

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.04.004

钙处理对青椒采后贮藏品质的影响

徐水芳¹, 肖志坚^{1,2}, 赵威威¹

(1. 浙江东方职业技术学院 工程技术系, 浙江 温州 325011;
2. 华南理工大学 制浆造纸国家重点实验室, 广东 广州 510640)

摘要: 分别用质量分数为 1%, 2%, 3% 的 CaCl_2 溶液对青椒进行采后保鲜处理, 探讨钙处理对青椒各生理指标的影响。结果表明, 以质量分数为 2% 的 CaCl_2 溶液处理青椒, 可有效抑制青椒中 Vc 含量的下降, 减缓其失重率和腐烂率的上升速率, 且能有效缓解果实中糖的消耗, 减缓青椒成熟与衰老的速率; 而以质量分数为 3% 的 CaCl_2 处理, 会加速青椒的衰老与腐烂; 以质量分数为 1% 的 CaCl_2 处理, 保鲜效果不是很明显。因此, 可确定本实验条件下青椒钙化处理的最适宜质量分数为 2%。

关键词: 青椒; 钙化处理; 保鲜效果

中图分类号: TB485.6

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)04-0019-05

Effects of Calcium Treatment on Green Pepper Quality in Post-Harvest Storage

XU Shuifang¹, XIAO Zhijian^{1,2}, ZHAO Weiwei¹

(1. Engineering Department, Zhejiang Dongfang Vocational and Technological College, Wenzhou Zhejiang 325011, China;
2. State Key Laboratory of Pulp and Paper Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The fresh keeping technique and storage treatment with mass fraction of 1%, 2% and 3% CaCl_2 applied to post-harvest green peppers were introduced. The physiological index analysis showed that: 2% CaCl_2 could actively suppress the decline of Vc, slow the rise speed of weight loss and rotting rate, reduce the consumption of sucrose effectively, and slow down the aging speed; while 3% CaCl_2 would accelerate the speed of aging and decay; there was no apparent preservation effect from 1% CaCl_2 . According to the experimental analysis, the fresh keeping technique and storage treatment with 2% CaCl_2 was most appropriate under the experimental conditions.

Key words: green pepper; calcification; preservation

0 引言

青椒是一种发源于南美洲且具有冷敏性的蔬菜, 也是餐桌上广受消费者欢迎的一种蔬菜, 其颜色翠

绿、感官良好、气味芳香。且青椒的营养物质含量丰富, 其中维生素 B、胡萝卜素、维生素 C 含量较高, 特别是其 Vc 含量在蔬菜中最高。青椒也是目前贮藏量和运输量较大、经济效益较高的蔬菜品种之一。我

收稿日期: 2015-12-21

基金项目: 浙江省高职高专院校中青年专业带头人基金资助项目 (LJ2013153), 浙江省高等教育教学改革研究基金资助项目 (jg2013348), 浙江省科技厅新产品试制计划基金资助项目 (2012D60SA300008)

作者简介: 徐水芳 (1982-), 女, 湖北黄石人, 浙江东方职业技术学院教师, 主要研究方向为印刷包装材料和工艺, E-mail: 28879695@163.com

通信作者: 肖志坚 (1977-), 男, 安徽天长人, 浙江东方职业技术学院副教授, 主要从事印刷包装材料和工艺方面的教学与研究, E-mail: 626091272@qq.com

国大部分地区的青椒较多于冬春季节上市,但是因为它生产季节性较强,上市时间较为集中,所以市场供应淡旺季的矛盾较为突出:夏秋季节的青椒供过于求,腐烂损失情况非常严重;而冬春季节的青椒供不应求,导致价格居高不下,很难满足市场发展的需求。由此可见,青椒的贮藏保鲜问题是一个值得研究的课题。

近年来,针对蔬菜容易腐烂的特点,国内外对蔬菜的保鲜做了较为深入的研究^[1-2]。已有关于青椒的保鲜方法较多,如以保鲜膜包装贮藏、冰温保藏技术贮藏、高压静电场处理后贮藏、充气包装技术贮藏等^[3-7]。

钙是一种符合绿色环保要求的保鲜处理剂,在植物生长发育、成熟衰老等生理生化方面,钙离子起着极其重要的作用。在实际贮藏中,浸钙处理可以保持果实的硬度,延缓果实的衰老,降低果实的腐烂率等^[8-12]。目前,国内的浸钙处理已被用于桃、梨、苹果等多种水果的贮藏中。

本文拟研究钙处理对青椒保鲜效果的影响,即首先使用不同浓度的CaCl₂溶液处理青椒,然后观察青椒储藏过程中的品质变化情况,测定或计算其腐烂指数、失重率、Vc含量和糖度等生理生化指标,并记录相关数据,探究钙处理技术在青椒贮藏保鲜中应用的可能性,并探讨合适的CaCl₂溶液浓度,为青椒的保鲜提供一定的理论参考。

1 材料选择和测定方法

1.1 材料及处理

本实验中,首先挑选大小均匀、没有损伤、没有病虫害、成熟度(八成熟)一致的青椒果实(市售);并配备不同质量分数的CaCl₂溶液,其质量分数分别为1.0%、2.0%、3.0%;然后将选好的八成熟青椒放入CaCl₂溶液中浸泡10 min,同时以清水浸泡作为对照实验;最后,将浸泡好的青椒快速捞出,冷风风干。每个处理工序重复8次。

将处理后的青椒包装后置于常温(20±2)℃、通风、无阳光直射的条件下储藏,观察、测量并记录各组样品的各项指标变化情况。

1.2 指标计算或测定方法

1.2.1 腐烂指数的计算

腐烂指数可以反映果实的贮藏品质,一般按照果实腐烂面积的大小将其划分为如下4级:3级,腐烂面积≥50%果实面积;2级,50%果实面积>腐烂面积≥25%果实面积;1级,腐烂面积<25%果实面

积;0级,无腐烂。

青椒的腐烂指数计算公式如下:

$$\text{腐烂指数} = \sum \left(\frac{\text{腐烂级别} \times \text{该级别果实数}}{\text{最高腐烂级别} \times \text{总果实数}} \right) \times 100\%。$$

1.2.2 失重率的计算

本实验采用失重率来衡量样品青椒在贮存一段时间后的质量变化情况。实验方法如下:分别在第0 d称取样品青椒的质量,记为 m_0 ;贮藏一段时间后,称取相应样品青椒的质量,记为 m_1 ,然后由下式计算青椒的失重率:

$$\text{失重率} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\%。$$

1.2.3 Vc含量的测定

青椒含丰富的维生素C,其品质的优劣在一定程度上由维生素C的含量决定;同时维生素C也是果蔬体内延缓衰老的一种重要抗氧化剂。因此,本实验中将维生素C含量作为测定指标之一,且采用碘酸钾滴定法测定青椒的Vc含量,具体操作如下:

1) 准确称取一定质量的样品,放入研钵中,并加入体积分数为2%的盐酸10 mL,研磨至浆状;

2) 将研钵中的样品转移至100 mL容量瓶中,再用体积分数为2%的盐酸溶液洗涤研钵,洗液亦倒入容量瓶中,并用体积分数为2%的盐酸将其定容至100 mL,摇匀后过滤;

3) 取一洁净锥形瓶,用移液管分别注入体积分数为1%的KI溶液0.5 mL,质量分数为0.5%的淀粉溶液2 mL,以及制得的样品溶液5 mL;

4) 加蒸馏水将锥形瓶中样品溶液定容至10 mL,然后用浓度为0.001 mol/L的KIO₃溶液进行滴定,至溶液显微蓝色且1 min内不褪色时终止滴定。

青椒维生素C质量分数的计算公式如下:

$$w_{Vc} = \frac{0.088 \times V}{B} \times \frac{b}{a} \times 100。$$

式中: w_{Vc} 为青椒维生素C的质量分数,mg/100g;

V 为滴定消耗KIO₃溶液的体积,mL;

B 为滴定时吸取样品溶液体积,mL;

b 为试样定容体积,mL;

a 为样品质量,g。

1.2.4 糖度的测定

用品牌为束为、型号为LB10T的手持糖度计测量样品青椒的糖度,具体操作如下:打开手持式糖度计的折光仪盖板,用干净的纸擦干棱镜玻璃表面,然后在其表面上滴2滴清水,盖上盖板。之后于水平位置观察,检查视野中明暗交界线是否处在刻度的零

线上。若与零线不重合, 则旋动刻度调节螺旋, 使分界线面刚好落在零线上。然后打开盖板, 用纸将水擦干, 并在棱镜玻璃面上滴 2 滴果蔬汁, 进行观测, 读取视野中明暗交界线上的刻度, 该刻度即为青椒中可溶性糖的质量分数。重复操作 3 次, 取平均值为定值。

2 结果与分析

2.1 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒腐烂指数的影响

图 1 所示为不同质量分数 CaCl_2 溶液处理对常温贮藏条件下青椒腐烂指数的影响结果。

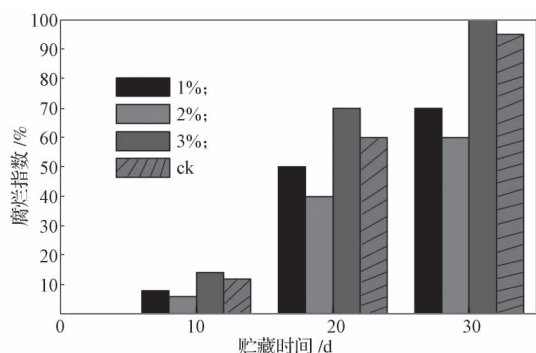


图 1 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒腐烂指数的影响

Fig. 1 The effects of different concentrations of CaCl_2 on green pepper rot index

由图 1 可知, 常温贮藏条件下, 以不同质量分数 CaCl_2 溶液处理青椒, 青椒的果实腐烂指数变化不同。前一阶段, 即 10 d 内, 为稳定期, 经不同浓度钙处理的青椒腐烂指数差异不大; 后一阶段, 从第 10 d 开始, 为上升期, 青椒的腐烂指数急剧上升。

经对比分析可知, 在整个贮藏阶段, 经质量分数为 2% 氯化钙溶液处理青椒果实的腐烂指数与其它 3 组果实的腐烂指数差异极显著。经质量分数为 3% 氯化钙溶液处理青椒果实的腐烂指数与对照组果实的腐烂指数差异不明显, 都属于腐烂指数比较高的。贮藏结束时, 腐烂指数最高的是经质量分数为 3% 氯化钙溶液处理的青椒果实, 腐烂指数最低的是经质量分数为 2% 氯化钙溶液处理的。

由以上分析可知, 以质量分数为 1% 和 2% 的 CaCl_2 溶液处理青椒果实, 可有效抑制青椒果实的腐烂, 而以质量分数为 3% 的 CaCl_2 溶液处理, 则会加速果实的腐烂。

2.2 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒失重率的影响

图 2 所示为不同浓度钙处理对常温贮藏条件下

青椒失重率的影响结果。

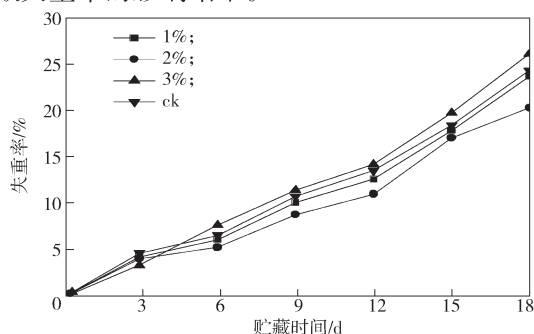


图 2 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒失重率的影响

Fig. 2 The effects of different concentrations of CaCl_2 on the weight loss of green pepper

由图 2 可以得知, 在常温储藏条件下, 以不同浓度的钙对青椒进行处理后, 各样品青椒的失重率均呈现出逐渐上升的变化趋势, 但在整个贮藏阶段, 不同样品青椒果实的失重率变化情况存在差异。具体的数据结果表明, 在贮藏前 3 d, 各组青椒的失重率变化差异不明显; 至第 6 d, 对照组、以质量分数为 2% 和 3% 的 CaCl_2 溶液处理的实验组之间的失重率差异有了明显的变化, 并且以质量分数为 1% 和 2% 的 CaCl_2 处理青椒果实的失重率低于对照组。实验结束时, 以不同浓度 CaCl_2 处理青椒的失重率存在明显的差异, 其中, 失重率最高的为以质量分数为 3% CaCl_2 溶液处理的样品, 最低的为以质量分数为 2% CaCl_2 溶液处理的样品, 不明显的为以质量分数为 1% CaCl_2 溶液处理的样品。

根据以上分析可得出如下结论: 钙处理浓度合适, 则可明显减缓青椒失重率的上升。而以质量分数为 3% CaCl_2 溶液处理则会显著促进青椒失重, 以质量分数为 1% CaCl_2 溶液处理则对青椒的失重率变化影响不大。因此, 本实验条件下, 处理青椒的最适宜 CaCl_2 溶液的质量分数为 2%。

2.3 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒维生素 C 含量的影响

图 3 所示为不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒维生素 C 含量的影响结果。

由图 3 所示实验结果可知, 随着贮藏时间的延长, 各组青椒的维生素 C 含量整体均呈现出下降的变化趋势。观察图中各曲线可知, 以质量分数为 2% 和 3% CaCl_2 溶液处理组与对照组的区别较大, 而以质量分数为 1% 的 CaCl_2 溶液处理组则与对照组的区别不明显, 基本上差不多。比较可知, 青椒果实中维生素 C 保持效果最好的, 是经质量分数为 2% 的 CaCl_2 溶液处理组; 而效果最差的, 是经质量分数为

3%的CaCl₂溶液处理组。

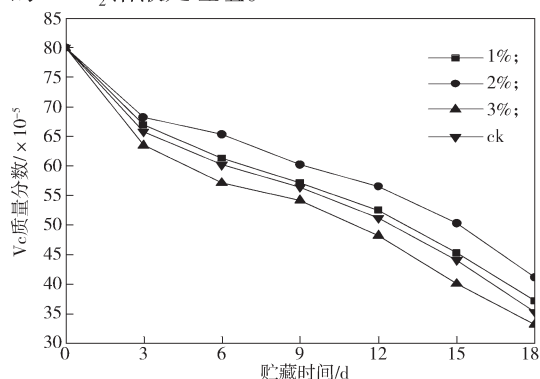


图3 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒维生素C含量的影响

Fig. 3 The effects of different concentrations of CaCl₂ on Vitamin C contents of green pepper

图3所示结果表明,不同浓度的钙处理对青椒中维生素C含量的影响不同,以低浓度钙处理(CaCl₂溶液的质量分数为1%),对青椒果实的维生素C含量变化无显著影响,而以高浓度钙处理(CaCl₂溶液的质量分数为3%),则会显著促进青椒中维生素C含量的减少。故在本实验条件下,处理青椒最适宜的CaCl₂溶液质量分数为2%。

2.4 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒可溶性糖含量的影响

室温条件下,不同浓度钙处理青椒果实可溶性糖含量的变化规律如图4所示。

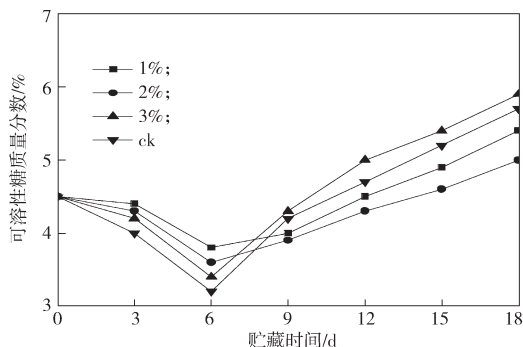


图4 不同浓度钙处理对常温贮藏条件下青椒可溶性糖含量的影响

Fig. 4 The effects of different concentrations of CaCl₂ on TSS contents of green pepper

由图4可看出,常温贮藏条件下,经不同浓度钙处理,青椒中可溶性糖的质量分数均呈现出先缓慢下降而后上升的变化趋势。在贮藏期间的前3d,青椒果实中可溶性糖的质量分数缓慢下降,且其下降幅度大小依次为:对照组>以质量分数为3%CaCl₂溶液处理组>以质量分数为2%CaCl₂溶液处理组>以质量分数为1%CaCl₂溶液处理组。这个阶段下降幅度小的原因,可能是由于青椒果肉处于浸泡处理刚结束

阶段,主要通过消耗自身可溶性糖维持自身营养供给的需要。而贮藏至第6d,经不同浓度CaCl₂处理青椒的可溶性糖质量分数分别达到最低值,其中对照组>以质量分数为3%CaCl₂溶液处理组>以质量分数为2%CaCl₂溶液处理组>以质量分数为1%CaCl₂溶液处理组。分析表明,此时对照组与以质量分数为1%和2%CaCl₂溶液处理组的可溶性糖含量差异显著。这表明,在青椒贮藏前期,钙处理可有效地减缓果实中可溶性糖的消耗。

实验结束时,对照组和以质量分数为2%,3%CaCl₂溶液处理组的果实之间,可溶性糖含量差异达极显著水平,对照组和以质量分数为1%CaCl₂溶液处理青椒的可溶性糖质量分数无明显差异。由此可以得出,钙处理可以在一定程度上延缓糖的消耗,保持青椒的新鲜及可食用性;并且钙处理浓度不同,果实的可溶性糖的质量分数也不一样,随着钙处理浓度的提升,青椒中可溶性糖质量分数呈现出先降低后升高的变化趋势。

由图4可以得出,青椒可溶性糖整体上是呈现先下降后上升的变化趋势,前一阶段下降的原因可能是由于青椒采摘之后从母体脱离出来,从而直接切断了营养供给,可是生理活性依然很高,青椒为维持自身的生理需要而消耗糖类物质,使得可溶性糖下降;后期上升,可能是青椒成熟衰老过程中的糖类等物质的降解,使得可溶性糖质量分数升高。对比各实验曲线可发现,整个贮藏过程中,以质量分数为2%CaCl₂溶液处理组的变化幅度最小。

3 结论

通过对以上实验指标的测定结果分析,可得到如下结论:

1) 钙处理浓度对青椒果实的影响较为显著,不同钙离子浓度对青椒的内在品质及货架寿命都产生了不同程度的影响。

2) 在(20±2)℃贮藏条件下,钙处理对青椒中各项性能指标,如维生素C含量、腐烂率、可溶性糖含量和失重率都有一定程度的影响。

3) 以质量分数为2%的CaCl₂溶液处理,可有效抑制青椒中维生素C含量的下降,减缓青椒失重率和腐烂率的上升,有效缓解糖的消耗,减缓青椒成熟与衰老的速率。

4) 高浓度钙处理会加速青椒中维生素C含量的下降,促使果实失重,加重腐烂程度,加快果实衰老,不利于青椒的贮藏。如以质量分数为3%的氯化

钙溶液处理, 会加速青椒的衰老与腐烂, 对果实产生不利的影响, 如果实颜色变暗、霉菌生长等。

5) 低浓度钙处理如质量分数为 1% 的钙化处理, 其保鲜效果不明显。

由此可以得出结论: 对青椒进行钙化处理的较适宜浓度是 CaCl_2 的质量分数为 2%。

参考文献:

- [1] ROCHA A M C N, MORAIS A M M B D. Effects of Controlled Atmosphere on Quality of Minimally Processed Apple (cv. Jonagored)[J]. *Journal of Food Processing Preservation*, 2000, 24(6): 435-451.
- [2] GORNY J R, CIFUENTES R A, HESS-PIERCE B, et al. Quality Changes in Fresh-Cut Pear Slices as Affected by Cultivar, Ripeness Stage, Fruits Size, and Storage Regime [J]. *Journal of Food Science*, 2000, 65(3): 541-544.
- [3] SAITO M, RAI D R, MASUDA R. Effects of Modified Atmosphere Packaging on Glutathione and Ascorbic Acid Content of Asparagus Spears[J]. *Journal of Food Processing & Preservation*, 2000, 24(3): 243-251.
- [4] BARCHI G L, BERARDINELLI A, GUARNIERI A, et al. PH—Postharvest Technology: Damage to Loquats by Vibration-Simulating Intra-State Transport[J]. *Biosystems Engineering*, 2002, 82(3): 305-312.
- [5] SINGH S P, BURGESS G, XU M. Bruising of Apples in Four Different Packages Using Simulated Truck Vibration [J]. *Packaging Technology and Science*, 1992, 5(3): 145-150.
- [6] 关军锋, 束怀瑞, 张良诚. 钙处理对红星苹果 H_2O_2 含量和 GSH-PX 活性的影响[J]. *园艺学报*, 1998, 25(4): 391-392.
- GUAN Junfeng, SHU Huairui, ZHANG Liangcheng. Effects of Calcium Treatment on H_2O_2 Content and GSH-PX Activity of Starking Delicious Apple Fruits[J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1998, 25(4): 391-392.
- [7] 李正国, 罗爱民, 刘勤晋. 钙处理对水蜜桃果实成熟的影响[J]. *食品科学*, 2000, 21(7): 15-16.
- LI Zhengguo, LUO Aimin, LIU Qinjin. Effects of Calcium on Hakuho Peach Fruits Ripening[J]. *Food Science*, 2000, 21(7): 15-16.
- [8] 刘剑锋, 唐 鹏, 彭抒昂. 采后浸钙对梨果实不同形态钙含量及生理生化变化的影响[J]. *华中农业大学学报*, 2004, 23(5): 560-562.
- LIU Jianfeng, TANG Peng, PENG Shu'ang. Effects of Calcium Dipping After Harvest on Content of Calcium in Different Forms and Physio-Chemical Characteristics of Pear [J]. *Journal of Huazhong Agricultural*, 2004, 23(5): 560-562.
- [9] 王仁才, 闫瑞香, 于慧瑛. 猕猴桃幼果期钙处理对果实贮藏和品质的影响[J]. *果树科学*, 2000, 17(1): 45-47.
- WANG Rencai, YAN Ruixiang, YU Huiying. Effect of Various Calcium Treatments on the Storage Life and Quality of Kiwifruit[J]. *Journal of Fruit Science*, 2000, 17(1): 45-47.
- [10] 王贵禧, 韩雅珊, 于 梁. 浸钙对猕猴桃果实硬度变化影响的生化机制[J]. *园艺学报*, 1995, 22(1): 21-24.
- WANG Guixi, HAN Yashan, YU Liang. Biochemical Mechanism of the Firmness Changes of Kiwifruit Treated by CaCl_2 [J]. *Acta Horticulturae Sinica*, 1995, 22(1): 21-24.
- [11] 刘 伟, 卢立新, 李大鹏. 综合保鲜处理对草莓保鲜效果的影响[J]. *包装工程*, 2011, 32(1): 18-21.
- LIU Wei, LU Lixin, LI Dapeng. Effect of Comprehensive Preservation Treatment on Strawberry[J]. *Packaging Engineering*, 2011, 32(1): 18-21.
- [12] 蒋依辉, 何万欢, 孟祥春, 等. 壳聚糖涂膜结合浸钙处理对芒果褐变及两种酶活性的影响[J]. *包装工程*, 2010, 31(13): 7-10, 31.
- JIANG Nonghui, HE Wanhuan, MENG Xiangchun, et al. Effect of Chitosan Coating and Calcium Treatments on Browning and Two Enzyme Activities of Mango[J]. *Packaging Engineering*, 2010, 31(13): 7-10, 31.

(责任编辑: 廖友媛)