

气调贮藏对黄金梨衰老品质及相关性的研究

李湘利¹, 刘 静¹, 张子德²

(1. 济宁学院 生命科学与工程系 山东 曲阜 273155; 2. 河北农业大学 食品科技学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以河北藁城产黄金梨为试材, 研究了气调贮藏期内果实硬度、Vc、多酚、丙二醛(MDA)、多酚氧化酶(PPO)和抗坏血酸-过氧化物酶(AsA-POD)活性的变化及其相关性。结果表明:黄金梨果实硬度和Vc含量在气调贮藏期间不断下降;多酚和MDA含量不断上升;AsA-POD活性在贮藏初期升高很快,贮藏后期下降;PPO活性呈先降低后升高的总体变化;果实多酚含量同PPO活性呈现正相关性($r=0.859$),硬度和AsA-POD活性分别与MDA含量、Vc含量呈现负相关性($r=-0.969$ 、 $r=-0.948$);3%~5%的低O₂气调配合0℃低温贮藏能显著抑制黄金梨的衰老进程。

关键词:黄金梨; 气调贮藏; 衰老品质; 相关性

中图分类号: S 661.2; TS 255.3 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2009)10-0243-04

黄金梨(*P. pyrifolia* Nakai cv. Whangkumbae)系韩国于1984年育成并命名的梨新品种,平均单果重350 g以上,果形端正、肉质脆嫩,含糖量高,果汁多而甜,有清香,石细胞极少,抗梨黑斑病和黑星病能力较强;但黄金梨贮藏及运输期间极易发生虎皮病,有的因贮藏条件不适会出现大量腐烂、黑心等现象,从而造成巨大经济损失^[1]。为了提高黄金梨的保鲜品质和商品价值,探讨黄金梨采后衰老机制,研究了不同气体条件下,黄金梨几个常见与衰老相关的品质变化,分析了衰老品质之间的

相关性,旨在为黄金梨贮藏保鲜技术提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

黄金梨 采后迅速在0℃冷库内预冷24 h。

1.2 气调贮藏试验设计

按表1进行,控制环境湿度90%~95%,用CMS-PSA制氮机调节气体组成,以奥氏气体分析仪监测气体浓度。

1.3 测定分析方法

硬度:GY-1型果实硬度计测定法^[2]。Vc含量:2,6-二氯酚法^[3]。多酚含量:高锰酸钾氧化法^[4]。MDA含量:参照李合生等^[5]的方法。PPO酶活性:参照张志良的方法^[6]略有改良。取梨组织少量,加0.05 mol/L (pH 6.8)磷酸缓冲液5 mL,4℃预冷30 min后研磨,

第一作者简介:李湘利(1979),男,河北沧州人,硕士,讲师,现主要从事果蔬贮藏与生物技术方面的教学与研究工作。E-mail: lixiangli221@yahoo.com.cn。

收稿日期:2009-05-20

Analysis of Three Enzymes Activities of 'Dongzao' Fruit During Controlled Atmosphere Storage

GAO Mei-xiu¹, ZONG Jing-ying², YU Cang¹

(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384 China; 2. Forestry Bureau of Tianjin, Tianjin 300378 China)

Abstract: In this study the changes of Polyphenol Oxidase, Peroxidase and Alcohol dehydrogenase activities of 'Dongzao' Jujube were analyzed respectively after storage. Fruits subjected in adaptive controlled atmosphere (12%~15%O₂, 0 CO₂) showed that the activities of Polyphenol Oxidase and Peroxidase declined significantly, the burst of the Polyphenol Oxidase activity was delayed effectively, and a late increase in the activity of Peroxidase, which resulted in improving the fruit quality retention during storage and extending the storage life. Taken together, the results suggested that Alcohol dehydrogenase activities were enhanced in controlled atmosphere storage, especially in the subsequent storage.

Key words: Controlled atmosphere storage; Polyphenol oxidase; Peroxidase; Alcohol dehydrogenase

10 000 rpm 冷冻离心 15 min, 上清液备用。吸取 0.1 mL 酶液, 加 2.4 mL 0.05 mol/L 邻苯二酚(用 0.05 mol/L pH 6.8 的磷酸缓冲液配制) 37℃ 保温 2 min 后, 于 410 nm 下测定吸光值, 以吸光度变化 0.01 为 1 个酶活力单位, 缓冲液做对照。

AsA-POD 活性: 参照沈文飏的方法^[7]改良。取 10 g 去皮梨果实, 加 0.05 mol/L 的磷酸缓冲液(pH 6.8) 10 mL 研磨, 过滤后 10 000 rpm 冷冻离心 10 min, 上清液即为酶提取液; 酶活测定参照文献^[8]中的方法。

表 1 黄金梨贮藏试验处理

处理	贮藏温度/℃	气体条件/%	
		O ₂	CO ₂
CK1	0	空气	
CK2	4	空气	
T1	0	3~5	<1
T2	0	6~10	<1
T3	4	3~5	<1
T4	4	6~10	<1

2 结果与分析

2.1 气调贮藏期间黄金梨硬度的变化

随气调贮藏期延长, 果肉硬度降低(图 1)。0℃低温结合低氧气调能较好的保持梨果硬度。黄金梨采收硬度为 7.743 MPa, 贮藏 150 d 时, CK1 处理的硬度降为 6.688 MPa, T1 与 T3 硬度较贮前分别降低了 6.65% 和 9.56%; CK2、T3、T4 分别下降了 15.27%、9.56% 和 14.32%, 各处理间差异显著。

2.2 黄金梨气调贮藏中 Vc 含量的变化

黄金梨 Vc 含量在贮藏期间呈下降趋势(图 2)。采收时黄金梨 Vc 含量为 16.2 mg/100g, 贮藏 30 d 后急剧降低, 普通冷藏的黄金梨果实 Vc 含量低于同温度下的气调处理, 但贮藏于 0℃低温下的黄金梨 Vc 的损失较大; 贮藏 150 d 时, T1 处理 Vc 含量为 3.9 mg/100g, T2 为 4.2 mg/100g, 分别比 CK1 高 14.70% 和 20.59%。

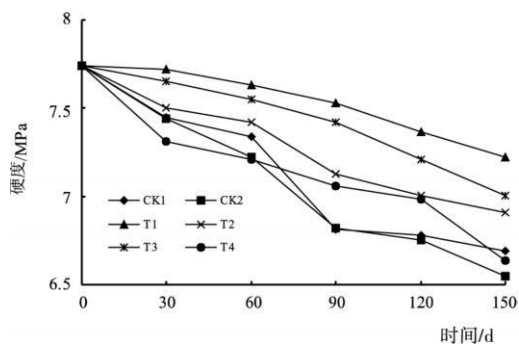


图 1 不同处理黄金梨硬度随贮藏时间的变化

2.3 黄金梨气调贮藏中多酚含量的变化

气调贮藏期间, 黄金梨果肉多酚含量呈上升趋势

(图 3)。CK1、T1、T2 在贮藏初期 多酚含量变化不大; 90 d 后至贮藏结束 4℃贮藏的梨果多酚含量急剧上升, 而 T3、T4 的多酚积累在贮藏前 90 d 上升很慢, 90 d 后迅速升高。贮藏 120 d 时, CK1、T1 和 T2 多酚含量分别为 0.134%、0.112% 和 0.124%, 各处理间差异显著; CK2、T3 和 T4 多酚含量分别为 0.188%、0.152% 和 0.160%, 明显高于 0℃的各处理; 贮藏 150 d 时, CK1 多酚含量达 0.185%, 较 T1 高 26.73%, 较 T2 处理高 5.60%。

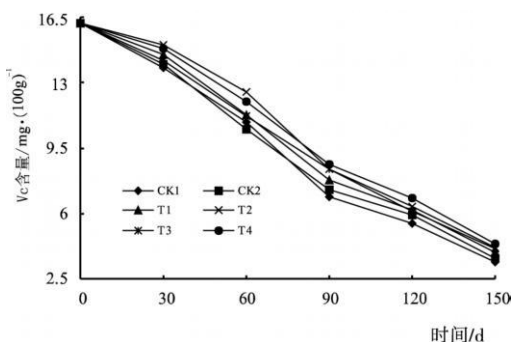


图 2 黄金梨 Vc 含量随贮藏时间的变化

2.4 气调贮藏期间黄金梨 MDA 变化与硬度的相关性

采后气调处理能明显抑制黄金梨果肉组织衰老进程(图 4)。黄金梨贮藏 90 d 时, CK1、T1 和 T2 的 MDA 含量分别为 1.979、1.699 和 1.251 μmol/g; CK2、T3 和 T4 的 MDA 含量分别为 1.525、1.351 和 1.421 μmol/g; 贮藏 150 d 时, 各温度条件下的气调处理 MDA 含量均低于同温下的非气调处理。

气调贮藏 150 d 时, 黄金梨 MDA 含量与果实硬度的关系如表 2 所示。经 MDA 含量与果实硬度相关性分析, 可得相关系数为 -0.969。说明 MDA 含量与果实硬度间存在着极显著的负相关性, 这与鞠志国等^[13]的研究结果类似。

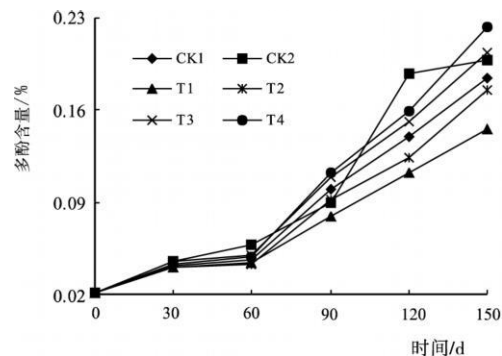


图 3 气调贮藏期间黄金梨多酚含量的变化

表 2 黄金梨气调贮藏中 MDA 含量与果肉硬度的关系

处理	CK1	CK2	T1	T2	T3	T4
MDA 含量/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$	6.688	6.55	7.22	6.907	7.003	6.634
硬度/MPa	2.166	2.335	1.866	2.008	1.990	2.169

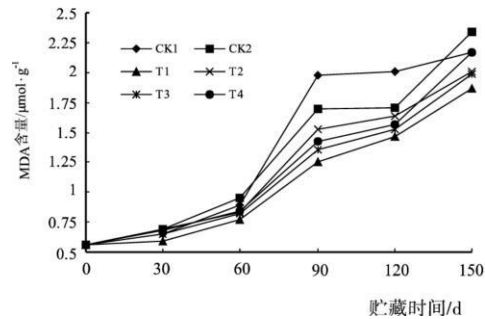


图 4 黄金梨果肉 MDA 含量随贮藏时间的变化

2.5 气调贮藏期间黄金梨 PPO 活性变化与多酚含量的相关性

PPO 活性的变化在黄金梨气调贮藏期间呈现出先升后降的变化趋势(如图 5)。入贮时 PPO 活性较高,为 $0.0597 \text{ U} \cdot (\text{g} \cdot \text{min})^{-1}$, 贮藏前 90 d 其活性明显降低, 90 d 时以 T3 处理 PPO 活性最低, 为 $0.018 \text{ U} \cdot (\text{g} \cdot \text{min})^{-1}$; PPO 活性在气调贮藏后期上升很快, 此时, 多酚物质含量也上升较快(见图 3)。

黄金梨多酚含量与 PPO 活性之间存在一定的相关性(表 3)。以贮藏 150 d 的 PPO 活性与多酚含量做相关性分析, 得相关系数 0.859。这说明 PPO 活性越高, 多酚物质含量越高, 黄金梨果心褐变速度越快。

2.6 黄金梨气调贮藏期间 AsA-POD 活性变化与 Vc 含量的相关性

各处理 AsA-POD 活性变化趋势略有差异(如图 6)。贮藏 30 d AsA-POD 活性略有升高, 30~60 d 略有下降, 贮藏至 150 d 时, 4°C 下各处理的 AsA-POD 活性均高于 0°C 下的各处理。这可能是 0°C 低温抑制了 AsA-POD 活性, 从而使 Vc 含量维持在较高水平。

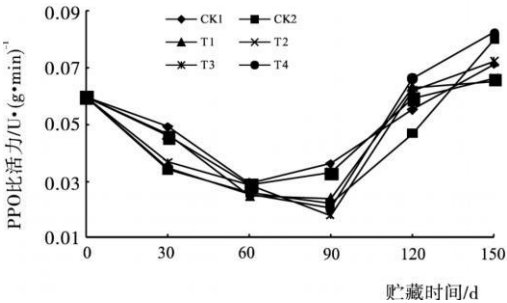


图 5 黄金梨多酚氧化酶活性与气调贮藏时间的关系

表 3 黄金梨气调贮藏期间 PPO 活性与果实多酚含量的关系

处理	CK1	CK2	T1	T2	T3	T4
PPO 活性/ $\text{U} \cdot (\text{g} \cdot \text{min})^{-1}$	0.071	0.08	0.065	0.066	0.072	0.082
多酚含量/%	0.1849	0.1981	0.1459	0.1751	0.2043	0.2231

AsA-POD 是植物体内清除 H_2O_2 的关键酶, 果实 Vc 含量的变化与 AsA-POD 活性变化密切相关^[9]。以贮藏 150 d 的结果为例, 果实 Vc 含量与 AsA-POD 活性的关系如表 4 所示。以 AsA-POD 活性与 Vc 含量做相关性分析的相关系数 $r=-0.948$, 说明 AsA-POD 活性越高, 果实的 Vc 含量越低, 果实的营养损失越快。

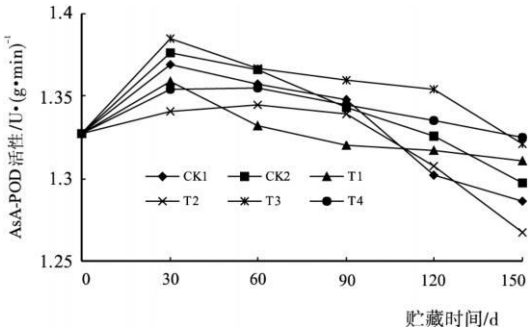


图 6 黄金梨 AsA-POD 活性随气调贮藏时间的变化

表 4 气调贮藏中黄金梨 AsA-POD 活性与果实 Vc 含量的关系

处理	CK1	CK2	T1	T2	T3	T4
AsA-POD 活性/ $\text{U} \cdot (\text{g} \cdot \text{min})^{-1}$	1.286	1.297	1.311	1.267	1.321	1.325
Vc 含量/ $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$	4.0	3.6	3.2	4.2	3.4	3.1

3 讨论与结论

Vc 损失是衡量梨贮藏效果好坏的重要指标^[10]。黄金梨在贮藏期间, Vc 含量呈下降趋势; 气调贮藏可以提高 Vc 的保存率。Vc 含量的迅速降低和多酚的积累是黄金梨贮藏失败的内在表现, 二者均可引起梨果褐变及黑心病的发生。MDA 是膜系统受损害的重要标志^[11]。气体条件对黄金梨 MDA 的积累有重要影响, 气调贮藏能够有效保护细胞膜系统不被伤害, 减少 MDA 的积累, 延缓果实的衰老进程。

气调贮藏可显著抑制黄金梨贮藏期间的 PPO 活性和 AsA-POD, 这可能是气调贮藏抑制了酶活性所致。酚类累积与梨果内 PPO 的区域性分布密切相关^[12]。据报道^[13], 在采后在梨果心含酚类物质最多, 为果肉的 10~15 倍, 其次是果皮, 果核部分最少; 贮藏后, PPO 活性有所上升, 活性部位由高到低依次是为果皮、果核和果心。鸭梨果实也是果心中 PPO 活性最高, 并随着贮藏期的延长而增强^[14]。在梨贮藏中酚类物质存在于细胞的液泡内, 而 PPO 则分布于细胞质中, 可能是这种区域性分布使得底物和酶接触, 从而避免正常组织中酶促褐

变的发生^[12,15]。这种区域性分布可能是黄金梨贮藏期间容易发生表皮虎皮,而不易发生果心褐变的重要原因。

参考文献

- [1] 张玉星. 梨科研与生产进展[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2003: 220-222.
- [2] 齐永顺, 董存田, 高海生, 等. 秋子梨营养成分及耐藏性的研究[J]. 中国林副特产, 1994 31(4): 21-22.
- [3] 大连轻工业学院等八大院校. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1994.
- [4] 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.
- [5] 李合生. 植物生理生化实验原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 260-261.
- [6] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 上海: 高等教育出版社, 1990.
- [7] 沈文彪, 黄丽琴. 植物抗坏血酸过氧化物酶[J]. 生命的化学, 1997, 17(5): 24-26.
- [8] Mishra N P, Mishra R K, Singhal G S. Changes in the activities of anti-

- oxidant enzymes during exposure of intact wheat leaves to strong visible light at different temperatures in the presence of protein synthesis inhibitors[J]. Plant Physiology, 1993, 102: 903-910.
- [9] Nakano Y, Asada K. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts[J]. Plant Cell Physiol, 1981, 22: 867.
- [10] 王文辉, 孙希生, 李志强, 等. 1-MCP 对梨采后某些生理生化指标的影响[J]. 植物生理学通讯, 2004 40(2): 175-177.
- [11] 关军锋. 采后鸭梨衰老与膜脂过氧化的关系[J]. 沈阳农业大学学报, 1994 25(4): 418-421.
- [12] Oba K, Conn E E, Canut H, et al. Subcellular localization of 2-(β -D-glucosyloxy) cinnamic acids and the related β -D-glucosidase in leaves of *Melilotus alba* Desr. [J]. plant physiology, 1981, 68: 1359-1363.
- [13] 鞠志国, 朱广廉. 莱阳在梨果肉褐变与多酚氧化酶及酚类物质区域性分布的关系[J]. 园艺学报, 1988, 14(4): 256-261.
- [14] 黄振喜, 梁淑霞, 范淑芳. 贮藏期鸭梨黑心病的预防措施[J]. 中国农村科技, 2001(8): 18-19.
- [15] 鞠志国, 朱广廉. 水果贮藏期间的组织褐变问题[J]. 植物生理学报, 1988(4): 46-48.

Studies on the Senescence Quality and Correlation of Whangkumbae During Controlled Atmosphere Storage

LI Xiang-li¹, LIU Jing¹, ZHANG Zi-de²

(1. Department of Life Science and Engineering, Jining University, Qufu Shandong 273155, China; 2. College of Food Science and Technology, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, China)

Abstract: The senescence quality changes and correlation of Whangkumbae during controlled atmosphere (CA) storage were studied in this paper. The results showed that during CA storage, the firmness and Vc content of Whangkumbae decreased constantly; poly-phenol and malonyldialdehyde (MDA) content rose constantly; the activity of ascorbic acid peroxidase (AsA-POD) increased gradually at prophase then decreased during anaphase; the activity of polyphenol-oxidase (PPO) decreased at initial stages and increased during telophase; the poly-phenol content was positively correlated with the activity of PPO ($r=0.859$), but the firmness and the activity of AsA-POD were negatively correlated with the MDA content and Vc content respectively of Whangkumbae significantly ($r=-0.969$, $r=-0.948$); CA storage and 0°C temperature had significant effects on delaying senescence.

Key words: Whangkumbae; Controlled atmosphere; Senescence quantity; Correlation

农药微胶囊化成为控释技术热点

随着人们食品安全和环保意识的增强, 农药控制释放技术已成为农药制剂与使用技术的重要发展方向之一, 也是目前的研究热点之一。作为农药控制释放技术的关键部分, 农药微胶囊化具有靶标性强、药效持久、环境友好等优点, 适用于不同的施药方法。推广应用后, 经济效益和生态效益显著。

农药微囊制剂在我国的研究和应用刚刚起步, 成熟产品还很少, 存在的主要问题是制剂质量不稳定, 生产工艺较复杂, 产品成本较高。现以梨小食心虫性信息素微囊粒剂为研究对象, 使用高活性表面活性剂为引发剂, 以无毒可降解的载体为壳材料, 采用相分离法, 可成功制备粒度均匀、成本低、控制释放时间长等不同

要求的微囊粒剂。同时研究了表面活性剂种类及用量、控释剂的种类及用量、搅拌速度、有机相中溶剂加入量及水相中聚乙烯醇浓度、有机相滴加速度等不同因素对梨小食心虫性信息素微胶囊的平均粒径、粒度分布及包覆率的影响, 并进行控制释放分析。