

文章编号:1001-6880(2016)11-1718-06

不同中药提取物对苹果采后保鲜活性筛选

高保卫,廖 珣,董艳玲,王永宏*,张 兴

西北农林科技大学无公害农药研究服务中心,杨凌 712100

摘要:采用市售的39种中药为材料,以“富士”苹果(*Malus pumila* Mil)为供试果蔬,采用喷雾法,测定了供试中药提取物对采后苹果果实的室温保鲜活性,以期筛选出具有较高保鲜活性植物源物质,为开发新型植物源果蔬保鲜剂提供依据。结果表明:在苹果室温贮藏过程中,茵陈蒿、花椒和知母的乙醇提取物具有较好的保鲜活性,在浓度为1.0 mg DW/mL时能够显著降低苹果的坏果率、失重率,有效延缓其硬度、口感、风味、Vc的变化,提高其超氧化物歧化酶、过氧化氢酶及过氧化物酶活性,抑制相对电导率的上升,保鲜效果明显。这3种植物具备开发成为果蔬保鲜剂的潜力,值得进一步研究。

关键词:植物源保鲜剂;活性筛选

中图分类号:Q945.6 + 6

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2016.11.006

Evaluation of Fresh-keeping Activity of Chinese Herbal Medicine Extracts on Postharvest Apple Fruits

GAO Bao-wei, LIAO Jue, DONG Yan-ling, WANG Yong-hong*, ZHANG Xing

Research & Development Center of Biorational Pesticide, Northwest A&F University, Yangling 712100, China

Abstract: In order to get high fresh-keeping botanical materials and develop new botanical preservative, the fresh-keeping activities of the extracts of 39 Chinese herbal medicines, which were extracted with ethanol by ultrasonication, were determined against “Fuji” apples by spraying method under room temperature (RT). The results indicated that extracts virgate wormwood herb, common anemarrhena rhizome and pricklyash peel had higher fresh-keeping activities for apples at 1.0 mg DW/mL. The quality of apples treated by the plant extracts was better than the clear water treatment (CK), and had no significant difference with drug control (1-methylcyclopropene, 1-MCP). The treatments significantly reduced the weight-loss rate and the number of rotted tomatoes, slowed down the decrease in the flesh firmness effectively, titratable acidity, flavor, Vc, delayed the increase in total soluble solids, increased the activity of superoxidase dismutase, catalase and peroxidase, restrained the increase of relative electric conductivity. The preservation effects of the three plants were not significant difference with 1-MCP and deserved to further research.

Key words: botanical preservative; activity screening

中国是世界第一大苹果生产国,2015年苹果产量达3849万吨。由于苹果采收后易感多种侵染性病害,并长期潜伏,至果实成熟或衰老时发病为害,造成贮运期间果实大量腐烂^[1],同时,果实在采后贮运过程中,受到如挤压、振动等机械损伤,破坏了果实天然组织结构,加快了果实衰老的进程,并为微生物侵染提供了机会,使果实腐烂增加,造成苹果在贮运过程,尤其是贮藏后期的严重损失^[2]。因此,防腐保鲜处理一直是苹果采后贮藏的重要环节。目

前控制果蔬采后病害的主要手段是冷藏结合保鲜剂^[3]。长期以来,人们利用化学保鲜剂在果蔬贮藏保鲜方面取得了很好的效果^[4],然而这些化学合成保鲜剂存在微生物抗药性和毒副作用,危害人类健康,因此开发高效、安全的新型果蔬保鲜剂替代产品已成为生活、生产中的迫切需要^[5]。

植物源保鲜剂具有安全、无毒、低残留、绿色环保等特点,成为近年来保鲜剂研究开发的热点,尤为突出附加值较高的果蔬保鲜研究。我国拥有丰富药用植物资源,现有记载的药用植物资源11146种,具有杀菌抑菌活性的中草药植物5000余种^[6],研究人员已经筛选出多种具有良好果蔬保鲜效果的中草药。熊运海研究用10种中药提取物处理番茄,其中

大黄、黄芩、青蒿、大茴香,白鲜皮、藿香、栀子不同程度改变番茄储藏品质,提高商品率,尤其青蒿和栀子对番茄储藏保鲜效果比较好^[7]。陈勤等研究发现^[8],金银花提取物能显著提高草莓的新鲜度和质量指标降低腐烂率,显著增加 SOD 和 POD 的活性,降低组织中 LPO 浓度,消除自由基,延缓草莓细胞衰老,抑制微生物生长作用。廖珏等研究^[9]发现山苍子、柚皮、荷叶乙醇提取物对番茄具有较高的保鲜活性,显著降低番茄的坏果率、失重率,有效延缓其硬度、口感、风味、Vc 的变化,提高其超氧化物歧化酶、过氧化氢酶及过氧化物酶活性,抑制相对电导率的上升,保鲜效果明显,具备开发成为果蔬保鲜剂的潜力。

植物源果蔬保鲜剂研究的人员比较多,涉及果蔬类型品种比较多,但将中草药用于苹果贮藏保鲜的鲜有报道,因此,有必要进一步开展保鲜物质资源的筛选研究,促进植物源保鲜剂的研发。鉴于此,本研究以苹果为供试对象,对 39 种中药提取物进行了保鲜活性评价,为研制新型植物源保鲜剂提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

1.1.1 供试植物

鼠尾草(根)、藿香(地上部分)、栀子(果实)、白鲜(根皮)、柚(果皮)、花椒(果实)、白芥(种子)、莱菔子(种子)、升麻(根、茎)、黄连(根、茎)、大黄(根、茎)、虎杖(根、茎)、乌药(块根)、肉桂(树皮)、山苍子(果实)、高良姜(根、茎)、甘草(根、茎)、苦参(根)、乌梅(果实)、金银花(花、叶)、荷(叶)、川楝子(果实)、苍术(根、茎)、苍耳(整株)、茵陈蒿(茎、叶)、青蒿(整株)、艾蒿(叶)、红花(花)、百部(根)、川芎(根、茎)、茺蔚籽(种子)、五倍子(叶)、肉豆蔻(种仁)、香茅草(整株)、紫草(整株)、鹿蹄草(整株)、知母(根、茎)、连翘(果实)、八角茴香(果实)。所选用的 39 种中药,均购自西安药材市场。

1.1.2 供试果蔬

苹果(*Malus pumila* Mill.)品种为“富士”,采购于陕西武功县农家果园,果实七至八成熟采收,平均单果重 160~180 g。挑选大小均一,无病虫害、无机械损伤的果实为试材,采收后立即运回西北农林科技大学无公害农药研究服务中心冷库(0~2 °C)中

预冷,贮藏,备用。

1.2 仪器与设备

主要包括电子天平(日本岛津公司,AUW220)、硬度计(意大利产,FT327 型)、数显糖度计(苏州奇乐电子科技有限公司,LH-B55 型)、电导仪(美国 HACH 公司,SC200 型)、紫外-可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司,SP-756PC 型)等。

1.3 实验方法

1.3.1 植物提取液的制备

采用超声波提取法制备各供试植物的提取液^[9]。称取 20 g 植物干粉装入广口三角瓶中,加入干粉 5 倍量的工业乙醇(使用前重蒸),经超声波提取 1 h,倒出提取液,再加入 5 倍量的工业乙醇进行超声提取,共重复 3 次。合并提取液,用旋转蒸发仪浓缩制成植物提取物。

植物提取物均用少量乙醇(5%~8%,M/V)将其溶解,加入一定比例的乳化剂(3%~6%,M/V),然后用水定容至 20 mL,作为母液备用,使用时再用水将其稀释至相应浓度。

1.3.2 果实处理方法

采用喷雾法处理苹果果实,提取物浓度为 1.0 mg DW/mL(1.0 mg 干样重/mL),每处理重复 3 次,每重复 10 个果实,以清水作为空白对照(CK),1-甲基环丙烯(1-MCP)作为药剂对照(1-MCP 处理为密闭熏蒸 24 h)。自然晾干后放置于厚度为 0.03 mm 保鲜袋中扎口,室温条件下贮藏,袋内相对湿度 80%~90%。

1.3.3 测定指标及方法

贮藏后第 120 d 随机取样测定各种指标。失重率(%)=[(果实鲜重-测定时重量)/果实鲜重]×100%;硬度采用用硬度计测定;可溶性固形物(SSC)的含量采用数显糖度计测定;可滴定酸(TA)采用酸碱滴定法^[10]测定;维生素 C(Vc)含量测定采用钼蓝比色法^[11]测定;相对电导率的测定参照赵世杰^[12]的方法;过氧化物酶(POD)的活性采用 Madan^[13]方法;过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)和多酚氧化酶(PPO)活性的测定参照曹建康^[14]的方法。贮藏第 180 d,测量好果率,好果率(%)=(好果数/调查总果数)×100%。

1.4 数据处理

采用 SPSS17.0 中文版专业数据统计软件进行数据处理。通过 Duncan's 新复极差法在 P=0.05 水平分析不同实验各处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 具保鲜活性的植物提取物初步筛选

各供试植物提取物以 1 mg DW/mL 喷雾法处理苹果, 在室温条件下, 贮藏一定时间后, 测定了山苍子等 39 种植物提取物对采后苹果感官品质的影响, 结果见表 1。由表 1 可以看出, 11 种植物(茵陈蒿、花椒、知母、鹿蹄草、黄连、白鲜皮、肉桂、八角茴香、艾叶和山苍子)提取物可维持贮藏末期好果率在

60% 以上, 而清水对照处理的好果率为 33.33%; 6 种植物提取物(八角茴香、茵陈蒿、知母、肉桂、白鲜皮、花椒)对抑制果实失重表现出较好的效果, 失重率均在 2.50% 以下, 而清水对照处理的失重率为 5.84%。

综合好果率与失重率的试验结果, 选择茵陈蒿、花椒、知母、白鲜皮、肉桂和八角茴香 6 种植物提取物进行进一步保鲜活性筛选。

表 1 39 种植物提取物对富士苹果感官品质的影响

Table 1 Effects of 39 plant extracts on sensory quality of Fuji apples fruit

样品名称 Samples	好果率 Unrotted rate (%)	失重率 Weight-loss rate (%)	样品名称 Samples	好果率 Unrotted rate (%)	失重率 Weight-loss rate (%)
CK	33.33	5.84	虎杖 <i>Polygonum cuspidatum</i>	44.44	3.71
茵陈蒿 <i>Artemisia capillaries</i>	77.78	2.27	柚皮 <i>Citrus maxima</i>	44.44	3.73
花椒 <i>Zanthoxylum bungeanum</i>	76.67	2.36	鼠尾草 <i>Salvia farinacea</i>	44.44	3.69
知母 <i>Anemarrhena asphodeloides</i>	76.67	2.26	甘草 <i>Glycyrrhiza uralensis</i>	43.33	4.71
鹿蹄草 <i>Pyrola rotundifolia</i>	66.67	2.98	乌梅 <i>Armeniaca mume</i>	43.33	4.84
黄连 <i>Coptis chinensis</i>	66.67	3.01	大黄 <i>Rheum palmatum</i>	40	6.17
白鲜皮 <i>Dictamnus dasycarpus</i>	63.33	2.35	高良姜 <i>Alpinia officinarum</i>	40	4.48
肉桂 <i>Cinnamomum cassia</i>	63.33	2.33	金银花 <i>Lonicera japonica</i>	40	3.63
八角茴香 <i>Illicium verum</i>	61.85	2.24	莱菔子 <i>Semen raphani</i>	38.89	2.86
荷叶 <i>Nelumbo nucifera</i>	61.11	2.9	升麻 <i>Cimicifuga foetida</i>	38.89	2.69
艾蒿 <i>Artemisia argyi</i>	61.11	3.24	苍耳 <i>Xanthium sibiricum</i>	38.89	2.85
山苍子 <i>Litsea cubeba</i>	61.11	3.54	白芥子 <i>Sinapis alba</i>	27.78	4.04
藿香 <i>Agastache rugosa</i>	56.67	5.13	红花 <i>Carthamus tinctorius</i>	27.78	3.56
肉豆蔻 <i>Myristica fragrans</i>	55.56	2.81	五倍子 <i>Rhus chinensis</i>	27.78	2.81
连翘 <i>Forsythia suspensa</i>	51.85	4.43	川楝子 <i>Melia toosendan</i>	22.22	3.54
苍术 <i>Atractylodes lancea</i>	50	2.83	栀子 <i>Gardenia jasminoides</i>	16.67	3.83
青蒿 <i>Artemisia annua</i>	50	2.56	乌药 <i>Lindera aggregata</i>	16.67	2.76
苦参 <i>Sophora flavescens</i>	50	3.89	百部 <i>Stemona sessilifolia</i>	16.67	2.92
香茅草 <i>Cymbopogon citratus</i>	50	3.63	川芎 <i>Ligusticum chuanxiong</i>	11.11	3.19
紫草 <i>Lithospermum erythrorhizon</i>	44.45	2.77	芫荽籽 <i>Coriandrum sativum</i>	5.56	4.74

注: 表中失重率为第 120 d 数据, 好果率为第 180 d 数据; 植物提取物浓度均为 1 mg DW/mL; 表中数据均为 3 次重复平均值。

Note: Weight-loss rate data given were measured in 120th days, unrotted rate data given were measured in 180th days; Concentrations of botanical extracts were 1 mg DW/mL; Data given were from 3 duplications.

2.2 具有较好保鲜活性植物提取物复筛

2.2.1 6 种植物提取物对室温贮藏过程中苹果感官品质的影响

初筛得到的 6 种防腐保鲜效果较好的植物提取物以 1 mg DW/mL 喷雾法处理苹果后, 在室温条件下贮藏一定时间, 测定对苹果感官品质的影响, 结果见表 2。由表中可以看出, 在室温条件下, 苹果室温

贮藏 120 d 后, 6 种植物提取物均显著抑制了采后苹果果实的腐烂, 好果率达到 60% 以上, 显著高于清水对照处理的好果率(42.62%), 与药剂对照 1-MCP 差异不显著($P > 0.05$); 室温贮藏 120 d 后, 茵陈蒿提取物处理苹果后, 抑制采后失水效果最好, 失重率仅为 2.77%, 清水对照处理的失重率达到 5.80%。

表 2 6 种植物提取物对富士苹果感官品质的影响
Table 2 Effects of 6 plant extracts on sensory quality of Fuji apples

样品名称 Samples	好果率 Unrotted rate (%)	失重率 Weight-loss rate (%)	样品名称 Samples	好果率 Unrotted rate (%)	失重率 Weight-loss rate (%)
CK	42.62 ± 3.97 ^d	5.80 ± 0.08 ^a	1-MCP	86.06 ± 2.37 ^a	2.91 ± 0.04 ^{cd}
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	76.15 ± 1.12 ^{abc}	2.77 ± 0.10 ^d	八角茴香 <i>I. verum</i>	76.74 ± 3.24 ^{abc}	3.20 ± 0.04 ^b
知母 <i>A. asphodeloides</i>	77.16 ± 4.68 ^{ab}	3.08 ± 0.03 ^{bc}	肉桂 <i>C. cassia</i>	67.94 ± 2.47 ^{bc}	3.03 ± 0.12 ^{bc}
花椒 <i>Z. bungeanum</i>	76.52 ± 2.73 ^{abc}	2.92 ± 0.06 ^{cd}	白鲜皮 <i>D. dasycarpus</i>	66.51 ± 3.11 ^c	3.23 ± 0.12 ^b

注:(1)表中失重率为第 120 d 数据,好果率为第 180 d 数据;(2)植物提取物浓度均为 1 mgDW/mL,1-MCP 浓度为 0.5 μL/L;(3)表中数据均为 3 次重复平均值。标相同字母者表示经 Duncan's 新复极差法检验,其在 $P_{0.05}$ 水平上差异不显著。

Note:(1) Weight-loss rate data given were measured in 120th days, unrotted rate data given were measured in 180th days; (2) Concentrations of botanical extracts were 1 mgDW/mL, the concentration of 1-MCP was 0.5 μL/L; (3) Data given were from 3 duplications. Data in a column with the same small letters indicated no significant difference at $P_{0.05}$ by Duncan's multiple range test, respectively.

2.2.2 6 种植物提取物对室温贮藏过程中苹果风味品质的影响

茵陈蒿等 6 种植物提取物对室温贮藏过程中苹果风味品质的影响结果见表 3。由表 3 可以看出,知母提取物处理苹果果实后,可以显著延缓采后苹果硬度下降,维持较高硬度,达到 8.18 kg/cm²,显著高于 CK,与 1-MCP(8.27 kg/cm²)差异不显著($P > 0.05$)。知母和茵陈蒿提取物处理苹果后,可使其

保持较高可溶性固体含量(SSC),SSC 在 9.7% 以上,显著高于 CK(7.33%),与药剂对照 1-MCP 无显著差异($P > 0.05$)。花椒、知母、茵陈蒿、肉桂提取物处理苹果果实后,可使其滴定酸(TA)含量维持均在 3% 以上,且高于 CK,各处理间差异不显著。茵陈蒿、知母、花椒提取物处理苹果果实后,其中的 Vc 含量较高,维持在 4.10 mg/(100 g) 以上,与药剂对照 1-MCP 差异不显著,Vc 含量显著高于 CK。

表 3 6 种植物提取物对富士苹果风味品质的影响
Table 3 Effects of 6 plant extracts on flavor quality of Fuji apples

样品名称 Samples	硬度 Firmness (kg/cm ²)	可溶性固体 SSC (%)	Vc (mg/100g)	可滴定酸 TA (%)
1-MCP	8.27 ± 0.18 ^a	10.20 ± 0.15 ^a	4.35 ± 0.11 ^a	0.33
CK	6.22 ± 0.11 ^d	7.33 ± 0.17 ^e	3.51 ± 0.09 ^{cd}	0.23
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	7.43 ± 0.18 ^b	9.83 ± 0.21 ^{ab}	4.10 ± 0.12 ^{ab}	0.30
知母 <i>A. asphodeloides</i>	8.18 ± 0.07 ^a	9.73 ± 0.22 ^{ab}	4.20 ± 0.09 ^{ab}	0.31
花椒 <i>Z. bungeanum</i>	7.53 ± 0.22 ^b	9.40 ± 0.21 ^{bc}	4.15 ± 0.08 ^{ab}	0.33
八角茴香 <i>I. verum</i>	7.61 ± 0.18 ^b	8.40 ± 0.10 ^d	4.05 ± 0.08 ^b	0.27
肉桂 <i>C. cassia</i>	7.53 ± 0.19 ^b	9.1 ± 0.15 ^c	3.77 ± 0.06 ^c	0.32
白鲜皮 <i>D. dasycarpus</i>	6.95 ± 0.04 ^c	8.17 ± 0.09 ^d	3.44 ± 0.08 ^d	0.22

注:(1)表中数据第 120 d 数据;(2)植物提取物浓度均为 1 mgDW/mL,1-MCP 浓度为 0.5 μL/L;(3)表中数据均为 3 次重复平均值。标相同字母者表示经 Duncan's 新复极差法检验,其在 $P_{0.05}$ 水平上差异不显著。

Note:(1) Data given were measured in 120th days; (2) Concentrations of botanical extracts were 1 mg DW/mL, the concentration of 1-MCP was 0.5 μL/L; (3) Data given were from 3 duplications. Data in a column with the same small letters indicated no significant difference at $P_{0.05}$ by Duncan's multiple range tests, respectively.

2.2.3 6 种植物提取物对室温贮藏过程中苹果生理生化指标的影响

茵陈蒿等 6 种植物提取物处理苹果室温贮藏过程中生理生化的变化见表 4。其中,相对电导率为衡量膜透性的主要指标,也是反映果实成熟软化的重要指标之一。由表 4 可以看出,知母能够显著的抑制采后苹果电导率的升高。苹果果实贮藏 120 d 后,知母、茵陈蒿处理的相对电导率分别为

70.43%、70.05%,与药剂对照 1-MCP 相当(68.45%),明显低于 CK(81.48%)。说明知母、茵陈蒿提取物能显著抑制采后苹果相对电导率的升高,有效维持细胞膜透性($P < 0.05$)。而 POD、CAT 是植物组织清除活性氧酶系统的重要组成酶。从表 4 可以看出,肉桂、茵陈蒿、知母、花椒提取物处理可明显提高采后苹果 CAT 和 POD 酶活性,延缓苹果采后成熟衰老。肉桂、茵陈蒿、知母、花椒提取物处

理采后苹果,室温贮藏 120 d 后,CAT 活性分别为 30.17、29.87、29.82、28.77 U/g·min,与药剂对照 1-MCP 无显著性差异($P > 0.05$),显著大于 CK;与对照相比,茵陈蒿、知母、花椒提取物处理能维持 POD 活性在一个稳定水平,分别为 1.00、0.99、1.01 U/g·min,与药剂对照 1-MCP 相当($P > 0.05$),但显著大于 CK。

表 4 6 种植物提取物对苹果生理生化的影响

Table 4 Effect of 6 plant extracts on physiology and biochemistry of apple fruit

样品名称 Samples	CAT 活性 CAT activity (U/g·min)	POD 活性 POD activity (U/g·min)	相对电导率 Relative electric conductivity (%)
1-MCP	30.28 ± 0.55 ^a	1.06 ± 0.02 ^a	68.45 ± 0.64 ^d
CK	13.71 ± 0.16 ^d	0.40 ± 0.03 ^d	81.48 ± 0.98 ^a
茵陈蒿 <i>A. capillaries</i>	29.87 ± 0.67 ^a	1.00 ± 0.05 ^a	70.05 ± 0.56 ^{cd}
知母 <i>A. asphodeloides</i>	29.82 ± 1.02 ^a	0.99 ± 0.01 ^a	70.43 ± 0.68 ^{cd}
花椒 <i>Z. bungeanum</i>	28.77 ± 0.81 ^{ab}	1.01 ± 0.05 ^a	71.56 ± 0.80 ^c
八角茴香 <i>I. verum</i>	27.32 ± 0.46 ^b	0.84 ± 0.05 ^{bc}	75.09 ± 1.15 ^b
肉桂 <i>C. cassia</i>	30.17 ± 0.46 ^a	0.95 ± 0.05 ^{ab}	72.1 ± 0.35 ^c
白鲜皮 <i>D. dasycarpus</i>	24.30 ± 0.74 ^c	0.88 ± 0.04 ^c	76.19 ± 0.43 ^b

注:表中数据为室温贮藏第 120 d 后的数据。

Note: Data given were measured after room temperature storage 120th days.

3 讨论与结论

中草药提取物具有良好的天然杀菌作用,对人体和环境不会造成危害,增加了果蔬食用的安全性,减少了废弃物的处理。目前用于果蔬保鲜的天然植物种类主要是中草药,还包括一些香辛料和富含黄酮类物质的植物。尽管国内学者对其保鲜活性给予了高度重视,但在保鲜活性筛选方面工作远远不够,仅见何首林等^[15]研究了 28 种丹参等植物提取物对苹果、猕猴桃和番茄的保鲜活性,廖珏等^[9]研究了 35 种中药提取物对番茄的保鲜活性,发现荷叶、柚皮、山苍子对番茄具有较好的防腐保鲜作用,具备一定的开发潜力。鉴于国内丰富的中草药资源,本研究以 39 种植物提取物和苹果作为材料,在室温(20~25 °C)下,采用喷雾处理方法,就植物源物质对苹果的保鲜作用做了研究,发现茵陈蒿、知母、花椒、鹿蹄草、黄连、白鲜皮、肉桂、八角茴香等 11 种植物提取物能够在一定程度上保持苹果果实的好果率。八角茴香、茵陈蒿、知母、肉桂、白鲜皮、花椒 6 种植物提取物能够在一定程度上抑制苹果果实在贮藏过程中失水。在室温条件下,茵陈蒿、知母、花椒提取物对苹果果实保鲜效果最佳,可以保持苹果果实较好

肉桂、茵陈蒿、知母、花椒提取物处理后,苹果的 POD 和 SOD、CAT 协同作用,有效的维持了果实体内活性氧的平衡。

根据上述室温贮藏过程中各处理苹果感官品质、风味品质和生理生化指标的表现,从 6 种植物中筛选出了茵陈蒿、花椒和知母三种具有较好保鲜活性的植物样品。

的品质。体现在提高了苹果果实的好果率,维持苹果果实较高的硬度和 SSC 含量,明显减缓 TA、Vc 和 SSC 含量下降的速度。茵陈蒿、花椒、知母、白鲜皮、肉桂、八角茴香提取物能够在一定程度上维持苹果果实风味品质,抑制膜脂过氧化,提高 CAT 和 POD 保护酶活性,其中茵陈蒿、花椒和知母较其他处理效果好。茵陈蒿、花椒和知母提取物处理能够一直采后苹果 CAT 和 POD 活性的下降,抑制 H₂O₂ 和 O₂[·]含量的积累,并可以使苹果果实的 Vc 含量保持在较高水平,这说明处理引起了果实组织抗氧化和清除自由基体系活动的变化,提高了果实的抗氧化防御能力,从而延缓了果实衰老。知母提取物可保护苹果果实细胞膜的完整性,显著地抑制采后苹果相对电导率的升高,延缓采后果实的衰老。因此,笔者认为有必要进一步加强中药提取物的保鲜活性筛选,以期发现新的、高活性中草药种类,为植物源果蔬保鲜剂开发提供依据和材料。

本研究表明,在室温贮藏条件下,知母、茵陈蒿、花椒对苹果果实防腐保鲜效果较佳,能显著抑制采后苹果的腐烂变质,有效抑制其失重的增加和品质的下降,保持采后苹果抗氧化能力,延缓衰老,延长采后苹果的贮藏寿命。所以,茵陈蒿、知母和花椒具

有较高防腐保鲜活性,值得进一步研究。但国内外对其保鲜活性报道不多,多见其抗菌作用,如花椒对番茄早疫病菌(*Alternaria solani*)、水稻纹枯病菌(*Rhizoctonia solani*)等有较高的抑菌活性^[16],并显示出较强的自由基清除能力,原因可能与其含有黄酮类、酚类、生物碱类和多糖类等物质^[17]。王德洁等^[18]研究表明,知母干燥根茎中含有大量多糖以及一定量的黄酮和生物碱类物质,显示出较强的抗氧化能力,这可能与其抑制膜脂过氧化有关^[19]。有研究表明,植物源物质复配剂或植物源物质与化学农药复配剂的保鲜效果较单剂明显提高,且个别品种效果高于常用化学农药,如肉桂精油、丁香叶油和壳聚糖、CaCl₂复配具有明显的增效作用^[18]。荷叶、柚皮、山苍子资源丰富,提取容易,成本低廉,具有化学防腐保鲜剂所不具备的安全、无毒、无残留、环保等特点。鉴于此,有必要进一步开展茵陈蒿、知母和花椒之间及它们与其他植物源物质的混配增效作用研究,有可能得到高活性的配方组合,开发出具应用前景的植物源果蔬保鲜剂。

参考文献

- 1 Lu C(路超), Wang JZ(王金政), Xue XM(薛晓敏), et al. Quality development regional features and the relationship with soil and leaf nutrient status of Shandong apple. *Shandong Agric Sci*(山东农业科学), 2009, 5:79-84.
- 2 Wang YY(王艳颖), Hu WZ(胡文忠), Pang K(庞坤), et al. Effect of mechanical damage on the physiology and biochemistry in Fuji apple. *Food Ferment Ind*(食品与发酵工业), 2007, 133(7):58-62.
- 3 Gissele AC, Sara LMG, Juliana M, et al. Shelf life of pretreated dried tomato. *Food Bioproc Technol*, 2010, 3:826-833.
- 4 Li LT(李里特), Wang J(王颉), Dan Y(丹阳). New technology of fruit and vegetable fresh-keeping. *Farm Prod Proc*(农产品加工), 2004, 6:6-7.
- 5 Guinot P, Gargadennec A, La FP, et al. *Serratula tinctoria* a source of natural dye: Flavonoid pattern and histolocalization. *Ind Crops Prod*, 2009, 29:320-325.
- 6 Li JR(李景荣), Tan HW(谭宁华), Luo HW(罗厚蔚). The research status of China's traditional Chinese medicine and natural medicine active ingredients. *Progr Pharm Sci*(药学进展), 1990, 14(2):77-79.
- 7 Xiong YH(熊运海). Study on the preservation effects of tomato treating with the different Chinese herbal medicine preparation. *Northern Horticul*(北方园艺), 2007, 7:215-217.
- 8 Chen Q(陈勤), Chen YQ(陈逸青), Zhang C(张超), et al. Effect of natural drug antistaling agent on quality and metabolism of free radicals in strawberry tissue. *J Anhui Agric Sci*(安徽农业科学), 2005, 33:295-296.
- 9 Liao J(廖珏), He J(何军), Wang YH(王永宏), et al. Evaluation of fresh-keeping activity of Chinese herbal medicine extracts and optimal concentrations test on postharvest tomatoes fruits. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 2013, 33:1682-1690.
- 10 Gao JF(高俊凤). *Plant physiology experiment technology*(植物生理学实验技术). Xi'an: World Publishing Corporation, 2000:78-89.
- 11 Sun Q(孙群), Hu JJ(胡景江). *Plant physiology research and technology*(植物生理研究技术). Xi'an: Northwest Agriculture and Forestry University press, 2004:293-294.
- 12 Zhao SJ(赵世杰), Liu HS(刘华山), Dong XC(董新纯), et al. *Plant physiology experiment instruction*(植物生理学实验指导). Beijing: China's agricultural science and technology press, 1998:62-63.
- 13 Madan JM, Nelson CJ. Peroxiadse activity in the leaf elongation zone of tall fescue. *Plant Physiol*, 1992, 99:872-878.
- 14 Cao JK(曹健康), Jiang WB(姜微波), Zhao YM(赵玉梅). *Fruit and vegetables after physiological and biochemical experiment instruction*(果蔬菜后生理生化实验指导). Beijing: China Light Industry Press, 2007:354-357.
- 15 He SL(何首林). Screening of antifungal and fresh-keeping activity of 28 botanical extracts on fruits and vegetables. Yangling: Northwest agriculture and forestry university, MSc, 2012.
- 16 Lu NH(陆宁海), Wu LM(吴利民), Hou PL(侯培琳), et al. Preliminary study on antifungal activity of *Zanthoxylum bungeanum* msxim extracts by different solvents. *J Henan Agric Sci*(河南农业科学), 2012, 41:109-111.
- 17 Di K(狄科), Shi XP(石雪萍), Zhang WM(张卫明). Study on extraction of total polyphenols from *Zanthoxylum bungeanum* and effects of scavenging DPPH free radical. *Food Res Dev*(食品研究与开发), 2012, 33:112-115.
- 18 Wang DJ(王德洁), Li J(李娟), Ju YH(巨艳红), et al. Study on antioxidative activity of anemaran *in vitro*. *Res Pract Chin Med*(现代中药研究与实践), 2008, 22(2):31-32.
- 19 Zhao YP(赵云平), Gao WY(高文远), Fang L(方玲). The extraction, determination and antioxidant activity of anemarans. *Food Sci Technol*(食品科技), 2011, 36:210-218.