

1-MCP 和蜂胶对冷藏苹果品质的影响

陈小利,任小林,吕燕荣,徐义杰,魏 敏

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨凌 712100)

【摘要】 **【目的】**研究 1-MCP 和蜂胶对冷藏红富士苹果的保鲜效果,为苹果的无公害保鲜提供新型高效的保鲜剂。**【方法】**以“红富士”苹果为试材,将果实用 1-MCP 和蜂胶处理后,在 (1 ± 0.5) °C 下贮藏,定期测定其呼吸速率、乙烯释放速率、果实硬度及可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C、总酚和类黄酮含量等生理指标,计算果实的失重率和腐烂指数。**【结果】**在 (1 ± 0.5) °C 的贮藏环境中,1-MCP 处理在整个贮藏期都能够较好地抑制苹果果实呼吸速率和乙烯释放速率的增大,减缓果实硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量的下降速度,保持维生素 C、总酚和类黄酮类化合物含量的稳定,显著降低果实失水和腐烂程度,贮藏果实品质高于对照。蜂胶处理在贮藏前 3 个月内的保鲜效果与 1-MCP 相当,能够延缓果实的后熟衰老,有利于提高果实的贮藏品质,且果实类黄酮含量高于 1-MCP 处理和对照,具有一定的营养保健功能,但后期保鲜效果明显下降,与对照相比差异不大。**【结论】**1-MCP 和蜂胶保鲜效果相当,但综合考虑,红富士苹果短期冷藏时以蜂胶的保鲜效果较好。

【关键词】 1-MCP;蜂胶;红富士;酚类物质;冷藏;保鲜效果

【中图分类号】 S661.1

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2011)05-0126-07

Effects of 1-MCP and propolis on quality of apple at cold storage

CHEN Xiao-li, REN Xiao-lin, LÜ Yan-rong, XU Yi-jie, WEI Min

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】** The effects of 1-MCP and propolis on cold storage quality of fruits of “red Fuji” apple were investigated, aiming to provide a new high-efficiency preservative in the pollution-free fresh apple. **【Method】** Taking “red Fuji” apple as experimental materials, fruits were treated with 1-MCP and propolis, then stored at (1 ± 0.5) °C, respiration rate, ethylene production rate, firmness, total soluble solids, titratable acid, vitamin C, polyphenols, flavonoids, weight loss ration and decay index of apple were measured and analyzed regularly. **【Result】** When apples were stored at (1 ± 0.5) °C, 1-MCP treatment could reduce the respiration rate, delay the decline of fruit firmness, total soluble solids, titratable acidity, preserve the content of vitamin C, polyphenols, flavonoids, also remarkably reduce rates of weight lessnees and decay of fruits, maintained higher quality of fruits. The use of propolis treatment can provide a similar effect to that obtained with the 1-MCP treatment during three months’ stored. As a result, propolis treatment could slow down the progress of ripeness, improve the storage quality in postharvest fruits and maintain a higher level of the content of flavonoids compared with 1-MCP and control group. This chemical has certain healthy function. However, with the extension of storage time, the fresh-keeping effect significantly decreased, with no differences compared with the control. **【Conclusion】** 1-MCP and propolis have similar fresh-keeping effects, but taking the quality into consideration, propolis treatment achieves good effect for

* **【收稿日期】** 2010-11-01

【基金项目】 国家现代苹果产业技术体系专项(nycytx-08-05-02)

【作者简介】 陈小利(1986—),女,新疆喀什人,在读硕士,主要从事园艺产品采后生理及贮藏保鲜研究。

E-mail: fenlaifenqu@126.com

【通信作者】 任小林(1964—),男,陕西永寿人,教授,博士生导师,主要从事果品、蔬菜和花卉采后生理、贮藏保鲜及果实成熟衰老的分子生物学研究。E-mail: rx19152@yahoo.com.cn

a short time under the condition of cold storage.

Key words: 1-MCP; propolis; red Fuji; polyphenols; cold storage; fresh-keeping effects

乙烯(Ethylene)作为一种植物激素,其与细胞内部的相关受体相结合后,可以激活一系列与成熟有关的生理生化反应,从而促进植物的成熟与衰老。乙烯对跃变型果实的成熟、衰老起着重要的调控作用^[1],而苹果是典型的呼吸跃变型果实,采后对乙烯非常敏感。一般认为,乙烯是诱导呼吸跃变出现的根本原因。

1-甲基环丙烯(1-methylcyclopropene, 1-MCP)是近年来研究较为广泛的一种新型乙烯作用抑制剂,可与乙烯受体上的金属离子结合,阻断乙烯所诱导的信号转导,从而延缓成熟衰老,使果品贮藏期和货架期明显延长^[2-3],是目前国内外果蔬采后保鲜使用和研究的热点。大量的研究表明,1-MCP在水果^[4-5]、蔬菜^[6]和花卉^[7]等园艺产品上均能够显著降低呼吸速率和乙烯释放速率,延长园艺产品的贮藏寿命,具有广阔的商业应用前景。但近几年有消费者反映,经1-MCP处理的苹果口感差,香味变淡,这有待于对1-MCP的应用进行进一步研究。

蜂胶是一种由蜜蜂分泌加工的含有多种化学成分的天然物质,其化学成分主要是黄酮类化合物、有机酸类化合物及酯、醛、醇类化合物和烯、萜类化合物等,尤其含有丰富的黄酮类化合物,被称为“黄酮类化合物的宝库”。有研究证明,蜂胶具有抗菌、杀毒、消炎、降血脂、促进组织再生和增进机体免疫能力等功效,而且具有良好的成膜性^[8-9],因而采用蜂胶作为涂膜剂是切实可行的。近年来,随着人们对蜂胶生物学作用研究的不断深入,蜂胶这一“紫色黄金”越来越受到人们的青睐。蜂胶作为保鲜剂,可以显著降低红提葡萄^[9]、西红柿^[10]、菜豆^[11]、粉红女士苹果^[12]等果蔬的失水率,达到较好的保鲜效果,但其对红富士苹果是否有效,尤其是对苹果中的酚类物质有无影响尚未见报道。

目前,食品安全性问题已成为制约我国食品出口的重要因素。相对于人工防腐保鲜剂而言,蜂胶具有天然、安全、无污染的特点,将其添加到食品中既能防腐保鲜,又可达到食疗效果。本试验就蜂胶乙醇提取液对红富士苹果冷藏期间品质的影响进行了研究,比较了其于1-MCP的保鲜效果,以期对苹果贮藏保鲜中更为安全有效的保鲜剂的选择提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试红富士苹果(*Malus domestica* Borkh cv. Red Fuji),于2009-10-03采自陕西省扶风县宝塔村一农家果园。选取长势良好、树龄8年的果树采摘果实,采收后当天运回实验室。选择成熟度一致、色泽相近、大小均匀、无机械损伤、无病虫害的果实用于试验。供试蜂胶购于河南普瑞蜂业有限公司(产品主要指标:体积分数95%乙醇提取物含量 $\geq 98\%$,黄酮含量 $\geq 14\%$,铅 ≤ 1 mg/kg,汞 ≤ 0.3 mg/kg,砷 ≤ 0.3 mg/kg)。

1.2 试验处理

将挑选的果实随机分为处理组和对照组,对照组苹果在20℃下于密封气调箱中密闭处理24 h;1-MCP处理组苹果在20℃下用0.5 μ L/L的1-MCP粉剂(Smart Fresh,有效成分的质量分数为0.14%)于气调箱中密闭熏蒸处理24 h;蜂胶处理组苹果于20℃下用体积分数8%的蜂胶溶液(固体蜂胶粉碎后用体积分数30%的乙醇溶解制得)浸果2 min,然后自然晾干。将处理后的各组苹果分别装入厚0.025 mm、开孔度0.5%的聚乙烯薄膜袋内,置于瓦楞纸箱中,每箱装7 kg左右,放入(1 $\pm$ 0.5)℃、相对湿度85%~90%的小型冷库中贮藏。每组重复3次,每重复130个。每15 d测定1次苹果品质和生理指标,共测定13次。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 呼吸速率与乙烯释放速率 呼吸速率用ETONG-7001型CO₂分析仪测定。先将真空干燥器置于(1 $\pm$ 0.5)℃冷库后,再将果实和ETONG-7001型CO₂分析仪一起放入真空干燥器中,密封,每20 min记录1次数据,共记录3次。各处理设3次重复,每重复9个果实。

乙烯释放速率用TRACE GCULTRA型气相色谱仪测定。从上述测定呼吸速率的真空干燥器中,抽取密封1 h后的样气1 mL,用气象色谱仪进行测定(色谱条件:FID检测器,载气为N₂,GDX-502色谱柱,柱长2 m,柱温70℃,进样口温度70℃,氢气0.7 kg/cm²,空气0.7 kg/cm²,氮气1.0 kg/cm²,进样量1 mL,检测室温度150℃),外标法定量。重复测定3次,结果取平均值。

1.3.2 果实硬度 用意大利 FT-327 型(探头直径 11 mm, 测定深度 8 mm)硬度计在果实的赤道部位去皮(厚约 1 mm)测定,单果重复 4 次,结果取平均值。

1.3.3 可溶性固形物和可滴定酸含量 可溶性固形物含量采用日本 ATAGO 数显手持糖度仪测定。可滴定酸含量根据国家标准 SB/T 10203—1994 的方法测定,称取均匀果汁 25 g,用蒸馏水稀释至 250 mL,摇匀;吸取此稀释后的果汁 30 mL 于 250 mL 锥形瓶中,加入体积分数 1% 酚酞 2~3 滴,用 0.1 mol/L 氢氧化钠标准溶液滴定至微红色并保持 30 s,不褪色即达到终点。计算可滴定酸含量:可滴定酸含量=(样品耗用 NaOH 体积-空白耗用 NaOH 体积)×0.1×0.067×250/样品质量/30×100%。试验平行测定 3 次,同时作空白试验。

1.3.4 维生素 C 含量 维生素 C 含量参照钼蓝比色法^[13]进行测定。

1.3.5 总酚和类黄酮含量 总酚含量的测定参照邵建萍^[14]的方法进行,并略作改动。取 1 g 伴液氮研磨成粉的果肉材料于 25 mL 刻度试管中,加入 10 mL 体积分数 65% 的乙醇溶液,密封,水浴(58 ℃)浸提 3 h,冷却,减压过滤,滤液用体积分数 75% 的乙醇溶液定容至 50 mL。吸取提取液 1 mL,加入 1 mL Folin-Ciocalteu 试剂,充分混匀后加入 3 mL 质量分数 7% Na₂CO₃ 和 5 mL 蒸馏水,混匀,25 ℃ 水浴 2 h,测其 765 nm 处的吸光值,以没食子酸作为标准品。类黄酮含量的测定参照孙希云等^[15]的方法进行,并略作

改动。吸取提取液 1 mL,加质量分数 5% NaNO₂ 溶液 0.5 mL,放置 6 min,加质量分数 10% Al(NO₃)₃ 溶液 0.5 mL,放置 6 min,再加质量分数 4% NaOH 溶液 4 mL 和蒸馏水 4 mL,摇匀后静置 15 min,在 510 nm 处测定吸光值,以芦丁作为标准品。

1.3.6 失重率和腐烂指数调查 参照甘瑾等^[16]的方法,对果实腐烂程度进行分级:0 级为腐烂,1 级为有小褐点病斑但无明显腐烂,2 级为腐烂面积<1/4,3 级为 1/4<腐烂面积<1/3,4 级为 1/3<腐烂面积<1/2,5 级为腐烂面积>1/2。计算苹果果实的腐烂指数和失重率:

腐烂指数=Σ(腐烂级别×该级别果实个数)/(腐烂最高级别×检查果实总数)×100%;

失重率=(入库时的质量-每次测定时的质量/入库时的质量)×100%。

1.4 数据统计分析

试验数据采用 Excel 进行处理,用 SAS 专业统计软件进行差异显著性分析, $P<0.05$ 表示差异显著, $P<0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 和蜂胶对红富士苹果呼吸速率与乙烯释放速率的影响

红富士是典型的呼吸跃变型果实,有明显的呼吸高峰。1-MCP 和蜂胶对红富士苹果呼吸速率和乙烯释放速率的影响结果见图 1。

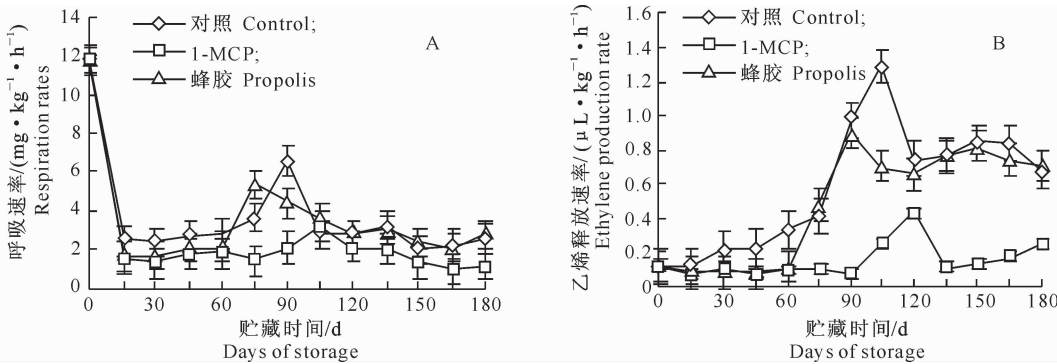


图 1 1-MCP 和蜂胶处理对红富士苹果呼吸速率(A)和乙烯释放速率(B)的影响

Fig. 1 Effect of 1-MCP and propolis treatment on respiration rate(A) and ethylene production rate(B) of red Fuji apple

由图 1 A 可以看出,果实初入(1±0.5) ℃ 的冷库贮藏时,各处理组苹果果实呼吸速率均急速下降,而后随贮藏时间的延长呈平缓波动上升的趋势,达到峰值后又开始下降,对照组、1-MCP 组和蜂胶组的呼吸速率峰值分别为 6.59, 3.20 和 5.38 mg/(kg·h),三者差异显著($P<0.05$)。对照组果实的呼吸速率峰值出现在第 90 天,随后急剧下降;

1-MCP 处理组果实呼吸强度明显低于对照,其呼吸速率峰值出现在第 105 天,比对照推迟了 15 d,之后缓慢降低;蜂胶处理组果实呼吸速率在贮藏前 60 d 内一直显著低于对照($P<0.05$),与 1-MCP 处理组果实差异不显著($P>0.05$),于第 75 天出现呼吸高峰,比对照提前了 15 d,然后稳步下降,105 d 后与对照差异不显著($P>0.05$)。

图 1 B 显示,在(1±0.5)℃贮藏条件下,各处理组果实乙烯释放速率均随贮藏时间的延长而上升,达到峰值后又开始下降;对照组乙烯释放速率在第 105 天达到峰值,其峰值分别比 1-MCP 和蜂胶处理组高 0.86,0.39 μL/(kg·h),三者差异极显著(P<0.01);1-MCP 和蜂胶处理果实的乙烯释放速率分别在第 120 天和 90 天达到高峰。说明 1-MCP 通过与乙烯竞争受体,能明显抑制红富士果实的乙烯生成,推迟乙烯释放速率高峰出现的时间;而蜂胶作为一种涂膜保鲜剂,在贮藏前期能够很好地阻止空气中的氧气与果实进行气体交换,抑制乙烯的生成,但在达到乙烯释放高峰后,抑制作用下降。

2.2 1-MCP 和蜂胶对红富士苹果果实品质的影响

2.2.1 硬度 红富士是耐贮品种,贮藏期间硬度变化较为缓慢。由图 2 A 可以看出,各处理组果实硬度均呈逐渐下降的趋势,其中 1-MCP 处理组下降幅度较小,硬度最大,贮藏 180 d 时其果肉硬度从刚入库时的 7.79 kg/cm²下降为 7.03 kg/cm²,降低了 9.76%;蜂胶处理组果实的硬度在前 75 天内一直高于对照,但至贮藏第 90 天时果实硬度降为 7.56 kg/cm²,比对照低 1.82%,之后基本上均低于对照。

2.2.2 可溶性固形物含量 图 2 B 显示,贮藏期内各处理果实的可溶性固形物含量总体均表现为下降趋势;1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量在整个贮藏期内始终高于对照,至贮期结束时比对照高 2.53%;蜂胶处理果实的可溶性固形物含量在贮藏第 60 天达到最大值(15.39%),比 1-MCP 处理组和对对照组分别高 3.85%和 4.91%,至贮藏第 120 天时迅速下降为 14.01%,比 1-MCP 处理组和对对照组分别低 5.78%和 1.96%,三者差异显著(P<0.05)。

2.2.3 可滴定酸含量 由于果实采收后可滴定酸可作为呼吸基质逐渐被消耗,因此各处理果实中的可滴定酸含量在贮藏前期快速下降,后期变化较为平缓(图 2)。由图 2 C 可以看出,1-MCP 处理组的可滴定酸含量最高,其降低速度最为缓慢,至 180 d 时可滴定酸含量比刚入库时下降了 58.82%;蜂胶处理组贮藏第 60 天时的可滴定酸含量为 0.28%,比 1-MCP 处理组低 3.61%,比对照组高 4.16%,之后含量迅速下降,且一直低于对照,至 180 d 时含量仅为 0.13%,比刚入库时下降了 69.74%;贮藏 180 d 时对照组可滴定酸含量比刚入库时下降了 67.44%。

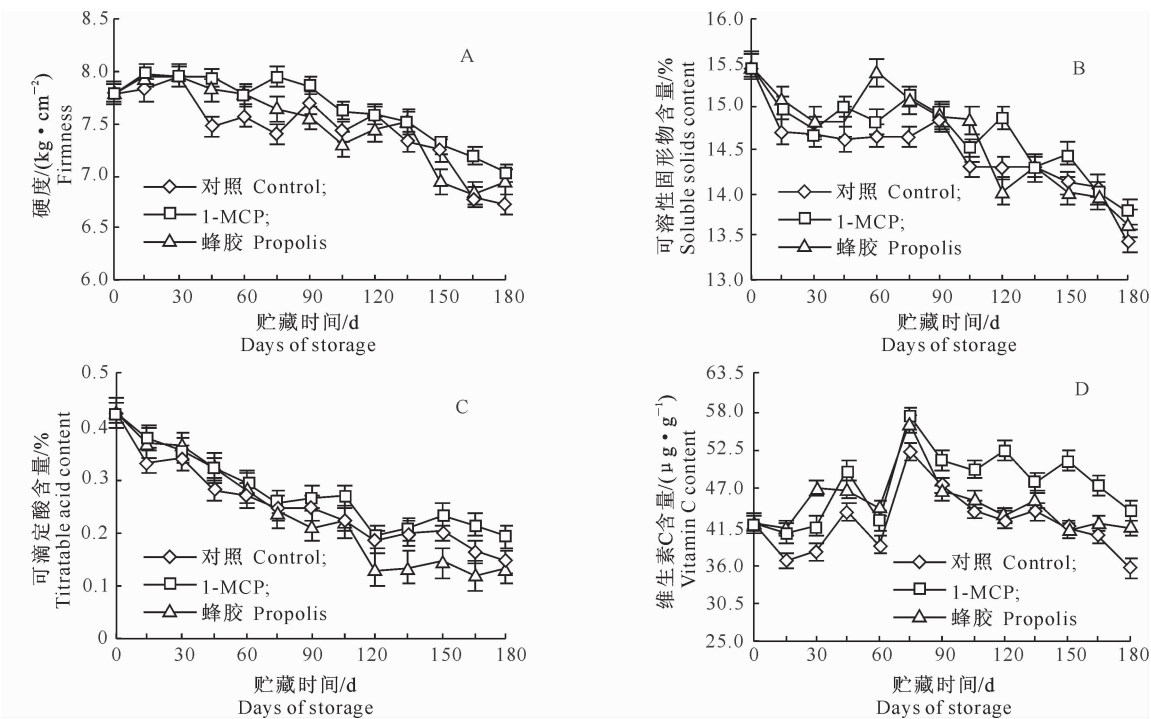


图 2 1-MCP 和蜂胶处理对红富士苹果硬度(A)及可溶性固形物(B)、可滴定酸(C)、维生素 C(D)含量的影响
Fig. 2 Effect of 1-MCP and propolis treatment on firmness(A)、soluble solid(B)、titratable acid(C) and vitamin C(D) content of red Fuji apple

2.2.4 维生素 C 含量 由图 2 D 可以看出,各处理果实的维生素 C 含量总体上呈波动变化的趋势,对照组、1-MCP 和蜂胶处理组果实维生素 C 含量均在贮藏第 75 天达到最大值,分别为 52.2, 57.3 和 56.3

$\mu\text{g/g}$,2 个处理组与对照组的差异均达显著水平($P<0.05$),而 2 个处理组间差异不显著($P>0.05$);贮藏 90 d 后 1-MCP 处理组的维生素 C 含量一直显著大于对照($P<0.05$),蜂胶处理组果实的维生素 C 含量基本上略大于对照,差异不显著($P>0.05$)。

2.3 1-MCP 和蜂胶对红富士苹果总酚和类黄酮含量的影响

酚类物质是植物体内一类重要的次生代谢物质,其种类繁多,果实中的酚类物质主要有简单酚酸类、苯丙烷类、类黄酮类和多聚酚类,都具有很强的自由基清除能力,是苹果中重要的抗氧化物质。图 3 A 显示,在贮藏期内,各处理红富士苹果的总酚含量均呈先增加后下降的变化趋势,且均于第 120 天时达到高峰,此时 1-MCP 和蜂胶处理组果实总酚含量分别比对照组高 18.39% 和 3.45%。1-MCP 处理果实的总酚含量在整个贮藏期明显高于对照,贮

藏 180 d 时达 0.074 mg/g,比对照高 7.25%;蜂胶处理果实的总酚含量总体上也高于对照,至贮藏 180 d 时比对照高 4.35%。

图 3 B 显示,1-MCP 和蜂胶处理均可增加了苹果贮藏期内的类黄酮含量。在贮藏前 30 d 内,各组果实中的类黄酮含量均迅速下降;30~105 d,对照组类黄酮含量先快速上升然后基本保持不变,1-MCP 处理组类黄酮含量略微上升,蜂胶处理组则略微下降,类黄酮含量表现为蜂胶处理组>1-MCP 处理组>对照组;蜂胶、1-MCP 处理组和对照组果实中的类黄酮含量均在贮藏第 120 天达到高峰,分别为 0.269,0.273 和 0.269 mg/g,之后 1-MCP 处理组和对照组的类黄酮含量迅速减少,而蜂胶处理组下降较为缓慢,在 180 d 时蜂胶处理组果实类黄酮含量比 1-MCP 处理组和对照组分别高 3.56% 和 5.22%。

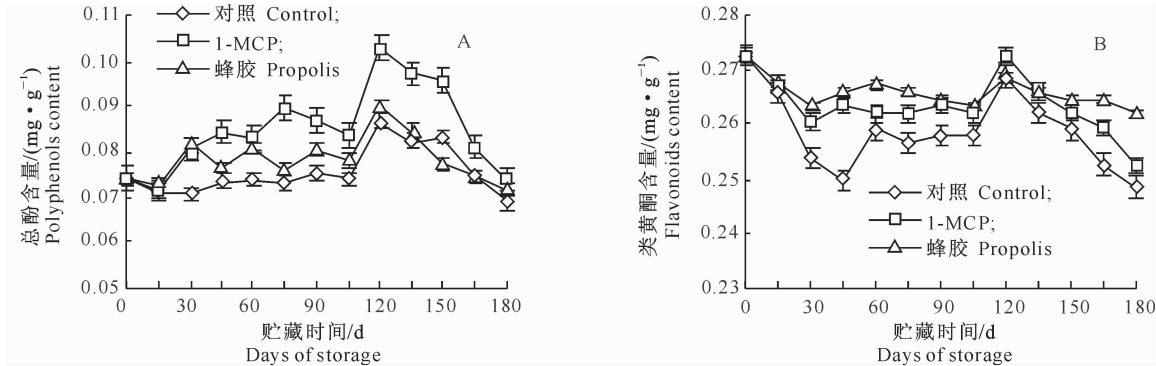


图 3 1-MCP 和蜂胶处理对红富士苹果总酚(A)和类黄酮(B)含量的影响

Fig. 3 Effect of 1-MCP and propolis treatment on polyphenols(A) and flavonoids(B) content of red Fuji apple

2.4 1-MCP 和蜂胶对红富士苹果失重率和腐烂指数

随着贮藏时间的延长,所有处理果实的失重率和腐烂指数均不断增大(图 4)。从图 4 A 可以看

出,在 $(1\pm0.5)^\circ\text{C}$ 的贮藏环境中,对照组失重率在贮藏期内一直保持最高;贮藏 180 d 时,对照组失重率为 2.27%,而 1-MCP 和蜂胶处理组的失重率分别为 1.98% 和 2.08%。

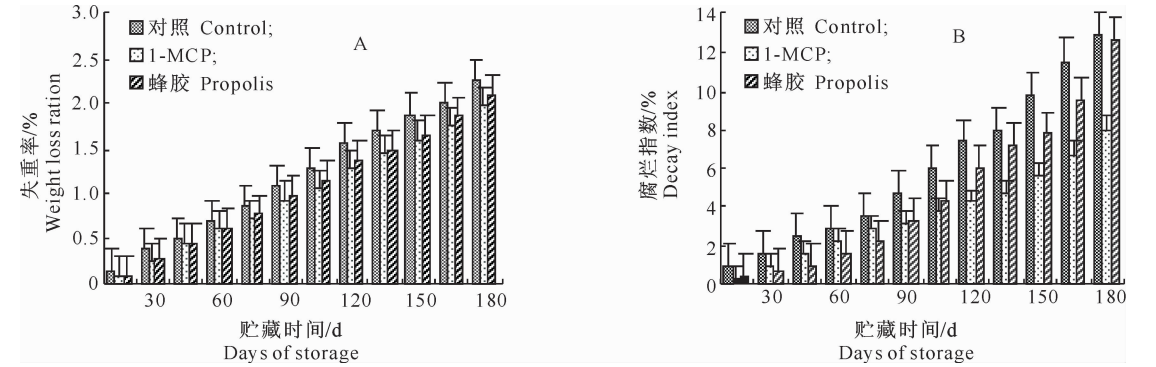


图 4 1-MCP 和蜂胶处理对红富士苹果失重率(A)和腐烂指数(B)的影响

Fig. 4 Effect of 1-MCP and propolis treatment on the weight loss ratio(A) and decay index(B) of red Fuji apple

从图 4 B 可以看出,在整个贮藏期内,对照组果实的腐烂指数最高,贮藏 180 d 时达到 12.89%;

1-MCP处理组果实腐烂指数的上升幅度在贮藏前期基本上高于蜂胶处理组,但贮藏 90 d 后其腐烂指数上升幅度较小,低于蜂胶处理组和对照组,至 180 d 时仅为 8.0%,显著低于对照组($P<0.05$);蜂胶处理组果实的腐烂指数从贮藏 90 d 起迅速升高,尤其在贮藏结束前 15 d 急剧上升,由 9.56% 上升为 12.67%。

3 讨 论

本试验结果表明,在 (1 ± 0.5) ℃贮藏条件下,1-MCP 处理不仅能够有效降低红富士苹果的呼吸速率和乙烯释放速率峰值,而且能延迟其呼吸速率、乙烯释放速率高峰的出现时间,这与李富军等^[2]的研究结果相同。但郭燕等^[3]对粉红女士苹果的研究发现,1-MCP 处理可以影响果实的呼吸峰值,但对呼吸高峰出现时间没有影响,这可能是由果实品质差异和成熟度不同造成的。1-MCP 处理抑制了果实呼吸速率和乙烯释放,这有助于果实品质的保持。在本试验中,1-MCP 可延缓红富士苹果果实硬度和可滴定酸含量的下降,缓和果实采后软化,这与 1-MCP 在其他苹果品种上的研究结果^[3,17-19]一致;1-MCP 处理对红富士苹果可溶性固形物含量的影响比较明显,使其一直保持在较高水平,这与孙希生等^[17]在乔纳金、Watkins 等^[18]在元帅和恩派苹果上的研究结果相同,但与郭燕等^[3]在粉红女士、张锋等^[19]在秦阳苹果上的研究结果(1-MCP 处理对果实可溶性固形物含量的影响作用不明显)存在差异,这可能与红富士苹果的品质特性有关。说明不同苹果品种对 1-MCP 的反应不同,这对生产中更合理地使用 1-MCP 具有指导意义。另一方面,果实中的多种酚类化合物可有效清除人体内的过剩氧自由基,延缓人体组织器官的衰老,有助于减少心脑血管疾病、肿瘤、各种癌症的发病率^[20]。本研究结果表明,1-MCP 处理能够有效提高果实中的抗氧化物含量,减缓抗氧化物含量的下降速度,这与邵建萍^[14]的研究结果相同。在贮藏过程中,1-MCP 处理显著降低了果实质量的损失,降低了腐烂指数,提高了果实的抗病和抗氧化能力,因此 1-MCP 对红富士苹果具有较好的保鲜效果,能够产生很好的市场价值。

蜂胶是树脂类物质,其成膜性好,能在果实表面形成一层被膜,从而阻止氧气进入果实,使果实呼吸活动减弱,同时又可减少活性氧的形成,降低营养消耗;另外蜂胶涂膜包裹果实后,堵塞了果实皮孔,在一定程度上降低了果皮的蒸腾作用,抑制了水分散失,同时可以阻挡微生物的侵入,防止果实腐败变

质。吴艳丽^[9]采用蜂胶处理红提葡萄,发现蜂胶能够降低果实失重率和落粒率,保持果实硬度,减缓可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量的降低速度。宋心仿等^[10]将蜂胶制剂涂抹于苹果、西红柿、菜椒等果蔬及鸡蛋表面,发现各类果蔬的烂果率及失重率均显著降低。霍君生等^[11]采用蜂胶提取液处理菜豆,发现其对菜豆的生理代谢有明显的影响,可以显著降低菜豆的失水失重,抑制糖的转化,使呼吸代谢减慢,抑制总糖和淀粉含量的变化,从而延长菜豆的贮藏寿命。任艳等^[12]的试验表明,蜂胶处理能有效抑制粉红女士苹果的失水,降低果实的呼吸速率和乙烯释放速率,延缓果肉硬度的下降及可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 的降解。雷明霞等^[21]将蜂胶浸出液应用于苹果腐烂病的防治,发现其防治效果远优于常用化学药剂苯并咪唑、苯莱特、多菌灵等。本试验发现,蜂胶处理在贮藏前 3 个月能够较好地抑制呼吸速率和乙烯释放速率的增大,显著降低呼吸速率和乙烯释放速率峰值,减缓硬度、可溶性固形物和可滴定酸含量的下降速度,保持维生素 C 含量的稳定,显著抑制果实的失水和腐烂程度,这与吴艳丽^[9]和任艳等^[12]的研究结果基本一致;蜂胶处理能保持果实维生素 C、总酚和类黄酮含量的稳定,且维生素 C 和类黄酮含量高于 1-MCP 处理。因此蜂胶的保鲜效果与 1-MCP 相当,并具有极高的营养保健功能。有研究表明,蜂胶中的黄酮类化合物具有具有抗菌、杀毒、降血脂、促进组织再生和增进机体免疫能力等功效^[9,22]。然而在贮藏后期,蜂胶处理果实的保鲜效果大大降低,与对照组差别不大,这可能是由于蜂胶涂膜容易吸水变潮,随着贮藏时间的延长,蜂胶涂膜受到涂膜厚度、贮藏环境和果实生理活性的影响,气体通透性改变,膜内部的微环境发生变化,有利于微生物的侵染,因而加重了果实的腐烂,降低了膜的保鲜效果。

4 结 论

1-MCP 和蜂胶作为苹果保鲜剂,均能有效地延缓果实的后熟衰老。而蜂胶作为一种无公害可食性涂膜,在低温贮藏 3 个月内的保鲜效果与 1-MCP 处理差异不大,能有效保持果实的品质,而且蜂胶处理果实果肉(不包括果皮)中的类黄酮含量明显增多,具有极大的食疗价值。所以红富士苹果短期冷藏时,以蜂胶的保鲜效果较好。

【参考文献】

[1] Barry C S, Giovannoni J J. Ethylene and fruit ripening [J].

- Journal of Plant Growth Regulation, 2007, 26: 143-159.
- [2] 李富军, 翟衡, 杨洪强, 等. 1-MCP 对苹果果实贮藏期间乙烯合成代谢的影响 [J]. 中国农业科学, 2004, 37(5): 734-738.
Li F J, Zhai H, Yang H Q, et al. Effects of 1-MCP on ethylene synthesis and metabolism of apple during storage [J]. Scientia Agricultural Sinica, 2004, 37(5): 734-738. (in Chinese)
 - [3] 郭燕, 马书尚, 朱玉涵, 等. 1-MCP 对不同成熟度粉红女士苹果贮藏生理和品质的影响 [J]. 果树学报, 2007, 24(4): 415-420.
Guo Y, Ma S S, Zhu Y H, et al. Effects of 1-MCP treatment on postharvest physiology and storage quality of Pink Lady apple with different maturity [J]. Journal of Fruit Science, 2007, 24(4): 415-420. (in Chinese)
 - [4] Watkins C B. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables [J]. Biotechnology Advances, 2006, 24: 389-409.
 - [5] Sylvia M B, John M D. 1-Methylcyclopropene: A review [J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 28: 1-25.
 - [6] 何德良. 1-MCP 在蔬菜贮藏保鲜中的应用 [J]. 保鲜与加工, 2007, 7(1): 45-47.
He D L. Application of 1-MCP in fresh-keeping and storage of vegetable [J]. Storage and Process, 2007, 7(1): 45-47. (in Chinese)
 - [7] 周琳, 贾培义, 刘娟, 等. 乙烯对‘洛阳红’牡丹切花开放和衰老进程及内源乙烯生物合成的影响 [J]. 园艺学报, 2009, 36(2): 239-244.
Zhou L, Jia P Y, Liu J, et al. Effect of ethylene on cut flowers of tree peony ‘Luoyang Hong’ opening and senescence process and endogenous ethylene biosynthesis [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2009, 36(2): 239-244. (in Chinese)
 - [8] Sforzin J M. Propolis and immune system: A view [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2007, 113: 1-14.
 - [9] 吴艳丽. 红提葡萄蜂胶无公害保鲜和 HACCP 体系应用的研究 [D]. 吉林 长春: 吉林大学, 2006.
Wu Y L. A study on non-polluted storage of the red globe grape by propolis and the application of HACCP system [D]. Changchun, Jilin: Jilin University, 2006. (in Chinese)
 - [10] 宋心仿, 邵有全. 蜂胶制剂保鲜效果对比试验报告 [J]. 中国养蜂, 1999, 50(2): 6-7.
Song X F, Shao Y Q. Comparison of several propolis preparation's keeping fresh effect [J]. Apiculture of China, 1999, 50(2): 6-7. (in Chinese)
 - [11] 霍君生, 关艳彩, 邓春景. 蜂胶对菜豆常温贮藏生理的影响 [J]. 河北农业大学学报, 1994(S1): 266-268.
Huo J S, Guan Y C, Deng C J. The effect of propolis to snap bean in normal temperature [J]. Journal of Agricultural University of Hebei, 1994(S1): 266-268. (in Chinese)
 - [12] 任艳, 任小林, 王胜男. 蜂胶对粉红女士苹果的保鲜效应 [J]. 果树学报, 2010, 27(2): 289-292.
Ren Y, Ren X L, Wang S N. Effect of propolis on the storage life of Pink Lady apple fruit [J]. Journal of Fruit Science, 2010, 27(2): 289-292. (in Chinese)
 - [13] 孙群, 胡景江. 植物生理研究技术 [M]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学出版社, 2004: 172-174.
 - Sun Q, Hu J J. Research technology of plant physiology [M]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University Press, 2004: 172-174. (in Chinese)
 - [14] 邵建萍. 冷藏苹果蜡质中酚类物质及抗氧化活性的研究 [D]. 山东泰安: 山东农业大学, 2008.
Shao J P. Study on phenolics and antioxidant activity in epicuticular wax of cold-storage apples [D]. Taian, Shandong: Shandong Agricultural University, 2008. (in Chinese)
 - [15] 孙希云, 牛广财, 孟宪军, 等. 马齿苋中黄酮类化合物的最佳提取工艺 [J]. 食品与发酵工业, 2004, 30(11): 135-137.
Sun X Y, Niu G C, Meng X J, et al. Study on extracting flavonoids from *Portulaca oleracea* L [J]. Food and Fermentation Industries, 2004, 30(11): 135-137. (in Chinese)
 - [16] 甘瑾, 张弘, 马李一, 等. 漂白紫胶涂膜对苹果常温贮藏品质的影响 [J]. 食品科学, 2009, 30(24): 444-447.
Gan J, Zhang H, Ma L Y, et al. Effect of bleached shellac on quality of apple at room temperature storage [J]. Food Science, 2009, 30(24): 444-447. (in Chinese)
 - [17] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. ‘乔纳金’苹果采后 1-MCP 处理对常温贮藏效果的影响 [J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 90-92.
Sun X S, Wang W H, Wang Z H, et al. Effects of 1-MCP on physiological changes of ‘Jonagold’ apples at ambient temperature after harvest [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2003, 30(1): 90-92. (in Chinese)
 - [18] Watkins C B, Nock J F, Whitaker B D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions [J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 19: 17-32.
 - [19] 张锋, 龚新明, 马书尚, 等. 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果采后生理与品质的影响 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(10): 115-119.
Zhang F, Gong X M, Ma S S, et al. Effect of 1-MCP storage and temperature on the quality and postharvest physiology of Qinyang apple [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat Sci Ed, 2009, 37(10): 115-119. (in Chinese)
 - [20] 冯丽, 宋曙辉, 赵霖, 等. 植物多酚种类及其生理功能的研究进展 [J]. 江西农业学报, 2007, 19(10): 105-107.
Feng L, Song S H, Zhao L, et al. Progress in plant polyphenols and their physiological functions [J]. Acta Agriculturae Jiangxi, 2007, 19(10): 105-107. (in Chinese)
 - [21] 雷明霞, 王喜平. 蜂胶浸出液在预防苹果腐烂病中的应用探析 [J]. 养蜂科技, 2003(3): 40-41.
Lei M X, Wang X P. Study on application of controlling apple rot disease with propolis [J]. Apiculture Science and Technology, 2003(3): 40-41. (in Chinese)
 - [22] 付英娟. 蜂胶中有效成分的提取及应用研究 [D]. 陕西 杨凌: 西北农林科技大学, 2007.
Fu Y J. Study on extraction process and application of propolis [D]. Yangling, Shaanxi: Northwest A&F University, 2007. (in Chinese)