

苹果梨中多酚氧化酶酶学特性的研究

程建军¹ 马 莺¹ 杨咏丽¹ 凌海波² 焦明晶¹ 庄 严¹

(¹ 东北农业大学食品学院, 哈尔滨 150030; ² 北大绿色科技有限公司, 北京 100871)

摘 要: 以苹果梨中的多酚氧化酶为研究对象, 对其酶的活性变化及其特性的研究表明, 苹果梨中的多酚氧化酶的最适 pH 值是 4.6, 最适温度是 40 °C; 亚硫酸氢钠、维生素 C、柠檬酸对苹果梨中多酚氧化酶的抑制作用依次减弱, 硫酸钠几乎无抑制作用。不同底物和同底物不同浓度影响多酚氧化酶特性。

关键词: 苹果梨; 多酚氧化酶; 特性

中图分类号: S 661.2 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2002) 03-0261-02

1 目的、材料与方法

苹果梨是吉林特产, 品质上等, 极耐贮藏, 但加工时极易褐变, 影响了商品价值和经济价值。而梨中的多酚氧化酶 (PPO) 是引起褐变的主要因素之一。PPO 能催化各种酚类物质氧化成为醌, 然后再聚合成黑色素, 并随时间的延长而逐渐变黑。目前国内对于苹果梨褐变的研究多数处在对采前栽培的管理上, 对采后的酶促褐变研究较少。作者以苹果梨为对象, 研究多酚氧化酶的最适 pH 值, 最适温度和酶的热稳定性, 不同底物和相同底物不同浓度对 PPO 活力的影响以及酶促褐变的抑制剂和酶反应动力学, 为今后定量控制苹果梨中酶促褐变提供理论依据。

苹果梨 (*Pyrus Pyrifolia* Nakai) 购于黑龙江省东宁。PPO 的提取、活化和测定参照文献 [1]。以单位时间内单位体积的酶 OD 值变化 0.001 为一个酶活力单位^[1]。pH 值、温度、底物、抑制剂对 PPO 活力影响的测定参照文献 [1~3]。

2 结果与分析

2.1 pH 值、温度对 PPO 活性的影响

从图 1 分析: 苹果梨中 PPO 的最适 pH 值为 4.6, 当 pH 值低于或高于 4.6 时, PPO 的活性逐渐下降, 但 pH 值大于 4.6 时, 其活性下降较慢, 当 pH 9.0 时, PPO 的活性只为最大值的 24 %。这主要是因为苹果梨 PPO 是一种含铜的蛋白质, 其作用机制在于氧化还原作用。当 pH 值较低时, 一方面, 酶中的铜被解离出来, 使酶失活; 另一方面, 酸性较低, 蛋白质变性也使酶失活, 碱性环境下铜与酶蛋白脱离, 生成不溶性 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 也会使酶失活^[2,3]。因此加工过程中调整 pH 值可减少褐变的发生。

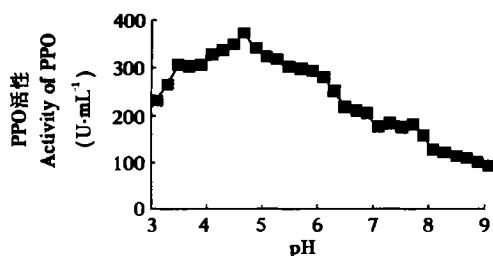


图 1 pH 值对 PPO 活性的影响

Fig. 1 Effect of pH value on PPO

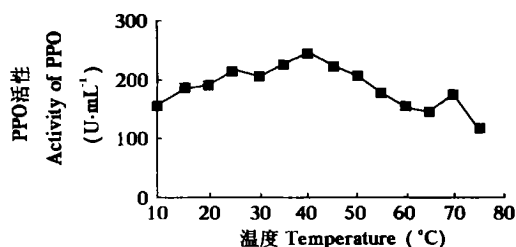


图 2 温度对 PPO 活性的影响

Fig. 2 Effect of temperature on PPO

收稿日期: 2001 - 12 - 24; 修回日期: 2002 - 03 - 25

基金项目: 黑龙江省自然科学基金资助项目 (C9737)

如图 2 所示, 苹果梨 PPO 活性最适温度为 40 , 在 10~25 时随着温度的升高 PPO 活性逐渐增大, 30~50 保持较高的活性, 至 65 时受到明显的抑制。这是因为 10~40 PPO 酶促反应的加快起主导作用, 但温度继续升高时, 高温对酶蛋白的破坏起主导作用, PPO 的活性呈下降趋势, 至温度更高时酶失去活性^[2,3]。因此, 果蔬加工中经常采用热烫的方法使 PPO 失活, 减少褐变。

2.2 底物对 PPO 活性的影响

由图 3 分析: 当底物浓度在低范围内, 随着浓度的增加, PPO 保持较高活性; 底物浓度继续增加, PPO 活性达到一个极限后呈现下降趋势, 这是高浓度底物对 PPO 活性起了抑制作用的结果。

从图 3 还可以看出酶对邻苯二酚的催化能力高于绿原酸, 因为绿原酸有较大的取代基团, 加强电子的诱导效应, 使绿原酸与 PPO 的结合能力变小^[3]。

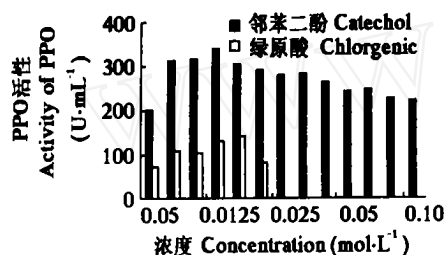


图 3 底物对 PPO 活性的影响

Fig. 3 Effect of zymolytes on PPO

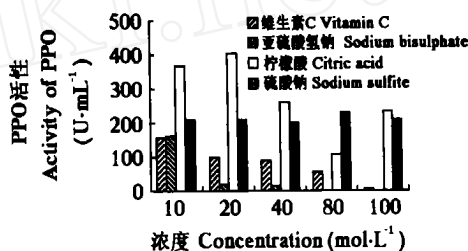


图 4 抑制剂对 PPO 活性影响

Fig. 4 Effect of inhibitors on PPO

2.3 抑制剂对 PPO 活性的影响

不同抑制剂对苹果梨 PPO 的活性抑制作用有差异 (图 4)。NaHSO₃ 的抑制效果最为显著, 褐变率明显降低。分析其原因主要是 NaHSO₃ 在微酸条件下水解产生二氧化硫, 有效地抑制了 PPO 的活性^[2]。但由于亚硫酸盐及其分解产生的二氧化硫对人体的健康有害, 使用上受到限制。维生素 C 对苹果梨 PPO 的活性也起到了明显的抑制作用, 机理可能是将醌还原成酚或其自身被氧化, 消耗了氧气, 抑制了酶促褐变的发生。且维生素 C 是水果中的成分, 因此在工业生产中可以广泛地应用。随着柠檬酸量的增大, 苹果梨 PPO 的活性呈下降趋势, 这与许多研究结果是一致的。硫酸钠对 PPO 的活性没有抑制作用, 这是由于硫酸钠不具有氧化还原特性。

苹果梨中 PPO 的最适 pH 值为 4.6, 最适温度为 40 ; 当底物浓度较低时, 随浓度的增大, PPO 活性呈上升趋势, 但当底物的浓度超过最佳结合点时, 反而对酶起抑制作用, 随底物的浓度增大, PPO 的活性降低。PPO 对邻苯二酚的催化能力要高于绿原酸; 苹果梨中 PPO 活性受抑制剂影响, 维生素 C、亚硫酸氢钠的作用强, 其中亚硫酸氢钠的作用最强, 而硫酸钠几乎没有作用。

参考文献:

- 1 Coseteng M Y, Lee C Y. Changes in apple polyphenoloxidase and concentrations in relation to degree of browning. *Journal of Food Science*, 1987, 52 (4): 985~989
- 2 仲 飞. 红星苹果多酚氧化酶某些特性及其抑制剂的研究. *园艺学报*, 1998, 25 (2): 184~186
- 3 刘树文, 陈锦屏, 王仲孚. 菊芋多酚氧化酶性质的研究. *中国农学通报*, 1998, 6: 11~13

Study on Characteristics of Polyphenol Oxidase in Pingguoli Pear

Cheng Jianjun¹, Ma Ying¹, Yang Yongli¹, Ling Haibo², Jiao Mingjing¹, and Zhuang Yan¹

(¹ Northeast Agricultural University, Food Science Department, Harbin 150030, China; ² Peking University Green Technology Co. Ltd, Beijing 100871, China)

Abstract: The experiment studied on the Polyphenol oxidase (PPO) extracted from Pingguoli Pear. The change of PPO activity and characteristics showed that the optimal pH of PPO is 4.6, and optimal temperature is 40 . The inhibition of the inhibitors is in the following order: sodium bisulphate, Vitamin C, citric acid, sodium sulfate. The effect of different zymolyte or different zymolyte concentration on PPO were studied.

Key words: Pingguoli pear; Polyphenol oxidase (PPO); Characteristics