

山苍子精油壳聚糖复合涂膜保鲜金柑

Study on coating preservation of litsea cubeba essential oil and chitosan on kumquat

彭湘莲^{1,2} 付红军¹ 樊丽¹

PENG Xiang-lian^{1,2} FU Hong-jun¹ FAN Li¹

(1. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 湖南长沙 410004;

2. 稻谷及副产物深加工国家工程实验室, 湖南长沙 410004)

(1. College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China; 2. National Engineering Laboratory for Rice and Byproducts Processing, Changsha, Hunan 410004, China)

摘要:为了延长金柑的贮藏期,以金柑为原料,研究室温条件下山苍子精油壳聚糖复合涂膜对金柑果实失重率、可溶性固形物、可滴定酸、V_C、总糖、感官等指标的影响。结果表明:山苍子精油壳聚糖复合涂膜抑制了金柑的失重,处理组可溶性固形物、可滴定酸、V_C、总糖、感官均优于对照组。其中失重率、可溶性固形物、V_C均有显著性差异,第 30 天时处理组、对照组的失重率分别为 5.92%, 8.35%, 可溶性固形物分别为 10.31%, 8.67%, V_C 分别为 15.77, 8.32 mg/100 g。山苍子精油壳聚糖复合涂膜降低了营养物质的消耗,有效地延缓了金柑的衰老。

关键词:山苍子精油;壳聚糖;涂膜保鲜;金柑

Abstract: In order to prolong the shelf life of kumquat, kumquat fruits were treated with coating preservation of litsea cubeba essential oil and chitosan, then stored at room temperature conditions, the changes of weight-loss rate, soluble solids, titratable acid, vitamin C (V_C), total sugar, sensory index in fruits during storage were investigated. The results showed that the composite coating of *Litsea cubeba* essential oil and chitosan inhibited the weight-loss of the kumquat, soluble solids, titratable acid, V_C, total sugar and sensory of the treated group were better than the control group. The weight-loss rate, soluble solids, and V_C were all significantly different. At the 30th day, the weight-loss rate of the treated and control groups were 5.92% and 8.35%, the soluble solids were 10.31% and 8.67%, the V_C were 15.77 mg/100 g and 8.32 mg/100 g, respectively. The composite coating of *Litsea cubeba* essential oil and chitosan reduced

the consumption of nutrients, effectively retarded the aging of kumquat and provided a theoretical basis for its application in fresh food preservation.

Keywords: *Litsea cubeba* essential oil; Chitosan; coating preservation; Kumquat

金柑又名金橘、金桔,属芸香科金柑属,在中国分布于长江以南的广西、福建、江西、湖南等地,年产量约 8.0×10^4 t,居世界第一^[1]。金柑的营养丰富,富含多糖、挥发油、黄酮类化合物、柠檬苦素类化合物、香豆素等活性成分^[2],金柑在采收后贮藏期间容易感染青霉菌病和绿霉菌病,故室温条件下不耐贮藏^[3]。因此研究金柑安全有效的保鲜方法对金柑产业的可持续发展有重要意义。

目前,国内外对金柑的保鲜技术有冷藏保鲜、臭氧保鲜^[4]、涂膜保鲜^[5-6]、气调保鲜^[7]、大棚覆膜留树保鲜^[8]等。其中冷藏、气调保鲜投资大,臭氧保鲜存在操作人员的安全隐患,挂果留树保鲜期间果树的虫害防治麻烦,而涂膜保鲜以简便、低成本等优点一直备受青睐^[9]。

近年来研究表明植物精油具备广谱的抑菌活性^[10-12],植物精油保鲜果蔬成为新趋势。刘香军^[13]发现添加 0.25% 精油的壳聚糖涂膜能保持苹果良好的品质。Karolina 等^[14]发现含 1%~10% 浓度牛至精油的普兰士多糖涂膜有效延缓了贮藏期间小洋白菜的外观和颜色的改变。山苍子精油作为一种天然植物精油具备多种生理功能^[15],其广谱抑菌活性备受关注^[16]。彭湘莲等^[5]曾采用壳聚糖涂膜金柑,发现保鲜效果良好,但金柑表皮的覆膜不是很均匀。为了改善覆膜的均匀性,本研究以山苍子精油为主涂膜材料,添加壳聚糖、丙三醇等成膜助剂,经混合、搅拌、均质等配成复合涂膜液,研究其对金柑保鲜的效果,以期对山苍子精油在生鲜食品中的保鲜应用提供技术参考和理论依据。

基金项目:湖南省教育厅优秀青年项目(编号:16B282);湖南省自然科学基金面上项目(编号:2017JJ2411)

作者简介:彭湘莲,女,中南林业科技大学副教授,博士。

通信作者:付红军(1975—),男,中南林业科技大学讲师,博士。

E-mail: hj0730@126.com

收稿日期:2018-04-09

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

山苍子精油:产地为湖南永顺,通过水蒸气蒸馏法得到;
金柑:金弹金柑,八成熟,采自广西荔浦,当天运回实验室,剔除病虫果,挑选大小相近,色泽相近、无损伤的金柑;
壳聚糖:食品级,河南万邦实业有限公司;
丙三醇:食品级,丰益油脂化学(上海)有限公司;
吐温-80:分析纯,天津市北方天医化学试剂厂;
其他试剂均为分析纯。

1.1.2 主要仪器设备

电子天平:TP-1200C型,湘仪天平仪器设备有限公司;
组织粉碎匀浆机:FK-A型,金坛市大地自动化仪器厂;
恒温磁力搅拌器:85-2型,常州国华电器有限公司;
均质机:AD200L-H型,上海昂尼仪器仪表有限公司;
果实硬度计:GY-4型,青岛拓科仪器有限公司;
阿贝折光仪:2WAJ型,百川检测仪器有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 山苍子精油壳聚糖复合涂膜液的制备 参考文献[13,17]中的方法进行处理,采用山苍子精油壳聚糖复合保鲜液对金柑进行涂膜保鲜,修改如下:1.5%壳聚糖溶液作为成膜剂,0.70%丙三醇作成膜助剂,0.50%乙酸作为溶剂,用磁力搅拌器搅拌混合1h,使壳聚糖完全溶解,再加入0.20%山苍子精油溶液和0.20%吐温-80,搅拌30min,均质机20000 r/min均质1min,静置1.5h,即可制备得到山苍子精油壳聚糖复合涂膜液。

1.2.2 金柑涂膜处理 将金柑放入1.2.1已制备好的涂膜液中,浸泡1~2min后取出,室温条件下晾干后使金柑表面覆盖一层透明的薄膜。涂膜处理组共8组,以未涂膜的金柑为对照组(CK),每盒0.5kg装入聚乙烯盒中,平放实验台上,室温条件贮藏。每天检查并将有腐烂霉变的金柑挑出,以免感染其他金柑。每5d随机取样测定各项指标,每项指标平行测定3次,取平均值。

1.2.3 理化指标测定方法 金柑失重率以贮藏期间果实失去的重量与贮藏前重量的百分比值表示;可溶性固形物、可滴定酸度按GB/T 8210—2011测定;V_C按GB 5009.86—2016的2,6-二氯靛酚滴定法测定;总糖按直接滴定法测定[18]。

1.2.4 感官评价方法 金柑的外观感官评价指标以色泽、腐烂、褐斑、硬度四项综合评价,分别赋予0.2,0.3,0.3,0.2的加权系数,将各项指标指数与其相应的加权系数乘积求和得到外观感官综合指数,综合指数越小说明贮藏效果越好。感官评定分级标准见表1。

1.3 数据处理与统计分析

采用Excel 2013和SPSS 17.0进行数据处理,结果用“均值+标准偏差”表示,以P<0.05判定指标存在显著差异。

表1 金柑感官评定分级标准^[5]

Table 1 Sensory evaluation standards of kumquat

级别	腐烂	褐斑	硬度	色泽
0	无腐烂	无褐斑	14~17	橙黄色
1	腐烂面积<1/5	少量微小褐斑	11~14	黄色
2	腐烂面积<1/4	较多小褐斑,轻度凹陷	8~11	浅黄色
3	腐烂面积<1/3	较大斑点,明显凹陷	5~8	浅黄绿色
4	腐烂面积<1/2	褐斑连片,直径>1.0 cm	3~5	黄绿色

2 结果与分析

2.1 对金柑失重率的影响

失重率是权衡果蔬贮藏质量的重要指标之一。果蔬采后会因呼吸作用和蒸腾作用丧失水分,贮藏时间越长失重越严重。如图1所示,对照组与处理组的金柑失重率在贮藏30d内大致呈上升趋势。贮藏第20天开始,对照组金柑失重明显比处理组严重(P<0.05),贮藏第30天对照组失重率从0%增加到8.35%,明显高于处理组的5.92%,此时金柑表皮出现明显皱缩。这表明山苍子油壳聚糖复合涂膜能有效减缓金柑失重,由于涂膜有吸湿性及抑制果实内外气体的交换,一定程度上减缓了果实呼吸速率及水分蒸发速度^[9]。但处理组第10天测定的失重率较第5天的,可能是贮藏环境温度波动所导致发生。

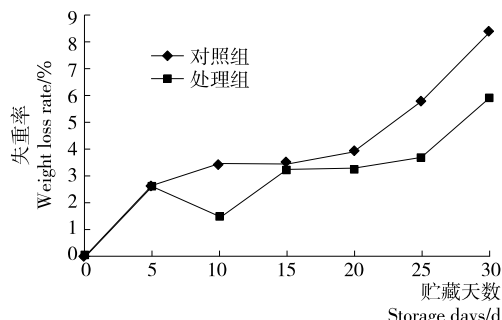


图1 涂膜处理对贮藏期金柑失重率的影响

Figure 1 Effects of coating on weight-loss rate of kumquat during storage

2.2 对金柑感官的影响

在贮藏时,金柑的外观和品质因自身生理作用及外部环境而改变。外部感官综合指数越小表明保鲜效果越好。由表2可知,随贮藏时间推移,对照组和处理组金柑的外部感官综合指数呈增大趋势,对照组的综合指数均大于处理组,主要是因为山苍子精油壳聚糖复合涂膜的保湿性、抑菌性及涂膜所形成的微气体环境延缓了指数变化^[13],可见山苍子

表2 金柑的外部感官综合指数

Table 2 The sensory index of kumquat

试验组	贮藏天数/d						
	0	5	10	15	20	25	30
对照组	4.72	10.72	13.64	18.56	26.51	30.02	32.23
处理组	4.72	4.90	5.06	6.25	11.90	18.60	21.04

精油壳聚糖复合涂膜对金柑有良好的保鲜作用。

2.3 对金柑可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物含量的多少可衡量果蔬的成熟度及其品质。由图 2 可知,对照组和处理组金柑可溶性固形物含量呈先上升后下降的趋势,第 15 天时达到最大值分别为 13.67%, 14.01%, 贮藏前期金柑发生后熟过程,淀粉及其他大分子物质降解为可溶性物质,贮藏后期金柑呼吸作用消耗物质的速度大于大分子物质降解的速度而使固形物含量下降。在 30 d 的贮藏时间里,处理组的可溶性固形物含量均明显高于对照组($P < 0.05$),可能是山苍子精油壳聚糖复合涂膜降低了金柑内部氧气浓度,使金柑的呼吸消耗速度大大降低^[19]。第 30 天时对照组和处理组分别降至 8.67%, 10.31%。

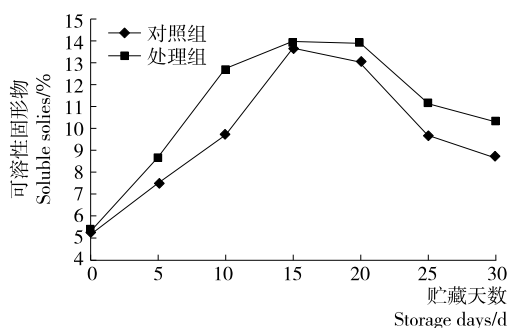


图 2 涂膜处理对贮藏期间金柑可溶性固形物含量的影响
Figure 2 Effects of coating on soluble solids content of kumquat during storage

2.4 对金柑可滴定酸含量的影响

通常可滴定酸度与糖含量的比值会影响金柑果实的风味,可判断金柑的成熟度。由图 3 得知,在贮藏全程中对照组与处理组的可滴定酸含量均呈下降趋势,二者无显著性差异,可能是金柑的呼吸消耗、转化为糖、与其他物质反应、合成受抑制所导致^[20]。

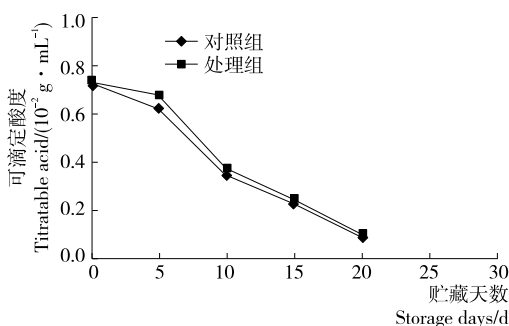


图 3 涂膜对贮藏期间金柑可滴定酸含量的影响
Figure 3 Effects of coating on titratable acid of kumquat during storage

2.5 对金柑 V_C 含量的影响

V_C可减缓细胞组织的衰老,是衡量金柑品质的重要指标。果蔬中的 V_C含量从幼果到成熟前期会增加,一旦完全成熟,果蔬的 V_C含量下降较快^[20]。本研究采用的金柑为八成熟。如图 4 所示,金柑在贮藏过程中,V_C含量变化趋势表现为先上升后下降。在第 5 天时,对照组和处理组都达到峰

值,分别为 34.58, 36.58 mg/100 g。随贮藏天数增加,金柑进入成熟期后 V_C含量均开始下降。处理组与对照组明显存在差异($P < 0.05$),说明山苍子精油涂膜处理有效地减少了 V_C的损失。一方面由于山苍子精油涂膜附于金柑表皮导致果实内部氧气浓度减少,减缓 V_C被氧化的速率,保护了 V_C;另一方面金柑中具有生物活性的黄酮抑制了含铜酶对 V_C的作用^[21]。

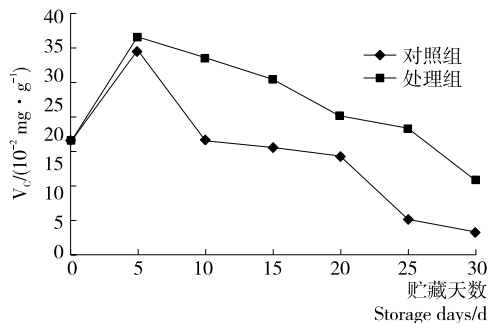


图 4 贮藏期间金柑 V_C含量的变化
Figure 4 Effects of V_C content of kumquat during storage

2.6 对金柑总糖含量的影响

由图 5 可知,金柑总糖含量均是先增加后减少,这是由于淀粉在金柑成熟过程中水解为单糖,总糖含量逐渐增大,第 10 天对照组与处理组的值最大,分别为 11.21%, 9.54%, 随后因金柑自身生理作用消耗了单糖物质以及淀粉含量的减少,总糖含量开始减少。金柑在贮藏期间,处理组总糖变化幅度较对照组小,且贮藏 20 d 后处理组总糖含量高于对照组。可能是涂膜处理使金柑的生理活动较对照平稳。由此可见,山苍子精油壳聚糖复合涂膜能减缓金柑中总糖含量的减少。

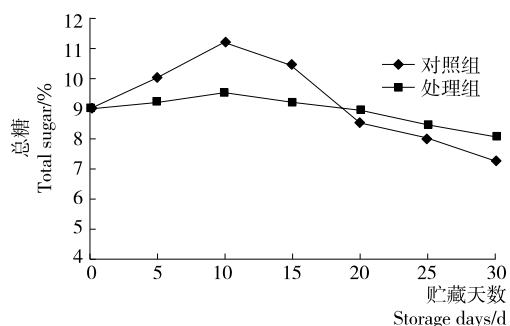


图 5 贮藏期间金柑总糖含量的变化
Figure 5 Changes of total sugar content of kumquat during storage

3 结论

本试验以广西荔浦金弹金柑为试材,研究了山苍子精油壳聚糖复合涂膜处理的金柑在室温条件下贮藏 30 d 的保鲜效果。结果表明:山苍子精油壳聚糖复合涂膜抑制了金柑的失重,处理组的可溶性固形物、可滴定酸、V_C、总糖、感官均优于对照组,与项目组早期研究^[20]的壳聚糖涂膜保鲜金柑的品质变化规律相同,但时间节点不同,可能是试验材料产地不同和复合涂膜配方不同所致。其中失重率、可溶性固形物、V_C均有显著性差异,第 30 天时处理组、对照组的失重率分别为 5.92%, 8.35%, 可溶性固形物分别为 10.31%,

8.67%, V_c 分别为 15.77, 8.32 mg/100 g。可见山苍子精油壳聚糖复合涂膜降低了营养物质的消耗, 有效地延缓了金柑的衰老, 拓展了山苍子精油壳聚糖复合涂膜在果蔬保鲜中的应用, 但其保鲜机理还有待于进一步探究。

参考文献

[1] 陈源, 黄贤贵, 余亚白, 等. 金柑果实功能成分研究进展[J]. 中国南方果树, 2014, 43(1): 28-31.
 [2] 李丽, 盛金凤, 孙健, 等. 金桔的营养价值及综合利用现状与前景[J]. 食品工业, 2015, 36(9): 220-224.
 [3] JERZY Bohdziewicz, GABRIEL Czachor. Change of mechanical properties of kumquat (*Citrus Japonica* Thunb.) and cape gooseberry (*Physalis Peruviana* L.) fruits during storage[J]. Agricultural Engineering, 2016, 20(3): 15-25.
 [4] 黎继烈, 彭湘莲, 钟海雁, 等. 臭氧保鲜处理对金橘采后生理的影响[J]. 中国食品学报, 2007, 7(3): 112-115.
 [5] 彭湘莲, 李忠海, 钟海雁, 等. 壳聚糖在金弹金柑保鲜中的应用研究[J]. 食品与机械, 2007, 23(3): 102-105.
 [6] 王淑娟, 陈明, 陈金印. 葱醌类化合物对遂川金柑采后生理及贮藏效果的影响[J]. 中国食品学报, 2012, 12(1): 118-123.
 [7] 李义东, 沈勇根, 上官新晨, 等. 金柑气调保鲜的研究[J]. 食品工业科技, 2011, 3(4): 345-347, 351.
 [8] 王卫, 李忠海, 黎继烈, 等. 浏阳金柑大棚覆膜保鲜的研究[J]. 北方园艺, 2012(1): 71-73.
 [9] 付红军, 彭湘莲. 壳聚糖涂膜保鲜对金柑采后生理的影响[J]. 食品与机械, 2009, 25(6): 40-42.
 [10] JNAID Y, YACOB R, BSIKIAI. Fantioxidant and antimicrobial activities of *Origanum vulgare* essential oil[J]. International Food Research Journal, 2016, 23(4): 1 706-1 710.

[11] TORRES- ALVAREZ C, NUNEZ GONZALEZ A, RODRIGUEZ J, et al. Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant activities of orange essential oil and its concentrated oils[J]. Food Science And Technology, 2017, 15(1): 129-135.
 [12] SUN Xiu-xiu, NARCISO Jan, WANG Zhe, et al. Effects of chitosan-Essential oil coatings on safety and quality of fresh blueberries[J]. Journal of Food Science, 2014, 79(5): 955-960.
 [13] 刘香军. 壳聚糖精油生物涂膜剂对苹果保鲜效果的研究[J]. 中国果菜, 2015, 35(4): 12-16.
 [14] KAROLINA Kasniewska, MALGORTA Gniewosz, OLGA Kosakowsk, et al. Preservation of brussels sprouts by pullulan coating containing oregano essential oil [J]. Journal of Food Protection, 2016, 79(3): 493-500.
 [15] 翁耿. 山苍子化学成分与药理作用研究概述[J]. 海峡药学, 2015, 25(1): 45-46.
 [16] CHEN Hsin-chun, CHANG Wen-te, HSEU You-cheng, et al. Immunosuppressive effect of *Litsea cubeba* L. essential oil on Dendritic Cell and contact hypersensitivity responses[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2016, 17(1 319): 1-11.
 [17] OJAGH S M, RE Zaei M, RAZAVI S H, et al. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout[J]. Food Chemistry, 2010, 120(1): 193-198.
 [18] 刘杰, 张添, 曾洁. 食品分析实验[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 33-36.
 [19] 黎继烈, 彭湘莲, 李忠海, 等. 臭氧对金柑贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技, 2006, 27(12): 157-159.
 [20] 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.
 [21] 王光慈. 食品营养学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 43.

(上接第 99 页)

[10] 刘伟, 腊萍, 杨如箴, 等. 野生櫻桃李清除 DPPH 自由基能力及抑制 α -葡萄糖苷酶活性[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(17): 183-185.
 [11] 吴文杰, 周伟娥, 张元, 等. LC-MS/MS 技术在中药化学成分分析中的应用[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(11): 2 735-2 737.
 [12] 牛广财, 闫公听, 朱丹, 等. Folin-Ciocalteu 比色法测定沙棘酒中总多酚含量的工艺优化[J]. 食品与机械, 2016, 32(4): 80-83, 142.
 [13] 韩馥蔓, 王莉鑫, 陈影, 等. HPLC 同时测定山豆根中 7 种生物碱及 3 种黄酮的含量[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(24): 4 628-4 634.
 [14] STICHER O. Quality of Ginkgo preparations [J]. Planta Medica, 1993, 59(1): 2-11.
 [15] 诸姮, 胡宏友, 卢昌义, 等. 植物体内的黄酮类化合物代谢及其调控研究进展[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2007, 46(1): 136-143.
 [16] KAUSE A, OSSIPOV V, HAUKIOJA E, et al. Multiplicity of biochemical factors determining quality of growing birch leaves[J]. Oecologia, 1999, 120(1): 102-112.
 [17] LIU Wei, YU Yan-ying, YANG Ru-zhen, et al. Optimization of total flavonoid compound extraction from *Gynura medica* leaf using response surface methodology and chemical composition

analysis[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2010, 11(11): 4 750-4 763.
 [18] LI Chun-yang, FENG Jin, HUANG Wu-yang, et al. Composition of polyphenols and antioxidant activity of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) in Nanjing[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry, 2013, 61(3): 523-531.
 [19] 杨宝, 范真, 朱锦萍, 等. 金鸡脚化学成分研究[J]. 中草药, 2014, 45(21): 3 053-3 056.
 [20] 连冠, 初正云, 王添敏, 等. 刺槐花的化学成分研究(II)[J]. 中草药, 2011, 42(9): 707-709.
 [21] 赵春超, 邵建华, 张玉伟, 等. 凤眼草化学成分的分离与鉴定[J]. 沈阳药科大学学报, 2009, 26(10): 800-802.
 [22] 田平平, 李仁宙, 简永健, 等. 核桃青皮的强抗氧化活性成分及其抗氧化稳定性[J]. 中国农业科学, 2016, 49(3): 543-553.
 [23] 柳建军, 刘锡葵. 黄连木食用部位化学成分研究[J]. 中草药, 2009, 40(2): 186-189.
 [24] 梁英, 朱志仁, 潘英明, 等. 罗汉果叶中山奈酚-3,7-O- α -L-二鼠李糖苷的提取及自由基清除活性[J]. 食品与发酵工业, 2010(10): 196-198.
 [25] 巴寅颖, 刘倩颖, 石任兵, 等. 鬼箭羽中黄酮类化学成分研究[J]. 中草药, 2012, 43(2): 242-246.
 [26] 李颖畅, 王玉华, 韩美洲, 等. 蓝莓叶多酚组成成分分析[J]. 食品科学, 2016, 37(6): 106-110.