

桂枝提取液对新余蜜橘冷藏保鲜效果的影响

Effects of *Ramulus cinnamomi* extracts on fresh-keeping of Xinyu tangerine

陈玉环 彭旋 陈楚英 万春鹏 陈金印

CHEN Yu-huan PENG Xuan CHEN Chu-ying WAN Chun-peng CHEN Jin-yin

(1. 江西农业大学农学院, 江西 南昌 330045; 2. 江西省果蔬保鲜与无损检测重点实验室, 江西 南昌 330045)

(1. College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang, Jiangxi 330045, China; 2. Jiangxi Key Laboratory for Postharvest Technology and Non-destructive Testing of Fruits & Vegetables, Nanchang, Jiangxi 330045, China)

摘要:以新余蜜橘为试材,研究在贮藏温度(5 ± 1) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度(RH)85%~90%条件下,桂枝提取液对新余蜜橘贮藏保鲜效果的影响。结果表明:与对照相比,贮藏中后期(30~90 d),桂枝提取液能显著减少新余蜜橘烂果数,降低果实失重率和丙二醛(MDA)含量,延缓可溶性固形物(TSS)、可滴定酸(TA)、 V_C 及总糖含量的降解速率,维持贮藏后期较高的超氧化物歧化酶(SOD)、苯丙氨酸解氨酶(PAL)、过氧化物酶(POD)以及多酚氧化酶(PPO)活性,从而能有效保持果实采后的贮藏特性,延长保鲜期。

关键词:桂枝;提取液;蜜橘;冷藏;贮藏保鲜

Abstract: Effects of *Ramulus cinnamomi* on fresh-keeping of Xinyu tangerine were investigated during storage at (5 ± 1) $^{\circ}\text{C}$ and RH 85%~90%. The results showed that *Ramulus cinnamomi* extracts significantly reduced decay rate, weight loss rate and MDA content of fruits in comparison with the control group after 30~90 days cold storage. At the same time, the extracts treatment could also delay the degradation speed of total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), Vitamin C (V_C) and total sugar content, keep higher SOD, PAL, POD and PPO activities in comparison with the control group, which suggested that *Ramulus cinnamomi* extracts effectively maintain the postharvest quality and flavor of fruit and play a good role in the fresh-keeping of Xinyu tangerine.

Keywords: *Ramulus cinnamomi* extracts; tangerine; cold storage; fresh-keeping

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:31460533);江西省教育厅科技落地计划项目(编号:111);江西省教育厅科技项目(编号:GJJ-14287);江西省博士后科研择优资助项目(编号:2013KY31);留学人员科技活动项目(编号:人社厅函[2013]277号);中国博士后科学基金第54批面上项目(编号:2013M541870)

作者简介:陈玉环,女,江西农业大学在读硕士研究生。

通讯作者:陈金印(1962—),男,江西农业大学教授,博士。

E-mail: jinyinchen@126.com

收稿日期:2015-11-07

新余蜜橘是江西省新余市的特色农产品,是新余市果业专家从“黄岩本地早”中经反复筛选培育出来的优良品种,至今已有 30 多年的栽培历史,经过长期的试验、示范和推广,2013 年新余蜜橘全市现有栽培面积已达 8 667 hm^2 ,总产量超过 9 万 t。新余蜜橘的特点是色泽美艳,大小适中,皮薄肉嫩,含糖量高,果味清甜,入口化渣,结果早,产量高,抗寒性强,耐瘠耐旱,易于种植,是柑橘中的优良品种^[1]。但新余蜜橘果皮薄,易遭受机械损伤而造成果实腐烂,贮运过程中微生物的侵染也会造成较大损失,在生产过程中通常使用一定剂量的化学保鲜剂和防腐剂来防止销售期间果蔬的腐烂变质。随着科技的发展和检测手段的完善,过去认为安全的一些化学防腐剂有致癌或潜在致癌、致突变、致畸的可能性^[2]。因此,安全、天然生物防腐剂的研发和利用将逐步取代传统的化学防腐手段^[3],研究和开发新型的、安全的、经济的果品贮藏保鲜技术对新余蜜橘进行采后处理具有重要的意义。

中国中草药植物资源丰富,从天然药用植物中提取的成分被认为是低毒、安全的,因此基于药用植物提取物的防腐保鲜剂开发是目前柑橘防腐保鲜领域的研究热点^[4-5]。戴素明等^[6]研究了博落回和虎杖两种中药提取物对柑橘绿霉菌的抑菌活性,以及对柑橘的保鲜效果,发现两种提取物对冰糖橙的防腐、保鲜效果均能达到常规化学保鲜剂的效果;邓志勇等^[7]研究了柿子皮提取物对脐橙的保鲜效果,发现 30 mg/mL 的柿子皮提取物可以降低脐橙的腐烂率、失重率,提高多酚氧化酶活性,提高脐橙的贮藏品质,对脐橙具有较好的保鲜效果。

课题组^[8-10]前期以两株柑橘采后病原真菌——意大利青霉和指状青霉为靶菌株,筛选了一批具有很好抑菌活性的中草药提取物,发现桂枝具有较强的抑菌活性,并且研究了其抑菌活性成分的分离^[11],而目前国内外关于桂枝提取物对柑橘类果实采后贮藏保鲜效果的研究鲜有报道,高阳等^[12]对成膜剂羧甲基纤维素(CMC)中添加桂枝提取液对南

丰蜜桔冷藏保鲜效果的研究发现,复合提取液处理较单一CMC处理和对照组能更好地降低果实采后的失重率和腐烂率,维持较好的品质,而对单一桂枝提取液对果实保鲜的影响并未比较。本研究拟以新余蜜橘为研究对象,研究桂枝提取物在冷藏条件下对新余蜜橘的采后品质和保鲜效果的影响,以期对桂枝提取物应用于柑橘保鲜提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

新余蜜橘:于2013年10月26日采自江西省新余市珊娜果品示范园,果实采摘后立即装箱运到江西省果蔬保鲜与无损检测重点实验室,预贮2 d。选择成熟度一致、果型大小一致、色泽均匀且无病虫害和机械损伤的果实作为试验用材,清水洗果后于阴凉通风处晾干;

桂枝:江西省樟树市华丰药业有限公司;

手持数字糖度计:RA-250WE型,日本Kyoto Electronics公司;

电子天平:AUY220型,上海浦春计量仪器有限公司;

紫外可见分光光度计:UV-2450型,日本岛津公司;

高速冷冻离心机:5804R型,德国Eppendorf公司;

蒽酮、硫代巴比妥酸、愈创木酚、四氮唑蓝(NBT)、邻苯二酚:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

2,6-二氯酚靛酚:分析纯,北京中生瑞泰科技有限公司。

1.2 试验处理

参考课题组^[8]前期的提取方法制得1 g/mL的桂枝提取液,试验时用蒸馏水将原液稀释成100 mg/mL。处理组将果浸没于100 mg/mL桂枝提取液中3 min后捞起,单个摆放,自然晾干,以清水洗果为对照,每个组取500个果实,晾干后用聚乙烯塑料薄膜袋($d=0.03$ mm)进行单果套袋,分组编号,在温度(5 ± 1) °C,相对湿度85%~90%的保鲜柜中贮藏,每15 d测定一次品质和生理生化指标,每次取果10~15个,每个测定重复3次。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 失重率 随机选20个果依次标号称重统计,根据式(1)计算:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

W——失重率,%;

m_1 ——贮前重量,g;

m_2 ——贮后重量,g。

1.3.2 腐烂率 每组随机取100个果实用于腐烂率统计,共3组,根据式(2)计算:

$$D = \frac{a}{b} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

D——腐烂率,%;

a——烂果数,个;

b——总果数,个。

1.3.3 可溶性固形物(TSS) 采用手持折光仪测定。

1.3.4 总糖含量、可滴定酸含量、V_C含量、SOD和POD活性 参照文献[13]。

1.3.5 丙二醛(MDA)含量 参照文献[14]。

1.3.6 PAL活性 参照文献[15]。

1.3.7 PPO活性 参照文献[16]。

1.4 数据处理

采用Excel 2003软件进行数据统计处理、作图,并用SPSS17.0数据处理系统进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 对失重率和腐烂率的影响

新余蜜橘在贮藏期间的失重率和腐烂率变化情况见图1。随着贮藏时间的延长,果实的失重情况也随之增加。由图1(a)可知,与对照组相比,桂枝提取液浸果处理能有效减小新余蜜橘水分散失程度,二者差异显著($P<0.05$),其原因是由于桂枝提取液附于果皮,可能阻塞了表面气孔,从而能减少水分的散失。

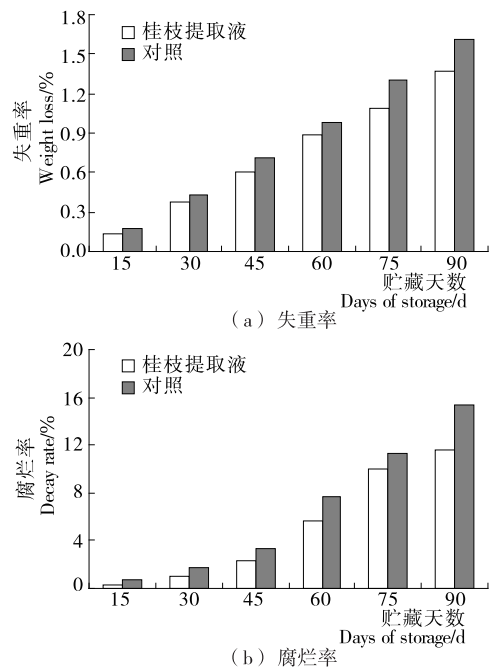


图1 桂枝提取液对新余蜜橘失重率和腐烂率的影响
Figure 1 Effects of *Ramulus cinnamomi* extracts on weight loss and decay rate of Xinyu tangerine

由图1(b)可知,果实的腐烂情况随贮藏时间的推移逐渐增加,贮藏初期,桂枝处理组和对照组均有不同程度的烂果情况,且对照组高于处理组;整个贮藏期间,经桂枝提取液处理的果实腐烂率明显低于对照组($P<0.05$),这与桂枝提取液本身具有抑菌作用密切相关,在采后贮藏期间能减少病菌的侵染及病害的发生。

2.2 对相关品质的影响

可溶性固形物(TSS)是果蔬重要的营养物质之一。由图2(a)可知,TSS含量在果实贮藏前期是一个积累的过程,然后随着时间的延长其含量呈下降趋势。桂枝处理组在贮藏45 d时达到峰值,而对照组在30 d时达峰值,分别为

12.03%和 11.89%;贮藏后期,各组果实的 TSS 含量都逐渐下降,至末期,处理组的含量较对照组高,呈极显著差异($P < 0.01$),说明桂枝提取液浸果处理能减缓新余蜜橘果实营养物质的降解速率,延迟衰老进程,从而维持较好的风味。

新余蜜橘可滴定酸含量的变化如图 2(b)所示,整个贮藏期间呈下降趋势,但处理组的下降程度较对照组平缓,含量比对照组高,差异显著($P < 0.05$),说明桂枝提取液能有效延缓果蔬组织中可滴定酸的降解速率,有利于其风味的保持。

由图 2(c)可知,在采后贮藏过程中,新余蜜橘果实 V_c 含量先增加后下降,处理组和对对照组分别在 45,30 d 达到最大

值,每 100 g 果肉中 V_c 含量分别为 21.23,20.88 mg;贮藏后期,处理组含量比对照组高,且二者呈极显著差异水平($P < 0.01$),说明桂枝提取液浸果能有效减小果实中 V_c 的氧化分解,从而维持果实较高的营养。

由图 2(d)可知,新余蜜橘总糖含量的变化趋势和 TSS 含量变化基本一致,都是先上升后下降,处理组较对照组晚达到峰值,贮藏期间处理组和对对照组总糖含量的最大值分别为 11.29%和 11.16%;贮藏后期,处理组总糖含量高于对照组,说明桂枝提取液处理能有效减少病原菌的入侵及自身代谢过程对糖类的消耗,有利于保持果实较好的品质。

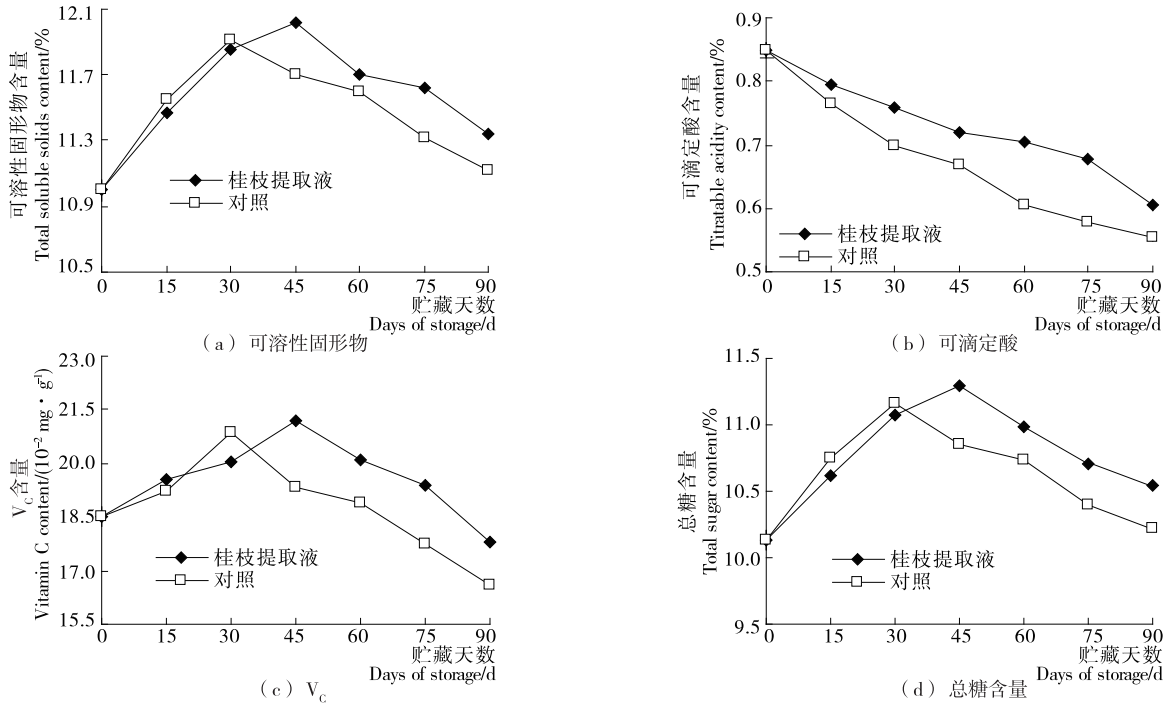


图 2 桂枝提取液对新余蜜橘可溶性固形物、可滴定酸、 V_c 及总糖含量的影响

Figure 2 Effects of *Ramulus cinnamomi* extracts on TSS, TA, V_c and total sugar content of Xinyu tangerine

2.3 对果实中 MDA 含量、SOD、PAL、POD、PPO 酶活性的影响

丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的重要产物之一,其含量可以间接反映果蔬组织膜系统受损程度,随着贮藏时间的增加,果实逐渐衰老,MDA 含量也会上升。由图 3 可知,MDA 含量随时间的延长均逐步积累,对照组的含量高于处理组,且二者差异显著($P < 0.05$),说明桂枝提取液处理能有效抑制果实 MDA 含量的积累,减少膜脂过氧化程度,维持膜系统较好的完整性,从而对逆境有较高的抗性。

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内重要的抗氧化性保护酶之一,其活性的高低能反映植物衰老程度及对逆境的抵抗能力。由图 4(a)可知,在贮藏期间,SOD 活性呈先上升后下降的趋势,对照组在第 45 天达最大值,而处理组在第 60 天达峰值,对应的峰值分别为 27.98,29.10 U/(g·min);在贮藏后期,处理组较对照组下降平缓,且达极显著差异水平($P < 0.01$),说明桂枝提取液处理能有效提高果实 SOD 活性,并维持贮藏后期较高的活性值,从而增强果实的抗性,这

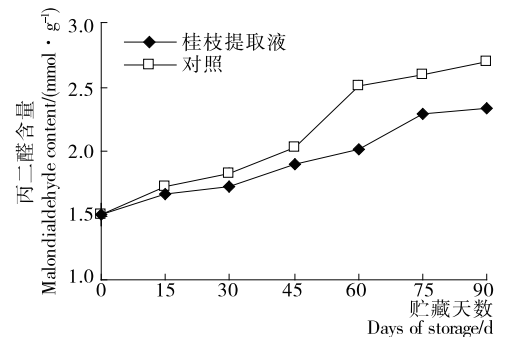


图 3 桂枝提取液对新余蜜橘 MDA 含量的影响

Figure 3 Effects of *Ramulus cinnamomi* extracts on MDA content of Xinyu tangerine

与陈楚英等^[17-18]研究结果相似。

苯丙氨酸解氨酶(PAL)可以调控酚类及木质素等多种抗菌物质在植物体内的合成和积累,是衡量植物抗逆能力的一项重要指标。由图 4(b)可知,冷藏过程中,新余蜜橘果实

的 PAL 活性呈先升后降的趋势,桂枝处理组比对照组晚达到活性峰值,贮藏末期二者差异极显著($P < 0.01$),说明经桂枝提取液处理的果实在贮藏后期能较好地维持较高的 PAL 活性,增进其体内一些抗菌物质的生成,延缓组织的衰老及受损情况,该结果与丁香提取液对脐橙果实 PAL 活性影响的结果^[19]相一致。

果蔬进行的一系列生理和生化代谢过程都与体内的过氧化物酶(POD)密不可分,果蔬受到一些逆境条件,其组织中的 POD 活性作出相应的反应。由图 4(c)可知,POD 活性在贮藏前期是增加的,贮藏后期活性值开始下降,整个贮藏期间,处理组的活性高于对照组,且差异显著($P < 0.05$),说明桂枝提取液能有效诱导并维持果实组织较高的 POD 活

性,提高果实的抗氧化性能,延缓组织衰老,从而增强新余蜜橘果实对环境的适应能力,这与丁香提取液对新余蜜橘的研究结果^[17]相符。

多酚氧化酶(PPO)能催化多种简单酚类物质氧化形成醌类化合物,从而杀死或抑制病原菌的生长。由图 4(d)可知,贮藏期间 PPO 活性在贮藏前期是上升的,达到活性峰值后开始下降,经桂枝提取液浸果处理的果实 PPO 活性峰值较对照组晚到达且高于对照组,在贮藏后期处理组的值高于对照组,说明桂枝提取液浸果处理能有效延缓 PPO 活性峰值的出现并维持后期较高的值,从而增强果实的抗病能力,陈楚英等^[17-19]在研究凤仙透骨草和丁香提取液对柑橘保鲜效果的影响中也得到了相似的研究结果。

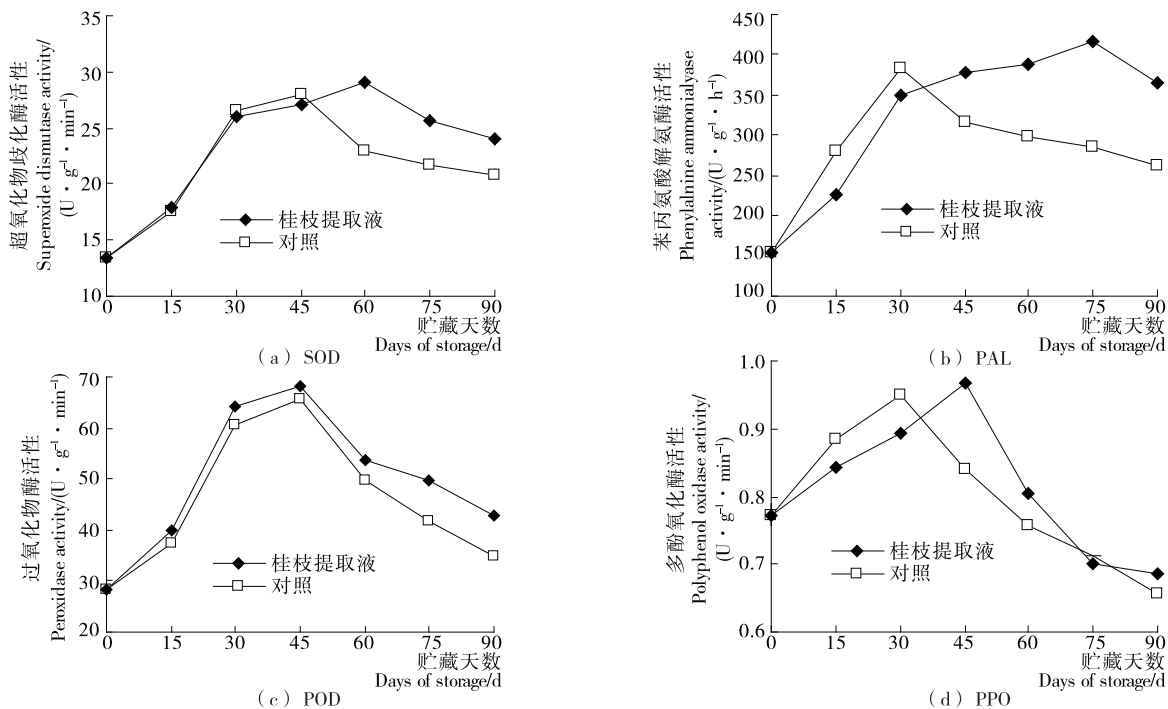


图 4 桂枝提取液对新余蜜橘 SOD、PAL、POD 和 PPO 活性的影响

Figure 4 Effects of *Ramulus cinnamomi* extracts on SOD, PAL, POD and PPO activity of Xinyu tangerine

3 结论

综合试验的各项贮藏品质及生理生化指标,冷藏条件下,桂枝提取液对新余蜜橘采后贮藏具有较好的保鲜效果,能有效降低贮藏期间果实的失重率、腐烂率及 MDA 的积累,明显延缓可溶性固形物、可滴定酸、V_c 和总糖含量的变化,并能显著提高且维持果实中 SOD、PAL、POD 和 PPO 等抗性酶较高的活性,从而保持果实较好的风味品质。单一的桂枝提取液抑菌范围较窄,在实际应用中的效果也有限,因而可考虑将该提取物结合食品添加剂(海藻酸钠、山梨酸钾等)、动物源防腐剂(壳聚糖等)、微生物源防腐剂(纳他霉素等)、化学药剂(咪鲜胺、无机盐类等)以及植物提取液之间复配使用,不仅可以扩大抑菌谱,还能在降低复配各组分浓度的前提下达到更好的抑菌效果;此外,将复配液通过对果实浸泡、涂抹、喷洒等处理,并结合一定的物理贮藏保鲜技术,将更有利于果实品质的维持,这也将成为今后果实采后病害

防治及贮藏保鲜领域的又一研究热点。而关于桂枝提取液复配膜的研制以及用于抑菌和果实贮藏保鲜效果的研究,课题组还在进一步探索。

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.
- [2] Droby S, Chalutz E, Wilson C L. Antagonisms as biological control agents of postharvest diseases of fruits and vegetables [J]. Postharvest News and Information, 1991, 2(11): 169-173.
- [3] 张鹰, 曾新安, 温其标. 生物防腐剂及其在食品中的应用[J]. 食品与机械, 2006, 22(1): 77-79.
- [4] 任艳芳, 刘畅, 何俊瑜, 等. 基于中药乙醇提取物的柑橘采后保鲜与抑菌技术[J]. 农业机械学报, 2012, 43(5): 122-129.
- [5] 刘顺枝, 马斌, 陈安安, 等. 中草药提取液对砂糖橘保鲜效果的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(7): 462-465.

(下转第 123 页)

(4) 杨梅保鲜外包装要注明存储条件及摆放的方向。

由于飞机货舱分有氧舱和无氧舱,有空调舱和无空调舱,应该根据保鲜方式选择合适的贮存舱,并在外箱上标注所需的贮存条件。另外,若如第三条所述,设计了缓冲带,包装箱的摆放方向亦应该标注。

文章提出的几点建议可能不够详尽,望能为后续杨梅保鲜方式的研究和包装设计提供研究基础和依据。

参考文献

- [1] 蒋巧俊,徐静. 杨梅采后商品化技术研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(4): 30-34.
- [2] 王益光,林美士,黄建珍. 降压和充氮处理对杨梅运输贮藏的保鲜效果[J]. 中国南方果树, 2002, 31(6): 42.
- [3] 戚行江,郑锡良,梁森苗,等. 杨梅简易气调保鲜过程中气体成分变化及保鲜效果[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 496-499.
- [4] 席巧芳,罗自生,程度,等. 充氮贮藏对杨梅采后活性氧代谢的影响[J]. 浙江大学学报, 2001(3): 311-313.
- [5] 李江阔,张鹏,张平. 杨梅自发气调保鲜研究初报[J]. 保鲜与加工, 2009, 9(1): 12-14.
- [6] 朱麟,张平,凌建刚,等. 箱式气调对杨梅保鲜效果影响[J]. 北方园艺, 2010(4): 186-187.
- [7] 王宝刚,李文生,冯晓元,等. 高 CO₂ 气调箱贮运杨梅技术研究[J]. 食品科技, 2011, 36(6): 42-45.
- [8] 朱麟,凌建刚,张平,等. 二次回归正交法优化杨梅箱式气调保鲜工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2012(19): 326-328.
- [9] 郑永华. 超大气高氧与果蔬采后生理[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(1): 92-97.
- [10] 杨震峰,郑永华,冯磊,等. 高氧处理对杨梅果实采后腐烂和品质的影响[J]. 园艺学报, 2005, 32(1): 94-96.
- [11] 沈莲清,黄光荣. 杨梅的 MAP 气调保鲜技术研究[J]. 浙江科技学院学报, 2003, 15(4): 232-235.
- [12] 郑永祥,吴世军,张建斌,等. 杨梅贮藏保鲜试验[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(2): 61-64.
- [13] 李秀环. 气调储藏对杨梅品质的影响[J]. 浙江林业科技, 2012, 40(9): 5 336-5 337.
- [14] 罗自生. 杨梅的复合保鲜剂及其使用方法: 中国, 200510060287.8[P]. 2006-02-08.
- [15] 陈文革,孙旭科,郭卫东,等. 一种杨梅果实涂膜保鲜方法: 中国, 201310660855.2[P]. 2014-03-19.
- [16] Boeing Proprietary: 737-600/700/800/900 Aircraft maintenance manual[S]. Chicago: The Boeing Company, 2015.
- [17] AIRBUS S A S: AMM-General Aircraft maintenance manual [S]. Toulouse: Airbus, 2015.
- [18] 应铁进,席巧芳,郑永华,等. 杨梅鲜果简易低温运输模拟试验[J]. 食品科学, 1994(4): 58-60.
- [19] 王益光,林美士,杨小平,等. 不同冰块与果实数量对杨梅运输贮藏的保鲜效果[J]. 中国南方果树, 2003, 32(2): 38, 44.
- [20] 郑涛涛,纪叶河,李共国,等. 包装条件对杨梅非冷链物流保鲜质量的影响[J]. 食品工业, 2012(3): 31-32.
- [21] 凌建刚,康孟利,朱麟,等. 杨梅箱式气调模拟贮运保鲜技术研究[J]. 北方园艺, 2012(19): 159-161.
- [22] 刘映平. 杨梅物流包装的开发与应用[J]. 包装工程, 2012, 33(5): 83-85.
- [23] 盛娜. 杨梅呼吸模型建立及其活性包装研究[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2009: 57.
- [24] 杨昕宇. 二氧化钛光催化杨梅保鲜材料与设备的应用研究[D]. 大连: 大连轻工业学院, 2005: 56.
- [25] 张瑶,杨京平,杨莹跃,等. 添加纳米粒子的塑料包装材料在杨梅保鲜中的作用[J]. 农机化研究, 2007(3): 111-114.
- [26] 陆胜民,柴春燕,孔凡春,等. 杨梅简易低温贮藏中的保鲜研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 209-211.
- [27] 张方洪,董传万,张颖,等. 杨梅保鲜问题中的功能性包装设计[J]. 包装工程, 2004, 25(4): 142-143.
- [14] Sudhakar C, Lakshmi A, Giridarakumar S. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba L.*) under NaCl salinity[J]. Plant Science, 2001, 161(3): 613-619.
- [15] Stadnik M J, Buchenauer H. Inhibition of phenylalanine ammonia-lyase 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.
- [16] 周磊,刘伟,邹立强,等. 南酸枣中多酚氧化酶的特性研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(4): 34-37.
- [17] 陈楚英,陈明,付永琦,等. 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[J]. 现代食品科技, 2014, 30(2): 117-123.
- [18] 陈楚英,韩舒睿,周梦娇,等. 凤仙透骨草提取液复合涂膜对‘新余蜜橘’常温保鲜效果的影响[J]. 果树学报, 2014, 31(3): 468-476.
- [19] 张阿珊,曾荣,陈金印,等. 丁香提取液对脐橙采后生理相关酶活性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2011, 33(6): 1 067-1 071.

(上接第 114 页)

- [6] 戴素明,曾建国,程辟,等. 两种药用植物提取物对柑橘保鲜的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2012, 38(6): 623-625.
- [7] 邓志勇,吴桂容. 柿子皮提取物对脐橙保鲜效果的影响[J]. 食品工业, 2014, 35(3): 193-195.
- [8] 周梦娇,万春鹏,陈金印. 11 种中草药提取物对柑橘意大利青霉抑菌活性及机理研究[J]. 食品与发酵工业, 2014, 40(4): 37-41.
- [9] 周梦娇,万春鹏,陈金印. 桂枝提取物抑菌活性研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(12): 96-98.
- [10] 周梦娇. 桂枝提取物对柑橘采后主要病原真菌抑菌活性的研究[D]. 南昌: 江西农业大学, 2014: 26-35.
- [11] 万春鹏,周梦娇,刘洋,等. 桂枝抑制柑橘采后两种病原菌活性物质研究[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(2): 319-325.
- [12] 高阳,陈楚英,陈明,等. 桂枝提取液复合涂膜对南丰蜜桔冷藏保鲜效果的影响[J]. 中国南方果树, 2015, 44(6): 46-49.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 239-265.