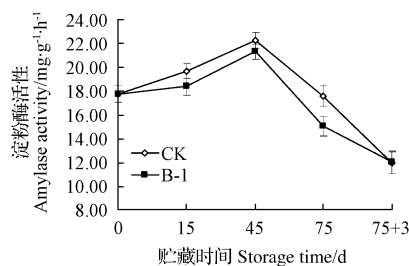


图6 不同处理对柿果淀粉酶活性的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on amylase activity of persimmon fruits

2.7 不同处理对柿果实可溶性果胶含量的影响

在柿果贮藏过程中,相关酶将原果胶水解为可溶性果胶,致使可溶性果胶含量不断增加,从而促进果实的软化。从图 7 可以看出,45 d 之前,CK 和 B-1 处理处理可溶性果胶含量并无显著差异($P>0.05$),45 d 过后,可溶性果胶含量迅速升高,75 d 时,B-1 处理可溶性果胶含量为 1.07 mg/g ,显著($P<0.05$)低于 CK (1.27 mg/g);货架 3 d 时,二者差异不显著($P>0.05$)。可以看出,与

冰温处理相比,低温驯化结合冰温处理在贮藏后期可抑制可溶性果胶含量的升高。

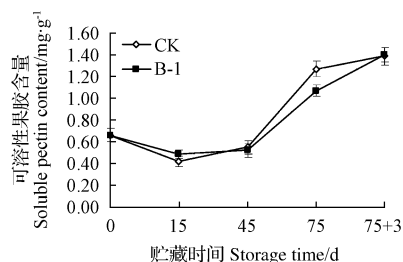


图7 不同处理对柿果可溶性果胶含量的影响

Fig. 7 Effect of different treatment on soluble pectin content of persimmon fruits

3 结论

该试验结果表明,与直接冰温贮藏相比较,低温驯化结合冰温技术可有效降低乙烯释放速率的上升,抑制了乙烯所诱导的与成熟衰老相关的一系列生化反应,以控制与果实成熟衰老相关的物质降解过程^[16-17]。同时,低温驯化结合冰温技术抑制了PG活性、CX活性、淀粉酶活性的上升和可溶性果胶含量的升高,保持了果实硬度。可见,低温驯化结合冰温技术可以使磨盘柿更好地适应冰温贮藏条件,减少磨盘柿冷害的发生,抑制温度对其硬度产生的不利影响,延缓软化,保持品质。

参考文献

- [1] 张玉星. 果树栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 239-259.
- [2] 饶景萍, 任小林. 园艺产品贮藏学[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2003: 235-239.

- [3] 石文星, 邵双全, 李先庭. 冰温技术在食品贮藏中的应用[J]. 食品工业科技, 2002, 23(4): 64-66.
- [4] 胡位荣, 张昭其, 蒋跃明, 等. 采后荔枝冰温贮藏的适宜参数研究[J]. 中国农业科学, 2005, 38(4): 797-802.
- [5] 张辉玲, 胡位荣, 庞学群, 等. 冰温与SO₂缓释剂对龙眼贮藏的影响[J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1325-1328.
- [6] 刘斌, 申江, 王素英, 等. 猕猴桃及香梨冰温贮藏实验研究[J]. 制冷学报, 2008, 29(2): 50-53.
- [7] Guo L, Ma Y, Sun D W, et al. Effects of controlled freezing point storage at 0°C on quality of green bean as compared with cold and room-temperature storages[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 86(1): 25-29.
- [8] 孙秀兰, 刘兴华, 张华云. 果蔬变温贮藏控制冷害研究进展[J]. 北方园艺, 2000(6): 31-33.
- [9] 段洁利. 龙眼果实变温处理保鲜技术的研究[J]. 农机化研究, 2006(11): 43-45.
- [10] 杨卫东, 李江阔, 张鹏, 等. 阶段降温处理对冷藏南果梨褐变调控效应的影响[J]. 保鲜与加工, 2010, 2(10): 16-19.
- [11] 郝再彬. 植物生理实验[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004.
- [12] Lohani S, Trivedi P K, Nath P. Changes in activities of cell wall hydrolases during ethylene-induced ripening in banana; effect of 1-MCP, ABA and IAA[J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 31(2): 119-126.
- [13] Chin L H, Ali Z M, Lazan H. Cell wall modifications, degrading enzymes and softening of carambola fruit during ripening[J]. Journal of Experimental Botany, 1999, 50(335): 767-775.
- [14] 李雯, 邵志远, 陈维信. 淀粉酶活性测定方法的改进[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(5): 655-656.
- [15] 王宝刚. 1-MCP、外源激素及UV-C处理对芒果贮藏品质、生理及抗冷性影响的研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2007.
- [16] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene response in plants at the receptor level: recent development[J]. Physiol Plant, 1997, 100: 577-582.
- [17] Prange R K, Delong J M. 1-methylcyclopropene: The 'magic bullet' for horticultural products[J]. Chronica Horticulturae, 2003, 43(1): 11-14.

Effect of Cold Acclimation Combined with Ice-Temperature Storage on Several Softening Physiology of Mopan Persimmon

LI Jiang-kuo¹, LIANG Bing², ZHANG Peng¹, WEI Bao-dong², CHEN Shao-hui¹

(1. National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384; 2. College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866)

Abstract: Taking Mopan persimmon as material, with ice-temperature storage as control group, the effect of cold acclimation combined with ice-temperature storage (CACITS) on several physiological indexes related to fruit softening of it was studied. The results showed that cold acclimation combined with ice-temperature storage not only effectively reduced ethylene production rate, but also significantly retarded the activities of polygalacturonase (PG), cellulase (CX) and amylase (AI), which reduced the increasing of soluble pectin content. Therefore, cold acclimation combined with ice-temperature storage was better than ice-temperature storage alone.

Key words: Mopan persimmon; ice-temperature storage; cold acclimation; fruit firmness; softening