

# 壳聚糖涂膜和柑橘果皮提取物处理对采后沙糖桔保鲜效果的影响

谢雨彤<sup>1</sup> 雷丽萍<sup>1</sup> 刘晓梅<sup>1</sup> 赵依琳<sup>1</sup> 薛莞莞<sup>2</sup> 邢乐华<sup>3</sup>

1 西南科技大学 生命科学与农林学院 2 四川省草业技术研究推广中心 3 绵阳市农业技术推广中心

DOI:10.12238/as.v8i6.3098

**[摘要]** 为探究壳聚糖涂膜与柑橘果皮提取物(ES)对沙糖桔采后保鲜的作用,本研究以沙糖桔果实为材料,设置ES处理组(壳聚糖+柑橘果皮提取物)和蒸馏水对照组(CK)。结果表明:ES处理显著减缓了总酚、总黄酮含量的降低,抑制了丙二醛(MDA)的积累,降低了多酚氧化酶(PPO)活性,并维持了较高的超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性。综上,壳聚糖涂膜与柑橘果皮提取物复合处理能有效提升沙糖桔采后贮藏品质。

**[关键词]** 柑橘; 保鲜效果; 采后生理

中图分类号: S666.2 文献标识码: A

## Effect of Chitosan Coating and Citrus Peel Extract Treatment on Postharvest Preservation Effect of Citrus

Yutong Xie<sup>1</sup> Liping Lei<sup>1</sup> Xiaomei Liu<sup>1</sup> Yilin Zhao<sup>1</sup> Wanwan Xue<sup>2</sup> Lehua Xing<sup>3</sup>

1 School of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology

2 Sichuan Provincial Grassland Technology Research and Promotion Center

3 Mian yang agricultural technology extension center

**[Abstract]** To explore the effect of chitosan coating and citrus peel extract (ES) on the postharvest preservation of tangerines, this study used tangerine fruits as materials and set up an ES treatment group (chitosan + citrus peel extract) and a distilled water control group (CK). The results showed that ES treatment significantly slowed down the reduction of total phenol and total flavonoid contents, inhibited the accumulation of malondialdehyde (MDA), reduced the activity of polyphenol oxidase (PPO), and maintained high activities of superoxide dismutase (SOD), peroxidase (POD), catalase (CAT), and phenylalanine ammonia-lyase (PAL). In conclusion, the combined treatment of chitosan and citrus peel extract can effectively improve the post-harvest storage quality of tangerines.

**[Key words]** Citrus fruits; Preservation effect; Postharvest physiology

果实采后腐烂是全球性难题,造成巨大经济损失,尤其在冷链技术欠发达地区损失率高达20%-30%<sup>[1]</sup>。沙糖桔营养丰富但采后易失水腐烂(损失率25%-30%)<sup>[2]</sup>,采后保鲜难度大。传统保鲜方法存在局限,寻求安全高效的保鲜技术至关重要。目前人们对于果实贮藏保鲜主要使用的是传统保鲜方法,但传统方法的不足之处还是极其明显的。当今社会,可以用来对柑橘类果实进行采后贮藏保鲜的技术主要有生物保鲜、化学保鲜和物理保鲜。而生物保鲜有两种方法,分别是使用防腐剂进行保鲜和对采后果实涂膜处理进行保鲜<sup>[3]</sup>。已经有研究发现,柑橘提取物对真菌以及一些细菌有一定的抑制作用<sup>[4]</sup>,用柑橘提取物处理后的果实与其对照相比,腐烂率与失重率显著下降,果实的保鲜效果大大提高。壳聚糖(Chitosan)具有良好成膜性、抑菌性和生物相容性;柑橘果皮提取物亦被证实具有抑菌和抗氧化活性。本研究

旨在探讨壳聚糖与柑橘果皮提取物(ES)复合涂膜对沙糖桔采后保鲜效果的影响。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料与处理

供试柑橘品种为沙糖桔(*Citrus unshiu*),采自广西壮族自治区,挑选大小、色泽、成熟度一致且无损伤果实,表面清洁。处理组(ES):果实浸入壳聚糖与桂花蒂南丰落果果皮提取物(主要成分为川陈皮素346.24mg/gDW、橘皮素189.88mg/gDW等)混合液1min,风干;对照组(CK):蒸馏水浸泡。处理后的果实置于聚乙烯膜密封塑料筐中,于通风仓库(18±2℃,RH 90-95%)贮藏。分别于处理后2h、7、14、21、28、35d取样测定。

#### 1.2 试验方法

##### 1.2.1 总酚总黄酮测定

果皮/果肉液氮研磨, 80%甲醇提取。总酚采用福林酚法(以没食子酸当量GAE表示, 765nm); 总黄酮采用亚硝酸钠-硝酸铝法(以芦丁当量RT表示, 500nm)。

### 1.2.2 丙二醛(MDA)测定

参照Kumar法<sup>[5]</sup>。果皮粉末用5%TCA提取, 上清液与0.67%TBA沸水浴反应, 测定450、532、600nm吸光值计算MDA含量( $\mu\text{mol/gFW}$ )。

### 1.2.3 酶活性测定

首先进行抗氧化酶的提取<sup>[6]</sup>。苯丙氨酸解氨酶(PAL)采用试剂盒法, 290nm测反式肉桂酸生成速率。多酚氧化酶(PPO)同样采用试剂盒法, 410nm测邻苯二醌生成速率。超氧化物歧化酶(SOD)通过抑制NBT光还原法, 560nm测, 以抑制50%为一个活性单位。愈创木酚过氧化物酶(POD)采用愈创木酚法, 470nm测吸光值变化速率( $\Delta\text{OD}470/\text{min}$ )。过氧化氢酶(CAT)通过紫外吸收法, 在240nm测 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解速率( $\Delta\text{OD}240/\text{min}$ )。

### 1.3 数据处理

实验数据为3次测定的平均值。组间的显著性差异和相关性分析采用SPSS19.0软件的ANOVA分析方法,  $P < 0.05$ 为差异显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 ES处理对沙糖桔果实总酚总黄酮含量的影响

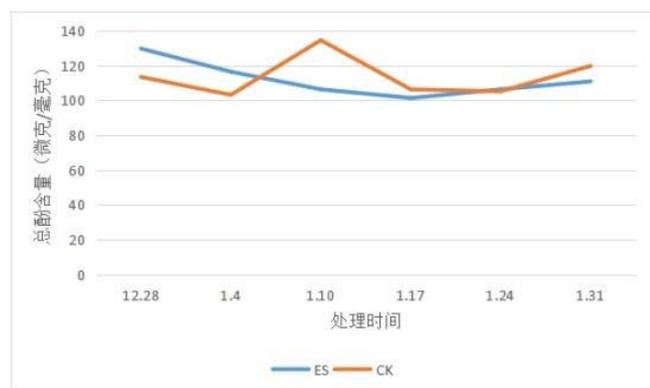


图1 ES处理对采后沙糖桔果实总酚总黄酮含量的影响

柑橘果皮中的酚类物质具有明显的抗氧化作用, 柑橘贮藏保鲜过程中, 正是由于酚类物质含量的下降, 导致果实褐变, 降低果实的贮藏保鲜能力。图1所示, 在果实采后贮藏初期(12.28至1.4), 处理组与对照组果实总酚含量均呈逐渐减少, 而且经过ES处理的

果实含量更高, 处理组的果实贮藏的前十四天总黄酮含量逐渐升高, 之后下降; 对照组沙糖桔果实总黄酮含量在前七天上升, 之后下降。含量上升的天数比处理组短, 并且处理组总黄酮含量上升的持续时间大于对照组, 处理组的沙糖桔果实总黄酮含量在整个贮藏期间始终高于对照组。实验结果说明壳聚糖与柑橘果皮提取物涂膜处理能够增加采后沙糖桔的酚类物质含量。

### 2.2 ES处理对沙糖桔果实丙二醛(MDA)含量的影响

丙二醛是膜脂过氧化的主要产物, 其含量高低可以作为衡量果蔬衰老和活性氧积累诱发膜脂过氧化作用的标志, 可以反映出果实贮藏保鲜的能力。如图2所示, 在沙糖桔采后贮藏过程中, 处理组与对照组沙糖桔果实MDA含量总体呈现先升高后下降的趋势, 且处理组果实MDA含量在不同处理时间普遍低于对照组。说明壳聚糖与柑橘果皮提取物涂膜处理能够减少MDA的产生。

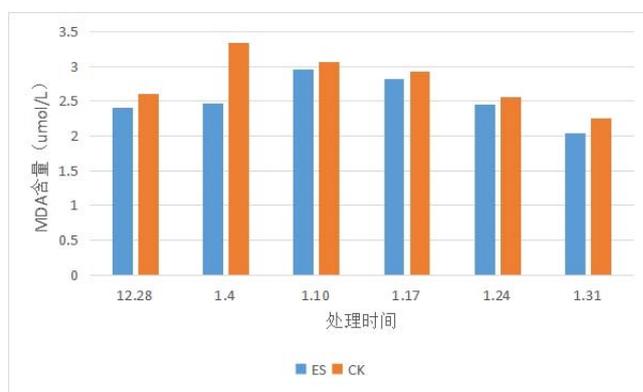


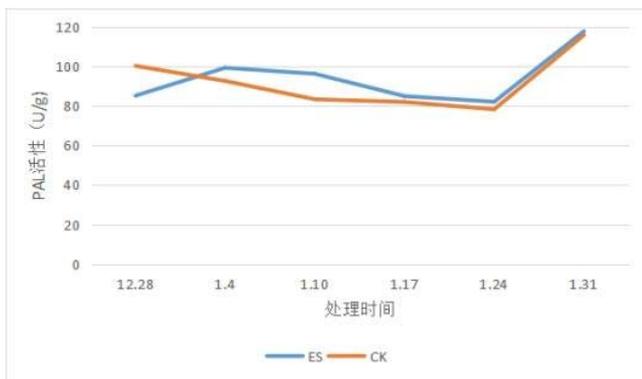
图2 ES处理对采后柑橘果实MDA含量的影响

### 2.3 ES处理对采后沙糖桔果实酶活性的影响

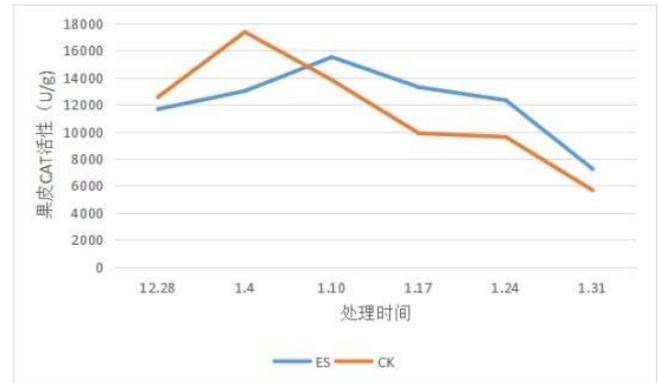
植物中含有大量的PAL, PAL对植物体内苯丙烷类代谢起关键作用, 能够促进植物生长发育和防止细菌和病虫害对植物体的侵染。如图3-A所示, 在果实贮藏期间(12.28至1.24), 对照组果实果皮PAL活性总体呈现下降趋势, 而处理组果实贮藏初期上升, 然后下降, 但处理组果实PAL活性普遍高于对照组, 说明壳聚糖与柑橘果皮提取物涂膜处理减缓了PAL酶活性的下降。

PPO是一种存在于植物体内的含铜的氧化酶, 催化的反应会导致果实褐变。如图3-B所示, 对照组果实果皮PPO活性先减弱后变强, 而处理组在贮藏初期(12.28至1.4), 果实果皮PPO活性下降, 且这段时间处理组果实果皮PPO活性低于对照组之后又快速上升和下降, 最终PPO活性降低低于对照组。

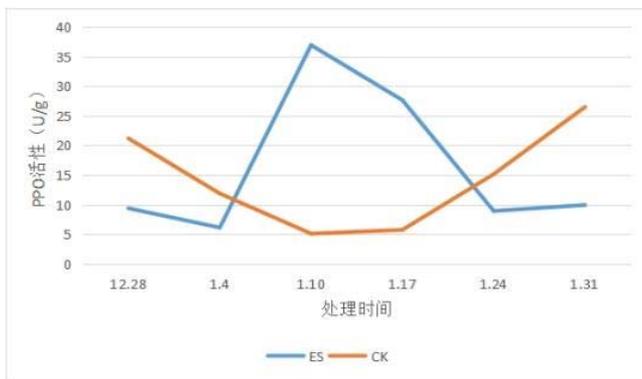
SOD、POD、CAT等酶在果实贮藏期间起到抗氧化的作用, 有助于果实贮藏保鲜。如图3-C所示, 处理组与对照组果实果皮SOD活性在贮藏期间逐渐变弱, 但处理组果实果皮SOD活性比对照组强。如图3-D所示, 在果实贮藏期间果皮POD活性在前期呈下降趋势, 且处理组POD活性高于对照组。如图3-E所示, 果实果皮CAT活性总体呈现先上升后下降的趋势, 前期对照组CAT活性较高, 但下降时间较早, 而处理组果实果皮CAT活性在前期不断升高, 且后期下降缓慢, 普遍高于对照组。说明壳聚糖和柑橘果皮提取物涂膜处理能够减缓SOD、POD、CAT等酶的活性随贮藏时间下降的幅度。



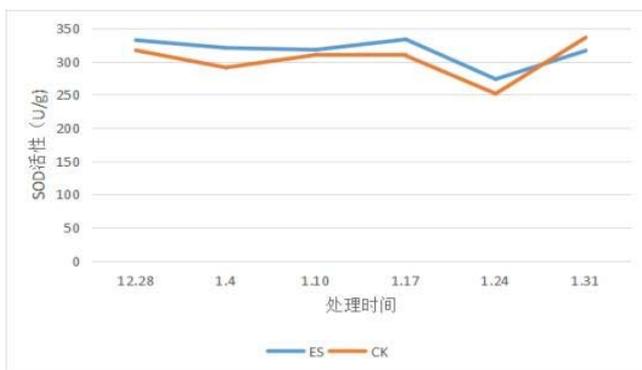
A



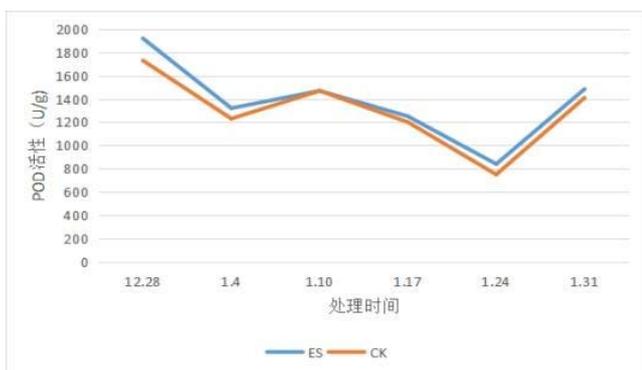
E



B



C



D

图3 ES处理对采后柑橘果实酶活性的影响

### 3 结论

壳聚糖涂膜与柑橘果皮提取物复合处理通过双重机制,能够提升沙糖桔采后保鲜效果,延缓总酚总黄酮降解,并通过激活SOD、POD、CAT及PAL抗氧化酶系统协同清除活性氧,抑制PPO介导的褐变与MDA积累,从而显著延缓果实衰老进程。该研究为开发天然复合保鲜剂提供了理论依据。

#### [基金项目]

西南科技大学大学生创新创业训练计划项目(S202310619107)。

#### [参考文献]

- [1]张广燕,刘云强,徐凌.蓝莓加工及贮藏保鲜技术[J].辽宁农业职业技术学院学报,2013,15(02):12-13.
- [2]张良,刘媛洁,肖勇生,等.响应面法优化柑橘复合生物保鲜剂配方[J].食品工业科技,2016,37(16):340-345.
- [3]熊亚波,闫晓俊,颜静,等.新型柑橘贮藏保鲜剂的研究进展[J].食品科学,2015,36(09):284-288.
- [4]李悦,侯滨滨,赵婧.柑橘类精油抗菌活性的研究[J].食品研究与开发,2011,32(06):190-192.
- [5]KumarGN M, Knowles N R. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free-radical scavenging enzyme activities during aging and sprouting of potato(*Solanum tuberosum*) seed-tubers. *Plant Physiol*,1993,102:115-124.
- [6]Hui, G.,Zhang,Z.K.,Lv,X.G.,Ni,C.,Peng, B. Z., & Wei, C. (2016). Effect of 24-epi-brassinolide on chilling injury of peach fruit in relation to phenolic and proline metabolisms. *Postharvest Biol Tec*,111:390-397.

#### 作者简介:

谢雨彤(2002--),女,汉族,四川乐山人,本科,研究方向:果树。