

# 苹果果实 $\beta$ -Gal和 LOX活性变化特性及其与果实软化的关系

魏建梅<sup>1,2</sup>, 马锋旺<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100; <sup>2</sup>河北省农林科学院昌黎果树研究所, 河北昌黎 066600)

**摘要:** 以‘富士’和‘金冠’苹果果实为试材, 研究了  $\beta$ -半乳糖苷酶 ( $\beta$ -Gal) 和脂氧合酶 (LOX) 在果实发育、成熟和软化过程中的变化规律及采后乙烯调控对其活性的影响。结果表明: 在果实发育后熟过程中, 金冠果实  $\beta$ -Gal活性显著高于富士, 在果实后熟软化期间这种差异尤为突出; 而富士和金冠果实 LOX活性呈相似的变化规律, 虽然花后富士的活性高峰显著高于金冠, 但之后其活性下降迅速, 并一直低于金冠。采后苹果果实  $\beta$ -Gal和 LOX均受乙烯调控, 乙烯抑制剂 1-MCP极显著地抑制  $\beta$ -Gal和 LOX的活性, 而乙烯利对二者活性起促进作用, 但因品种耐藏性不同其促进效应不同。综合来看, 苹果果实  $\beta$ -Gal和 LOX活性表现相似的变化规律, 并且  $\beta$ -Gal在果实贮藏初期受乙烯的调控作用较 LOX显著, 因此认为在苹果果实软化早期  $\beta$ -Gal的作用可能大于 LOX。

**关键词:** 苹果; 采后;  $\beta$ -半乳糖苷酶; 脂氧合酶; 活性; 乙烯调控

**中图分类号:** S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 05-0631-08

## The Characteristics of $\beta$ -Gal and LOX Activities in Apple (*Malus domestica* Borkh.) Fruit and Their Relation to Fruit Softening

WEI Jian-mei<sup>1,2</sup> and MA Feng-wang<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; <sup>2</sup>Changli Fruit Institute, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Changli, Hebei 066600, China)

**Abstract:** For understanding the role of  $\beta$ -galactosidase ( $\beta$ -Gal) and lipoxygenase (LOX) during fruit development, ripening and softening, the fruits of apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars, ‘Fuji’ and ‘Golden Delicious’, were used to investigate the activity changes of  $\beta$ -Gal and LOX over this period, and during postharvest regulation by ethylene. The results indicated that the  $\beta$ -Gal activity in ‘Golden Delicious’ was markedly higher than that in ‘Fuji’ during fruit development and ripening and the difference was in particular significant during ripening and softening. The LOX activity in ‘Fuji’ was dramatically increased and higher than that in ‘Golden Delicious’ after flowering, but its activity was markedly reduced and maintained lower than that of ‘Golden Delicious’ before fruit ripening. The  $\beta$ -Gal and LOX activities of apple fruit were markedly inhibited by 1-methylcyclopene (1-MCP) and increased by ethephon. The changes of  $\beta$ -Gal and LOX activity showed a similar trend and the  $\beta$ -Gal be much easier to be regulated by ethylene than LOX. These results suggested that the change of  $\beta$ -Gal and LOX activities be correlated with the storage characteristic of apple fruit and  $\beta$ -Gal might have an important role in the early stage of fruit softening.

**Key words:** apple; postharvest;  $\beta$ -Gal; LOX; activity; ethylene regulation

果实成熟软化过程中最显著的变化是硬度下降, 而且果实软化一旦启动很难减缓和控制, 因此, 如何调控果实的后熟软化进程, 研究果实软化启动的关键因子, 一直是采后工作者关注的课题。有学

收稿日期: 2008 - 10 - 27; 修回日期: 2009 - 01 - 22

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2007BAD79B05); 西北农林科技大学拔尖人才支持计划项目

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: fwm64@sina.com)

者曾认为多聚半乳糖醛酸酶 (PG) 是果实成熟软化的一个关键酶 (Tucker et al, 1980; Wu et al, 1993), 但反义 PG RNA 转基因番茄果实的获得, 表明 PG不是果实软化的惟一决定因素 (Smith et al, 1988; Giyannoni et al, 1989)。近年来, 许多证据表明  $\beta$ -半乳糖苷酶 ( $\beta$ -Gal) 和脂氧合酶 (LOX) 很可能参与果实软化的启动。 $\beta$ -Gal在许多果实成熟软化中的作用已得到证实, 它通过降解具支链的多聚醛酸、使果胶降解或溶解、导致细胞壁的完整性破坏和细胞壁的松弛降解而可能参与了果实软化的启动 (Andrews & Li, 1994); LOX途径可产生活性氧、自由基和氢过氧化物等植物组织衰老的促进物质, 破坏膜结构, 并且认为可能在乙烯合成的上游起作用, 与果实软化启动相关 (陈昆松等, 1999; 张波等, 2007), 所以 LOX在果实软化中的作用也倍受关注。虽然  $\beta$ -Gal和 LOX在许多果实成熟软化中的作用得到一些证实, 但在果实完整的发育与成熟软化进程中的变化特性和与品种贮藏性的关系以及它们间的交互作用鲜见报道。为此, 我们以富士和金冠苹果为试材, 探讨贮藏性不同的苹果品种间  $\beta$ -Gal和 LOX在果实发育成熟软化中的活性变化特性及采后利用 1-甲基环丙烯 (1-MCP) 和乙烯利对其活性的调控, 以期深入了解果实软化机理, 对延缓果实软化、改善果实品质及延长果实保鲜期等提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料及其处理

试验在河北燕山苹果产区进行。以富士和金冠品种的果实为试材, 单株小区, 5次重复。分别在花后 2周开始采样, 每 2周采样 1次, 直至果实成熟。每次采样均在上午 8: 00—9: 00。采样后立即运回实验室, 液氮速冻,  $-40^{\circ}\text{C}$  保存备用。

依据苹果的成熟期适时采收果实, 运回实验室后选取无病、虫、伤和成熟度一致的果实进行处理。共设 3个处理。

(1) 直接将果实放入薄膜袋中 (不封口) 置于室温 ( $20 \pm 1$ )  $^{\circ}\text{C}$  下贮藏 (对照)。

(2) 将果实用  $0.5 \mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  1-MCP (乙烯抑制剂) 密闭熏蒸 24 h, 然后通风, 于室温 ( $20 \pm 1$ )  $^{\circ}\text{C}$  下贮藏。

(3) 将果实用  $2 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$  的乙烯利溶液准确浸泡 5 min, 取出后自然晾干后置于室温 ( $20 \pm 1$ )  $^{\circ}\text{C}$  下贮藏。

每个处理约 50 kg果实, 3次重复。定期取样, 测定相关指标。

### 1.2 果肉硬度的测定

随机取 10个果实, 在果实胴部位置去皮, 用 GYB 型硬度计测定硬度, 重复测定 3次, 取平均值, 单位  $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

### 1.3 果实呼吸速率的测定

用气流法测定果实呼吸速率, 单位为  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

### 1.4 $\beta$ -Gal的提取和活性的测定

按 Andrews等 (1994) 的方法略加改进。取 2.0 g果肉, 加入 6 mL提取液 ( $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  醋酸钠, pH 5.2, 内含  $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl, 1% 巯基乙醇, 1.5% PVP), 液氮研磨, 4  $^{\circ}\text{C}$  离心 20 min, 上清液用于酶活性测定。以 2 mL  $3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  对硝基苯酚半乳糖苷 (PNPG, 美国 Sigma公司) 为底物, 加入 0.1 mL酶液, 37  $^{\circ}\text{C}$  反应 30 min, 测定 400 nm下生成的对硝基酚含量, 以标准品对硝基酚作标准曲线, 酶活性以  $\text{nmol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  表示。3次重复。

### 1.5 LOX的提取和活性的测定

参照陈昆松等 (1999) 的方法略加改进。底物制备: 反应底物为  $10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的亚油酸钠, 即

70 mg亚油酸钠, 70  $\mu$ L Triton X-100和 4 mL无氧水, 混匀后用  $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  NaOH滴定至澄清, 25 mL定容,  $-18^\circ\text{C}$  保存备用。

粗酶液的提取: 取 2.0 g果肉, 液氮研磨, 加入  $50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液 (pH 7.0),  $4^\circ\text{C}$  离心, 上清液用于酶活性测定。

LOX活性测定: 3 mL反应体系中含底物 25  $\mu$ L,  $100 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸-磷酸缓冲液 (pH 6.0) 2.775 mL, 酶液 0.2 mL,  $30^\circ\text{C}$  温育, 加酶液后 15 s开始计时, 于 234 nm处记录 1 min内吸光值变化, 酶活性以  $\text{OD}_{234} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 表示。3次重复。

## 1.6 数据统计分析

用 Excel和 SPSS软件进行数据统计和分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 果实发育成熟软化过程中 $\beta$ -Gal活性的变化

在苹果果实发育成熟过程中, 两品种果实的  $\beta$ -Gal活性呈相似的变化规律, 但活性高低因品种不同而存在差异 (图 1)。

果实发育初期, 金冠和富士果实  $\beta$ -Gal活性都较高, 花后 28 ~ 42 d即出现活性高峰, 之后下降, 直至成熟采收后  $\beta$ -Gal活性又开始升高。采后金冠果实  $\beta$ -Gal活性一直升高, 而富士果实  $\beta$ -Gal活性只在采收初期升高, 采后贮藏第 24天出现一个小峰值后开始下降。

总体而言, 在整个果实发育、成熟及贮藏过程中, 金冠果实  $\beta$ -Gal活性显著高于富士, 在果实后熟软化期间这种差异尤为突出。

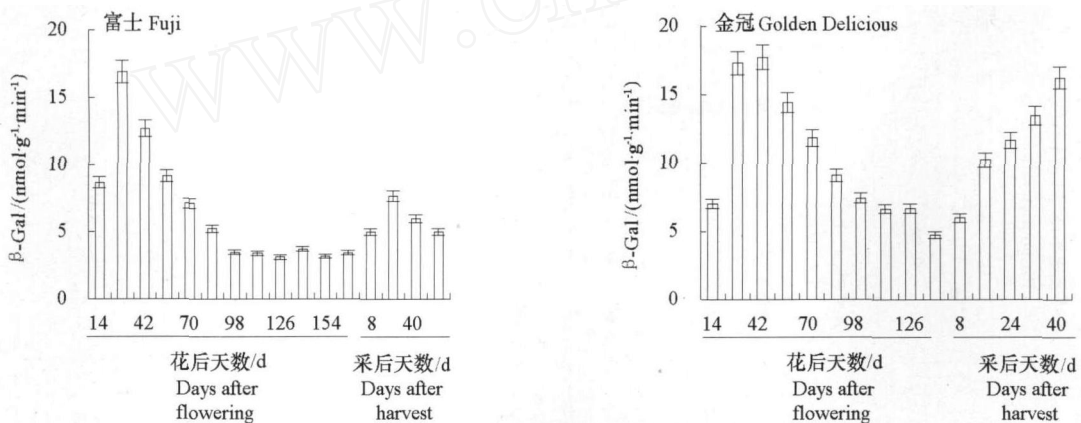


图 1 果实发育成熟软化过程中  $\beta$ -半乳糖苷酶活性变化

Fig. 1 Changes in  $\beta$ -galactosidase ( $\beta$ -Gal) during fruit development, ripening and softening of apple

### 2.2 果实发育成熟软化过程中 LOX活性的变化

从图 2可知, 富士和金冠果实 LOX均在幼果期 (花后 2 ~ 6周) 表现较高的活性, 分别在花后 14 d和 28 d出现活性高峰, 之后下降, 并维持在较低水平, 进入成熟软化阶段后, 果实 LOX活性开始逐渐升高。

总之, 在果实发育成熟软化过程中, 两品种果实 LOX活性呈相似的变化规律, 尽管富士果实 LOX活性在花后的高峰值显著高于金冠, 但之后 LOX活性下降迅速, 至采收时其 LOX活性一直维持在低水平, 而此间金冠果实 LOX活性高于富士, 说明苹果果实 LOX活性与果实的贮藏特性具有一定相关性。

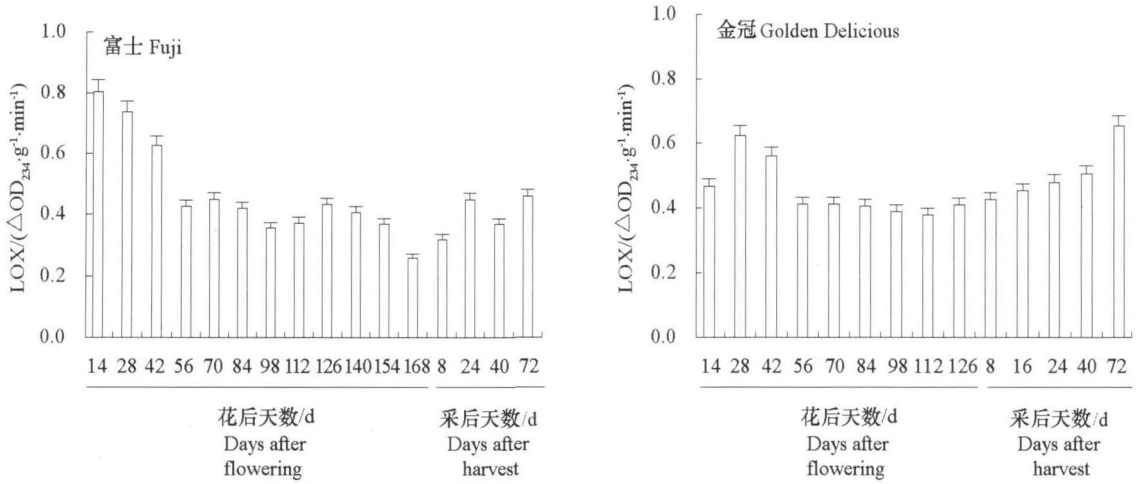


图 2 果实发育成熟软化过程中脂氧合酶活性变化

Fig. 2 Changes in lipoxygenase (LOX) during fruit development, ripening and softening of apple

### 2.3 采后果实呼吸速率和硬度的变化

试验结果表明, 苹果果实呼吸速率和硬度受乙烯因子的调控, 且因品种耐藏性不同而表现较大差异 (图 3)。

果实采收后, 金冠果实的呼吸速率高于富士, 且受乙烯的调控效应强于富士。乙烯对金冠果实呼吸速率的调节主要表现在贮藏前期, 即金冠果实用 1-MCP 处理 16 d 内其呼吸速率一直维持不变, 未

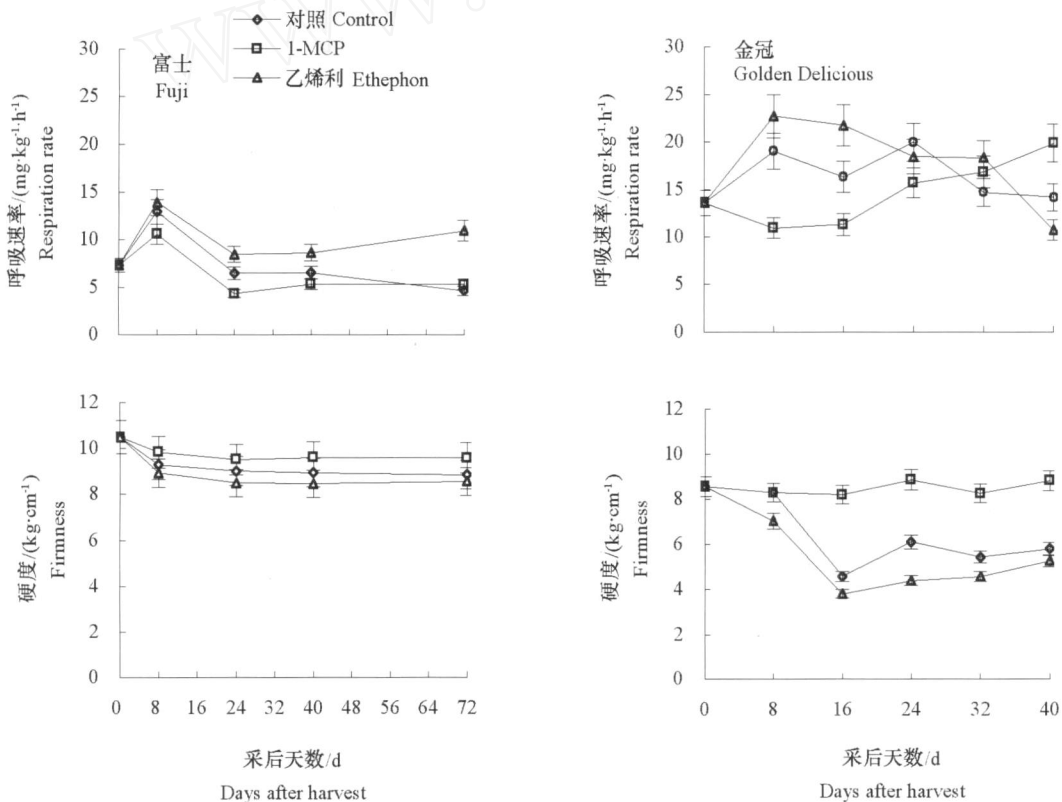


图 3 采后果实硬度和呼吸速率的变化

Fig. 3 Changes of fruit firmness and respiration after harvesting

出现活性高峰, 相反, 乙烯利显著提高了金冠果实贮藏前期的呼吸速率和跃变峰值, 但没有使跃变提前; 而富士 3 个处理的果实呼吸强度变化趋势一致, 均在采后 8 d 出现一个很小的高峰, 其大小顺序为乙烯利处理 > 对照 > 1-MCP 处理, 24 d 后保持平稳的呼吸状态, 至 56 d 后, 乙烯利处理的果实呼吸速率开始升高, 而对照与 1-MCP 处理呼吸速率几乎相等, 1-MCP 的抑制效果消失。

硬度测定结果表明, 金冠果实在呼吸高峰过后硬度迅速降低, 乙烯利显著加速了其果实的软化进程, 而 1-MCP 处理后, 金冠果实的硬度变化基本恒定, 延缓了果实软化进程。然而, 富士作为优良的耐贮品种, 在常温下贮藏 72 d 后仍能保持果实原有硬度, 且无论是用乙烯抑制剂 1-MCP 还是乙烯利处理, 其果实硬度变化在  $1.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$  以内, 与对照均无显著差异。

#### 2.4 采后果实 $\beta$ -Gal 活性的变化

从图 4 看出, 1-MCP 显著抑制苹果果实  $\beta$ -Gal 的活性, 而乙烯利对该酶活性具有一定的促进作用, 但因品种贮藏特性的不同其调控效应不同。富士采后 1-MCP 处理使其果实  $\beta$ -Gal 活性一直维持在较低水平, 未出现活性剧变的现象, 而乙烯利处理与对照果实  $\beta$ -Gal 活性逐渐升高, 在 24 d 时出现活性高峰后又降低, 但乙烯利处理的果实  $\beta$ -Gal 活性高于对照处理, 尤其在贮藏初期差异明显。金冠采后经 1-MCP 处理, 果实  $\beta$ -Gal 活性显著受到抑制, 但乙烯利对其果实  $\beta$ -Gal 活性的促进效果主要表现在贮藏初期, 到贮藏后期, 乙烯利处理的果实  $\beta$ -Gal 活性呈降低趋势, 并低于对照。

相关性分析 (表 1) 表明, 果实  $\beta$ -Gal 活性变化与果实硬度呈显著负相关关系, 其中与金冠的相关度高于富士, 且乙烯利对金冠果实  $\beta$ -Gal 活性与硬度的相关度影响高于富士, 进一步说明  $\beta$ -Gal 与果实质地特性密切相关。

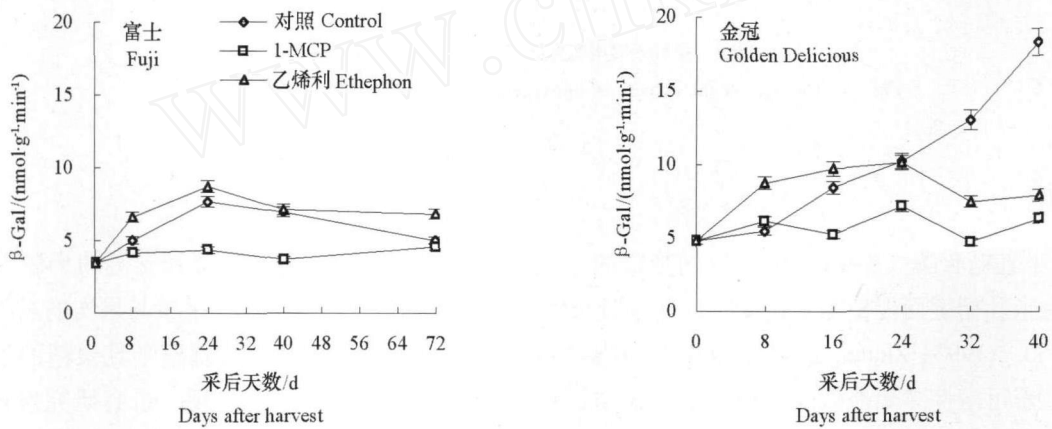


图 4 采后果实  $\beta$ -半乳糖苷酶 ( $\beta$ -Gal) 活性的变化

Fig. 4 Changes of the activity of  $\beta$ -galactosidase ( $\beta$ -Gal) of fruit after harvesting

表 1 不同苹果品种果实  $\beta$ -Gal 和 LOX 活性与果实硬度的相关性分析

Table 1 Correlation analysis between fruit  $\beta$ -Gal and LOX activity and firmness of different apple cultivars

品种 Cultivar	酶 Enzyme	果实硬度 Firmness		
		1-MCP	对照 Control	乙烯利 Ethephon
富士 Fuji	$\beta$ -Gal	-0.5948*	-0.6865*	-0.9018**
	LOX	-0.1295	-0.6302*	-0.7372*
金冠 Golden Delicious	$\beta$ -Gal	-0.2537	-0.7715*	-0.9275**
	LOX	-0.3655	-0.6084*	-0.6566*

注: \* 显著线性相关, \*\* 极显著线性相关。

Note: \* and \*\* indicate significant linear correlation of 0.05 and 0.01 levels, respectively.

## 2.5 采后果实脂氧合酶 (LOX) 活性的变化

图 5 显示, 金冠和富士果实 LOX 活性均不同程度地受乙烯因子的调控, 采后 1-MCP 处理极显著地抑制了金冠和富士果实 LOX 活性, 在果实贮藏期间均未出现明显活性高峰, 活性基本恒定; 而乙烯利处理促进了果实 LOX 活性的表达水平, 始终高于对照, 其中乙烯利处理的富士果实 LOX 活性与对照之间的差异大于金冠。

相关性分析 (表 1) 也表明, LOX 活性变化与果实硬度呈显著的负相关, 采后乙烯调控处理也不不同程度地影响了 LOX 与硬度的相关度, 但不如对  $\beta$ -Gal 与硬度相关度的影响显著。

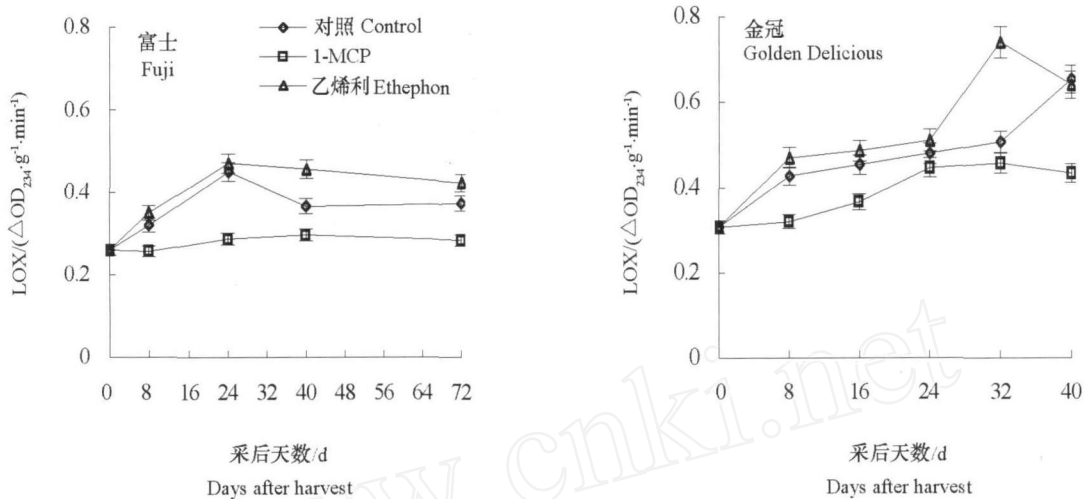


图 5 采后果实脂氧合酶 (LOX) 活性的变化

Fig. 5 Changes of the activity of lipoxygenase (LOX) of fruit after harvesting

## 3 讨论

$\beta$ -半乳糖苷酶 ( $\beta$ -Gal) 可以使细胞壁的一些组分变得不稳定, 通过降解具支链的果胶多聚醛酸, 切除半乳糖键而促使细胞壁膨胀, 使果胶降解或溶解以破坏细胞壁结构, 来参与果实的后熟软化 (Ross et al, 1993; Zhuang et al, 2006)。Gross 和 Wallner (1979) 报道, 细胞壁半乳糖的下降先于或伴随着可溶性多聚醛酸的增加, 而且  $\beta$ -Gal 在果实成熟的早期先于 PG 出现。也有研究发现,  $\beta$ -Gal 在果实软化早期含量丰富, 可能对果实的早期阶段的软化启动影响很大, 它参与降解细胞壁半乳糖苷键, 从而改变果胶分子之间相互作用及与其他多聚体的作用, 导致细胞壁的完整性下降和胞壁降解而释放出半乳糖, 也可能对许多反应起引发剂的作用 (Fischer & Bennett, 1991; Mercy et al, 2007)。Wu 和 Bums (2004) 认为柑橘果实  $\beta$ -Gal 基因在果实发育、成熟及衰老过程中均有表达, 对果实脱落起着重要作用。

脂氧合酶 (LOX) 调节组织衰老的主要机理是参与了膜脂过氧化作用, 使细胞膜透性增加, 加剧细胞膜的降解, 同时生成的自由基、脂质氢过氧化物等对膜系统、蛋白质及 DNA 产生毒害作用, 导致细胞膜的降解和细胞功能的丧失, 促进组织衰老 (陈昆松和张上隆, 1998; 许文平等, 2000; 张波等, 2007)。在跃变型果实中 LOX 活性的增加先于乙烯跃变, 并且 LOX 活性与果实硬度呈显著的负相关, LOX 可能在乙烯生物合成的系统 乙烯向系统 乙烯转变过程中起作用 (许文平等, 2000; Zhang et al, 2003)。目前, 尽管  $\beta$ -Gal 和 LOX 在果实软化进程中的作用越来越受到关注, 也进行了大量研究, 但在果实整个发育周期的变化特性和与品种贮藏性的关系以及相互间的交互作用鲜见报

道。

本研究发现, 在苹果果实发育、成熟和软化过程中  $\beta$ -Gal和 LOX均有活性表达, 呈相似的变化规律, 且在幼果期和后熟软化期均有活性高峰出现, 说明  $\beta$ -Gal和 LOX不仅参与了果实的后熟软化, 而且可能在果实发育初期的细胞分化和果实膨大中起重要作用, 还需获得更多的证据加以解释。

品种间比较结果表明, 富士果实较金冠耐贮藏、硬度高, 其  $\beta$ -Gal和 LOX活性均较低, 尤其在后熟软化过程中与金冠的差异更为突出, 可见果实  $\beta$ -Gal和 LOX活性与果实贮藏特性存在密切关系, 但  $\beta$ -Gal活性在两个品种间的差异大于 LOX, 可能  $\beta$ -Gal对果实质地变化的贡献要强于 LOX, 需进一步探讨。

果实  $\beta$ -Gal和 LOX均受乙烯调控, 但耐贮藏的富士苹果受乙烯的影响效应低于较不耐贮藏的金冠果实, 尤其对果实  $\beta$ -Gal活性的影响与品种的贮藏特性密切相关。乙烯抑制剂 1-MCP处理极大地抑制了果实  $\beta$ -Gal和 LOX活性, 并降低了  $\beta$ -Gal和 LOX与果实硬度变化的相关性 (表 1), 推迟了呼吸高峰的出现, 显著延缓了果实的软化进程; 而乙烯利处理均显著促进了苹果果实  $\beta$ -Gal和 LOX活性, 提高了  $\beta$ -Gal和 LOX与果实软化的相关性, 但因品种贮藏性不同其促进效应不同。试验结果显示, 乙烯虽影响了富士果实  $\beta$ -Gal和 LOX的活性, 但对其硬度未产生显著影响, 这可能是耐贮藏的富士苹果本身果肉质地的变化特性所决定 (Ludivine et al, 2008), 其确切原因有待进一步研究。总之, 苹果  $\beta$ -Gal和 LOX活性与果实硬度均呈显著负相关, 但  $\beta$ -Gal活性在富士和金冠品种间的差异大于 LOX, 且在果实贮藏初期  $\beta$ -Gal受乙烯的调控效应强于 LOX, 因此, 认为在苹果果实软化早期  $\beta$ -Gal的作用可能大于 LOX, 还需利用分子生物学手段对二者之间的交互作用作进一步研究, 以探讨果实软化的多基因协调调控机制, 为果品保鲜提供理论依据。

## References

- Andrews P K, Li S 1994. Partial purification and characterization of  $\beta$ -galactosidase from sweetcherry, a nonclimacteric fruit J Agric Food Chem, 42: 2177 - 2182.
- Chen Kun-song, Zhang Shang-long 1998. The role of lipoxygenase in ripening and senescencing fruits Acta Horticulturae Sinica, 25 (4): 338 - 344. (in Chinese)
- 陈昆松, 张上隆. 1998. 脂氧合酶与果实的成熟衰老. 园艺学报, 25 (4): 338 - 344.
- Chen Kun-song, Xu Chang-je, Lou Jian, Gavin S Ross 1999. Lipoxygenase in relation to the ripening and softening of *Actinidia* fruit Acta Phytophysiol Sin, 25 (2): 138 - 144. (in Chinese)
- 陈昆松, 徐昌杰, 楼健, Gavin S Ross 1999. 脂氧合酶与猕猴桃果实后期软化的关系. 植物生理学报, 25 (2): 138 - 144.
- Fischer R L, Bennett A B. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol, 42: 675 - 703.
- Gioyannoni J J, Della Penna D, Bennett A B, Fischer R L. 1989. Expression of a chimeric polygalacturonase gene in rin (ripening inhibitor) tomato fruit results in polyuronide degradation but not fruit softening Plant Cell, 1: 53 - 63.
- Gross K C, Wallner S J. 1979. Degradation of cell wall polysaccharides during tomato fruit ripening Plant Physiol, 63: 117 - 120.
- Ludivine Billy, Emira Mehinagic, Gaëlle Royer, Catherine M G C Renard, Gaëlle Arvisenet, Carole Prost, Frédérique Jourjon 2008. Relationship between texture and pectin composition of two apple cultivars during storage Postharvest Biol Technol, 47 (3): 315 - 324.
- Mercy W Mwaniki, Francis M Mathooko, Kyoko Hiwasa 2007.  $\beta$ -Gal and  $\beta$ -L-Af activities and gene expression in European and Chinese pear fruit during ripening J Japan Soc Hort Sci, 76 (1): 85 - 90.
- Ross G S, Redgwell R J, Macree E A. 1993. Kiwifruit  $\beta$ -galactosidase: Isolation and activity against specific fruit cell wall polysaccharides Planta, 189: 499 - 506.
- Smith C J S, Watson C G, Ray J. 1988. Antisense RNA inhibition of polygalacturonase gene expression on transgenic tomatoes Nature, 334: 724 - 726.
- Tucker G A, Robertson N G, Grierson D. 1980. Changes in polygalacturonase isoenzymes during the 'ripening' of normal and mutant tomato fruit Eur J Biochem, 112: 119 - 124.
- Wu Q, Szakacs Dobozi M, Hammat M. 1993. Endo-polygalacturonases in apple (*Malus domestica*) and its expression during fruit ripening Plant

Physiol, 102: 219 - 225.

Wu Z C, Bums J K 2004. A  $\beta$ -galactosidase gene is expressed during mature fruit abscission of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis*). Journal of Experimental Botany, 402: 1483 - 1490.

Xu Wen-ping, Chen Kun-song, Li Fang, Zhang Shang-long 2000. Regulations of lipoxygenase, jasmonic acid and salicylic acid on ethylene biosynthesis in ripening kiwifruit Acta Phytophysiol Sin, 26 (6): 507 - 514. (in Chinese)

许文平, 陈昆松, 李方, 张上隆. 2000. 脂氧合酶、茉莉酸和水杨酸对猕猴桃果实成熟软化进程中乙烯生物合成的调控. 植物生理学报, 26 (6): 507 - 514.

Zhang Bo, Li Xian, Chen Kun-song 2007. Physiological and molecular features of lipoxygenase gene family members in ripening fruit Acta Horticulturae Sinica, 34 (1): 245 - 250. (in Chinese)

张波, 李鲜, 陈昆松. 2007. 脂氧合酶基因家族成员与果实成熟衰老研究进展. 园艺学报, 34 (1): 245 - 250.

Zhang Y, Chen K S, Chen Q J. 2003. Effects of acetylsalicylic acid and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit Acta Botanica Sinica, 45 (12): 1447 - 1452.

Zhuang Jun-ping, Su Jing, Li Xue-ping, Chen Wei-xin 2006. Cloning and expression analysis of  $\beta$ -galactosidase gene related to softening of banana (*Musa sp.*) fruit J Plant Physiol Mol Biol, 32 (4): 411 - 419.

## “庆祝中国园艺学会创立 80周年暨第 11次 全国会员代表大会”征文通知

中国园艺学会将于 2009 年 11 月在广州召开“庆祝中国园艺学会创立 80 周年暨第 11 次全国会员代表大会”，现征集研究论文摘要，经审查合格者将收入《园艺学报》增刊，于会前出版。

征文内容：有关果树、蔬菜、西瓜甜瓜、观赏园艺植物及其它园艺植物的种质资源、遗传育种、生物技术、栽培技术与生理、采后技术与生理等方面未曾发表过的研究论文摘要（不影响相关论文今后在《园艺学报》全文发表，恕不接收综述摘要和品种介绍等）。

投稿要求：2009 年 8 月 10 日前将摘要一式三份寄送到：北京中关村南大街 12 号中国园艺学会办公室（邮编 100081），并发送电子文件至：cshs@mail.caas.net.cn，同时请交纳审稿费 220 元（汇款地址：北京中关村南大街 12 号《园艺学报》编辑部，邮编 100081），经过同行专家审稿决定录用的稿件不再另收出版费用，会前将通知作者参会，不符合要求未录用的稿件恕不退稿和退费。联系电话：010 - 82109528；010 - 62192388。

写作要求：每篇摘要限 A4 纸一页（42 行/页，44 字/行），包括题目、作者、单位及邮政编码、研究目的及意义、材料与方法、结果与分析（不写英文和参考文献）。要求层次分明，文字准确精炼，使用规范的名词术语和法定计量单位，植物拉丁文学名和基因符号用斜体（请参照《园艺学报》征稿简则和近期刊登的文章）。不用图表。

写作范例：

### 论文题目（黑体，2 号字）

作者姓名（仿宋，4 号字），，，，

（作者单位）（宋体，小 5 号字）（）

目的与意义（宋体，5 号字）

材料与方法（宋体，5 号字）

结果与分析（宋体，5 号字）

中图分类号：（由编辑部填写） 文献标识码：A 文章编号：0513-353X（2009）

中国园艺学会办公室

2009 年 5 月 4 日