

荔枝的冷却方式选择

阮文琉,刘宝林*,宋晓燕

(上海理工大学,低温生物与食品冷冻研究所,上海 200093)

摘要:通过比较真空预冷、水冷和强制通风对荔枝的冷却效果,选择出它的最佳冷却方式。结果表明,真空预冷、水冷却和强制通风都适用于荔枝;而用冷水对荔枝冷却时,在指定时间内的终温最低,能满足正常商业需求,因此,水冷却应为荔枝的最佳冷却方式。

关键词:荔枝,冷却方式,真空预冷,水冷,强风冷却

Comparison of cooling method for litchi fruit

RUAN Wen-liu, LIU Bao-lin*, SONG Xiao-yan

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

Abstract: Three cooling methods (vacuum cooling, water-cooling and forced air cooling) were compared in order to find out the most suitable one for litchi fruit. The results showed that: due to the restriction of the pericarp, vacuum cooling, water-cooling and forced air cooling were all suitable for litchi fruit. However, during the water-cooling process the final temperature could reach very low within a relatively shorter period of time to best meet the business needs. Thus water-cooling should be the best cooling method for litchi fruit.

Key words: litchi fruit; cooling method; vacuum cooling; water-cooling; forced air cooling

中图分类号: TS205.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)11-0352-03

荔枝 (*Litchi Chinensis* Sonn) 属亚热带名优水果, 是越南北方最具国际竞争力的水果之一。越南的荔枝栽培面积较大, 主要分布在北江、兴安、海阳等省。荔枝成熟于高温多湿季节, 果实含水量、含糖量高, 呼吸作用旺盛, 采后极易褐变, 是较难贮藏保鲜的水果之一。据统计, 越南荔枝每年因腐烂变质而造成的损失占到总产量的30%。预冷可以迅速排除荔枝果实采后的田间热, 降低呼吸作用, 延缓其成熟衰老的速度, 有利于保持其营养成分和新鲜度, 而且可以提高果实对低温的耐性, 减轻或推迟冷害的发生^[1], 同时还可以减轻冷藏库和运输设备的制冷负荷^[2]。但是对荔枝的预冷方法目前研究还很少。随着食品冷藏链的快速发展, 消费者对果蔬新鲜度的要求也越来越高, 促使人们对荔枝等昂贵水果冷却方式的选择方案研究进一步深入。本文通过对比真空预冷、水冷和强制通风对荔枝的冷却效果, 选择荔枝的最佳真空预冷方式。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荔枝 采摘于7月的妃子笑, 购于超市, 挑选色泽好、无任何损坏的荔枝, 简易包装后1h内送至实验室。

VCE-15型真空预冷机^[3-4] 上海市锦立新能源科技有限公司; 强制通风冷库 上海市农业科学院; 自制20L恒温冷水浴。

1.2 实验方法

1.2.1 真空冷却方法 将三组荔枝分别置于550~600、600~650、650~700Pa的终压下做真空冷却处理, 冷却前将微型热电偶测温端插入荔枝心部测量温度变化, 计算机每5s记录一次数据, 自动存于txt文档中。

1.2.2 冷水冷却 将三组荔枝分别置于水温为0、1.5、3℃的恒温槽中(为了更精确地保证荔枝的环境温度, 采取的办法是将荔枝样品悬浮于恒温水浴的中心), 心部温度记录时间间隔为5s。

1.2.3 强风冷却 将荔枝放在温度为5℃, 风速分别为1、2、3m/s的通道内冷却, 心部温度数据记录间隔为300s。

1.2.4 分析方法 先将同种冷却方式的不同条件组进行比较, 挑选出较好的一组, 然后对三组最优的冷却组做比较, 挑选出最佳冷却方式。

2 结果与分析

2.1 同种冷却方式不同条件下冷却效果比较

2.1.1 不同终压下真空预冷效果比较 由图1可知, 在终压区间为550~600、600~650、650~700Pa的三组真空预冷实验中, 将终压区间设置为550~600Pa时, 荔枝所达到的温度最低, 为5℃。然而, 即使在550~600Pa的终压区间内, 荔枝温度也没有一直降低, 而是慢慢趋于不变。经分析, 原因有两个: 一是果蔬真空预冷效果的好坏在一定程度上受到自身结构的影响^[5-6], 荔枝的皮质较硬, 里面有核, 因此果肉的水分在内外压力差驱动下大部分是以蒸汽形式流向皮孔^[7-8], 所以很容易被纤维吸附; 二是荔枝表皮在降温后会出现收缩, 缩小了皮孔有效面积, 阻碍内部水分的蒸发

收稿日期: 2011-07-07 * 通讯联系人

作者简介: 阮文琉(1976-), 男, 博士, 讲师, 研究方向: 食品冷冻冷藏。

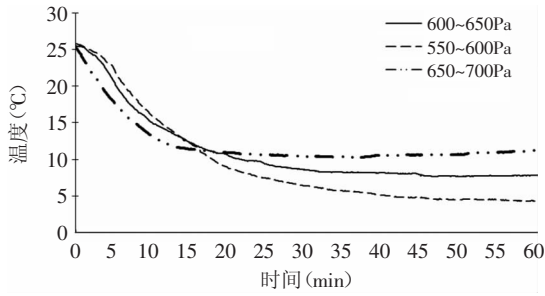


图1 不同终压下荔枝真空预冷效果对比

Fig.1 Comparison of effects of vacuum cooling under different pressures

和迁移,导致心部降温速率变小。

2.1.2 不同温度下水冷效果比较 由图2可知,荔枝在温度分别为0、1.5、3℃的水浴中冷却时,水温为0℃时降温最快,而且终温最低。可见,水温为0℃时,冷却效果最好。因为荔枝的适宜冷藏温度一般为3~5℃^[9],所以从图2可以看出,用0~3℃冷水只需10~15min便可将荔枝冷却到所需温度。

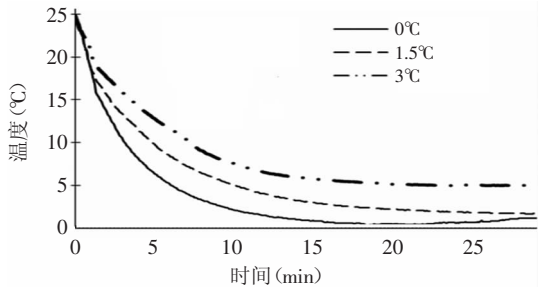


图2 不同水温下荔枝冷却效果对比

Fig.2 Comparison of effects of water-cooling with different water temperatures

通过三组水冷实验还可以看出:荔枝在水冷过程中的降温速率一直很快^[10],没有明显的突升或者突降现象。这是因为利用冷水对荔枝冷却时,导热起主要作用,随着荔枝温度的降低,水槽内的水温与荔枝的温度之差越来越小,降温速率是逐渐趋近于零,而不是突然减小。

2.1.3 不同风速的强制通风冷却效果 由图3可知,荔枝在强制通风条件下进行冷却所耗费时间较长(45min才达到5℃)。这主要是因为:第一,荔枝的皮质较硬,不适合对流传热;第二,风冷容易造成死角,有一部分冷却不到,从而造成荔枝的整体上冷却不

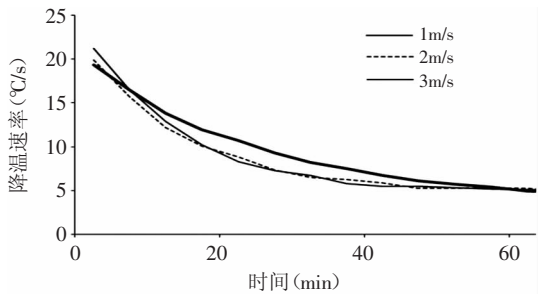


图3 不同风速下荔枝预冷效果对比

Fig.3 Comparison of effects of air cooling under different air speeds

均匀,需要很长时间才能将果肉温度降到很低。

2.2 不同冷却方式效果比较

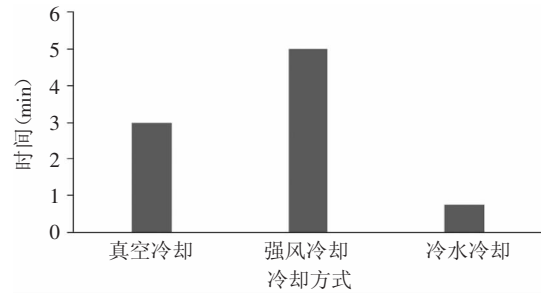


图4 不同冷却方式将荔枝降低1℃所需的最短时间

Fig.4 Comparison of minimum cooling periods of different cooling means with 1°C temperature drop

图4可见,利用真空预冷、强制通风和水冷将荔枝降低1℃所用的最短时间分别为3、5、1min。从降温速率角度考虑,水冷的降温速率最大,真空冷却次之,风冷最慢。

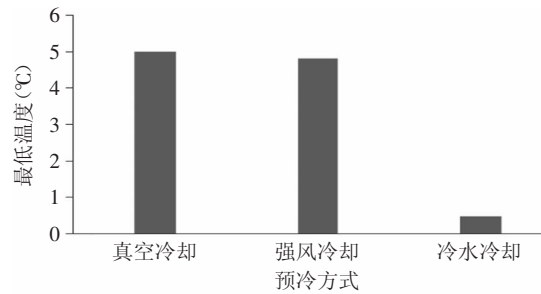


图5 指定时间内不同冷却方式下荔枝能降到的最低温度

Fig.5 Comparison of lowest final temperatures with different cooling means for litchi fruit in a limited period

从图5可知,在指定时间内真空预冷、强制通风和水冷将荔枝降到的最低温度分别为5、4.8、0.5℃。其中,利用水冷冷却所能降到的温度最低,强制通风次之。综上所述,三种预冷方式都能将荔枝降到所需温度,而冷水冷却的速度最快。

3 结论

3.1 真空预冷虽然清洁,但是荔枝的皮质较硬,不利于水分蒸发,所以不能作为它的最佳冷却方式。

3.2 利用强制通风将荔枝降达到5℃需要45min,因此不适合荔枝的大规模快速冷却。

3.3 水冷不仅能将荔枝降到较低的温度,而且降温速率最快,因此可以作为荔枝的最佳冷却方式。

参考文献

[1] PALL RE. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 15: 263-277.
 [2] 孙金萍. 预冷及转运环节对冷链运输影响的研究[J]. 制冷学报, 1997(4): 47-51.
 [3] 闫静文, 王雪芹, 刘宝林. 凝水管温度对蔬菜真空预冷过程的影响分析[J]. 食品工业, 2009, 34(5): 72-74.
 [4] 闫静文, 王雪芹, 刘宝林, 等. 基于S7-300PLC果蔬真空预

(下转第362页)

参考文献

- [1] Graham D M. Use of ozone for food processing[J]. Food Technol, 1997, 51: 72-75.
- [2] 朱东兴, 杭夫梅, 李娜, 等. 臭氧在鲜食葡萄无硫贮藏技术中的防腐保鲜效果[J]. 中国食品添加剂, 2010(3): 199-202.
- [3] Palou L. Effect of gaseous ozone exposure on the development of green and blue molds on cold stored citrus fruit[J]. Plant Disease, 2001, 85(6): 632-638.
- [4] Karaca H, Walse S S, Smilanick J L. Effect of continuous 0.3 $\mu\text{L/L}$ gaseous ozone exposure on fungicide residues on table grape berries[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011(7): 1-6.
- [5] Palou L, Crisosto C H, Smilanick J L, et al. Effects of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24: 39-48.
- [6] Gabler F M, Smilanick J L, Mansour M F, et al. Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2010, 55: 85-90.
- [7] Ozkan R, Smilanick J L, Karabulut O A. Toxicity of ozone gas to conidia of *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, and *Botrytis cinerea* and control of gray mold on table grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2011, 60: 47-51.
- [8] 陆胜明, 孔繁春, 王群. 臭氧对鲜切青花菜品质的影响[J]. 食品科技, 2003(8): 34-36.
- [9] 王文生, 闫师杰, 石志平. 臭氧处理对货架期葡萄果实品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2008(6): 28-31.
- [10] 程红兵, 郑功源, 高金艳. 臭氧在遂川金桔保藏试验中的初探[J]. 中国果菜, 2001(5): 21.
- [11] 杨虎清, 王文生. 化学保鲜剂和臭氧对巨峰葡萄贮藏保鲜的比较研究[J]. 食品科学, 2001, 22(10): 91-94.
- [12] 梁丽雅, 郝利平, 闫师杰. 保鲜剂对红地球和巨峰葡萄呼吸强度和贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 205-208.
- [13] 高海燕, 张华云, 王善广, 等. 不同用量 SO_2 处理对两类葡萄冷藏在抗氧化性能的影响[J]. 农业工程学报, 2006, 22(9): 210-214.
- [14] 吴颖, 邓云, 李云飞. 高氧对巨峰葡萄冷藏和货架期品质的影响[J]. 农业工程学报, 2005, 21(8): 184-186.
- [15] 张平, 李志文, 王莉, 等. 短时高浓度二氧化碳处理对冰温贮藏期间葡萄果实软化生理的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(4): 368-373.
- [16] 武杰, 马龙, 张斌. 微波处理真空包装对葡萄贮藏品质和生理变化的影响[J]. 食品工业科技, 2009(11): 271-273.
- [17] 李华江, 王文生, 董成虎, 等. 臭氧与保鲜剂处理对巨峰葡萄保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2009(6): 21-24.
- [18] 朱东兴, 杭夫梅, 李娜, 等. 臭氧在鲜食葡萄无硫贮藏技术中的防腐保鲜效果[J]. 中国食品添加剂, 2010(3): 199-202, 153.
- [19] 储金宇, 吴春笃, 陈万金, 等. 臭氧技术及应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [20] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992.
- [21] 中国标准出版社第一编辑室. 中国农业标准汇编 [M]. 果蔬卷. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- (上接第353页)
- 冷机控制系统的设计[J]. 食品工业科技, 2010, 83(3): 320-324.
- [5] Noble RA. Review of vacuum cooling of mushrooms[J]. Mushroom Journal, 1985, 149: 168-170.
- [6] Wang I J, Sun D W. Rapid cooling of porous and moisture foods by using vacuum cooling technology[J]. Food Science & Technology, 2001, 12(5): 174-184.
- [7] Da-Wen Sun, Liyun Zheng. Vacuum cooling technology for the agri-food industry: Past, present and future[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 77(2): 203-214.
- [8] Karl McDonald, Da-Wen Sun. Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review[J]. Journal of Food Engineering, 2000, 45(2): 55-65.
- [9] 黄晓钰, 康德妹, 季作梁. 荔枝果实的冷藏适温与冷害[J]. 华南农业大学学报, 1990, 11(3): 13-18.
- [10] 刘洋, 中江, 邹同华. 预冷技术的发展及果蔬真空预冷的实验研究[C]. 第五届全国食品冷藏链大会论文集, 2004: 174-180.
- (上接第358页)
- fruit softening during ripening of 'Tegan Blue' plum[J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 43(3): 298-306.
- [7] Hagerman AE, Austin PJ. Continuous spectrophotometric assay for plant pectin methyl esterase[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1986, 34(3): 440-444.
- [8] Xu Chang-jie, Chen Kun-song, Zhang Shang-long. The interference of sucrose in determination of exo-cellulase and exo-polygalacturonase in abscission zone of citrus young fruit and the methods to exclude it[J]. Plant Physiology Communication, 1997, 33(1): 43-46.
- [9] Jeong J, Huber DJ, Sargent SA. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polysaccharides of avocado[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 25: 241-256.
- [10] Xue TF, Danid Buchanan, et al. Ethylene mediates responses of 'Gala' apple fruit to ionizing irradiation[J]. Hortscience, 2000, 35: 408-416.
- [11] Hiroko Hayama, Miho Tatsuki, Yuri Nakamura. Combined treatment of aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) reduces melting-flesh peach fruit softening[J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50(2): 228-230.
- [12] Khan AS, Singh Z. 1-MCP application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' Japanese plum[J]. Plant Science, 2009, 176(4): 539-544.