

魔芋葡甘露聚糖-壳聚糖复合涂膜 对北碚 447 锦橙贮藏品质的影响

李 婷¹, 李道亮¹, 黄 威², 陈 莉³, 索化夷¹, 王洪伟¹, 赵 欣⁴, 张 玉^{1,4,*}
(1.西南大学食品科学学院, 食品科学与工程国家级实验教学示范中心, 重庆 400715;
2.重庆文理学院, 林学与生命科学学院, 重庆 402160;
3.西南大学附属中学, 重庆 400700;
4.重庆第二师范学院, 重庆市功能性食品协同创新中心, 重庆 400067)

摘 要:为探究魔芋葡甘露聚糖-壳聚糖复合涂膜对北碚 447 锦橙贮藏品质的影响, 分别采用 0.5% 魔芋葡甘露聚糖 + 1% 壳聚糖复合涂膜, 0.5% 魔芋葡甘露聚糖涂膜和空白处理北碚 447 锦橙。以 5 d 为一个周期, 15 ℃ 温度贮藏, 共贮藏 5 个周期, 测定贮藏期间果实的总糖、可滴定酸、 V_C 、固形物、总酚等指标。结果表明, 复合涂膜处理可有效延缓果实品质的下降, 与 0.5% 魔芋葡甘露聚糖涂膜和空白处理对比, 复合膜组能够明显抑制果实总糖、可滴定酸、 V_C 、总黄酮、总酚含量的下降, 减缓果实中丙二醛的积累, 使锦橙保持了较好的果实品质。证明了复合涂膜处理相比单独 0.5% KGM 保鲜效果更好。

关键词:魔芋葡甘露聚糖, 壳聚糖, 贮藏品质, 北碚 447 锦橙

Effect of Konjac Glucomannan Combined Chitosan Coating on Storage Quality of Beibei 447 (*Citrus sinensis* L.Osbeck cv.Jinchengbeibei 447)

LI Ting¹, LI Dao-liang¹, HUANG Wei², CHEN Li³, SUO Hua-yi¹,
WANG Hong-wei¹, ZHAO Xin⁴, ZHANG Yu^{1,4,*}

(1.Food Science and Engineering Teaching Demonstration Center at the National Level,
College of Food Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;
2.College of Forestry and Life Science, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing 402160, China;
3.High school affiliated to southwest university, Chongqing 400700, China;
4.Chongqing Collaborative Innovation Center for Functional Food, Chongqing
University of Education, Chongqing 400067, China)

Abstract: The storage quality of konjac glucomannan combined chitosan coating on citrus (*C. sinensis* L. Osbeck cv. Jinchengbeibei 447) was studied in this paper. The citrus were treated with 0.5% konjac glucan-mannan + 1% chitosan, and 0.5% konjac glucanmannan. Total sugar, titratable acidity, V_C , soluble solids, total phenolics, total flavonoids, MDA were taken as the index to evaluate the quality of the citrus during storage. The results showed that, the citrus coated with liquid could keep a good quality, and the citrus coated with 0.5% konjac glucanmannan + 1% chitosan could significantly inhibit the decrease content of total sugar, titratable acidity, V_C , soluble solids, total phenolics and total flavonoids. It could also significantly inhibit the increase of MDA. It was proved that 0.5% konjac glucanmannan + 1% chitosan was better than 0.5% konjac glucanmannan in fresh-keeping.

Key words: konjac glucomannan; chitosan; storage quality; citrus (*Citrus sinensis* L.Osbeck cv.Jinchengbeibei 447)

中图分类号: TS255.1 文献标识码: A 文章编号: 1002-0306(2019)08-0241-06
doi:10.13386/j.issn1002-0306.2019.08.041

引文格式: 李婷, 李道亮, 黄威, 等. 魔芋葡甘露聚糖-壳聚糖复合涂膜对北碚 447 锦橙贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2019, 40(8): 241-246.

收稿日期: 2018-08-20

作者简介: 李婷(1999-), 女, 本科, 研究方向: 食品科学与工程, E-mail: 2223039388@qq.com.

* 通讯作者: 张玉(1984-), 女, 博士, 实验师, 研究方向: 食品科学, E-mail: zhangyu_512@sina.cn.

基金项目: 重庆市社会事业与民生保障科技创新专项(cstc2017shms-xdny80049); 重庆留创计划创新项目(cx2018094); 西南大学科普创新项目(果品贮藏安全科普进乡村); 重庆第二师范学院重庆市功能性食品协同创新中心建设项目。

北碚 447 锦橙具有成熟早、产量大、果实大、果皮薄、果肉细嫩、果核少等优良特点,果实味道鲜美,营养价值高^[1]。锦橙的传统保鲜方法是采用化学保鲜剂浸泡果实,虽然效果明显,但长期使用单一制剂存在抗药性问题和严重的化学残留问题,现在已经逐渐禁止使用,如多菌灵和双胍盐等保鲜剂^[2]。倘若不进行果实保鲜处理会导致果实贮藏期短,集中销售的果实价格低廉,果实滞销导致农民经济利益受损,所以寻求合适的保鲜方法来延长其贮藏期限和保持果实品质变得越来越重要^[3-5]。

国内外的果蔬保鲜领域关于保鲜剂、保鲜膜、保鲜包装研究的较多,这些更是近些年的研究热点^[6-8]。魔芋葡甘露聚糖(Konjac glucomannan, KGM)是一种天然高分子杂多糖,王衍鹏等^[9]用不同浓度的 KGM 涂膜处理枇杷,结果表明 KGM 涂膜可显著降低贮藏期间营养成分的消耗,且以 0.5% 浓度的 KGM 处理效果最好。壳聚糖(Chitosan, CTS)是甲壳素的脱乙酰基产物,广泛用于果蔬涂膜保鲜,有效延长其采收寿命^[10-11],谢玉花等^[12]用不同浓度的 CTS 处理贡柑,通过测定贮藏期间果实的感官、失重率、总糖、V_c、可溶性固形物等指标,发现 1% 浓度的 CTS 处理的贡柑保鲜效果最好,能有效地保持果品品质。但是 KGM 和 CTS 单独用于涂膜保鲜时存在一些问题,如 KGM 抑菌性不强、膜的机械强度差、涂膜后不易干燥。CTS 润湿性差、处理具有蜡质层的柑橘类果品时不易均匀地润湿其表面,从而对保鲜效果有一定的影响^[13]。复合涂膜相对于单一涂膜来说可以增强成膜的综合性能^[14]。但 KGM 和 CTS 复合涂膜用于北碚 447 的保鲜品质的相关研究还未见报道。

因此,本文主要通过比较 KGM 和 CTS 复合涂膜与单独使用 KGM 涂膜对北碚 447 锦橙保鲜效果,通过研究其贮藏品质的变化,来探究在锦橙涂膜保鲜方面 CTS 是否与 KGM 产生协同增效作用,为 KGM 复合涂膜保鲜的研究和北碚 447 的贮藏保鲜提供一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

北碚 447 锦橙 重庆市北碚区歇马镇卫星村, 150 个适当大小,无病害和损伤,采摘后在冷库贮藏 14 d;魔芋葡甘露聚糖(KGM, ≥98%) 武汉市力诚生物科技有限公司;壳聚糖(CTS) 分子质量 1600 Da, 山东济南海得贝海洋生物工程公司;蒽酮 分析纯, 上海科丰实业有限公司;福林酚 分析纯, 上海如吉生物科技发展有限公司;其他试剂 为实验室常用试剂,购自重庆钛新试剂公司。

722 可见分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司;5810R 型号高速冷冻离心机 德国 Eppendorf 公司;SB-3200DTDN 超声波清洗机 宁波新芝生物科技股份有限公司;HH-8 数显恒温水浴锅 国华电器有限公司;MP4001 电子天平 上海恒平科学仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 果实前处理 果实用清水清洗晾干,之后用

2% 次氯酸钠溶液浸泡 2 min,取出后再用清水洗净晾干。将清洗晾干的果实分为三组,每一组果实为 50 个,第一组作空白对照,用清水处理(水浸没果实即可,二三组液体均是浸没果实即可);第二组用 0.5% 的 KGM 涂膜处理;第三组用 0.5% 的 KGM + 1% 的 CTS 复合涂膜处理。果实置于涂膜液中浸泡 2 min,取出后自然晾干,然后用聚乙烯塑料袋套袋,15 ℃ 温度贮藏。以 5 d 为一个周期,共贮藏 5 个周期。测量时每次取样 6 个果实,每个数据重复 3 次,试验供测果实共 150 个。

1.2.2 果实品质指标的测定

1.2.2.1 总糖含量的测定 采用蒽酮比色法^[15],适当修改。锦橙果肉研磨捣碎,细纱布过滤,称量 5.0 g 滤液于 250 mL 三角瓶中,加蒸馏水 20 mL,沸水浴加盖保持 15 min。冷却后转移至 50 mL 离心管中(至少冲洗 3 次),40 ℃ 下 4000 r/min 离心 10 min,将上清液转移至 100 mL 容量瓶中。在容量瓶中加入 2.5 mL 10% 的醋酸铅溶液,沉淀样品中的蛋白质。待反应后加入 0.5 g 草酸钾,用来除去过量的醋酸铅。然后定容至 100 mL,摇匀过滤。取滤液 1 mL 转移到 100 mL 容量瓶中定容,取定容后的样液 1.0 mL 于刻度试管中,冰浴条件下加入 4.0 mL 蒽酮试剂,反应后取出试管放置至常温,沸水浴 10 min,再取出放置至常温,在 620 nm 波长下测定吸光度(A),并以如下公式计算总糖含量。标准曲线的方程 $A = 29.507C - 0.0149$, $R^2 = 0.9909$

$$\text{总糖}(\%) = \frac{C \times V}{m \times 10^3} \times N \times 100$$

式中:C 为根据标准曲线计算得到的葡萄糖浓度,mg/mL;V 为取样体积,mL;N 为稀释倍数;m 为滤液质量,g。

1.2.2.2 可溶性固形物含量的测定 锦橙果肉研钵捣碎后,取细纱布过滤后的果汁用手持折光仪测定^[14]。

1.2.2.3 可滴定酸含量的测定 参照 GB/T 12456-2008(酸碱滴定法)^[16]。锦橙果肉研磨捣碎,细纱布过滤,称量 5.0 g 滤液于 250 mL 三角瓶中。加入 50 mL 蒸馏水,塞上塞子在 70 ℃ 水浴 30 min,取出后冷却,以酚酞为显色指示剂,用 NaOH 标准溶液滴定,出现粉色且 30 s 内不褪色为滴定终点,记录消耗的 NaOH 标液体积。可滴定酸含量的计算公式如下。

$$\text{可滴定酸}(\%) = \frac{C \times V \times K}{m} \times 100$$

式中:C 为 NaOH 标准溶液的浓度,0.1 mol/L;V 为定试液时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积,mL;m 为滤液,g;K 为酸的换算系数,本文采用:柠檬酸,0.070。

1.2.2.4 固酸比可溶性固形物和可滴定酸含量的比值。

1.2.2.5 V_c 含量的测定 参照 GB 5009.86-2016(2,6-二氯酚酚滴定法)^[17],锦橙果肉用研钵捣碎,细纱布过滤,取滤液 10 g,加浸提剂(2% 草酸溶液) 10 mL,震荡后避光放置 5 min。用浸提剂将样液转移至 100 mL 容量瓶中,定容摇匀过滤。取滤液 10 mL 于 50 mL 锥形瓶中,2,6-二氯酚酚溶液(已标定)滴定,溶液变为粉红色且 15 s 内不褪色为滴定终点,记录消耗

的2,6-二氯酚溶液体积。同时用浸提剂做空白实验。计算公式如下

$$V_c(\text{mg}/100\text{ g}) = \frac{(V-V_0) \times T \times A}{m} \times 100$$

式中: V 为滴定滤液消耗的2,6-二氯酚溶液体积, mL; V_0 为滴定空白消耗的2,6-二氯酚溶液体积, mL; T 为滴定度, 即每毫升2,6-二氯酚溶液相当于抗坏血酸的毫克数(mg/mL); A 为稀释倍数; m 为滤液质量, g。

1.2.2.6 总酚含量的测定 采用福林酚法^[18-20], 并作相应改动。锦橙果肉研磨捣碎, 细纱布过滤, 称量5.0 g滤液于100 mL小烧杯中, 加入50 mL 70%乙醇溶液, 在室温100 W功率下超声提取30 min。然后转移至100 mL容量瓶中(至少冲洗3次)定容。摇匀后过滤, 取2 mL滤液于10 mL刻度试管中, 加入2 mL福林酚试剂, 充分摇匀, 精确计时5 min, 然后各加入2 mL 20%的 Na_2CO_3 溶液, 定容至10 mL刻度。摇匀后避光放置30 min, 760 nm波长处测定各样品的吸光度(A)。并以如下公式计算总酚含量, 标准曲线的方程 $A = 106.8C + 0.106$, $R^2 = 0.991$ 。

$$\text{总酚}(\mu\text{g}/\text{g}) = \frac{C \times V \times N}{m}$$

式中: C 为根据标准曲线得到的总酚浓度, mg/L ; V 为待测液体积, mL; N 为稀释倍数; m 为滤液, g。

1.2.2.7 总黄酮含量的测定 采用紫外分光光度法^[21-22], 并做相应改动。锦橙果肉研磨捣碎, 细纱布过滤, 称量20.0 g滤后样品于100 mL小烧杯中, 加入60 mL 70%乙醇溶液在室温100 W功率下超声提取90 min, 转移至100 mL容量瓶中(至少冲洗3次)定容。摇匀过滤, 分别加4 mL滤液于10 mL刻度试管中(空白加70%乙醇), 加入浓度为5%的 NaNO_2 溶液0.4 mL, 静置5 min。然后向刻度试管中加入0.4 mL 10%的硝酸铝溶液, 静置10 min。最后加入1 mol/L的 NaOH 溶液4.5 mL, 70%乙醇定容至刻度线。放置15 min后在506 nm处测定吸光度(A)。总黄酮标准曲线: $A = 8.7214C + 0.0144$, $R^2 = 0.998$ 。公式如下。

$$\text{总黄酮}(\mu\text{g}/\text{g}) = \frac{C \times V \times N}{m}$$

式中: C 为根据标准曲线得到的总酚浓度, $\mu\text{g}/\text{mL}$; V 为待测液体积, mL; N 为稀释倍数; m 为滤液, g。

1.2.2.8 丙二醛含量的测定 采用硫代巴比妥酸法^[14]。丙二醛提取: 锦橙果肉研磨捣碎, 细纱布过滤, 称量3.0 g滤后样品于10 mL离心管中, 再加入5 mL 4℃预冷的10%三氯乙酸溶液, 震荡后冰浴放置5 min, 4℃, 6000 r/min离心20 min, 取上清液备用。丙二醛测定: 吸取上清液2 mL于试管中, 加入2 mL 0.6%的硫代巴比妥酸溶液(10%的三氯乙酸配制), 摇匀后沸水浴15 min, 冰浴冷却后再以6000 r/min离心20 min^[23]。以2 mL 10%三氯乙酸+2 mL 0.6%的硫代巴比妥酸为空白调零, 测定滤液在波长为450、532和600 nm处的吸光度值。丙二醛含量计算公式如下。

$$\text{丙二醛}(\mu\text{mol}/\text{g}) = \frac{6.45 \times (A_{532} - V_{600}) - 0.56 \times A_{450}}{m}$$

$\times V \times M$

式中: A_{532} 为滤液在532 nm处的吸光度值; A_{600} 为滤液在600 nm处的吸光度值; A_{450} 为滤液在450 nm处的吸光度值; V 为滤液体积, mL; N 为稀释倍数; m 为滤液, g。

1.3 数据处理

实验数据使用Excel 2007进行计算和整理, 使用SPSS 19.0对结果进行显著性分析, 使用Excel 2007和Word 2016进行图表绘制。

2 结果与分析

2.1 不同处理方式对北碚447贮藏期间总糖含量的影响

在贮藏初期, 由于果实呼吸作用消耗导致总糖含量降低, 之后, 果实的含糖量随着果实的成熟而逐渐增加, 在果实完全成熟后, 糖类作为呼吸底物被分解消耗, 所以在贮藏后期含糖量呈现下降趋势^[24]。由图1可知, 在贮藏前期(0~5 d), 各处理组总糖含量差异不显著($p > 0.05$)。随着贮藏时间的延长, 各处理组总糖含量差异显著($p < 0.05$)。在贮藏第10 d, 复合膜处理组总糖含量为 $16.47\% \pm 0.09\%$, 显著高于其他两个处理组($p < 0.05$)。在第15 d, 复合膜总糖含量 $14.59\% \pm 0.10\%$ 和0.5% KGM处理组总糖含量 $14.13\% \pm 0.07\%$ 相比, 差异不显著($p > 0.05$), 但与空白组总糖含量 $13.57\% \pm 0.09\%$ 差异显著($p < 0.05$)。在贮藏20~25 d, 复合膜处理组总糖含量显著高于0.5% KGM和空白处理组($p < 0.05$)。表明复合膜处理组能够明显减缓总糖含量的下降, 这可能是跟复合膜的性质强强联合有关^[9-11], 例如CTS抗菌性能够使复合膜更好地降低呼吸作用强度。

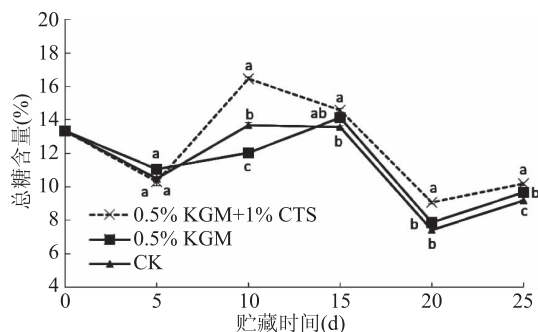


图1 不同处理对总糖含量的影响

Fig.1 Effect of different treatments on the content of total sugar

注: 小写字母表示不同组之间差异显著($p < 0.05$), 图2~8同。

2.2 不同处理方式对北碚447贮藏期间可溶性固形物含量的影响

在果实贮藏过程中, 贮藏前期随着果实水分蒸发, 果肉囊胞糖分浓缩, 可溶性固形物含量增加, 而在贮藏中后期, 由于呼吸作用消耗, 可溶性固形物含量又不断降低^[25]。由图2可知, 在贮藏5~15 d, 复合膜处理组可溶性固形物含量显著高于另外两个处理组($p < 0.05$)。复合膜处理组和0.5% KGM处理组贮藏第15 d可溶性固形物达到最大值, 分别为 $12.2\% \pm 0.07\%$ (复合膜处理组)、 $11.4\% \pm 0.14\%$ (0.5%

KCM 处理组),在贮藏第 20 d,各处理组可溶性固形物含量差异不显著($p > 0.05$)。在贮藏第 25 d,复合膜处理组和 0.5% KGM 处理组可溶性固形物含量显著高于空白处理组($p < 0.05$)。由此可见,复合膜处理组和 0.5% KGM 处理组相比于空白处理组,能够有效减缓果实可溶性固形物含量的降低,其中复合膜处理组效果最好。

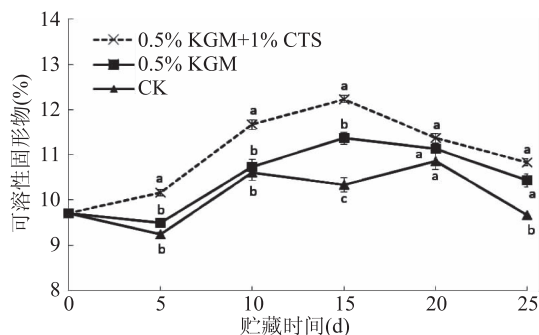


图2 不同处理对可溶性固形物含量的影响

Fig.2 Effect of different treatments on the content of soluble solids

2.3 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间可滴定酸含量的影响

由图 3 可知,北碚 447 锦橙的可滴定酸含量在试验贮藏过程中逐渐降低,其原因是由于果实的呼吸作用不断消耗可滴定酸^[26]。但在试验贮藏期内(第 10、25 d 除外),复合膜处理组可滴定酸含量显著高于另外两个处理组($p < 0.05$)。由此可见,复合膜处理组在抑制果实的可滴定酸含量下降方面具有较好的效果。

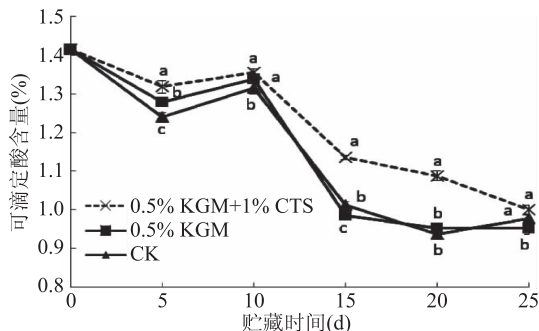


图3 不同处理可滴定酸含量的影响

Fig.3 Effect of different treatments on the content of titratable acidity

2.4 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间固酸比的影响

固酸比与可溶性固形物含量成正相关,与可滴定酸含量成负相关。在贮藏前期,由于果实中的大分子糖类物质在酶的催化作用下分解为小分子的糖类,果实中的可溶性固形物含量升高^[27]。贮藏中后期由于果实的衰老程度增加,呼吸作用开始代谢消耗小分子的可溶性糖类和酸类,最终影响固酸比。由 2.2 结果分析(图 2)和 2.3 结果分析(图 3)可知,固酸比理论上应呈先上升后下降趋势,这与本实验结果(图 4)一致。在第 5、10 d 时,复合膜处理组的

固酸比显著高于 0.5% KGM 处理组和空白处理组($p < 0.05$);在第 25 d 时,复合膜处理组与 0.5% KGM 处理组显著高于空白处理组($p < 0.05$)。在贮藏过程中,复合膜处理组的固酸比整体呈现增加趋势,说明复合膜处理有助于锦橙果实良好风味的形成。

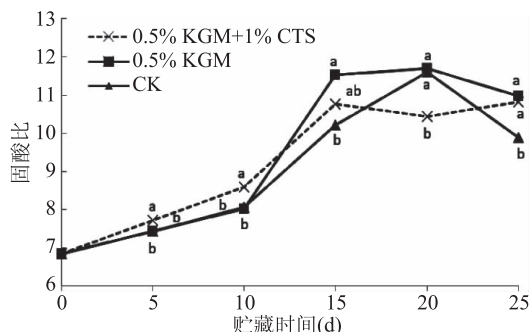


图4 不同处理对贮藏期间固酸比的影响

Fig.4 Effect of different treatments on the content of solid acid ratio

2.5 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间 V_C 含量的影响

新鲜果蔬中的 V_C 主要为还原形态,果蔬中还存在有抗坏血酸氧化酶等酶类,导致在贮藏期间 V_C 含量会逐渐降低^[28-29]。由图 5 可知,在整个贮藏期间各处理组 V_C 含量逐渐降低。在贮藏第 10~25 d,复合膜处理组 V_C 含量显著高于另外两个处理组($p < 0.05$)。从第 15 d 开始,复合膜处理组和 0.5% KGM 处理组 V_C 含量显著高于空白处理组($p < 0.05$)。表明涂膜处理可有效减缓锦橙在贮藏期间 V_C 含量的降低,其中复合膜处理的结果较好,这可能与复合膜抑制呼吸作用从而影响酶的活性有关^[9-11]。

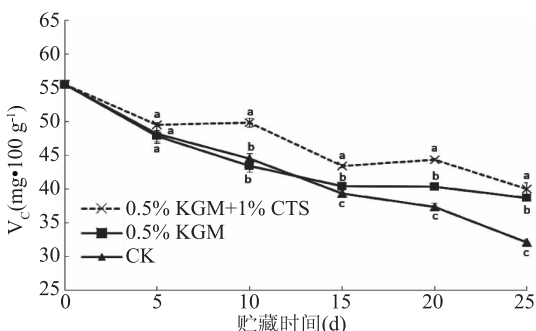


图5 不同处理对锦橙贮藏期间 V_C 含量的影响

Fig.5 Effect of different treatments on the content of V_C

2.6 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间总酚含量的影响

酚类物质是果实中重要的抗氧化物之一,与果蔬组织的褐变和抗性变化也密切相关^[27,30]。由图 6 可知,在贮藏第 10 d,各处理组的总酚含量达到最高值,其中复合膜处理组显著高于 0.5% KGM 处理组和空白处理组($p < 0.05$)。在第 15~25 d 期间,各处理组总酚含量逐渐降低,但复合膜处理组仍然显著高于 0.5% KGM 处理组和空白处理组($p < 0.05$),0.5% KGM 处理组略微高于空白处理组,但差异并不显著($p > 0.05$)。本组实验表明,复合膜处理可有效减缓

锦橙总酚含量的下降,使果实具有较好的抗氧化性,延缓果实品质的下降。

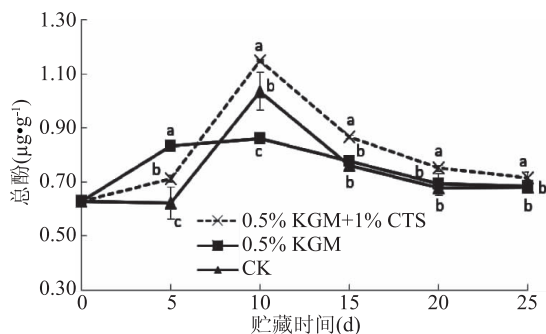


图6 不同处理对锦橙贮藏期间总酚含量的影响

Fig.6 Effect of different treatments on the content of total phenols

2.7 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间总黄酮含量的影响

黄酮具有清除自由基、抗氧化的作用,从而可以延缓果实的衰老^[31]。由图 7 可知,在第 10、15 d,复合膜处理组总黄酮含量显著高于空白处理组($p < 0.05$),其中贮藏第 15 d 时总黄酮含量达到最大值,分别为复合膜处理组(28.22 ± 0.20) $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 、0.5% KGM 处理组(27.43 ± 0.14) $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 、空白处理组(23.31 ± 0.16) $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 。说明涂膜处理有助于贮藏期间果实中总黄酮的积累。在贮藏第 20 d 时,复合膜处理组总黄酮含量显著高于 0.5% KGM 处理组和空白处理组($p < 0.05$)。在整个贮藏周期中,复合膜处理组的总黄酮含量都显著高于空白处理组($p < 0.05$),表明复合膜处理对于北碚 447 贮藏期间总黄酮的积累有更好的效果,能够保持较好的抗氧化能力,延缓果实的衰老。

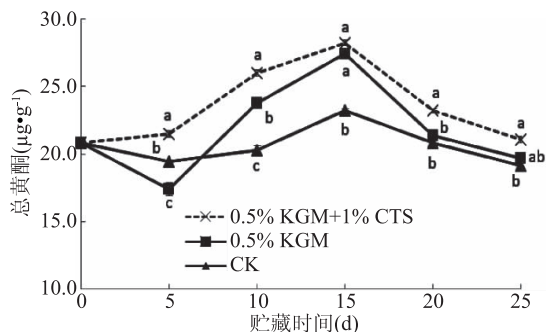


图7 不同处理对锦橙贮藏期间总黄酮含量的影响

Fig.7 Effect of different treatments on the content of total flavonoids

2.8 不同处理方式对北碚 447 贮藏期间丙二醛含量的影响

果实中的丙二醛可使细胞中的酶蛋白发生交联而失活,导致膜的通透性增加,会随着果实的衰老而不断的增加^[15,32]。由图 8 可知,在整个贮藏期间,各处理组的丙二醛含量不断上升。在贮藏第 10~25 d 期间,复合膜处理组丙二醛含量显著低于空白处理组($p < 0.05$)。从第 15 d 开始,0.5% KGM 处理组的丙二醛含量显著低于空白处理组($p < 0.05$),表明涂

膜处理有助于抑制锦橙果实丙二醛含量的升高。在贮藏第 20 d 时,复合膜处理组的丙二醛含量显著低于 0.5% KGM 处理组和空白处理组($p < 0.05$),分别为复合膜处理组(14.46 ± 0.69) $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 、0.5% KGM 处理组(16.14 ± 0.38) $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 、空白处理组(20.41 ± 0.84) $\mu\text{mol}/\text{kg}$ 。该组实验结果表明,复合膜处理锦橙对抑制果实内丙二醛的积累具有较好的效果,能够较好地保持果实的品质,延缓果实的衰老。

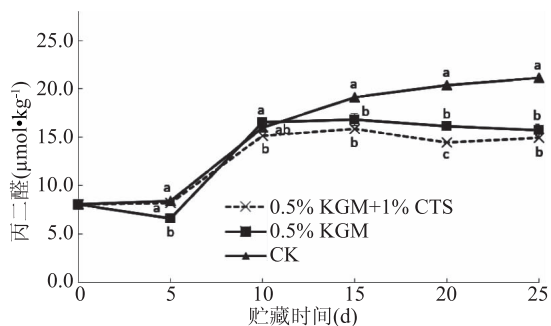


图8 不同处理对锦橙贮藏期间丙二醛含量的影响

Fig.8 Effect of different treatments on the content of MDA

3 结论

在本实验的贮藏条件下,用复合涂膜处理对比 0.5% KGM 涂膜处理和空白处理的北碚 447 锦橙,复合涂膜处理组显著延缓了果实总糖、可滴定酸含量和可溶性固形物含量的下降,延缓了 V_c 、酚类物质和总黄酮含量的下降,较好地保持了果实的抗氧化能力,延缓贮藏期间北碚 447 锦橙果实的衰老,使果实保持了较好的风味。其原因是复合涂膜处理有效地抑制了果实的呼吸作用,从而抑制了糖类和可滴定酸的消耗。涂膜减少了果实与空气的接触,减缓了果实的氧化速度,也减缓了果实内部的生理代谢速度。有效减缓了果实中丙二醛的积累,保持了果实较好的感官品质,具有较好的保鲜效果。综合本实验的研究结果,复合涂膜处理相比于单独 0.5% KGM 保鲜效果更好,锦橙涂膜保鲜方面 CTS 与 KGM 产生了协同增效作用。

参考文献

- [1] Deng L L, Zeng K F, Zhou Y H, et al. Effects of postharvest oligochitosan treatment on anthracnose disease in citrus (*Citrus sinensis* L. Osbeck) fruit [J]. European Food Research and Technology, 2015, 240(4): 795-804.
- [2] 刘浩强, 李鸿筠, 向可海, 等. 生物源保鲜剂枯草芽孢杆菌对锦橙贮藏病菌敏感性和保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2015, 36(4): 315-319.
- [3] 李鑫, 张鹏, 李江阔, 等. 1-甲基环丙烯、纳他霉素处理对富士苹果贮藏货架品质和风味的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(9): 241-250.
- [4] Chien P J, Sheu F, Yang F H. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(1): 225-229.
- [5] Dong H Q, Cheng L Y, Tan J H, et al. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit [J]. Journal of

Food Engineering, 2004, 64(3):355-358.

[6] 湛馥佳, 燕照玲, 李恩中. 现代果蔬保鲜技术及植物源果蔬保鲜剂研究进展[J]. 河南农业科学, 2016, 45(12):7-12.

[7] 朱丹, 李丽娟, 黄毕生. 水果保鲜技术研究进展[J]. 大理学院学报, 2013, 12(4):55-57.

[8] 张慤, 刘倩. 国内外果蔬保鲜技术及其发展趋势[J]. 食品与生物技术学报, 2014, 33(8):785-792.

[9] 王衍鹏, 黄坚钦, 杨娇娇, 等. 魔芋葡甘聚糖对‘宁海白’枇杷保鲜效果的研究[J]. 北方园艺, 2015(18):133-135.

[10] Olivas G I, Barbosacónovas G V. Edible coatings for fresh-cut fruits[J]. Critical Reviews in Food Science & Nutrition, 2005(7-8):657-670.

[11] Devlieghere F, Vermeiren A, Dehevere J. Chitosan antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables[J]. Food Microbiology, 2004, 21(6):703-714.

[12] 谢玉花, 罗杨合, 谢冬娣, 等. 不同浓度壳聚糖涂膜对贡柑贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2017, 38(22):209-213.

[13] 谢文娟. 壳聚糖-葡甘聚糖共混膜制备及保鲜应用研究[D]. 天津: 天津科技大学, 2008:4-5.

[14] 刘秘, 张玉, 赵欣. 壳聚糖协同次氯酸盐对北碚447贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2018, 39(9):252-257.

[15] 刘玉, 刘亚敏, 刘玉民, 等. 枫香叶正丁醇分离物对冬枣贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2016, 42(9):234-240.

[16] 中国国家标准化管理委员会. GB/T12456-2008 食品中总酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009:1-2.

[17] 中国卫生和计划生育委员会. GB 5009.86-2016 食品安全国家标准 食品中抗坏血酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017:7-9.

[18] 马亚琴, 吴厚玖, 周志钦, 等. 不同超声频率对温州蜜柑皮总酚和抗氧化能力的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(11):66-69.

[19] Wolfe K, Wu X, Liu R H. Antioxidant activity of apple peels.

[J]. Journal Agricultural Food Chemistry, 2003, 51(3):609-614.

[20] 王毓宁, 李鹏霞, 胡花丽, 等. Folin-酚法测定水蜜桃酒中总多酚[J]. 酿酒, 2012, 39(5):60-62.

[21] 徐旭耀. 柑橘中黄酮类物质和维生素C的测定方法研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2011:35-40.

[22] 秦艳, 冯卫华, 白卫东, 等. 柑橘类黄酮化合物的提取及定量分析方法研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(11):403-406.

[23] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000:164-263.

[24] 丘苑新, 曾晓房, 高苏娟, 等. 壳聚糖涂膜处理对紫金春甜桔采后保鲜效果的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(9):328-331.

[25] 吴宝玉. 不同采收期和贮藏方式的瓯柑品质变化研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2014:4-14.

[26] 云泽. 采后物理处理延长柑橘果实贮藏期的分子机理研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2012:24-26.

[27] 邓丽莉, 黄艳, 周玉翔, 等. 壳聚糖处理对柑桔果实贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2009(7):287-290.

[28] 叶翠层, 彭湘莲. 壳聚糖涂膜保鲜对金柑品质的影响[J]. 食品与机械, 2008, 24(3):52-54.

[29] Burdurlu H S, Koca N, Karadeniz F. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage[J]. Journal of Food Engineering, 2006, 74(2):211-216.

[30] Proteggente A R, Pannala A S, Paganga G, et al. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition[J]. Free Radical Research, 2002, 36(2):217-233.

[31] 李利华. 柑橘皮中总黄酮的含量测定及体外自由基清除作用研究[J]. 西北药学杂志, 2009, 24(5):361-363.

[32] 叶茂宗, 许秀珍. 瓯柑果实贮藏期间的某些生理变化及其耐贮性(简报)[J]. 植物生理学报, 2000, 36(2):125-127.

因本刊已被《中国知网》
(包括“中国知网”优先数字出版库)
独家全文收录, 所以所付稿酬中
已包含该网站及光盘应付的稿酬。