

DOI: 10.16626/j.cnki.issn1000-8047.2017.01.004

不同预冷方式对货架期甜樱桃果实品质的影响*

崔建潮, 王文辉, 贾晓辉, 孙平平

(中国农业科学院果树研究所, 辽宁兴城 125100)

摘要 以甜樱桃品种‘美早’为试材, 采用冰水预冷和强制通风预冷 2 种预冷方式, 并以不预冷为对照, 比较了 2 种预冷方式处理后果实降温速度, 并测定分析了预冷处理对果实失重率、色泽、果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、花青素含量、果柄褐变指数、腐烂率和有效货架期等指标的影响。结果表明: 预冷处理能够显著降低果实失重率、腐烂率和果柄褐变指数, 延缓果实颜色(亮度、色度和饱和度)和果实硬度的下降, 保持较高的可溶性固形物、可滴定酸含量, 延长了果实有效货架期 2~3 d, 而对果实花青素含量影响不大; 2 种预冷处理以冰水预冷效果最佳, 冰水预冷较强制通风预冷使果实降温速度快, 预冷时间缩短 62%, 建议生产上甜樱桃采后及时冰水预冷。

关键词 甜樱桃; 冰水预冷; 强制通风预冷; 货架期; 果实品质

中图分类号: S662.5 文献标志码: A 文章编号: 1000-8047(2017)01-0017-05

Effects of different precooling modes on the quality of sweet cherry during shelf life

CUI Jianchao, WANG Wenhui, JIA Xiaohui, SUN Pingping

(Research Institute of Pomology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Xingcheng, Liaoning 125100)

Abstract The experiment studied the influence of different precooling modes on precooling effects and shelf quality of sweet cherry, in order to find a better precooling modes for prolonging the storage period of sweet cherry (*Prunus avium* L. ‘Tieton’), ice precooling and forced air precooling were applied for the precooling of sweet cherry. The cooling rate and postharvest shelf quality (including weight loss rate, color, firmness, soluble solid content, titratable acid, anthocyanin, peduncle browning index, decay rate and effective shelf life) of sweet cherry were studied in this work. Results showed that two precooling modes both significantly decreased the fruit weight loss, fruit decay rate, and peduncle browning index, maintained the fruit color and firmness. The sweet cherry of precooling showed higher soluble solid content and titratable acid content than control, and prolonged 2~3 days of effective shelf life, but had no significant effect on the anthocyanin content. In addition, compared with forced air precooling, ice precooling showed the higher cooling rate, its precooling period was 62% shorter than forced air precooling. Taken together, precooling is effective method in maintaining the postharvest quality of sweet cherry, and compared with forced air precooling, ice precooling is recommended in the precooling of sweet cherry.

Key words sweet cherry; ice precooling; forced air precooling; shelf life; fruit quality

甜樱桃 (*Prunus avium* L.) 是北方落叶果树中鲜果上市最早和经济价值最高的树种之一, 近年来我国甜樱桃栽培面积和产量呈逐年增长趋势。据统计, 2013 年我国甜樱桃栽培面积为 13.48 万 hm^2 ,

2012 年产量达到 52.48 万 t, 已成为世界甜樱桃生产大国^[1]。甜樱桃果实以其诱人的色泽、较高的酸甜度以及丰富的抗氧化物质受到消费者的广泛青睐, 但其果实柔软、皮薄汁多, 不耐贮运, 国外报

本文于 2016-06-19 收到, 2016-07-05 收到修改稿。

* 中国农业科学院科技创新工程。

崔建潮电话: 0429-3598188, E-mail: cuijianchao@caas.cn; 王文辉为通信作者, E-mail: wangwenhui@caas.cn。

道常温货架期一般为 7~10 d^[2], 易腐烂变质。我国露地栽培甜樱桃采收期多集中在 6 月, 此时外界环境温度较高, 采收的甜樱桃带有大量的田间热和呼吸热, 直接进行较长时间的常温贮运极易导致果实枯萎、软化、腐烂和风味变淡等现象, 极大地降低了商品价值^[3-4]。

采后快速预冷可去除果蔬田间热, 减缓组织的新陈代谢及品质变化速率, 还可抑制微生物繁殖, 从而减少果实因腐烂而造成的损失, 该技术已成为果蔬商品化处理的一个关键环节^[4]。智利、美国等甜樱桃生产大国, 生产中普遍采用预冷措施以保持果实品质, 甜樱桃采后在田间或包装场先进行杀菌剂处理再进行水冷, 后采用气调包装, 全程冷链运输, 出口国外运输长达 30 d, 其品质都能得到很好的维持。目前国内甜樱桃采后普遍缺乏预冷措施, 为此本文研究了不同预冷方式对甜樱桃货架期品质的影响, 以期生产上延长甜樱桃贮藏期提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料与处理

供试材料为国内主栽品种‘美早’, 于 2016 年 3 月 27 日采自辽宁省绥中县范家乡富亿樱桃种植合作社。果实采收时成熟度适宜、果个均匀、色泽一致、无病虫害及损伤。甜樱桃于上午采收后立即在 3 h 内运回实验室, 剔除机械损伤和腐烂果实后, 分成 3 组, 每个处理用 180 个果实, 3 次重复。

试验共设 3 个处理。①冰水预冷: 将挑选的果实放入以 0℃ 冰水混合物为介质的塑料盆中, 并放入 3~4 个冰袋, 以保证有充足冷源, 用温度计实时监测果实温度的变化, 当果实中心温度下降到 (1.0±0.5)℃ 时取出, 控干水分。②强制通风预冷: 将挑选的果实放入 0℃ 冷库中, 用温度计实时监测果实温度的变化, 当果实温度下降到 (1.0±0.5)℃ 时取出。③对照: 果实无预冷处理。将所有试验果实装入底部铺有一层卫生纸的带盖泡沫箱中, 放入 20℃ 恒温培养箱中贮藏。每 2 d 取样测定货架期品质指标。

1.2 测定指标和方法

(1) 预冷时间。采用温度计 (Testo175T2, 德国) 测定果实中心温度, 每 30 s 自动测量 1 次。

(2) 失重率、腐烂率和有效货架期。采用电

子天平称量预冷前后果实重量, 计算失重率。腐烂是指果实表面至少有一处肉眼可见的腐烂斑, 统计腐烂果实数占调查果实总数的百分比。有效货架期是指果实腐烂率为 10% 以下的货架天数^[5]。

(3) 果皮颜色。采用日本美能达 CR400 型色差计测定果实表面 L 值、a 值和 b 值, 并参照姜爱丽等^[5] 方法分析。L 值为亮度值; 果皮色度 = $\tan(b^*/a^*)$, 0° = 红色-紫色, 90° = 黄色, 180° = 青色-绿色, 270° = 蓝色; 颜色饱和度 = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, 表示颜色强度。

(4) 果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量。果实去皮硬度 (kg/cm^2) 采用 GS-15 水果质地分析仪 (南非 GUSS) 测定, 可溶性固形物含量采用 PR-101 α 折光仪测定, 可滴定酸含量采用瑞士万通 808 智能电位滴定仪测定。

(5) 果皮花青素含量。参照刘仁道等^[6] 和戚楠楠等^[7] 的方法, 并略作改动: 选取 12 个果实, 取果皮置于家用匀浆机中 30 s, 打成匀浆。称取 1 g 匀浆于离心管中, 加入 1.0% 盐酸-甲醇溶液提取液 10 mL, 于室温黑暗中浸提 24 h。过滤提取液, 采用 TU-1901 紫外可见分光光度计测定提取液在 553、600 nm 处的吸光值, 二者之差即为花青素相对含量。差值每增加 0.01 定义为 1 个单位 U。

(6) 果柄褐变评价。果柄褐变程度划分标准参照张倩等^[8], 并略作修改: 1 级, 果柄全绿, 新鲜; 2 级, 果柄全绿, <1/3 稍有干缩; 3 级, 果柄干缩褐变在 1/3~2/3; 4 级, 果柄干缩褐变 $\geq 2/3$ 。

果柄褐变指数 = $[(\text{果柄褐变级数} \times \text{果柄数}) / (\text{总果柄数} \times \text{最高级别代表值})] \times 100$

1.3 数据处理与分析

采用 Excel 2013 软件进行统计及作图, 采用 SPSS 22.0 软件进行显著性统计分析, 采用邓肯氏法检验差异显著性 ($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同预冷方式对甜樱桃果实中心温度变化的影响

从图 1 可知, 2 种预冷方式均能降低甜樱桃果实中心温度, 但其降温速率存在差异。初始温度为 22.8℃ 的甜樱桃通过冰水预冷降至 (1.0±0.5)℃ 所需时间为 37 min; 通过强制通风预冷措施, 甜樱桃从初始温度 21.3℃ 降至 (1.0±0.5)℃ 所需时间为 97 min, 冰水预冷处理预冷时间缩短 62%。

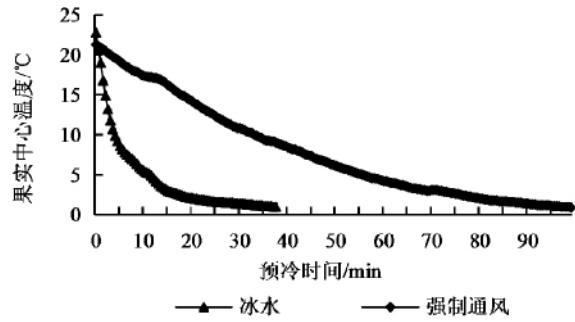
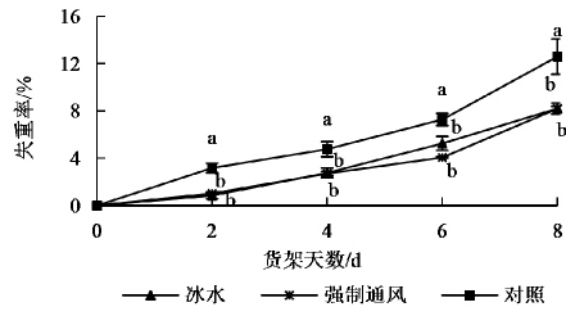


图1 不同预冷方式对甜樱桃果实预冷速率的影响



注: 图中不同小写字母表示同一时间 3 个处理之间差异显著 ($P < 0.05$), 下同。

图2 不同预冷方式对甜樱桃果实失重率的影响

2.2 不同预冷方式对甜樱桃果实失重率的影响

水分是保持果实鲜度的重要基础指标^[8]。从图2可以看出,在整个货架期内,冰水预冷和强制通风预冷处理均能显著降低果实失重率,货架期8d,冰水预冷和强制通风预冷处理果实失重率分别为8.21%和8.20%,均显著低于对照(12.60%),2个预冷处理间差异不显著。

2.3 不同预冷方式对甜樱桃果皮颜色的影响

从图3可知,2个预冷处理均能在一定程度上延缓果皮亮度、色度和颜色饱和度的下降。货架期

2d,冰水预冷处理果皮亮度L值显著高于强制通风预冷和对照,货架期4d后3个处理无显著差异。货架期2、4d,冰水预冷处理果皮色度显著高于强制通风预冷和对照,货架期6d后3个处理间差异不显著。货架期2、4d,冰水预冷和强制通风预冷果皮颜色饱和度均显著高于对照,2个预冷处理差异不显著,货架期6d后3个处理差异不显著。说明冰水预冷处理维持甜樱桃果皮颜色效果最佳。

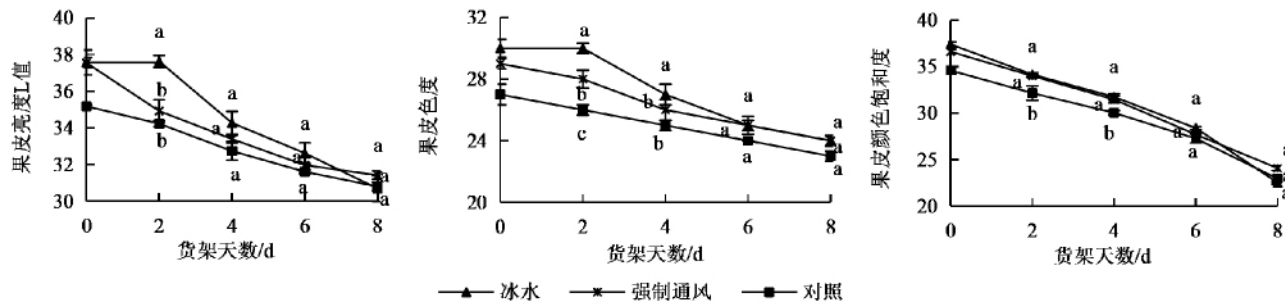


图3 不同预冷方式对甜樱桃果皮亮度、色度和颜色饱和度的影响

2.4 不同预冷方式对甜樱桃果实内在品质的影响

果实硬度是检验果实新鲜程度的重要指标。从图4可以看出,不同处理甜樱桃果实硬度均随货架期延长而下降,总体表现为:冰水预冷>强制通风预冷>对照,货架期6、8d时,冰水预冷处理果实硬度显著高于对照。

可溶性固形物含量是衡量果实内在品质的重要指标。从图4可知,冰水预冷、强制通风预冷处理可溶性固形物含量总体呈先下降后上升趋势,在货架期8d达到最高,分别为16.5%、15.2%,二者差异显著。对照可溶性固形物含量为波浪式变化,可能与果实呼吸作用、营养消耗有关^[9]。

可滴定酸含量可直接影响果实风味。从图4可知,3个处理货架期2d内均呈现下降趋势;货架期8d,3个处理可滴定酸含量表现为:冰水预冷>

对照>强制通风预冷,冰水预冷可显著延缓可滴定酸含量下降。各处理花青素含量总体差异不大。

2.5 不同预冷方式对甜樱桃果柄褐变指数的影响

甜樱桃果柄褪色和脱水程度可作为果实新鲜度的感官评价指标^[10]。从表1可知,随货架期延长,3个处理果实果柄褐变指数均增加,预冷处理果实货架期6、8d果柄褐变指数均显著低于同期对照,冰水预冷处理维持果柄新鲜度效果最佳,货架期8d时,果柄褐变指数为同期对照的56.6%。

从表1可知,整个货架期内,冰水预冷和强制通风预冷处理果实腐烂率显著低于对照,货架期8d时,其腐烂率分别为33.3%和46.7%,对照腐烂率高达64.4%。预冷能够延长果实有效货架期,采用冰水预冷后果实有效货架期为5d,采用强制通风预冷有效货架期为4d,均显著高于对照(2d)。

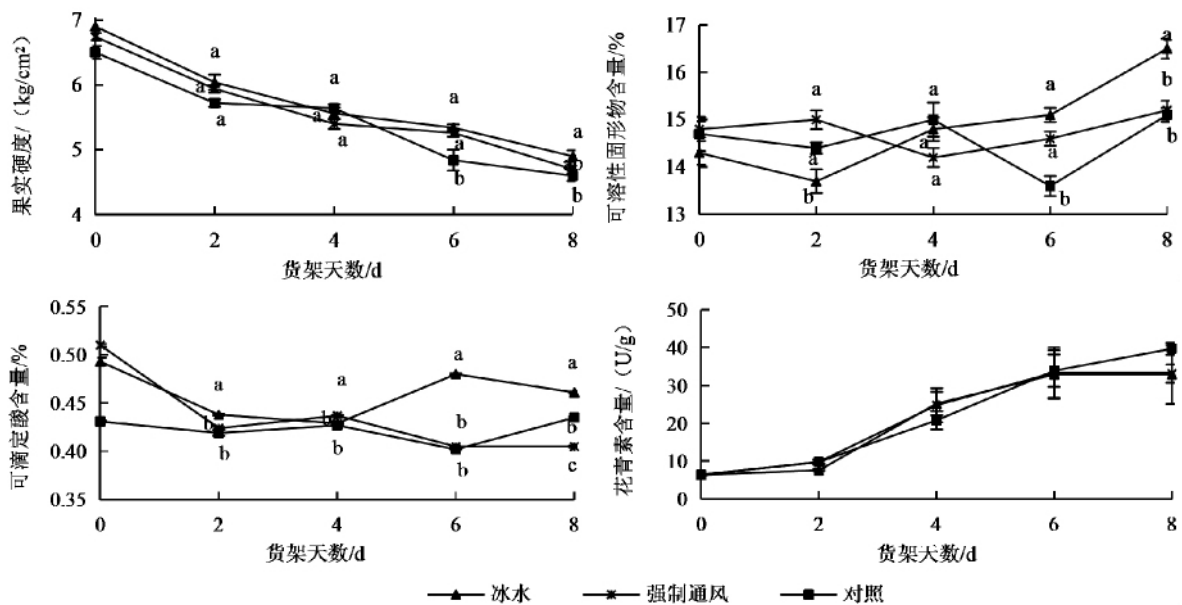


图4 不同预冷方式对甜樱桃果实硬度及可溶性固形物、可滴定酸、花青素含量的影响

表1 不同预冷方式甜樱桃果实果柄褐变指数、腐烂率和有效货架期

处理	不同货架期果柄褐变指数				不同货架期果实腐烂率/%				有效货架期/d
	2 d	4 d	6 d	8 d	2 d	4 d	6 d	8 d	
冰水预冷	0.0	6.2 b	16.9 b	47.8 c	0.0 b	2.2 b	11.1 b	33.3 c	5 a
强制通风预冷	0.0	8.0 ab	20.0 b	71.1 b	0.0 b	4.4 b	15.5 b	46.7 b	4 a
对照	0.0	10.0 a	38.5 a	84.4 a	8.8 a	13.3 a	31.1 a	64.4 a	2 b

3 结论与讨论

预冷已成为果蔬贮运过程中保证质量的首要措施^[11]。李健等^[11]研究认为果蔬预冷可以抑制乙烯产生,降低产品呼吸强度,延缓果蔬品质下降,抑制微生物生长和减少设备制冷负荷。本文试验结果表明,甜樱桃采后预冷可一定程度上维持货架期果实品质,降低果实失重率,延缓果实颜色(亮度、色度和饱和度)和果实硬度下降,维持较高可溶性固形物、可滴定酸含量,这与已有研究结果相一致^[12-13]。果实表皮花青素含量变化与成熟度有关^[14],可作为指示果实衰老软化程度的指标。随货架期延长,甜樱桃果实花青素含量升高,这与Bernalte等^[15]和王宝刚等^[16]试验结果一致。果柄褐变主要是失水和衰老造成,采后预冷处理能够显著抑制甜樱桃果柄褐变程度,这可能由于甜樱桃果柄作为呼吸强度和乙烯释放量最高的部位,采后低温预冷能够降低果柄的乙烯释放量,从而延缓果柄褐变程度。甜樱桃因皮薄汁多,加之采收时造成机械损伤、自然裂果等因素,易受病原菌侵染,造成

果实采后腐烂。预冷可显著抑制甜樱桃果实腐烂率,其中冰水预冷方式防腐效果更明显,这与快速降温抑制病原菌生长、减少机械损伤等有关。

预冷方式有强制通风预冷、冰水预冷、压差通风预冷、真空预冷和加湿预冷等^[11,17],特定的预冷方式并不适合所有果蔬。果蔬组织结构的差异、预冷方式的不同,对其预冷和贮藏效果有很大影响。例如,蘑菇类和草莓类产品适宜采用真空预冷和压差预冷,苹果、梨和葡萄等适宜采用压差预冷^[11]。本文试验结果表明,冰水预冷对甜樱桃采后降温效果明显,降温速度快,其货架品质较好,货架期8 d果实硬度和可溶性固形物、可滴定酸含量均高于强制通风预冷,腐烂率低,有效货架期长,是适合甜樱桃采后预冷的方法。

参考文献

- [1] 黄贞光,刘聪利,李明,等.近20年国内外甜樱桃产业发展动态及对未来的预测.果树学报,2014,31(增刊):1-6.
- [2] Wani A A, Singh P, Gul K, et al. Sweet cherry (*Prunus avium*): critical factors affecting the composition and shelf life. Food

(下转第29页)

(上接第 20 页)

- Packaging and Shelf Life, 2014, 1 (1): 86-89.
- [3] 任杰, 张素丽, 冷平, 等. 不同处理对甜樱桃近生物冰点贮藏效果研究. 中国农业大学学报, 2009, 14 (2): 75-80.
- [4] 颜丽萍, 刘升, 饶先军, 等. 不同预冷方式、包装及果实规格对番茄预冷效果的影响. 保鲜与加工, 2010, 10 (5): 17-20.
- [5] 姜爱丽, 胡文忠, 李慧, 等. 纳他霉素处理对采后甜樱桃生理代谢及品质的影响. 农业工程学报, 2009, 25 (12): 351-356.
- [6] 刘仁道, 张猛, 李新贤. 草莓和蓝莓果实花青素提取及定量方法的比较. 园艺学报, 2008, 35 (5): 655-660.
- [7] 戚楠楠, 张晓燕, 苏娜娜, 等. UV-A 诱导大豆芽苗菜下胚轴中花青苷积累的分子机理. 中国农业科学, 2015, 48 (12): 2408-2416.
- [8] 张倩, 辛力, 亓雪龙, 等. 肉桂精油对甜樱桃果实品质和货架期的影响. 核农学报, 2015, 29 (9): 1737-1742.
- [9] 刘璐, 鲁晓翔, 陈绍慧, 等. 冰温贮藏后不同出库方式对樱桃货架期品质的影响. 食品与发酵工业, 2014, 40 (11): 236-241.
- [10] Linke M, Herppich W B, Geyer M. Green peduncles may indicate postharvest freshness of sweet cherries. Postharvest Biology and Technology, 2010, 58 (2): 135-141.
- [11] 李健, 姜微波. 预冷技术在果蔬采后保鲜中的应用研究. 北京工商大学学报 (自然科学版), 2012, 30 (3): 65-68.
- [12] Alique R, Zamorano J P, Martinez M A, et al. Effect of heat and cold treatments on respiratory metabolism and shelf-life of sweet cherry, type picota cv "Ambrunés". Postharvest Biology and Technology, 2005, 35 (2): 153-165.
- [13] Manganaris G A, Ilias I F, Vasilakakis M, et al. The effect of hydrocooling on ripening related quality attributes and cell wall physicochemical properties of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.). International Journal of Refrigeration, 2007, 30 (8): 1386-1392.
- [14] 任杰, 冷平. ABA 和乙烯与甜樱桃果实成熟的关系. 园艺学报, 2010, 37 (2): 199-206.
- [15] Bernalte M J, Sabio E, Hernandez M T, et al. Influence of storage delay on quality of 'Van' sweet cherry. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28 (2): 303-312.
- [16] 王宝刚, 侯玉茹, 李文生, 等. 自动自发气调箱贮藏对甜樱桃品质及抗氧化酶的影响. 农业机械学报, 2013, 44 (1): 137-141.
- [17] 陈抗君, 郜海燕, 毛金林, 等. 预冷方式及 MAP 贮藏对芦笋采后生理变化的影响. 中国食品学报, 2007, 7 (4): 85-90.