

# 二氧化氯对不同包装樱桃贮藏效果的影响

唐 玲, 张孝刚

(遵义医学院 公共卫生学院, 贵州 遵义 563003)

**摘 要:**以“黑珍珠”樱桃为试材,以 3 种浓度(20、40、60 mg/L)的二氧化氯对采后樱桃进行熏蒸处理,分别用纸盒和外罩聚乙烯薄膜袋的塑料篮包装后于 2~5℃ 的低温条件下贮藏,研究樱桃采后感官品质、生理指标及酶活性的变化。结果表明:二氧化氯处理能有效控制樱桃果实的呼吸强度和腐烂,保持果实颜色,减缓可溶性固形物(TSS)、还原糖(RS)、可滴定酸(TA)和维生素 C 含量的下降速率,抑制多酚氧化酶(PPO)、过氧化物酶(POD)的活性及丙二醛(MDA)含量的升高;其中,二氧化氯浓度为 20 mg/L,包装材料为纸盒的樱桃处理组保鲜效果最佳,贮藏至 18 d,腐烂率仅为 17.34%,大部分品质及生理指标优于其它处理。

**关键词:**樱桃;二氧化氯;贮藏;生理

**中图分类号:**S 662.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0127-06

樱桃(*Cerasus prunus* spp.)属蔷薇科(Rosaceae)李属(*Prunoideae*)植物<sup>[1]</sup>,色泽鲜艳、营养丰富,兼具医疗保健价值,被誉为“果品珍品”<sup>[2]</sup>,受到国内外消费者的青睐。由于樱桃采收上市时正值高温季节,且采后樱桃生理旺盛,极易造成褐变与腐烂,市场供应受到很大限制<sup>[3]</sup>。因此,研究樱桃贮藏保鲜技术,对减少樱桃经济损失、延长市场供应期具有重要意义。

二氧化氯(ClO<sub>2</sub>)是国际上公认的优良、高效的广谱杀菌剂、食品保鲜剂,杀菌过程不产生有害物质,不影响食品的风味和外观品质,被 WHO 列为 A1 级安全消毒剂<sup>[4]</sup>。目前,ClO<sub>2</sub> 已被国内外广泛应用于果蔬<sup>[5-8]</sup>、肉制品<sup>[9-11]</sup>、水产品<sup>[4,12]</sup>和乳制品<sup>[13-14]</sup>等食品的保鲜,并取得了良好的效果。该研究以 ClO<sub>2</sub> 对樱桃进行熏蒸处理,分别用纸盒和外罩聚乙烯薄膜袋的塑料篮包装,通过测定樱桃贮藏期间各项品质及生理指标,筛选出保鲜效果最佳的 ClO<sub>2</sub> 熏蒸剂和包装材料,以期为进一步研究樱桃采后生理及贮藏保鲜技术提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以贵阳市乌当区樱桃园的“黑珍珠樱桃”为试材,采后于冰浴条件下迅速运回实验室。经挑选,选取果实大小、颜色均匀一致,无病虫害和机械损伤的樱桃果实作为供试样品。

供试仪器:TGLL-18G 高速冷冻离心机;江苏省太

仓市仪器厂;DZKW-4 型电子恒温水浴锅;余姚电讯仪表实业公司;751G 型紫外分光光度计;上海第二天平仪器厂;SZ-96 自动纯水蒸馏器;上海亚容生化仪器厂;WYT-4 型手持折光仪;泉州光学仪器厂;SC-329GB 海尔透明门立式冷藏柜;青岛海尔股份有限公司。

供试试剂:奇露二氧化氯消毒粉剂,中国技源科技有限公司;草酸,天津市致远化学试剂有限公司;氢氧化钠,天津石英钟厂霸州市化工分厂;愈创木酚,上海警后制药厂;三氯乙酸、邻苯二酚,天津市科密欧化学试剂有限公司;硫代巴比妥酸,国药集团化学试剂有限公司;双氧水,上海桃浦化工厂;酒石酸钾钠,上海蓝季科技有限公司;冰醋酸,重庆川江化学试剂厂。

### 1.2 试验方法

处理组设 20、40、60 mg/L 3 种浓度的 ClO<sub>2</sub> 进行熏蒸处理,标记为 A、B、C,包装材料分为钻孔纸盒和外罩聚乙烯薄膜袋的塑料篮 2 种,标记为 I 和 II;2 组空白对照标记为 CK-I 和 CK-II;共 8 组试验。处理组与空白对照组每盒(篮)均装有 10 g 自制的饱和高锰酸钾乙烯吸收剂。

### 1.3 项目测定

测定指标包括感官评定、腐烂率、呼吸强度、可溶性固形物(TSS)含量、还原糖(RS)含量、可滴定酸(TA)含量、维生素 C 含量、多酚氧化酶(PPO)活性、过氧化物酶(POD)活性和丙二醛(MDA)含量,具体方法参照曹建康等<sup>[15]</sup>。

### 1.4 数据分析

试验数据采用 Origin 软件进行分析处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对樱桃贮藏过程中感官品质的影响

樱桃果实品质在贮藏过程中逐渐变差,果皮、果肉、

**第一作者简介:**唐玲(1987-),女,贵州兴义人,硕士研究生,讲师,研究方向为食品营养与安全。

**基金项目:**遵义医学院招标课题资助项目(F-615)。

**收稿日期:**2014-03-13

手感硬度及风味都发生了变化,在贮藏后期,还伴有异味产生。由表 1 可知,对照组与处理组的感官品质具有明显差异;处理 A 在贮藏过程中的感官品质是最好的,贮藏 9 d 后其风味才发生变化,而其它品质并未发生较

大改变。试验结果表明,ClO<sub>2</sub> 熏蒸处理对维持樱桃果实的感官品质具有一定的效果,其中,浓度为 20 mg/L 的 ClO<sub>2</sub> 熏蒸剂效果最佳,而包装材料对樱桃感官品质的影响无明显差异。

表 1

不同处理对樱桃果实感官品质变化的影响

Table 1

Effect of different treatments on sensory physiological changes of cherry fruits

处理组	贮藏天数	果皮	果肉	手感硬度	风味	处理组	贮藏天数	果皮	果肉	手感硬度	风味
Treated group	Storage days/d	Peel	Pulp	Hardness	Flavour	Treated groups	Storage days/d	Peel	Pulp	Hardness	Flavour
A-I	0	9	4	4	7	A-II	0	9	4	4	7
	9	7	4	4	6		9	7	4	4	6
	18	5	3	3	3		18	5	3	3	3
B-I	0	9	4	4	7	B-II	0	9	4	4	7
	9	7	3	4	5		9	7	3	4	5
	18	4	3	2	3		18	4	2	2	3
C-I	0	9	4	4	7	C-II	0	9	4	4	7
	9	5	3	3	5		9	5	3	3	5
	18	3	3	2	2		18	3	3	2	2
CK-I	0	9	4	4	7	CK-II	0	9	4	4	7
	9	4	2	2	4		9	4	2	2	4
	18	2	1	1	1		18	2	1	1	1

注:果皮包括颜色和亮度,颜色分为红中带黄、较红、红色、深红、暗红,分别记 5、4、3、2、1;亮度分为很有光泽、有光泽、较有光泽、无光泽,分别记 4、3、2、1;果肉分为多汁、较多汁、较少汁、少汁,分别记 4、3、2、1;手感硬度分为较坚硬、较软、软、很软,分别记 4、3、2、1;风味分为浓郁无异味、较浓郁、略显酒味、显酒味、酒味较浓、酒味浓、酒味很浓,分别记 7、6、5、4、3、2、1。

## 2.2 不同处理对樱桃贮藏过程中腐烂率的影响

从图 1 可以看出,各处理组的樱桃腐烂率均随着贮藏时间的延长而上升,但都明显低于对照组。在整个贮藏过程中,A-I 的腐烂率低于同期其它处理组合。到贮

藏结束时,CK-I 和 CK-II 的腐烂率分别高达 68.92% 和 73.04%,而 A-I 的腐烂率仅为 17.34%。试验结果表明,浓度为 20 mg/L 的 ClO<sub>2</sub> 熏蒸剂对控制樱桃果实腐烂的作用最明显,纸盒的包装材料效果更好。

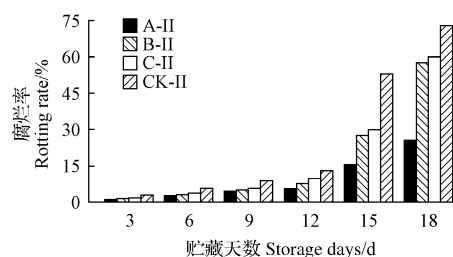
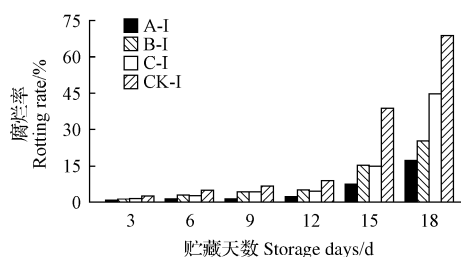


图 1 不同处理对樱桃腐烂率的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on rotting rate of cherry

## 2.3 不同处理对樱桃贮藏过程中呼吸强度的影响

由图 2 可知,各处理组樱桃在贮藏期的呼吸强度均呈下降趋势。经过各种处理的樱桃,呼吸强度都有显著

的降低,其中 A-I 抑制呼吸作用的效果最好,说明 20 mg/L 的 ClO<sub>2</sub> 熏蒸剂对樱桃果实的呼吸强度有明显的抑制作用,纸盒的包装材料效果更好。

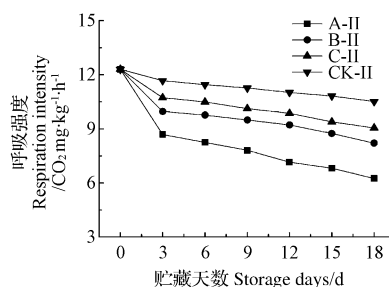
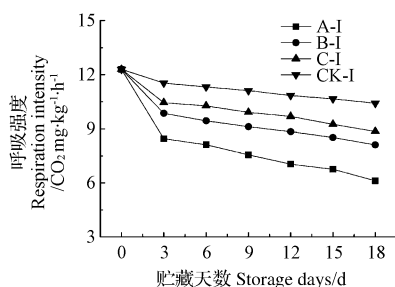


图 2 不同处理对樱桃呼吸强度的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on respiration intensity of cherry

## 2.4 不同处理对樱桃贮藏过程中可溶性固形物(TSS)含量的影响

从图3可以看出,在整个贮藏过程中,樱桃的TSS含量呈现先增加后下降的趋势。由于樱桃在贮藏过程中生理作用增强,大量失水,且有部分果胶物质分解,所以TSS含量开始是上升的;而随着樱桃呼吸作用的消

耗,在衰老过程中又呈现出TSS含量下降的趋势。其中,A-I的TSS含量下降得最为缓慢,贮藏至第18天时,A-I的TSS含量仍高达10.51%,说明20 mg/L的 $\text{ClO}_2$ 熏蒸剂对樱桃果实TSS含量的下降有明显抑制作用,纸盒包装效果更好。

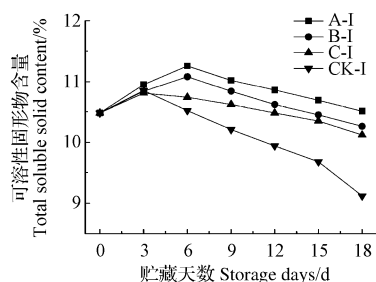


图3 不同处理对樱桃可溶性固形物含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on total soluble solid content of cherry

## 2.5 不同处理对樱桃贮藏过程中还原糖(RS)含量的影响

由图4可以看出,随着贮藏天数的增加,樱桃的RS含量呈现先增加后下降的趋势。在整个贮藏过程中,各处理组RS含量下降程度由于 $\text{ClO}_2$ 浓度的不同而有所

差异, $\text{ClO}_2$ 浓度越高,RS含量下降速度越快。贮藏结束时,对照组CK-I和CK-II的RS含量分别为6.14%和5.50%,而A-I的RS含量为10.31%,仅比贮藏前下降了0.93%,说明20 mg/L的 $\text{ClO}_2$ 熏蒸剂对樱桃RS含量的下降有明显抑制作用,纸盒包装效果更好。

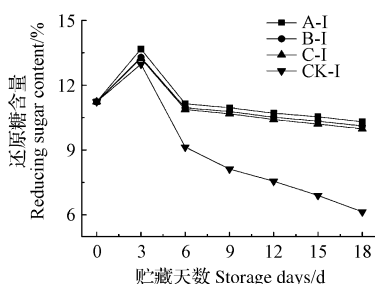


图4 不同处理对樱桃还原糖含量的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on reducing sugar content of cherry

## 2.6 不同处理对樱桃贮藏过程中可滴定酸(TA)含量的影响

从图5可知,在整个贮藏过程中,B-I的TA含量下降得最缓慢,到贮藏结束时,B-I的TA含量为0.92%,仅

下降了37.84%。说明40 mg/L的 $\text{ClO}_2$ 熏蒸剂对于维持樱桃相对酸性环境及延缓果实衰老的作用较明显,纸盒包装的保鲜效果更好。

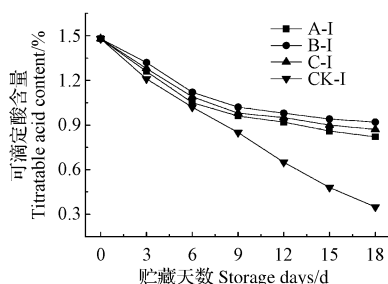
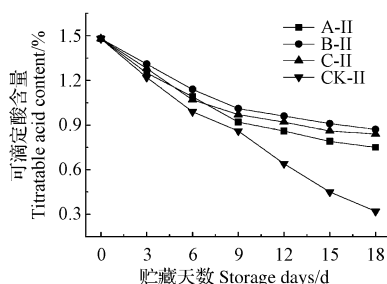


图5 不同处理对樱桃可滴定酸含量的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on titratable acid content of cherry



## 2.7 不同处理对樱桃贮藏过程中维生素 C 含量的影响

从图 6 可以看出,在整个贮藏过程中,各处理组樱桃果实的维生素 C 含量均呈现下降的趋势,而 A-I 的维生素 C 含量在整个贮藏过程中都要高于同期其它处理

组合。贮藏结束时,A-I 的维生素 C 含量为  $1.52 \text{ mg}/100\text{g}$ ,仅比贮藏前下降了  $37.19\%$ 。说明  $20 \text{ mg}/\text{L}$  的  $\text{ClO}_2$  熏蒸剂对樱桃果实维生素 C 含量降低有明显的抑制作用,纸盒的包装材料保鲜效果更好。

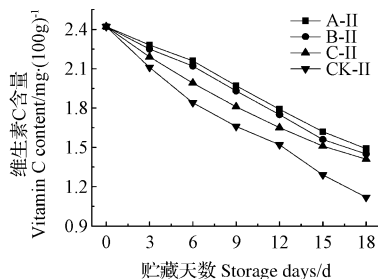
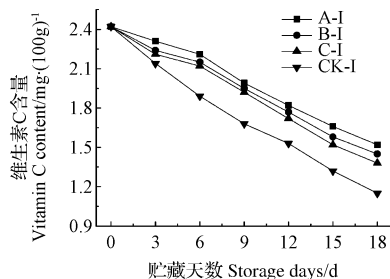


图 6 不同处理对樱桃维生素 C 含量的影响

Fig. 6 Effect of different treatments on vitamin C content of cherry

## 2.8 不同处理对樱桃贮藏过程中多酚氧化酶(PPO)活性的影响

从图 7 可知,在整个贮藏过程中,各处理组樱桃的 PPO 活性均呈现先上升后下降的趋势。各处理组的 PPO 活性在贮藏过程中受到明显抑制,对照组的活性

明显高于处理组。其中,A-I 在整个贮藏过程中 PPO 活性的变化最小,上升和下降的趋势都比较平缓,说明  $20 \text{ mg}/\text{L}$  的  $\text{ClO}_2$  熏蒸剂对樱桃 PPO 活性的抑制作用最佳,纸盒包装效果更好。

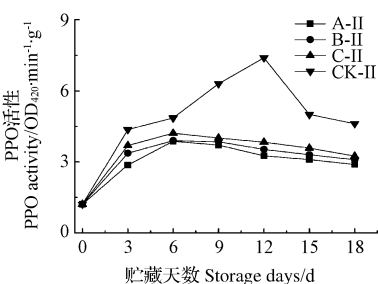
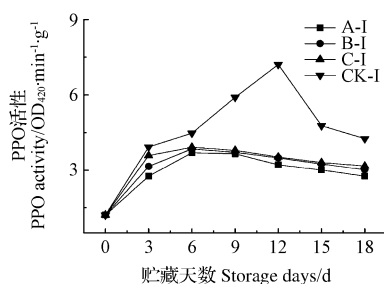


图 7 不同处理对樱桃多酚氧化酶活性的影响

Fig. 7 Effect of different treatments on PPO activity of cherry

## 2.9 不同处理对樱桃贮藏过程中过氧化物酶(POD)活性的影响

从图 8 可知,在樱桃的整个贮藏过程中,各处理组樱桃的 POD 活性均呈现先上升后下降的趋势。各处理组的 POD 活性在贮藏过程中受到明显抑制,而对照组的活性则明显高于处理组。其中,A-I 樱桃 POD 活性的

变化最小,贮藏结束时,CK-I 和 CK-II 的 POD 活性分别为  $1.18 \text{ OD}_{470} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$  和  $1.28 \text{ OD}_{470} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ ,而 A-I 仅为  $0.91 \text{ OD}_{470} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 。说明  $20 \text{ mg}/\text{L}$  的  $\text{ClO}_2$  熏蒸剂对樱桃 POD 活性的抑制作用最佳,纸盒包装效果更好。

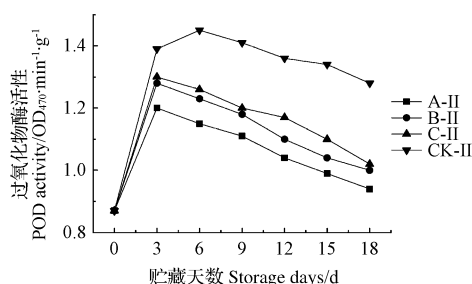
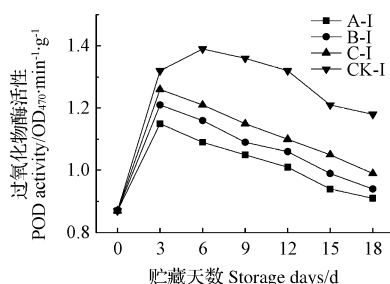


图 8 不同处理对樱桃过氧化物酶活性的影响

Fig. 8 Effect of different treatments on POD activity of cherry

## 2.10 不同处理对樱桃贮藏过程中丙二醛(MDA)含量的影响

由图 9 可知,在整个贮藏期间,各处理组樱桃的 MDA 含量呈上升趋势,从贮藏开始到第 6 天,MDA 含量上升较为缓慢,从第 6 天到第 12 天的上升幅度较大,

从第 12 天到第 18 天则迅速上升,但各处理组的 MDA 含量均低于对照组。其中,A-I 处理组的 MDA 含量变化最小,说明 20 mg/L 的  $\text{ClO}_2$  熏蒸剂和纸盒包装的组合抑制膜脂过氧化作用的效果最佳,能达到延缓樱桃果实衰老的作用。

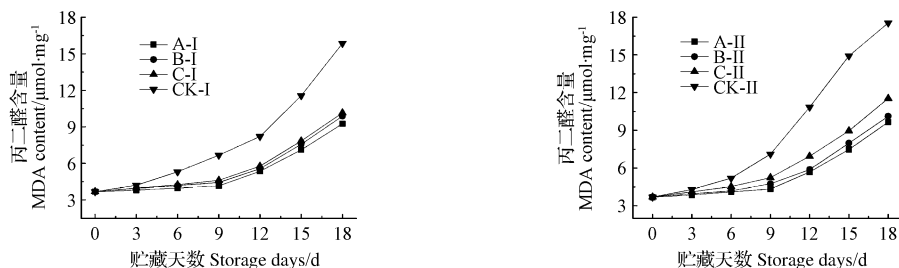


图 9 不同处理对樱桃丙二醛含量的影响

Fig. 9 Effect of different treatments on MDA content of cherry

## 3 结论

低温下  $\text{ClO}_2$  熏蒸处理能有效控制樱桃果实的呼吸强度和腐烂,保持果实颜色,减缓 TSS、RS、TA 和维生素 C 含量的下降速率,抑制 PPO、POD 的活性及 MDA 含量的升高,明显延长樱桃果实的货架期和贮藏期。这与汪勇<sup>[16]</sup>采用  $\text{ClO}_2$  对西乡樱桃进行保鲜研究中得出的结论一致。综合评价,低温下  $\text{ClO}_2$  熏蒸处理能有效保持樱桃果实采后贮藏的品质和商业价值;包装材料不同,樱桃的贮藏效果也存在显著的差异,纸盒包装的效果更好。其中,以 20 mg/L  $\text{ClO}_2$  熏蒸剂/纸盒包装的保鲜效果最好。

## 参考文献

- [1] 金方伦,向青云,敖学熙,等. 黑珍珠樱桃在黔北地区的生物学特性及栽培技术[J]. 贵州农业科学,2010,38(3):61-63.
- [2] 钟耀广,朱蓓薇. 樱桃果实采后生理及保鲜研究[J]. 北方园艺,2004(2):67-68.
- [3] 施俊凤,薛梦林,王春生,等. 甜樱桃采后生理特性与保鲜技术的研究现状与进展[J]. 保鲜与加工,2009(6):7-9.
- [4] Andrews L S, Key A M, Martin R L, et al. Chlorine dioxide wash of shrimp and crawfish an alternative to aqueous chlorine[J]. Food Microbiology, 2002,19(4):261-267.
- [5] Lee S Y, Costello M, Kang D H. Efficacy of chlorine dioxide gas as a sanitizer of lettuce leaves [J]. Journal of Food Protection, 2004, 67 (7): 1371-1376.
- [6] Singh N, Smgh R K, Bhunia A K, et al. Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in kming escherichia coli0157:H7 on lettuce and baby carrots[J]. Food Science and Technology, 2002,35(8):720-730.

- [7] Kaye V, Kay H, Larry R. Efficacy of gaseous chlorine dioxide as a sanitizer for killing salmonella, yeasts, and molds on blueberries, strawberries, and raspberries[J]. Journal of Food Protection, 2005,68(6):1165-1176.
- [8] 盛玮,薛建平,张爱民,等. 二氧化氯在葡萄保鲜中的应用研究[J]. 生物学杂志,2005,22(2):43-44.
- [9] Pohlman F W, Stivarius M R, McElyea K S, et al. The effects of ozone, chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride and trisodium phosphate as multiple antimicrobial interventions on microbiological, instrumental color, and sensory color and color characteristics of ground beef[J]. Meat Science, 2002,61(3): 307-313.
- [10] Jimenez Villarreal J R, Pohlman F W, Johnson Z B. Effects of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical, chemical and sensory properties of ground beef[J]. Meat Science, 2003,65 (3):1055-1062.
- [11] Pohlman F W, Stivarius M R, McElyea K S, et al. Reduction of microorganisms in ground beef using multiple intervention technology [J]. Meat Science, 2002,61(3):315-322.
- [12] Kim J, Marshall M R, Du W X, et al. Determination of chlorate and chlorite and mutagenicity of seafood treated with aqueous chlorine dioxide[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999,47(9):3586-3591.
- [13] 王丹,林劲松. 二氧化氯消毒剂在乳品加工中的应用[J]. 中国乳业, 2002(5):23-25.
- [14] Boddie R L, Nickerson S C, Adkinson R W. Efficacies of chlorine dioxide and Iodophor teat dips during experimental challenge with *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* [J]. Journal of Dairy Science, 2000, 83 (12):2975-2979.
- [15] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京:中国轻工业出版社,2007.
- [16] 汪勇. 二氧化氯在西乡樱桃保鲜中的应用[J]. 北方园艺,2008(9): 198-201.

## Effect of Chlorine Dioxide on Storage of Cherry Packaged With Different Materials

TANG Ling, ZHANG Xiao-gang

(School of Public Health, Zunyi Medical College, Zunyi, Guizhou 563003)



# 银条果胶提取工艺及其理化性质研究

马丽苹, 孙军杰, 汪伦记, 纠敏, 邱智军

(河南科技大学 食品与生物工程学院, 河南 洛阳 471023)

**摘要:**以银条为原料,采用超声波辅助法提取果胶,在单因素试验的基础上,通过正交实验研究了超声功率、超声时间和液料比对果胶得率的影响,同时对该法提取果胶的理化性质进行了初步分析。结果表明:银条果胶的最佳提取工艺为超声功率 300 W,液料比 40:1 (V:W),超声时间 20 min,在此条件下银条果胶得率为 20.46%;所得银条果胶的半乳糖醛酸含量为 43.80%,果胶酯化度为 55.56%,果胶的蛋白含量为 3.63%。

**关键词:**银条;果胶;超声波;理化性质

**中图分类号:**S 632.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)15-0132-04

银条(*Stachys floridana* Schuttl. ex Benth)属唇形科水苏属多年生草本植物,别名银白条、银苗、地灵、一串紫等,学名为草石蚕,是我国的传统蔬菜,其中以洛阳偃师银条最为有名<sup>[1]</sup>。研究表明,银条含有多种营养物质,如碳水化合物、多酚、维生素 C、蛋白质和有机酸,具有降血脂、软化血管和改善血液循环的作用<sup>[2]</sup>。而目前对银条的研究主要限于贮藏保鲜<sup>[3-4]</sup>、栽培<sup>[5-6]</sup>和组织培养<sup>[7-9]</sup>等方面,而对其中生物活性物质的研究较少,而对银条中生物活性物质的研究将有利于银条资源的进一步开发和利用。

果胶是一种天然高分子多糖聚合物,具有良好的胶凝、增稠、乳化和稳定作用,临床试验表明,果胶还具有良好的抗腹泻、抗癌、治疗糖尿病和减肥等功效。此外,果胶还可用于化妆品中,具有保护皮肤,防紫外线辐射,

治疗创口,美容养颜等作用。目前,商品果胶的原料主要为柑橘皮、柚子皮和苹果皮等,此外,在一些蔬菜中,例如甜菜、洋葱等都含有丰富的果胶,都可充当提取果胶的原料<sup>[11]</sup>,而对银条中果胶的提取工艺及其理化性质少见报道,因此该研究拟利用超声波辅助传统酸提取方法提取银条中的果胶,对银条果胶提取工艺进行优化,并对银条果胶理化性质进行初步分析,以期对银条资源的综合开发利用提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试银条于 2009 年 12 月购自偃师市农贸市场,用去离子水清洗干净,50℃烘干后,粉碎过 60 目筛,保存在自封袋中备用。牛血清蛋白(BSA)、间羟联苯和半乳糖醛酸,均为 Sigma 公司产品;其它试剂为国产分析纯。

TG16-W 型离心机(长沙湘仪离心机仪器有限公司);7200 型紫外-可见分光光度计(尤尼柯(上海)仪器有限公司);KQ-500DE 型超声波细胞破碎仪(昆山市超声仪器有限公司);Nicolet 傅里叶红外光谱仪(上海仪先仪器有限公司);直立式 HB-50 型制冰机(上海弘昌制冷设

**第一作者简介:**马丽苹(1979-),女,博士,讲师,研究方向为食品生物技术。E-mail:maliping226@163.com.

**基金项目:**河南科技大学博士启动基金资助项目(09001724)。

**收稿日期:**2013-09-16

**Abstract:** Taking cherry fruits of 'Black Pearl' as test materials, the changes of sensory quality, physiology indexes and enzymatic activity of postharvest cherry were studied. Postharvest cherry were fumigated with chlorine dioxide of three concentrations (20, 40, 60 mg/L) and stored under 2~5℃ respectively, packaged with cartons and plastic baskets in polythene film wrappers. The results showed that with chlorine dioxide treated, the cherry fruits respiration intensity and decay were controlled, fruit colour was maintained, the reduction of total soluble solid (TSS), reducing sugar (RS), titratable acid (TA) and vitamin C were slowed down, the activity of polyphenol oxidase (PPO), peroxidase (POD) and the increase of malondialdehyde (MDA) content were inhibited. Among them, the group of cherry fruits fumigated with 20 mg/L chlorine dioxide and packaged with carton had the best preservation effect. After normal storage for 18 days, the rotting rate was 17.34% and most quality and physiology indexes were better than other treated groups.

**Key words:** cherry; chlorine dioxide; storage; physiology