

多花黄精提取物对金冠苹果采后腐烂和品质的影响

张明明¹, 王进², 操海群^{1*}, 汤锋², 花日茂³, 吴祥为³, 唐俊³, 岳永德²

(1. 安徽农业大学植物保护学院, 安徽省农产品安全重点实验室, 合肥 230036; 2. 国际竹藤中心, 北京 100080;
3. 安徽农业大学资源与环境学院, 安徽省农产品安全重点实验室, 合肥 230036)

摘要: 研究多花黄精提取物对金冠苹果防腐保鲜的效果, 测定其对果实的腐烂率、失水率、可滴定酸含量、Vc 含量、可溶性糖含量、过氧化物酶 (peroxidase, POD) 活性以及丙二醛含量等生理生化指标的影响。结果表明, 质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 的多花黄精提取物对供试苹果进行浸泡处理, (24.0±2.0)°C 条件下贮藏 21 d 后, 果实的腐烂率比对照组降低了 33.3%, 可滴定酸、可溶性糖和 Vc 含量分别为 0.190%、109.6 mg·g⁻¹ 和 3.7 mg·100 g⁻¹, 比对照组分别提高了 4.4%、22.7% 和 105.6%; 果实中丙二醛含量(MDA)的积累显著降低, 并保持较高的 POD 活性, 保鲜效果较佳。

关键词: 多花黄精; 苹果; 保鲜; 提取物

中图分类号: S661.109.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2014)06-0976-05

Effect of *Polygenetic cyrtonema* extract on preservation of postharvest 'Golden Delicious' apples

ZHANG Mingming¹, WANG Jin², CAO Haiqun¹, TANG Feng²,
HUA Rimao³, WU Xiangwei³, TANG Jun³, YUE Yongde²

(1. Key Laboratory of Agri-Food Safety of Anhui Province, School of Plant Protection, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;
2. International Centre for Bamboo & Rattan, Beijing 100080;
3. Key Laboratory of Agri-Food Safety of Anhui Province, School of Resources and Environment, Anhui Agricultural University, Hefei 230036)

Abstract: To determine the effect of *Polygenetic cyrtonema* extract on preservation of apple fruits during the postharvest period, fruits of 'Golden Delicious' were submerged in the 12.5 g·L⁻¹ *Polygenetic cyrtonema* extract solution. After the treated fruits were stored at (24.0±2.0)°C for 21 days, the fruit decay rate and weight loss, the contents of titratable acids, vitamin C, soluble sugar, and MDA and POD activity in the fruits were investigated. The results indicated that *Polygenetic cyrtonema* extract at 12.5 g·L⁻¹ decreased the fruit decay rate by 33.3%. The contents of titratable acids, soluble sugar, and vitamin C in the treated fruits were 0.190%, 109.6 mg·g⁻¹, and 3.7 mg·100g⁻¹, respectively, with an increase of 4.4%, 22.7%, and 105.6%, respectively, compared to that of the control group. Meanwhile, *Polygenetic cyrtonema* extract at 12.5 g·L⁻¹ could decrease the MDA accumulation and keep relatively high activity of POD in the fruits, indicating a good effect on preservation of postharvest apple fruits.

Key words: *Polygenetic cyrtonema*; apple; fresh-keeping effect; extract

新鲜水果采后损失是一个全球性问题。据报道, 发达国家有 10%~30% 的新鲜水果损失于采后腐烂^[1], 而在发展中国家, 由于缺乏贮运冷藏设备及相关保鲜措施损失更为严重^[2]。因此, 保证采后品质、延长保存期限、防止腐败变质、减小腐烂损失是我国水果采后保鲜亟待解决的问题。水果采后防

腐保鲜的方法很多, 常见的有冷藏、气藏等设备保鲜和化学药物保鲜。冷藏、气藏存在设备保鲜耗能大、质量不稳定及成本较高等问题^[3], 而化学保鲜剂由于其残留危害可能造成果品质量安全问题^[4]。来源于植物的天然源果品防腐剂具有残留危害小、不易产生抗药性、贮藏条件易控制、处理目标明确

收稿日期: 2014-07-14

基金项目: 林业公益性行业科研专项 (201004055) 资助。

作者简介: 张明明, 硕士研究生。E-mail: zmm550329411@126.com

* 通信作者: 操海群, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: caohq@vip.163.com

等优点^[5]。研究开发安全、环保的天然源果品防腐保鲜剂, 越来越受到人们的广泛关注^[6]。

多花黄精 (*Polygonatum cyrtoneuma*) 属百合科, 多年生草本植物^[7], 是一种药用、食用材料。黄精块根含有糖类、黄酮类、三萜皂苷、甾体皂苷、萜醌、强心苷、木质素、挥发油等多种化合物^[8]。近年来国内外的研究表明, 黄精具有抑菌^[9]、抗衰老、降血脂、抗氧化^[10]和增强免疫功能等生物活性, 但在果蔬防腐保鲜方面报道甚少。胡娇阳^[11]研究了多花黄精提取物对水果采后病原菌的抑菌活性。为此, 作者以多花黄精提取物作为浸泡保鲜剂, 从延缓果实采后代谢, 阻隔外界病原侵染等方面, 测定了苹果在贮藏过程中生理生化变化, 评价了多花黄精提取物对苹果防腐保鲜的效果。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 试验材料 多花黄精 (*Polygonatum cyrtoneuma*), 安徽省九华山黄精研究所提供, 采集时间为 2012 年 4 月; 金冠苹果, 2012 年 10 月采自安徽省宿州市萧县苹果园; 酚酞, 天津市光复精细化工研究所; 愈创木酚, 国药集团化学试剂有限公司; 抗坏血酸, 天津雅迪化工股份有限公司; 萘酚, 上海科丰化学试剂有限公司; 2-巯代巴比妥酸, 上海科丰化学试剂有限公司; 草酸, 西陇化工有限公司; 甲醇 (分析纯), 江苏强盛化工有限公司; 石油醚 (30~60℃, 分析纯), 西陇化工股份公司。

1.1.2 仪器与设备 电子天平: FA1104 型, 上海天平仪器厂; 海尔电冰箱: BCD-215KAC 型, 青岛海尔集团; 智能型光照培养箱: MGC-300A 型, 上海一恒科技仪器有限公司; 电热恒温水浴锅: HWS-28 型, 上海一恒科技仪器有限公司; 高剪切乳化机: FA25.0 型, 海弗鲁克流体机械制造有限公司; 旋转蒸发器: EYELAN-1001, 日本东京理化器械株式会社; 台式高速离心机: TG16-WS 型, 长沙湘仪离心机仪器有限公司; 紫外可见分光光度计: UV-1800 型, 岛津仪器 (苏州) 有限公司。

1.2 方法

1.2.1 药剂处理方法 (1) 多花黄精提取物的制备。将多花黄精清洗干净置于室内风干, 用电动粉碎机粉碎, 过 40 目筛, 得多花黄精根粉末。称取多花黄精粉末样品 5 kg, 按 6:1 的比例 (提取溶剂/样品, v/w) 加入 30 L 甲醇, 浸提 48 h, 过滤, 滤渣再用甲醇重复提取 2~3 次, 合并滤液, 减压浓缩至浸膏状。称取一定量的甲醇粗提物, 用水悬浮后置于

2000 mL 的分液漏斗中, 分别用石油醚萃取 3 次 (每次 500 mL), 合并有机相, 减压浓缩, 制得多花黄精石油醚萃取物。

(2) 保鲜处理液的配制。称取 1.5 g 石油醚萃取物, 加入 4.5 g 乳化剂 ($m_A:m_B=3:1$), 用去离子水补足至 30 g, 以 13000 r·min⁻¹ 剪切 5 min, 得到多花黄精提取物水乳剂, 用水稀释配制成不同浓度的保鲜处理液。

(3) 果实浸泡处理。选择果形端正、大小均匀、无病虫斑和机械损伤的苹果进行试验处理。设置以石油醚萃取物为有效成分的 12.5、25.0 和 50.0 g·L⁻¹ 3 个质量浓度的保鲜液处理组, 浸泡果实 3 min, 取出自然晾干, PE 袋敞口包装, 置于 (24.0℃±2.0)℃ 智能生化培养箱中贮藏。每个处理 120 个金冠苹果, 每隔 7 d 从不同处理中随机取出 10 个果实, 测定相关品质和生理生化指标。同时设置空白对照, 每个处理重复 3 次。

1.2.2 指标测定方法 腐烂率: 统计苹果腐烂果实并记录, 计算苹果的腐烂率。质量损失率: 采用直接称量法。可溶性糖: 参考胡会刚等^[12]的方法, 用萘酚作显色试剂, 用葡萄糖来制作标准曲线, 结果以 mg·g⁻¹ 表示。可滴定酸 (TA): 参考 GB 12293-90 《水果、蔬菜制品可滴定酸度的测定》, 以苹果酸记。Vc 测定: 采用 2,6-二氯酚酚滴定法^[13], 单位以 g·100 g⁻¹ 计。

丙二醛 (MDA) 含量测定: 参照 Heath 等方法^[14], 称取 1 g 果肉, 用硫代巴比妥酸 (TBA) 法提取酶液后, 将 2 mL 粗酶提取液加入 2 mL 0.5% 硫代巴比妥酸 (TBA, 用 10% 三氯乙酸配成) 溶液中, 混匀后在沸水浴中煮沸 15 min, 迅速用自来水冷却, 并在 5000 r·min⁻¹ 离心机中离心 10 min。取上清液分别在 532 nm、600 nm 和 450 nm 波长测定 OD 值。

过氧化物酶 (POD) 活性的测定: 按照 Putter 的方法^[15], 将 1 mL 粗酶提取液加入 2 mL 愈创木酚混合液, 混匀, 立即开启记录时间, 于 470 nm 下测定每 30 s 吸光值, 连续测定 3 min, 以每克鲜质量样品每分钟使吸光度升高 0.01 为一个酶活性单位 (U), 单位是 U·min⁻¹·g⁻¹。

$$\text{腐烂率} / \% = \frac{\text{腐烂果数} / \text{个}}{\text{抽检果数} / \text{个}} \times 100$$

$$\text{质量损失率} / \% = \frac{\text{贮藏前果实质量} / \text{g} - \text{贮藏后果实质量} / \text{g}}{\text{贮藏前果实质量} / \text{g}} \times 100$$

$$\text{MDA 含量} / \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} = 6.45 \times (\text{OD}_{532} - \text{OD}_{600}) - 0.56 \times \text{OD}_{450}$$

1.2.3 数据分析方法 用 SPSS 软件进行方差分析, 利用邓肯氏多重比较对差异显著性 ($P < 0.05$) 进行

分析。

2 结果与分析

2.1 多花黄精提取物对苹果腐烂率的影响

腐烂率是苹果感官品质变异程度的一个指标,能直观地反映贮藏期间鲜度的变化情况。由图1可知,经质量浓度为 $12.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 多花黄精提取物处理的果实在7 d、14 d和21 d后的腐烂率分别是0、13.3%和16.7%,而对照组分别达到6.7%、16.7%和50.0%,低浓度处理组苹果腐烂率显著低于对照组。但是,中浓度和高浓度处理组果实在贮藏期的腐烂率均大于对照组。这可能由于高浓度处理组在苹果表面形成一层较厚的保护膜,阻碍了外界气体和水分的交换,导致果实在贮藏过程中透气性较差,增加了腐烂率。

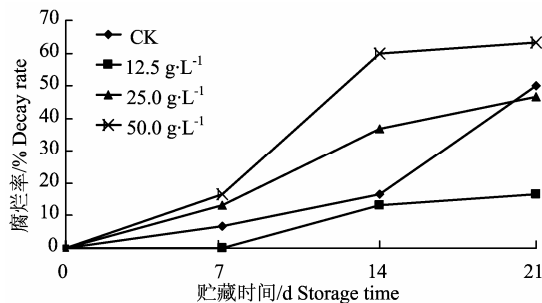


图1 多花黄精提取物处理对苹果腐烂率的影响

Figure 1 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on decay rate of apples

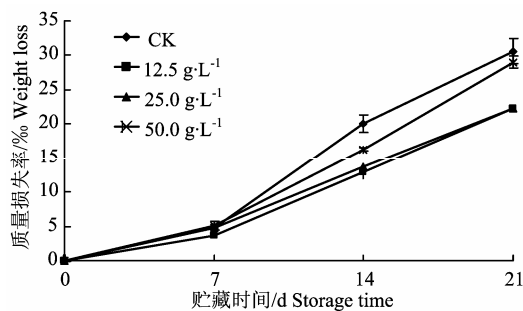


图2 多花黄精提取物对苹果质量损失率的影响

Figure 2 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on weight loss of apples

2.2 多花黄精提取物对苹果质量损失率的影响

从图2可看出,在贮藏初期,经质量浓度为 $12.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 多花黄精提取物处理组质量损失率低于其他处理组和对照组,损失率仅为3.7%,与对照组有显著性差异($P<0.05$);贮藏到21 d时,12.5、25.0和 $50.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理组的果实质量损失率分别为22.3%、

22.3%和29.0%,均低于对照组,这是由于多花黄精保鲜液在苹果表面形成一层无色透明的薄膜,阻止果实水分蒸发,从而降低质量损失率。这也与甘瑾^[16]报道的漂白紫胶涂膜对苹果的质量损失率效果相一致。

2.3 黄精提取物对苹果可溶性糖的影响

如图3所示,对照组、25.0与 $50.0\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 提取物处理组果实在贮藏过程中可溶性糖含量逐渐缓慢下降,但经质量浓度为 $12.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理的果实出现快速升高再下降的变化趋势。贮藏至7 d时, $12.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理组苹果果实可溶性糖含量出现峰值,达到 $173.7\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$;贮藏至14 d时,各处理组与对照组有显著性差异($P<0.05$);而21 d后,对照组可溶性糖含量由初始 $148.1\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ 下降到 $89.5\text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$,低于各处理组。可见,不同浓度多花黄精提取物处理组在一定程度上均可抑制苹果可溶性糖的代谢消耗,并且吸收提取物中的多糖含量。质量浓度为 $12.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 处理效果最佳,可溶性糖含量下降最慢。

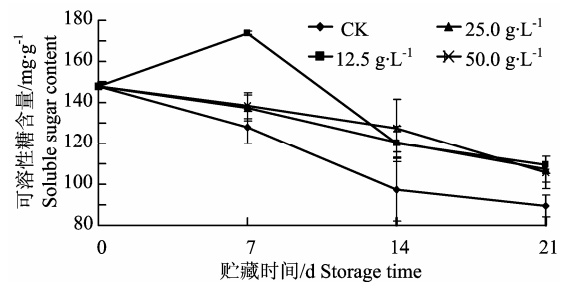


图3 多花黄精提取物对可溶性糖含量的影响

Figure 3 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on soluble sugar content of apples

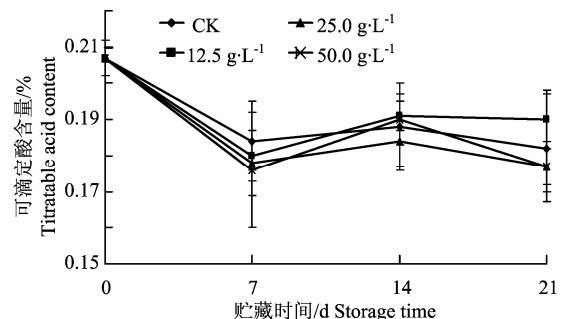


图4 多花黄精提取物对苹果可滴定酸含量的影响

Figure 4 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on titratable acid content of apples

2.4 多花黄精提取物对苹果可滴定酸的影响

可滴定酸(TA)是衡量苹果果实风味品质的一个重要指标。如图4可知,经多花黄精提取物进行

保鲜处理后的苹果果实中可滴定酸含量均呈现出先下降, 后上升, 再下降的趋势。酸含量在贮藏到 14 d 时出现升高, 酸含量出现二次上升现象, 这与李述刚研究的相一致^[17]。整个贮藏期内, 可滴定酸含量变化较小, 在 0.177%~0.191% 范围内波动, 均小于初始酸含量。

2.5 多花黄精提取物对苹果 Vc 含量的影响

Vc 是水果中的一项非常重要的营养指标^[18], 同时也是清除活性氧的一种非酶促抗氧化剂, 对延缓苹果果实衰老有一定效果。由于呼吸作用和其他生理代谢消耗养分, 苹果中 Vc 含量随着时间的延长均呈现下降 (如图 5)。整个贮藏过程中, 经质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 提取物处理的果实中 Vc 含量明显高于对照组, 且贮藏到 21 d 时, 12.5 g·L⁻¹ 处理组 Vc 含量保持 3.7 mg·100 g⁻¹, 是对照组 2 倍多, 而中浓度和高浓度处理 Vc 含量仅为 2.6 和 1.5 mg·100 g⁻¹。此结果可能与淀粉膜的吸湿性有关, 低浓度淀粉膜阻湿性明显低于高浓度淀粉膜, 随着淀粉膜湿性增加, 透气性会相应增加^[19], 会加速苹果的腐烂和 Vc 的氧化分解。

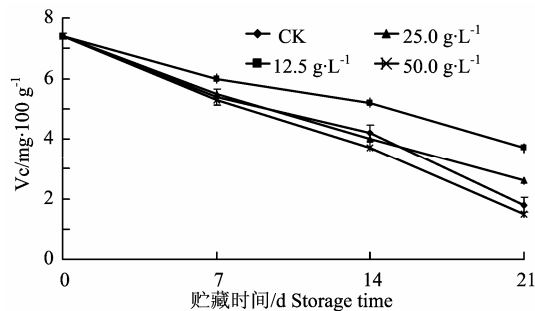


图 5 多花黄精提取物对苹果 Vc 含量的影响

Figure 5 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on Vc content of apples

2.6 多花黄精提取物对苹果中过氧化物酶活性的影响

过氧化物酶(POD)是植物代谢过程中, 活性氧清除系统的一种重要酶类, 其主要作用是清除 SOD、催化 O²-发生歧化反应的 H₂O₂ 和其他过氧化物。有研究表明, 当植物受到病原菌侵害时, POD 的活性升高, 抗氧化性加强、木质素合成、次生代谢加快, 以抵抗病原菌的侵袭^[20]。由图 6 可得, 经多花黄精提取物处理后的果实贮藏到第 7 天时, 质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 的处理组酶活性高于对照组酶活性, 到 21 d 时, 酶活性达到苹果初始程度, 为 132.16 U·g⁻¹·min⁻¹; 而 50.0 g·L⁻¹ 处理的酶活性在整个贮藏期间均低于对照组。由于苹果属于呼吸跃变

型, POD 活性根据呼吸强度的变化呈现忽高忽低的趋势, 质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 提取物的处理可能在一定程度上抑制了苹果果实中诱导呼吸作用的相关酶类的合成, 提高了活性代谢防御酶系统活性, 增加了清除自由基能力, 其中具体原因有待进一步研究。

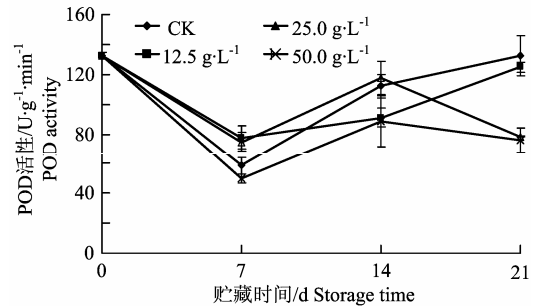


图 6 多花黄精提取物对苹果过氧化物酶活性的影响

Figure 6 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on POD activity of apples

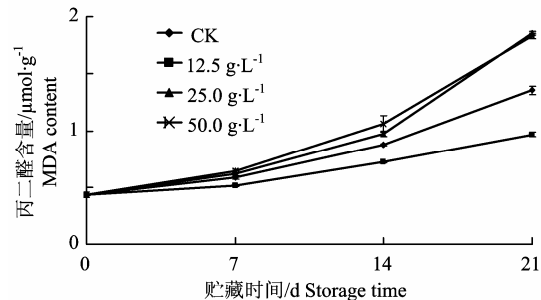


图 7 多花黄精提取物对苹果丙二醛含量的影响

Figure 7 Effect of extracts from *Polygonatum cyrtonema* on MDA content of apples

2.7 多花黄精提取物对苹果中丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是植物衰老过程中膜脂过氧化最重要的产物之一, 常被用来评价细胞膜系统受伤害的程度, 其含量高低可用作评价衰老的标志^[21]。如图 7 可知, 经多花黄精提取浸泡物处理后的果实中丙二醛含量都是不断升高的, 且随着浓度的增大, 丙二醛含量逐渐增大。贮藏到 7 d、14 d 和 21 d 时, 质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 处理组丙二醛含量分别是 0.515、0.724 和 0.966 μmol·g⁻¹, 而对照组的丙二醛含量 0.584、0.864 和 1.347 μmol·g⁻¹。但是, 质量浓度为 25.0 和 50.0 g·L⁻¹ 的处理组果实丙二醛含量在贮藏期间一直高于对照组。

3 结论

质量浓度为 12.5 g·L⁻¹ 的多花黄精提取物对供试苹果进行保鲜处理后, 果实的腐烂率比对照组减小 66.6%, 减少了生理、病理病害的发生, 保持较高的商品率; 而质量损失率比对照组降低 27.1%,

在一定程度上降低了苹果果实的蒸腾作用,保持较多水分及正常的生理状态,延缓其萎蔫。

多花黄精提取物浸泡处理后, $12.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 浓度的苹果果实中可滴定酸含量、Vc 含量和可溶性糖含量分别比对照组增高了 4.4%、105.6% 和 22.7%, 能较好地延缓和抑制货架期间果实中 Vc 的分解与转化, 延缓有机酸的下降, 保持较高的可溶性糖含量, 营养成分损失小, 保持了苹果的营养价值和风味品质。

经多花黄精提取物进行浸泡处理后, 质量浓度为 $12.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理组果实贮藏到 21 d 时 POD 活性比对照组高, 丙二醛含量比对照组降低了 28.3%, 能更好地清除自由基和活性氧, 减弱膜脂过氧化程度和维持质膜完整性, 增强细胞的防御能力, 延缓果实衰老进程、减少腐败, 使果实仍具有较高的商品价值。

参考文献:

- [1] Droby S. Improving quality and safety of fresh fruit and vegetables after harvest by the use of biocontrol agents and natural materials[J]. *Acta Hort*, 2006, 709: 45-51.
- [2] Sharma R R, Singh D, Singh R. Biological control of post-harvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: A review[J]. *Biol Control*, 2009, 50(3): 205-221.
- [3] 王曙, 戴永刚, 牛红红, 等. 国内外果蔬生物保鲜技术的研究进展[J]. *农产品加工·学刊*, 2008(12): 110-113.
- [4] 操海群, 岳永德, 花日茂, 等. 植物源农药研究进展[J]. *安徽农业大学学报*, 2000, 27(2): 40-44.
- [5] 杜传来, 王佳红, 郁志芳. 天然果蔬保鲜剂的研究与应用[J]. *食品工业科技*, 2006, 25(5): 135-137.
- [6] 李淼, 产祝龙, 田世平, 等. 果实采后病害诱导抗性研究进展[J]. *保鲜与加工*, 2010, 10(5): 1-7.
- [7] 陈钢, 陈红兰, 苏伟. 响应面分析法优化黄精多糖提取工艺参数[J]. *食品科学*, 2007, 2(7): 198-201.
- [8] 庞玉新, 赵致, 袁媛, 等. 黄精的化学成分及药理作用[J]. *山地农业生物学报*, 2003, 22(6): 547-550.
- [9] 王冬梅, 朱玮, 陈改侠, 等. 卷叶黄精根提取物的抗菌活性初步研究[J]. *西北林学院学报*, 2006, 21(1): 126-128.
- [10] 苏伟, 赵利, 刘建涛, 等. 黄精多糖抑菌及抗氧化性能研究[J]. *食品科学*, 2007, 28(8): 55-57.
- [11] 胡娇阳, 汤峰, 操海群, 等. 多花黄精提取物对水果采后病原菌的抑菌活性研究[J]. *植物保护*, 2012, 38(6): 31-34.
- [12] 胡会刚, 莫亿伟, 谢江辉, 等. 水杨酸提高香蕉采后果实抗氧化能力和保鲜效果研究[J]. *食品科学*, 2009, 30(2): 254-259.
- [13] Bulk R E, Babiker E F E, Tinay A E. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening[J]. *Food Chemistry*, 1997, 59(3): 395-399.
- [14] Heath R T, Pacontroler L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1968, 125(1): 189-198.
- [15] Peroxidase P J. *Methods of enzymatic analysis*[M]. New York: Academy Press, 1974: 685-689.
- [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.
- [17] 李述刚, 陈冬梅, 刘华英, 等. 壳聚糖保鲜圆脆红枣[J]. *食品科学*, 2011, 32(2): 280-284.
- [18] 赵连俊, 王新. 水果中维生素 C 含量测定的研究[J]. *甘肃石油和化工*, 2008(4): 47-48.
- [19] Fama L, Flores S K, Gerschenson L, et al. Physical characterization of cassava starch biofilms with special reference to dynamic mechanical properties at low temperatures [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2006, 66(1): 8-15.
- [20] 刘凤权, 王金生. 水杨酸对水稻防卫反应酶系的系统诱导[J]. *植物生理学通讯*, 2002, 38(2): 121-123.
- [21] Xu W T, Peng X L, Luo Y B, et al. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on 'Redglobe' grape[J]. *LWT-Food Science and Technology*, 2009, 42(2): 471-476.