

文章编号: 1674-7054(2012)02-0162-04

涂膜在柚子保鲜上的应用

王良玉¹, 吴 妹², 李致瑜², 魏雪琴², 姚闽娜²

(1. 福建师范大学福清分校 生物与化学工程系 福建 福清 350300;

2. 福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002)

摘 要: 分别采用魔芋葡甘聚糖复合膜液、羧甲基壳聚糖膜液及可溶性淀粉膜液对琯溪蜜柚进行涂膜保鲜, 并研究了常温贮藏期间柚子有机酸、呼吸强度、乙醇含量、失重率、过氧化氢酶活性等指标的变化。结果表明: 涂膜保鲜的有机酸、呼吸强度、乙醇含量、失重率、过氧化氢酶等指标的值均低于对照组, 涂膜保鲜能有效延长柚子的保鲜期。其中, 可溶性淀粉膜对蜜柚的保鲜期能达到 80 d, 羧甲基壳聚糖膜对蜜柚的保鲜期能达到 90 d, 魔芋葡甘聚糖薄膜对蜜柚的保鲜期能达到 120 d。

关键词: 涂膜; 柚子; 魔芋葡甘聚糖; 保鲜

中图分类号: S 666.3

文献标志码: A

柚子是常绿乔木柚树(*Citrus maxima*)的果实, 别名文旦, 产于我国福建、江西、广东、广西等南方地区。目前, 对柚子的保鲜普遍采用化学药剂防腐处理, 但该方法的保鲜效果并不明显, 而且, 过多使用化学药剂不但提高了保鲜的成本, 还降低了柚子食用的安全性和天然性, 对其消费产生不利的影响。因此, 简单、高效、绿色安全的柚子保鲜技术成为未来研究的方向^[1-2]。果蔬涂膜处理是近年来受到普遍关注的一种采后保鲜方法, 果实采后进行适宜的涂膜处理, 可增加对果皮的保护作用, 抑制果实呼吸, 保持可溶性固形物含量, 减少失水等, 从而提高果实的耐贮性^[3]。涂膜保鲜具有操作方便、经济、实用、有效的特点^[4-6]。笔者用自行配制的 3 种膜液对琯溪蜜柚进行涂膜保鲜, 并测定了常温贮藏期间柚子果肉中有机酸、呼吸强度、乙醇含量、失重率、过氧化氢酶等指标的变化情况, 旨在比较各种涂膜的保鲜效果, 寻找最佳的柚子涂膜保鲜技术。

1 材料与方法

1.1 材料 供试的品种为琯溪蜜柚, 采自福建省漳州市西南部的平和县, 于采摘当天运至实验室, 选择大小均匀、色泽一致、无虫害、无机械伤的果实进行试验。

试剂: 魔芋胶(食品级, 云南省昭通市三艾有机魔芋发展有限公司), 羧甲基淀粉(食品级, 山东海祥生物工程有限公司), 可溶性淀粉(食品级, 山东海祥生物工程有限公司), Na_2SO_4 (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), 硫酸亚铁铵(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), NaOH (分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), 高锰酸钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), 重铬酸钾(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司)。

仪器: 721-分光光度计(上海精密科学仪器有限公司), AB204/A 电子天平(海特勒-托利多仪器上海有限公司), MA110 型电子分析天平(上海天平仪器厂), HH-2 型数显恒温水浴锅(常州国华电器有限公司), DK-98-1 型水浴锅(常州国华电器有限公司), BCD-208K/ANCJN 海尔家用电冰箱(青岛海尔股份有限公司), 低温超速离心机(Hitachi Japan), 组织捣碎机(上海精密仪器仪表有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 膜液制备 1) 魔芋葡甘聚糖复合膜液: 将 0.5 g 的魔芋葡甘聚糖、2.0 g 的卡拉胶、0.3 g 的甘油与

收稿日期: 2012-05-02

基金项目: 福建省自然科学基金项目(2011J01285); 福州市科技计划项目(2011-N-44)

作者简介: 王良玉(1975-), 女, 福建福清人, 福建师范大学福清分校讲师, 硕士。

通信作者: 姚闽娜. E-mail: girl2-9@163.com

300 mL 的水混合,60 ℃ 水浴加热溶解,然后用碳酸钠将 pH 值调至 10。2) 羧甲基壳聚糖膜液:将 $w = 2\%$ 的壳聚糖 1.0 g 与 $\varphi = 1\%$ 的柠檬酸 0.5 g 倒入 300 mL 的去离子水中,搅拌至溶解,得到透明无色的溶液。3) 可溶性淀粉膜液:将 0.6 g 的可溶性淀粉分散于 300 mL 的 80 ℃ 水中,恒温 20 min,配制成淀粉溶液,再将 0.3 g 的防腐剂($w = 0.4\%$ 的丙酸钠或 $w = 0.01\%$ 的霉克)、1.0 g 的抗氧化剂($w = 0.33\%$ 的碘化钾)、0.05 g 的增塑剂($\varphi = 3\%$ 的甘油)倒入 5 mL 的蒸馏水中,溶解后与淀粉溶液混合。

1.2.2 涂膜方法 将供试的柚子分别放入 3 种膜液中浸泡 30 s,取出晾干后,于室温贮藏保存,然后定期测定各项生理指标。

1.3 测定指标

1.3.1 失重率 采用差量法测量失重率,其计算公式为:

$$\text{失重率} = (\text{贮前果实质量} - \text{测定时果实质量}) / \text{贮前果实质量} \times 100\%$$

1.3.2 有机酸含量 有机酸含量的测定采用 NaOH 中和滴定法。具体操作步骤为:柚子去皮,称取 15 g 果肉置于研钵中,研磨成粘稠状后倒入锥形瓶中,然后放入 80 ℃ 水浴锅中加热,每隔 5 min 搅拌 1 次,30 min 后,取出锥形瓶,冷却后,将捣碎的柚子果肉定容于 100 mL 的容量瓶中,摇匀后离心,取上清液 30 mL 于锥形瓶中,滴入 2 滴酚酞,与 NaOH 溶液进行标定。重复 3 次,取其平均值作为蜜柚的有机酸含量。

1.3.3 呼吸强度 呼吸强度是植物体新陈代谢强弱的 1 个重要指标,它是指单位面积或单位重量的植物体,在单位时间内吸收的氧或释放的二氧化碳量或损失的干重。本实验采用静态二氧化碳吸收法测定柚子的呼吸强度,其计算公式为:

$$\text{呼吸强度}(\text{CO}_2) = (V_{\text{对照}} - V_{\text{测定}}) \times 44 / (m_{\text{柚果}} \times t)$$

式中: $V_{\text{对照}}$ 为对照滴定消耗的草酸量, $V_{\text{测定}}$ 为测定滴定消耗的草酸量, $m_{\text{柚果}}$ 为柚果质量, t 为测定时间。呼吸强度用释放出来的 CO_2 量来表示,单位为 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

1.3.4 乙醇含量 乙醇含量测定采用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化滴定法。取出蜜柚果肉,研磨捣碎后称取 30 g 的捣碎液,用氢氧化钙将其 pH 值调至 10,进行蒸馏,取 10 mL 蒸馏液,加入适量的硫酸亚铁铵溶液,然后用重铬酸钾进行滴定。

1.3.5 过氧化物酶(POD)活性 过氧化物酶是活性较高的一种酶,它与呼吸作用、光合作用及生长素的氧化等都有关系。一般老化组织中活性较高,幼嫩组织中活性较弱。这是因为过氧化物酶能使组织中所含的某些碳水化合物转化成木质素,增加木质化程度,所以,过氧化物酶可作为组织老化的一种生理指标^[6]。

参照文献[7]的方法测定过氧化物酶的活性,具体步骤为:将 1.0 g 剪碎的柚子皮、2.0 mL 预冷过的 $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 PBS($\text{pH} 7.0$, 含 $w = 1\%$ 的 PVPP) 及少许石英砂放入研钵中,在冰浴条件下研磨成匀浆,然后用 5.0 mL 的 PBS 液冲洗研钵及玻棒,转移到 10.0 mL 带塞的离心管中,低温离心($2 \sim 4 \text{ }^\circ\text{C}$, $10\,000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 15 min),取上清液作为酶提取液。反应混合液由 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2O_2 溶液 0.05 mL + 2.8 mL 的 PBS + $0.18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的愈创木酚 0.05 mL 组成,在 25 ℃ 恒温 10 min 后,迅速加入 0.1 mL 待测酶液,然后立即测定 470 nm 波长条件下的吸光值(A),以每分钟每克果皮变化的 0.01 光密度值(OD_{470}) 作为 1 个 PPO 酶的活性单位(U),用 $\Delta OD_{470} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 来表示。

1.3.6 维生素 C 含量 采用靛酚滴定法测定柚果的维生素 C 含量,具体步骤为:将 20 g 的果肉连同 $\varphi = 2\%$ 的草酸溶液 20 mL,一起倒入组织捣碎机中打成匀浆。称取 20 g 浆状样品,置于分液漏斗中,加入 10 mL 的二甲苯进行萃取,用分液漏斗分离出下层溶液,吸取下层溶液 15 mL (含维生素 C $0.2 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) 移入 50 mL 的容量瓶中,用 $\varphi = 1\%$ 的草酸溶液定容至刻度,摇匀。将样液过滤,弃去最初数毫升滤液,然后迅速吸取 20 mL 滤液,置于 50 mL 三角瓶中,用 2,6-二氯靛酚染料溶液滴定,直至溶液呈现粉红色,15 s 不褪色为止,同时做空白实验。

维生素 C 含量的计算公式为:

$$X = [(V - V_0) \times T] / m$$

式中: X 为样品中的维生素 C 的含量,单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; T 为 1 mL 染料溶液相当于维生素 C 标准溶液的量,单位为 mg; m 为滴定时所取的滤液中含有样品的质量,单位为 g; V 为滴定样液时消耗染料的体积,单位为 mL; V_0 为滴定空白时消耗染料的体积,单位为 mL。

2 结果与分析

2.1 涂膜对柚子贮藏期间有机酸含量的影响 从图 1 可知,贮藏期间蜜柚果肉中有机酸含量逐渐增加,

经魔芋葡甘聚糖复合膜、羧甲基壳聚糖膜、可溶性淀粉膜处理的涂膜组有机酸含量一直低于同期对照。3种涂膜处理的蜜柚果肉的机酸含量在贮藏的第60天时,仍低于 $0.40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$,而对照组在30 d时就已达到了 $0.40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。其中,使用魔芋葡甘聚糖复合膜保鲜的柚子的果肉酸度在60 d后才开始增加,到80 d时有机酸含量仍低于 $0.40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

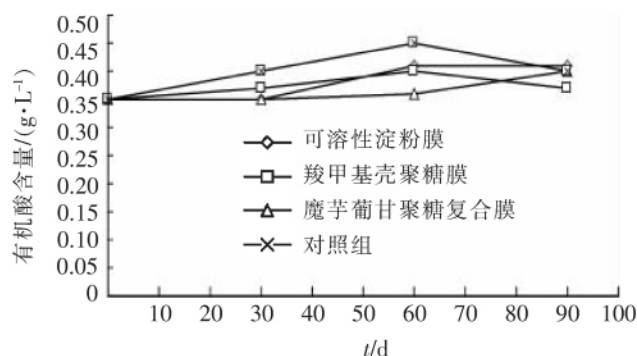


图1 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏有机酸的影响

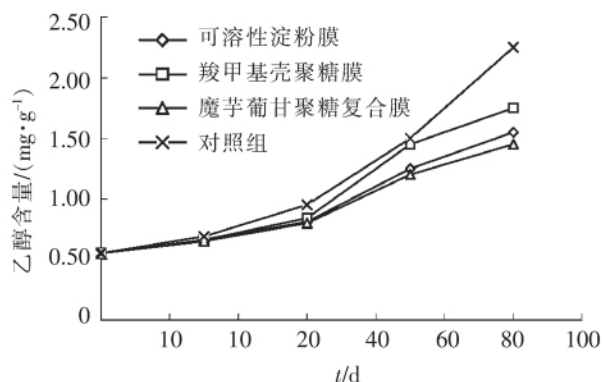


图2 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏乙醇含量的影响

2.2 涂膜对柚子贮藏期间乙醇含量的影响 从图2可知,贮藏期间柚子的乙醇含量随着贮藏时间的延长而升高。前30 d各处理的乙醇含量增加不明显,差异不大,但随着时间的延长,到120 d时,对照组中乙醇的含量从刚开始的 $0.50\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 直接升到 $2.40\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 。而经涂膜处理的蜜柚果肉的乙醇含量增加不明显,明显低于对照,其中,魔芋葡甘聚糖复合膜的效果最好。

2.3 涂膜对柚子贮藏期间失重率的影响 琯溪蜜柚在贮藏期间由于蒸腾作用和呼吸作用的影响会引起失重。柚子水分会随着储藏时间的延长而减少,其质量会相对降低,从外观看,最明显的现象是果皮褶皱。

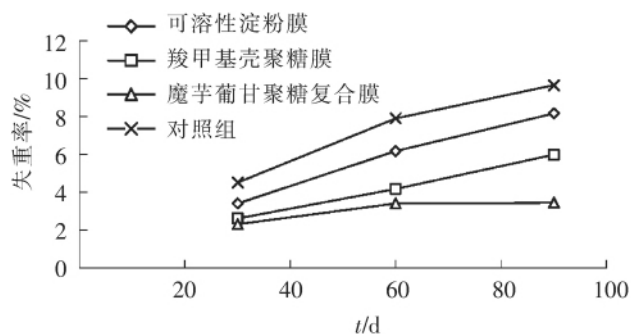


图3 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏失重率的影响

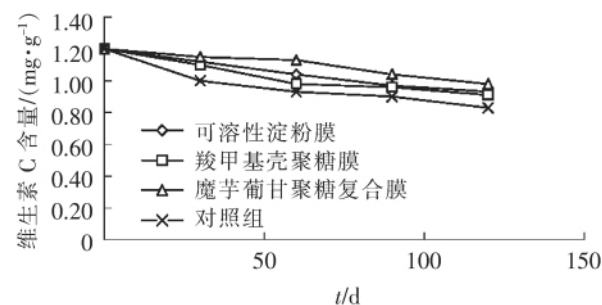


图4 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏维生素C含量的影响

从图3可以看出,涂膜组的失重率均明显低于对照组。贮藏30 d后,涂膜处理的柚子失重率均在3%以内,而对照组的柚子失重率已达到4%;贮藏60 d后,所有涂膜处理的柚子失重率均小于6%,其中,经魔芋葡甘聚糖保鲜膜处理的柚子失重率仅为3.39%,羧甲基壳聚糖膜处理的柚子失重率为4.16%,可溶性淀粉膜处理的柚子失重率为6.16%,而对照组的柚子失重率已接近8%。90 d后,未经涂膜处理的柚子失水过多,失重率约10%。由此可见,涂膜保鲜能有效减缓柚子储藏期间的失重。

2.4 涂膜对柚子贮藏期间维生素C含量的影响 在所有维生素中,维生素C是最不稳定的,在贮藏期间,易被氧化和分解。从图4可知,随着时间的延长,维生素C的含量不断地减少,但是涂膜组能减缓维生素C含量减少的速度,说明涂膜处理对琯溪蜜柚的维生素含量有较好的保持作用,能有效地保持琯溪蜜柚的风味与营养成分。尤其是经魔芋葡甘聚糖复合膜处理的柚子,在较长的时间内,其果肉中的维生素C含量都能维持在较高的水平。

2.5 涂膜对柚子贮藏期间呼吸强度的影响 呼吸作用是果蔬采后最主要的生理活动,是生命存在的重要标志。柚子采收后,由于失去了水分和养分的供应,在贮藏过程中只能通过呼吸作用并依靠消耗自身养分来获得维持正常生命活动所需的能量,从而降低了琯溪蜜柚的营养品质,呼吸强度的大小可直接影响

响琯溪蜜柚的贮藏特性,呼吸强度越高,其耐贮性就越差^[8]。

从图5可知,蜜柚的呼吸强度在整个贮藏期间大部分呈波动趋势,先升高后降低。通过观察贮藏期间柚子呼吸强度的变化,发现魔芋葡甘聚糖复合膜处理的柚子的呼吸强度,始终维持在一个较低的水平,到120 d后其呼吸强度得到了很好的控制,几乎达到0。同时发现,各涂膜处理组都能有效降低琯溪蜜柚在贮藏期间的呼吸强度,对照组的呼吸强度,始终为各组最高。

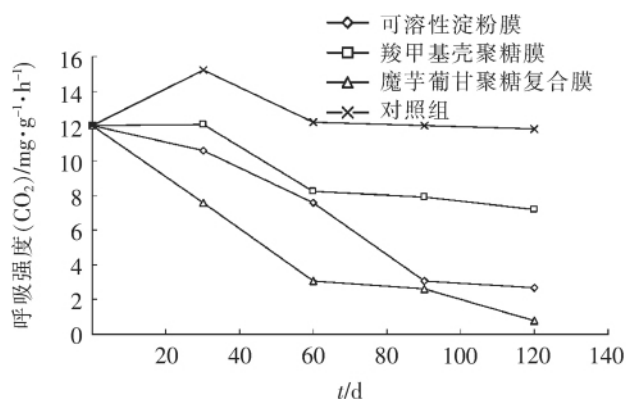


图5 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏呼吸强度的影响

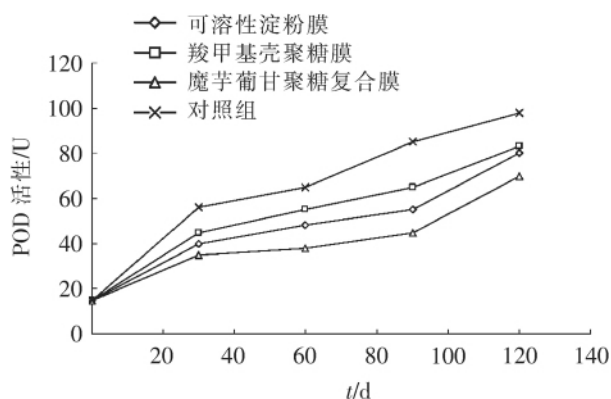


图6 不同保鲜膜处理对琯溪蜜柚常温贮藏 POD 酶活性的影响

2.6 涂膜对柚子贮藏期间过氧化物酶(POD)活性的影响 POD在老化组织中活性较高,幼嫩组织中活性较弱。这是因为过氧化物酶能使组织中所含的某些碳水化合物转化成木质素,增加木质化程度,所以,过氧化物酶可作为组织老化的一种生理指标。因此,POD活性可作为果实成熟和衰老的标志之一^[9]。从图6可以看出,贮藏期间对照组的POD活性快速上升,而涂膜组的POD活性上升速率较对照组慢。100 d时,对照组的POD活性已近90 U,可溶性淀粉膜组柚子的POD活性约为70 U,羧甲基壳聚糖膜组柚子的POD活性约为60 U,魔芋葡甘聚糖复合膜组柚子的POD活性约为50 U。可见,在贮藏过程中,经过涂膜处理的柚子的POD活性都低于对照的POD活性,涂膜处理减缓了柚子的成熟和衰老。

2.7 涂膜对柚子贮藏保鲜时间的影响 实验结果表明,对照组琯溪蜜柚贮藏40 d后,几乎完全失水,表皮失去光泽,呈现干瘪状态。在涂膜组中,可溶性淀粉膜对蜜柚保鲜期能达到80 d,羧甲基壳聚糖膜对蜜柚的保鲜期能达到90 d,魔芋葡甘聚糖复合膜对蜜柚保鲜期能达到120 d,且表皮饱满有光泽,保鲜效果良好。

3 讨论

实验结果表明:用魔芋葡甘聚糖复合膜液、羧甲基壳聚糖膜液、可溶性淀粉膜液对琯溪蜜柚进行涂膜保鲜是可行的,在贮藏后期,琯溪蜜柚各项生理生化指标,如呼吸强度、失重率均低于对照组,其中,魔芋葡甘聚糖复合膜处理的效果最好,经其涂膜的琯溪蜜柚贮藏期能达到120 d。

魔芋葡甘聚糖复合膜液具有粘度高、稳定性好、吸水性强、成膜性好等优点。柚子经其涂膜后,会在表面形成一层无色透明的半透膜,该半透膜能有效地阻止O₂进入果实内部,减缓由呼吸作用产生的CO₂向外扩散,使果实内部形成一个低O₂、高CO₂的半透膜层,从而有效地抑制其生理呼吸,减缓其营养物质的损耗,并能有效地减少外源微生物的侵染,减少果实机械损伤,避免了因表皮细胞破裂致使营养物质流出而导致的微生物生长,从而减少果实的腐烂,同时,还可以减少贮藏期柚子内部水分的蒸发,从而保持柚子的硬度与色泽。

参考文献:

- [1] 水茂兴, 陈美慈, 马国瑞. 两种壳聚糖的不同配比对草莓保鲜效果的影响[J]. 东海海洋, 2001, 19(2): 18-20.
- [2] 周炼, 韩爱华, 王日葵. 几种保鲜药在柑桔贮藏中的防病效果[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2007, 32(5): 43-45.
- [3] 赵瑞平, 兰凤英, 孙丰梅, 等. 采前涂膜处理对宣化牛奶葡萄贮藏生理及品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 274-275.
- [4] 郭敏. 食品涂膜保鲜的研究[J]. 食品科学, 1996, 17(3): 59-62.

(下转第173页)

Effect of NaCl Treatment on Na⁺ and K⁺ Content in the Leaves of *Sesuvium portulacastrum*

HAN Bing^{1,2}, PANG Yong-qi², CHANG Li-li², WANG Dong-yang², WANG Xu-chu²

(1. College of Agronomy, Hainan University, Haikou 570228, China; 2. Institute of Tropical Bioscience and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China)

Abstract: Although regarded as one of the major cations contributing to soil salinity, sodium was also reported to be beneficial to plant growth. To elucidate the function of sodium in plants under salt stress, seedlings of *Sesuvium portulacastrum* were treated with NaCl at different concentrations (0, 300, 600, 900 mmol · L⁻¹) to observe the leaf morphology, biomass weight and Na⁺ and K⁺ content. The results showed that the seedlings treated with 300 mmol · L⁻¹ NaCl produced the highest biomass. The flame emission and X-Ray microanalysis showed that large amounts of sodium ions were accumulated in the leaves, and that the leaf Na⁺ content was increased dramatically with the NaCl concentration while the leaf K⁺ content decreased, which leads to a high Na⁺/K⁺ ratio. This study suggests that sodium of a given range of concentration could improve plant growth but high levels of sodium reduce uptake of K⁺ by the plant, hence leading to toxicity to the plant growth.

Key words: halophyte; *Sesuvium portulacastrum*; sodium; potassium; ion; salt stress

(上接第 165 页)

[5] 高海生. 果蔬涂膜保鲜剂的配制与应用[J]. 适用技术市场, 2000(5): 41-43.

[6] 闫子娇, 张有林, 于月英. 魔芋葡甘聚糖涂膜对鲜切苹果保鲜的研究[J]. 农产品加工, 2009(6): 60.

[7] 朱广廉, 种海文. 植物生理学实验[M]. 北京: 北京大学出版社, 1990: 5.

[8] 李永超, 丁原书, 张夕蕾. 双孢蘑菇采后生理生化及保鲜技术研究进展[J]. 当代生态农业, 2008(1): 114-115.

[9] 杜秀敏, 殷文璇, 赵彦修, 等. 植物中活性氧的产生及清除机制[J]. 生物工程学报, 2001, 17(2): 121-202.

Effect of Coatings on Storage of Pomelo

WANG Liang-yu¹, WU Mei², LI Zhi-yu², WEI Xue-qin², YAO Min-na²

(1. Biology and Chemistry Engineering Department, Fuqing Campus, Fujian Normal University, Fuqing 350300, China;
2. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Konjac glucomannan complex film solution, carboxymethyl chitosan film solution and starch film solution were used to coat pomelo fruit (Guanxi Honey Pomelo). The coated fruit were stored at room temperature, and their physiological and biochemical parameters were determined, such as pulp organic acids, respiration rate, ethanol concentration, weight loss, catalase activity, etc. The results showed that the coated fruit were lower in all the parameters determined than the control, and that the coatings effectively extended the shelf life of the pomelo fruit. The pomelo fruit had a shelf life of upto 80 days when coated with starch film solution, upto 90 days when coated with the carboxymethyl chitosan film solution, and upto 120 days when coated with the konjac glucomannan complex film solution.

Key words: coating; pomelo; KGM; Vitamin C; peroxidase