

骤冷处理对青椒采后生理及品质的影响

唐文¹, 吴颖², 刘玉仙¹

(1.上海应用技术学院香料香精技术与工程学院, 上海 200235;

2.上海应用技术学院香料研究所, 上海 200235)

摘要:以青椒为实验材料, 常温储藏前进行-18℃、10min冷冲击处理, 考察对青椒生理和品质的影响。结果表明: 适当的冷处理可以保持青椒的品质, 如硬度、脆性、咀嚼度、色泽等, 同时能保持较高的抗坏血酸含量。生理研究发现, 冷处理过的青椒有着较低的呼吸强度, 过氧化物酶(POD)活性和MDA含量, 以上结论可以为青椒的保藏方法设计提供理论依据。

关键词:骤冷处理, 青椒, 采后生理, 品质

Effect of cold shock on the postharvest physiology and quality of capsicum in storage

TANG Wen¹, WU Ying², LIU Yu-xian¹

(1.School of Perfume and Aroma Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200235, China;

2.Research Institute of Fragrance & Flavor Industry, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200235, China)

Abstract: To investigate the effect of cold shock on the capsicum in storage, various factors related to postharvest physiology and quality were examined after the treatment at -18℃ for 10min. The results showed that optimized cold shock could keep quality as well as maintain the V_c content during the storage. The physiological results showed that there were lower density of the respiration, activity of POD and content of MDA in capsicum during storage after cold shock treatment. These results were useful for designing the storage conditions of capsicum.

Key words: cold shock; capsicum; postharvest physiology; quality

中图分类号: TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)05-0321-04

骤冷处理(冷冲击)是采用远低于果蔬冷害临界温度的温度对果蔬进行短时间的处理^[1]。与预冷处理不同之处在于: 骤冷处理采用的温度更低, 时间更短。适当的骤冷处理可以减少营养成分的损失, 最大程度地保持果蔬的品质。冯彤等^[2]采用0℃的冰水为介质, 对银杏果实进行骤冷处理, 结果表明能够明显控制果实的硬化, 硬化率随处理时间的延长而降低。张涓等^[3]采用-10~-5℃的冷空气对番茄进行处理, 结果显示骤冷处理可以延缓转红, 减轻冷害, 延长储存期, 保持正常的色泽和风味。同时也有报道表明冷处理虽然可延缓香蕉后熟, 但不能诱导香蕉的抗病性^[4]。如0℃冷空气处理不但不能提高香蕉的抗病性, 相反降低了其抗病性, 加速果实炭疽病的发生。关于骤冷处理的生物学效应, 有研究报道称番茄果实采后冷激处理后, 1-氨基环丙烷-1-羧酸(ACC)氧化酶和ACC合成酶的活性上升延缓, 呼吸和乙烯跃变延迟, 而叶绿素降解、番茄红素合成和果实的软化速率被抑制^[5]。段学武等^[6]研究表明, 冷激处理延缓了香蕉中多聚半乳糖醛酸酶(PG)和淀粉

酶活性上升, 进而抑制了果胶和淀粉的降解。熊兴森等^[7]研究表明, 冷激处理可推迟乙烯释放高峰和呼吸高峰, 提高膜脂过氧化保护酶SOD、CAT、POD的活性, 保持果肉硬度, 减轻冷害发生的作用。本文的目的是研究骤冷处理对于采后青椒品质和生理的影响, 研究结论可以为青椒的储运提供理论依据, 对改善我国果蔬贮藏质量, 提高产品竞争力具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

青椒 市售, 新鲜个大, 外形饱满, 颜色翠绿, 无虫害; 碳酸氢钠、愈创木酚、醋酸、草酸、抗坏血酸、2,6-二氯酚、三氯乙酸、硫代巴比妥酸、丙酮、碳酸镁和碳酸钙等 均为分析纯, 购于上海国药集团化学试剂有限公司。

TA.XTPlus 食品物性测试仪(质构仪) 英国 stable micro system 公司; 离心机 上海医疗仪器公司; 糖度计 WYT-4 型; 分光光度计 UV-2P2 PC 型紫外可见分光光度计。

1.2 实验方法

1.2.1 样品处理 采后青椒经过挑选、清洗、沥干、分级、称重, 随机分组, 每组 30 个。经过多次预实

收稿日期: 2009-04-10

作者简介: 唐文(1970-), 男, 博士, 副教授, 研究方向: 食品科学与生
化药理学。

验,最后采用 -18°C 低温处理 10min,于室温下单层摆放储藏,分次取样检测。储藏期间室温平均值为 23.2°C ,相对湿度平均值为 79%。

1.2.2 硬度、脆性和咀嚼度的测定 使用食品物性测试仪分析^[8]。探头型号为 P/2N,测定参数为 pre-test speed: 1.00mm/s, test speed: 1.00mm/s, post-test speed: 1.00mm/s, distance: 10.00mm, trigger force: 3g。

将青椒切成均匀片状,每片上取三个点测定硬度、脆性和咀嚼性。每次分析做 6 片,取 18 个点的平均值。

1.2.3 失重率的测定 测定每组青椒处理前和处理后不同时间节点的重量,以减少的重量百分率表示失重率。

失重率(%) = 处理前青椒的重量(g) - 处理后青椒的重量(g) / 处理前青椒的重量(g) × 100%

式(1)

1.2.4 后熟转红率的测定 记录处理后不同时间节点转红青椒的个数,计算转红率。

后熟转红率(%) = 处理后青椒后熟转红的个数 / 处理前青椒的总数 × 100%

式(2)

1.2.5 可溶性固形物的测定 称取 10g 青椒果肉,在研钵内捣碎后,研磨均匀,纱布过滤,以糖度计检测可溶性固形物的百分含量。

1.2.6 青椒中色素物质含量的测定 采用丙酮比色法检测^[9]。称取果皮 10g,加少量 MgCO_3 、 CaCO_3 和石英砂及 5mL 80% 丙酮冰浴研磨,再用 80% 丙酮定容至 25mL 容量瓶中,摇匀过滤,取滤液测定 $A_{440\text{nm}}$ 、 $A_{645\text{nm}}$ 、 $A_{663\text{nm}}$ 吸光值,以 80% 丙酮为对照,按以下公式计算叶绿素和类胡萝卜素含量:

叶绿素浓度 $C_{(a+b)}$ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) = $20.2A_{645} + 8.02A_{663}$

式(3)

类胡萝卜素浓度 C ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) = $4.7A_{440} - 0.270C_{(a+b)}$

式(4)

1.2.7 青椒中还原型抗坏血酸含量的测定 应用 2,6-二氯酚酚滴定法测定还原型维生素 C 含量^[10]。称取鲜样 50g,加等量的 2% 草酸溶液,倒入组织捣碎机中打匀。小心无损地移入 250mL 容量瓶,用 1% 草酸溶液定容至刻度线,摇匀备用。吸取 10mL 过滤液,置于 150mL 三角烧瓶中,加 10mL 1% 草酸溶液,迅速用已标定好的 2,6-二氯酚酚溶液滴定,直至红色不能消失,然后再快速滴加至溶液出现浅红色 15s 不褪色为终点。同时作空白实验。

1.2.8 青椒中过氧化物酶活性测定 采用愈创木酚比色法分析^[11]。准确称取青椒 1.00g,加入 5mL Tris-HCl 缓冲液 (pH = 8.8) 在研钵中研磨成匀浆。4000r/min 离心 15min,取 50 μL 酶液到 10mm 的比色杯中,加入 1mL 0.25% 的愈创木酚和 2mL 醋酸缓冲液 (pH = 5.4),再加入 50 μL 0.75% 的 H_2O_2 溶液,反应 30min 后于 470nm 处测定吸光度。

1.2.9 青椒中丙二醛 (MDA) 含量的测定 采用硫代巴比妥酸 (TBA) 比色法分析^[12]。称取剪碎青椒 1.0g,加 8.0mL 三氯乙酸 (TCA) 和少量石英砂,混匀研磨,定容于 10mL 容量瓶中。于 4000 × g 下低温离心 10min。取 2.0mL 上清液 (对照为 2.0mL 蒸馏水)

加入 2.0mL 0.6% TBA,振荡后沸水浴 15min,迅速冷却,再于 12000 × g 下离心 15min,取上清液测定 $A_{532\text{nm}}$ 、 $A_{600\text{nm}}$ 的吸光值。根据下式计算 MDA 含量:

$\text{MDA} (\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{Fw}) = (A_{532} - A_{601}) \cdot V / 155 \cdot d^{-1} \cdot W (\text{g}^{-1})$

式(5)

其中: d 为比色杯光程; V 为上清液总体积; W 为样品鲜重; 155 为 $1\mu\text{mol}$ 丙二醛在 532nm 处的吸光值。

1.2.10 青椒呼吸强度的测定 采用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 滴定法^[13]。取一小烧杯,加入上述相同浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液 20mL,称取一定量的青椒放入干燥器,记录开始时间,60min 后打开盖子,在小烧杯里加入酚酞 3 滴作指示剂,用 $1/44\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 标准草酸滴定至红色溶液刚刚消失为滴定终点,记录草酸用量 (mL)。

呼吸速率 ($\text{mgCO}_2 \cdot \text{g}^{-1} \text{Fw} \cdot \text{h}^{-1}$) = $(A - B) \times 1\text{mgCO}_2 \cdot \text{mL}^{-1} \text{草酸} \times 60 / \text{植物组物组织} (\text{g}) \times \text{测定时间} (\text{min})$

式(6)

式中: A - 空白滴定用去的草酸量 (mL); B - 呼吸滴定用去的草酸量 (mL)。

2 结果与分析

2.1 冷处理对采后青椒质构方面的影响

经预实验,选择一定的冷处理温度和时间处理青椒,与未处理的进行质构上的比较。

从图 1 可以看出,随着贮藏时间的延长,青椒的硬度都有不同程度的下降。在观察期内 (9d),与对照相比,经 -18°C 处理 10min 的青椒保持了较高的硬度且硬度下降速度较慢。由图 2 可以看出,随着时间的延长,未处理与冷处理过的青椒的脆性有不同程度的下降。在观察期内 (9d), -18°C 处理 10min 的青椒始终保持了较高的脆性,脆性下降速度较慢。由图 3 可以看出,随着时间的延长,未处理和冷处理的青椒的咀嚼度有不同程度的下降。与未处理的青椒相比,经过 -18°C 处理 10min 的青椒保持了较高的咀嚼度。以上数据说明:适当的冷处理可以保持青椒的硬度、脆性、咀嚼度。

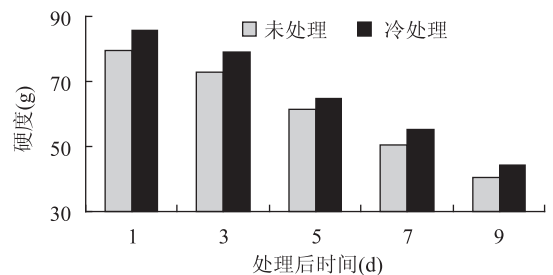


图 1 冷处理对青椒硬度的影响

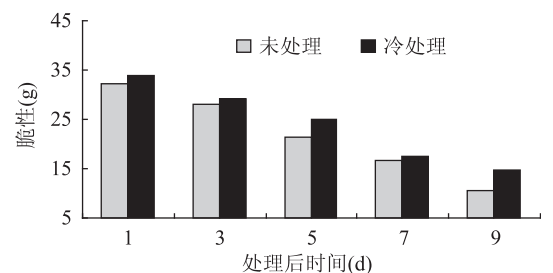


图 2 冷处理对青椒脆性的影响

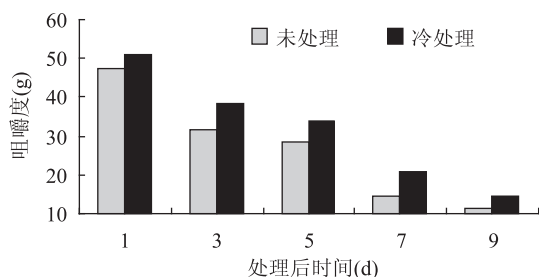


图3 冷处理对青椒咀嚼度的影响

2.2 冷处理对青椒色泽的影响

以-18℃处理 10min 的冷处理,与未处理的青椒作比较,测定各色素含量。由图 4 可知,在第 3、4d,未处理的青椒首先出现了后熟转红,而冷处理过的青椒还未出现转红的现象。随后,冷处理也相继出现了转红现象,并且冷处理与未处理的转红率相近。由图 5 可以看出,青椒的叶绿素浓度随贮藏时间延长而下降。前 3d 冷处理后的青椒中叶绿素浓度与未处理的相近。随后几天中,冷处理青椒的叶绿素浓度高于未处理青椒叶绿素的含量。结果表明,冷处理可以较好地保留青椒的叶绿素。由图 6 可以看出,类胡萝卜素浓度随时间的延长而增加。对照青椒的类胡萝卜素浓度较高,而且未处理过的青椒类胡萝卜素浓度要高于冷处理的。以上结果表明:冷处理能延缓果皮的叶绿素分解,使果实的外观颜色保持较好,提高商品率。

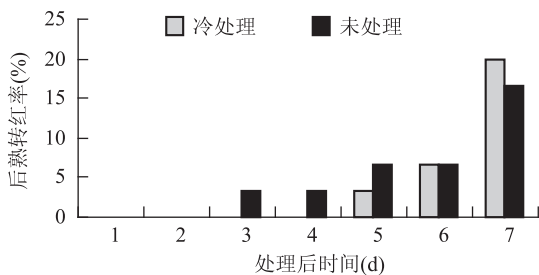


图4 冷处理对采后青椒后熟转红率的影响

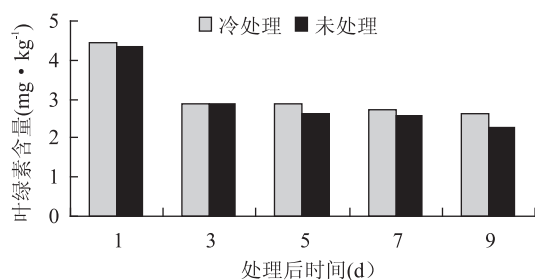


图5 冷处理对青椒叶绿素含量的影响

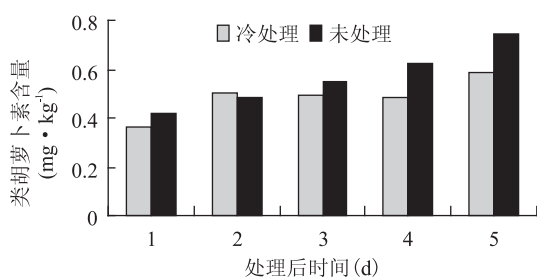


图6 冷处理对青椒类胡萝卜素含量的影响

2.3 冷处理对采后青椒失重率的影响

由图 7 可以看出,随着时间的延长,失重率上升。

前期观察发现冷处理的样品失重率较高,而后期失重率相差不大。

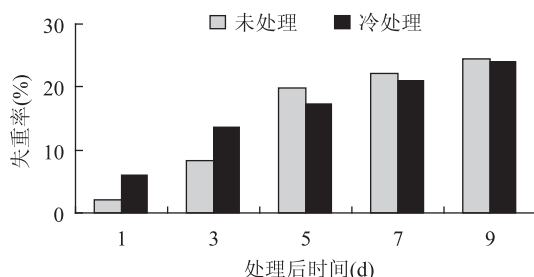


图7 冷处理对青椒失重率的影响

2.4 冷处理对青椒可溶性固形物含量的影响

由图 8 可知,对照和处理组中可溶性固形物含量均保持上升趋势。冷处理的可溶性固形物含量逐渐上升,而未处理的青椒可溶性固形物含量先上升,然后下降。

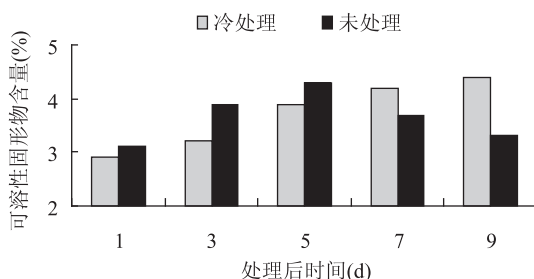


图8 冷处理对青椒可溶性物含量的影响

2.5 冷处理对青椒中抗坏血酸含量的影响

青椒富含抗坏血酸。由图 9 可以看出,抗坏血酸含量随贮藏时间增加逐渐下降,但冷处理保持了较高的抗坏血酸含量。

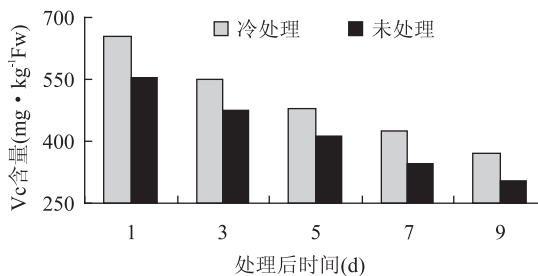


图9 冷处理对青椒抗坏血酸含量的影响

2.6 冷处理对采后青椒呼吸强度的影响

由图 10 可以看出,青椒的呼吸强度总体呈下降的趋势。观察期内,未处理的青椒呼吸强度最高,冷处理较好地抑制了青椒的呼吸作用。

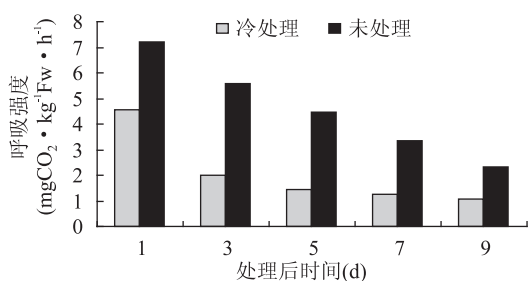


图10 冷处理对采后青椒呼吸强度的影响

2.7 冷处理对青椒中 MDA 含量的影响

(下转第 398 页)

[J]. 食品科学, 2007, 28(12): 187-192.

[23] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.

[24] 封守业. 啤酒的强化复合泡沫添加剂[P]. 中国: CN1174882. 1998-03-04.

[25] 李凤. 提高啤酒泡沫性能产品的研究开发[D]. 山东轻工业学院, 2008, 6.

[26] Sofie A Depraetere, Filip Delvaux, Stefan Coghe, et al. Wheat Variety and Barley Malt Properties: Influence on Haze Intensity

and Foam Stability of Wheat Beer[J]. J Inst Brew, 2004, 110(3): 200-206.

[27] Evans D E, Sheehan M C, Stewart D C. The impact of malt derived proteins on beer foam quality. Part II the influence of malt foam-positive proteins and non-starch polysaccharides on beer foam quality[J]. J Inst Brew, 1999, 105(3): 171-177.

[28] Kenneth A L, Graham G S, Ian P M. Beer polypeptides and silica gel. Part II polypeptides involved in foam formation[J]. Inst Brew, 2003, 109(1): 73-79.

(上接第 323 页)

植物组织的衰老总是伴随着细胞内膜结构和功能的破坏。脂质过氧化作用产生丙二醛(MDA), 可通过 MDA 的生成量反映质膜氧化的程度, 其含量的增多是果实衰老的标志。由图 11 可以看出, MDA 的含量随着时间的延长而增加。未处理的青椒的 MDA 的含量增长的速度较快, 贮藏后 9d, MDA 的含量达到了 $6.84 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$; 而冷处理 MDA 的含量为 $5.15 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \text{FW}$, 冷处理可以抑制 MDA 的生成。

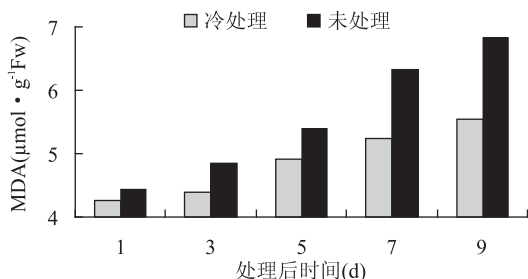


图 11 冷处理对采后青椒 MDA 含量的影响

2.8 冷处理对采后青椒中过氧化物酶活性的影响

POD 在许多果实上表现为一种衰老酶, 其活性升高是果实成熟衰老的参数。在有 H_2O_2 存在的条件下, POD 催化吡啶乙酸的氧化分解, 叶绿素、酚类物质的氧化和聚合。POD 催化本身可产生各类自由基产物, 造成膜脂过氧化, 从而加剧组织褐变, 因此, POD 活性可作为果实成熟和衰老的指标之一。由图 12 可以看出, 过氧化物酶的活性随着贮存时间增加逐渐升高。未处理的青椒的过氧化物酶活性上升很快, 而冷处理过的青椒的上升较缓慢。

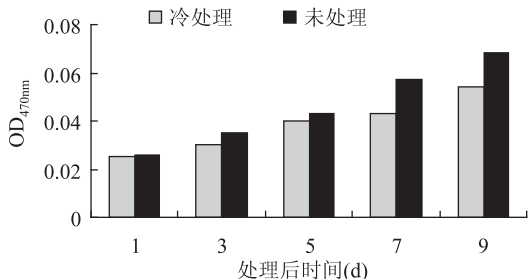


图 12 冷处理对采后青椒过氧化物酶活性的影响

3 结论

研究表明, 适当的冷处理可以保持青椒的品质, 包括其硬度, 脆性, 咀嚼度, 色泽, 抑制腐烂等;

同时冷处理保持了较高的抗坏血酸含量。生理研究发现: 与对照相比, 冷处理过的青椒有着较低的呼吸强度, 过氧化物酶活性和 MDA 含量。说明冷处理可以抑制青椒的后熟作用, 降低青椒的代谢活性速率, 从而延缓了青椒的腐烂和后熟转红, 延缓叶绿素的分解, 使青椒保持良好的色泽和外形, 保持了青椒的采后品质, 提高青椒的商品率和经济价值。

物理方法由于处理简单, 无污染无残留, 在食品保藏和加工中具有重要的应用前景, 本实验数据可以为青椒的保藏方法设计提供理论依据。

参考文献

- [1] 王育林, 陈洪国. 果实采后变温生物学的研究进展[J]. 果树学报, 2001, 18(4): 234-238.
- [2] 冯彤, 于新, 张星福. 白果贮藏前冷冲击处理与贮藏期间脱水的相互关系研究[J]. 仲恺农业技术学院学报, 1999, 12(1): 39-43.
- [3] 张渭, 赖健. 骤冷处理对番茄的贮藏保鲜研究[J]. 食品科学, 1996, 17(6): 32-35.
- [4] 段学武, 庞学群, 张昭其, 等. 冷激处理对香蕉后熟软化及相关酶活性的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(3): 214-217.
- [5] 邵志鹏, 应铁进, 王阳光. 番茄果实采后冷激处理的生理研究[J]. 南京农业大学学报, 2002, 25(2): 97-100.
- [6] 段学武, 庞学群, 张昭其, 等. 冷激处理对香蕉后熟软化及相关酶活性的影响[J]. 园艺学报, 2002, 29(3): 214-217.
- [7] 熊志森, 饶景萍, 戴思琴, 等. 冷激处理对油桃贮藏品质和抗氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报, 2006, 26(3): 473-477.
- [8] 姜松, 何莹, 赵杰文. 水果黄瓜在贮藏过程中力学品质变化的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(2): 322-326.
- [9] 朱广廉, 钟海文, 张爱琴. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990.
- [10] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 1996.
- [11] 李忠光, 龚明. 愈创木酚法测定植物过氧化物酶活性的改进[J]. 植物生理学通讯, 2008, 44(2): 323-324.
- [12] 汤章城. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [13] 白宝璋, 靳占忠, 李德春. 植物生理生化测试技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.