

塑料箱式气调结合保鲜剂对樱桃货架生理品质影响

李江阔¹, 张鹏¹, 刘辉², 张平¹

(1. 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;

2. 大连工业大学 生物与食品工程学院, 辽宁 大连 116034)

摘要:为了探讨塑料箱式气调结合保鲜剂处理对樱桃贮后货架品质变化的调控效果,进行了樱桃的贮后货架试验,通过测定樱桃的感官品质及生理指标的变化,确定最适宜的保鲜剂用量及最佳贮藏方式。结果表明:处理1(即1袋CT2保鲜剂/1 kg果实结合塑料箱式气调)在冰温贮藏($-0.5\sim-0.2^{\circ}\text{C}$)60 d后 10°C 货架期间有效地延缓果实硬度的下降,防止了营养成分的损失,显著抑制果实感官品质的下降,同时延缓果实MDA和乙醇含量的增加,保持较高的SOD和POD活性,并减缓了总酚含量的降低和PPO活性的升高,提高了果实货架品质。

关键词:樱桃;塑料箱式气调;保鲜剂;货架;生理品质

中图分类号:S 662.509⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)11-0164-05

樱桃为蔷薇科李属樱亚属植物,在我国的栽培区域主要集中在山东烟台以及辽宁大连,成熟期早,5~7月采收上市,有“春果第一枝”和“百果成熟之最”的美称^[1]。樱桃营养丰富,含有较高的糖分和蛋白质^[2],以及多种微量元素和维生素。然而,由于樱桃皮薄多汁,采收时正值高温时节,果实的风味品质下降快,采后极易出现失水、褐变、腐烂等现象,在室温下仅能存放2~3 d,从而带来严重的经济损失^[3]。因此寻找适合的樱桃贮藏保鲜方法迫在眉睫。

王珊珊等^[4]的研究发现,冰温库($-0.3\pm 0.2^{\circ}\text{C}$)结合塑料箱式自发气调对甜樱桃进行贮藏,可以有效延缓果实的衰老腐烂和褐变现象的发生,并保留了果实的营养成分,延长果实的贮藏期。但在试验中发现,仅采用物理方法对樱桃保鲜其货架期较短。CT2是葡萄保鲜剂,采用CT2在 $(0\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 的条件下贮藏巨峰葡萄,能减少果肉可滴定酸、抗坏血酸和单宁物质的损失,降低果肉组织的酶促褐变^[5]。樱桃的果实组织和葡萄类似,都是属于皮薄汁丰的果实,而且果梗都易发生脱水、干枯,因此采用塑料箱式气调箱结合保鲜剂处理方法保鲜樱桃,具有可行性和理论依据。目前贮后樱桃在货架期间的生理品质变化鲜有报道,试验通过对贮后不同处理樱桃货架期间各项感官品质与生理指标变化规律分析,探

索最佳的处理方式,为樱桃采后保鲜方法和延长货架期提供了理论数据和技术参数。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试品种为“砂蜜豆”樱桃,于2010年6月26日采自大连市金州区石河镇。采收时选取成熟度、果皮颜色和果粒大小一致,无病虫害和机械伤的樱桃装箱,预冷12 h后采用塑料气调箱结合保鲜剂进行冰温贮藏($-0.5\sim-0.2^{\circ}\text{C}$)。

1.2 试验方法

处理时将每袋CT2保鲜剂均用曲别针扎3个眼。处理1:按照1袋CT2保鲜剂/1 kg果实计算,将其置于塑料气调箱内的樱桃上部;处理2:按照1袋CT2保鲜剂/0.5 kg果实计算,将其置于塑料气调箱内的樱桃上部;处理3:按照1袋CT2保鲜剂/0.25 kg果实计算,将其置于塑料气调箱内的樱桃上部,其中每个塑料气调箱内放3个托盘,每个托盘装果量约为3.5 kg。贮藏60 d后从冰温库取出,仍选择成熟度、果皮颜色、果粒大小一致、无腐烂霉变的、感官品质较好的果实装于保鲜盒中,每盒约400 g,然后置于 10°C 冷柜存放,测定时间为0、1、3、5、7 d。3次重复。

1.3 项目测定

硬度采用英国产TA.XT.Plus物性仪测定;可溶性固形物采用日本产PAL-1数字手持折光仪测定;可滴定酸采用酸碱滴定法测定;维生素C采用钼蓝比色法测定^[6]。丙二醛采用硫代巴比妥酸比色法测定^[7];乙醇采用气相色谱法测定^[8]。总酚采用福林酚法测定^[9];PPO、POD参照陈建勋等^[7]方法测定;SOD参照Giannopoli-

第一作者简介:李江阔(1974-),男,辽宁兴城人,博士,助理研究员,现主要从事农产品安全与果蔬贮运保鲜新技术研究工作。E-mail:lijkuo@sina.com。

基金项目:“十二五”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:2012-03-19

tis^[10]方法测定。

感官品质测定:果肉褐变指数参照王春生等^[11]方法;果梗新鲜指数测定:分为5个等级,0级:果梗完全干枯;1级:果梗绿色面积小于总面积1/2;2级:果梗绿色面积占总面积1/2~3/4;3级:果梗绿色面积占总面积3/4~1;4级:果梗全部呈绿色。果梗新鲜指数(%) = $\sum(\text{各级别果数} \times \text{鲜度级别}) \times 100 / (\text{总果数} \times \text{最高鲜度级别})$;霉腐率(%) = $\text{霉变腐烂果数} \times 100 / \text{总果数}$;失重率(%) = $\text{果实的失重} \times 100 / \text{果实总重}$ 。

1.4 数据处理

图表用 EXCEL 软件绘制,采用 DPS v3.01 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对樱桃货架期间感官品质的影响

樱桃果梗褪色与脱水的程度是果实新鲜度下降的适宜指标^[12]。由图1可知,随着货架时间的延长,各处理果实果梗新鲜指数呈下降趋势,保鲜剂处理果实整个货架期间果梗新鲜指数均高于同期对照,不同程度延

缓了果梗新鲜指数的下降速度,其中处理1抑制效果最为明显。

樱桃果肉褐变程度的大小是判断果实是否具有食用价值的重要指标。由图1可知,随着货架时间的延长,各处理果实果肉褐变程度不断增加,处理1在整个货架期间果实果肉褐变程度均低于对照,有效延缓果肉褐变程度的增加速度;处理2在货架0~3 d内果肉褐变指数显著低于对照,在货架3 d以后却高于对照;处理3在整个货架期间果肉褐变程度处于最高水平。

由图1可知,随着货架时间的延长,各处理果实失重率呈上升趋势,保鲜剂处理果实整个货架期间失重率均显著低于对照,不同程度降低了果实失重率,其中处理1果实在货架期1~3 d内失重率最小,处理2的樱桃在货架期5 d时的失重率最小。

由图1可知,果实在货架5 d时就会出现霉腐现象,处理1、3均能减少果实霉腐率的发生几率,其中处理1抑制果实霉腐率更为有效,而处理2在货架7 d时使果实霉腐率增大了0.8%左右。

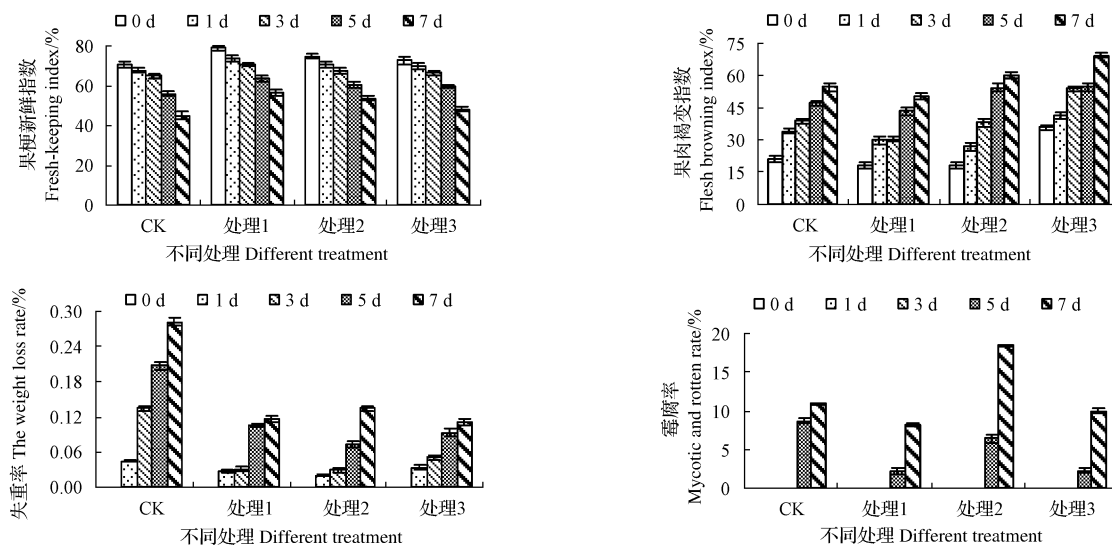


图1 不同处理樱桃 10°C 货架期间指标及感官品质比较

Fig. 1 The comparison of index and sensory quality of cherry with different treatments during shelf-life of 10°C

2.2 不同处理对货架期间樱桃硬度和营养成分的影响

硬度是评价果实保鲜效果的重要指标,硬度下降的快慢与果实贮藏寿命密切相关^[13]。由图2可知,在整个货架期间保鲜剂处理果实硬度均高于对照,不同程度提高樱桃的硬度,减缓硬度的下降趋势,其中,处理2果实硬度显著高于其它处理,下降趋势也最小,其次为处理1、3。

可溶性固形物是反映果实内在品质变化的常规指标。由图2可知,在整个货架期间保鲜剂处理果实可溶性固形物含量均高于对照,处理1和对照均在货架3~5 d出现可溶固形物含量的显著下降,处理2则出现在

货架1~3 d,处理3出现在货架0~1 d。

可滴定酸可直接影响果实的风味品质。由图2可知,在货架期5 d之前,保鲜剂处理果实可滴定酸含量均高于对照,保鲜剂处理可以在一定程度上延缓可滴定酸含量的下降。而处理1可滴定酸含量在整个货架期间均高于其它处理,抑制效果最为明显。

维生素C(VC)是果实中重要营养成分之一^[14]。由图2可知,在货架0~1 d各处理果实VC含量出现上升,然后呈逐渐下降趋势,保鲜剂处理在整个货架期间果实VC含量均高于对照,不同程度延缓果实中VC含量的降低,其中处理1抑制效果最为明显。

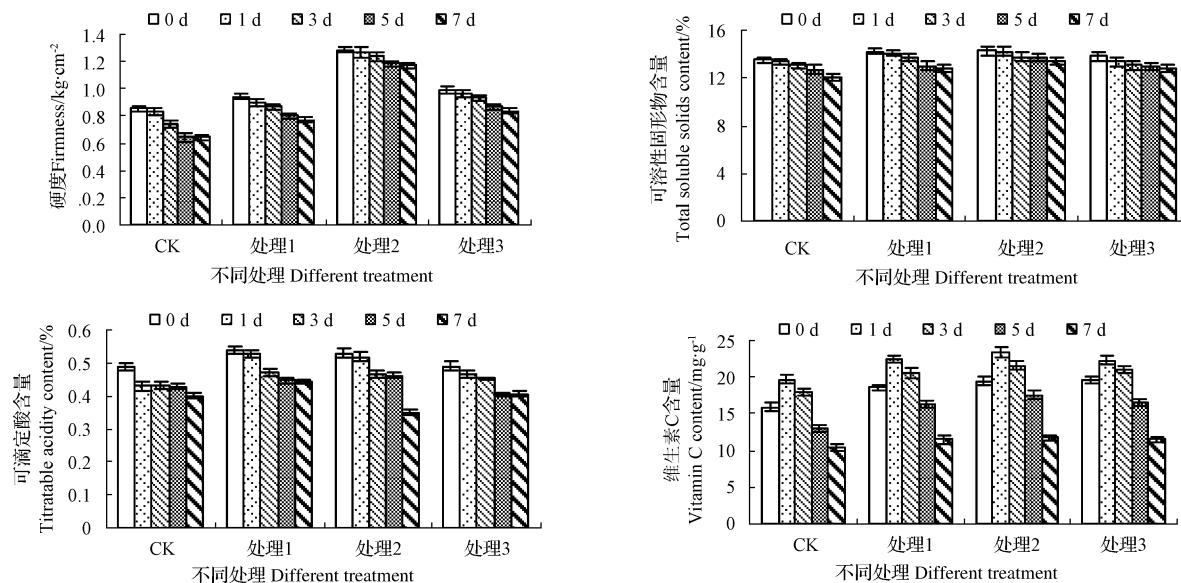


图2 不同处理樱桃 10℃ 货架期间硬度及营养成分的影响

Fig. 2 The comparison of firmness and nutrition with different treatment methods during shelf-life of 10℃

2.3 不同处理对货架期间樱桃丙二醛、乙醇含量的影响

MDA 是膜脂氧化的主要产物之一,其含量高低反映着果实膜脂氧化的程度^[15]。由图 3 可知,随着货架时间的延长,各处理果实丙二醛含量不断增加;处理 1 在货架 0~3 d 果实丙二醛含量和对照相当,但在货架 3~7 d 丙二醛含量显著低于对照,可延缓货架后期果实丙二醛含量的增加;而处理 2、3 在货架 5 d 后丙二醛含量显著高于对照,对货架后期丙二醛含量的增加没有抑

制作用。

随着果实成熟衰老的进行,乙醇不断地积累^[16]。由图 3 可知,随着货架时间的延长,各处理果实乙醇含量不断增加;处理 1 果实在货架 0~1 d 乙醇含量略低于对照,但在货架 3 d 后乙醇含量低于对照,可以延缓货架中后期果实乙醇含量的增加;处理 2 在货架 0 d 时乙醇含量和对照相当,但货架 1 d 之后乙醇含量高于对照;处理 3 在整个货架期间乙醇含量都显著高于对照。

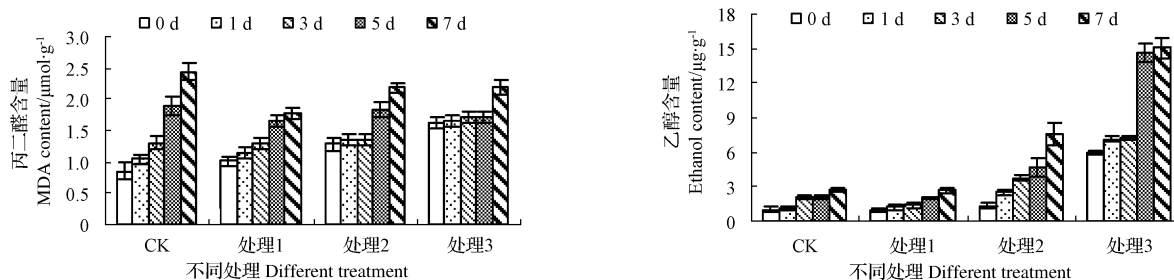


图3 不同处理樱桃 10℃ 货架期间丙二醛和乙醇含量的比较

Fig. 3 The comparison of MDA and ethanol content of cherry with different treatment methods during shelf-life of 10℃

2.4 不同处理对货架期间樱桃总酚、PPO 活性的影响

多酚氧化酶(PPO)底物为酚类物质,当果实中 PPO 活性增加,酚类物质就被 PPO 氧化成醌,其含量减少,果实的褐变程度不断增加^[17]。因此综合总酚含量以及 PPO 的活性可判断樱桃的衰老发生原因及程度。由图 4 可知,处理 1 在货架 0~1 d 果实总酚含量显著高于对照,货架 1 d 后总酚含量显著下降,下降幅度大于对照,且在货架 1 d 之后总酚含量仍高于对照;处理 2 在货架 0~1 d 总酚含量低于对照,货架 1 d 之后总酚含量的下

降幅度小于对照,总酚含量稍高于对照;处理 3 在整个货架期间总酚含量均略低于对照。

由图 4 可知,保鲜剂处理在货架 5 d 前果实 PPO 活性均低于对照,处理 1 的 PPO 活性大于其它 2 个处理,货架 7 d 时 PPO 含量大于对照;处理 2 在整个货架期间果实 PPO 活性均显著低于对照,处于最低水平;处理 3 在货架 5 d 之前 PPO 活性高于处理 2,但低于处理 1 和对照,在货架 7 d 时 PPO 活性却最大。

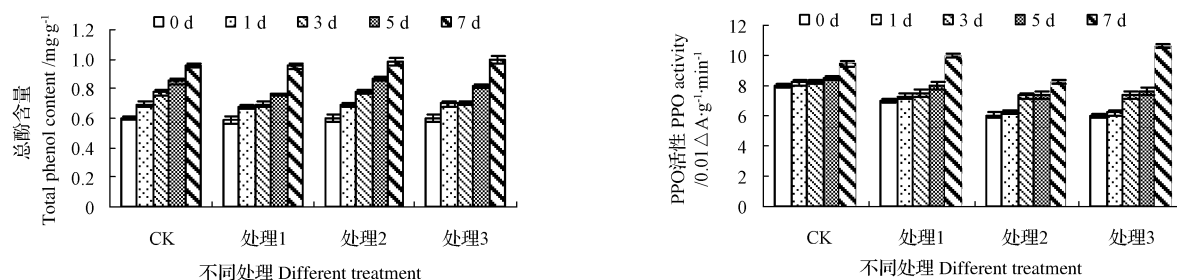


图4 不同处理 10℃ 樱桃货架期间总酚含量和 PPO 活性的比较

Fig. 4 The comparison of total phenol content and PPO activity of cherry with different treatment methods during shelf-life of 10°C

2.5 不同处理对货架期间樱桃 SOD、POD 活性的影响

SOD 是植物抗氧化代谢过程中一种重要的抗氧化酶^[18]。由图 5 可知,处理 1 在整个货架期间果实 SOD 活性均高于其它处理,保持相对较高的 SOD 活性,提高自由基清除能力;处理 2 在货架 5 d 之前 SOD 活性略高于对照,5~7 d 低于对照;处理 3 在货架 0、1 d 时 SOD 活性显著高于对照,货架 1 d 之后和对照相当。

由图 5 可知,在整个货架期间,各处理果实 POD 活

性均呈先上升后下降的趋势。在整个货架期间,保鲜剂处理果实 POD 活性均高于对照,减缓 POD 活性的降低;处理 1 在货架 0、1 d 时果实 POD 活性高于处理 3 和 1,低于处理 2,说明处理 2 在货架前期保持了较高的 POD 活性;在货架 3 d 后果实 POD 活性均高于其它处理,处理 2 次之,说明处理 1 在货架中后期延缓 POD 活性的下降更为有效。

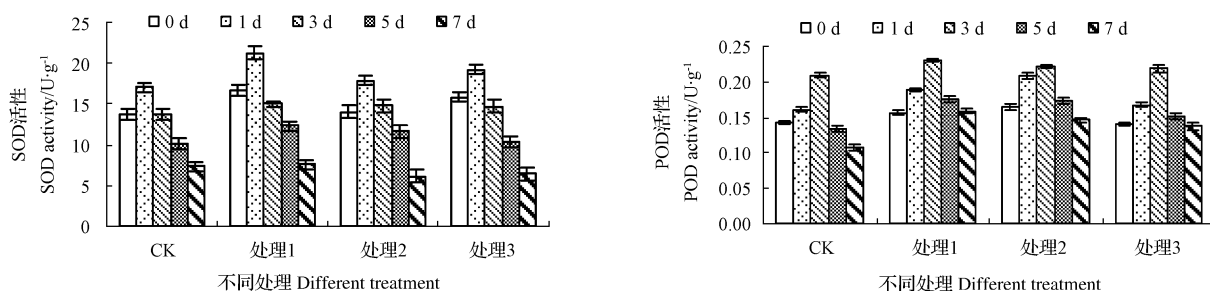


图5 不同处理 10℃ 樱桃货架期间 SOD 活性和 POD 活性的比较

Fig. 5 The comparison of SOD activity and POD activity of cherry with different treatment methods during shelf-life of 10°C

3 讨论与结论

果实处于新鲜的状态时,果实的活性氧水平较低,其产生与降解处于动态平衡状态,避免造成氧损伤^[19]。而当果实处于衰老的状态时,活性氧消除系统无法消除大量过剩的自由基,造成了膜结构的破坏。其中 SOD、POD 为抗氧化酶,MDA 是膜脂过氧化主要产物之一。该试验中,处理 1 的樱桃其 SOD 和 POD 水平明显高于对照,且丙二醛含量低于对照,因此膜脂过氧化水平较低,硬度、可滴定酸、可溶性固形物、维生素 C 含量均高于对照,且这些品质的下降速度低于对照;处理 2 的硬度在整个货架期间均处于最高水平,且下降幅度也最小,但其丙二醛含量却在货架期 0~3 d 内显著高于对照,在货架期 7 d 时霉腐率也显著高于对照;处理 3 丙二醛含量在货架 0~3 d 内显著地高于对照。果实褐变的发生与生物膜结构完整程度密切相关。当果实处于衰老状态时,多酚氧化酶(PPO)与底物酚类物质区域性分布被打破,PPO 活性升高并与酚类物质接触,进而引起褐变^[20],从而造成果实感官品质的下降。处理 1 果实总酚含量,在整个货架期间均高于对照,而 PPO 活性在货

架 5 d 之前均显著低于对照,仅在货架期 7 d 时略高于对照,果肉褐变指数也最小。O₂、褐变底物和相关酶是果实褐变产生的三大要素,但果实褐变的发生还与果实生物膜结构完整程度密切相关,酶与褐变底物在细胞内呈区域性分布,细胞处于逆境伤害时,由于生物膜结构受到破坏,多酚氧化酶与酚类物质的区域化分布即被打破,酶与底物接触并将底物氧化成醌,醌类物质经过进一步氧化而引起褐变或黑色素的生成,因此细胞膜结构的破坏程度与果实褐变密切关系。由于衰老所致,果实相对膜透性增加导致了膜结构的破坏,使区域化分布的酚类物质与酶接触而产生了褐变。果实的成熟衰老常常伴随着果实乙醇含量的增加,当果实中乙醇含量增加到一定的程度时,果实便会出现一系列的生理变化产生异味。处理 1 果实乙醇含量在整个货架期间均显著低于对照;处理 2 的乙醇含量在货架初期 0 d 时低于对照,在货架期 1 d 之后显著地高于对照;处理 3 在整个货架期间均显著地高于对照。果实的感官品质是判断果实新鲜程度最直接的感官指标,处理 1 的果梗新鲜指数在整个货架期间均处于最高水平,而果肉褐变指数处于

最低水平,果实失重率也显著低于对照。而处理 2 和处理 3 的果肉褐变指数在货架 7 d 时却高于对照。处理 1 的各项指标均优于对照,但处理 2 的硬度却显著高于处理 1,PPO 的活性也显著低于处理 1,因此处理 1 和处理 2 之间可能还存在更优的保鲜剂用量,需进一步进行研究。

综上所述,处理 1 有效延缓果实硬度、可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量的下降,保留果实中的营养成分;同时有效抑制果梗新鲜指数的降低、果肉褐变指数和失重率的增加,以及霉腐率的发生,保持良好的感官品质;显著减缓 MDA 和乙醇含量的增加,总酚含量较高,PPO 活性较低,并维持着较高的 SOD 和 POD 活性水平,保鲜效果最好。因此,塑料箱式气调结合保鲜剂(1 袋 CT2 保鲜剂/1 kg 果实)处理可以提高樱桃货架品质,延长货架寿命。

参考文献

- [1] 刘育昌. 樱桃生产与开发展望[J]. 甘肃农业科技,1996(2):23-25.
- [2] 姜爱丽,胡文忠,李慧,等. 纳他霉素处理对采后甜樱桃生理代谢及品质的影响[J]. 农业工程学报,2009,25(12):351-356.
- [3] Serrano M, Martine-Romero D, Castillo S, et al. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage[J]. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2005,6(1):115-123.
- [4] 王珊珊,朱志强,农绍庄,等. 樱桃冰温塑料箱式气调保鲜的效果[J]. 果树学报,2010,27(5):843-847.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验[M]. 广州:华南理工大学出版

社,2006.

- [8] 黄艳凤,王永娟,张平. 静态顶空气相色谱法快速测定葡萄中乙醇和乙醛含量的研究[J]. 保鲜与加工,2009,9(6):28-30.
- [9] 徐辉艳,孙晓东,张佩君,等. 红枣汁中总酚含量的福林法测定[J]. 食品研究与开发,2009,30(3):126-129.
- [10] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases; I. Occurrence in higher plants[J]. Plant Physiol., 1977,59(2):309-314.
- [11] 王春生,赵迎丽,王华瑞,等. 气调贮藏对玉露香梨品质的影响[J]. 保鲜与加工,2007,7(5):25-28.
- [12] Linke M, Herppich W B, Geyer M. Green peduncles may indicate post-harvest freshness of sweet cherries[J]. Postharvest Biology and Technology, 2010,58(2):135-141.
- [13] Yao H J, Tian S P. Effects of pre-and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005,35(3):253-262.
- [14] Lee S K, Kader A A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000,20(3):207-220.
- [15] 寇莉萍,刘兴华,赵斌,等. 热处理对轻度加工葡萄膜脂过氧化作用的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(4):170-173.
- [16] 李红卫,冯双庆. 冬枣采后果皮成分及氧化酶活性变化与乙醇积累机理的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(3):165-168.
- [17] 马岩松,车芙蓉,张平,等. 南果梨多酚氧化酶最适作用底物酶促褐变底物的分析确定[J]. 食品科学,2000,21(11):11-13.
- [18] Mann A, Nandwal A S, Sheoran I S, et al. Ethylene evolution, H₂O₂ scavenging enzymes and membrane integrity of *Cicerarietinum* L. nodules as affected by nitrate and aminoethoxyvinylglycine[J]. Journal of Plant Physiology, 2002,159(4):347-353.
- [19] 胡泽友,邓小波,彭喜旭,等. 外源钙对镍胁迫下水稻幼苗抗氧化酶活性及膜脂过氧化的影响[J]. 中国水稻科学,2007,21(4):367-371.
- [20] 杨昌鹏,黄华梅. 果蔬多酚氧化酶酶促褐变的控制[J]. 食品研究与开发,2008,29(10):135-138.

Effects of Plastic Box Modified Atmosphere Combined with Preservative on Shelf-life Physiology and Quality of Cherry

LI Jiang-kuo¹, ZHANG Peng¹, LIU Hui², ZHANG Ping¹

(1. National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products, Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384; 2. Department of Food Science and Biotechnology, Dalian Polytechnic University, Dalian, Liaoning 116034)

Abstract: In order to explore the effect of plastic box modified atmosphere combined with preservative on shelf-life quality of cherry after storage and find the most suitable amount of preservative and the best storage method of cherry, shelf-life quality experiment of cherry after storage was studied. The results showed that the first treatment which was per kilogram fruit with a bag CT2 preservative combined with plastic box modified atmosphere, effectively postponed the decline of fruit firmness, prevented the loss of nutrient component, controlled the drop of fruit sensory quality, delayed the increase of fruit MDA and ethanol content, maintained higher SOD activity and POD activity, and retarded the decrease of fruit total phenol content and the rise of PPO activity, improved shelf-life quality of berry during shelf-life of 10°C after controlled freezing point storage(-0.5~-0.2°C) by means of measuring the changes of sensory quality and physiological indexes.

Key words: cherry; plastic box modified atmosphere; preservative; shelf-life; physiology and quality