

文章编号: 0253-4339(2012)01-0074-05

doi: 10.3969/j.issn.0253-4339.2012.01.074

不同终压对火龙果切片真空预冷效果的影响

Nguyen Van Luu 宋晓燕 刘宝林 华泽钊 王欣

(上海理工大学 低温生物与食品冷冻研究所 上海 200093)

摘要 研究了不同终压(400~800Pa)下真空预冷对火龙果切片降温速率、失水率以及预冷后在4℃冷藏温度下72h内的持水性、pH值、硬度和色泽指标的影响。结果表明:终压变化对降温速率和失重率的影响都不大,然而,适当的升高终压却可以延缓持水性、pH值、硬度及色泽的变化。综合比较得知,预冷终压在700~800Pa时火龙果切片在4℃冷藏温度下产品货架期最长,为60h。

关键词 火龙果切片;真空预冷;终压;冷却效果

中图分类号: TS205.7; TB79

文献标识码: A

The Effect of Different Pressures on the Vacuum Cooling Performances for Sliced Dragon Fruit

Nguyen Van Luu Song Xiaoyan Liu Baolin Hua Zezhao Wang Xin

(Institute of Food Freezing Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, 200093, China)

Abstract The effect of different final pressures(400~800Pa) on the vacuum cooling performances of sliced dragon fruits was studied. The cooling rate, weight loss and typical property changes (water binding capacity, pH value, hardness, colour and luster) during the storage period of 72 hours at 4℃. The results indicate that effects of final pressures on cooling rate and weight loss were not significant. However, increasing final pressure in the certain range can delay the changes of water binding capacity, pH value, hardness, colour and luster. The conclusion was drawn that 700~800Pa is considered as the best final pressure interval since the sliced dragon fruit cooled under these pressures can be stored for 60 hours at 4℃ without significant quality change.

Keywords Sliced dragon fruit; Vacuuming cooling; Final pressure; Cooling performance

火龙果(Latin. *Hylocereus undatus*)是仙人掌科三角柱属多年生蔓生植物,具有良好的保健功效。原产于西半球赤道附近,中美洲热带雨林地区,属典型的热带植物^[1]。它不仅富含糖、有机酸、膳食纤维及氨基酸、维生素,还含有钾、钙、镁、磷等多种矿物质营养元素,因此营养价值较高,具有较好的食用、药用及保健效果。

通常,火龙果是以完整的个体形式在超市中销售,然而随着城市人群生活方式的改变,火龙果切片越来越多的出现在超市货架上。与整体火龙果相比,水果切片与空气的接触面积增大、且果肉暴露在空中,更容易变质。温度是影响其变质速率的一个重要因素,因此,如何使切片后的火龙果果肉迅速降温,并贮藏 in 低温环境中,对延长其在超市中的货架期至关重要。

真空冷却是一种快速冷却技术。它依靠食品自身少量水分蒸发带走热量,具有降温快速、均匀

的特点,且真空环境减小了对食品的污染,可以提高产品质量,延长保存期^[2-3]。目前,真空冷却技术已经较广泛地应用于果蔬和鲜花、熟食制品、肉制品等^[4-7]。但不同种类的食品,其真空冷却所采用的技术参数是不同的^[8-10],这里研究了真空冷却技术中的重要参数之一——预冷终压,对火龙果切片物理及生化指标的影响,所得到的结论对火龙果切片的快速降温及贮藏有参考价值。

1 材料与方法

1.1 实验材料

火龙果,购于上海莲花超市。挑选色泽均匀、无任何损坏的火龙果,简易包装后15min内送至实验室。

1.2 设备

VCE-15型真空预冷机(上海锦立新能源科技

有限公司), 具体参数及其自动运行模式参照文献[11]中所述。

TEXT500质构仪(日本岛津公司); FA2004B精密电子天平(上海精密科学仪器有限公司); PHS-3TC数显pH计(上海天达仪器有限公司); WB-2000IXA全自动测色色差仪(北京新恒能分析仪器有限公司); BCD-189S冰箱(松下电器(中国)有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 材料准备

1) 将火龙果果肉切成边长均为1.5cm的正方体若干块, 平均分成6组, 分别标记为: A、B、C、D、E、F。选取F组为对照组。

2) 对所有切片分别称重, 并记录。

1.3.2 真空冷却及贮藏步骤

1) 将A组放在真空室托盘上, 把三根热电偶的测温端分别插入任意三个样品的中心部位。

2) 设置真空预冷终温4℃, 终压为400Pa, 开启“自动预冷程序”, 当样品中心温度达到指定温度时, 点击“紧急停机”, 此组实验结束。

3) 按照步骤(1)和(2)将B、C、D、E四组样品分别在500Pa、600Pa、700Pa、800Pa的终压下预冷到4℃, 并对所有预冷过的切片再次称重。

4) 从每组样品(包括F组)中随机抽出3~5块, 分别测量其持水性、pH值、硬度及色差, 并求出平均值作为贮藏前的各项指标参照值。

5) 剩余的样品用保鲜膜封装后放入4℃冰箱冷藏。

6) 每隔12h, 从各组中分别取出若干块做指标测量, 直到某项指标低于允许值为止。

1.3.3 检测方法

1) 失重率

按GB 9695.15—88 规定的步骤测定。

2) 持水性

用样品在100℃烘箱中烘干1h后的失重率大小衡量。失重率越大, 持水性越差。产品的失重率用下式计算:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{100(A_1 - A_2)}{A_1}$$

式中: A_1 —样品处理前的重量, g; A_2 —样品处理后的重量, g。

3) pH值

用PHS-3TC数显pH计测定。

4) 硬度

用TEXT500质构分析仪对样品进行硬度测定。将样品置于平台上, 利用HDP穿刺探头, 进行穿刺实验, 测得穿刺力。参数设置: 检测速度20mm/s; 样品高度: 1.5cm; 样品面积: 2.25cm²。

5) 色泽

色泽采用WB-2000IXA全自动测色色差仪测定。用标准陶瓷板(x=81.75, y=86.31, z=91.27)作为工作标准, 选择L*a*b*系统, 记录数据样品的L*、a*、b*值。

2 实验结果分析

2.1 不同终压对预冷速率的影响

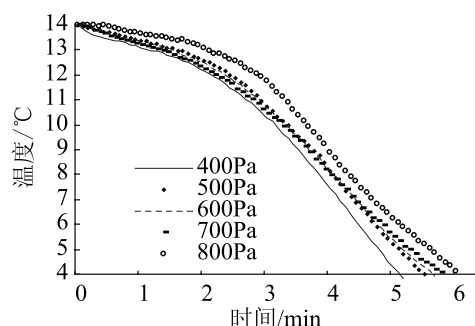


图1 不同终压对预冷速率的影响

Fig.1 Effect of different final pressures on the cooling rates

由图1可知, 当终压分别设定为400Pa、500Pa、600Pa、700Pa和800Pa时, 火龙果切片降到设定温度4℃的时间分别为5.2 min、5.5 min、5.7 min、5.8 min和6.2min, 一方面说明真空预冷对火龙果切片的降温速率很快, 比较适合作为冷水果速加工的选择技术之一, 另一方面说明在400~800Pa的范围内改变预冷终压对预冷时间影响不大, 可根据冷却后的品质及节能情况选择最优值。

2.2 不同终压对失重率的影响

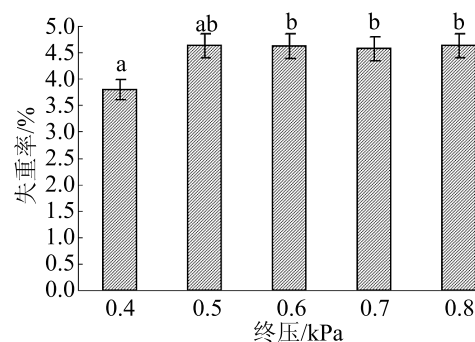


图2 不同终压火龙果切片的失重率

Fig.2 Weight losses of sliced dragon fruit cooled under different pressures

若以95% ($P=0.05$) 为置信水平对失重率做显著性差异检验统计分析, 并用相同字母表示无显著性差异 ($P>0.05$), 则, 由图2可以看出: 在500~800Pa之间, 不同终压对应的失重率不存在显著性差异 ($P>0.05$)。尽管400Pa时的失重率与600Pa、700Pa和800Pa有显著性差异 ($P<0.05$), 但是相差却仅为0.82%、0.77%和0.83%, 都小于1%。可见, 在400~800Pa之间, 改变终压对失重率的影响不大。

理论上, 当终温一定时 (4°C), 各样品降温放出的热量基本相同, 而且这部分热量通过样品自身水分蒸发带走, 故火龙果切片失去的水分量也应该基本相等。经计算, 火龙果降低10K的失重率大致在1.5%左右, 然而, 实验中的失重率却为3.79%~4.63%。这主要由三方面原因造成: 1) 实验用的样品量较少, 导致预冷机有效容积相对过大, 真空泵的抽速偏大, 一部分水分没来得及蒸发就被泵直接抽走, 用于补偿真空室的压力损失, 造成样品不必要的质量损失^[12]; 2) 热电偶测量的是火龙果切片心部温度, 当心部的温度达到 4°C 时, 表面温度已经低于此值; 3) 火龙果切片粘性较大, 操作过程中可能会与之直接接触的物体发生粘着, 造成一小部分水分的损失。因此, 为了减小水分的损失量, 对火龙果真空预冷时, 批量尽量大些较好, 并尽可能避免与容器之外的其它物体接触。

2.3 不同预冷终压对持水性的影响

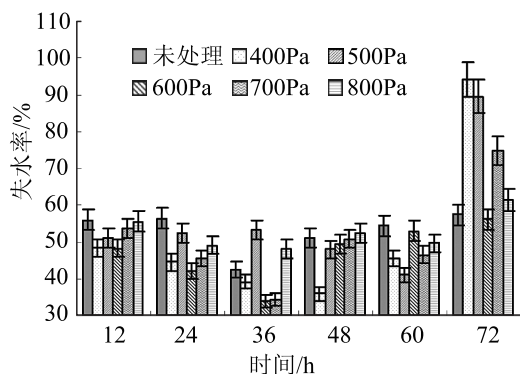


图3 不同终压冷却后失水率随贮藏时间的变化

Fig.3 The change of water loss with storage time treated by different conditions

由图3可知: 在前60h内, 各个样品失水率烘干后都在33%~57%之间浮动, 变化不是很大, 而且相对比较集中, 这是因为火龙果富含多种营养成分, 在变质过程中会不断发生糖酸转化, 生成的可溶性物质含量也随之不断变化, 因此会造成持水性能的波动。然而, 在第72h, 不同条件下处理过的样品的持水性却都出现了明显变化, 其中, 终压为

400Pa时, 样品的失水率变化尤为明显, 突然升高到94.23%, 因为, 终压过低会使水分逃逸留下的空隙过大, 导致可溶性物质与空气的接触几率增大, 腐变加快, 进而使其自身的凝胶性降低较快。因此, 将终压设置的稍微高些对火龙果切片的持水性有益。

2.4 不同预冷终压对pH值的影响

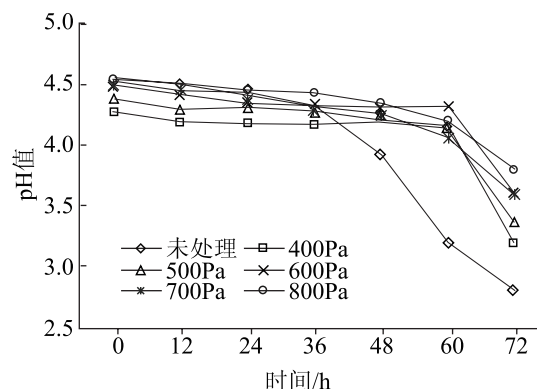


图4 不同终压冷却后pH值贮藏时间变化

Fig.4 The change of pH values with storage time treated by different conditions

由图4可知: 未经过预冷处理的样品, 在贮藏过程中的pH值变化最快, 从第36h就已经开始快速降低, 在72h, pH值降到了2.8, 而经过真空冷却后的火龙果切片的pH值在前60h内, 虽然也在不断降低, 但都没有明显的变化, 直到第60h~72h才开始出现明显下降。因为未经真空预冷的样品从室温达到冰箱温度 4°C 的时间比经预冷处理的样品时间长, 在此降温过程中, 氧化及细菌腐蚀作用都要比其它五组快, 这就促进了有机酸向无机酸的转换及糖酸比减小。此外, 由图4也可知, 在第72h, 终压越低, pH值越低, 这是因为终压越低持水性越差, 有机酸和可滴定酸的浓度相对升高, 致使pH值降低。可见, 将终压设高有利于保持pH值的稳定。

2.5 不同预冷终压对硬度的影响

由图5可知: 未经过预冷处理的样品的硬度一直处于下降趋势, 在贮藏的第48h, 硬度开始明显低于其它五组, 到72h, 穿刺力仅为0.65N。而经过预冷的切片的硬度虽然刚开始也会慢慢下降, 但会在第48h后回升, 原因有两部分组成: 一方面是切片失水后剩余的糖、蛋白质、脂肪及其它的分解物等浓度相对升高, 造成探针穿刺时的粘度增大; 另一方面是切片失水后果肉收缩。单位体积内的火龙果籽的个数增大, 增大了探针穿刺的摩擦阻力。

此外,在400Pa、500Pa和600Pa下预冷过的火龙果切片的硬度比在700Pa和800Pa下处理过的切片大,因为在较低压力下预冷过的切片的持水性及可溶物质的含量下降较快。所以,将终压设置在700Pa之上有利于减缓火龙果切片的硬度变化。

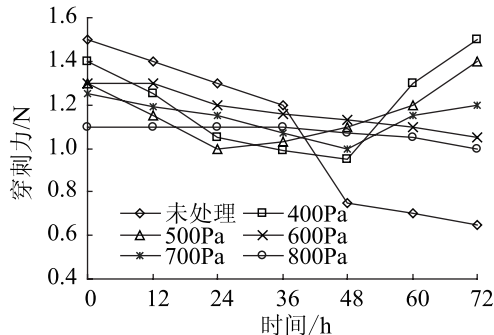


图5 不同终压冷却后硬度随贮藏时间变化

Fig.5 The change of hardnesses with storage time treated by different conditions

2.6 不同预冷终压对色泽的影响

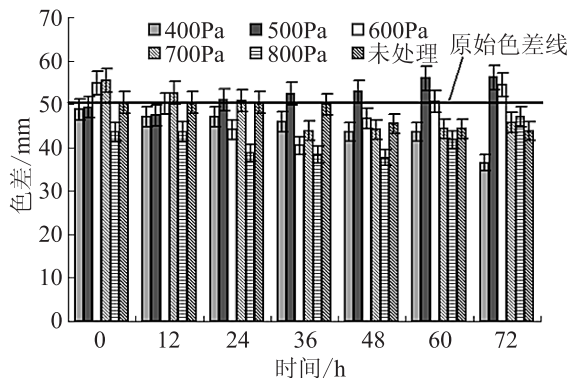


图6 不同终压冷却后色泽随贮藏时间变化

Fig.6 The change of colour and lustre with storage time treated by different conditions

色泽是消费者第一感官印象,产品的色泽直接影响消费者的购买欲望^[13]。由图6可知,各组火龙果切片的表面色差在前24h内变化不大。然而,24h之后开始逐渐偏离原始色差线,尤其是在400Pa、500Pa和600Pa下预冷过的火龙果切片变化较大。相对而言,在700Pa和800Pa下预冷过的切片变化较小。这是因为火龙果表面色差与其可溶性糖及有机酸的浓度有一定联系^[14],浓度越大颜色改变就越大,而终压越低可溶性糖与有机酸的浓度降低越快。因此,将终压设高有利于保持火龙果切片的色泽。

3 结论

1) 真空预冷适合火龙果切片的快速冷却,将

其从14℃降到4℃仅需5~7min,而且失重率不高,均在3.80%~4.63%之间。大批量预冷火龙果有助于减小失重率,在整个操作过程中,要尽可能避免与容器之外的其它物体接触。

2) 终压设置过低时,在真空预冷过程中水分离开火龙果切片时留下的空隙较大,空气容易进入切片内部,促进切片的各种理化反应,导致可溶性物质、有机酸等发生变化,进而降低持水性、pH值、硬度及色泽等指标,缩短货架期。因此,将终压设置的稍高有利于延长货架期。

3) 综合比较各组火龙果切片在储藏期间的理化指标变化情况可知,在700Pa和800Pa终压下预冷过的火龙果切片保质期最长,在4℃条件下可达60h。

参考文献

- [1] 郑良永.海南岛火龙果丰产栽培技术[J].热带农业科学,2004,24(4):36-41. (Zheng Liangyong. Techniques of Productive Cultivation of Titaya in Hainan Island[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2004, 24(4):36-41.)
- [2] Sun Dawen, Li Junwang. Heat transfer characteristics of cooked meat using different cooling methods[J]. International Journal of Refrigeration, 2000, 23(7): 508-516.
- [3] McDONALD K, SUN D W, KENN T. Comparison of the quality of cooked beef products cooled by vacuum cooling and by conventional cooling[J]. Lebensm Wissu Technol, 2000, 33(1): 21-29.
- [4] BRILEY G C. Vacuum cooling of vegetables and flowers[J]. American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, 2004, 46(4): 52-53.
- [5] BROSAN T, SUN D W. Precooling techniques and applications for horticultural products: a review[J]. International Journal of Refrigeration, 2001, 24: 154-170.
- [6] 马志英. 真空冷却技术在熟肉制品工业化生产中的应用研究[J]. 食品科学, 2003, 24(10): 110-113. (Ma Zhiying. Study on Application of Vacuum Cooling Technology on Cooked Meat Products[J]. Food Science, 2003, 24(10): 110-113.)
- [7] 金听祥, 朱鸿梅, 肖尤明. 熟肉真空冷却过程的数值模拟[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 142-145. (Jin Tingxiang, Zhu Hongmei, Xiao Youming. Numerical simulation during vacuum cooling of cooked meat[J]. Transactions of The Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004, 20(6): 142-145.)
- [8] 王璐, 李保国, 董庆利. 不同真空预冷处理条件对鸡毛菜品质的影响[J]. 制冷学报, 2011, 32(02): 35-38. (Wang

- Lu, Li Baoguo, Dong Qingli. Effect of Different Vacuum Pre-cooling Treatment on the Quality of Chinese Little Greens[J]. Journal of Refrigeration, 2011, 32(02):35-38.)
- [9] 宋晓燕, 刘宝林, 闫静文. 真空预冷过程中真空泵的延迟开启现象研究[J]. 制冷学报, 2011, 32(102): 45-49. (Song Xiaoyan, Liu Baolin, Yan Jingwen. Study on the Delayed-opening of Vacuum Pump in the Vacuum Pre-cooling Process[J]. Journal of Refrigeration, 2011, 32(102):45-49.)
- [10] 刘洋, 李砚泉, 申江. 结球白菜干耗的真空预冷实验研究[J]. 制冷学报, 2007, 28(01):18-21. (Liu Yang, Li Yanquan, Shen Jiang. Experimental Study on Vacuum Pre-cooling for Chinese Cabbages Weight Loss[J]. Journal of Refrigeration, 2007, 28(1):18-21.)
- [11] 闫静文, 王雪芹, 刘宝林, 等. 基于S7—300PLC果蔬真空预冷机控制系统的设计[J]. 食品工业科技, 2010, (83)3: 320-324. (Yan Jingwen, Wang Xueqin, Liu Baolin et al. Design of the control system of a vacuum cooler based on S7-300 PLC[J]. Science and Technology of Food Industry, 2010, (83)3: 320-324.)
- [12] 陈儿同, 王艳, 徐彬凯. 真空冷却中失水率问题研究[J]. 上海理工大学学报, 2009, 31(1):95-98. (Chen Ertong, Wang Yan, Xu Binkai. Study on the water loss rate in the process of vacuum cooling[J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2009, 31(1):95-98.)
- [13] 董梅, 李保国, 应月. 熟食豆制品的真空冷却工艺研究[J]. 食品科学, 2009, 22(30):74-76. (Dong Mei, Li Baoguo, Ying Yue. Effect of Vacuum Cooling of Sensory and Physico-chemical Qualities of Cooked Bean Products[J]. Food Science, 2009, 22(30):74-76.)
- [14] 李文云, 彭志军, 王琳, 等. 火龙果不同品种(品系)果肉糖、酸含量及组成分析[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(11): 215-217. (Li Wenyun, Peng Zhijun, Wang Lin, et al. Content and Composition of Soluble Sugar and Organic Acid in Flesh of Different Pitaya Varieties[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2010, 38(11):215-217.)

作者简介

Nguyen Van Luu, 男(1976—), 博士研究生, 上海市杨浦区军工路516号上海理工大学低温生物与食品冷冻研究所, 454信箱, 200093, 15618300010, E-mail: nguyenvluu68@yahoo.com.vn. 研究方向: 食品冷冻冷藏。

About the author

Nguyen Van Luu(1976—), male, current doctor student, 454 mailbox, Institute of Cryobiology and Food Freezing Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, 516 Jungong Road, YangPu District, Shanghai, China, 200093, 15618300010, E-mail: nguyenvluu68@yahoo.com.vn. Research fields: Food Refrigeration and Freezing.

制 冷 学 报

(1979年创刊, 双月刊)

2012年2月16日 第33卷 第1期

Journal of Refrigeration

(Started in 1979, Bimonthly)

2012-2-16 Vol.33 No.1

主管单位: 中国科学技术协会

主办单位: 中国制冷学会

出版单位: 《制冷学报》编辑部

主 编: 吴元炜

印刷单位: 河北欣航测绘院印刷厂

发 行: 中国制冷学会秘书处

Responsible Institution: China Association for Science and Technology

Sponsor: Chinese Association of Refrigeration

Published by: "Journal of Refrigeration" Editorial Department

Chief Editor: Wu Yuanwei

Printing by: Printing plant of Hebei Xinhang Surveying and Mapping Institute

Distributed by: Chinese Association of Refrigeration

ISSN0253-4339
CN11-2182/TB

境内定价: 人民币10元

境外定价: 美元8元