

低温条件下 O₃ 对红桃采后几种生理指标的影响

杨宇明 饶景萍*

西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100

提要 低温条件下, 8 mg·m⁻³ O₃可延缓采后红桃果肉硬度下降以及呼吸速率和乙烯释放峰值出现时间, 抑制丙二醛(MDA)含量和相对细胞膜透性的升高, 过氧化氢酶(CAT)的活性保持相对较高水平, 淀粉酶、过氧化物酶(POD)和多酚氧化酶(PPO)活性均明显受抑制, 腐烂率下降。

关键词 红桃; O₃; 低温; 采后生理

Effects of Ozone on Several Physiological Indexes of Postharvest Peach (*Prunus persica* L. 'Shinhong') under Low Temperature Condition

YANG Yu-Ming, RAO Jing-Ping*

College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China

Abstract The fruits of peach (*Prunus persica* L. 'Shinhong') were stored at low temperature and treated with 8 mg·m⁻³ ozone. Several physiological indexes were measured during storage. The results showed that ozone treatment could delay fruit softening, respiration rate and the ethylene peak, inhibit the increase of malondialdehyde (MDA) content and electrolyte leakage, retain higher activity of catalase (CAT) and inhibit significantly the activities of peroxidase (POD), amylase and polyphenoloxidase (PPO), decaying rate decreased.

Key words peach (*Prunus persica* L. 'Shinhong'); ozone; low temperature; postharvest physiology

O₃ 具有消毒、灭菌, 去除环境有害气体, 分解内源乙烯, 抑制细胞内氧化酶活性等作用, 从而延缓果蔬的后熟和衰老, 而且安全无毒, 对环境无污染, 是良好的杀菌防腐剂(Skog 和 Chu 2001)。张有林等(2005)报道, O₃可降低冬枣的呼吸速率, 抑制淀粉酶和抗坏血酸酶活性, 防止果实腐烂。Ana等(1999)也报道, O₃可以明显减少草莓的腐烂率, 抑制真菌繁殖。本文研究低温条件下O₃对采后红桃(*Prunus persica* L.)几种生理指标的影响。

材料与方 法

红桃品种‘仕女红’(*Prunus persica* L. 'Shinhong')于2005年10月16日采自陕西省铜川耀县, 成熟度在八成左右, 果实底色发白, 果顶微红。选取无病虫害、无机械伤、果型端正、果柄梗洼处无裂伤、色泽一致的桃果。采后立即运往本校园艺学院冷库实验室。于5℃下预冷24 h后, 立即放于封闭容器中, 用NPF-30W型(3 g·h⁻¹)臭氧发生器(山东绿邦公司)于温度为(1±0.5)℃、相对湿度为95%左右条件下以8 mg·m⁻³ O₃处理(O₃

浓度和处理中的间隔时间是经预备实验确定的), 停机后, 保持0.5 h; 以不经处理的为对照。每个处理用果15 kg, 重复3次。处理后用0.03 mm的聚氯乙烯薄膜(65 cm×65 cm, 购自天津国家农产品保鲜中心; 为防止湿度过高和缺氧, 其上打有30个直径为1.5 cm的孔)包装后于上述条件下贮藏。之后, 每隔10 d用上述方法处理1次。

实验开始后, 每隔6 d测定各种生理指标, 呼吸速率与乙烯释放率每隔4 d测定1次。每次随机取果3个, 每个果从果实肩部内、中、外均匀取样。硬度用FT327型果实硬度计(意大利BREUZZI公司)测定, 探头直径3 mm, 单位为kg·m⁻²; 可溶性固形物含量用手持折光仪测定; 相对膜透性用DDS-11AT型电导仪(上海雷磁仪器厂)测定(侯福林1990); 淀粉酶活性参照韩雅珊等(1992)介绍的方法测定; 褐变度参照窦世娟和关军锋(2003)介绍的方法测定; 过氧化氢酶

收稿 2006-07-10 修定 2006-11-01

资助 陕西省科技攻关课题(2005K01-G12-01)。

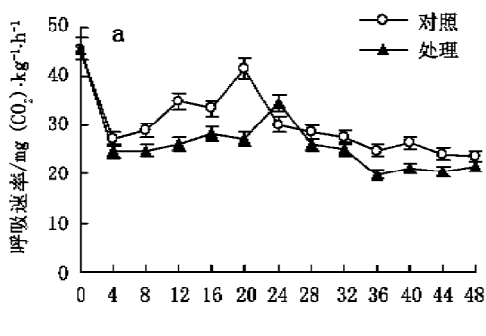
*通讯作者(E-mail: dq0723@public.xa.sn.cn, Tel: 029-87032577)。

(catalase, CAT)和过氧化物酶(peroxidase, POD)活性参照陈建勋和王小峰(2002)等介绍的方法测定。测定多酚氧化酶(polyphenoloxidase, PPO)时,称取0.5 g果肉,加入5倍量的0.2 mol·L⁻¹柠檬酸-磷酸缓冲液(pH 6.8)和0.4 g聚乙烯吡咯烷酮(PVP),于冰浴中研磨,在4℃下,以15 000×g离心15 min,上清液用于酶活测定;反应体系(3.0 mL)中含2.9 mL 10 mmol·L⁻¹邻苯二酚缓冲液和0.1 mL酶液,于波长398 nm处测定OD值变化,以每分钟OD值变化0.01表示1个酶活单位。呼吸速率用Telaire7001红外线二氧化碳分析仪(美国TELAIRE公司)测定。乙烯(赵博和饶景萍2006)用岛津Trace GC Ultra气相色谱仪测定,氢火焰离子化检测器(FID),N₂为载气,柱温70℃,进样口温度150℃,外标法定量,测定值取3次重复的平均值。丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定(高俊凤2002)。腐烂率(%)按公式:(霉变果数/总果数)×100计算。

结果与讨论

1 O₃对采后红桃呼吸速率和乙烯释放量的影响

桃为典型的呼吸跃变型果实。如图1-a所示,桃果实低温贮藏期间有明显的呼吸高峰,O₃显著抑制桃果实的呼吸速率。贮藏4 d后,O₃处理与否的呼吸速率均快速下降,而后上升。未经O₃处理的果实呼吸速率在贮藏12 d时出现第1次呼吸高峰,之后又下降,第20天出现第2次呼吸高峰;O₃处理的使第1次呼吸高峰表现不明显,24 d时,上升幅度较大,出现呼吸高峰。以后,O₃处理与否的果实呼吸速率均呈下降趋



势。总之,O₃不仅削弱了桃的呼吸速率,而且跃变峰也推迟。

此外,红桃还有明显的乙烯跃变高峰,未经O₃处理的乙烯释放峰出现在2个呼吸峰之间(在贮藏后第16天),经O₃处理的乙烯释放峰比其呼吸峰早4 d(在贮藏后第20天出现)。O₃处理的乙烯峰出现时间推迟4 d,且在整个贮藏过程中乙烯的释放量均下降,比未用O₃处理的低50.8%(图1-b)。

2 O₃对采后红桃相对膜透性和MDA含量的影响

图2显示:

(1)随着贮藏时间的延长,红桃果实的膜透性逐渐增大。如图2-a所示,贮藏前12 d,O₃处理与否桃果实的相对膜透性均小幅降低,贮藏12 d时都上升。贮藏的中后期,经O₃处理的果实相对膜透性明显低于未经O₃处理的。

(2)在贮藏期间,桃的MDA含量不断增加,贮藏42 d后上升速率加快;经O₃处理的MDA含量始终低于未经O₃处理的(图2-b)。说明O₃可在一定程度上减轻膜伤害。

3 O₃对采后红桃CAT和POD活性的影响

如图3所示:

(1)低温贮藏的桃果实中CAT活性于第6天达到高峰,而后逐渐下降;O₃处理的在第12天达到高峰,峰值明显低于未经O₃处理的,前12 d,CAT活性受抑,随后处理的CAT活性一直高于未经O₃处理的(图3-a)。说明O₃可在一定程度上增强植物清除自由基的能力。

(2)POD活性在贮藏后6 d内上升,而后下降,18 d又趋于上升,42 d达到高峰;O₃处理的POD活性始终低于未经O₃处理的(图3-b)。

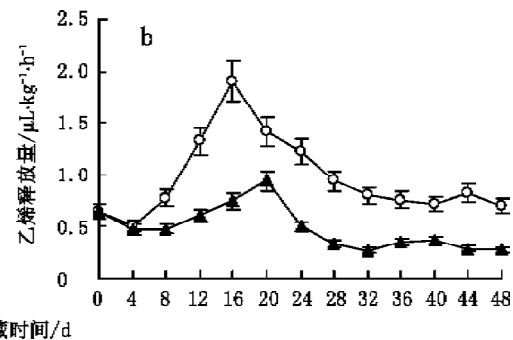


图1 O₃对红桃呼吸速率和乙烯释放量的影响

Fig. 1 Effects of O₃ on respiration rate and ethylene production of peach

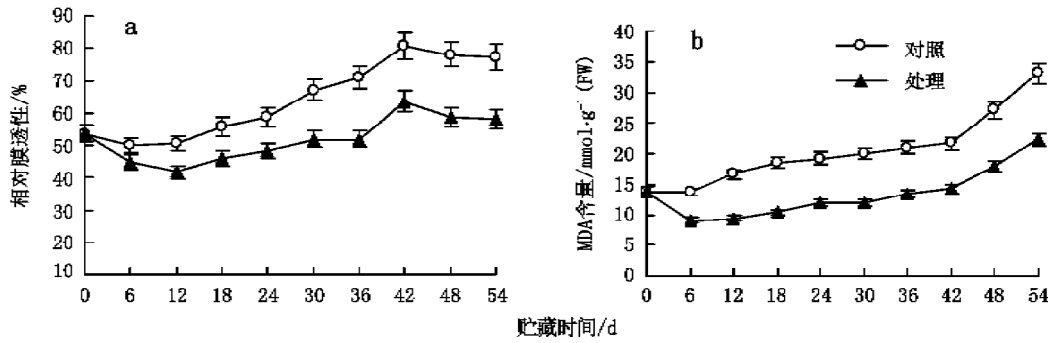


图2 O₃对红桃的膜透性和MDA含量的影响

Fig. 2 Effects of O₃ on electrolyte leakage and MDA content of peach

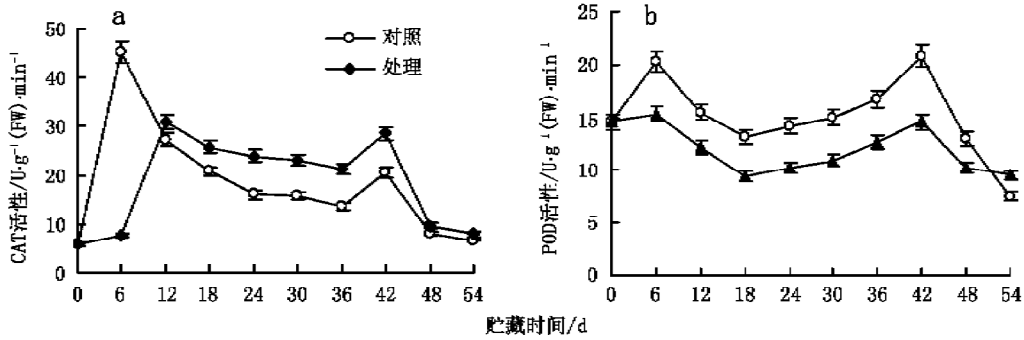


图3 O₃对红桃中CAT和POD活性的影响

Fig. 3 Effects of O₃ on CAT and POD activities of peach

4 O₃对采后红桃淀粉酶活性、可溶性固形物含量、褐变程度、PPO活性、果实硬度和腐烂率的影响
图4~6显示:

(1)在贮藏过程中淀粉酶活性逐渐升高, O₃处理的淀粉酶活性一直低于未经O₃处理的(图4-a), 这可能是其呼吸速率低的一个原因。经O₃处理的可溶性固形物含量在12 d内低于未经O₃处理的, 以后则始终比其高(图4-b)。

(2)在贮藏前期, PPO活性下降; 后期逐渐上升, 至36 d时又下降。O₃处理的PPO活性低于未经O₃处理的(图5-a)。另外, 随着贮藏期的延长, 桃果实的褐变程度不断增加。在整个贮藏期间, O₃处理的始终低于未经O₃处理的(图5-b)。

(3)贮藏过程中红桃果肉硬度缓慢下降。6 d内, O₃处理与否之间无明显差异; 以后, 未经O₃处理的硬度下降加快, 36 d时, 二者差异

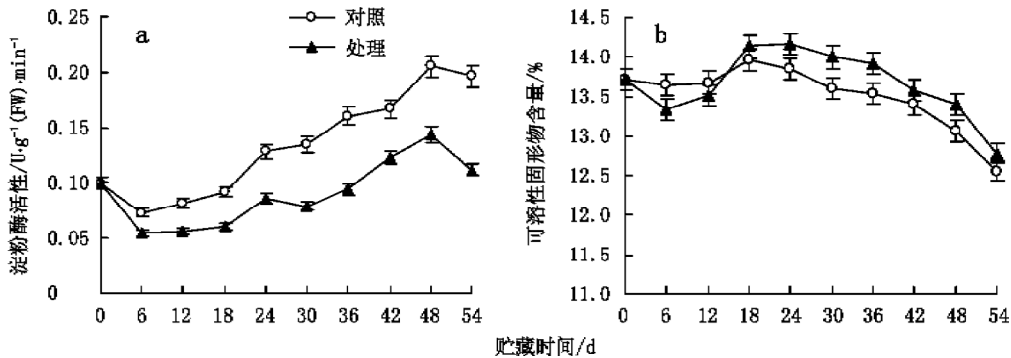


图4 O₃对采后红桃中淀粉酶活性和可溶性固形物含量的影响

Fig. 4 Effects of O₃ on amylase activity and soluble solid content of peach

明显 ($P < 0.05$)。O₃ 处理可延缓硬度下降(图 6-a)。此外, 随着贮藏时间的延长, O₃ 处理与否的果实腐烂率均逐渐增加。30 d 时开始出现腐烂, 42 d 后腐烂率显著增加。O₃ 处理的腐烂程度明显较低(图 6-b)。

总之, POD 在果实成熟衰老中, 作用较为

复杂。一方面, POD 被认为是自由基清除剂, 具有延缓衰老的作用。但也有不少人报道 POD 与桃形李、猕猴桃、番茄、荔枝衰老间的关系与乙烯产生有关(周春华和刘红霞 2002)。于建娜等(2004)报道, 桃果实衰老时 POD 活性上升, 抑制其活性可以减缓与衰老有关的氧化反应, 抑制褐

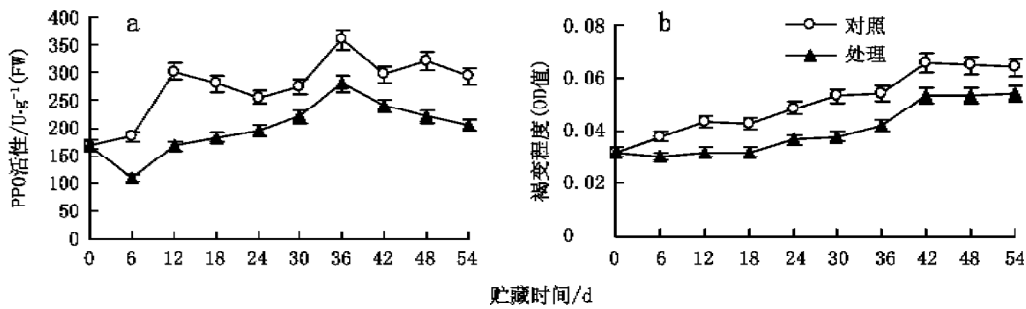


图5 O₃对采后红桃中PPO活性和褐变程度的影响

Fig. 5 Effects of O₃ on PPO activity and degree of browning of peach

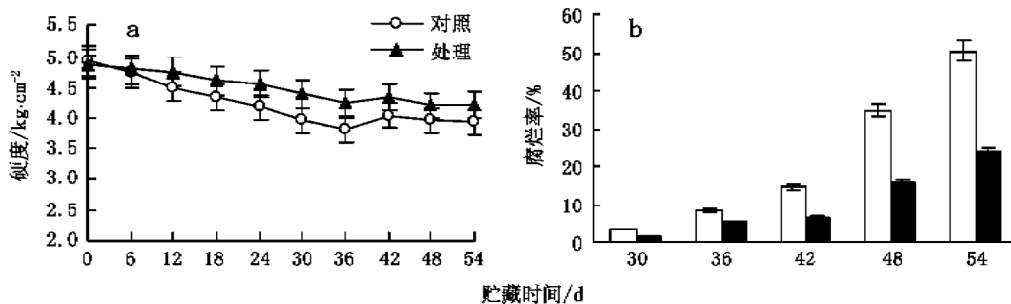


图6 O₃对红桃果实硬度和腐烂率的影响

Fig. 6 Effects of O₃ on firmness and decaying rate of peach

变; 本文结果与其一致。POD 在果实成熟衰老中起何种作用还需进一步研究。另外, 本文采用的 O₃ 浓度高, 可能有杀菌作用, 所以腐烂率低。低浓度的 O₃ 效应不大(Lluis等2002)。这与张有林等(2005)的高浓度 O₃ (300 mg·m⁻³) 能有效地防止冬枣腐烂的结果一致。O₃ 作用与其浓度有关。

参考文献

- 陈建勋, 王小峰(2002). 植物生理学实验指导. 广州: 华南理工大学出版社
 窦世娟, 关军锋(2003). 采后桃果实衰老褐变与活性氧和酚类物质代谢的关系. 河北农业科学, 7 (3): 25~29
 高俊凤(2002). 植物生理学实验技术. 西安: 世界图书出版公司
 韩雅珊(1992). 食品化学实验指导. 北京: 北京农业大学出版社
 侯福林(1990). 植物生理学试验教程. 北京: 科学出版社, 90

- 于建娜, 任小林, 张少颖(2004). 钙处理对桃冷藏期间呼吸速率和乙烯释放以及与褐变相关酶活性的影响. 植物生理学通讯, 40 (2): 159~160
 张有林, 韩军岐, 张润光(2005). 低温、减压和 O₃ 对冬枣保鲜的生理效应研究. 中国农业科学, 38 (10): 2102~2110
 赵博, 饶景萍(2006). 丙烯对柿果实采后细胞壁物质代谢和几种生理指标的影响. 植物生理学通讯, 42 (2): 195~198
 周春华, 刘红霞(2002). 活性氧与果实成熟衰老. 上海交通大学学报(农业科学版), 20 (1): 77~84
 Ana GP, Carlos S, Jose JR (1999). Effects of ozone treatment on postharvest strawberry quality. Agr Food Chem, 4: 1652~1656
 Lluis P, Carlos HC, Joseph LS, James EA, Juan PZ (2002). Effect of continuous 0.3 ppm ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. Postharvest Biol Technol, 24: 39~48
 Skog LJ, Chu CL (2001). Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage. Can J Plant Sci, 81 (4): 773~778