

丁香提取液可食性复合涂膜对新余蜜橘 常温保鲜效果的影响

陈楚英, 陈明, 付永琦, 万春鹏, 郭娟华, 陈金印

(江西农业大学江西省果蔬保鲜与无损检测重点实验室, 江西南昌 330045)

摘要: 为了开发新余蜜橘保鲜的新技术和延长其贮藏时间, 探讨 50 mg/mL 丁香乙醇提取液复配 1.0%羧甲基纤维素、700 mg/L 柠檬酸、1.0%蔗糖酯及 1.0%丙酸钙制成可食性复合涂膜, 在常温 (20±1 °C) 下, 考察复合涂膜处理对新余蜜橘果实保鲜效果及采后生理生化变化的影响。结果表明: 与对照相比, 复合涂膜显著降低新余蜜橘果实常温贮藏期间腐烂率和失重率, 两者的减少幅度分别为对照组的 27.3% 和 24.6%, 延缓了可溶性固形物、可滴定酸及抗坏血酸含量的下降; 有效抑制了果实呼吸强度和丙二醛含量的升高, 同时还能保持果实较高 SOD、POD、PPO 和 PAL 活性, 延缓果实衰老。与 CMC 涂膜相比, 加了丁香提取液的复合涂膜可显著降低果实的腐烂, 对果实品质无不良影响, 同时可以诱导 PPO 和 PAL 活性的上升, 提高新余蜜橘果实的抗病性。丁香提取液可食性复合涂膜用于新余蜜橘的常温保鲜切实可行。

关键词: 丁香提取液; 复合涂膜; 新余蜜橘; 常温保鲜; 果实品质; 生理特性

文章编号: 1673-9078(2014)2-117-123

Preservation of Postharvest Xinyu Tangerine Coated with Edible Compounds from Clove Extracts under Ambient Temperature Storage

CHEN Chu-ying, CHEN Ming, FU Yong-qi, WAN Chun-peng, GUO Juan-hua, CHEN Jin-yin

(Jiangxi Key Laboratory for Postharvest Technology and Nondestructive Testing of Fruits & Vegetables, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: To develop new techniques and prolong storage time of Xinyu tangerine, the effects of edible compound coating on postharvest quality and physiological property of Xinyu tangerine under ambient temperature storage was studied. The edible compound coating was made of 50 mg/mL Chinese medicine clove extracted by ethanol, 1.0% carboxymethyl cellulose, 700 mg/L citric acid, 1.0% sucrose ester and 1.0% calcium propionate. The results showed that the coating significantly decreased the decay rate and weight loss of the fruit to 27.3% and 24.6% respectively during storage at room temperature. Furthermore, it inhibited the respiration intensity and MDA content, and maintained higher contents of total soluble solid, titratable acids and vitamin C. In addition, the compound coating effectively enhanced the activities of SOD, POD, PPO and PAL. Compared with CMC coating, the compound coating reduced the decay rate significantly with none risk to fruit quality. Meanwhile, it induced the activities of PPO and PAL. The edible compound coating enriched with clove extracts provided a new method for the fresh-keeping of Xinyu tangerine.

Key words: clove extracts; compound coating; Xinyu tangerine; ambient temperature storage; fruit quality; physiological property

新余蜜橘是新余市科技工作者 1977 年从“黄岩本地早”群体中选育出的优良特色宽皮柑橘品种, 具有良好的遗传稳定性, 该品种除了保留本地早原有的品性, 还具有的结果早、抗寒性强、高产稳产、品质

收稿日期: 2013-09-05

基金项目: 国家自然科学基金项目(31160343); “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD38B03); 科技部农业科技成果转化资金项目(2011GB2C50017); 江西省教育厅科技落地计划项目(111)

作者简介: 陈楚英(1987-), 女, 博士生, 主要从事作物生理

通信作者: 陈金印(1962-), 男, 博士, 教授, 博士生导师

优良、适应性强、商品形状好等优良特性^[1]。2007 年, 新余蜜橘被国家农业部列为《全国地方特色品种 2008~2015 年柑橘优势产区》。由于新余蜜橘果皮薄、松脆, 易遭受机械损伤造成烂果现象, 在贮运过程中微生物感染也会造成了较大损失, 因此, 开发新余蜜橘的采后保鲜新技术可以促进其相关产业的良好发展。

在绿色消费盛行的今天, 从植物中提取天然防腐保鲜剂被认为是当前开发新型果蔬保鲜剂的新途径^[2]。国内外不少数学者对柑橘的无公害贮藏保鲜技术

进行了研究,例如采用壳聚糖、果蜡、水杨酸等对果实进行涂膜处理,试验结果表明均具有一定的防腐保鲜效果^[3-5]。羧甲基纤维素钠(carboxymethyl cellulose sodium, CMC)为纤维素羧甲基醚的钠盐,是一种具有良好成膜性的亲水性化合物。CMC安全无毒,可以在任意pH值溶液溶解,具有良好的生物兼容性和生物降解性,其原料来源丰富,可再生,生产成本低,易于开发利用^[6]。丁香为一种常见的中草药,含有丰富的丁香酚,具有广谱、高效的抑菌作用,对多种霉菌和致病菌均有明显的抑制效果,无任何化学残留和毒副作用,不污染环境,符合人们对食品保鲜的绿色、环保要求。本课题组前期研究发现,其提取液对柑桔采后主要致病菌-意大利青霉(*Penicillium italicum*)和指状青霉(*Penicillium digitatum*)均具有较强的抑制作用^[7]。本文通过研究以丁香提取液为杀菌剂,以CMC为成膜剂,添加食品级的蔗糖酯、丙酸钙及柠檬酸等涂膜助剂,配制了一种既具有高效的抑菌效果又良好的成膜性的复合涂膜保鲜剂,研究了复合涂膜对新余蜜橘在常温贮藏过程中果实品质及采后生理指标的变化,旨在丁香提取液可食性复合涂膜保鲜剂用于保鲜新余蜜橘的可行性,为开发新型高效、绿色无公害的柑橘采后保鲜技术提供理论依据和技术方法。

1 材料与方法

1.1 供试果实

供试新余蜜橘品种为“彭家39号”(Citrus reticulata Blanco. cv. Pengjia No. 39),采自江西省新余市珊瑚果品示范园。2012年10月25日采收,果实采后立即装箱当天运回江西农业大学果蔬保鲜与无损检测重点实验室,预贮2d。挑选大小均匀、色泽均匀、成熟度一致(八成熟)、无病虫害、无机械损伤的果实,用清水清洗自然风干后,用柔软的毛刷在果皮表面涂抹配制好的复合涂膜或CMC(CMC为对比试验组,不添加丁香提取液),自然晾干;对照组果实不进行任何处理。每个处理中500个果实直接装入聚乙烯塑料薄膜袋(d=0.04 mm),用于生理生化指标测定;200个果实单果包装后再装入4个聚乙烯塑料薄膜袋,用于腐烂率和失重率的检测。所有果实置于常温(20±1℃),相对湿度80~95%,每隔10d检测各项指标。

1.2 复合涂膜的配制

1.2.1 提取液的制备

丁香购于江西省南昌市益丰大药房。50℃烘干,

粉碎(过40目筛)的后保存备用;加入10倍体积的体积分数为95%乙醇,超声循环提取1h(超声频率40kHz,温度50℃),过滤;滤渣再加入5倍体积的95%乙醇,超声循环提取2h(工艺参数同上),过滤。合并2次滤液,滤液在旋转蒸发仪上于45℃下浓缩制成原液(终浓度为1g生药材/mL提取液),4℃下保存备用。

1.2.2 复合涂膜的制备及分组处理

表1 涂膜处理配方

Table 1 Formula of coating film group

分组	涂膜剂成分质量浓度/(g/L)				
	提取液	CMC	柠檬酸	蔗糖酯	丙酸钙
复合膜	50	10	0.7	10	10
CMC	0	10	0.7	10	10
对照	0	0	0	0	0

课题组经过前期的单因素试验和正交试验优选了复合涂膜的配方和制备工艺,具体制备过程如下:根据果实的数量和膜组分的浓度,取一定量的CMC加适量蒸馏水溶胀8h,搅拌溶解,然后在上述溶液1000mL中按照试验设计(表1)分别依次加入柠檬酸、蔗糖酯、丙酸钙及提取液,用蒸馏水稀释,搅拌均匀。提取液、CMC、柠檬酸、蔗糖酯及丙酸钙的质量浓度分别为50、10、0.7、10、10g/L。CMC处理组不加提取液,其余组分配比及浓度与复合涂膜一致。

1.3 各项指标测定方法

1.3.1 贮藏效果的测定

发病率/%=病果/总果数×100%

失重率/%=(贮前重量-贮后重量)/贮前重量×100%

1.3.2 果实品质分析

从每个处理中随机抽取15个果实,经捣碎机破碎离心后,取上清液进行果实品质分析。可溶性固形物含量(total soluble solids content, TSS)用RA-250WE手持数字糖度计进行测定;可滴定酸度(titratable acidity, TA)采用酸碱滴定法测定,结果以柠檬酸的量进行换算;2,6-二氯靛酚滴定法测定抗坏血酸(ascorbic acid, AsA)含量。

1.3.3 生理生化指标测定

采用GHX-3051H果蔬呼吸测定仪检测果实呼吸强度;硫代巴比妥酸(TBA)法测定丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量;NBT还原法测定超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性;愈创木酚氧化法测定过氧化物酶(peroxidase, POD)活性;邻苯二酚氧化法测定多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)的活性;苯丙氨酸解氨酶(phenylalanine

ammonia lyase, PAL) 活性的测定参考 Stadnik 的方法, 稍作改进^[8]。所有指标检测结果均为 3 次平行测定的平均值。

1.4 数据统计与分析

所有试验数据为 3 次重复的平均值和标准差, 采用 SPSS 17.0 软件进行方差分析, 采用 Origin 8.0 软件进行作图。

2 结果与分析

2.1 复合涂膜处理对新余蜜橘果实腐烂率和失重率的影响

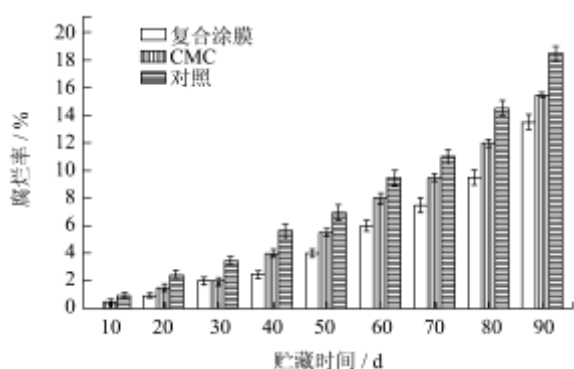


图 1 不同处理对新余蜜橘采后腐烂率的影响

Fig.1 Effect of coating treatments on decay rate of Xinyu tangerine

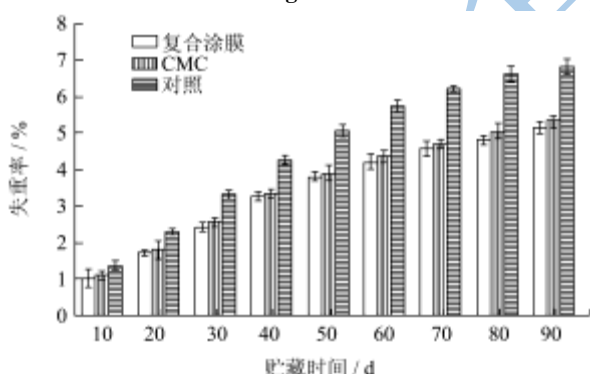


图 2 不同处理对新余蜜橘采后失重率的影响

Fig.2 Effect of coating treatments on weight loss of Xinyu tangerine

腐烂率直接反映新余蜜橘果实的耐贮能力。由图 1 可知, 各处理新余蜜橘在整个贮藏周期里的腐烂率均呈不断上升的变化趋势, 尤其以对照处理的上升幅度最大。在贮藏至 90 d 时, 对照组果实的腐烂率为 18.5%, 而复合涂膜和 CMC 涂膜处理果实的腐烂率分别为 13.5% 和 15.5%, 与对照组差异达到显著水平 ($P < 0.05$)。可见, CMC 涂膜处理可以显著抑制新余

蜜橘果实腐烂的发生, 加入丁香提取液后, 可提高果实的保鲜效果。

2.2 复合涂膜处理对新余蜜橘可滴定酸的影响

响

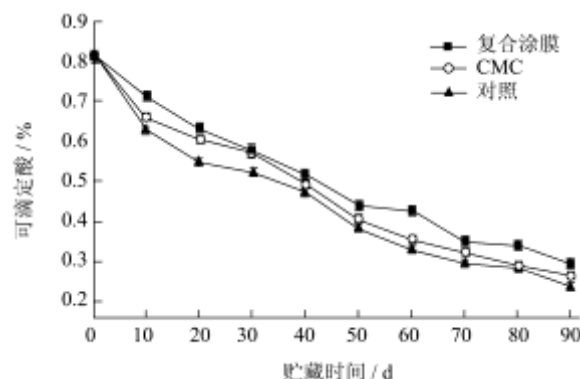


图 3 不同处理对新余蜜橘可滴定酸含量的影响

Fig.3 Effect of coating treatments on titratable acid content of Xinyu tangerine

不同处理的新余蜜橘果实在常温贮藏过程中可滴定酸含量的变化见图 3。由图 3 可知, 随着贮藏时间的延长, 各处理组新余蜜橘果实的可滴定酸含量均呈逐渐下降趋势, 在整个贮藏过程中涂膜处理果实的 TA 含量高于对照组, 贮藏至 90 d 时, 对照组 TA 含量已降低至贮藏前的 28.83%, 而复合涂膜和 CMC 涂膜处理则分别降至贮藏前的 36.28% 和 32.21%, 说明丁香提取液复合涂膜和 CMC 涂膜处理能在一定程度上延缓新余蜜橘果实中可滴定酸含量的下降, 有利于果实风味的保持。

2.3 复合涂膜处理对新余蜜橘可溶性固形物的影响

的影响

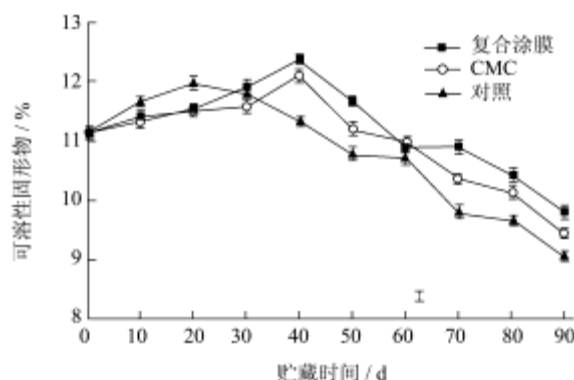


图 4 不同处理对新余蜜橘可溶性固形物含量的影响

Fig.4 Effect of coating treatments on total soluble solid content of Xinyu tangerine

从图 4 可以看出, 各处理的可溶性固形物含量在

整个贮藏过程中呈先上升后下降的变化趋势。对照组在贮藏前期 TSS 含量显著高于涂膜处理组,在贮藏 20 d 时达到峰值,涂膜处理则在贮藏 40 d 时达到峰值,复合涂膜的峰值与 CMC 涂膜和对照组的差异显著 ($P < 0.05$)。贮藏 40 d 以后直到贮藏末期, TSS 含量逐渐下降,对照组 TSS 含量下降速度相对快一些,2 个涂膜处理的 TSS 含量下降速度较缓慢,表明涂膜处理能减慢新余蜜橘果实营养物质的降解速率,延缓成熟衰老的进程。

2.4 复合涂膜处理对新余蜜橘抗坏血酸的影响

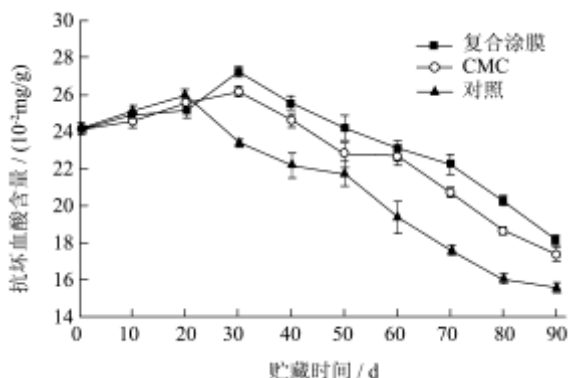


图 5 不同处理对新余蜜橘抗坏血酸含量的影响

Fig.5 Effect of coating treatments on AsA content of Xinyu tangerine

柑橘类果实 AsA 含量很高,其含量的高低直接反映柑橘果实品质的优劣。由图 5 可知,新余蜜橘果实 AsA 含量在常温贮藏过程中总体都呈先上升后逐渐下降的变化趋势,对照组的 AsA 含量在贮藏 20 d 达到最大值,复合涂膜和 CNC 涂膜处理的 AsA 含量是推迟 10 d 达到最大值,在贮藏结束时,各处理的 AsA 含量分别由贮藏前的 0.24 mg/g 降至 0.18 mg/g、0.17 mg/g 和 0.16 mg/g,这说明涂膜处理能抑制新余蜜橘果实 AsA 含量的下降,使果实在贮藏后期能保持较高的 AsA 含量,其中加入丁香提取液后,可显著延缓新余蜜橘果实的后熟速度。

2.5 复合涂膜处理对新余蜜橘呼吸强度的影响

呼吸作用果实采后进行一个重要的生理代谢过程,也是影响贮运效果的重要因素,呼吸强度是用来衡量果品呼吸作用强弱的有效指标,是评价新鲜果蔬贮藏寿命的重要因子之一。由图 6 可以看出,对照组的新余蜜橘果实在贮藏 10 d 时出现一个呼吸跃变,之

后又逐渐下降。在贮藏前期,复合涂膜和 CMC 涂膜处理果实的呼吸强度都是迅速下降,未出现明显的呼吸高峰。在整个常温贮藏过程中,涂膜处理新余蜜橘呼吸强度低于对照处理,复合涂膜处理与对照组差异达到极显著水平,CMC 涂膜处理与对照组差异达到显著水平,这说明涂膜处理均可以在不同程度抑制了新余蜜橘果实的呼吸作用,丁香提取液复合涂膜处理的抑制作用更为显著。

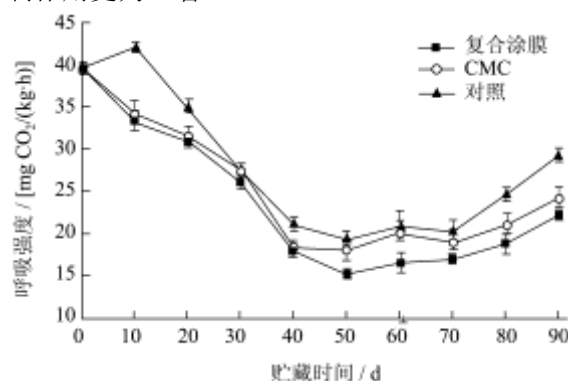


图 6 不同处理对新余蜜橘呼吸强度的影响

Fig.6 Effect of coating treatments on respiration intensity of Xinyu tangerine

2.6 复合涂膜处理对新余蜜橘 MDA 含量的影响

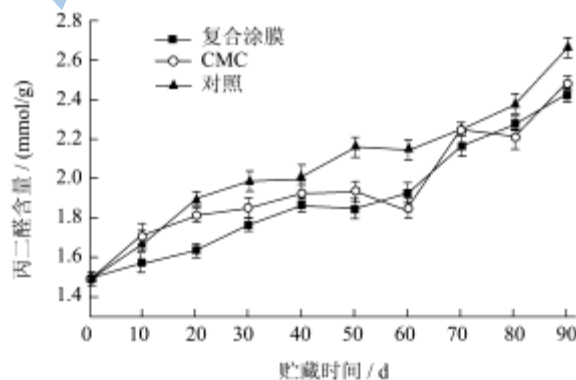


图 7 不同处理对新余蜜橘 MDA 含量的影响

Fig.7 Effect of coating treatments on MDA content of Xinyu tangerine

MDA 是植物衰老过程中膜脂过氧化作用的主要产物之一,其含量可反映细胞膜脂过氧化程度。由图 7 可知,随着贮藏时间的延长,各处理果实的 MDA 含量在贮藏过程中呈上升趋势,到贮藏后期,MDA 含量的增加速度加快,说明膜脂过氧化程度加剧,果实逐渐衰老。在整个贮藏周期里,复合涂膜和 CMC 涂膜处理的果实 MDA 含量低于对照组,贮藏结束时,复合涂膜、CMC 和对照组的 MDA 含量分别是贮藏前的 1.49 mmol/g 增加了 60.43%、68.81% 和 85.54%,说

明涂膜处理对新余蜜橘果实中 MDA 的积累可起到一定的抑制作用, 加入丁香提取液后, 显著地提高果实对 MDA 含量积累的抑制作用, 有效缓解了新余蜜橘果实的膜脂过氧化。

2.7 复合涂膜处理对新余蜜橘超氧化物歧化酶活性的影响

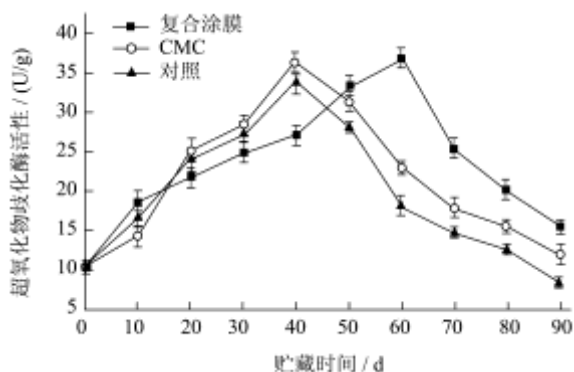


图 8 不同处理对新余蜜橘 SOD 活性的影响

Fig.8 Effect of coating treatments on SOD activity of Xinyu tangerine

SOD 是植物体内抗氧化防御体系的关键酶之一, 能专一地清除超氧阴离子自由基, 其活性高低在一定程度上能反应果实衰老的程度, 由图 8 可知, 新余蜜橘在常温贮藏过程中, SOD 活性呈现先上升后下降的变化趋势。在贮藏前期, 各处理的 SOD 活性逐渐升高, 至贮藏中期时达到最大值, 随后活性迅速降低。CMC 涂膜和对照组的果实在贮藏 40 d 达到活性高峰, 峰值分别为 36.22 U/g 和 33.80 U/g; 丁香提取液复合涂膜处理在贮藏 60 d 达到活性高峰 (36.04 U/g), 由此可知, 复合涂膜处理可以推迟了 SOD 活性高峰的到来, 但基本不改变峰值的大小。在贮藏后期, 与对照相比, 复合涂膜和 CMC 涂膜处理的 SOD 活性仍保持较高水平, 丁香提取液复合涂膜处理显著高于其他两个处理组, 这说明丁香提取液复合涂膜处理均能有效延缓 SOD 活性高峰的出现并抑制了其后的下降。

2.8 复合涂膜处理对新余蜜橘过氧化物酶活性的影响

如图 9 所示, 各处理的果实 POD 活性在整个贮藏过程中出现两个活性高峰, 第一个活性高峰在贮藏 10 d 时出现, 贮藏 50 d 天出现第二个活性高峰, 第一次 POD 活性高峰的峰值显著高于第二次活性峰值。在整个贮藏期间, 涂膜处理的果实 POD 活性都高于对照组, 且差异达到极显著水平 ($P < 0.01$), 说明涂膜

处理能使新余蜜橘果实在贮藏后期保持较高的 POD 活性。

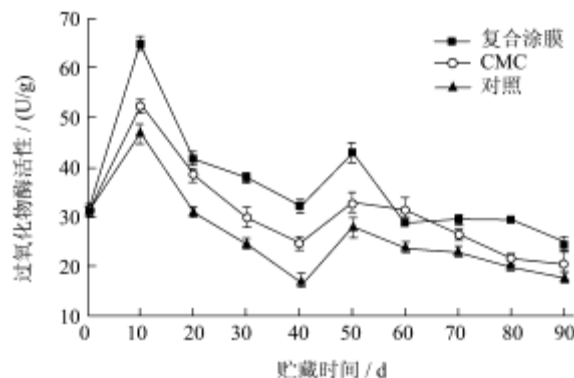


图 9 不同处理对新余蜜橘 POD 活性的影响

Fig.9 Effect of coating treatments on POD activity of Xinyu tangerine

2.9 复合涂膜处理对新余蜜橘多酚氧化酶活性的影响

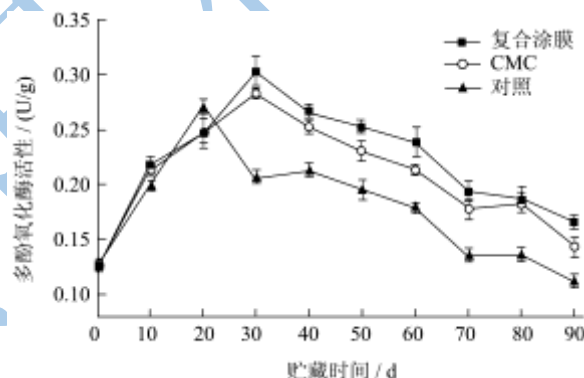


图 10 不同处理对新余蜜橘 PPO 活性的影响

Fig.10 Effect of coating treatments on PPO activity of Xinyu tangerine

各处理的新余蜜橘果实 PPO 活性变化如图 10 所示, 各处理的 PPO 活性在贮藏前期呈上升趋势, 达到一定值后开始下降。在常温贮藏过程中, 对照处理的果实 PPO 活性在贮藏 20 d 以后开始下降, 涂膜处理在贮藏 30 d 后开始下降; 在贮藏中后期, 涂膜处理的新余蜜橘果实 PPO 活性显著高于对照处理, 这说明涂膜处理均能有效延缓 PPO 活性高峰的出现并抑制了其后的下降。

2.10 复合涂膜处理对新余蜜橘苯丙氨酸解氨酶活性的影响

苯丙氨酸解氨酶 (PAL) 是植物体内苯丙烷代谢途径的关键控制酶, 调控酚类物质和木质素在植物体内的合成和积累, 是衡量植物抗逆境能力的一项重要

生理指标,其活性的变化如图 11 所示,在常温贮藏条件下,对照组的新余蜜橘果实 PAL 活性在贮藏前期快速上升,在贮藏 20 d 时达到活性峰值 (378.3 U/g);两个涂膜处理的新余蜜橘果实 PAL 活性变化呈先上升,达到活性高峰后下降,且在 40 d 以前, PAL 活性上升缓慢,40 d 以后迅速上升,在贮藏 60 d 时达到活性高峰,两者差异不显著;在贮藏中后期,复合涂膜与 CMC 涂膜处理的 PAL 活性显著高于对照组,这说明涂膜处理均能显著延缓 PAL 活性高峰的出现并抑制了其后期的下降。

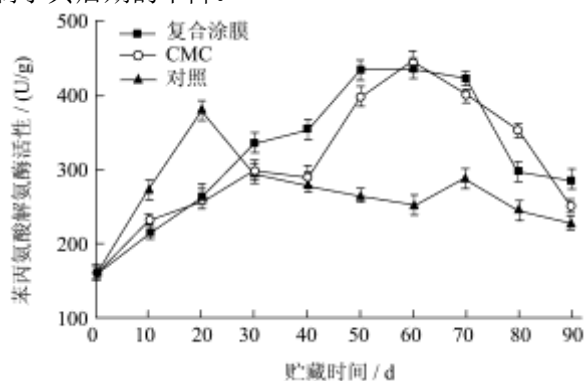


图 11 不同处理对新余蜜橘 PAL 活性的影响

Fig.11 Effect of coating treatments on PAL activity of Xinyu tangerine

3 结论

3.1 丁香提取液和 CMC 复合涂膜保鲜机理的初步探讨,丁香提取液在以 CMC 为成膜剂作为载体,在果实表面形成均匀、透明的薄膜,由于丁香提取液中含有抑菌活性物质,具有很强的杀菌能力,可以阻断病原菌的代谢或杀死病原微生物,减少致病菌的侵染,从而延缓果实的萎蔫和腐烂变质,另外由于果实在中草药中活性成分的诱导下,产生一系列的防御反应,提高各种防御保护酶的活性,使果实在贮藏期间抗氧化酶保持在较高的水平,并阻止其在贮藏后期活性的下降,有利于清除果实衰老过程中产生的超氧阴离子自由基,减少自由基对膜的损伤,从而降低膜脂过氧化作用,延缓新余蜜橘果实的衰老。CMC 良好的成膜性是对果实具有良好保鲜效果的理化基础,在果实周围形成一个高 CO₂分压、低 O₂分压的微气调环境,对气体和湿度起到屏障的作用,降低呼吸强度从而减少营养物质的消耗,并且减少水分的损失,同时也减少病原菌的侵染而造成的腐烂损失,从而达到防腐保鲜效果^[9-11]。

3.2 柑橘类果实在采收后仍会进行一系列的生理生化活动,其中以营养物质消耗和呼吸代谢最为显著。Togrul 等^[12]研究发现,CMC 涂膜处理可以减少柑橘果

实在贮藏期间的质量损失,延缓了 Vc 含量的下降,同时延缓 TSS 和 TA 的降解速率,其中大豆油、CMC、油酸钠和水复合涂膜配方的作用效果最佳。本文的试验也得到类似结果,涂膜处理能显著延缓了新余蜜橘果实可滴定酸、TSS 和 Vc 含量的下降,有利于果实保持较好的风味和营养品质;与 CMC 涂膜处理相比,复合涂膜可显著减少新余蜜橘果实的腐烂,对果实品质无任何不良影响。柑橘类果实一般认为是非呼吸跃变型果实,本试验发现,涂膜处理显著降低新余蜜橘果实的呼吸强度,并抑制其在贮藏后期的上升速度,这 Silvia 等^[10]在“Valencia”柑橘和任艳芳等^[13]在夏橙果实的实验结果一致。试验结果还发现复合涂膜处理可以降低新余蜜橘果实中 MDA 含量的积累,使细胞膜渗透率上升的速度降低从而减轻其对果实细胞质膜和细胞器造成的伤害。

3.3 SOD、POD、PPO 和 PAL 为植物主要的抗氧化酶类,与植物体内活性氧代谢和抗病性密切相关,其活性的高低可以作为判断果实耐贮性指标和衰老的标志。本试验发现,CMC 涂膜和复合涂膜处理均能较好的保持新余蜜橘果实中 SOD、CAT、POD 活性,使果实在贮藏后期仍有较高的清除自由基能力,复合涂膜处理的作用效果更为显著,这与中草药提取液与 CMC 复合处理 Newhall 脐橙^[14]能提高果实 SOD 和 POD 活性的影响效果是相似的。研究还表明,丁香提取液复合涂膜处理可提高新余蜜橘果实的 PPO 活性,抑制 CHT 和 PAL 活性在贮藏后期的下降速率,这与肉桂、丁香提取液提高柑橘果实的抗病性和延缓衰老的研究结果是一致的^[15,16]。

3.4 丁香提取液复合涂膜处理能明显的抑制柑橘果实采后腐烂的发生,复合涂膜及 CMC 涂膜处理新余蜜橘果实常温贮藏 90 d 后的腐烂率分别降低 27.3% 和 16.2%,保持新余蜜橘较好的果实品质,抑制新余蜜橘果实呼吸强度和丙二醛含量的上升,提高果皮 SOD 和 POD 活性,保持较高的活性氧清除能力,延缓果实的氧化衰老。与 CMC 涂膜相比,复合涂膜可以显著减少果实的腐烂,对果实品质无不良影响,同时显著提高 PPO 和 CHT 的活性,提高新余蜜橘果实的抗病性,从而延长新余蜜橘的贮藏期。

参考文献

- [1] 黎小军,陈慧,简晓维.新余蜜桔的种植历史、现状及对策[J].农村经济与科技,2010,21(8):126-128
Li Xiao-jun, Chen Hui, Jian Xiao-wei. The planting history, current situation and strategy of Xinyu mandarin[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2010, 21(8):126-128

- [2] 曾荣,张阿珊,陈金印.植物源防腐剂在果蔬保鲜中应用研究进展[J].中国食品学报,2011,11(4):161-167
Zeng Rong, Zhang A-shan, Chen Jin-yin. Research advances on application of natural plant antimicrobials to fresh-keeping of fruits and vegetables [J]. Journal of Chinese Institute Of Food Science and Technology, 2011, 11(4): 161-167
- [3] Chien Po-Jung, Sheu Fuu, Lin Hung-Ren. Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life [J]. Food Chemistry, 2007, 100(3): 1160-1164
- [4] Youssef Khamis, Ligorio Angela, Nigro Franco, et al. Activity of salts incorporated in wax in controlling postharvest diseases of citrus fruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 65: 39-43
- [5] 王淑娟,陈明,陈金印.水杨酸对‘遂川金柑’采后生理及贮藏效果的影响[J].果树学报,2012, 29(6): 1110-1114
Wang Shu-juan, Chen ming, Chen jin-yin. Effects of salicylic acid treatments on postharvest physiology and storage of ‘Suichuan Kumquat’ fruits [J]. Journal of Fruit Science, 2012, 29(6): 1110-1114
- [6] Ghanbarzadeh Babak, Almasi Hadi. Physical properties of edible emulsified films based on carboxymethyl cellulose and oleic acid [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2011,48(1): 44-49
- [7] 曾荣,张阿珊,陈金印.植物提取液对柑桔采后青霉、绿霉抑菌活性的研究[J].江西农业大学学报,2010, 32(6): 1142-1145.
Zeng Rong, Zhang A-shan, Chen Jin-yin. Screening of plant extracts for fungitoxicity against *Penicillium digitatum* and *P. italicum* of citrus fruits [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2010,32(6): 1142- 1145
- [8] Stadnik M J, Bughenauer H. Inhibition of phenylalanine ammoniolyase suppresses the resistance induced by benzothiadiazole in wheat to blumeria graminis f. Sp. Tritici [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology, 2000, 57(1): 25-34
- [9] Zeng Rong, Zhang Ashan, Chen Jinyin, et al. Impact of carboxymethyl cellulose coating enriched with extract of *impatiens balsamina* stems on preservation of ‘Newhall’ navel orange [J]. Scientia Horticulturae, 2013, 160(2): 44-48
- [10] Valencia-Chamorro Silvia A, Pérez-Gago Maria B, del Rio Miguel Angel, et al. Effect of antifungal hydroxypropyl methylcellulose (HPMC)-lipid edible composite coatings on postharvest decay development and quality attributes of cold-stored ‘Valencia’ oranges [J]. Postharvest Biology and Technology, 2009,54(2): 72-79
- [11] Togrul Hasan, Arslan Nurhan. Extending shelf-life of peach and pear by using cmc from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions [J]. Food Hydrocolloids, 2004, 18(2): 215-226
- [12] Togrul Hasan, Arslan Nurhan. Carboxymethyl cellulose from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in coating of mandarin [J]. Journal of Food Engineering, 2004, 62(3): 271-279
- [13] 任艳芳,刘畅,何俊瑜,等.黄连壳聚糖复合涂膜保鲜剂对夏橙保鲜效果的研究[J].食品科学,2012,33(16): 291-296
Ren Yan-fang, Liu Chang, He Jun-yu, et al. Effect of *Coptis chinensis* franch-chitosan film on preservation of Valencia orange fruits [J]. Food Science, 2012, 33(16): 291-296
- [14] 张润光,张有林,田呈瑞,等.不同 pH 值 CMC 涂膜对石榴果实采后生理指标及贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业, 2011,37(7): 225-229
Zhang Runguang, Zhang Youlin, Tian Chengrui, et al. Effects of different pH of CMC coating on the postharvest physiological index and storage quality of pomegranate fruit [J]. Food and Fermentation Industries, 2011, 37(7): 225-229
- [15] 曾晓房,高苏娟,林衍宗,等.肉桂精油对紫金春甜桔贮藏保鲜的影响[J].现代食品科技,2012,28(10): 1281-1284+1322
Zeng Xiaofang, Gao Sujuan, Lin Yanzong, et al. Preservation effect of cinnamon essential oil on Zijin sweet orange [J]. Modern Food Science and Technology, 2012, 28(10): 1281-1284, 1322
- [16] Zeng Rong, Zhang Ashan, Chen Jinyin, et al. Postharvest quality and physiological responses of clove bud extract dip on ‘newhall’ navel orange [J]. Scientia Horticulturae, 2012, 138(2): 253-258