

减压贮藏对软溶质水蜜桃采后生理和品质的影响*

陈文烜 郜海燕 陈杭君 毛金林 宋丽丽 葛林梅

(浙江省农业科学院食品加工研究所, 杭州 310021)

【摘要】 研究了(10±5) kPa和(80±5) kPa不同减压冷藏及常规常压冷藏对软溶质水蜜桃贮藏期间生理化和主要品质指标的影响。结果表明,减压处理可显著减少乙烯释放量和抑制呼吸代谢,减少贮藏期可滴定酸、维生素C的损失,保持果肉硬度和色泽;能够有效保持超氧化物歧化酶、过氧化氢酶的活性,延缓细胞膜通透率的增大,从而减轻冷害的发生和延缓贮藏期的品质劣变。采用(10±5) kPa压力处理保鲜效果最好,经30 d冷藏和3 d常温货架期后,仍能正常后熟,未出现絮败、褐变等冷害现象,保持了水蜜桃独特的品质。

关键词: 水蜜桃 减压贮藏 采后生理 品质

中图分类号: S609+.3; S662.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)09-0108-05

Effects of Hypobaric Storage on Postharvest Physiology and Quality of Flesh-melting Textured Juicy Peach

Chen Wenxuan Gao Haiyan Chen Hangjun Mao Jinlin Song Lili Ge Linmei

(Institute of Food Processing, Zhejiang Academy of Agricultural Science, Hangzhou 310021, China)

Abstract

The effects of hypobaric storage under different pressures on the physiological and quality characteristics of flesh-melting textured juicy peach fruit were studied. The pressures were controlled at (10±5) kPa and (80±5) kPa, respectively with air storage as control. The results indicate that hypobaric storage not only significantly slows down respiratory and ethylene production rates, but also inhibits the decreases of fruit firmness, L^* , titratable acids and Vitamin C contents. Hypobaric storage can maintain higher SOD and CAT activities, maintain the stability of membrane system, and retard occurrence of senescence and decay. Hypobaric storage under (10±5) kPa can extend the storage life up to 30 days. It is concluded that the hypobaric storage is an effective method of prolonging the postharvest life of juicy peach fruit.

Key words Juicy peach, Hypobaric storage, Postharvest physiology, Quality

引言

软溶质水蜜桃高温季节采收,柔软易伤、不耐贮藏。若较低成熟度采收(成熟度70%~80%),果实硬度较高,有利于贮藏,但即使经过后熟过程,风味和自然成熟的果实相比仍有一定差距,且低温贮藏中易发生冷害,表现为絮败、褐变、不能正常后熟、失

去固有风味等症状。若较高成熟度采收(成熟度90%以上),风味好,冷害发生较轻,但采后果实成熟衰老进程较快,贮藏时间较短^[1-3]。

减压贮藏通过降低果蔬贮藏环境的气体分压,创造低O₂环境,同时促进果蔬内部有害气体的向外扩散,从而减少由这些物质引起的衰老和生理病害。减压技术是有利于食品安全的一项非常有效的物理

技术,使保鲜效果比现有的常规贮藏方法有大幅提高^[4-6]。目前减压保鲜技术正处于发展初期,特别是在软溶质水蜜桃上的研究鲜见报道。本文在高成熟度软溶质水蜜桃上应用减压保鲜技术,以期达到延长软溶质水蜜桃保鲜时间和提高保鲜品质的目的。

1 试验材料、设备与方法

1.1 材料与设备

“湖景蜜露”水蜜桃采自浙江省嘉兴市,采收后3 h内运回实验室,挑选成熟度90%左右(果实表面粉红)、大小基本一致、无机械损伤的水蜜桃作为试验材料。

低气压多室异压保鲜贮藏试验设备,上海鲜绿真空保鲜设备有限公司;TA XT Plus型质构仪,英国SMS公司;Cintra404型紫外分光光度计,澳大利亚GBC公司;SP-6890型、SP-9890型气相色谱仪,山东鲁南瑞虹化工仪器有限公司;HI9932型电导率仪,意大利HANNA公司;Biofuge Stratos型冷冻离心机,德国Heraeus公司;CR-400型色差仪,日本Minolta公司。

1.2 方法

1.2.1 试验分组

试验分减压贮藏组和常压对照组进行。减压贮藏组水蜜桃直接进入减压罐贮藏,压力分别采用 (10 ± 5) kPa和 (80 ± 5) kPa。常压对照组水蜜桃装入0.02 mm厚打孔PE薄膜袋,每袋装果实15个。所有处理均贮于 0°C 保鲜库中。30 d后置常温下3 d,以模拟3 d货架期。冷藏时每6 d取样检测,最后常温3 d后取样检测。

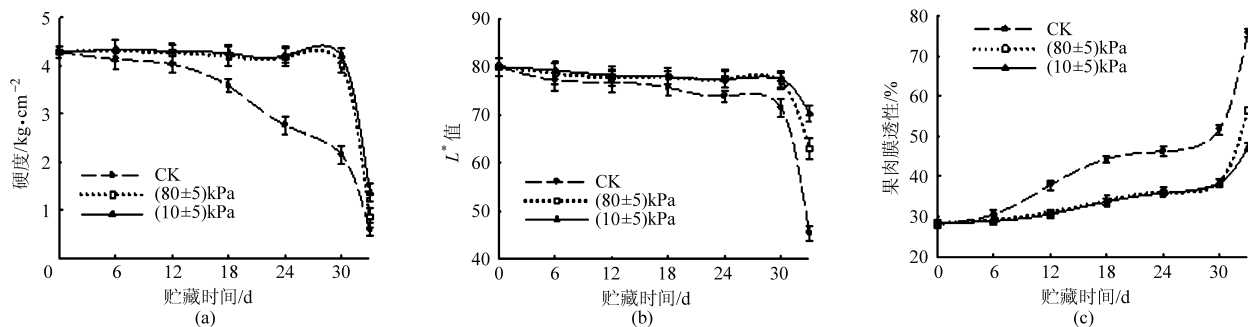


图1 贮藏期果实硬度、果肉色泽和膜透性变化

Fig. 1 Changes of firmness, color and relative conductivity of juicy peach fruit during storage

(a) 硬度 (b) 色泽 (c) 膜透性

对照组果实在冷藏过程中果肉亮度(L^*)呈下降趋势(图1b),说明贮藏中冷害发生造成果肉颜色逐渐发暗并发生褐变,再经3 d常温,褐变程度较重。而减压贮藏的果实均保持较高的 L^* 值,说明褐变程度轻微;常温3 d后, (80 ± 5) kPa压力贮藏的

1.2.2 测定方法

(1) 硬度分析采用直径6 mm探头质构仪测定,重复10次,取平均值。

(2) 果肉色泽采用色差仪测量,取 L^* 值^[7]。

(3) 乙烯和呼吸强度测定采用气相色谱外标法,依据标准气体定量^[8]。

(4) 果肉膜透性以果肉相对电导率表示。

(5) 维生素C含量采用2,6-二氯酚滴定法测定^[9]。

(6) 可溶性固形物(TSS)含量以手持阿贝折光仪测定。

(7) 可滴定酸(TA)含量采用酸碱滴定法测定。

(8) 超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定参照Dhindsa等方法,采用NBT光化还原抑制法^[10]。

(9) 过氧化氢酶(CAT)活性测定参照文献[11]的方法,采用碘量法。

1.3 数据统计

采用Statistica软件进行数据统计,所有数据为3次重复的平均值和标准误差。 $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 硬度、果肉色泽和膜透性变化

由图1a可见,减压贮藏水蜜桃在贮藏过程中硬度下降极缓慢,30 d时 (80 ± 5) kPa和 (10 ± 5) kPa压力贮藏的果实硬度分别是入贮时的93.6%和98.1%;常温3 d后,减压贮藏果实硬度快速下降,说明减压贮藏转入常温后能正常后熟。对照果实12 d后硬度呈加速下降趋势,30 d时硬度仅为入贮时的13.8%。

果实比 (10 ± 5) kPa压力贮藏的果实褐变程度高,说明 (80 ± 5) kPa压力贮藏的果实发生了轻微的冷害,但在常温货架期开始表现。

由图1c可见,水蜜桃果肉膜透性逐步增加,对照组膜透性显著大于减压贮藏的果实($P < 0.05$),

说明减压贮藏可以较好地保持膜结构。对照组 30 d 时细胞膜透性是入贮时的 1.83 倍, 常温 3 d 后更是达到 2.68 倍, 果肉发生絮败, 冷害表征明显。(10 ± 5) kPa 压力贮藏的果实常温 3 d 后膜透性开始增大, 未发生絮败和褐变, 属正常的后熟过程。

2.2 可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量

可溶性固形物(TSS)、可滴定酸和维生素 C 等含量与果实风味关系密切。如图 2a 所示, 减压贮藏

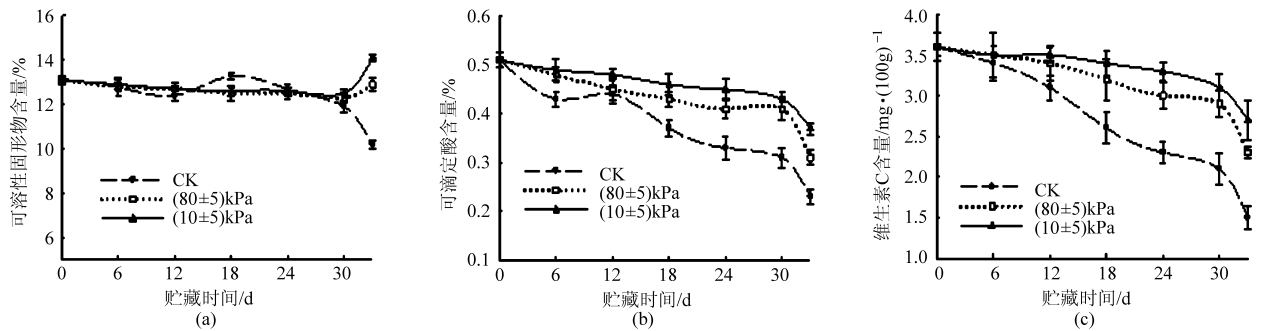


图 2 贮藏期果实可溶性固形物、可滴定酸和维生素 C 含量变化

Fig. 2 Changes of total soluble solids, titratable acid content and ascorbic acids of juicy peach fruit during storage

(a) 可溶性固形物 (b) 可滴定酸 (c) 维生素 C

2.3 乙烯产生速率和呼吸强度

由图 3a 可见, CK 在 12 d 时出现乙烯高峰, 减压处理未出现乙烯高峰, 整个贮藏过程中呈缓慢下降趋势, 均显著低于对照 ($P < 0.05$), 表明减压贮藏大幅降低内源乙烯的产生, 从而可以抑制水蜜桃的生命代谢活动。

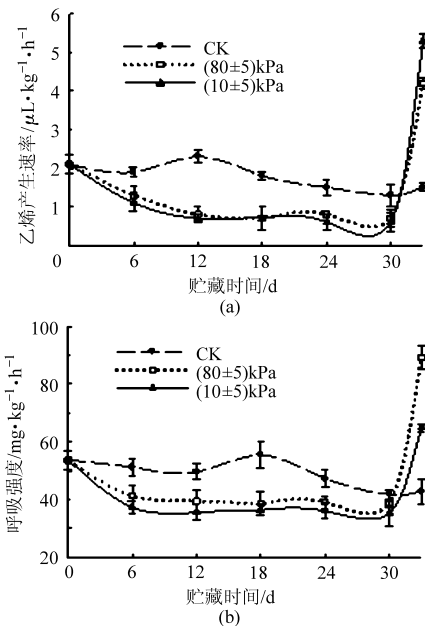


图 3 贮藏期果实乙烯产生速率和呼吸强度变化

Fig. 3 Changes of ethylene production and respiratory rate of juicy peach fruit during storage

(a) 乙烯产生速率 (b) 呼吸强度

由图 3b 可见, 在贮藏过程中减压贮藏的果实呼吸强度要显著低于对照组 ($P < 0.05$), 对照组在第

果实 TSS 在冷藏过程中缓慢下降, 但常温 3 d 时明显提高, 可能是后熟过程中淀粉类物质转化为可溶性糖。对照果实 TSS 在第 18 天形成高峰, 然后降低, 常温 3 d 过程中下降明显。可滴定酸和维生素 C 含量在整个贮藏期间, 因参与代谢活动, 总体呈下降趋势。由图 2b、2c 可见, 对照果实可滴定酸和维生素 C 含量下降显著快于减压贮藏 ($P < 0.05$), (10 ± 5) kPa 压力组下降速度慢于 (80 ± 5) kPa 压力组。

18 天出现呼吸高峰。减压贮藏的果实未出现呼吸高峰, 说明减压贮藏能明显抑制水蜜桃果实的采后呼吸。(80 ± 5) kPa 压力组呼吸强度比 (10 ± 5) kPa 压力组略高。

2.4 贮藏期 SOD 和 CAT 活性变化

超氧化物歧化酶(SOD)是植物体内抗氧化防御体系的关键酶, 能特异地清除超氧阴离子自由基, 它的作用是将 O_2^- 歧化成 H_2O_2 和 O_2 。过氧化氢酶(CAT)广泛存在于植物的所有组织中, 能将过氧化氢分解为 O_2 和 H_2O , 使生物机体免受过氧化氢的毒害作用。SOD 和 CAT 共同作用可以清除植物体内的 O_2^- 和 H_2O_2 , 在一定程度上忍耐、减缓或抵抗逆境胁迫或延缓植物器官的衰老进程, 其活性随组织衰老而下降, 同时膜脂过氧化加强^[12-16]。如图 4a 和 4b 所示, 水蜜桃果实的 SOD 和 CAT 活性在整个贮藏期间呈下降趋势, 对照组 SOD 和 CAT 活性显著低于减压贮藏。说明减压贮藏有利于在一定时间内维持果实内自由基代谢的稳定性。

3 讨论

减压技术对多种果蔬取得了较好的贮藏效果^[17-19], 特别是在一些用常规贮藏方法(包括冷藏、气调贮藏)无法解决的水果和蔬菜, 如翠冠梨, 在应用减压技术之前, 无论是采用 MAP 技术还是 CA 技术, 都无法解决贮藏过程中的脆度降低问题, 直到采用减压技术后, 才实现了 60 d 的保脆贮藏。软溶质水蜜桃贮藏中亦存在特有的难题, 以低成熟

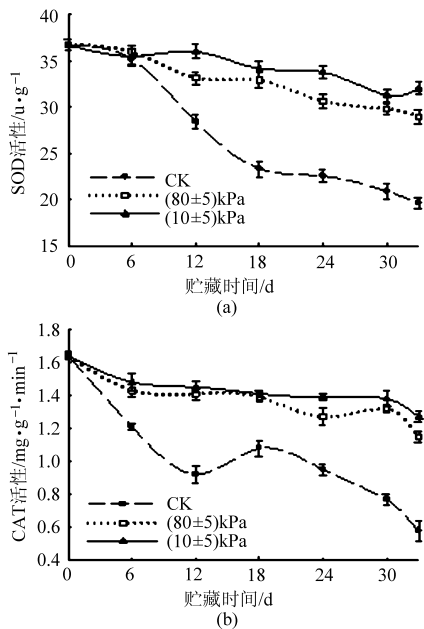


图4 贮藏期SOD、CAT活性变化

Fig. 4 Changes of SOD activity and CAT activity of juicy peach fruit during storage
(a) SOD活性 (b) CAT活性

度贮藏,风味差、易冷害;而以较高成熟度贮藏,冷害较轻、风味好,但易衰老引起品质劣变,采用常规的贮藏方法,一般只能保鲜12 d,随后品质开始劣变并发生冷害。本文采用(10±5) kPa压力处理的水蜜桃,保鲜效果最好,经30 d的贮藏后常温3 d,仍能正常后熟,保持较好的香气浓郁、多汁甜美等品质,未出现絮败、褐变等冷害现象,保持了水蜜桃独特的商品价值。

减压贮藏能保持果实较高的可溶性固形物含量,减少贮藏期可滴定酸、维生素C的损失,说明减

压处理能较好地减少营养物质的消耗,也从侧面说明呼吸代谢相对较弱。而减压处理呼吸强度一直较低,则直接证明了减压可抑制呼吸代谢,使贮藏过程中的能量消耗处于较低水平。乙烯可促进呼吸作用和衰老,减压处理减少了乙烯释放量,加上负压使果实内部乙烯的快速排出,实际果实内部乙烯一直处于一个极低的水平,可以认为这是减压保鲜有较好保鲜效果的重要原因。减压处理中SOD、CAT能维持较高水平,说明果实机体可以及时清除贮藏期产生的各种自由基,减少细胞膜透率的增大,减少细胞内物质外流,保持细胞的正常结构,保护果实正常代谢机能,从而延缓了果实贮藏期衰老和品质劣变进程。(10±5) kPa压力处理比(80±5) kPa压力处理的水蜜桃贮藏效果好,说明较低的压力更有利于乙烯等有害气体的排出,并使环境O₂分压处于更低的水平,能更有效地抑制呼吸代谢和保持自由基清除酶活性,从而实现更好的贮藏品质。

4 结束语

水蜜桃贮藏期间采用(10±5) kPa减压处理可显著减少乙烯释放量和抑制呼吸代谢,减少贮藏期可滴定酸、维生素C的损失,保持果肉硬度和色泽,并能够有效保持超氧化物歧化酶、过氧化氢酶的活性,延缓细胞膜通透率的增大,从而减轻冷害的发生和延缓贮藏期的品质劣变。果实经30 d冷藏和3 d常温货架期后,仍能正常后熟,未出现絮败、褐变等冷害现象,保持了水蜜桃独特的品质,表明减压贮藏技术在水蜜桃保鲜上有较好的应用前景。

参 考 文 献

- 1 部海燕,陈杭君,陈文烜,等. 采收成熟度对冷藏水蜜桃果实品质和冷害的影响[J]. 中国农业科学, 2009, 42(2): 612~618.
Gao Haiyan, Chen Hangjun, Chen Wenxuan, et al. Effects of harvest maturity on quality and chilling injury of juicy peaches during low temperature storage[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2009, 42(2): 612~618. (in Chinese)
- 2 冯志宏,赵迎丽,李建华,等. 亚精胺处理对大久保桃果实冷敏性的影响[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12): 151~155.
Feng Zhihong, Zhao Yingli, Li Jianhua, et al. Effect of spermidine on chilling-sensitivity of 'Okubao' peach [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12): 151~155. (in Chinese)
- 3 李富军,张新华,王相友. AVG对肥城桃采收品质和采后乙烯合成的影响[J]. 农业机械学报, 2006, 37(2): 76~79.
Li Fujun, Zhang Xinhua, Wang Xiangyou. Effects of AVG on qualities of Feicheng peach pre-harvest and on ethylene synthesis during storage [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2006, 37(2): 76~79. (in Chinese)
- 4 Burg S P, Burg E A. Fruit storage at subatmospheric pressure[J]. Science, 1966, 153(3733): 314~315.
- 5 Burg S P, 郑先章. 中西方减压贮藏研究概述[J]. 制冷学报, 2007, 28(2): 1~7.
Burg S P, Zheng Xianzhang. Summary of hypobaric research in China and the west [J]. Journal of Refrigeration, 2007, 28(2): 1~7. (in Chinese)
- 6 周国勇,刘海鑫. 食品减压冷藏传热传质模拟研究[J]. 农业机械学报, 2004, 35(1): 108~111.
Zhou Guoyong, Liu Haixin. Simulating study on heat and mass transfer of food in hypobaric and refrigerated preservation [J].

- Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2004,35(1):108~111. (in Chinese)
- 7 冯磊,郑永华,汪峰,等. 茉莉酸甲酯处理对冷藏水蜜桃品质的影响[J]. 食品科学,2003,24(9):135~139.
Feng Lei, Zheng Yonghua, Wang Feng, et al. Effects study on MeJA treatment for cold storage of peaches[J]. Food Science, 2003,24(9):135~139. (in Chinese)
- 8 Feng L, Zheng Y H, Zhang Y F, et al. Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains postharvest quality in peaches [J]. Agricultural Sciences in China, 2003, 2(11): 1 246~1 252.
- 9 黄伟坤,唐英章,黄焕昌,等. 食品检验与分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1993:98~99.
- 10 Dhindsa R S, Dhindsa P P, Thrope T A. Leaf senescence; correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase[J]. Journal of Experimental Botany, 1981, 32(1):93~101.
- 11 Pauls K P, Thompson J E. Evidence for the accumulation of peroxidized lipids in membranes of senescing cotyledons[J]. Plant Physiol,1984,75(4):1 152~1 157.
- 12 林植芳,李双顺,林桂珠,等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J]. 植物学报,1984, 26(6):605~615.
Lin Zhifang, Li Shuangshun, Lin Guizhu, et al. Superoxide dismutase activity and lipid peroxidation in relation to senescence of rice leaves[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 1984,26(6):605~615. (in Chinese)
- 13 McRae D G, Thompson J E. Senescence-dependent changes in superoxide anion production by illuminated chloroplasts from bean leaves[J]. Planta, 1983,158(3): 185~193.
- 14 Michalski W P, Kaniuga Z. Photosynthetic apparatus of chilling-sensitive plants [J]. Biochim. Biophys. Acta-Bioenergetics, 1981,637(1): 159~167.
- 15 Asada K. Chloroplasts: formation of active oxygen and its scavenging[J]. Methods in Enzymology, 1984,105:422~429.
- 16 宋纯鹏,梅慧生,储钟稀,等. Ca^{2+} 对叶绿体中超氧化物自由基产生以及由 ACC 形成乙烯的影响[J]. 植物生理与分子生物学学报,1992,18(1):55~62.
Song Chungpeng, Mei Huisheng, Chu Zhongxi, et al. Effects of calcium on the generation of superoxide free radical and the conversion of ACC to ethylene by wheat chloroplasts[J]. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 1992,18(1): 55~62. (in Chinese)
- 17 韩军岐,张有林,史向向. 冬枣减压和臭氧联用保鲜技术研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2006, 34(11):141~147.
Han Junqi, Zhang Youlin, Shi Xiangxiang. Study on fresh-keeping technology of Hypobaric and ozone of Dong jujube[J]. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2006,34(11):141~147. (in Chinese)
- 18 陈文烜,郜海燕,毛金林,等. 黄花梨减压贮藏保鲜技术研究[J]. 食品科学,2004,25(11):326~329.
Chen Wenxuan, Gao Haiyan, Mao Jinlin, et al. Research on technology of storage for hypobaric storage of Huanghua pear [J]. Food Science, 2004,25(11):326~329. (in Chinese)
- 19 李文香,张懋,余汉清. 绿芦笋的减压保鲜试验[J]. 食品与生物技术,2004,23(6):38~42.
Li Wenxiang, Zhang Min, Yu Hanqing. Study on hypobaric storage of asparagus of ficinalis L[J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2004,23(6):38~42. (in Chinese)