

# 桃果实采后不同包装处理的贮藏效果及其生化机制

关军锋, 窦世娟

(河北省农林科学院遗传生理研究所, 石家庄, 050051)

**摘要:** 试验结果表明, 在 2℃~4℃贮藏温度下, 与对照(不包装)、聚乙烯塑料薄膜(PE)包装相比, 聚氯乙烯塑料薄膜(PVC)包装能较好地保持果实的硬度及其风味, 可溶性固形物含量、褐变度、丙二醛(MDA)含量和多酚氧化酶的活性较低, 而超氧化物歧化酶活性较高。在贮藏前期, 不同包装的果实中, 酚类物质含量及过氧化物酶活性低于对照, 而贮藏后期却高于对照。总体看来, PVC 包装处理有利于桃果实的低温贮藏。

**关键词:** 桃; 果实; 包装; 贮藏; 衰老; 褐变

中图分类号: S662 101      文献标识码: A      文章编号: 1000-7091(2003)院庆专辑-0066-04

## Storage Effects and Its Biochemistry Mechanisms of Different Package Treatments on Peach Fruits

GUAN Jun-feng, DOU Shi-juan

(Institute of Genetics and Physiology, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract:** Different package treatments on peach fruits (*Amygdalus persica* cv. Okubao) were carried out for investigating their storage effects when stored in low temperature. The results showed that compared with control (non-package) and polyethylene film (PE, white and green, 0.03mm) package, polyvinyl chloride film (PVC, 0.03mm) package treatment could keep higher fruit firmness and better flavor for a longer time, had lower TSS content, browning degree, MDA content and PPO activity, but higher SOD activity. The total phenolics content and POD activity were also lower at earlier storage, but higher at later storage in packing fruits than control. It indicated that PVC package was favorable for cold storage.

**Key words:** Peach; Package; Storage; Senescence; Browning

“大久保”桃为中熟品种, 成熟期在 7 月下旬, 属于典型的呼吸跃变型果实, 加之采收期正值高温季节, 果实采后迅速进入呼吸高峰期, 常温下放置 5~7 d 就软烂, 造成大规模的商业贮运困难。有关桃果实采后生理与贮藏技术的研究已有不少报道, 陈昆松等<sup>[1]</sup>研究表明, 桃果实采后成熟衰老与膜脂过氧化有关, 适宜的低温贮藏可维持较高的 SOD 活性, 减少乙烯释放量并推迟其峰值出现, 减缓果实的后熟软化。但不适的低温又容易造成果实冷害, 其症状一般是果肉絮状干化(汁液减少), 发绵及褐变

等, 致使果实食用品质下降<sup>[2-3]</sup>。在生产上, 采取变温贮藏<sup>[4]</sup>、冰温贮藏<sup>[5]</sup>和气调(CA、MA)等<sup>[6-8]</sup>贮藏方式可以减轻果实冷害的发生, 降低腐烂率, 保证果实供应期的延长。相对来说, 薄膜包装是一种简便易行的有效措施<sup>[7]</sup>。在此基础上, 本试验研究了桃在较低温度下贮藏结合不同薄膜包装处理的效应, 探讨了包装处理的生理生化机制, 进而为选择适宜长期贮藏的包装材料, 建立确实有效的冷藏配套技术, 提供新的理论依据。

收稿日期: 2003-06-23

基金项目: 中韩国际合作与河北省农林科学院资助项目(A0107043)

作者简介: 关军锋(1966-), 男, 河北藁城人, 研究员, 博士, 主要从事农业产后技术研究工作。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

成熟期(2002-07-25)于河北省定州市采集“大久保”桃果实,当天运抵实验室,挑选无病虫、大小均匀、成熟度一致的果实为试验材料,立即进行不同薄膜包装处理:对照、聚乙烯薄膜(绿色,PE-G,0.03mm)、聚乙烯薄膜(白色,PE-W,0.03mm)和聚氯乙烯薄膜(PVC,0.03mm),在低温 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ 下贮藏。贮藏期间,每隔15 d取样一次,每次取8~10个果,用于分析各项生理生化指标。

### 1.2 方法

**硬度和可溶性固形物(TSS)含量的测定** 用GY-1型果实硬度计(测头直径为3.0 mm)测定去皮果实硬度;手持测糖仪测定果实TSS含量。

**褐变度的测定** 采用改进的Lee等<sup>[9]</sup>方法:称取5g混合果肉组织,加入6 mL 95%乙醇提取,研磨成匀浆,在4000 r/min下离心20 min,取上清液在53W Buv-Vis分光光度计420 nm下测其OD值。重复3次。

**PPO活性测定** 参考Montgomery和Sgarbieri<sup>[10]</sup>及辛广等<sup>[11]</sup>的方法进行,略有改进:称取5g混合果肉组织,加入5%不溶性聚乙烯吡咯烷酮(PVP),用0.05 mol/L磷酸缓冲液(pH 6.5)5 mL,冰浴中研磨成匀浆;8000 r/min下离心15 min;加入3 mL 0.05 mol/L磷酸缓冲液(pH 5.5),1 mL 0.1 mol/L儿茶酚,先保温10 min,再加酶液1 mL,立即测定其初始OD值,反应5 min后测其终值。单位为 $0.01\Delta\text{OD}/(\text{min}\cdot\text{g})$ 。重复3次。

**总酚含量测定** 参考鞠志国等<sup>[12]</sup>的方法进行,略有改进,取5g混合果肉组织,放入5 mL无水乙醇和5 mL三氯乙酸(10%),研磨至匀浆,10,000 r/min离心15 min。取1 mL上清液,加入3 mL Folin乙试剂,混匀后加入1 mL Folin甲试剂,50 $^{\circ}\text{C}$ 保温10 min,然后冰浴中冷却5 min,580 nm下比色。以没食子酸作标准曲线,其浓度范围为10~60  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

**丙二醛含量的测定** 参考《现代植物生理学实验指南》<sup>[13]</sup>。

**SOD活性的测定** 参考《现代植物生理学实验指南》<sup>[13]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同包装处理的果实硬度和TSS含量

图1-A表明,不同包装处理的果实在低温下贮藏,贮藏60 d之前,硬度均呈下降趋势,贮藏60 d时,硬度略有回升。在此贮藏期间,PE-G和对照果实硬度下降是较快的,PE-W和PVC包装能很好的保持桃果实的硬度,其中又以PVC包装的果实脆度好、硬度高、风味佳,软化最明显的是PE-G包装处理的果实,于贮藏45 d的硬度已无法测出。

TSS含量的变化相对稳定(图1-B),PE-W和PVC包装果实的TSS含量较低,但与对照无显著差异。

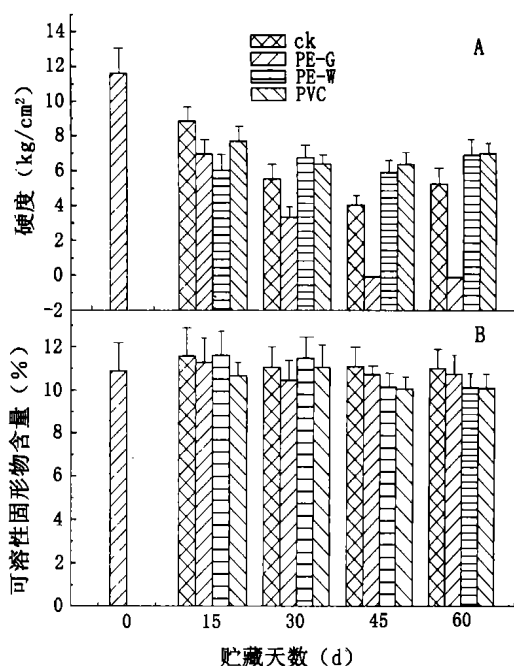


图1 不同包装处理对桃果实硬度(A)、可溶性固形物含量(B)的影响

### 2.2 不同包装处理果实的酚类物质代谢

随着采后贮藏期的延长,果实褐变度加重;不同包装处理均对褐变度有抑制作用,其中PVC包装的果实褐变最轻(图2-A)。在贮藏早期,PPO的活性增大,至贮藏后期,PPO活性又趋于下降,PVC包装的果实PPO的活性较低(图2-B);从酚类物质的含量变化来看,随着果实贮藏进程的延续,总酚含量先上升,不同包装处理低于对照,至贮藏后期总酚含量趋于下降,且不同包装处理的果实组织中总酚含量比ck高(图2-C)。

### 2.3 不同包装处理果实的活性氧代谢

作为膜脂过氧化程度的一个指标,MDA在果实

成熟衰老过程中呈上升趋势,不同包装在不同程度上降低 MDA 含量,其中 PE-W 和 PVC 处理较为显著(图 3—A)。

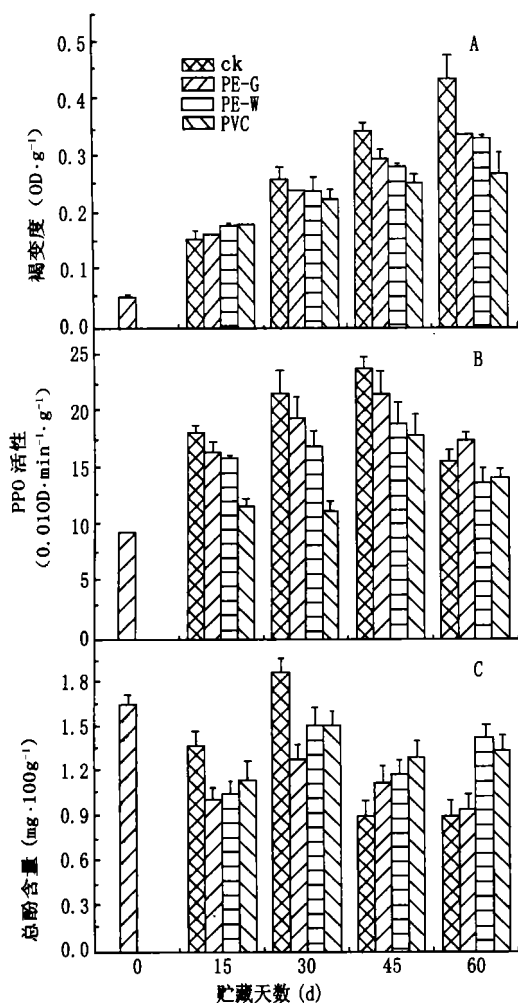


图2 不同包装处理对桃果实酚类物质代谢的影响

不同处理的果实中 POD 活性变化较为复杂,ck、PE-G、PE-W 包装处理的“大久保”果实组织中 POD 活性高峰分别出现于采后 30、30 和 45 d,而 PVC 包装处理的果实中 POD 的活性呈一直上升的趋势(图 3—B)。

SOD 是植物体内防御超氧阴离子自由基伤害的抗氧化酶,随着果实成熟衰老进程,各种包装处理果实中 SOD 活性在贮藏初期逐渐上升,并于采后贮藏 45 d 后出现活性高峰,之后活性下降;其中 PVC 处理果实中的 SOD 活性在各个时期高于其他处理(图 3—C),贮藏期间,各不同包装处理中 SOD 活性由低到高依次为:ck、PE-G、PE-W、PVC。

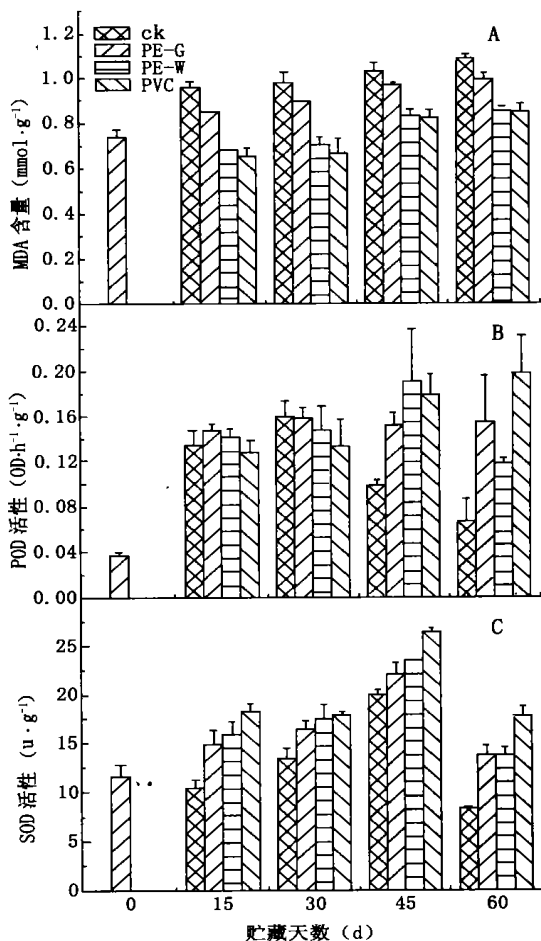


图3 不同包装处理对桃果实活性氧代谢的影响

### 3 讨论

桃在低温贮藏期间,果实硬度先迅速下降,是其衰老软化的表现,但在贮藏后期硬度有所回升(图 1—A),可能与细胞壁果胶质不能分解,积累较高分子量的脱酯化的果胶质有关<sup>[4]</sup>。在不同的包装处理中,以 PVC 处理抑制果实软化和褐变最为显著,PE—G 包装不利于果实贮藏。这可能是 PVC 本身的理化性质造成的。与 PE 相比,PVC 具有透湿性能好、不易结露等优点,事实也证明,目前 PVC 保鲜膜是贮藏的理想包装材料。

酚类物质经 PPO 催化的氧化成醌的反应是果实褐变发生的根本原因。本研究表明,PVC 包装处理的果实中 PPO 活性一直处于较低水平(图 2—B),是抑制果实褐变的主要原因。虽然不同包装的果实在贮藏早期酚类物质含量低于对照,但在后期又高于对照(图 2—C),推测此时对照的果实可能已处于成熟衰老的后期阶段,褐变发生过程中因酚类物质氧化加剧,使一部分酚类物质氧化成醌,而醌进

一步聚合时要还消耗(或结合)一部分 PPO, 因而导致总酚含量下降<sup>[15]</sup>, 而此期的不同包装的果实尚处于较活跃的生理状态, 故而可以维持较高的总酚含量, 并以 PVC 和 PE-W 包装的最为明显。

活性氧代谢平衡直接关系到果实的衰老。薄膜包装为果实提供了微气调状态, 在一定程度上起到了延缓衰老的作用。研究表明, 不同包装处理提高了果实的 SOD 活性, 降低了 MDA 含量(图 3-A, C), 并以 PVC 包装处理最为明显。说明包装处理在一定程度上抑制了果实的膜脂过氧化作用。POD 在 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 存在的情况下催化多种底物, 如酚类、芳族胺、抗坏血酸和吲哚等物质的氧化, 促进许多与果实褐变有关的反应, 该酶的活性与果实呼吸作用、乙烯的生物合成以及细胞衰老有关<sup>[16~17]</sup>。包装果实中的 POD 活性高峰出现较晚于对照, 并且 PVC 包装处理的果实中 POD 的活性呈一直上升的趋势(图 3-B), 这种 POD 活性高峰的推迟可能是抑制果实衰老的部分机制, 同时表明, POD 的作用可能更为复杂。

#### 参考文献:

- [1] 陈昆松, 张上隆, 吕均良, 等. “玉露”桃的采后生理及其贮运技术研究[J]. 浙江农业大学学报, 1994, 20(2): 183—187.
- [2] Ben Arie R, Lavee S. Pectic changes occurring in “Elberta” peaches suffering from woolly breakdown[J]. Phytochemistry, 1971, 10: 531—538.
- [3] 齐 灵, 吕昌文, 修德仁, 等. 桃冷害细胞学表现与品质劣变关系的研究[J]. 园艺学报, 1994, 21: 134—138.
- [4] 吕昌文, 修德仁, 齐 灵, 等. 桃波动温度贮藏及其机理研究[J]. 华北农学报, 1994, 9(1): 75—80.
- [5] 薛文通, 李里特, 赵凤敏. 桃的“冰温”贮藏研究[J]. 农业工程学报, 1997, 13(4): 216—220.
- [6] Tian S P, Xu Y, Jiang A L, *et al.* Physiological and quality responses of longan fruit to high O<sub>2</sub> or CO<sub>2</sub> atmospheres in storage. Postharvest Biol. Technol. 2002, 24: 335—340.
- [7] Retamales J, Defilippi B, Campos R. Alleviation of cold storage disorders in nectarines by modified atmosphere packaging[J]. Fruits—Paris. 2000, 55(3): 213—219.
- [8] 田世平, 徐 勇, 姜爱丽, 等. 冬雪蜜桃在气调冷藏期间品质及相关酶活性的变化[J]. 中国农业科学, 2001, 34(6): 656—661.
- [9] Lee C Y, Kagan V, Jaworski A W, Brown S K. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars[J]. J Agric Food Chem, 1990, 38: 99—101.
- [10] Montgonery M W, Sgarbieri V C. Isoenzymes of banana polyphenoloxidase[J]. Phytochemistry, 1975, 14(4): 1245—1249.
- [11] 辛 广, 张维华, 张兰杰. 南果梨多酚氧化酶的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1997, 28(4): 274—277.
- [12] 鞠志国, 朱广廉, 曹宗巽. 莱阳茌梨果实褐变与多酚氧化酶及酚类物质区域化分布的关系[J]. 植物生理学报, 1988, 14(4): 356—361.
- [13] 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会编. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [14] 茅林春, 应铁进, 张上隆. 桃果实絮败与果胶质变化和细胞壁结构的关系[J]. 植物生理学报, 1999, 25: 121—126.
- [15] Bendau D S, Gregory R P E. Purification of phenol oxidases. In Pridham JB(ed). Enzymes Chemistry of Phenolic Compounds[M]. Oxford: Pergamon Press. 1963, 7—24.
- [16] 蒋跃明, 陈绵达, 林植芳, 陈 芳. 香蕉低温酶促褐变[J]. 植物生理学报, 1991, 17(2): 157—163.
- [17] Gorin N, Heidema F T. Peroxidase activity in Golden Delicious apples as a possible parameter of senescence[J]. J Agric Food Chem, 1976, 24: 200—201.