肉桂精油对紫金春甜桔贮藏保鲜的影响

曾晓房[1]，高苏娟[1]，林衍宗[1]，林春滢[2]
（1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院，广东广州 510225）（2. 泉州市出入境检验检疫局，福建泉州 362018）

摘要：以紫金春甜桔为试材，研究了室温贮藏条件下，3 种不同浓度肉桂精油浸洗处理后果实生理生化及营养成分的变化规律。结果表明：适宜的肉桂精油浓度处理可有效抑制春甜桔的呼吸强度，减少果实失重，降低烂果率；显著抑制贮藏后期果实酸、糖及 Vc 含量的下降和丙二醛含量的积累，减缓膜脂过氧化作用，延缓果实的衰老进程。其中以肉桂精油浓度为 15 μL/L 的处理保鲜效果最好，贮藏 54 d 能较好地保持果实原有的风味与鲜度。

关键词：紫金春甜桔；肉桂精油；保鲜
文章篇号：1673-9078(2012)10-1281-1284

Preservation Effect of Cinnamon Essential Oil on Zijin Sweet Orange

ZENG Xiao-fang[1], GAO Su-juan[1], LIN Yan-zong[1], LIN Chun-ying[2]
(1. College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agricultural and Technology, Guangzhou 510225, China) (2.Quanzhou Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Quanzhou, 362018, China)

Abstract: Zijin sweet orange were treated by cinnamon essential oil with concentration of 15 μL/L, 20 μL/L and 25 μL/L at room temperature and the changes of physiology, biochemistry, as well as nutrient content were investigated. The results showed that the treatment with 15 μL/L cinnamon essential oil could restrain respiration intensity, lower water loss and rotten fruit, and inhibit the decline of titratable acidity, total soluble sugar and Vc content. In addition, it can emarkably reduce MDA accumulate, keep integrity of membrane well and slow down the senescence of fruits. Results showed that Zijin sweet orange treated by 15 μL/L cinnamon essential oil had the best storage quality, and remained the local flavor and the original colour during a 54 day storage.

Key words: Zijin sweet orange; cinnamon essential oil; storage

紫金春甜桔是广东省河源市紫金县和广东省农科院果树所培育出来的特色柑橘品种，具有“果型美观、果皮鲜黄富光泽，皮薄易剥，风味清甜，无（少）核”等优点，成熟期为 2 月下旬至 3 月上旬，是一种具有发展前途的晚熟柑桔新品种[1,2]。目前，紫金春甜桔以鲜食为主，由于缺乏有效的保鲜技术[3]，每年春甜桔采后损耗严重，丰产不丰收现象突出，严重影响了农户种植春甜桔的生产积极性和紫金春甜桔产业的健康发展。

芳香精油是重要的植物次生代谢物，药食应用历史悠久，因具有强烈的抑制或杀死多种真菌等微生物的特性，已引起人们对其在食品保藏领域替代化学防腐剂的极大兴趣[4,5]。Dubey 等[6]发现芳香精油通过喷涂或浸洗方式对控制果蔬采后真菌性腐烂效果明显，Roller[7]采用肉桂提取物处理水果蔬菜均具有良好的保鲜效果，李鹏霞等[8]报道丁香精油和丁香酚具有较强的保鲜作用，苟亚峰等[9]应用肉桂精油及其复配物处理砀山酥梨取得较好效果，沈建等[10]发现草莓经精油浸洗处理后具有延长保鲜期的效果。就柑桔保鲜而言，胡军华等[11]报道了 27 个科 47 种植物的提取物对柑桔贮藏期间柑桔青霉菌、柑桔绿霉菌和柑桔酸腐病菌等 3 种常见贮藏病害的抑制作用，但应用植物精油在春甜桔采后保鲜方面却鲜有报道。本文以紫金春甜桔为试材，在预试验的基础上测试了肉桂精油处理对其保鲜效果的影响，以期为紫金春甜桔及其它柑桔品种保鲜提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的春甜桔采自河源市紫金县新泰农业发展有限公司种植场（选取九成熟，无机械伤，无病虫害的春甜桔），采后及时送往仲恺农业工程学院轻工食品学院预贮 2 d 后保鲜处理。

肉桂精油购自广州恒信香料有限公司；考马斯亮兰 G-250 和牛血清蛋白购于生兴生物技术（南京）有限公司；氢氧化钠、酚酞、硫酸铜、酒石酸钾钠、葡

收稿日期：2012-08-14
基金资助：广东省教育部产学研结合项目(2010B090400196)
作者简介：曾晓房(1979-)，男，湖南平江人，博士，副教授，主要研究方向为农产品加工及食品添加剂研发

萄糖、亚甲蓝、亚铁氰化钾、草酸、2-6 二氯酚靛酚、维生素 C、碳酸氢钠、过氧化氢、愈创木酚、三氯乙酸、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、硫代巴比妥酸等化学试剂均为市售分析纯。

1.2 试验方法

试验设浓度分别为 15 μL/L、20 μL/L、25 μL/L 的肉桂精油三个处理组，以清水处理为对照。据上述设计称取一定量的肉精桂油溶于酒精溶液中，搅拌溶解即成一定浓度的肉桂精油药液，将紫金春甜桔果实在药液中浸泡 3 min，取出后放于实验室自然通风处晾干，放入厚度为 0.03 mm 聚乙烯袋中保湿并扎口(每袋 5 kg)，最后置于纸箱内常温贮藏。每药剂浓度处理重复 3 次。贮藏期间每隔 6 d 取一次样并进行各种生理指标的测定。试验数据采用 SPSS 软件统计分析。

1.3 指标测定

失重率的测定：失重率(%)=(W_0-W_x)/W_0×100

其中：W_0 为起始春甜桔的质量；W_x 为贮藏后春甜桔的质量。

烂果率的测定：烂果率(%)=烂果数/总果数×100

可溶性固形物的测定：可溶性固形物采用手持式折光仪测定。

呼吸强度的测定：呼吸强度采用气流法测定[12]，单位以呼吸速率(CO_2 mg/kg·h)表示。

总糖的测定：采用 GB/T 5009.7-2008 斐林试剂滴定法测定。

可滴定酸的测定：采用 GB/T 12456-2008 酸碱滴定法测定。

维生素 C 的测定：采用 GB/T 5009.159-2003 2,6-二氯酚靛酚滴定法测定。

可溶性蛋白质的测定：采用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定[13]。

丙二醛(MDA)含量的测定：参照 Jang[14]的方法进行，以单位组织中的 MDA 含量(mmol/g)表示。

过氧化物酶(POD)活性的测定：参照 Madan[15]的方法略作修改。取 2 g 果肉，加适量磷酸缓冲液，冰浴研磨成浆，在 3000×g 冷冻离心（4 ℃）15 min 取上清，转入 25 mL 容量瓶，再用 5 mL 提取，混合提取液，定容至 25 mL，即得粗酶液。反应体系为：分别取 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液 2.9 mL，2%浓度的 H_2O_2 1.0 mL，0.05 mol/L 浓度的愈创木酚 1.0 mL 以及 0.1 mL 的酶液，以蒸馏水为对照，于 37 ℃水浴中保温 15 min 加 2.0 mL 20%三氯乙酸终止反应，离心，在 470 nm 下测定吸光值，计算酶活性。

2 结果与讨论

2.1 肉桂精油处理对春甜桔烂果率和失重率的影响

春甜桔在贮藏期间的烂果变化情况如图 1 所示。由图 1 可知，贮藏期间春甜桔的烂果率呈逐渐上升趋势，肉桂精油处理能明显控制储藏期间的腐烂现象。在贮藏前期（第 18 d 之前），肉桂精油处理的烂果率与对照差异不显著，贮藏中后期(第 18 d 之后) 对照组出现烂果，而经保鲜处理的春甜桔第 24 d 才出现烂果。在贮藏 54 d 时，对照组烂果率最高，为 10%；而肉桂精油处理组中，15 μL/L 组烂果率最低（仅 3.75%），效果最好，其次为 20 μL/L 组与 25 μL/L 组（烂果率分别为 5.00%和 6.25%）。

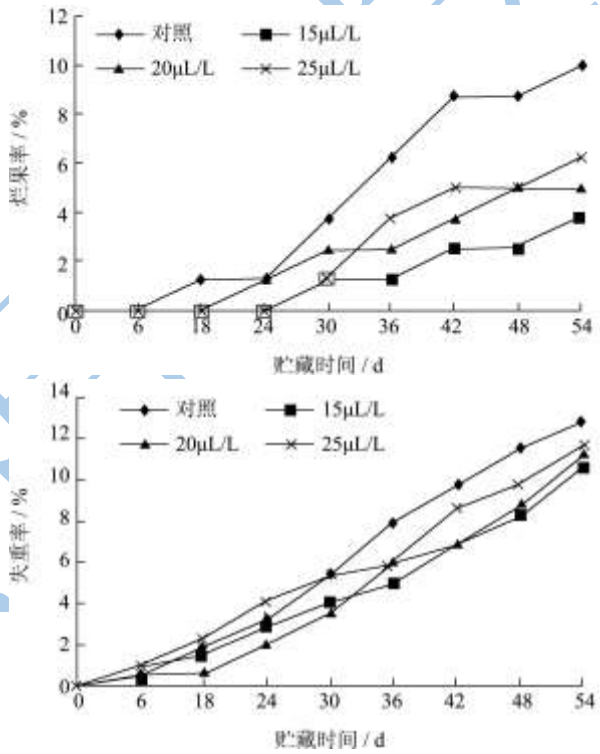


图 1 肉桂精油处理对紫金春甜桔烂果率和失重率的影响

Fig.1 Changes of rotten fruit and water loss ratio of Zijin sweet orange treated by cinnamon essential oil

果实失重主要是由于蒸腾失水所致。失水使果实重量减少，细胞紧张度下降，从而降低了果实的新鲜度以及商品价值。春甜桔在贮藏期间的失重变化情况如图 1 所示。由图 1 可知，春甜桔在贮藏期间的失重率呈逐渐上升趋势，不过与对照组相比，肉桂精油处理能有效降低春甜桔失重率。从储藏效果来看，15 μL/L 肉桂精油处理组在储藏期间的失重率相对平稳，没有出现大幅度的波动，且水分损失相对较小（10.69%），效果最佳。

2.2 肉桂精油处理对春甜桔总糖和可滴定酸的影响

春甜桔在贮藏期间的总糖含量变化情况如图 2 所示。由图 2 可知，春甜桔储藏期间总糖含量变化在采后贮藏期间呈先上升后下降的趋势，这是由于果实的

含糖量随着果实成熟而增加，待果实完全成熟后在衰老过程中糖又被作为果实的呼吸底物，被呼吸分解放出热能，因此在贮存后期总糖含量趋于下降。在贮藏前期（第 18 d之前），处理组总糖含量上升趋势较对照组快，在贮藏中后期（第 18 d之后），处理组总糖含量下降趋势较对照组缓慢，由此可见，肉桂精油处理能够促进春甜桔果实总糖的积累，增加果实甜度，并且能够维持较长时间，具有增甜保鲜效果，其中肉桂精油浓度为 25 μL/L 处理后的春甜桔总糖积累最多（7.19%），其次为 20 μL/L 和 15 μL/L（分别为 6.97%和 6.33%）。

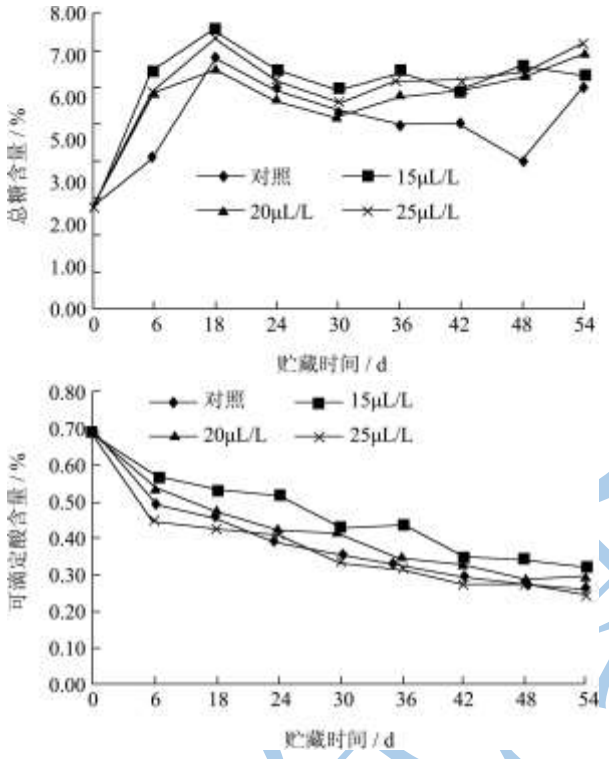


图 2 肉桂精油处理对紫金春甜桔总糖和可滴定酸含量的影响

Fig.2 Changes of total sugar and soluble solid content (SSC) of Zijin sweet orange treated by cinnamon essential oil

可滴定酸含量与糖酸比对果实风味有重要的影响，是衡量果实贮藏质量的标志之一。春甜桔在贮藏期间的可滴定酸（SSC）含量变化情况如图 2 所示。由图 2 可知，春甜桔各处理果实的可滴定酸含量在贮藏期间呈逐渐下降趋势，这可能是因为果实在贮藏过程中呼吸作用加强，使得有机酸的代谢旺盛[16]。和对照组相比，处理组可能由于精油中的抗菌作用使果实腐烂率较低，从而阻止了由于果实腐烂而造成酸的消耗，其中以 15 μL/L 组效果最佳。

2.3 肉桂精油处理对春甜桔维生素 C 含量和呼吸强度的影响

Vc 是柑橘果实重要的营养物质，它的变化直接反映了果实的新鲜度。Vc 的氧化是在酶的作用下进行的，氧的充分供给会加强酶的活性，加快 Vc 的分解，而在酸性环境中，Vc 的稳定性较好。图 3 表明，所有处理的果实其 Vc 含量在贮藏期间均有所下降（初始 Vc 含量为 0.3663 mg/g），不过肉桂精油处理组下降的速度较对照组慢，原因可能是肉桂精油处理后使得春甜桔果实呼吸缓慢，有效阻止了果实内酸的降解。本试验结果说明，肉桂精油处理能有效延缓春甜桔维生素 Vc 的下降趋势，其中以 15 μL/L 组效果最佳（54 d 后 Vc 含量为 0.1699 mg/g）。

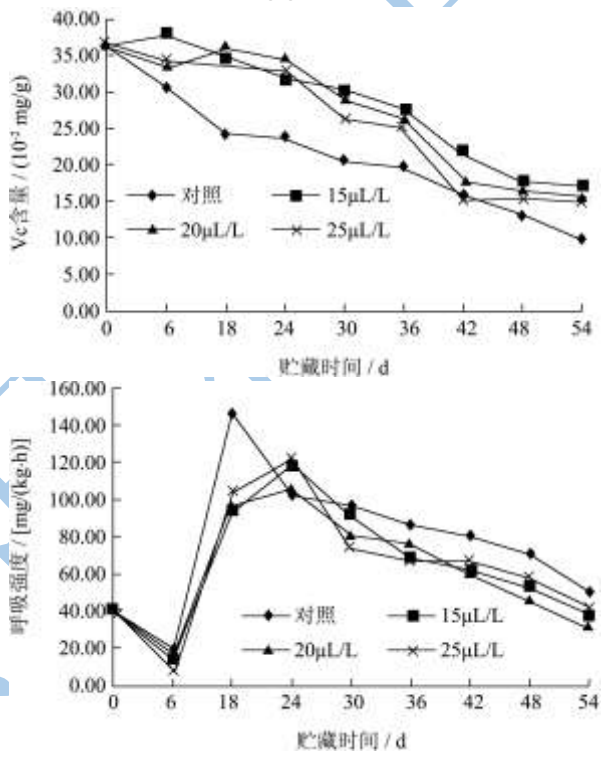


图 3 肉桂精油处理对紫金春甜桔 Vc 含量和呼吸强度的影响

Fig.3 Changes of Vc content and respiration of Zijin sweet orange treated by cinnamon essential oil

呼吸强度是用来衡量果品呼吸作用强弱的一个指标。呼吸作用是果品采后进行的重要生理活动，也是影响贮运效果的重要因素。春甜桔在贮藏期间呼吸强度的变化情况如图 3 所示。由图 3 可知，贮藏期间春甜桔果实呼吸强度基本上是先下降，然后出现呼吸高峰，最后再缓慢下降的过程，说明春甜桔属于呼吸跃变型果实。从图 3 可以看出，各处理组春甜桔的呼吸强度在贮藏 6 d内均呈现急剧下降趋势，随后则呈现先回升后缓慢下降的趋势。其中，肉桂精油处理后能使春甜桔的呼吸强度在贮藏后期保持较低水平，而且能够明显推迟春甜桔呼吸高峰出现的时间和强度。在贮藏中后期(第 18 d之后)，肉桂精油处理组的呼吸强度下降趋势均明显快于对照组，其中 20 μL/L 组的下降趋势最快（54 d后呼吸强度为 32.10 mg/kg·h），15 μL/L 组的效果其次。

2.4 肉桂精油处理对春甜桔丙二醛含量和过氧化物酶活性的影响

丙二醛（MDA）是膜脂过氧化的主要产物，其含量高低可以作为判断植物组织衰老和膜脂过氧化产物的标志。春甜桔在贮藏期间 MDA 的变化情况如图 4 所示。如图 4 可知，贮藏期间，春甜桔丙二醛含量呈逐渐增加趋势，且对照含量始终高于肉桂精油处理组。整个贮藏期间，对照组果实 MDA 含量增加 7.43 倍，而处理组中以 15 μL/L 组效果最好，增加 4.58 倍，20 μL/L 组和 25 μL/L 组其次，分别增加 5.06 倍和 5.96 倍，由此可见肉桂精油处理在一定程度上可减缓春甜桔膜脂过氧化进程，具有延缓组织衰老、延长贮藏时间的作用。

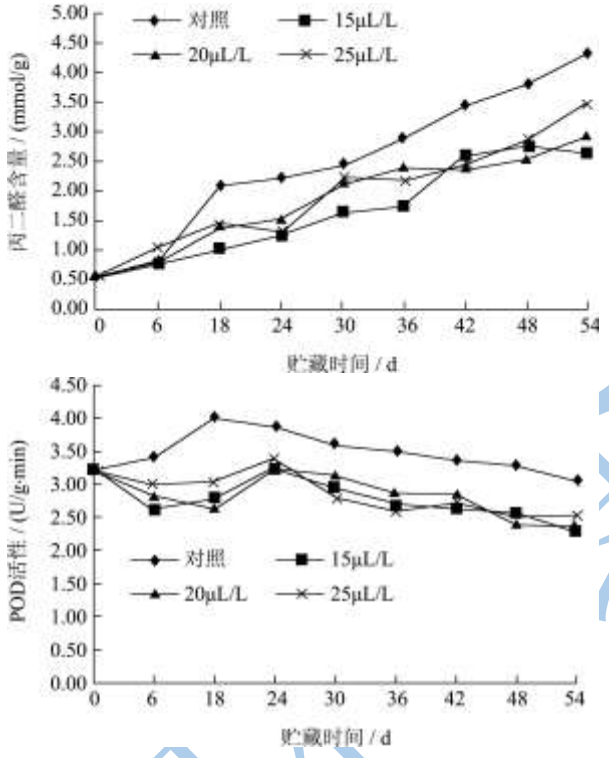


图 4 肉桂精油处理对紫金春甜桔 MDA 含量和 POD 活性的影响

Fig.4 Changes of malondialdehyde(MDA) and peroxidase activity (POD) of Zijin sweet orange treated by cinnamon essential oil

春甜桔在贮藏期间 POD 活性的变化情况如图 4 所示。如图 4 可知，肉桂精油处理组果实中 POD 活性在整个贮藏过程中先缓慢下降，随后稍有上升，而后又缓慢下降，而对照组呈上升后下降的变化趋势，肉桂精油处理对采后春甜桔 POD 活性的升高具有一定的抑制作用。在贮藏前期，对照组在 18 d，肉桂精油处理组在 24 d 分别出现了 POD 活性峰值，处理组比对照组的活性峰值低；贮藏后期第 54 d，对照的 POD 活性均高于各处理组，此时 15 μL/L 组、20 μL/L 组和 15 μL/L 组的 POD 活性分别较对照组降低了 24.84%、21.24%和 17.97%。POD 为植物体内专一的抗坏血酸过氧化物酶，能够催化组织中低浓度的过氧化物和 H_2O_2 氧化成其它底物，降低 H_2O_2 对组织的伤害作用，从而延缓果实衰老腐败，延长贮存期[17,18]。因此，肉桂精油处理抑制 POD 活性的原因有待进一步研究。

3 结论

肉桂精油处理对紫金春甜桔采后贮藏具有较好的保鲜效果，值得进一步开发利用。适当浓度的肉桂精油处理可以有效降低紫金春甜桔贮藏期间果实的烂果率和失重率，可以促进春甜桔果实总糖的积累、具有增甜保鲜效果，对 Vc 和可滴定酸的下降也有很好的抑制作用，可抑制呼吸强度和推迟呼吸高峰出现以及抑制 MDA 含量的增加，从而延缓果实采后衰老，延长贮藏期。综合试验结果表明，肉桂精油的浓度在 15 μL/L 对紫金春甜桔的保鲜效果最好。

参考文献

[1] 谭卫萍,刘锦红,曾继吾.紫金县春甜桔的发展现状与对策研究[J].中国果业信息,2005,12:20-21

[2] 李荣,李建光,潘学文.春甜桔夏秋季裂果原因及防裂措施研究[J].中国南方果树,2005,34(3):9-10

[3] 母洪娜,曾继吾,彭成绩,等.保鲜剂宝特对甜桔贮藏品质的影响[J].广东农业科学,2007,4:33-35,38

[4] Tripathi P, Dubey N K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables [J]. Postharvest Biology and Technology, 2004, 32: 235-245

[5] 钟瑞敏,王羽梅,曾庆孝,等.芳香精油在食品保藏中的应用性研究进展[J].食品与发酵工业,2005,31(3):93-98

[6] Dubey N K, Kishore N. Exploitation of higer plant products as natural fumigants [C]. In: Proceedings of the Fifth International Congress on Plant Pathology, Kyoto, Japan, 1988: 423

[7] Roller S. The quest for natural antimicrobials as novel means of food preservation: status report on a European research project [J]. International Biodeterioration and Biodegredation, 1995, 36: 333-345

[8] 李鹏霞,邵世达,冯俊涛,等.丁香精油和丁香酚对苹果贮藏期病害及果实品质的影响[J].农业工程学报,2006,22(6):173-177

[9] 苟亚峰,冯俊涛,张兴,等.肉桂精油及其复配物对砀山酥梨保鲜效果[J].农业工程学报,2008,24(8):298-301

[10] 沈建,夏志华,潘静娴,等.精油对草莓保鲜效果的研究试验[J].上海蔬菜,2006,4:99-102

[11] 胡军华,马丽娜,贺磊,等.47 种植物提取物对 3 种柑桔常见贮藏病害病原菌活性抑制作用研究[J].中国南方果树,2010,39(3):1-4,8

[12] 张桂.果蔬采后呼吸强度的测定方法[J].理化检验:化学分册,2005,41(8):596-598

[13] 王福容.生物工程分析与检验[M].北京:中国轻工业出版社,2010

[14] Jang Y M. Purification and some properties of polyphenoloxidase of longa fruit [J]. Food Chem., 1999, 66: 75-79

[15] Madan J M, Nelson C J. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue [J]. Plant Physiol., 1992, 99: 872-878

[16] 谢建华,庞杰.涂膜与冷激处理对柚类保鲜效果的研究[J].现代食品科技,2006,2:9-12

[17] 潘瑞炽,王小菁,李娘辉.植物生理学(第 5 版)[M].北京:高等教育出版社,2004

[18] 刘芳,张小青,吴三林,等.峨眉含笑精油对冬枣保鲜的研究[J].长春师范学院学报(自然科学版),2008,27(3):65-69

现代食品科技