

## 食品包装

## 物流环境对樱桃品质影响研究

李文生<sup>1,2</sup>, 王宝刚<sup>1,2</sup>, 侯玉茹<sup>1</sup>, 苗飞<sup>1</sup>(1. 北京市农林科学院林业果树研究所, 北京 100093;  
2. 果蔬农产品保鲜与加工北京市重点实验室, 北京 100097)

**摘要:** **目的** 研究樱桃物流中温度、湿度变化及运输后不同温度下的贮藏适期。 **方法** 采用自动温湿度记录仪记录樱桃物流全程温湿度变化, 并将果实在0, 5和20℃环境下贮藏。 **结果** 未预冷的樱桃在30 h的物流过程中, 温度为15.4~27.3℃, 相对湿度为64.5%~97.6%, 运输后在0~5℃下贮藏能够保持果实较好的品质。 **结论** 在未预冷条件下, 用冷藏车可以长途运输樱桃, 但运输后不适宜长期贮藏, 需要及时销售, 即便到达目的地后在冷藏条件下进行贮藏, 销售期也不宜超过采摘后5 d。

**关键词:** 樱桃; 物流; 贮藏; 货架期**中图分类号:** S662.5; TS255.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)07-0036-04

## Effect of Logistics on Quality of Sweet Cherry

LI Wen-sheng<sup>1,2</sup>, WANG Bao-gang<sup>1,2</sup>, HOU Yu-ru<sup>1</sup>, MIAO Fei<sup>1</sup>(1. Institute of Forestry and Pomology, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100093, China;  
2. Beijing Key Laboratory of Fruit and Vegetable Storage and Processing, Beijing 100097, China)

**ABSTRACT:** The aim of the study was to investigate the changes of temperature and relative humidity in refrigerated truck during commercial logistics of sweet cherry, and to obtain the appropriate storage period at different temperatures after transportation. The temperature and relative humidity during the whole commercial logistics process were recorded by automatic temperature and humidity recorder. On arrival, sweet cherry was stored at 0, 5 and 20 °C, respectively. The temperature was 15.4~27.3 °C and the relative humidity was 64.5%~97.6% in refrigerated truck of sweet cherry without pre-cooling during the 30 h logistics. Sweet cherry stored at 0~5 °C after transportation kept better qualities. In conclusion, sweet cherry without pre-cooling could be long-distance transported in refrigerated truck. However, these fruits were not suitable for long-term storage, and need to sold in a timely manner. Even if stored under cold storage condition after transportation, sales period of sweet cherry should not be more than 5 d after harvest.

**KEY WORDS:** cherry; logistics; storage; shelf life

樱桃的贮藏保鲜研究主要在静态下进行,即在产地进行实验或从产地取材运回实验室后进行不同处理方法的贮藏研究<sup>[1-6]</sup>,对不同品种耐贮性的研究<sup>[7-8]</sup>,以及对贮藏生理的研究<sup>[9-10]</sup>,但对流通环节的研究较少,特别是对商业化运输中存在问题的研究更少。现阶段我国樱桃流通环节中采用全程冷链物流运输的

情况尚未完全形成,主要形式是采摘后在凉棚下手工选果分级、冷库预冷后冷藏车运输或保冷常温运输、自然阴凉后冷藏车运输,露天下常温批发,之后进入零售环节。这一商业模式过程中果实所处的温湿度环境对货架期及品质的影响,已有预冷后常温运输的实验报道<sup>[11-12]</sup>,但对商品化运输中不经预冷的冷藏车

收稿日期: 2015-07-29

基金项目: 农业部公益性行业(农业)科研专项(201203095); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJCX20140205)

作者简介: 李文生(1964—),男,北京人,副研究员,主要研究方向为果品采后生理、果品无公害防腐保鲜。

运输的研究尚未有报道,为此笔者调查了物流过程中未预冷但用冷藏车运输对樱桃品质的影响,对整个物流过程进行了温湿度监测,并将长途运输后的果实不同温度下进行贮藏实验,为批发、零售货架期提供参考数据。

## 1 实验

### 1.1 材料与方法

2015年6月25日,在陕西省农垦集团华阴农场将当天采收的岱红樱桃去除病残果,分级包装后置于阴凉处,装车前阴凉后的樱桃果箱内温度为23.0℃,晚上11时开始装车直到第2天4时装车结束并发车。运输车辆为XKC5317XLCA3型新飞冷藏车,共装樱桃1231件,每件质量为10.75 kg,共13 233 kg。樱桃为塑料箱包装,上覆吸水纸和宣传彩页。装车时在车厢的前部、中部、后部,每个横截面的上、下、左、右、中间位置的果箱里放入江苏省精创股份有限公司生产的RC-4HA/C迷你型温湿度记录仪(温度测量精度为±0.6℃,分辨率为0.1℃;相对湿度测量精度为±3%,分辨率为0.1%),设定每15 min自动记录温湿度。发车当日23时到达北京新发地农产品批发市场,货车处于打冷状态至第3天1时开始批发,5时批发结束。运输过程及打冷待批发过程预设温度为5~8℃。批发结束后将运输后温度接近的果实分别放入0,5和

20℃环境下,观察感官及品质变化。

### 1.2 检测方法

1) 樱桃果实硬度的测定。果实硬度的测定执行水果硬度的测定标准<sup>[3]</sup>,采用FT-02型硬度计(意大利Facchini公司),探头直径为6 mm,去皮,每次测定30个果实,以平均值表示。

2) 可溶性固形物含量的测定。可溶性固形物含量采用PAL-1型糖度计(日本Atago公司)测定,将30个果实匀浆后榨汁,于20℃下检测,以2次测定结果的平均值表示。

3) 可滴定酸含量的测定。可滴定酸含量采用804型自动电位滴定仪(瑞士Metrohm公司)测定<sup>[4]</sup>,将30个果实匀浆后,用80℃水浴提取30 min,再用氢氧化钠标准溶液滴定,以2次测定结果的平均值表示。

4) 好果率的测定。以果实外观正常,消费者可接受的无病、无伤果占总果质量的比例表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 物流过程中温度变化

装车过程中,樱桃从自然冷凉环境进入车厢环境,由于果实呼吸放热及空气温度变化,前部、中部、后部车厢果实所处环境温度有不同变化,见表1,前部温度较装车前温度升高较大,为0.6~2.6℃,中部温度

表1 物流过程中的温度变化

Tab.1 The change of temperature during logistics

车厢部位	装车过程温度/℃	运输过程温度/℃	打冷待批发过程温度/℃	批发过程温度/℃
前部左下	23.9~24.5	24.5~24.4	24.4~24.4	24.4~25.7
前部右下	23.4~25.0	25.0~21.9	21.9~22.2	22.2~23.9
前部中间	23.2~25.8	25.8~24.0	24.0~24.1	24.1~25.4
前部左上	23.0~24.8	24.8~19.9	19.9~19.8	19.8~24.9
前部右上	23.4~25.1	25.1~25.7	25.7~26.1	26.1~24.3
中部左下	23.2~23.6	23.6~21.9	21.9~22.4	22.4~24.7
中部右下	23.2~24.8	24.8~15.4	15.4~15.7	15.7~24.0
中部中间	23.0~24.6	24.6~19.2	19.2~19.6	19.6~23.5
中部左上	23.4~24.0	24.0~24.3	24.3~24.2	24.2~24.0
中部右上	23.8~25.6	25.6~20.3	20.3~20.4	20.4~25.6
后部左下	22.9~23.9	23.9~20.1	20.1~20.3	20.3~23.2
后部右下	24.4~24.3	24.3~21.4	21.4~21.4	21.4~23.5
后部中间	24.1~23.8	23.8~25.4	25.4~25.6	25.6~25.6
后部左上	23.5~24.1	24.1~25.4	25.4~25.3	25.3~24.5
后部右上	24.1~24.8	24.8~27.0	27.0~27.3	27.3~25.4

升高较小,为0.4~1.8℃,后部温度升高最小,为-0.3~1.0℃。主要原因是装车过程气温呈下降趋势,后部装车的积累呼吸热较少所致。运输过程中车厢开始打冷,温度呈下降状态,虽然设定温度为5~8℃,但由于车厢中起始温度较高、车厢冷空气流动缓慢,温度降低很慢,最低温度为15.4℃,大部分位置保持在20℃以上,后部上层温度最高达27.3℃。打冷待批发过程温度较恒定,波动不大,处于平衡状态。批发过程随着冷机的关闭,温度较快回升,直至外界环境温度。总体来看,整个物流过程中温度与理想适宜温度(-1~0℃)<sup>[15]</sup>有较大差距。

## 2.2 物流过程中湿度变化

装车过程中由于呼吸产生水分,车厢环境密闭,使得包装内湿度快速增加,见表2。15个调查点的相对湿度均值由82.4%升至91.1%,运输过程中湿度继续升高,升速趋缓,达到93.1%,打冷待批发过程相对湿度变化平稳,在93.1%~94.1%之间波动,果箱离开密闭车厢到达销售环境,箱内相对湿度快速降低至均值68.9%。总体看湿度在大部分时间处于较理想状态,与适宜湿度(大于95%)接近<sup>[15]</sup>。

表2 物流过程中的湿度变化  
Tab.2 The change of relative humidity during logistics

车厢部位	装车过程相对湿度/%	运输过程相对湿度/%	打冷待批发过程相对湿度/%	批发过程相对湿度/%
前部左下	85.7~93.7	93.7~95.8	95.8~95.1	95.1~70.1
前部右下	84.0~91.9	91.9~93.8	93.8~93.8	93.8~70.3
前部中间	84.4~91.7	91.7~92.8	92.8~94.0	94.0~66.4
前部左上	82.2~92.6	92.6~92.5	92.5~94.3	94.3~74.0
前部右上	80.1~91.0	91.0~90.8	90.8~92.4	92.4~72.0
中部左下	81.8~90.4	90.4~91.5	91.5~93.8	93.8~66.2
中部右下	84.4~85.1	85.1~88.4	88.4~90.0	90.0~67.5
中部中间	80.6~90.7	90.7~90.5	90.5~92.5	92.5~68.4
中部左上	81.5~92.0	92.0~95.1	95.1~95.8	95.8~67.9
中部右上	84.1~91.7	91.7~93.3	93.3~94.8	94.8~72.9
后部左下	77.2~90.1	90.1~92.5	92.5~92.9	92.9~66.9
后部右下	83.0~90.2	90.2~92.9	92.9~92.8	92.8~68.4
后部中间	84.1~89.3	89.3~93.9	93.9~94.7	94.7~64.5
后部左上	79.1~92.9	92.9~96.9	96.9~97.6	97.6~69.0
后部右上	84.1~92.9	92.9~95.7	95.7~96.5	96.5~69.0

## 2.3 不同温度下贮藏效果

### 2.3.1 好果率

该实验中,采摘运输4 d后,在0,5和20℃下好果率均保持在90%以上,分别为94.1%,92.9%和92.7%,随后20℃温度下好果率与0和5℃的差异逐步增大,第6天时,0和5℃环境下好果率为86.9%,而20℃下好果率仅为69.6%,失去商品价值,见图1。在未预冷条件下,用冷藏车可以长途运输樱桃,但不适宜贮藏,需要及时销售,在0和5℃环境下保持85%以上的好果率,货架寿命可达采摘后6 d,而20℃环境下货架寿命只有采摘后5 d,低温销售延长了货架寿命。

### 2.3.2 硬度

贮藏温度对樱桃果实硬度有较大影响,采摘6 d后,常温贮藏的硬度为1.5 kg/cm<sup>2</sup>,5℃贮藏下硬度为

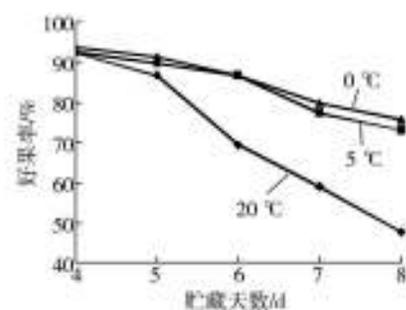


图1 物流后不同温度下贮藏好果率

Fig.1 The healthy fruit rate of storage at different temperature after logistics

1.7 kg/cm<sup>2</sup>,0℃贮藏下硬度为1.9 kg/cm<sup>2</sup>。随着贮藏温度的下降,硬度得到较好的保持。研究认为,果胶酶及其引起的果胶组成的变化是细胞间粘合力下降的

主要原因<sup>[6]</sup>,硬度的下降是果实原果胶降解所致,其降解在20℃下最为迅速<sup>[7]</sup>。

### 2.3.3 可溶性固形物

贮藏温度对樱桃可溶性固形物有较大影响,采摘6 d后,常温贮藏的可溶性固形物质量分数为12.8%,5℃贮藏下可溶性固形物质量分数为13.7%,0℃贮藏下可溶性固形物质量分数为14.2%。低温贮藏较好地保持了可溶性固形物含量。高温环境下由于呼吸消耗较大,使可溶性固形物有较大的损失。

### 2.3.4 可滴定酸

贮藏温度对可滴定酸也有影响,采摘6 d后,0℃贮藏下的可滴定酸质量分数为0.52%,5℃贮藏下的可滴定酸质量分数为0.45%,较低的温度可以减少可滴定酸的消耗,保持果实风味,但常温贮藏下由于有些果实变质,产生了酸败味,也使可滴定酸的测定值保持在较高水平,达到了0.49%。

## 3 讨论

1) 不经预冷的冷藏车运输不能达到预设的温度。一般在预冷时打开包装,让冷气充分与果实接触,即便如此将常温下果实降低到5℃以下也需要12 h以上。而在未预冷直接装入冷藏车的条件下,由于车内气流运动受限,果实起点温度较高,难以在运输途中降到理想的预设温度,而果实在高温下一旦受害,后续降温也无法使其逆转。

2) 冷藏车运输应设计与之配套的包装箱。从冷藏车运输的车辆调度上来说,该车是从北京往西安运输鲜牛奶,返京时运输樱桃。由于运输樱桃的车辆型号不固定,车厢的长度、宽度不确定,没有与之配套的樱桃包装,在装车过程中为了多装货和固定,装车速度较慢,建议生产与不同冷藏车配套的果箱,既提高装车速度,也利于冷风的流动,使车厢的不同位置温度大致相同。

3) 提高果实硬度是生产中为保持贮运品质需要解决的问题。我国生产的甜樱桃贮藏期较短与果实硬度较低有关,国外进口的樱桃在国内市场销售时硬度基本在3 kg/cm<sup>2</sup>左右,而这里采摘6 d后的樱桃硬度已降为2 kg/cm<sup>2</sup>以下,这也是造成物流运输后货架期较短的原因之一。

## 4 结语

采摘后的樱桃未经预冷,在30 h的物流过程中,

温度处于15.4~27.3℃,相对湿度处于64.5%~97.6%。在未预冷条件下,用冷藏车可以长途运输樱桃,但不适宜贮藏,需要及时销售,即便在冷藏条件下进行贮藏,销售期也不宜超过采摘后5 d。

### 参考文献:

- [1] 李咏富,哈益明,李伟明,等. 不同处理方式对甜樱桃冰温贮藏效果影响的研究[J]. 核农学报,2013,27(11):1675—1680.  
LI Yong-fu, HA Yi-ming, LI Wei-ming, et al. Effects of Different Treatments on Controlled Biological Freezing Point Storage of Sweet Cherry[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2013, 27(11): 1675—1680.
- [2] 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[J]. 食品与发酵工业,2014,40(11):236—241.  
LIU Lu, LU Xiao-xiang, CHEN Shao-hui, et al. Effects of Different Defrost Ways on the Quality of Cherry during Shelf Life[J]. Food and Fermentation Industries, 2014, 40(11): 236—241.
- [3] 王凤霞,张鸿,谢天柱,等. 1-MCP处理对“红灯”大樱桃低温贮藏效果的影响[J]. 湖北农业科学,2013,52(8):1893—1895.  
WANG Feng-xia, ZHANG Hong, XIE Tian-zhu, et al. Effects of 1-MCP on Quality of Sweet Cherry "Hongdeng" during Cold Storage[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013, 52(8): 1893—1895.
- [4] 姚瑞祺,马兆瑞. 不同减压处理对大樱桃保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工,2015,15(1):20—22.  
YAO Rui-qi, MA Zhao-rui. Study of Different Hypobaric Storage Treatments on the Preservation Effect of Cherry Fruits[J]. Storage and Process, 2015, 15(1): 20—22.
- [5] GIMENEZ M J, VALVERDE J M, VALERO D, et al. Quality and Antioxidant Properties on Sweet Cherries as Affected by Preharvest Salicylic and Acetylsalicylic Acids Treatments[J]. Food Chemistry, 2014, 160(10):226—232.
- [6] SHARMA M, JACOB J K, SUBRAMANIAN J, et al. Hexanal and 1-MCP Treatments for Enhancing the Shelf Life and Quality of Sweet Cherry[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125(3):239—247.
- [7] 效碧亮,呼丽萍. 不同大樱桃品种耐贮性初探[J]. 西北农业学报,2013,22(7):162—168.  
XIAO Bi-liang, HU Li-ping. Primary Study of Storability on Different Cherry Varieties[J]. Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica, 2013, 22(7): 162—168.
- [8] FANIADIS D, DROGOUDI P D, VASILAKAKIS M. Effects of Cultivar, Orchard Elevation, and Storage on Fruit Quality

(下转第91页)

- Cam Mechanism in Internal Combustion Engine Based on Ant Colony Algorithm[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(6): 64—67.
- [14] 葛荣雨,李世伟,刘莉. 柔性凸轮曲线的NURBS表达与多目标遗传算法优化[J]. 农业机械学报, 2008, 39(2): 155—158.
- GE Rong-yu, LI Shi-wei, LIU Li. Flexible Cam Curve Expressed by NURBS and Multiobjective Optimization Based on Genetic Algorithm[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery, 2008, 39(2): 155—158.
- [15] 刘静,汪厚中,黄德杰. 基于ADAMS的包裹机推料机构凸轮轮廓曲线设计[J]. 包装工程, 2011, 32(13): 14—16.
- LIU Jing, WANG Hou-zhong, HUANG De-jie. Cam Contour Curve Design of Packaging Machine Pusher Mechanism Based on ADAMS[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 14—16.
- [16] 徐锋,徐坚,贺炜. 基于B样条曲线的充氮加塞包装机凸轮曲线设计[J]. 包装工程, 2010, 31(21): 71—73.
- XU Feng, XU Jian, HE Wei. Design of Cam Curve for Evacuating and Stopper Inserting Machine Based on B Spline Curve [J]. Packaging Engineering, 2010, 31(21): 71—73.
- [17] 杨志军,罗伯特·凯莉,陈新,等. 基于机构动力学的控制系统协同仿真与优化的凸轮轮廓线优化设计[J]. 吉林大学学报, 2011, 41(1): 149—154.
- YANG Zhi-jun, ROBERT K, CHEN Xin, et al. Optimal Design Method for Cam Profile Based on Mechanism Dynamics and Control System Co-Simulation and Optimization[J]. Journal of Jilin University, 2011, 41(1): 149—154.
- [18] 李涛,王瑞林,张军挪,等. 某型转管机枪刚柔耦合多体发射动力学仿真[J]. 系统仿真学报, 2013, 25(6): 1382—1387.
- LI Tao, WANG Rui-lin, ZHANG Jun-nuo, et al. Simulation of Coupled Rigid and Flexible Multi-body Dynamics on Gatling Gun[J]. Journal of System Simulation, 2013, 25(6): 1382—1387.
- [19] 陈峰华. ADAMS2012虚拟样机技术从入门到精髓[M]. 北京:清华大学出版社, 2013.
- CHEN Feng-hua. ADAMS2012 from Entry to the Essence of Virtual Prototyping Technology[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013.
- [20] 陈海涛,顿国强. 基于虚拟样机动力学仿真的大豆扶禾器参数优化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(8): 23—29.
- CHEN Hai-tao, DUN Guo-qiang. Optimization of Parameters for Soybean Lifter Based on Dynamic Simulation of Virtual Prototype[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(18): 23—29.
- [21] 王光建,范玉萌. 高速输送链传动设计、仿真与试验[J]. 机械工程学报, 2013, 49(13): 158—163.
- WANG Guang-jian, FAN Yu-meng. Simulation and Experiment of High Speed Transmission Chain[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2013, 49(13): 158—163.
- 
- (上接第39页)
- Characters of Sweet Cherry[J]. Scientia Horticulturae, 2010, 125(3): 301—304.
- [9] WEI J M, QI X D, GUAN J F, et al. Effect of Cold Storage and 1-MCP Treatment on Postharvest Changes of Fruit Quality and Cell Wall Metabolism in Sweet Cherry[J]. Journal of Food Agriculture & Environment, 2011, 34(9): 118—122.
- [10] 兰鑫哲,胡文忠,姜爱丽. CaCl<sub>2</sub>处理对采后甜樱桃果实生理代谢和品质的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(4): 374—377.
- LAN Xin-zhe, HU Wen-zhong, JIANG Ai-li. Effect of CaCl<sub>2</sub> Treatment on Postharvest Physiology Metabolism and Quality of Sweet Cherry Fruits[J]. Science and Technology of Food Industry, 2012, 33(4): 374—377.
- [11] 王宝刚,李文生,侯玉茹,等. 常温运输后甜樱桃不同温度贮藏品质变化研究[J]. 包装工程, 2015, 36(9): 28—32.
- WANG Bao-gang, LI Wen-sheng, HOU Yu-ru, et al. Quality Changes of Sweet Cherry during Storage at Different Temperature after Transportation at Room Temperature[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(9): 28—32.
- [12] 王宝刚,李文生,侯玉茹,等. 甜樱桃物流及气调贮藏期间品质变化[J]. 果树学报, 2014, 31(5): 953—958.
- WANG Bao-gang, LI Wen-sheng, HOU Yu-ru, et al. Changes of Sweet Cherry Quality during Logistics and CA Box Storage[J]. Journal of Fruit Science, 2014, 31(5): 953—958.
- [13] NY/T 2009—2011, 水果硬度的测定[S].
- NY/T 2009—2011, Determination of Fruit Firmness[S].
- [14] 李文生,冯晓元,王宝刚,等. 应用自动电位滴定仪测定水果中的可滴定酸[J]. 食品科学, 2009, 30(4): 247—249.
- LI Wen-sheng, FENG Xiao-yuan, WANG Bao-gang, et al. Study on Determination of Titratable Acidity in Fruits Using Automatic Potentiometric Titrator[J]. Food Science, 2009, 30(4): 247—249.
- [15] 张倩,张雪丹,范昆. 美国甜樱桃的采收及采后处理[J]. 落叶果树, 2013, 45(2): 60—61.
- ZHANG Qian, ZHANG Xue-dan, FAN Kun. Harvest and Postharvest Handling of Sweet Cherry[J]. Deciduous Fruits, 2013, 45(2): 60—61.
- [16] FISCHER R L, BENNETT A B. Role of Cell Wall Hydrolases in Fruit Ripening[J]. Annual Review of Plant Biology, 2003, 42(4): 675—703.
- [17] 赵胜锦,张放. 不同温度贮藏对中国樱桃软化进程中果胶及相关酶的影响[J]. 食品工业科技, 2014, 35(18): 342—346.
- ZHAO Sheng-jin, ZHANG Fang. Effect of Different Temperature Storage on Pectin and Related Enzyme Activities in Soften of Chinese Cherry[J]. Science and Technology of Food Industry, 2014, 35(18): 342—346.