

## 壳聚糖涂膜保鲜木瓜研究

吴亚弟, 史载峰\*, 薛长英, 杨玲, 张小朋 (海南师范大学化学系应用化学, 海南海口 571158)

**摘要** [目的] 研究壳聚糖对木瓜的保鲜作用。[方法] 在常温条件下, 采用不同浓度的壳聚糖溶液对木瓜进行涂膜并用薄膜密封处理, 测定其失重率、pH 值、Vc 含量和总糖含量变化。[结果] 结果表明, 用 1.0% 的壳聚糖水溶液浸泡且密封的木瓜各营养成分变化缓慢, 保鲜效果最佳, 比正常存放的木瓜延长了 10 d。[结论] 壳聚糖是高效、无毒、无味和低成本天然保鲜剂。

**关键词** 木瓜; 壳聚糖; 保鲜

中图分类号 S609+.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)01-00374-03

## Study on Preservation of Pawpaw with Coating Chitosan

WU Ya-di et al (Department of Chemistry, Hainan Normal University, Haikou, Hainan 571158)

**Abstract** [Objective] The aim of research was to study the preservation effects of pawpaw with chitosan. [Method] The changes of the factors such as apparent weight loss, pH value, Vc and total sugar contents were determined during the preservation process under the normal temperature condition. [Result] The results indicated that chitosan-impregnated pawpaw with solution of 1.0% (wt) and wrapped by preservative film had the best preservation effect, keeping fresh days was prolonged to 15 days while the pawpaw without any other treatment was keeping fresh for 5 days. The fresh period increased by 10 days. [Conclusion] The chitosan is a crude preservation that is high effective, innocuous and favourable.

**Key words** Pawpaw; Chitosan; Preservation

木瓜是番木瓜科常绿软木性乔木, 与香蕉、菠萝同称为“热带三大草本果树”, 是热带、亚热带水果中  $V_A$  含量很高的一种水果, 同时富含 Vc 和可溶性钙。木瓜具有助消化、治胃病和抗肿瘤等功效<sup>[1-4]</sup>, 深受消费者的喜爱。为方便储运, 人们常常采取在成熟前提前采摘的方法延长木瓜的保鲜期, 这样木瓜的营养成分尚未达到最佳, 且药用效果也会受到影响<sup>[5]</sup>。但是关于利用其他方法进行木瓜的保鲜研究尚未见报道。

壳聚糖 (Chitosan) 具有良好的成膜特性和强的抗菌保鲜防腐能力。作为高效、无毒、无味和成本较低天然保鲜剂, 利用壳聚糖涂膜保鲜果蔬日渐成为研究热点之一<sup>[6-10]</sup>。因此, 笔者拟利用水溶性壳聚糖涂膜进行木瓜保鲜研究, 通过测定失重率、pH 值、Vc 含量和总糖含量, 结合表观变化分析壳聚糖保鲜木瓜的效果。

## 1 材料与方 法

## 1.1 材 料

**1.1.1 材料和试剂。**水溶性壳聚糖(国药集团化学试剂有限公司), 木瓜(购于海口市场), 葡萄糖(CP, 国药集团化学试剂有限公司), 蒽酮溶液(国药集团化学试剂有限公司), 硫脲(广州化学试剂厂), 亚铁氰化钾(武汉市中南化学试剂厂), 乙酸锌溶液(无锡阳山生化有限责任公司), 盐酸(广州市东红化工厂), 氢氧化钠(天津市百世化工有限公司), 浓硫酸(广州市东红化工厂), 冰醋酸(天津市福晨化学试剂厂), 甲基红指示剂(上海试剂三厂)。

**1.1.2 仪器。**721 分光光度计(上海光学仪器五厂), pH 计(上海康仪仪器有限公司), 分析天平(上海科技天平), 恒温水浴锅(江苏肖金坛市荣华仪器制造有限公司)。

**1.2 方 法** 首先将购买的木瓜用清水进行清洗, 晾干后, 分别在室温下露天自然存放, 以及用 0.5%、1.0% 和 1.5% 的壳聚糖水溶液浸泡后晾干于室温下露天存放。对应地, 将另外

一组按照以上方式处理后, 分别采用塑料保鲜膜密封后于室温下露天存放。存放过程的平均室温为 30℃。在存放过程中, 定时取出木瓜样品挤汁分析。

**1.3 测定方法** 感官: 木瓜表观变化, 包括灰暗度、褶皱度、斑点量。失重: 每日称量木瓜质量, 计算失重率。pH 值测定: 用 pH 计直接测定木瓜汁 pH 值。Vc 的测定<sup>[11-13]</sup>: 用移液管从所得的新鲜木瓜汁中移取 10 mL 到 250 mL 锥形瓶中, 加入适量的蒸馏水和 10 mL 6 mol/L 的 HAc 溶液, 搅拌使之混合均匀。加入 2 mL 的淀粉指示剂溶液, 立即用已经标定好的碘溶液滴定至溶液呈现稳定蓝色为终点。根据用去碘标准溶液的体积及其浓度和 Vc 的摩尔质量, 计算 Vc 的含量。总糖测定<sup>[14-15]</sup>: 取 5 mL 木瓜汁于 50 mL 具塞比色管中, 加入 5 mL 乙酸锌溶液, 再加入 5 mL 亚铁氰化钾溶液, 加入蒸馏水至刻度, 搅拌均匀后静置 30 min, 取上层清液 5 mL 溶液加入 5 mL 1:1 的盐酸, 并加甲基红作为指示剂, 在 68~70℃ 恒温水浴锅中加热 15 min, 冷却后用 5 mol/L 的 NaOH 溶液中和, 然后将其移入 100 mL 容量瓶中, 定容。摇匀后取 1 mL 于具塞比色管中, 加入 5 mL 的蒽酮硫酸溶液, 沸水水浴 10 min, 冷却 1 h, 测其吸光度并计算木瓜中糖的含量。

## 2 结果与分析

**2.1 表观现象** 木瓜表观变化主要包括是否有褶皱、灰暗度如何、斑点的多少等, 储藏期间不同存放方式对应的表观变化如表 1 所示。由表 1 可知, 所有经涂膜或密封处理的木瓜保鲜期比自然存放均有所延长, 尤其是经密封处理后, 显著延缓了木瓜的表观变化。这是因为, 在木瓜表面形成的壳聚糖薄膜可以在一定程度上抑制水分的散失及与外部的物质交换, 延缓自呼吸过程, 尤其是壳聚糖具有灭菌性能, 可对木瓜表面的细菌进行有效去除, 防止细菌引起的霉变等变化。而采用塑料薄膜密封处理, 则可以有效防止水分的散失及外部细菌的侵入, 从而延长木瓜保鲜期。对比表 1 中各存放方式, 自然存放的木瓜在第 5 天即开始出现灰暗、皱褶现象。而经 1.0% 壳聚糖溶液浸泡涂膜并密封处理的木瓜, 直到第 15 天才开始出现轻微的灰暗和斑点, 比自然存放的木瓜延长了 10 d。而经 0.5% 或 1.5% 壳聚糖溶液浸泡涂膜处

基金项目 海南师范大学科研基金项目。

作者简介 吴亚弟(1973-), 男, 海南万宁人, 讲师, 从事光催化水处理技术的教学与研究。\* 通讯作者, 博士, 教授, E-mail: zhaifengshi@163.com。

收稿日期 2008-10-17

理的木瓜可能因浓度太低而未形成连续膜,或浓度高而使膜层偏厚致使形成的膜因应力作用发生开裂,均在一定程度上

影响了保鲜性能。

表1 不同存放时间木瓜的表现现象

Table 1 Apparent changes of papaya with different storage time

存放方式 Storage way	表现	5 d	6 d	7 d	8 d	9 d	10 d	11 d	12 d	13 d	14 d	15 d
自然存放 Natural storage		+ - - -	+ - - -	- - - -	++++	+++++	+++++					
密封存放 Sealing storage		- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	++ - -	++++	++++		
1.5% 壳聚糖水溶液涂膜 Film coating with 1.5% chitosan solutions		- - - -	- - - -	- - - -	+ - - -	++ - -	++ - -	++ - -	++ - -	++++	++++	++++
1.0% 壳聚糖水溶液涂膜 Film coating with 1.0% chitosan solutions		- - - -	- - - -	- - - -	+ - - -	++ - -	++ - -	++ - -	++ - -	++++	++++	++++
0.5% 壳聚糖水溶液涂膜 Film coating with 0.5% chitosan solutions		- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	+ - - -	++ - -	++ - -	++++	++++	++++
1.5% 壳聚糖水溶液涂膜密封 Film coating with 1.5% chitosan solutions and sealing		- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	+ - - -
1.0% 壳聚糖水溶液涂膜密封 Film coating with 1.0% chitosan solutions and sealing		- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	+ - - -
0.5% 壳聚糖水溶液涂膜密封 Film coating with 0.5% chitosan solutions and sealing		- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	++++

注: 表示灰暗度; 表示褶皱度; 表示斑点量;“- - - -”表示无变化;“+”的多少表示出现变化程度的大小。

Note: indicates degree of grey color; indicates degree of folding; indicates stain quantity;“- - - -” indicates no variation, “+” indicates the degree of variation.

**2.2 失重** 采后由于木瓜的呼吸作用和蒸腾作用会导致其失重萎缩,一旦木瓜萎蔫,外观将会受到很大影响。因此保持木瓜的重量,水分占很大比例,对减少营养物质的损耗至关重要。失重率作为一项重要指标,能够直观反映不同涂膜处理的效果。贮藏期间不同的涂膜处理对木瓜失重率的影响如图1所示。由图1可知,不用保鲜膜密封的各组失重比较大,用保鲜膜密封的各组失重较小。包裹保鲜膜使得木瓜和空气隔绝,有效抑制了木瓜的水分散失,使得包裹保鲜膜的失重率较小。

**2.3 pH 值变化** 酸度是决定水果风味的一个重要因素,不同组pH值的变化如图2所示。由图2可知,pH值基本呈逐渐升高的趋势,部分pH值稍降低再升高。由于木瓜含有丰富的各类蛋白质,所以细菌主要作用于分解蛋白质,所产生的胺类是碱性含氮化合物,促使pH值升高。部分木瓜成熟度较好,糖含量较高,细菌开始时的作用是分解糖,产生酸类物质,使pH值降低,然后再分解蛋白质使pH值升高。密封存放的木瓜由于有效防止了水分的散失及外部细菌的侵入,所以所表现出的pH值变化幅度小于不密封的木瓜。0.5%和1.0%壳聚糖浸泡后用保鲜膜密封的木瓜pH值波动最小,尤其后者最稳定。这是因为浓度为1.0%的壳聚糖成膜性好,所以保鲜效果较好。0.5%的壳聚糖由于浓度偏低,所形成的膜未能够完全覆盖木瓜表面,因而保鲜效果略次于

1.0%的壳聚糖。浓度太大,成膜效果不好,1.5%壳聚糖溶液浸泡后密封存放的木瓜pH值波动较大,没有起到很好的抑菌作用。

- 不处理 Untreated
- 直接密封 Direct sealed
- ◆-0.5%壳聚糖浸泡涂膜0.5% Chitosan solutions film coating
- ◇-0.5%壳聚糖浸泡后密封 Sealed after film coating with 0.5% chitosan solutions
- ▲-1.0%壳聚糖浸泡涂膜1.0% Chitosan solution film coating
- △-1.0%壳聚糖浸泡后密封 Sealed after film coating with 1.0% chitosan solutions
- ★-1.5%壳聚糖浸泡涂膜1.5% Chitosan solution film coating
- ☆-1.5%壳聚糖浸泡后密封 Sealed after film coating with 1.5% chitosan solutions

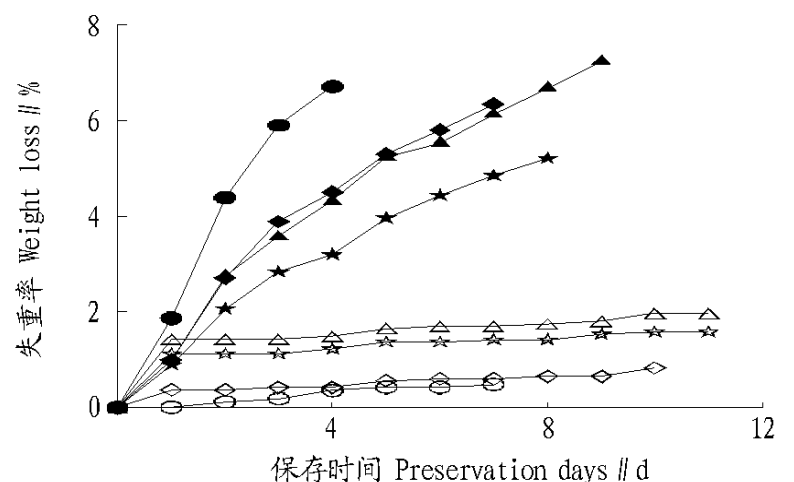


图1 失重与存放时间的关系

Fig.1 Corrdations between weight loss and preservation days

**2.4 Vc 含量变化** Vc 是重要的营养物质,普遍存在于各种水果中,也是衡量保鲜效果的重要指标。Vc 在空气中不稳

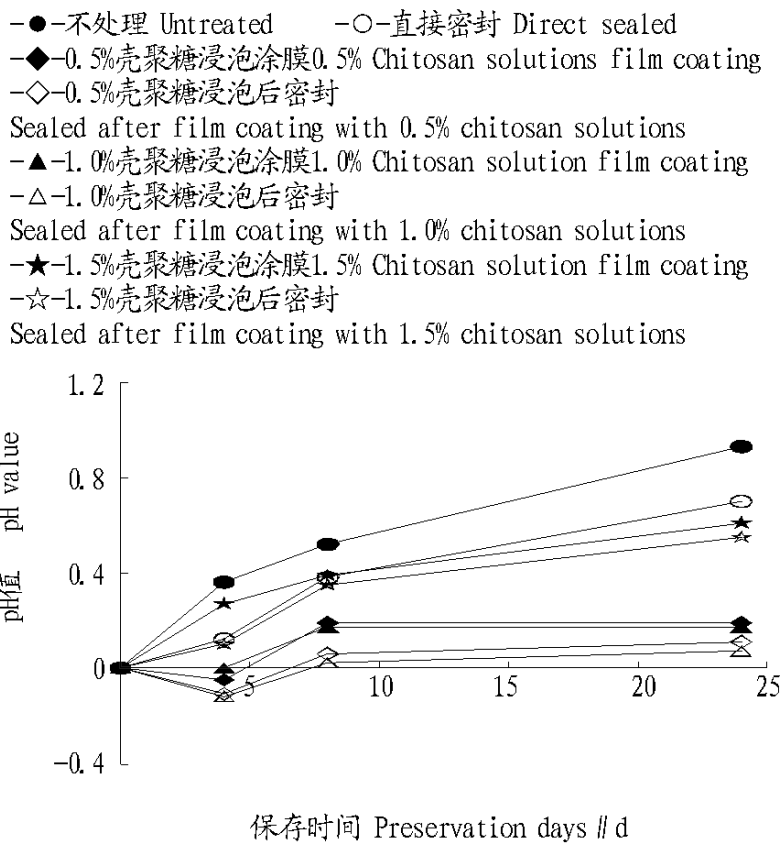


图2 pH 值与存放时间的关系

Fig.2 The correlation between pH value and preservation days

定,很容易被氧化分解。由图3可知,木瓜在存放过程中Vc含量呈先升高后降低的变化趋势。这是因为随着木瓜成熟度增加,Vc含量升高,随后Vc被分解而含量下降。与pH值变化规律类似,密封存放的木瓜Vc变化幅度均较小,1.0%壳聚糖溶液浸泡后密封的木瓜最稳定,其次是0.5%壳聚糖溶液浸泡后密封的木瓜。1.5%的壳聚糖溶液浸泡并密封的木瓜Vc变化幅度依然较大。

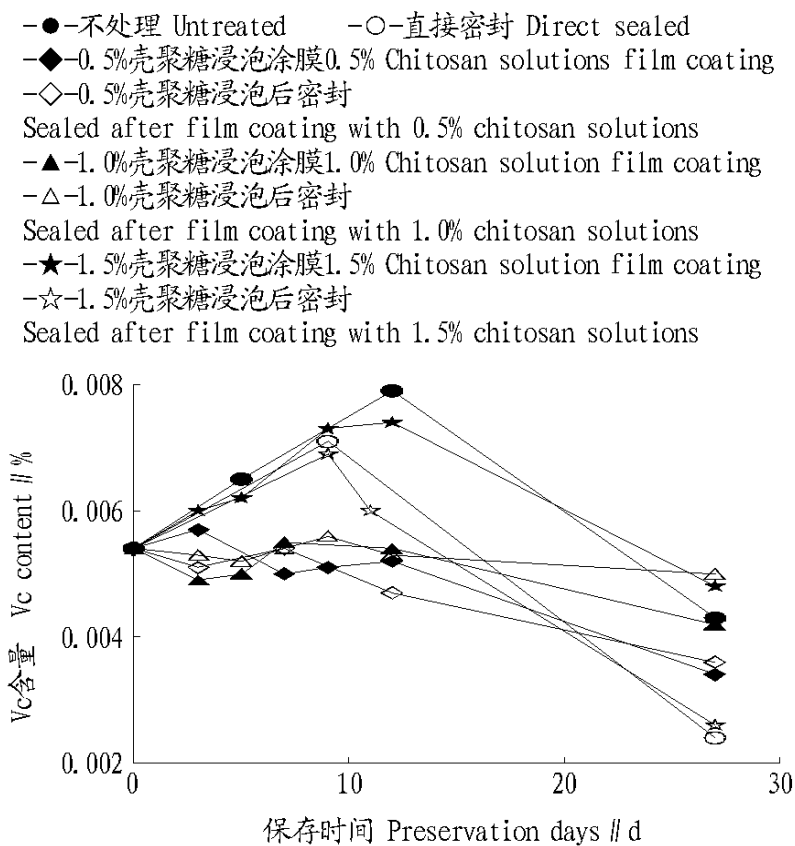


图3 Vc 含量随存放时间的变化

Fig.3 The correlations between Vc contents and preservation days

**2.5 总糖含量的变化** 糖是重要的营养物质,也是衡量果蔬保存效果好坏的一项重要指标。由图4可知,总糖含量在存放初期就逐渐下降,然后再升高。这是因为木瓜是一种糖含量丰富的水果,细菌对其有显著的分解作用,随着糖含量的降低,细菌分解作用减小,随后糖含量再升高。1.0%壳聚糖溶液浸泡后密封的木瓜总糖含量幅度仍然是最小的,壳聚糖膜很好的隔绝了木瓜和空气的接触,最大限度的抑制了木瓜本身的呼吸及细菌的作用,抑制了糖含量的变化。其次是

0.5%壳聚糖溶液浸泡后密封的木瓜。其他样品总糖含量的变化与pH值、Vc含量变化趋势一致。

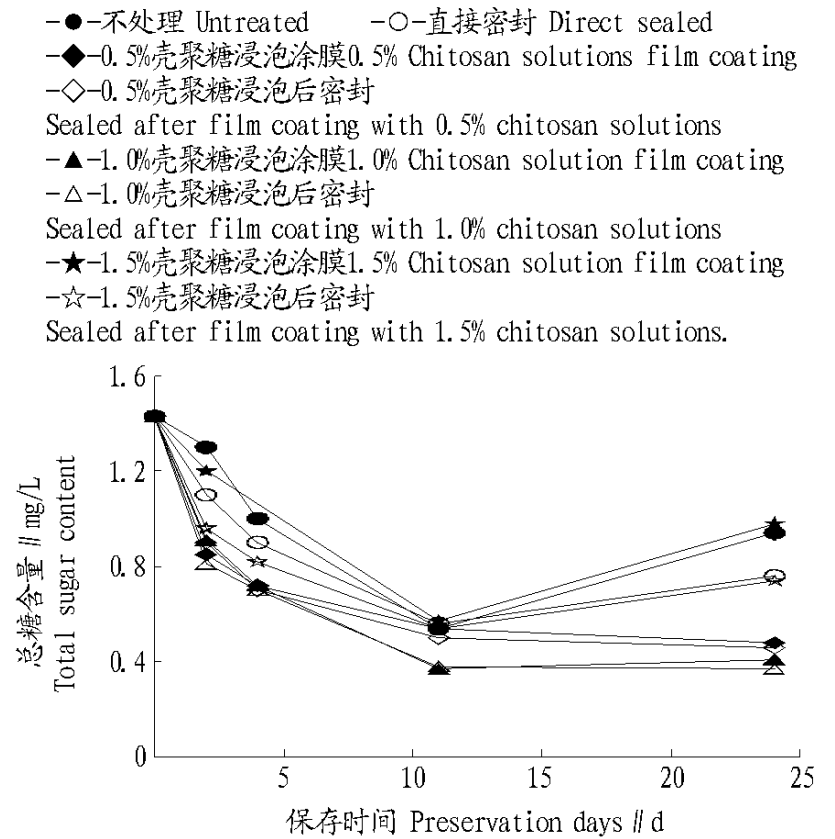


图4 总糖含量随存放时间的变化

Fig.4 The change of total sugar content with the change of preservation days

### 3 小结

通过利用壳聚糖溶液涂膜对杨桃进行保鲜试验研究,得出如下结论。

(1) 利用塑料保鲜膜密封的各组杨桃可以有效防止水分的散失,失重率较小。

(2) 1.0%壳聚糖溶液浸泡后密封存放的杨桃pH值、Vc含量、总糖含量的变化幅度均最小,因成膜性好而有效抑制了杨桃的自呼吸与细菌作用。保鲜期由自然存放的5 d延长到15 d。

水果保鲜的影响因素是复杂的,如采摘期、完好度、品种以及储藏温度、湿度和外部酸度等,所以必需对各因素进行深入的系统研究才能够达到更有效地保鲜效果。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[S]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 于恩发, 梁臣, 陈金法, 等. 木瓜的经济价值及其在园林中应用[J]. 中国林副特产, 2007(5): 39.
- [3] 杨光, 王彬, 史继孔. 木瓜果实营养成分的动态变化[J]. 贵州农业科学, 2005, 33(1): 22-23.
- [4] 贾君. 5种水果中维生素C含量的测定研究[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2004, 10(2): 33-34.
- [5] 刘志. 食品营养学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.
- [6] 朱立贤. 甲壳素与壳聚糖[J]. 中国饲料, 2000(23): 16-17.
- [7] 周挺. 壳聚糖的膜性质及其在果蔬保鲜方面的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2001, 22(6): 81-83.
- [8] 徐宝才. 天然食品防腐剂的研究[J]. 食品与机械, 2001(3): 4-7.
- [9] 陈春涛. 天然食品防腐剂壳聚糖的研究与应用[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 1998(1): 1-4.
- [10] 肖丽霞, 王乔. 壳聚糖在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工, 2005(1): 4-6.
- [11] 张捷莉, 高雨, 侯冬岩. 紫外分光光度计法测定维多康中维生素C的含量[J]. 食品科学, 2004, 25(11): 235.
- [12] 张成孝. 化学测量实验[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [13] 蔡明招. 实用工业分析[M]. 广东: 华南理工大学出版社, 2006.
- [14] 魏晓明. 硫酸蒽酮比色法测定鹿龟酒中多糖含量[J]. 中成药, 2000, 22(2): 380.
- [15] 王文平, 郭祀远, 李琳, 等. 苯酚-硫酸法测定野木瓜中多糖含量的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(4): 276-278.