

草酸对猕猴桃果锈清洗与贮藏效应的影响^{*}

张中海¹, 饶景萍¹, 李玲玲²

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100;

2 周至县农业局, 陕西 周至 710400)

[摘 要] 用 20 g/L 草酸浸泡猕猴桃果实 5、10 和 15 min 以清洗猕猴桃果锈, 然后测定其在 (0±0.5)℃ 冷藏条件下硬度、呼吸强度及乙烯、可溶性固形物(TSS)、有机酸、V_C 和淀粉等含量的变化, 研究草酸对猕猴桃果锈的清除作用与果实贮藏品质及相关生理变化的影响。结果表明, 用 20 g/L 草酸浸泡猕猴桃果实 15 min, 对猕猴桃果实的去锈效果最好, 去锈率可达 83.3%; 与对照相比, 各草酸处理猕猴桃果肉硬度下降稍缓, 呼吸强度和乙烯释放量明显受到抑制, 有机酸和 V_C 降解速度均受到抑制, 但 TSS 和淀粉含量变化与对照无明显差异。

[关键词] 草酸; 猕猴桃; 果锈; 贮藏品质

[中图分类号] S663.409⁺.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2006)07-0101-05

猕猴桃果实营养丰富, 风味独特, 含有钙、镁、磷、铁、钾、硒等多种矿质营养元素及 17 种氨基酸, 尤以维生素 C 含量丰富, 达 1.0~2.5 mg/g^[1], 素有“V_C 之王”之称。其所含的硒等微量元素能阻断癌细胞诱发物亚基吗啉与二甲基硝酸的形成, 有较高的食疗防癌作用^[2]。

以前, 国内外对苹果、梨、柑桔等果面的果锈清除, 一般用一些无毒、无污染的盐、酸或有机溶剂进行浸果清洗。随着人们生活水平的提高, 原不被消费者注重的果面污染问题也越来越受到重视, 特别是对猕猴桃这类带毛果品。近几年出口东南亚的猕猴桃要求不带果锈, 且经销商在收购猕猴桃时也将带锈果列为“八不收”果品之一, 致使大量猕猴桃不能出口。猕猴桃的果锈主要是由于雨水将棚架上的铁锈、老叶或病叶上的病残体及树体上的灰尘冲刷下来, 经果毛阻挡后附着在果面的一种条斑状污染物。虽不影响其内在品质, 但影响外观, 从而影响其销售。

目前, 用于猕猴桃洗果的方法, 国内尚无报道, 国外的相关报道也非常有限。本试验在大量清洗剂筛选试验基础上, 采用去锈明显的 20 g/L 草酸溶液清洗猕猴桃果锈, 研究其清洗效果及对洗后果实贮藏品质的影响, 以寻找一种除锈效果好且不影响猕猴桃品质的方法。

1 材料与方法

1.1 材料

试验用“秦美”猕猴桃 (*Actinidia deliciosa* cv. Qimm ei) 采自陕西周至万亩绿色猕猴桃生产基地。

1.2 方法

1.2.1 试验设计与处理 在各种洗果剂及其浓度筛选试验的基础上, 本试验选定 20 g/L 草酸溶液清除猕猴桃果锈。试验设 3 个处理, 即分别用 20 g/L 草酸溶液浸果 5、10 和 15 min, 以清水浸果 5 min 为对照, 每处理用果 10 kg, 重复 3 次。

各样品处理后, 在通风处晾干, 挑选无明显病虫害和机械伤的果实, 用 0.03 mm 厚, 0.5% 开孔度的塑料保鲜袋分袋包装, 于 (0±0.5)℃ 冷藏, 每隔 10 d 测定果实相关生理指标及品质指标。

1.2.2 猕猴桃贮后指标测定 (1) 去锈率计算。清洗后条斑不明显可见者即为去锈果, 去锈率按下式计算:

$$\text{去锈率} \% = \frac{\text{洗前条斑数} - \text{洗后条斑数}}{\text{洗前条斑数}} \times 100\%$$

(2) 相关生理指标的测定。硬度用 GY-B 型硬度计测定; 呼吸强度用 HEL-7100 红外式二氧化碳分析仪测定; 乙烯释放量用岛津 GC-9A 型气相色谱仪测定, 固定相 GDX-502, 载气为 N₂, 柱温为 90℃, 气

^{*} [收稿日期] 2005-09-19

[基金项目] 国家“十五”科技重大专项课题(2001BA804A 28); 西安市科技攻关项目(GG06123)

[作者简介] 张中海(1978-), 男, 河南沁阳人, 在读硕士, 主要从事园艺产品采后生理与贮藏保鲜机理研究。

[通讯作者] 饶景萍(1957-), 女, 陕西城固人, 教授, 博士生导师, 主要从事园艺产品采后生理与贮藏保鲜机理研究。

E-mail: dqr0723@public.xa.sn.cn

化室、检测室温度均为 140℃, 采用氢火焰离子检测器检测, 外标法测定乙烯浓度 [$\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]。

(3) 果品品质指标的测定。可溶性固形物(TSS)含量采用 WYT-4 型手持糖量计测定, 有机酸含量采用碱滴定法测定^[3], 维生素 C 含量采用紫外快速测定法测定^[4], 淀粉含量采用碘显色法测定^[5]。

1.3 数据处理

试验数据用 Excel 处理并用 SAS 软件进行相

表 1 不同处理时间猕猴桃果锈清除效果比较

Table 1 Result comparison of washing rust among different processing times for kiwifruit

浸果时间/m in Times of immersed fruit	洗前果锈平均条斑数 Average numbers of fruit's rust before washing	洗后果锈平均条斑数 Average numbers of fruit's rust after washing	去锈率/% Washed rust rate
5	16	6	62.5
10	19	5	73.9
15	18	3	83.3

2.2 草酸对猕猴桃贮藏过程中果肉硬度的影响

图 1 表明, 随着贮藏时间的延长, 各处理果肉硬度均明显下降, 且各处理与对照的变化趋势一致。整个趋势可分为 2 个明显的阶段: 第 1 阶段为入库至贮后 30 d 左右, 为果肉硬度迅速下降阶段; 第 2 阶段为贮后 30~100 d, 为果肉硬度缓慢下降阶段。这与陈金印等^[6]和王贵禧等^[7]的报道一致。方差分析结果显示, 浸果 5 min 处理的果肉硬度下降速度与对照差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

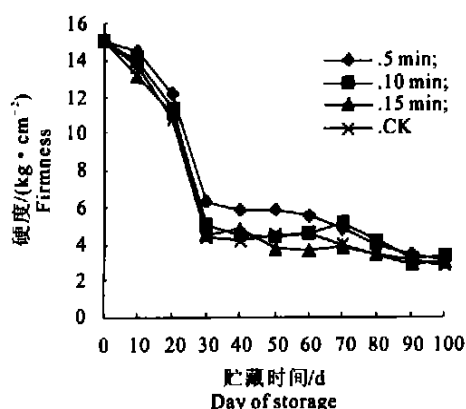


图 1 草酸对猕猴桃果肉硬度的影响

Fig. 1 Effect of the oxalic acid on firmness of kiwifruit

2.4 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中乙烯释放量的影响

猕猴桃是呼吸跃变型果实, 且乙烯释放高峰出现在果实快速软化之后^[8]。从图 3 可以看出, 各处理与对照均有一个明显的乙烯释放高峰, 且变化趋势一致, 但经草酸处理的猕猴桃果实的峰值均低于对

关性分析。

2 结果与分析

2.1 草酸对猕猴桃果锈的去除效果

从表 1 可以看出, 经草酸处理后的猕猴桃果锈去锈效果以浸果 15 min 最好, 且随浸果时间延长清洗效果越好。

2.3 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中呼吸强度的影响

从图 2 可以看出, 猕猴桃有呼吸高峰, 对照和草酸分别浸果 5, 10 min 处理的呼吸高峰均出现在贮藏后 30 d, 且处理较对照呼吸高峰峰值有所降低, 而草酸浸果 15 min 处理则较对照高峰出现时间提前 20 d, 但峰值较对照明显降低, 且此后一直处于缓慢下降趋势, 低于其他处理。方差分析结果显示, 浸果 15 min 的处理与对照呼吸强度差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

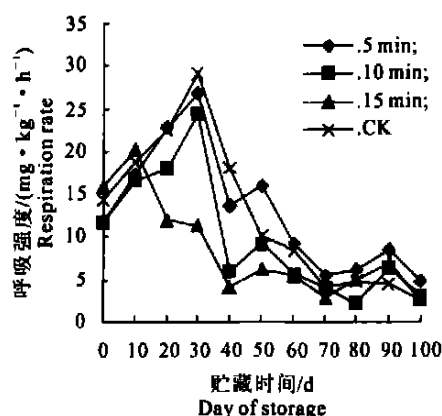


图 2 草酸对猕猴桃果实呼吸强度的影响

Fig. 2 Effect of the oxalic acid on respiration rate of kiwifruit

照, 且随草酸处理时间的延长峰值降低越多, 同时乙烯释放高峰的出现时间也比对照推迟了 10 d。高峰过后, 对照的乙烯释放量快速下降, 而各处理的乙烯释放量一直缓慢下降, 直到贮后 90 d 对照开始低于各处理。方差分析结果显示, 浸果 15 min 的处理与对照乙烯释放量差异达显著水平 ($P < 0.05$)。

2.5 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中可溶性固形物(TSS)含量的影响

从图4可以看出, 果实TSS含量随着贮藏期的延长而变化, 且在贮藏过程中呈上升趋势, 后期略有降低, 3个处理与对照间变化趋势一致。整个趋势可

分为2个明显的阶段, 第1阶段为入库至入贮后30 d左右, 是TSS含量迅速上升阶段; 第2阶段为入贮后30~100 d, 是TSS含量缓慢上升阶段。方差分析结果表明, 各处理与对照间及各处理间TSS含量差异均未达显著水平($P > 0.05$)。

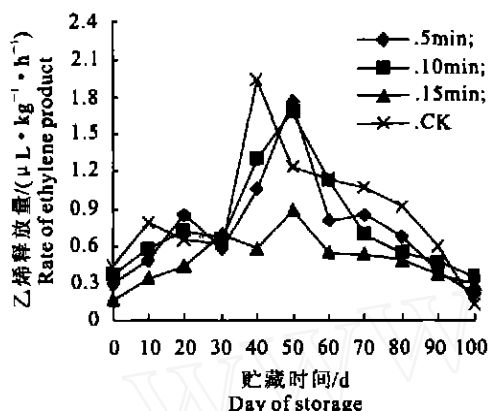


图3 草酸对猕猴桃果实乙烯释放量的影响

Fig. 3 Effect of the oxalic acid on ethylene product rate of kiwifruit

2.6 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中有机酸含量的影响

从图5可以看出, 果实中有机酸含量的总体变化趋势是先升后降, 且各处理与对照的变化趋势一致。在入库后20 d内, 各处理与对照果实中的有机酸含量均上升, 在20 d时达到最高。入库20 d后, 各处理与对照果实中的有机酸含量均下降, 且各处理

图4 草酸对猕猴桃果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 4 Effect of the oxalic acid on TSS content of kiwifruit

较对照下降缓慢。方差分析结果表明, 各处理间的有机酸含量无明显差异, 各处理与对照间的有机酸含量差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

2.7 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中V_C含量的影响

草酸对猕猴桃果实贮藏过程中V_C含量的影响见图6。

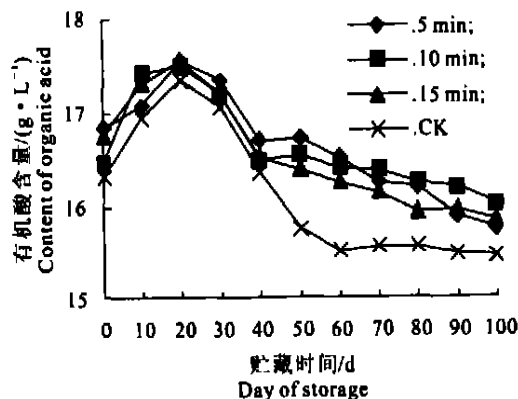


图5 草酸对猕猴桃果实有机酸含量的影响

Fig. 5 Effect of the oxalic acid on the organic acid of kiwifruit

从图6可以看出, 各处理与对照猕猴桃的V_C含量在贮藏期间均呈下降趋势, 且下降幅度均不大。

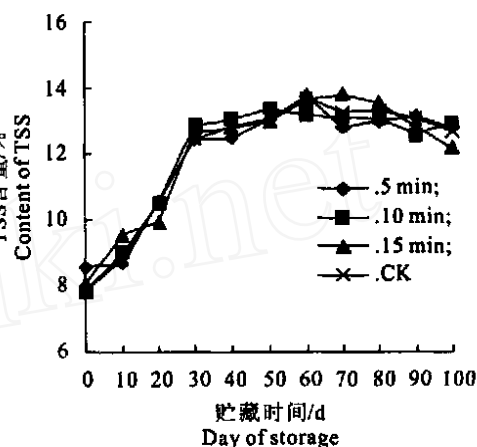


图4 草酸对猕猴桃果实可溶性固形物含量的影响

Fig. 4 Effect of the oxalic acid on TSS content of kiwifruit

较对照下降缓慢。方差分析结果表明, 各处理间的有机酸含量无明显差异, 各处理与对照间的有机酸含量差异均达极显著水平($P < 0.01$)。

2.7 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中V_C含量的影响

草酸对猕猴桃果实贮藏过程中V_C含量的影响见图6。

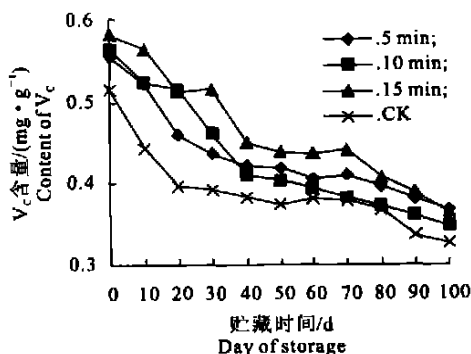


图6 草酸对猕猴桃果实V_C含量的影响

Fig. 6 Effect of the oxalic acid on V_C content of kiwifruit

各处理间V_C含量无明显差异, 而对照则在入库时就明显比各处理的V_C含量低, 并且在入库20 d内

急剧下降, 20 d 后至贮藏结束则呈缓慢下降趋势。方差分析结果显示, 各处理与对照间的 V_c 含量差异均达极显著水平 ($P < 0.01$)。

2.8 草酸对猕猴桃果实贮藏过程中淀粉含量的影响

由图 7 可知, 在贮藏期间各处理与对照猕猴桃的淀粉含量均呈下降趋势, 但各处理与对照间无明显差异, 这说明草酸处理对猕猴桃果实淀粉含量变化无影响。由图 7 还可知, 淀粉水解可分为 2 个明显阶段, 入库 30 d 内是淀粉迅速水解时期, 占淀粉水解总量的 78.04%; 入库 30 d 后, 淀粉水解速度趋于缓慢。方差分析结果显示, 各处理与对照间及各处理间果实淀粉含量差异均未达显著水平 ($P > 0.05$)。

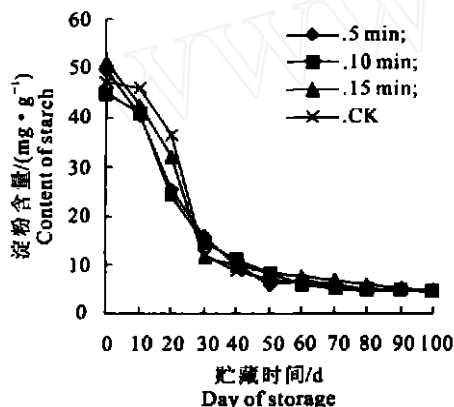


图 7 草酸对猕猴桃果实淀粉含量的影响

Fig. 7 Effect of the oxalic acid on starch content of kiwifruit

3 讨论

本研究结果表明, 用 20 g/L 草酸溶液浸泡 15 min 清洗猕猴桃果锈的效果最好, 且在冷藏条件下, 其贮藏品质高于对照, 果肉硬度下降稍缓, 呼吸强度和乙烯释放量明显降低, 有机酸和 V_c 降解速度均受到抑制, 而 TSS 含量和淀粉含量变化与对照无明显差异。因此, 用 20 g/L 草酸溶液浸果是清洗猕猴桃果锈的有效方法, 且对猕猴桃贮藏无不良影响。

本研究中, 经草酸溶液处理的猕猴桃在 (0 ± 0.5) 的冷藏条件下, 果肉硬度在入库后至 30 d 快速下降, 在入库 30~100 d 缓慢下降。据分析, 淀

粉含量的下降, TSS 含量的上升与果肉硬度的下降呈极显著相关 ($r = -0.9712$), 由此推断果实贮藏初期的软化可能是由于淀粉酶活动引起淀粉水解, 同时伴随着果胶物质的水解引起的。淀粉作为细胞内容物对细胞起着支撑作用, 并维持细胞的膨压, 当淀粉被水解后, 会引起细胞张力下降, 从而导致细胞软化降解, 最终引起果实快速软化。随后的缓慢软化可能主要与果胶物质的水解有关。非水溶性果胶含量愈多, 果肉硬度愈大, 而果实贮藏中后期非水溶性果胶水解为可溶性果胶, 此阶段也是多聚半乳糖醛酸酶活性高峰期, 因而加速了非水溶性果胶的水解, 导致此阶段果实的进一步软化^[7,9]。此时果肉硬度与淀粉含量已趋近于 0, 而 TSS 含量达最大值, 进入猕猴桃的食用期, 这一结果与前人^[9-13]研究结果一致。但经草酸溶液处理的果实在贮藏过程中硬度较对照高, 可能是草酸浸透果皮进入果肉后, 与细胞内自由离子态钙 (Ca^{2+}) 结合形成不溶性草酸钙盐, 并大量积累于中胶层及相应的细胞壁内, 在细胞膨压减小和非水溶性果胶物质水解时可减慢胞壁物质溶解, 从而减缓果肉硬度下降, 具体机理有待进一步研究。

水果有机酸含量在采后一般都呈下降趋势, 但本试验猕猴桃的有机酸含量则是先上升后下降, 与前人^[14]研究结果有所不同, 究其原因可能有 2 个方面: 一方面可能是猕猴桃为后熟型果实, 因此在采后仍然存在各种运转物质的相互转化, 且在低温条件下转化速度相对较慢, 但仍存在着有机酸的合成, 且前期合成速度大于分解速度, 直到贮后 20 d 有机酸分解速度大于合成速度; 另一方面可能是本试验用草酸处理果实, 且草酸溶液有一定的浓度和浸果时间, 因此草酸可能浸透果皮深达果肉, 从而使果肉有机酸含量上升。是否由于上述原因引起有机酸含量先上升还有待进一步研究证实。

酶促降解、物理溶解及暴露于空气中受热氧化分解, 是猕猴桃果实 V_c 损失的主要原因^[15], 但经草酸处理的猕猴桃 V_c 的氧化则较对照缓慢, 这与梁华弟等^[15]增加果汁中多元羧酸含量能有效减少 V_c 损失的研究结论是一致的, 其原因可能是草酸为有机强酸和二元羧酸, 而强酸有抗氧化的作用, 能减缓酶促降解、减少物理溶解, 且在冷藏条件下阻抗 V_c 氧化, 具体原因有待进一步研究。

[参考文献]

- [1] 陈金印, 徐小彪. 猕猴桃贮藏保鲜研究进展[J]. 江西农业大学学报, 1997, 19(1): 98-103

- [2] 宋圃菊, Tannenbaum S R. 中华猕猴桃果汁的防癌作用: 一. 中华猕猴桃汁阻断N-亚硝基吗啉合成[J]. 营养学报, 1984(2): 109-112
- [3] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安: 世界地图出版社, 2000: 160-162
- [4] 宁正祥. 食品成分分析手册[M]. 中国轻工业出版社, 2001: 313-314
- [5] 徐昌杰, 陈文峻, 陈昆松, 等. 淀粉含量测定的一种简便方法——碘显色法[J]. 生物技术, 1998, 8(2): 41-43
- [6] 陈金印, 曾 荣, 李 平. 猕猴桃果实冷藏过程中生理生化变化[J]. 食品科学, 2003(2): 138-141
- [7] 王贵禧, 韩雅珊, 于 梁. 浸钙对猕猴桃果实硬度变化影响的生化机制[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 21-24
- [8] 樊秀彩, 张继澍. 1-甲基环丙烯对采后猕猴桃果实生理效应的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 399-402
- [9] 王绍美, 赵讲芬. 茶多酚对采后猕猴桃果实硬度的变化影响[J]. 西南农业学报, 1998, 11(2): 84-87
- [10] 王仁才, 熊兴耀, 谭兴和. 美味猕猴桃果实采后硬度与细胞壁超微结构变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2000, 12(6): 457-460
- [11] 陈金印, 曾 荣. 美味猕猴桃低温贮藏过程中果实总淀粉酶和多聚半乳糖醛酸酶活性变化[J]. 江西农业大学学报: 自然科学版, 2002, 24(2): 168-171
- [12] Mochizuki T, Kurosaki T. Histochemical changes of starch in kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch) during fruit growth and storage[J]. Jap Soc Food Tech, 1988, 35(4): 221-225
- [13] Pratt H K, Reid M S. Seasonal patterns in fruit growth and maturation ripening respiration and the role of ethylene[J]. Journal of the Sciences of Food and Agriculture, 1974, 25: 747-757
- [14] 陈金印, 陈 明, 甘 霖. 1-MCP 处理对冷藏‘金魁’猕猴桃果实采后生理和品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(1): 1-5
- [15] 梁华伟, 潘林娜, 魏 勤, 等. 猕猴桃果实采后Vc变化规律及其稳定性[J]. 食品科学, 1993(5): 3-9

Effects of oxalic acid on “the fruit rust” washing and storage of kiwifruit

ZHANG Zhong-hai¹, RAO Jing-ping¹, LI Ling-ling²

(¹ Horticulture College, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi, 712100, China;

² Zhouzhi Agricultural Bureau, Zhouzhi, Shaanxi 710400, China)

Abstract: 20 g/L of oxalic acid was used to wash the fruit rust of kiwifruit for 5, 10 and 15 min, the changes of firmness, respiration, ethylene, TSS, organic acid, Vc and starch etc were detected during storage (0±0.5). The rust washing function of oxalic acid and its influence on storage quality and relative physiological changes were studied. The result showed the fruits treated with 20 g/L of oxalic acid for 15 min had the best results, the rate of fruit rust washing was 83.3%. Compared with control, all the treatments of oxalic acid dropped the firmness slowly, respiration rate and ethylene product rate were suppressed, and the degradation of the organic acid and Vc remarkably inhibited. But the content variety of TSS and starch had no obvious difference with control.

Key words: oxalic acid; kiwifruit; fruit rust; storage quality