

默书霞,原永兵,于书坤,等. Ascopyrone P 和曲酸对几种园艺产品褐变的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):321-322.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.104

# Ascopyrone P 和曲酸对几种园艺产品褐变的影响

默书霞<sup>1,2</sup>, 原永兵<sup>2</sup>, 于书坤<sup>3</sup>, 李金堂<sup>1</sup>

(1. 潍坊科技学院, 山东寿光 262700; 2. 青岛农业大学, 山东青岛 266109; 3. 丹麦 DANISCO 公司, 丹麦哥本哈根)

**摘要:**褐变是园艺产品加工的主要障碍,多酚氧化酶(PPO)是引起果肉或果汁褐变的主要因子,解决褐变问题有着重要的意义。以红富士苹果皮、生菜、蘑菇、甜樱桃和核桃叶为材料,研究了 Ascopyrone P (APP) 和曲酸对这几种园艺产品褐变的影响。结果表明,APP 和曲酸能有效抑制 PPO 活性,防止果蔬褐变,其中以浓度为 200 mg/L 的 APP 抑制 PPO 活性的效果较好。

**关键词:** Ascopyrone P; 曲酸; 园艺产品; 褐变; 多酚氧化酶

**中图分类号:** TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0321-02

随着人们生活水平的提高,果蔬加工业日益发展起来<sup>[1]</sup>;但果肉和果汁在生产过程中极易发生褐变,严重影响产品的营养和品质<sup>[2]</sup>,如何有效抑制褐变多年来一直是食品科学领域研究的重要课题<sup>[3]</sup>。多酚氧化酶(PPO)是引起果肉或果汁褐变的主要因子,曲酸(kojic acid)对 PPO 具有较好的抑制效果<sup>[4-5]</sup>,但曲酸的价格昂贵。Ascopyrone P (2-hydroxymethyl-5-hydroxy-2,3-dihydro-4H-pyran-4-one,简称 APP)是在一些真菌和海洋红藻中发现的脱水果糖(anhydrofructose, AF)转化的一种次级代谢物,可从淀粉经葡聚糖裂解酶分解成脱水果糖<sup>[6]</sup>,再经脱水酶作用得到。近年来,随着丹麦 DaniscoA/S 公司对 APP 生物合成机制和技术研究的不断深入,发现了一系列用于生产 AF 和 APP 的新酶<sup>[7]</sup>,这使利用淀粉大规模生产 AF 和 APP 成为可能。APP 可以抑制果蔬采后褐变,但对苹果、梨、香蕉、生菜等几种园艺产品褐变的抑制效果及抑制机制尚未见研究报道。本研究以红富士苹果皮、生菜、蘑菇、甜樱桃和核桃叶为材料,研究了 APP 和曲酸对这几种园艺产品褐变的影响,以期对实际生产有一定的指导意义,为改善加工产品的品质和延长其贮存寿命提供科学依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 材料

取干净无病变的红富士苹果快速削皮,液氮中冷冻保存,新鲜生菜、蘑菇、甜樱桃和核桃叶,各加入 APP (30 g/L) 0.5、1、1.5、2.5 mL 和曲酸 (15 g/L) 1、2、3、5 mL,用蒸馏水补加到 150 mL,高速捣碎。以蒸馏水为对照,3 次重复。

### 1.2 测定方法

参照文献[8]制得酶粗提液。配制酶的反应体系中,包括 2.4 mL 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液 (pH 值 6.5)、用 0.05 mol/L

的磷酸缓冲液 (pH 值 6.8) 配置的 20 mmol/L 邻苯二酚 0.5 mL。立即于 32 °C 中预热 5 min,迅速加入 0.1 mL 酶液,在 420 nm 波长下测定其光密度,每隔 10 s 读取 1 次  $D_{420\text{nm}}$  值。以上测定以煮过失活的酶液为对照,3 次重复。1 个酶活力单位为 1 min 内使  $D_{420\text{nm}}$  值升高 0.001 所需要的酶量。

### 1.3 数据分析

用 Sigmaplot 软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 APP 和曲酸对苹果皮多酚氧化酶的抑制效果

图 1 表明,100、200 mg/L 的 APP 对苹果皮中的 PPO 活性没有明显影响,而 300、500 mg/L 的 APP 能明显抑制 PPO 活性。高浓度曲酸能明显抑制酶活性。500 mg/L 的 APP 和曲酸对 PPO 活性的抑制效果相当,无明显差异。

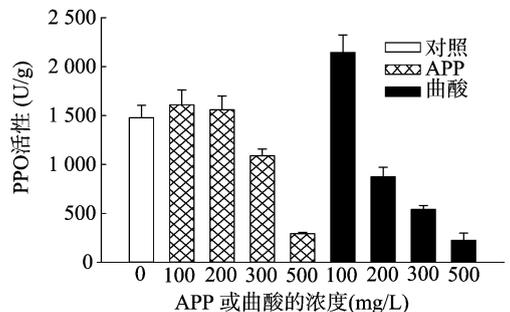


图1 不同浓度的 APP 和曲酸处理对苹果皮中多酚氧化酶活性的影响

### 2.2 不同浓度 APP 和曲酸对生菜多酚氧化酶的抑制效果

从图 2 可知,浓度为 100、200、300、500 mg/L 的 APP 和曲酸均能明显抑制生菜中 PPO 活性,且浓度为 200 mg/L 的 APP 抑制生菜中 PPO 活性的效果最好。各浓度的 APP 抑制 PPO 活性的效果均比曲酸的抑制效果好。

### 2.3 不同浓度 APP 和曲酸对蘑菇多酚氧化酶的抑制效果

图 3 表明,各浓度的 APP 和曲酸均能明显抑制蘑菇中 PPO 的活性。APP 和曲酸在 100 ~ 500 mg/L 浓度范围内,随着浓度升高,抑制作用增强。并且发现,除了 100 mg/L 的 APP 抑制效果不如同浓度的曲酸的抑制效果外,其他浓度的

收稿日期:2014-08-29

基金项目:山东省自然科学基金(编号:ZR2012CQ037);潍坊科技学院博士基金(编号:W13K020)。

作者简介:默书霞(1979—),女,硕士,副教授,主要从事园艺植物生理研究。E-mail:mshx6@163.com。

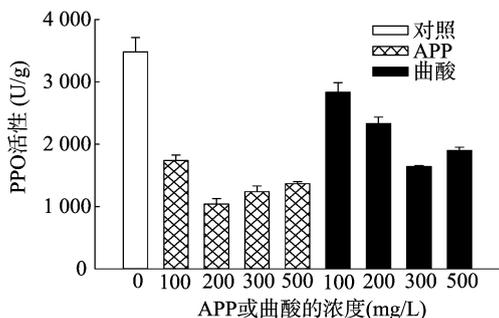


图2 不同浓度的APP和曲酸处理对生菜中多酚氧化酶活性的影响

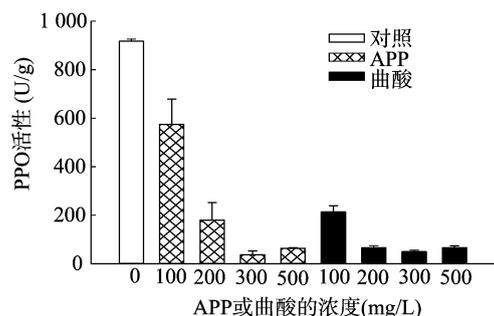


图3 不同浓度的APP和曲酸处理对蘑菇中多酚氧化酶活性的影响

APP与曲酸抑制效果相当。

#### 2.4 不同浓度APP和曲酸对甜樱桃多酚氧化酶的抑制效果

由图4看出,APP可以抑制PPO的活性,用浓度为200、300、500 mg/L的APP处理过的PPO的活性与对照相比均差异明显,而浓度为100 mg/L处理过的PPO的活性与对照相比差异不明显。APP在抑制PPO活性时有一合适浓度,即200 mg/L,且200 mg/L的APP抑制PPO活性的效果要比同浓度曲酸的抑制效果好。

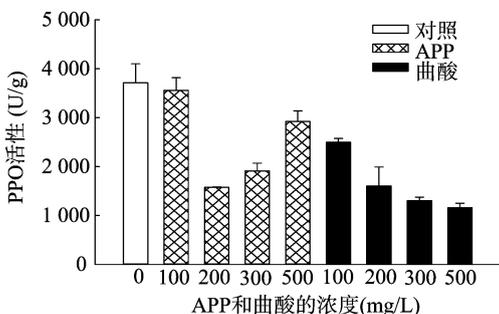


图4 不同浓度的APP和曲酸处理对甜樱桃中多酚氧化酶活性的影响

#### 2.5 不同浓度APP和曲酸对核桃叶多酚氧化酶的抑制效果

由图5可知,浓度为200、300 mg/L的APP和曲酸均能明显抑制核桃叶中PPO活性。且浓度为200 mg/L的APP抑制其PPO活性的效果最好,与同浓度曲酸的抑制效果相当。

### 3 讨论与结论

APP能显著地抑制苹果皮、生菜、蘑菇、甜樱桃和核桃叶中多酚氧化酶活性,有效地防止果蔬褐变。可见,APP作为一种酮糖能有效地抑制PPO活性、防止果蔬褐变,在食品加工工业中有极高的应用价值。

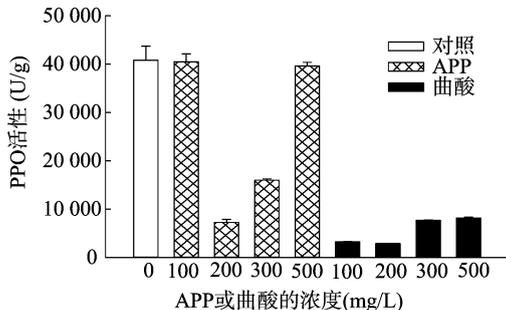


图5 不同浓度的APP和曲酸处理对核桃叶中多酚氧化酶活性的影响

各浓度的APP抑制PPO活性的效果与同浓度曲酸的抑制效果相当,可能与APP和曲酸对PPO的作用机理相似有关<sup>[9]</sup>。从两者结构来看,APP和曲酸结构相似,这也可能是两者对多酚氧化酶活性抑制效果相当的主要原因。

试验结果表明,APP在抑制PPO活性时,不同的果蔬产品最适APP浓度不尽相同,但在生菜、甜樱桃和核桃叶中浓度为200 mg/L的APP抑制PPO活性的效果都是最好的。这为今后APP在生产上应用时的浓度选择提供了参考。

APP天然、高效、无毒,价廉易得,使用方便,作为抗褐变剂在生产上应用,将会产生明显的经济效益和社会效益,有着广阔的开发前景。

#### 参考文献:

- [1] 周会玲,段长青,周存田,等. 不同品种苹果果汁的褐变及其抑制方法研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29(1): 91-93.
- [2] 肖家捷,郑耀秋,张利奋,等. 果汁和蔬菜汁生产工艺学[M]. 北京:轻工业出版社,1987:199-251.
- [3] 凌关庭. 4-己基间苯二酚(4HR)——一种能抑制褐变的新型抗氧化护色剂[J]. 食品工业,1997(3):19-20.
- [4] Chen J S, Wei C, Marshall M R. Inhibition mechanism of kojic acid on polyphenol oxidase [J]. J Agric Food Chem, 1991, 39: 1897-1900.
- [5] Chen J S, Wei C, Rolle R S, et al. Inhibition effect of kojic acid on some plant and crustacean polyphenol oxidases [J]. J Agric Food Chem, 1991, 39: 1396-1401.
- [6] Yu S, Ahmad T, Kenne L, et al. Alpha-1,4-Glucan lyase, a new class of starch/glycogen degrading enzyme. III. Substrate specificity, mode of action, and cleavage mechanism [J]. Biochimica et Biophysica Acta, 1995, 1244(1):1-9.
- [7] Yu S.  $\alpha$ -1,4-glucanlyase, a new starch processing enzyme for product ion of 1,5-anhydro-D-fructose [J]. Sugar Industries, 2004, 129(1):26-30.
- [8] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社,1999:317-318.
- [9] Yuan Y, Mo S, Cao R, et al. Examination of 1,5-anhydro-D-fructose and the enolone ascopyrone P, metabolites of the anhydrofructose pathway of glycogen and starch degradation, for their possible application in fruits, vegetables, and beverages as antibrowning agents [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(24):9491-9497.