

辣椒采后生理与贮藏保鲜研究进展

刘 珣, 童军茂

(石河子大学食品学院, 新疆 石河子 832003)

摘 要: 对国内外关于辣椒呼吸作用、乙烯释放、相关酶类、营养成分等采后主要生理变化以及采后贮藏保鲜技术的研究进展作了阐述。

关键词: 辣椒; 采后生理; 贮藏; 保鲜

中图分类号: S 641.309⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)11-0088-03

辣椒(*capsicum frutescens* L.)原产南美洲热带地区,喜温暖多湿,在我国已有数百年栽培历史^[1]。目前我国已成为世界上辣椒产量最大的国家。辣椒既可鲜食也可干贮,四季供应,是人们日常膳食不可缺少的蔬菜和调味品。其适应能力强,保护地栽培面积逐年扩大,目前已成为我国栽培面积最大的蔬菜作物之一。由于辣椒原产热带,含水量高,易发生低温伤害,采后极易腐烂和腐败。因此,近年来,国内外一些学者对辣椒的采后贮藏保鲜的生理生化和生物技术方法进行了广泛而深入研究,取得了一定的成果,但在采后生理的研究方面还有许多问题需要进一步深入探讨,现从实用的角度出发,参阅有关文献资料并结合实践,对辣椒的采后生理及保鲜技术作以综述。

1 辣椒采后生理研究进展

1.1 呼吸作用与乙烯

呼吸作用和乙烯释放呼吸作用是基本的生命现象,也是植物具有生命活动的标志。关于青椒的呼吸类型,虽然研究结果尚存在争议,但多数研究表明,青椒属于非跃变型果实^[2]。辣椒果实采后在 10℃, 7℃, 4℃, 1℃ 4 种不同温度下果实呼吸强度均呈下降趋势,未出现明显的呼吸高峰^[3]。程顺昌等^[4]研究认为乙烯利处理明显促进了辣椒果实的呼吸强度,1-MCP 处理能较为有效地抑制果实的呼吸强度。在辣椒贮藏过程中,均存在乙烯释放高峰,且呈现一定的波动。乙烯利处理中乙烯释放高峰明显高于 1-MCP、热处理及对照处理,而热处理和 1-MCP 处理不同程度地抑制或延迟了乙烯释放高峰的出现。

1.2 酶活性的变化

1.2.1 辣椒采后超氧化物歧化酶(SOD)活性变化 SOD 在过氧化物酶(POD)和过氧化氢酶(CAT)的共同作用下,可以清除细胞自由基,减少自由基对膜的损伤,从而延缓细胞衰老。盛伟等^[5]研究表明,辣椒贮藏期间, SOD 活性呈下降趋势,而经壳聚糖处理的辣椒, SOD 活性的下降速率明显低于未处理的辣椒,维持了辣椒的生理活性,延缓了辣椒的衰老进程。

1.2.2 辣椒采后过氧化物酶(POD)活性的变化 POD 催化组织中低浓度的 H₂O₂ 氧化其它底物,用以清除过氧化物和 H₂O₂。POD 伴随成熟衰老而发生变化,其所表现的伤害效应或保护作用因植物种类和品种而异。辣椒采后 POD 酶活性不断增加,但 POD 酶活性始终高于壳聚糖处理组,这是因为壳聚糖涂膜减少辣椒对 O₂ 的吸收和 CO₂ 的释放,使壳聚糖涂膜的辣椒体内产生的过氧化物减少^[5]。

1.3 膜脂过氧化

膜脂过氧化是由脂氧合酶(LOX)催化的,其主要产物之一是丙二醛(MDA)。膜脂过氧化能降低细胞膜的稳定性,导致细胞内含物渗漏,表现为细胞膜透性的增加。随着贮藏时间的延长,丙二醛含量不断增加。壳聚糖处理的辣椒 MDA 含量小于对照组,可见壳聚糖,膜脂过氧化作用减弱,缓解细胞膜的损伤,从而延迟细胞的死亡^[5]。1-MCP、乙烯利、热处理均引起了丙二醛含量的升高,对膜造成了不同程度的伤害,对照果实在第 22 天才出现了丙二醛的高峰^[4]。

1.4 营养成分的变化

辣椒果实的营养成分主要为糖类、有机酸、矿物质和维生素等。张维一等^[6]研究表明,在贮藏过程中维生素 C 比较稳定,经 40~80d 贮藏并无减少的趋势。可滴定酸随着贮藏期延长,果实达到生理成熟而增加,贮藏初期可溶性糖因淀粉水解而增加,继续贮藏又大量减少。高怀春^[7]研究认为辣椒果实存放过程中维生素 C 含量随时间的延长呈总体递减趋势,辣椒果实维生素 C

第一作者简介: 刘珣(1977-),男,硕士,农产品加工与贮藏专业,研究方向辣椒采后生理变化与贮藏保鲜。E-mail: shzkwlx2001@ sina.com。

通讯作者: 童军茂(1963-),男,教授,硕士研究生导师,研究方向果蔬保鲜与加工。

收稿日期: 2007-06-04

含量的变化因不同品种以及存放的不同时间下降速度而存在差异。

2 辣椒贮藏保鲜技术研究进展

2.1 影响辣椒贮藏的因素

2.1.1 品种与成熟度 果蔬的品种不同,其耐贮性有很大差异。通常不同品种的果蔬以晚熟品种最耐贮,中熟品种次之,早熟品种不耐贮藏。一般色深肉厚,皮坚光亮的晚熟品种较耐贮藏,如茄门、世界冠军和 MN1 等。陶新秋等^[8]认为,果实已充分膨大,营养物质积累较多,果实坚硬,尚未转红的绿熟果较耐贮藏。一些试验表明,辣椒果实成熟度太低采收,贮藏过程会引起快速失水萎蔫。胡鸿等^[9]研究发现,不同成熟度的甜椒在贮藏过程中,后熟指数随成熟度的增加而增高,腐烂指数则以成熟度适中的果实最低。胡鸿^[10]等还发现,甜(辣)椒果实的颜色以浅绿转变成深绿色,硬而略具弹性时采收贮藏效果较佳,已转红的果实只能做短期贮藏(1个月以内)。

2.1.2 采前管理及采收处理 采前应注意合理施肥、灌水,注意多施有机肥或复合肥料,加强控制各种田间病虫害。在采收前的10~15 d可喷施适当的杀菌剂,如甲基托布津、克菌丹、代森锰锌等,以尽可能地消除从田间带来的病菌。用于贮藏的辣椒就选择晚秋收获,收获前5~7 d应停止灌水。采收时,选择已充分膨大,营养物质积累较多,果肉厚而坚硬,果面有光泽但尚未转红的绿熟果,并且连同果柄一起摘下。

2.1.3 预冷 预冷可以除去果实的田间热,迅速降低果温,以抑制果品采后的生理活动,降低消耗,减少微生物的侵染和腐烂变质的损失,从而提高贮藏保鲜效果。辣椒采后延迟预冷的时间将会影响辣椒的光泽,表现品质和硬度,增加失水^[11]。Ryall^[12]等指出,当果温在26.7℃以上时,用水预冷快速冷却,可使辣椒维持良好的状态。

2.2 保鲜方法

目前,辣椒常用的保鲜方法有冷藏、气调贮藏、保鲜剂处理贮藏、热处理贮藏、辐射处理等。

2.2.1 冷藏 冷藏是果蔬贮运保鲜最基本的方法之一,但由于辣椒原产于热带,对低温敏感,贮藏温度太低可导致冷害发生。温度是影响辣椒贮藏寿命的最重要的因素,低温是延长果蔬贮藏寿命的有效方法。对于辣椒冷藏推荐的温度各种文献说法不一。张平、赵迎丽等^[13,14]都认为青椒的安全冷藏温度为10℃,低于7℃就会发生不同程度的冷害。陈澍棠等^[15]认为,10~12℃最好,低于10℃辣椒就会出现冷害。么克宁和周山涛^[16]认为,辣椒贮藏适温是9~12℃。国外许多报道认为,7℃是辣椒的适宜贮温^[17]。崔成东等^[18]认为,在哈尔滨辣椒的最佳贮藏温度为0℃。

2.2.2 气调贮藏(CA) 目前,气调贮藏是最先进的果

蔬保鲜贮藏方法,包括人工气调贮藏 CA (Controlled Atmosphere Storage) 和自发气调贮藏 MA Modified Atmosphere Storage)。气调贮藏就是采用低温、低氧和较高浓度的二氧化碳,使果蔬呼吸作用降低,营养物质消耗减少,抑制贮藏物的代谢作用和微生物的活动,同时抑制乙烯的产生和乙烯的生理作用,从而使后熟衰老过程减缓,以使果蔬保持较好的品质并延长贮藏寿命。有资料认为合适的青椒气体指标为 CO₂ 4%~7%, O₂ 3%~5%。顾敏华^[19]等研究认为一定浓度的 CO₂ 有利于青椒保鲜,完全吸除贮藏环境中的 CO₂ 对青椒贮藏不利。Castro^[20]等研究不同 O₂ 和 CO₂ 浓度组合结合低温贮藏效果,结果发现温度是影响呼吸的最主要因素,其次是 O₂ 浓度,而 CO₂ 影响不明显。在 12.8℃贮温中, O₂ 低于 2% 并配合 10% CO₂ 将导致伤害^[21]。

2.2.3 保鲜剂处理贮藏 目前,辣椒贮藏过程中有过研究报导的有1-甲基环丙烯(1-MCP)、壳聚糖涂膜保鲜剂等。壳聚糖涂膜处理:壳聚糖无毒,无污染,来源丰富,作为一种天然保鲜剂,近年来被较广泛地应用于果蔬贮藏保鲜上^[22,23]。盛伟^[5]等报导,壳聚糖涂膜可显著降低辣椒的失水率、腐烂指数、丙二醛含量,抑制叶绿素和 Vc 以及超氧化物歧化酶活性的降低,从而起到延缓辣椒衰老和品质下降的作用。水茂兴^[24]等用两种分子量壳聚糖混合配制的保鲜液处理番茄、青椒,常温(5~15℃)下贮藏 20 d 果实腐烂指数、失水率明显减少;固形物、有机酸、可溶性蛋白质和 Vc 等含量增加,可溶性糖含量则减少;膜脂过氧化作用减弱,MDA 含量减少,膜透性降低。吴非^[25]等报导壳聚糖保鲜膜剂处理辣椒,结合低温条件,可有效降低失重率和腐烂指数,明显控制后熟,抑制呼吸作用并减缓 Vc 及含糖量的损失。1-MCP(1-甲基环丙烯)处理:1-MCP 为近年发现的一种新型乙烯受体抑制剂。黄雪梅^[26]研究结果表明,经 1-MCP 处理的辣椒商品率明显高于对照,叶绿素降解、褪绿和软化过程减慢;另外,经 1-MCP 处理的辣椒乙烯释放量小于对照,表明 1-MCP 能有效减少乙烯的生物合成,从而延缓辣椒衰老和提高商品率。

2.2.4 热处理 热处理是指在采后以适宜温度(一般在 35~50℃)处理果蔬,以杀死或抑制病原菌的活动,改变酶活性,改变果蔬表面结构特性,诱导果蔬的抗逆性,从而达到贮藏保鲜的效果^[27]。热处理引起了采后辣椒膜损伤,同时热处理抑制乙烯生成和呼吸高峰,延迟叶绿素降解,起到延长贮藏期的目的^[4]。陈发河^[28]等研究表明处理后的果实贮藏在 0~10℃,冷害症状显现的时间推迟,冷害程度减轻,后熟转红受到明显的抑制,商品率增加,贮藏前热处理对甜椒果实的冷藏品质无不良影响。

2.2.5 辐射处理 Ariel R^[29]等研究发现:UV-C 处理减少了辣椒的腐烂,在 10℃下贮藏 18 d,处理后的辣椒

保持了良好的品质和硬度。试验证明, UV-C 结合冷藏是延长辣椒贮藏期的有效方法。UV-C 处理对糖含量没有影响, 其次辐射处理还可以提高辣椒的抗冷性, 降低膜相对透性和呼吸速率, 减少腐烂率。

3 展望

综上所述, 为了延长辣椒的保鲜期, 国内外研究人员对辣椒贮藏保鲜进行了广泛的研究, 取得了一定进展, 但在实际生产上, 仍然存在一些问题。

采收前管理粗放, 尚无严格的病虫害控制措施。

采收时缺乏有效分级包装、贮藏措施, 容易导致果实损伤, 严重影响贮藏保鲜效果。

化学药剂贮藏常常造成毒性残留, 危害人体健康。

农业生产力水平低, 无法大面积推广气调贮藏。

针对上述问题, 今后应继续加强辣椒采后生理研究, 而贮藏保鲜应该朝着安全无毒方向发展。根据我国的国情, 建立有效采收、分级、包装贮藏标准, 进一步开发无毒、天然的生物保鲜剂, 大力发展简易气调贮藏技术。

参考文献

- [1] 庄灿然. 中国干制辣椒[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995.
- [2] 宋钧, 于梁, 周山涛. 甜椒果实呼吸和乙烯释放规律的研究[J]. 园艺学报, 1989, 16(8): 211-216.
- [3] 赵迎丽, 王春生, 郝利平. 青椒果实低温贮藏及冷害生理的研究[J]. 山西农业大学学报, 2003(2): 129-133.
- [4] 程顺昌, 任小林, 张少颖, 等. 不同处理方法对辣椒采后贮藏特性的影响[J]. 长江蔬菜, 2005(4): 41-42.
- [5] 盛玮, 薛建平. 壳聚糖涂膜对辣椒采后生理的影响[J]. 生物学杂志, 2005, 4(22): 32-34.
- [6] 张维一, 张之菱, 张友杰, 等. 辣椒果实成熟、贮藏期间的生理变化[J]. 园艺学报, 1980(1): 17-23.
- [7] 高怀春. 辣椒果实维生素C含量变化的研究[D]. 博士论文, 2004.
- [8] 陶新秋. 甜椒不同品种耐藏性比较试验[M]. 北京: 中国农科院蔬菜花卉所技术资料, 1990.
- [9] 胡鸿, 吴肇志. 几种蔬菜采前因素与耐藏性关系的影响[J]. 北方园艺, 1995(3): 3-5.
- [10] 胡鸿, 赵华, 吴肇志, 等. 甜椒贮藏保鲜技术[J]. 中国蔬菜, 1995(2): 50-52.
- [11] Marita C, Anumugham T. Delays to cool affect visual quality, firmness

- and gloss of bell peppers and eggplants[J]. Perishables Handling Quarterly, 2001, 7: 17-20.
- [12] Ryall A L. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vegetables and Meios[M]. AVI Pub Co, 1972.
- [13] 张平, 马岩松, 高瑞鑫, 等. 青椒冷藏温度及其冷害的技术指标[J]. 沈阳农业大学学报, 1996, 27(2): 130-134.
- [14] 赵迎丽. 辣椒果实采后生理及冷害机理的研究[M]. 山西: 山西农业大学, 2002.
- [15] 陈澍棠. 甜椒贮藏中的冷害[J]. 农业科技通讯, 1980(9): 22.
- [16] 么克宁, 于梁, 周山涛. 甜椒冷藏温度及冷害的研究[J]. 园艺学报, 1986, 13(2): 119-124.
- [17] Risse L A. Harvest condition, packing house treatment and shipping treatments for export of elonabell pepper[J]. Flo State Hort Soc, 1979, 92: 192-194.
- [18] 崔成东. 青椒低温贮藏保鲜的研究(初报)[J]. 东北农学院学报, 1981(4): 18-24.
- [19] 顾敏华, 朱建美. 影响青椒贮藏性的因素[J]. 甘肃农业大学学报, 2004, 6(3): 300-305.
- [20] Morales-Castro J, Avila-Vazquez C M, Rocha-Fuentes M, etc. Effect of controlled atmosphere storage on the respiration rate of chile poblano(anocho)[A]. Proceedings of the 16th international pepper conference[C], Mexico, 2002, 4-6.
- [21] Ryall A L. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vegetables and Meios[M]. AVI Pub Co, 1972.
- [22] 吴友根, 陈金印. 壳聚糖在果蔬保鲜上的研究现状及前景[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(12): 52-56.
- [23] 周挺, 陈洁, 夏文水. 壳聚糖的膜性质及其在果蔬保鲜方面的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2001, 22(6): 81-83.
- [24] 水茂兴, 马国瑞. 壳聚糖处理番茄、青椒的保鲜效果[J]. 浙江农业科学, 2001(4): 164-166.
- [25] 吴非, 孙占海. 壳聚糖果涂膜对尖椒后熟的影响[J]. 中国果蔬, 2000(2): 20.
- [26] 黄雪梅, 张昭其, 段学武. 1-MCP 处理对辣椒常温贮藏效果的影响[J]. 中国蔬菜, 2003(1): 9-11.
- [27] 刘秀娟, 郭刚, 黄圣明. 热处理在果实采后防腐上的应用研究[J]. 中国南方果树, 2004(4): 46-48.
- [28] 陈发河, 张维一. 甜椒果实冷藏方法的研究[J]. 北方园艺, 2000(4): 1.
- [29] Ariel R V, Carlos P, Laura L. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper[J]. Postharvest Biology and technology, 2005, 35: 39-78.

Physiology Change of Postharvest and Technology of Preservation of Pepper Fruit

LIU Xun, TONG Jur-mao

(College of Food, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China)

Abstract: Pepper is one of the vegetable species originated from the Tropics. Fresh pepper is very nutritious and rich in Vc. But pepper fruit will decay easily in a short time. The paper summarized the progress in postharvest physiology of peppers including respiration, ethylene production, relevant enzymes and preservation technique .etc.

Key words: Pepper; Postharvest physiology; Storage; Preservation