

外源乙烯对 CA 贮藏桃果实品质变化的影响

胡花丽^{1,2}, 梁丽松¹, 王贵禧^{1,*}, 李艳菊³

(1. 中国林业科学研究院林业研究所 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091;

2. 西北农林科技大学林学院, 陕西 杨凌 712100 3. 北京理工大学生命科学与技术学院, 北京 100081)

摘 要: 以“八月脆”桃果实为材料, 研究了不同浓度外源乙烯(10~20、50~80 $\mu\text{L/L}$)处理对桃果实气调贮藏(9%~11% CO_2 +9%~11% O_2)期间及其回温 3d 后品质变化的影响。结果表明, 外源乙烯处理可使贮藏后期桃果实及其回温果实正常软化, 而未加乙烯处理的气调和冷藏对照处理果实在贮藏 45d 以后出现硬度升高, 失去了后熟软化能力; 外源乙烯处理使贮藏后期桃果实及其回温果实膜透性增加; 外源乙烯处理使贮藏中后期桃果实总糖含量增加, 但回温后桃果实总糖含量没有明显升高; 外源乙烯处理加快了贮藏中期桃果实可滴定酸含量的下降, 但可缓解回温桃果实可滴定酸的迅速下降。外源乙烯对气调贮藏桃果实各品质指标的影响主要表现在贮藏中后期。综合考虑不同浓度外源乙烯处理对桃果实各品质指标的影响, 认为 50~80 $\mu\text{L/L}$ 外源乙烯处理对贮藏中后期桃果实的后熟及维持其品质有较好的作用。

关键词: 桃果实; CA 贮藏; 外源乙烯; 品质

Effects of Exogenous Ethylene Treatments on Quality of “Bayuecui” Peach Fruit in CA Storage

HU Hua-li^{1,2}, LIANG Li-song¹, WANG Gui-xi^{1,*}, LI Yan-ju³

(1. Key Laboratory of Forestry Silviculture, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

3. College of Life Science and Technology, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: This experiment studied the effects of exogenous ethylene of different concentrations (10~20 $\mu\text{L/L}$, 50~80 $\mu\text{L/L}$) on the quality of “Bayuecui” peach fruit during CA storage (9%~11% CO_2 +9%~11% O_2) and then 3 days shelf-life at 20 °C. The results showed that the treatments with exogenous ethylene could make peach fruit softening normally, however, the firmness of peach fruit which were stored in controlled atmosphere without exogenous ethylene and in low temperature appeared harden, and lost the ability of normal softening even at 20 °C at the late period of storage. The treatments with exogenous ethylene promoted the increasing of membrane permeability of peach fruit during storage and shelf-life. Exogenous ethylene increased the total sugar content of peach fruit in the late period of storage, but did not affect the total sugar content obviously at 20 °C for 3 days. The treatments of exogenous ethylene accelerated the decreasing of titratable acids content in the middle stage of storage, while slowed down the rapid decreasing of titratable acid content during the shelf-life. The above results indicated that the effects of exogenous ethylene on the quality of peach fruit stored in controlled atmosphere manifested in the middle and late period of storage. Considering the comprehensive effects of different ethylene concentrations on all quality of peach fruit, we believed the treatment with 50~80 $\mu\text{L/L}$ exogenous ethylene has better effect.

Key words peach fruit; controlled atmosphere storage; exogenous ethylene; quality

中图分类号: S662.1; TS255.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)01-0338-05

八月脆桃是由大久保与绿化 5 号杂交选育出的晚熟品种, 北京地区 9 月上中旬成熟。贮藏保鲜对于缓解桃果实的集中上市所造成的销售困难、减少腐烂、促进

运销有着积极的意义。桃果实在常温下的贮运期很短, 低温贮藏又易发生冷害, 使风味和质地劣变^[1], 贮藏后期失去商品价值和食用价值。王贵禧等研究表明, 大

收稿日期: 2006-12-15

基金项目: 北京市自然科学基金项目 (6062027)

作者简介: 胡花丽 (1980-), 女, 硕士研究生, 主要从事经济林产品利用研究。E-mail: huhuali203@163.com

* 通讯作者: 王贵禧 (1962-), 男, 研究员, 主要从事果蔬采后贮藏保鲜理论与技术研究。E-mail: wanggx@caf.ac.cn

久保桃果实在5℃下贮藏15d时就表现出冷害,在0℃下贮藏30d时表现冷害症状,并且在回温后表现更加明显^[2]。一直以来,国内外在减缓桃和油桃果实冷害方面进行了大量的研究,如高温或低温处理、辐照处理、间歇升温、延期贮藏等^[3-5],但这些多是研究性报道,生产上难以推广,桃果实的产业化贮藏保鲜技术问题仍然没有解决。桃果实因其本身的特点,在其贮藏过程中应当有控制地维持其后熟能力^[6],但低温贮藏期间,桃果实的乙烯释放严重受抑,不能启动后熟。因而低温贮藏桃果实的关键在于防止果实发生冷害,有效地保持桃果实后熟能力,进而维持果实的品质^[7]。气调贮藏对减轻桃果实在低温贮藏过程中的冷害有一定作用,如“八月脆”桃在10% CO₂+10% O₂的气调贮藏条件下,基本抑制了果肉褐变等冷害症状的发生^[8]。乙烯是一种成熟衰老激素,在果实成熟、衰老进程中起着重要的作用^[9]。Lluis P等对外源乙烯在冷藏桃果实中的作用已进行了部分研究^[10],但关于外源乙烯对CA贮藏桃及其回温果实品质的作用特点未见报道。本实验以“八月脆”桃果实为材料,研究不同浓度外源乙烯对桃果实在气调贮藏过程中及出库后的货架期期间其果实硬度、膜透性、总糖和可滴定酸的变化,探讨外源乙烯对提高CA贮藏桃果实品质的作用。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

“八月脆”桃果实采自北京市平谷区,果实采后当天运至中国林业科学研究院林业研究所林果保鲜实验室,选用成熟度一致,无病虫害的八成熟果实为材料,经0~1℃预冷3d后装入气调试验箱,进行以下处理:(1)CA1(9%~11% CO₂+9%~11% O₂)控制外源乙烯浓度10~20μl/L;(2)CA2(9%~11% CO₂+9%~11% O₂)控制外源乙烯浓度50~80μl/L;(3)CA3(9%~11% CO₂+9%~11% O₂);(4)冷藏对照(装入打孔塑料袋内,防止失水),贮藏温度0~1℃。贮藏期间每隔15d取样一次,测定刚出库以及在20℃下回温3d后各项品质指标的变化。

FT327型果实硬度计(探头直径11mm) 意大利;电导率仪。

1.2 方法

1.2.1 硬度的测定

用刀片在果实最大横径处切去1cm²的果皮后,在去皮处用果实硬度计测定硬度。每次测9个果实,去掉最大值和最小值后取平均值。回温3d后的硬度下降量=回温3d后的硬度-刚出库时的硬度。

1.2.2 膜透性的测定

以相对电导率表示。用直径10mm打孔器从9个果

实中取圆柱状果肉,用刀片切成3mm厚的圆片,经去离子水冲洗后,将圆片放盛有30ml蒸馏水的三角瓶中,然后放入摇床中25℃保温振荡2h后用导电率仪测定电导率C₁,然后加热煮沸20min,25℃平衡10min,测定电导率C₂,膜透性(%)=C₁/C₂×100。重复测定3次,结果取平均值。回温3d后的膜透性增加量=回温3d后的膜透性-刚出库时的膜透性。

1.2.3 总糖的测定

蒽酮比色法^[11]。回温3d后的总糖含量增加量=回温3d后的总糖含量-刚出库时的总糖含量。

1.2.4 可滴定酸(TA)的测定

NaOH滴定法^[11](按苹果酸计)。回温3d后的TA增加量=回温3d后的TA含量-刚出库的TA含量。

1.2.5 数据差异性分析

所有数据用SPSS软件进行统计处理,采用ANOVA进行邓肯氏多重差异分析。

2 结果与分析

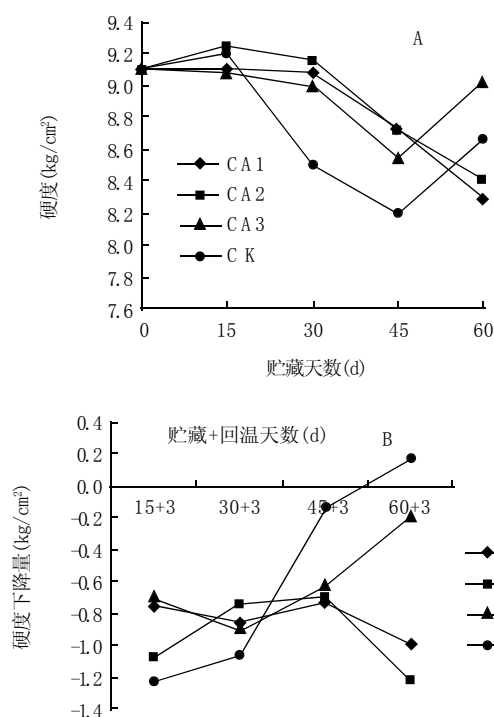
2.1 外源乙烯处理对CA贮藏桃果实硬度的影响

由图1A可看出,随着贮藏时间的延长,果实的硬度呈下降趋势。在贮藏15d时各处理果实硬度差异不显著,从贮藏15d至45d期间,冷藏对照处理果实的硬度急剧下降,CA1、CA2和CA3处理硬度下降比较缓慢,而且差异不显著。在贮藏45d至60d期间,CA3和冷藏对照处理果实的硬度出现升高,这是发生冷害的表现,而CA1和CA2处理果实的硬度继续缓慢下降,但CA1、CA2之间的差异不显著,说明外源乙烯处理可使贮藏后期桃果实保持正常软化的能力。

图1B是不同贮藏时期出库的果实在20℃回温3d后的硬度下降情况。在贮藏1个月内,各处理果实出库后的硬度均出现下降,果实发生软化,实现后熟;在贮藏1个月后,各处理果实的硬度变化表现出不同的特点。冷藏对照果实的硬度随着贮藏时间的延长,其硬度下降量减少,至贮藏60d时,其硬度出现增加现象,说明随着贮藏时间的延长,可能由于发生冷害,冷藏对照果实的软化能力减弱甚至丧失。在贮藏的后期,CA3果实的软化能力亦减弱;而CA1、CA2处理果实在出库后仍可以正常软化,且CA2处理果实的软化能力显著好于CA1。

2.2 外源乙烯处理对CA贮藏桃果实膜透性的影响

由图2A可看出,各处理桃果实的膜透性表现出一致的变化趋势,但不同处理又表现出量的差异。贮藏15d时,冷藏对照处理果实膜透性显著高于各CA处理,并且CA处理果实膜透性之间差异不显著。随着贮藏时间的延长,CA1、CA2处理果实膜透性逐渐高于CA3



A. 出库时的硬度；B. 20℃回温 3d 后的硬度下降率。

图 1 外源乙烯处理对桃果实硬度的影响

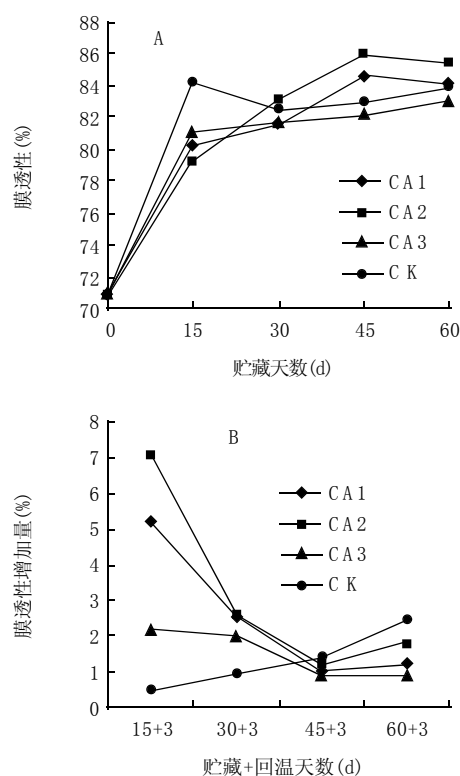
Fig.1 Effects of exogenous ethylene treatments on firmness of peach fruit

和冷藏对照处理,说明外源乙烯处理有利于果实软化后熟,提高了贮藏后期桃果实的膜透性,且CA2处理果实膜透性显著高于CA1。在整个贮藏过程中,冷藏对照果实膜透性高于CA3处理,说明CA贮藏有利于保持果实细胞膜的完整性。CA贮藏是通过抑制果实乙烯的合成而延长贮藏期的^[12]。在桃果实贮藏的后期,由于乙烯合成能力的下降,易使果实丧失生命代谢能力,进而发生冷害^[7],不能正常后熟软化。外源乙烯处理提高了贮藏后期CA贮藏桃果实的膜透性,使桃果实可正常软化,进而完成桃果实的后熟过程。

图2B是不同贮藏时期出库的果实在20℃回温3d后的膜透性增加情况。各处理桃果实的膜透性都不同程度增加。CK处理果实膜透性增加量呈增加趋势,在贮藏30d以前,外源乙烯处理亦提高了回温桃果实的膜透性。从贮藏45d至60d期间,冷藏对照处理果实膜透性增加量显著高于其他处理,但此期间冷藏对照处理和CA3处理果实不能正常软化(图1B)。冷藏对照桃果实在贮藏后期膜透性的增加可能与桃果实发生冷害有关。CA2处理果实膜透性增加量显著高于CA1和CA3,CA3处理果实的膜透性增加量最低,而CA3处理果实在贮藏后期不能正常软化可能与贮藏后期乙烯合成能力下降有关。

2.3 外源乙烯处理对CA贮藏桃果实总糖含量的影响

由图3A可看出,在贮藏的前15d,各处理果实总



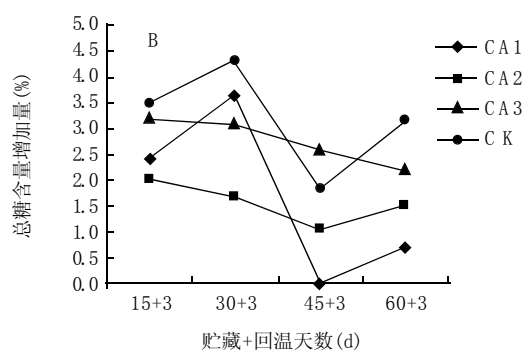
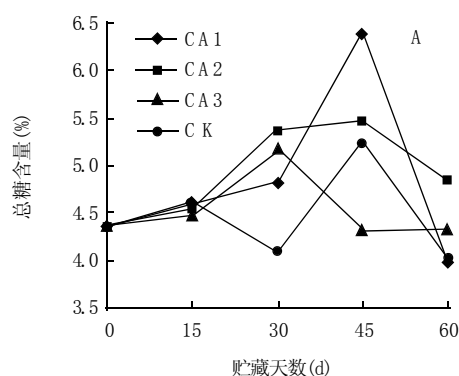
A. 出库时的膜透性；B. 20℃回温 3d 后的膜透性增加率。

图 2 外源乙烯处理对桃果实膜透性的影响

Fig.2 Effects of exogenous ethylene treatments on membrane permeability of peach fruit

糖含量差异不显著,之后各处理果实总糖含量表现出不同的变化规律;贮藏30d时,冷藏对照果实总糖含量显著低于各CA处理,但三种CA处理之间差异不显著;贮藏45d时,CA1处理果实总糖含量显著高于CA3处理,但与CA2处理和冷藏对照之间未达到显著差异;贮藏60d时CA2处理果实总糖含量显著高于CA1、CA3和CK处理,但后三者之间差异不显著。表明CA2处理可提高贮藏桃果实总糖含量。

图3B是不同贮藏时期出库的果实在20℃回温3d后的总糖含量增加情况。除贮藏30d外,CA1、CA2处理果实总糖含量增加量差异不显著。CA3和冷藏对照处理果实总糖含量增加量差异均不显著。贮藏前期,CA2处理果实总糖含量增加量显著低于CA3和CK处理,而在贮藏后期,CA2处理果实总糖含量增加量与CA3和CK处理之间差异不显著,但在贮藏60d时,CA2处理果实总糖含量增加量显著低于CK处理。贮藏15d时,CA1处理果实总糖含量增加量与CA3处理之间差异不显著,但显著低于CK处理,贮藏30d至45d期间,CA1处理果实总糖含量增加量与CA3和CK处理之间差异均不显著,但在贮藏60d时,CA1处理果实总糖含量增加量显著低于CA3和CK处理。结合刚出库各处理果实总糖含量的结果发现,外源乙烯处理未使回温桃果实总糖



A. 出库时的总糖含量; B. 20℃回温3d后的总糖增加率。

图3 外源乙烯处理对桃果实总糖含量的影响

Fig.3 Effects of exogenous ethylene treatments on total sugar content of peach fruit

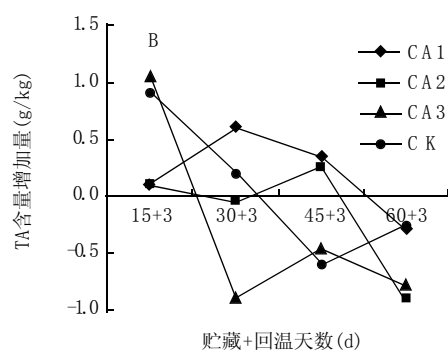
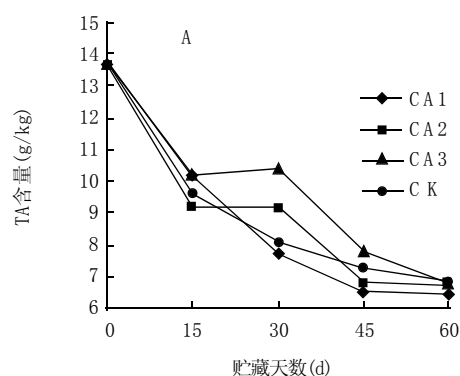
含量出现明显升高。

2.4 外源乙烯处理对CA贮藏桃果实可滴定酸(TA)含量的影响

由图4A可看出,在低温贮藏过程中,桃果实TA含量呈下降趋势。在贮藏的前15d,各处理果实TA含量急剧下降,各处理差异不显著。贮藏30d时,CA3处理果实TA含量高于CA2处理,且达到显著差异。CA2处理果实中TA含量高于CA1和CK处理,亦达到显著差异。在贮藏后期各处理果实TA含量差异不显著。表明外源乙烯对贮藏桃果实TA含量的影响主要表现在贮藏中期。

图4B是不同贮藏时期出库的果实在20℃回温3d后的TA含量增加量情况。在贮藏前期,各处理果实TA均表现为不同程度的增加。在贮藏中期,CA3和冷藏对照处理果实TA增加量为负值,而CA1和CA2处理则表现出不同程度的增加。贮藏后期,各处理果实TA增加量均为负值,至贮藏60d时,CA1、CK处理TA增加量之间差异不显著,CA2、CA1处理TA之间增加量差异亦不显著,但处理CA1与CA2之间达到差异显著。从整体上看,外源乙烯处理可缓解贮藏中后期桃果实TA增加量的迅速下降,CA1处理的作用更明显。

3 讨论



A. 出库时的TA含量; B. 20℃回温3d后的TA增加量。

图4 外源乙烯处理对桃果实TA含量的影响

Fig.4 Effects of exogenous ethylene treatments on titratable acid content of peach fruit

桃果实的成熟过程中,由于细胞壁间溶解而果实的硬度随之下降^[13]。但桃果实在低温贮藏过程中常常由于冷害的发生而导致果实不能正常软化,品质劣变^[14]。如何保持桃果实在低温贮藏后仍具有一定的货架期并且能够后熟软化,是桃果实贮藏的重要问题。CA贮藏在于抑制乙烯合成来延长果实的贮藏期限,但在桃果实贮藏后期乙烯释放量减少,而桃果实后期软化需要乙烯的参与^[15]。Lluis P等在0、5、10℃贮藏条件下,0.1、1、3、10、100μl/L外源乙烯处理“Elegant Lady”、“0”“Henry”、“Fairtime”和“Autumn Flame”桃果实28d,结果发现,外源乙烯处理对冷藏桃果实硬度、SSC和TA影响不显著^[10]。同样,Dong L等报道,用15μl/L外源乙烯处理0℃贮藏的油桃果实4周,结果发现,乙烯处理对果实硬度的影响亦不显著,但是出库后,外源乙烯处理果实的乙烯释放量升高,促使了细胞壁的水解,进而完成果实正常的后熟软化^[16]。可见,外源乙烯处理对贮藏前期桃果实品质影响不明显,本研究亦得出同样的结果。通过外源乙烯处理桃果实研究表明,外源乙烯的加入对桃果实的生理代谢有影响^[17]。同样,Lluis P等研究表明,1999年3μl/L外源乙烯处理延缓了桃果实腐烂的发生时间,但在2000、2001年的重复实验中未得到同样的结果,作者分析是因1999年采摘的桃果实成熟度低于2000、2001年桃果实的成熟度

[10]。Zhou H W 等研究表明,外源乙烯处理降低了低温贮藏油桃果实絮败果发生率,并且发现絮败果实乙烯合成过程中的相关酶活性如 ACO 酶活性^[18]。可见外源乙烯是通过影响低温贮藏桃果实的生理代谢,进而影响其品质。

通过对刚出库桃果实硬度及其回温果实硬度的分析可得出,冷藏对照果实在贮藏过程中衰老较快,且在贮藏后期其果实发生冷害而不能软化后熟。外源乙烯处理可使贮藏后期桃果实正常软化,且 CA2 处理的作用显著好于 CA1。外源乙烯的加入提高了贮藏后期桃果实膜透性,这是乙烯处理促进后熟的表现,正是由于外源乙烯的这种作用而使 CA 贮藏桃果实可正常软化。外源乙烯处理对 CA 贮藏桃果实总糖含量和 TA 含量均有影响,且其作用主要表现在贮藏中后期。通过分析外源乙烯对 CA 贮藏桃果实品质的作用效果,认为 CA2 处理对维持桃果实品质的作用好于 CA1 处理。

参考文献:

- [1] 王友升,王贵禧.冷害桃果实品质劣变及其控制措施[J].林业科学研究,2003,16(4):465-472.
- [2] 王贵禧,王友升,梁丽松.不同贮藏温度模式下大久保桃果实冷害及其品质劣变研究[J].林业科学研究,2005,18(2):114-119.
- [3] LURIE S, CRISOTO H C. Chilling injury in peach and nectarine[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 37: 195-208.
- [4] ZHOU H W, LURIE S, BEN A R, et al. Intermittent warming of peaches reduces chilling injury by enhancing ethylene and enzymes mediated by ethylene[J]. J Hort Sci Biotech, 2001, 76: 620-628.
- [5] RETAMALES J, COOPER T, STREIF, et al. Preventing cold storage disorders in nectarines[J]. J Hort Sci, 1992, 67: 619-626.
- [6] 吕昌文,齐灵,修德仁,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.
- [7] 吕昌文,程瑞平.茉莉酮酸脂与高氧处理对冷藏水蜜桃的风味影响[J].华北农学报,1999,14(4):137-141.
- [8] 魏文毅.“八月脆”桃果实保鲜过程中相关生理变化的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2004.
- [9] 吴敏,陈昆松,贾惠娟,等.桃果实采后软化过程中内源 IAA、ABA 和乙烯的变化[J].果实学报,2003,20(3):157-160.
- [10] LLUIS P, CARLOS H, CRISOSTO, et al. Effect of continuous exposure to exogenous ethylene during cold storage on postharvest decay development and quality attributes of fruits and table grapes[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 27: 243-254.
- [11] 黄伟坤.食品检验与分析[M].北京:中国轻工业出版社,1995:29-30;98-99.
- [12] ANDERSON P E, PENNG W. Intermittent warming of peach and nectarine stored in a controlled atmosphere or air[J]. J Am Soc Hort Sci, 1975, 100: 151-153.
- [13] 孙萍,孙锐,栾明川,等.气调贮藏对中华寿桃果实品质的影响[J].莱阳农学院学报,2003,20(3):209-210.
- [14] ARTES F, FERENEDEZ-TRUJILLO J P, CANO A. Juice characteristics related to woolliness and ripening during postharvest storage of peaches[J]. Z Lebensm Unders Forsh, 1999, 208(4): 282-288.
- [15] BRECHT J K, KADER A. Regulation of ethylene production by ripening nectarine fruit as influenced by ethylene and low temperature[J]. J Am Soc Hort Sci, 1984, 109: 869-872.
- [16] DONG L, ZHOU H, SONEGO L, et al. Ethylene involvement in the cold storage disorder of “Flavortop” nectarine[J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 23: 105-115.
- [17] 胡花丽,梁丽松,王贵禧,等.外源乙烯对 CA 贮藏桃果实 MDA 含量、PPO 和 LOX 活性变化的影响[J].西北林学院学报,2007,22(3):38-42.
- [18] ZHOU H W, DONG L, BEN-ARIE R, et al. The role of ethylene in the prevention of chilling injury in nectarines[J]. Journal of Plant Physiology, 2001, 158(1): 55-61.