

不同保鲜剂处理对油豆角采后生理品质的影响

张 鹏, 李 江 阔, 张 平, 李 勇, 陈 绍 慧

(国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

摘 要:研究比较了不同保鲜剂处理对油豆角在贮藏期间品质和生理指标的变化规律,探讨了不同浓度 1-MCP、 ClO_2 处理的保鲜效果。结果表明:不同浓度的 1-MCP、 ClO_2 处理减轻了贮藏过程中因黄化和腐烂造成的损失,维持了较高的果实硬度、可滴定酸、维生素 C 含量,减缓了丙二醛和细胞膜透性的增加,有效延缓了果实衰老进程。1-MCP 处理适宜浓度为 $1.0 \mu\text{L/L}$, ClO_2 处理适宜浓度为 $0.5 \mu\text{L/L}$ 。

关键词:油豆角; 1-MCP; ClO_2 ; 生理品质

中图分类号: TS 255.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2012)17-0168-03

油豆角(*Phaseolus vulgaris* L.)是我国东北地区(黑龙江、吉林为主)特有的一种优质菜豆蔬菜品种^[1],色泽嫩绿、味道鲜美、营养丰富,深受消费者的喜爱。然而油豆角是一种冷敏性蔬菜,长时间置于不适宜的低温条件下容易发生生理伤害,表面水浸凹陷是最主要的冷害症状,严重影响油豆角的品质。虽然前人在油豆角采后保鲜技术上做过一定的研究^[2-5],但采后油豆角极易黄化,不具商品性,为了更好地满足消费者的需要,减少生产者和经营者的损失,急需解决油豆角的保鲜问题。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopene, 1-MCP)是一种新型乙烯受体抑制剂^[6],稳定性高、活性强、使用浓度低,能强烈地阻断内源乙烯的生理效应,延缓果蔬成熟衰老进程^[7]。 ClO_2 是一种强氧化剂,杀菌能力强,可有效杀死微生物,对动植物机体不产生毒效^[8],2004年美国FDA将 ClO_2 批准为果蔬杀菌剂,是目前国际上公认的性能优良、效果好的食品保鲜剂^[9]。现通过探讨不同处理对油豆角贮藏品质的差异,寻求一种有效的保鲜技术,能减少油豆角的贮运损失,延长油豆角的贮藏期,为油豆角贮运保鲜技术提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

油豆角于2010年10月18日采自吉林省四平市梨树县。采收时挑选成熟度一致、无病虫害和机械损伤的

果实,采收当天进行处理。微孔袋、1-MCP、 ClO_2 由国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供。

1.2 试验方法

1-MCP处理:将果实分别置于气体浓度为1.0和 $2.0 \mu\text{L/L}$ 的 1 m^3 密闭塑料帐内,常温($18\sim 20^\circ\text{C}$)下处理18 h后,用微孔袋包装,置于 8°C 库内,分别记为1-MCP-1.0、1-MCP-2.0。 ClO_2 处理:将果实分别置于 ClO_2 气体浓度为0.5和 $1.0 \mu\text{L/L}$ 的 1 m^3 密闭塑料帐内,常温下处理10 min后,用微孔袋包装,置于 8°C 库内,分别记为 ClO_2 -0.5、 ClO_2 -1.0。对照:将果实用微孔袋包装,置于 8°C 库内,记作CK。每处理设3次重复,贮藏25 d后进行生理品质指标测定。

1.3 项目测定

好果率:挑选无黄化、脱水和腐烂即具有商品价值的果实,好果率=好果数/调查果数 $\times 100\%$ 。果皮颜色:采用国际照明委员会(CIE)1976年推荐的均匀色度空间 L^* 、 a^* 、 b^* 表色系,北京产色差计测量 L^* 、 a^* 、 b^* 。 L^* 值代表光泽明暗度, $L^*=0$ 表示全黑, $L^*=100$ 表示全白; a^* 值代表色度中红绿色差指标,正值代表红色程度,正值越大,红色越深,负值代表绿色程度,负值越小,绿色越深; b^* 值代表色度中黄蓝色差指标,正值代表黄色程度,正值越大,黄色越深,负值代表蓝色程度,负值越小,蓝色越深。水分含量:采用日本产水分自动仪测定;硬度:采用英国产TA.XT.Plus物性测定仪测定。每个处理取6个果,每个果在取3个点,然后取平均值(单位 kg/cm^2)。测定参数为:探头型号P/2,直径2 mm,测试速度 2.00 mm/s ;测定深度5 mm;最小感知力5 g。可滴定酸参考(GB/T12456-90)。维生素C采用钼蓝比色法测定^[10]。丙二醛采用硫代巴比妥酸比色法测定^[11]。细胞膜透性用上海产电导仪测定,用1 cm直径

第一作者简介:张鹏(1981-),女,辽宁大连人,博士后,现主要从事果蔬采后贮藏保鲜及无损预测研究工作。E-mail: zhangpeng811202@163.com.

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2012BAD38B01);天津市农业科技成果转化与推广资助项目(201002020)。

收稿日期:2012-05-02

的打孔器切取大小一致的薄片 12 个,用蒸馏水冲洗 2 次后置小烧杯中,加 30 mL 蒸馏水,立即测其电导率 P_0 ,放置 20 min 后测其电导率 P_1 ,然后煮沸 10 min 以杀死植物组织,冷却至室温加水至原始刻度并在室温下平衡 10 min,测其电导率 P_2 ,重复 3 次,取其平均值。

1.4 数据分析

用 SPSS 软件进行统计分析,新复极差法进行方差分析,检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同处理对油豆角外观品质的影响

果实外观品质直接决定了果实的商品性。由表 1 可知,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理和浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理好果率极显著高于对照果实,二者之间差异不显著,浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理和浓度为 2.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理好果率显著高于对照果实,表明 1-MCP 和 ClO_2 处理均可以减少果实的腐烂,提高果实好果率,而不同浓度的 1-MCP、 ClO_2 处理效果不同,1-MCP 适宜的浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$, ClO_2 适宜的浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 。从果实表皮颜色来看,各种处理果实亮度 L^* 差异不显著,1-MCP 处理果实 a^* 极显著低于 ClO_2 和对照果实, ClO_2 处理极显著低于对照果实;1-MCP 处理果实 b^* 极显著低于其它处理,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理极显著低于对照果实,表明 1-MCP 处理可以有效延缓果实的黄化现象,保持着果实原有绿色,不同浓度之间影响不显著, ClO_2 处理也可一定程度上防止果实变黄,其中浓度 0.5 $\mu\text{L/L}$ 优于浓度 1.0 $\mu\text{L/L}$ 。

表 1 不同处理间油豆角外观品质的差异

Table 1 The difference of exterior quality of snap beans with different treatments

处理	好果率/%	L^*	a^*	b^*
1-MCP-1.0	85.70±3.56bcB	57.90±1.89aA	-13.43±0.39aA	19.04±0.72aA
1-MCP-2.0	80.76±4.02bAB	58.66±2.03aA	-12.88±0.42aA	19.02±0.68aA
ClO_2 -0.5	90.53±3.78cB	58.78±2.24aA	-11.98±0.32bB	25.69±0.48bB
ClO_2 -1.0	82.67±3.09bAB	59.14±3.59aA	-11.37±0.28bB	28.01±0.55bBC
CK	72.72±4.67aA	57.10±2.96aA	-9.66±0.41cC	28.19±0.65cC

注:表中同一列无相同小写字母差异显著($P<0.05$);同一列无相同大写字母差异极显著($P<0.01$)。下同。

2.2 不同处理对油豆角营养成分的影响

油豆角的营养成分丰富,表 2 为不同处理间果实的水分含量、硬度、维生素 C 和可滴定酸含量的差异。油豆角水分含量较高,采用微孔膜包装的各处理果实水分含量均在 90% 以上,浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理果实硬度、维生素 C 含量分别为 47.64 kg/cm^2 ,18.96 $\text{mg}/100\text{g}$ 均极显著高于其它处理,可滴定酸含量为 0.281% 显著高于对照,有效延缓果实硬度的下降,维持了较高的维生素 C 和可滴定酸含量,较好的保持了果实营养成分;浓度为 2.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理、 ClO_2 处理果实硬度和维

生素 C 含量均高于对照果实,也在一定程度上抑制果实硬度和维生素 C 含量的下降。其中,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理果实水分含量、维生素 C 和可滴定酸含量高于浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理,但果实硬度低于后者,二者差异不显著。

表 2 不同处理间油豆角营养成分的差异

Table 2 The difference of nutrition component of snap beans with different treatments

处理	水分/%	硬度/ $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	维生素 C/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$	可滴定酸/%
1-MCP-1.0	94.49±1.02bcA	47.64±0.96dC	18.96±0.32dD	0.281±0.008bA
1-MCP-2.0	92.48±0.99abA	44.55±1.23cB	16.55±0.45cC	0.247±0.011abA
ClO_2 -0.5	95.06±0.58cA	42.01±1.45abAB	14.55±0.38bB	0.269±0.009bA
ClO_2 -1.0	92.08±1.25aA	43.69±1.17bcAB	13.90±0.44bB	0.219±0.012aA
CK	91.92±1.56aA	40.57±1.38aA	12.03±0.36aA	0.220±0.015abA

2.3 不同处理对油豆角衰老指标的影响

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化作用的主要产物之一,常被利用作为膜脂过氧化的指标,表示细胞膜脂过氧化程度与植物的衰老状态。细胞膜透性的高低可以反映细胞膜的完整程度和稳定性,一定程度上也反映了细胞受伤害的程度。丙二醛和细胞膜透性常作为果实衰老指标。由表 3 可知,浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理丙二醛和细胞膜透性低于其它处理,有效减缓果实衰老进程,浓度为 2.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理、 ClO_2 处理果实丙二醛和细胞膜透性均低于对照果实,也在一定程度上抑制了果实贮藏后期果实丙二醛和细胞膜透性的增加,延缓果实的衰老。其中,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理果实丙二醛和细胞膜透性低于浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理,细胞膜透性达极显著差异。

表 3 不同处理间油豆角衰老指标的差异

Table 3 The difference of senescence indexes of snap beans with different treatments

处理	丙二醛/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	细胞膜透性/%
1-MCP-1.0	7.69±0.28aA	4.88±0.15aA
1-MCP-2.0	8.69±0.31cB	5.38±0.18bB
ClO_2 -0.5	8.02±0.41abAB	7.46±0.17cC
ClO_2 -1.0	8.65±0.38bcAB	7.85±0.09dD
CK	10.54±0.27dC	8.96±0.11eE

3 结论

油豆角组织幼嫩,含水量高,采收后具有后熟作用,呼吸强度高,短时间内豆荚脱水、萎蔫、褪色、纤维化、产生锈斑直至腐烂,种子老化,食用品质下降而不耐贮存。低温贮藏可以抑制微生物的生长,减少腐烂,从而延长油豆角的贮藏期。但油豆角为冷敏型蔬菜,温度过低易产生冷害,8℃是油豆角贮藏的适宜温度^[1]。

1-MCP 能够阻断乙烯与受体的结合,抑制乙烯所诱导的各种生理生化反应,延缓成熟衰老进程,延长贮藏寿命,从而达到果蔬保鲜效果^[12-15]。 ClO_2 能够阻止蛋氨

酸分解成乙烯,破坏已形成的乙烯,从而延缓果蔬的衰老和腐败,同时可以控制腐败菌的生成^[16]。从该研究结果看,1-MCP 处理可以有效抑制果实表皮颜色转黄,延缓果实硬度的下降,保留果实中的维生素 C 和可滴定酸含量,减少果实的腐烂损失,不同浓度 1-MCP 作用效果不同,浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理保鲜效果最好。同样 ClO_2 处理也可以控制果实表皮颜色转黄,保持相对较好的硬度,维持果实的营养成分,提高果实好果率,不同浓度 ClO_2 处理作用效果也不同,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理保鲜效果最好。

果蔬衰老的研究,目前大多数集中在活性氧引发的果实膜脂过氧化方面。膜脂过氧化是指生物膜中的不饱和脂肪酸在自由基诱发下发生的过氧化反应,而丙二醛(MDA)则是膜脂过氧化的主要产物之一,MDA 的含量常作为判断膜脂过氧化程度的一个标志。采后果蔬衰老时,MDA 含量增加,同时伴随着细胞膜完整性的破坏,流动性变差和功能的丧失,表现为细胞膜透性的增加。从该研究结果看,1-MCP 处理可以有效抑制果实丙二醛和细胞膜透性的增加,不同浓度间有差异,浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理效果较好,这与外观品质指标相一致。 ClO_2 处理同样有延缓果实衰老的作用,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ ClO_2 处理效果较好。就衰老指标而言,1-MCP 处理抑制效果优于 ClO_2 处理,且营养成分的损失较少,但从好果率指标来看,浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 ClO_2 处理好果率高于浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 处理。由此可见,1-MCP 处理作用是调节果实的生理代谢,而 ClO_2 处理作用主要是具有杀菌的作用,减少果实的腐烂现象,在生理上也能起到一定的调节作用。1-MCP 和 ClO_2 处理均是有效的保鲜处理手段,1-MCP 处理适宜浓度为 1.0 $\mu\text{L/L}$, ClO_2 处理适宜浓度为 0.5 $\mu\text{L/L}$,若将二者结合使用,可能达到更好的保鲜效果,还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 张晓艳,王坤,Blair M W,等. 中国普通菜豆形态性状分析及分类[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(4):406-410.
- [2] 洪伯铿,张春梅,陈杪,等. 二氧化氯在油豆角保鲜中的应用[J]. 食品科技,2004,29(10):82-84.
- [3] 陈文亮,洪伯铿,王专,等. 油豆角真空包装保鲜技术的研究[J]. 食品工业科技,2003,24(8):49-51.
- [4] 马俊莲,张子德,陈志周,等. 热处理对菜豆冷害及生理生化的影响[J]. 河北农业大学学报,2000,23(1):57-59.
- [5] 连玉晶,赵海田,姚磊,等. 壳聚糖可食用膜对油豆角贮藏生理的影响[J]. 食品与生物技术学报,2006,25(3):72-74.
- [6] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments[J]. Physiologia Plantarum, 1997, 100(3): 577-582.
- [7] 苏小军,蒋跃明. 新型乙烯受体抑制剂-1-甲基环丙烯在采后园艺作物中的应用[J]. 植物生理学通讯,2001,37(4):361-364.
- [8] 张鑫. 二氧化氯的应用与研究[J]. 安徽农业大学学报,1996,23(4):610-612.
- [9] Nutrition U S. FDA allows use of chlorine dioxide anti-microbial for fruits, vegetables [J]. Bioterrorism Week Atlanta, 2004, 22:10.
- [10] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素 C[J]. 食品科学,2000,21(8):42-45.
- [11] 徐飞. 油豆角贮藏生理特性及调控措施的研究[D]. 长春:吉林农业大学,2004.
- [12] 张四奇,陈发河. 1-MCP 在果蔬采后保鲜上应用的研究进展[J]. 食品科学,2006,27(8):262-265.
- [13] 孙令强,李召虎,王倩,等. 1-MCP 对低温贮藏猕猴桃果实的品质及生理特性的影响[J]. 西南农业学报,2007,20(1):35-39.
- [14] Jeong J, Huber D J, Sargent S A. The potential benefits of 1-MCP for regulating the ripening and extending the storage life of avocados [J]. Hort Science, 1999, 34(3):538-544.
- [15] Fan X, Argenta L, Mattheis J P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 20(2):135-142.
- [16] Du J, Han Y, Linton R H. Efficacy of chlorine dioxide gas in reducing *Escherichia coli* O157 : H7 on apple surfaces[J]. Food Microbiology, 2003, 20(5):583-591.

Effects of Different Treatments on Postharvest Physiology and Quality of Snap Beans

ZHANG Peng, LI Jiang-kuo, ZHANG Ping, LI Yong, CHEN Shao-hui

(National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384)

Abstract: Fruit storage effect with 1-MCP and ClO_2 treatments was studied by analyzing fruit quality and physiological and biochemical indexes with different treatments during storage. The results showed that 1-MCP and ClO_2 with different concentration treatment alleviated loss because of yellowing and rot during storage, maintained higher fruit firmness, titratable acidity and vitamin C content, retarded the increase of MDA and cell membrane penetration, and postponed fruit senescence process effectively. The optimum concentration of 1-MCP and ClO_2 treatment was 1.0 $\mu\text{L/L}$ and 0.5 $\mu\text{L/L}$ respectively.

Key words: snap beans; 1-MCP; ClO_2 ; physiology and quality