

二氧化氯在西乡樱桃保鲜中的应用

汪 勇

(陕西省商业学校, 陕西 汉中 723000)

摘 要:西乡樱桃经 ClO_2 水溶液预冷后, 包装于附设 $100 \text{ mm}^2 \cdot (500\text{g})^{-1}$ 硅窗的 PP 碗内, 在 $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ 条件下冷藏。结果表明: ClO_2 作为防腐保鲜剂, 防止了樱桃因水预冷过程中造成的病菌交叉感染; 降低了樱桃的呼吸强度; 抑制了樱桃 TSS、TA、Vc 含量的下降及乙醇含量的上升; 推迟了樱桃开始褐变的时间, 降低了褐变的程度与数量。最佳使用浓度为 $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 浸泡时间为 5 min, 樱桃具有 10~11 d 的最佳可食用保鲜期, 基本达到了异地鲜销的要求。

关键词: 西乡樱桃; 二氧化氯; 水预冷; 保鲜

中图分类号: TS 255.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)09-0198-04

陕西省汉中市西乡县是继山东海阳县之后我国第二大樱桃生产基地, 2003 年, 西乡县城关镇莲花村已被陕西省农业厅认定为“无公害樱桃生产基地”。西乡樱桃(*Prunus pseudocerasus* L.)系驯化了的的中国酸樱桃地方品种, 习惯上按照果实颜色差异分为 2 个品种(系): 西乡红樱桃和西乡黄樱桃^[1]。西乡樱桃其成熟期早(4 月 20 日前后)、色泽鲜艳、个大、肉厚、皮薄、酸甜可口, 比其它品种中国樱桃个大、肉厚、皮薄、色红; 当地村民没有给樱桃树施用农药的习惯, 栽培面积大、集中成片, 具备加工条件, 故极具异地鲜销的市场潜力和竞争优势^[2]。

但是, 樱桃属非呼吸跃变型水果, 后熟现象不明显, 必须等到在树上成熟后才能形成固有的色泽和口感^[23]。成熟后从生理成熟到完熟期时间短, 在常温下只能存放 8~12 h, 即产生褐变, 失水凹陷, 失去诱人的外观, 继而自溶、霉变, 丧失食用价值。故在常温下限制了其远途运销, 每年大约损失在 40% 以上。目前樱桃保鲜研究多在低温(0°C)下以延长贮藏期为主, 但对于西乡樱桃来讲, 及时异地鲜销才能使产品的早熟优势得到充分发挥, 西乡樱桃产业才能走上可持续发展的道路^[8]。

二氧化氯(ClO_2)是目前国际上公认的性能优良、效果很好的食品保鲜剂和杀菌剂^[3-4]。它主要是借助于氧化作用达到杀灭病菌的效果, 不会发生氯的取代反应, 因而不会产生致癌、致畸变的有机氯代产物^[5], 所以 ClO_2 已经成为国际上公认的氯系消毒剂最理想的更新换代产品, 被世界卫生组织(WHO)列为 A1 级杀菌消毒剂^[6]。1996 年, 我国卫生部已批准 ClO_2 为消毒剂和新型

食品添加剂(GB2760-1996), 使用范围为果蔬保鲜、鱼类加工, 该标准同时将 ClO_2 列为食品加工助剂。2004 年 FDA 将 ClO_2 批准为果蔬杀菌剂^[7]。

ClO_2 用于樱桃保鲜尚未有报道。试验拟采用稳定态 ClO_2 作为防腐保鲜剂, 研究其在西乡樱桃进行水预冷及贮藏过程中的防腐保鲜效果。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试材 试验樱桃采摘于西乡县樱桃沟, 树龄 8~9 a, 在樱桃花期结束至采收前每隔 7 d 喷 1 次 1% CaCl_2 。成熟樱桃于上午 11:00 以前采摘完成, 采摘后的樱桃置于自制保温箱中, 上部加冰密封, 用汽车运回汉中市陕西省商业学校实验室进行处理。

1.1.2 仪器与设备 O_2/CO_2 分析仪: CYES-II 上海嘉定学联仪表厂; WYT-1 型手持式糖度计: 济南光学仪器厂; 商用冷藏柜: 江苏河南冰熊(改造); 冷水器: 自制; PP 快餐碗: 南安塑胶有限公司; FC-8 硅窗: 中科院兰州化学物理研究所。

1.1.3 试剂与药品 稳定态 ClO_2 (一元粉剂)、 ClO_2 检测试条: 深圳市萃杰环保技术有限公司; 品质检测用化学试剂, 均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程 樱桃→水预冷($1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 自来水+稳定态 ClO_2 , 浸泡 5 min)→沥水→包装(PP 碗)→贮藏→ $(4 \pm 1)^\circ\text{C}$ →检测。各处理稳定态 ClO_2 浓度为: T_1 : $30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; T_2 : $40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; T_3 : $50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; CK: $0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。PP 碗加工处理: 碗盖上打孔, 粘上硅窗布($100 \text{ mm}^2 \cdot (500\text{g})^{-1}$), 并粘附小块橡皮作取气孔。

1.2.2 测定指标及方法 可溶性固形物(TSS)含量: 手持式糖度计; 取数粒樱桃果肉匀浆, 用脱脂棉吸取汁液,

作者简介: 汪勇(1973-), 男, 陕西省平利县人, 硕士, 讲师, 研究方向为农产品保鲜与加工。E-mail: wyong816@yahoo.com.cn.

收稿日期: 2008-03-28

测定 3 次, 取平均值。可滴定酸(TA)含量: 标准 NaOH 中和滴定, 以苹果酸计, 重复 3 次, 取平均值。Vc 含量: 碘液滴定法, 重复 3 次, 取平均值。乙醇含量: 重铬酸钾($K_2Cr_2O_7$)氧化法。霉变率: 计数法。霉变率=(霉变果数/调查总果数) $\times 100\%$ 。褐变率: 计数法。褐变率=(褐变果数/调查总果数) $\times 100\%$ 。指标检测: PP 碗内气体成分前 3 d 每 1 d 检测 1 次, 以后每隔 2 d 检测 1 次, 每次取气 20 mL, 检测完毕回冲 $(4\pm 1)^{\circ}C$ 空气 20 mL; 品质指标每 3 d 检测 1 次。

1.3 数据统计分析

试验数据采用 SPSS 统计软件进行分析, 差异显著性测验($P=0.05$), 差异极显著性测验($P=0.01$), 差异不显著($P>0.05$)。

2 结果与分析

2.1 ClO_2 对 PP 碗中 O_2 和 CO_2 浓度的影响

如图 1 所示, O_2 (A1)整体呈现先迅速下降, 后逐渐

上升, 而 CO_2 (A2)变化则刚好相反。CK 在贮藏过程中升降幅度均较各处理大, 第 9 天后又出现 O_2 浓度降低、 CO_2 浓度升高现象, 分析认为, 可能是樱桃已出现变质现象。与 CK 相比 ClO_2 对樱桃的呼吸具有抑制作用, 降低了樱桃的呼吸强度。以高浓度的 ClO_2 处理 T_3 ($50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)抑制作用较强。在贮藏过程中, 各处理间 O_2 浓度变化差异显著, CO_2 浓度变化则无显著差异。

2.2 ClO_2 对樱桃乙醇含量的影响

果蔬中的乙醇是由无氧呼吸产生, 但在有氧条件下仍会有少量产生, 这与果蔬的肉质结构有关, 过量的乙醇会对果蔬造成伤害并产生酒精味。由图 2 可见, 乙醇含量总体呈上升趋势, 与 CK 相比, ClO_2 处理明显抑制了乙醇含量的上升。相比之下, 在贮藏的前 9 d, 以中等浓度 ClO_2 处理 T_2 ($40\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)对防止樱桃乙醇含量升高效果最好, 各处理间差异达极显著水平。

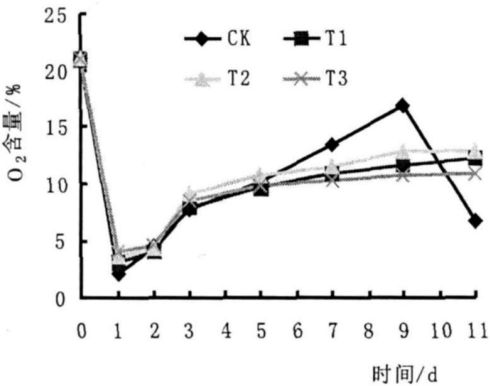


图 1 ClO_2 对 PP 碗中 O_2 和 CO_2 浓度的影响

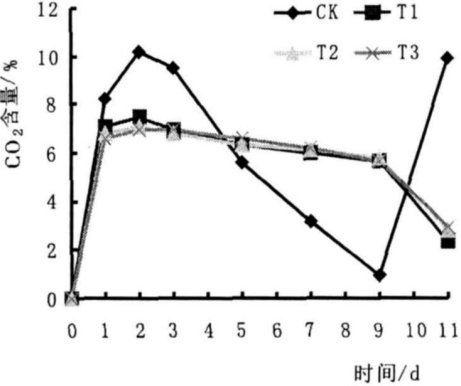


图 2 ClO_2 对樱桃乙醇含量的影响

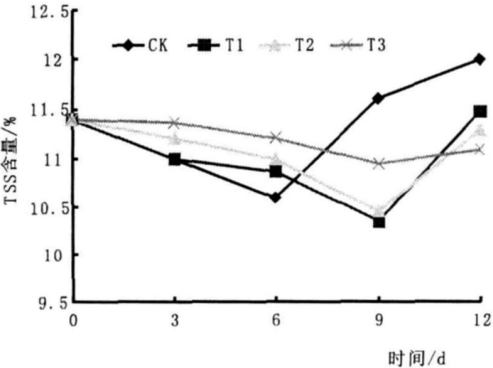


图 3 ClO_2 对樱桃 TSS 含量的影响

2.3 ClO_2 对樱桃 TSS 含量的影响

采后果蔬失去营养供应, 为维持生命而消耗自身贮存的糖等营养物质。TSS 含量在贮藏过程中呈前期缓慢下降, 后期上升, 如图 3 所示, 与 CK 相比, ClO_2 处理显

著地抑制了 TSS 含量的下降并推迟了 TSS 含量的上升时间及上升量。 ClO_2 浓度越高, 前期(0~6 d)下降速度越慢, 出现 TSS 含量升高现象来得越晚, 升高幅度小。贮藏后期 TSS 含量上升, 表明樱桃果胶物质分解, 质地

变软。各浓度处理间差异显著, T_3 与 T_1 、 T_2 间差异达极显著水平。

2.4 ClO_2 对樱桃 TA 含量的影响

TA 在贮藏过程中呈下降趋势, 如图 4 所示, 各处理下降程度与 ClO_2 浓度呈明显负相关, 表明高浓度 ClO_2 处理有利于樱桃 TA 含量的保持, 各处理间差异显著。CK 在贮藏前期, 降低幅度较 ClO_2 处理小, 后期降低幅度加大。分析认为, 可能在贮藏前期 ClO_2 处理对樱

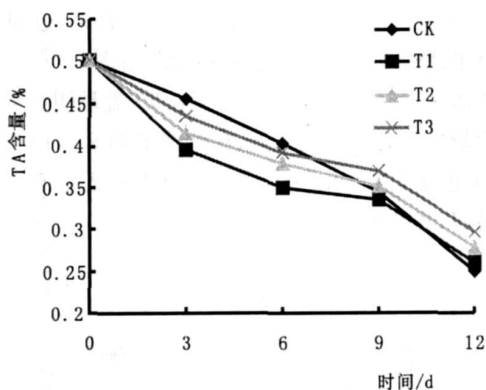


图4 ClO_2 对樱桃 TA 含量的影响

2.5 ClO_2 对樱桃 V_c 含量的影响

如图 5 所示, 在贮藏过程中, 均呈前期上升后期下降的态势。分析认为, 可能是新鲜樱桃采摘后, 在低 O_2 高 CO_2 的环境中进行防御性 V_c 的合成, 而 ClO_2 处理强化了这一反应。各处理上升幅度与 ClO_2 浓度呈正相关, 后期各处理下降幅度与 ClO_2 浓度呈负相关。各处理间差异显著。表明高浓度 ClO_2 处理有利于保持 V_c , 可能是抑制了 V_c 氧化酶的活性。 T_3 处理在贮藏过程中 V_c 损失了 25%, 而 T_2 、 T_1 分别损失了 40.5% 和 43.5%, T_3 处理与 T_2 、 T_1 处理差异达极显著水平。表明高浓度的稳定态 ClO_2 处理有利于保持 V_c 含量, 可能是抑制了 V_c 氧化酶的活性。

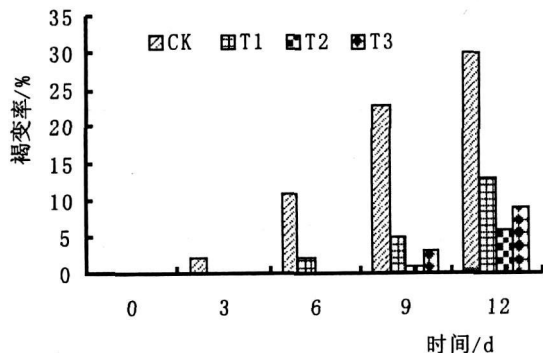


图6 ClO_2 对樱桃褐变的影响

桃代谢活动中抑制以糖作为呼吸底物的效果作用较以酸作为呼吸底物的作用强, 故早期 ClO_2 处理组下降幅度大而 CK 的 TA 含量下降幅度小; 而在贮藏后期, 对酸的抑制作用变强或自身的调节作用, 使得 ClO_2 处理组下降幅度变小, 而 CK 的酸含量下降加快 (作为呼吸底物被消耗)。与 CK 相比, 在贮藏中后期, ClO_2 处理抑制 TA 含量下降作用较明显, 与 ClO_2 浓度呈正相关。

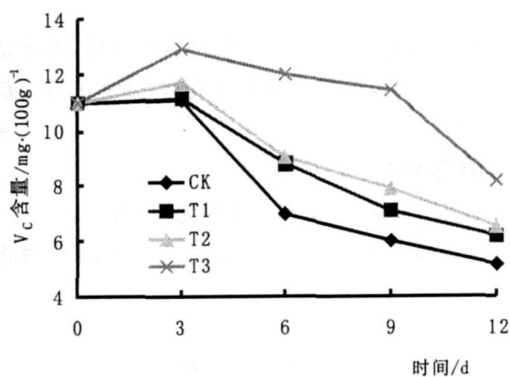


图5 ClO_2 对樱桃 V_c 含量的影响

2.6 ClO_2 对樱桃褐变的影响

樱桃贮藏期间褐变主要由多酚类物质酶促氧化及 V_c 降解 (非酶褐变) 作用的结果。如图 6 所示, 与 CK 相比, ClO_2 处理对樱桃的褐变具有很好的抑制效果, 不仅推迟了樱桃开始褐变的时间, 而且降低了褐变的程度与数量。以中等浓度处理 (T_2) 抑制效果较好, 各处理间差异显著。从褐变的机理来讲, 可能影响樱桃褐变的主要原因在于酶促褐变, 其次才是 V_c 的降解, 而稳定态 ClO_2 对酶促褐变具有抑制作用。

2.7 ClO_2 对樱桃霉变的影响

试验发现, CK 在贮藏第 4 d 就出现个别霉变现象, 最早发生于有伤口的果实, 后逐渐传染到相邻的果实。而 ClO_2 处理组中, 仅于贮藏后期在 T_1 ($30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 中发现个别霉变, 而在 T_2 ($40 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$)、 T_3 ($50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) 处理中没有发现肉眼可见的霉变, 表明 ClO_2 具有很好的防霉作用。试验中的冷却水采取循环使用, 即由低浓度到高浓度进行处理 (补加量以 ClO_2 检测试条检测结合理论计算确定), 稳定态 ClO_2 处理水重复使用了 4 次, 但并未出现大面积霉变现象, 一方面表明西乡樱桃成熟早, 气温较低, 自身携带病原菌少; 另一方面表明稳定态 ClO_2 不仅可以作为樱桃的保鲜剂, 还可作为预防樱桃水预冷过程中引起交叉感染的杀菌剂。

3 讨论

3.1 包装内气体成分的稳定性

硅窗面积是在预试验基础上筛选而得,但在贮藏过程中,实际测得的 O₂、CO₂ 含量并没有达到理论计算值的动态平衡范围。一方面可能是 PP 碗有泄漏,或材料本身在内外 O₂、CO₂ 分压不平衡时有渗透;另一方面,硅窗理论计算呼吸强度与实际果蔬呼吸强度有出入,理论计算是假设某温度下果蔬的呼吸强度是一定值,但随着贮藏时间的延长,果蔬衰老,呼吸强度呈下降趋势,特别对于贮藏性差的樱桃表现就更为突出。贮藏过程中 O₂ 降至 5% 以下,但并未造成低 O₂ 伤害,产生酒精味及酒精伤害,表明西乡樱桃耐低 O₂, 同时与 TSS 含量高也有关系^[9],比较适合气调贮藏。

3.2 稳定态 ClO₂ 的保鲜效果与使用浓度

与 CK 相比,稳定态 ClO₂ 降低了樱桃的呼吸强度,有效地推迟了樱桃开始褐变的时间,降低了褐变程度与数量;抑制了 TSS、TA 和 Vc 含量的下降及乙醇含量的上升;防止了樱桃的霉变及水预冷交叉感染,具有较好的保鲜效果。但在试验中也发现,不同浓度的稳定态 ClO₂ 对于西乡樱桃品质指标的影响不具有——对应关系。有必要深入研究 ClO₂ 的保鲜机理,以在合适的浓度范围内进行研究。

3.3 水预冷效果与关键控制点

水预冷却速度快,生产连续化程度高,有利于工业化大规模生产,不受采前气候影响,对保持樱桃采后品质是其它冷却方式所不能达到的,同时可很方便地有利于去除采摘过程中不可避免地带来的一些枯枝败叶、凋零的花絮等携带的杂质,符合及时鲜销果蔬商品化处理要求。但是采用水预冷樱桃,需要解决三个关键技术问题,即合适的传热温差(防止冷激裂果)、预防樱桃交叉感染、水与樱桃间的传热温差(防止冷激裂果)及快速沥干水分等。Materano 等^[7]在研究草莓冷藏时提出,尽管草莓在采收和处理过程中有擦伤和撞伤,增加微生物交叉感染的危险,但是使用水冷却是一种有效地冷却草莓和延长其贮藏期的方法,这对于西乡樱桃及时异地鲜

销预冷处理具有重要的指导意义。

4 结论

稳定态 ClO₂ 处理,降低了樱桃的呼吸强度,抑制了樱桃贮藏过程中的 TSS、TA、Vc 含量的下降及乙醇含量的上升,极好地预防了樱桃的霉变、褐变。稳定态 ClO₂ 不仅可以作为樱桃的保鲜剂,还可以作为水预冷过程中预防交叉感染的杀菌剂,最佳使用浓度为 50 mg · L⁻¹,浸泡时间为 5 min,在 (4 ± 1) °C 条件下冷藏,最佳可食用保鲜期为 10 ~ 11 d。

参考文献

[1] 李新生 甘志瑞 周耀军. 陕西西乡樱桃资源及开发利用[J]. 资源科学, 1998, 20(2): 74-80.
[2] 汪勇, 王敏, 冉小刚, 等. 西乡县樱桃产业化发展思路[J]. 陕西农业科学, 2007(5): 92-94.
[3] 李玉振 郭成勋 王凤翼, 等译. 食品科学手册(日)[M]. 北京: 轻工业出版社, 1998: 8.
[4] Andrews L S, Key A M, Martin R L, Grodner R, Park D L, et al. Chlorine dioxide wash of shrimp and crawfish an alternative to aqueous chlorine[J]. Food Microbiology, 2002, 19(4): 261-267.
[5] 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.
[6] 吴玉华 刘晔. 稳定性二氧化氯的性质及其应用[J]. 中国氯碱, 2002(8): 27-30.
[7] Purdue University. Food-borne illness: Chlorine dioxide gas kills dangerous biological contaminant[M]. Bio-Terrorism. Info. Oct 7 2002 2.
[8] Nutrition. U. S. FDA allows use of chlorine dioxide anti-microbial for fruits vegetables. Bioterrorism. Week [J]. Atlanta: 2004(11): 10.
[9] 汪勇, 王敏, 冉小刚, 等. 西乡县樱桃产业化发展思路[J]. 陕西农业科学, 2007(5): 92-94.
[10] Ke D Y, Rodriguez-Sinobas L, Kader A A. Physiology and prediction of fruit tolerance to low-oxygen atmospheres[J]. Journal of the American Society for Horticultural Science Amer. Soc. Hort. Sci. 1991, 116(2): 253-260.
[11] Materano W, Zambrano J, Quintero I, et al. Cooling of strawberries (Fragaria ananassa var. Sequoia) for cold storage[J]. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 2005, 48: 80-82.

The Application of Chlorine Dioxide to the Preservation of Xixiang Cherry

WANG Yong

(Shaanxi Commercial School, Hanzhong, Shaanxi 723000 China)

Abstract: After pre-cooled in ClO₂ aqueous solution, Xixiang Cherry was packed in PP bowl attached with 100 mm² · 500 g⁻¹ silicone rubber window, and was then refrigerated at (4 ± 1) °C. Results showed that as a preservative, ClO₂ prevented cross infection in the process of water pre-cooling, and restricted the content decline in cherry TSS, TA, VC as well as the rise of ethanol content. It could also delay the beginning time of browning as well as reducing the degree and number of browning. In the best usage condition of the concentration of 50 mg · L⁻¹ with 5 minutes immersion, the cherry would reach an optimum edible preservation period of 10 ~ 11 days.

Key words: Xixiang Cherry; Chlorine dioxide; Preliminary hydrocooling; Preservation