

1-MCP 对砀山酥梨黑皮病发生的影响

田改妮¹, 饶景萍¹, 张举印¹, 董晓庆¹, 王慎谦²

(1 西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2 西安鲜诺生物科技有限公司, 陕西 西安 710002)

【摘 要】 【目的】研究 1-甲基环丙烯(1-MCP)对不同采收期砀山酥梨黑皮病发病情况的影响。【方法】以砀山酥梨(Dangshansu pear)为试材, 对不同采收期(采收期 I: 果实未成熟, 为当地大量采收期; 采收期 II: 当地适宜采收期)的砀山酥梨果实, 用 1.0 $\mu\text{g/L}$ 1-MCP 密闭处理 24 h 后进行冷藏及常温贮藏, 以未经 1-MCP 处理的果实为对照, 测定果实贮藏期间的 α -法尼烯、共轭三烯含量及呼吸速率、乙烯释放速率, 并观察统计果实黑皮病的发生率和黑皮指数。【结果】采收期 I 的对照果实黑皮病发病时间较早, 黑皮发生率和黑皮指数均较高; 同一采收期, 1.0 $\mu\text{g/L}$ 1-MCP 处理能推迟砀山酥梨果实黑皮病发生的时间, 降低黑皮指数, 显著抑制 α -法尼烯及共轭三烯含量的增加; 与采收期 I 1-MCP 处理果实相比, 采收期 II 1-MCP 处理推迟了果实黑皮病发病时间, 对果实黑皮发生率和黑皮指数的抑制作用较好; 呼吸速率、乙烯释放速率、贮藏温度与果实黑皮病的发生呈正相关关系。【结论】1-MCP 处理对砀山酥梨果实黑皮病的发生有显著抑制作用, 且对成熟果实的作用较未成熟果实明显。

【关键词】 砀山酥梨; 1-MCP; 采收期; α -法尼烯; 共轭三烯; 黑皮病

【中图分类号】 S661.2

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)11-0138-05

Effects of 1- MCP treatment on superficial scald of Dangshansu pear

TIAN Gai-ni¹, RAO Jing-ping¹, ZHANG Ju-yin¹, DONG Xiao-qing¹, WANG Shen-qian²

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

2 Xi'an Xiannuo Biological Sci-Tech Co. Ltd, Xi'an, Shaanxi 710002, China)

Abstract: 【Objective】The effects of 1-MCP treatment on superficial scald of Dangshansu pears with different maturity were studied. 【Method】This experiment studied DangShansu pear picked at different harvesting time(harvest I: initial mature period, a primary harvest time for local; harvest II: the timely harvest time). After 24 h frozen of 1.0 $\mu\text{g/L}$ 1-MCP treatment, pears were under both cold storage and room temperature storage, with not treated as the control. The indexes such as respiration rate, Ethylene production rate, α -farnesene, conjugated trienes and superficial scald ratio and superficial scald index were determined and analyzed during storing period. 【Result】The results showed that the fruits picked at I had a high superficial scald ratio and superficial scald index, and superficial scald appeared earlier; at the same harvesting time, the treatment of 1.0 $\mu\text{g/L}$ postponed the time of superficial scald, reduced superficial scald index, and significantly inhibited the increase of both contents of α -farnesene and conjugated trienes; 1-MCP treatment of the fruits of harvest II postponed the time of superficial scald, and had more obvious effects of inhibiting superficial scald ratio and superficial scald index; respiration rate, ethylene production rate and store temperature were positive to the degree of scald development. 【Conclusion】The inhibition effects of 1-MCP treatment on pear storage of different harvests are obviously different, more obvious on the mature

* [收稿日期] 2009-03-20

[基金项目] 罗门哈斯(中国)公司资助项目

[作者简介] 田改妮(1981—), 女, 山东济宁人, 在读硕士, 主要从事园艺产品采后生理与贮藏保鲜研究。

E-mail: xiaogai_77@yahoo.com.cn

[通信作者] 饶景萍(1957—), 女, 陕西城固人, 教授, 博士生导师, 主要从事园艺产品成熟衰老生理及其控制、果实采后分子生物学及园艺产品采后贮藏保鲜技术的研究。

fruits than immature.

Key words: Dangshansu pear; 1-MCP; harvest time; α -farnesene; conjugated triene; superficial scald

砀山酥梨属呼吸跃变型果实,果肉酥脆多汁,是我国主要的梨出口品种。黑皮病是砀山酥梨贮藏后期最常见的一种病害,不仅影响其外观质量,而且还会影响内在品质及商品价值。由于果农过早采收,黑皮病发病率增高、发病趋势严重,同时出库后常温运输又加速了黑皮病的发生。因此,砀山酥梨黑皮病防治是生产中亟待解决的一个问题^[1]。黑皮病的发生与果皮中 α -法尼烯及其氧化产物有关,所以防治黑皮病应该设法降低 α -法尼烯及其氧化产物在果皮中的积累,或防止果皮中 α -法尼烯的氧化。1-甲基环丙烯(1-MCP)具有阻断乙烯与受体结合,抑制乙烯产生的作用^[2-4],并进一步影响果实内部衰老过程中酶和基因的变化。研究人员^[5-6]已使用 1-MCP 对苹果、香蕉、李子、草莓和番茄等多种果实贮藏效果的影响进行了分析,发现 1-MCP 可以明显抑制果实贮藏期间生理失调的发生,延缓 α -法尼烯的产生及其氧化物的积累,从而提高果蔬的贮藏质量。

目前,1-MCP 对梨黑皮病的影响报道较少。本试验采用 1-MCP 处理不同采收期的酥梨果实,研究其对酥梨采后黑皮病的影响,以期探索酥梨黑皮病致病机制和防治措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

砀山酥梨采自陕西省蒲城县某管理良好的农家果园。

1-MCP 试剂由罗门哈斯(中国)公司提供。根据前人研究结果^[7-8],1-MCP 的使用质量浓度为 1.0 $\mu\text{g/L}$ 。

1.2 试验方法

试验设 2 个采收期处理,分别为 09-01(采收期 I,果实尚未成熟,为当地大量采收期)和 09-14(采收期 II,为该品种在当地的适宜采收期),采收当日运回实验室,挑选成熟度一致、大小均匀、无病虫害的果实进行试验。2 个采收期的果实进行相同处理。对照(CK)果实不处理而直接在密闭箱中放置 24 h;1-MCP 处理果实用 1.0 $\mu\text{g/L}$ 1-MCP 密闭处理 24 h。每处理设 3 个重复,每重复用果实 20 kg。将处理后的果实分装于 0.03 mm 厚的聚乙烯薄膜打孔塑料袋中,贮藏于 10~12 $^{\circ}\text{C}$ 冷库中。冷库温度每 3 d 降 1 $^{\circ}\text{C}$,降至 5 $^{\circ}\text{C}$ 时稳定 3 d,然后再每天降 1

$^{\circ}\text{C}$,经 21 d 降至 $(0\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 后冷藏 180 d,在冷藏期间取样测定和观察相关指标。冷藏结束后于 16~17 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏 12 d,在此期间继续观察、测定黑皮病的相关指标。

1.3 测定指标及其方法

1.3.1 酥梨果实黑皮发生率的计算 黑皮发生率/ $\%$ =(黑皮果个数/果实总个数) $\times 100\%$ 。

1.3.2 酥梨果实黑皮指数的计算 黑皮指数/ $\%$ =[$\sum$ (黑皮果数 $\times$ 黑皮果级数)/(检查总数 $\times$ 最高级数)] $\times 100\%$ 。正常果为 0 级;0<发病面积<1/4 为 1 级;1/4<发病面积<1/3 为 2 级;1/3<发病面积<1/2 为 3 级;1/2<发病面积<1 为 4 级。

1.3.3 酥梨果皮中 α -法尼烯、共轭三烯含量的测定^[9] 刮净梨果皮内侧的果肉,取 10 cm^2 放入 20 mL 大试管中,加入 10 mL 正己烷,提取 α -法尼烯和共轭三烯。取 2 mL 提取液过 Florisil 柱(硅镁型吸附剂),再加 3~4 mL 正己烷洗脱并定容至 5 mL 容量瓶中密封,及时在 232 nm 处比色,测定 α -法尼烯的含量。另取提取液 2 mL,加 2 mL 正己烷于 281 nm 及 290 nm 处比色,测定共轭三烯的含量。试验重复 3 次,测定结果的单位为“ nmol/cm^2 ”。

1.3.4 酥梨果实呼吸强度的测定 用 TEL-7001 型远红外 CO_2 分析仪测定 CO_2 产量,单位为“ $\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ”。

1.3.5 酥梨果实乙烯释放速率的测定 用岛津 GC-14A 气相色谱仪测定乙烯浓度^[10],并计算乙烯释放速率,单位为“ $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ”。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实黑皮发生率和黑皮指数的影响

由图 1 可以看出,采收期不同,砀山酥梨黑皮病发病时期和程度也不同。采收期 I 对照果实入贮 143 d 后开始发生黑皮病,此后黑皮发生率和黑皮指数不断升高;采收期 II 对照果实入贮 166 d 后开始出现黑皮症状,其黑皮指数比采收期 I 对照果实降低了 19.94%;采收期 I 1-MCP 处理的果实入贮 175 d 后开始出现黑皮症状,与采收期 I、II 对照果实相比,其黑皮指数分别降低了 31.80% 和 3.15%;采收期 II 1-MCP 处理的果实入贮 184 d 后开始出现黑皮症状,其黑皮指数分别比采收期 I、II 的对照及

采收期 I 的 1-MCP 处理果实降低了 61.84%, 43.25%和 13.71%;至贮藏期结束时(入贮 192 d), 采收期 I、II 对照及其 1-MCP 处理果实的黑皮指数分别为 68.94%, 57.64%和 25.00%, 6.09%。在整个贮藏期内, 1-MCP 处理果实黑皮症状出现的时间均晚于对照, 其黑皮发生率和黑皮指数均显著低于对照($P<0.05$);采收期 II 对照果实黑皮症状出现的时间比采收期 I 推迟了 23 d, 且黑皮指数显著降

低($P<0.05$);采收期 II 1-MCP 处理果实出现黑皮症状的时间比采收期 I 的 1-MCP 处理果实推迟了 9 d, 且其黑皮发生率和黑皮指数均显著降低($P<0.05$)。随着贮藏时间的延长, 果实黑皮面积逐渐增加, 病情指数不断提高, 在冷藏期内黑皮病上升趋势较常温下缓慢, 这可能是由于果实出库后温度升高, 导致黑皮病发生程度加重。

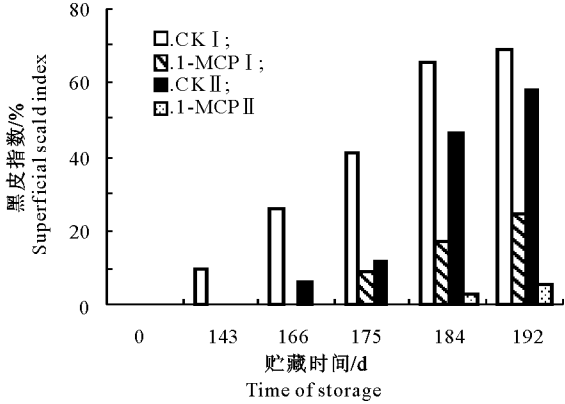
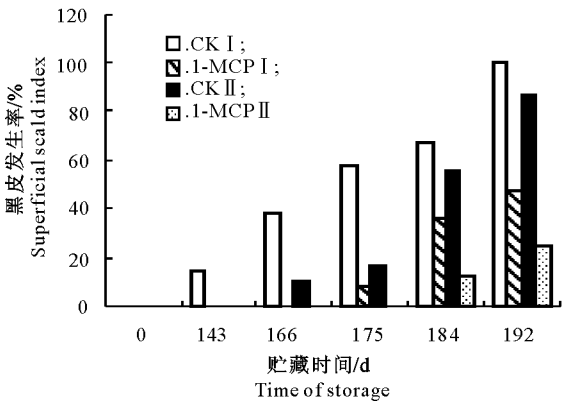


图 1 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实黑皮发生率和黑皮指数的影响

Fig. 1 Effect of different harvest dates on the superficial scald ratio and superficial scald index in Dangshansu pear

2.2 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果皮 α -法尼烯含量的影响

由图 2 可知, 不同采收期对砀山酥梨果皮 α -法尼烯含量高峰期出现时间和峰值的影响明显, 采收期 I 较采收期 II 高峰出现早, 峰值较大, 且变幅也较大。

同一个采收期, 1-MCP 处理果实果皮中的 α -法尼烯含量, 在整个贮藏期内显著低于对照果实($P<0.05$), 这说明 1-MCP 处理能显著抑制贮藏期内砀山酥梨 α -法尼烯含量的增加。采收期 I、II 对照梨

果果皮中 α -法尼烯含量, 起初随着贮藏时间的延长而不断增加, 分别在入贮 180 d (488.8 nmol/cm²) 和 184 d (395.2 nmol/cm²) 时达到高峰, 随后逐渐下降。采收期 I、II 的 1-MCP 处理梨果果皮 α -法尼烯含量随着贮藏时间的延长不断增加, 但是上升幅度远远小于对照果实, 且在上升过程中未出现峰值。到贮藏期结束时, 采收期 II 1-MCP 处理梨果果皮中 α -法尼烯含量仅为采收期 I 1-MCP 处理果实的 58.8%。

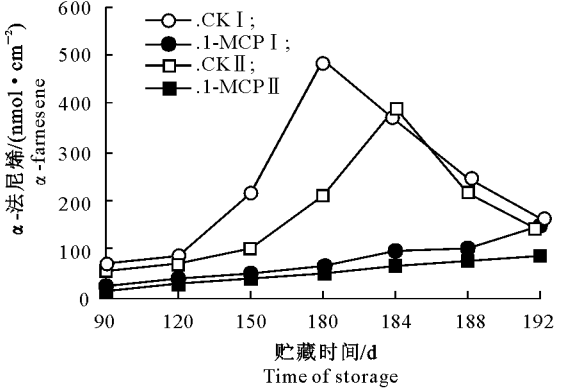


图 2 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨 α -法尼烯含量的影响

Fig. 2 Effect of different harvest dates on α -farnesene in Dangshansu pear

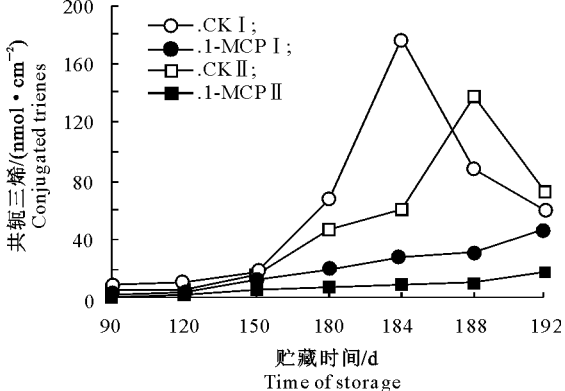


图 3 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实共轭三烯含量的影响

Fig. 3 Effect of different harvest dates on conjugated trienes in Dangshansu pear

2.3 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果皮共轭三烯含量的影响

由图 3 可知,砀山酥梨果皮中共轭三烯含量在贮藏过程中的消长变化趋势与 α -法尼烯相似。采收期 I、II 对照梨果果皮中共轭三烯含量分别在贮藏 184 d (175.8 nmol/cm^2) 和 188 d (137.6 nmol/cm^2) 达到高峰。1-MCP 处理的砀山酥梨在整个贮藏过程中果皮共轭三烯含量上升平缓,没有出现高峰,其含量显著低于对照果实 ($P < 0.05$)。可见,1-MCP 对砀山酥梨共轭三烯的合成有抑制作用。采收期 I 1-MCP 处理果实在贮藏期间的共轭三烯含量高于采收期 II 1-MCP 处理,至贮藏结束时共轭三烯含量分别达到 45.9 和 17.3 nmol/cm^2 ,采收期 I 是采收期 II 的 2.65 倍。

2.4 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实呼吸速率的影响

由图 4 可知,在冷藏期内,2 个采收期的砀山酥梨果实均有呼吸跃变现象出现。采收期 I 对照和 1-MCP 处理果实分别在入库 150 和 170 d 达到呼吸高峰,峰值分别为 6.5 和 $3.1 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$;采收期 II 对照和 1-MCP 处理果实分别在入库 120 和 150 d 达到呼吸高峰 (4.9 和 $3.9 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$)。采收期 I 对照果实呼吸高峰出现的时间相对采收期 II 对照果推迟了 30 d,但其呼吸高峰值却比采收期 II 对照果高 $1.6 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$,这可能是由于黑皮症状的出现导致了果实呼吸强度增加。入库 170 d 后,采收期 I、II 对照果实呼吸速率均迅速增加,至贮藏期结

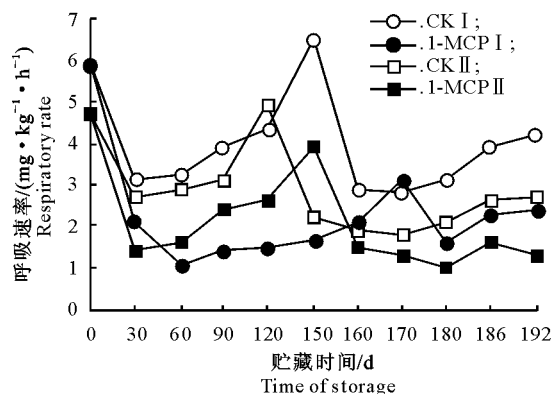


图 4 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实呼吸速率的影响

Fig. 4 Effect of different harvest dates on respiration rate in Dangshansu pear

3 讨论

本研究结果表明,提前采收的砀山酥梨果实比

束时,呼吸速率分别达到 4.2 和 $2.7 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$;采收期 I、II 的 1-MCP 处理果实呼吸速率分别为 2.4 和 $1.3 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$,二者差值为 $1.1 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$ 。采收期 I 1-MCP 处理果实呼吸高峰出现的时间比采收期 II 1-MCP 处理果实推迟了 20 d,峰值降低了 $0.8 \text{ mg/(kg} \cdot \text{h)}$ 。由图 4 还可知,贮藏 180 d 出库后,各个处理果实的呼吸速率均逐渐增加,且黑皮病也越来越严重(图 1),两者呈正相关关系。在整个贮藏期,同一采收期 1-MCP 处理果实的呼吸速率明显低于对照 ($P < 0.05$)。

2.5 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实乙烯释放速率的影响

乙烯是促进果实成熟衰老的一种重要激素。由图 5 可知,冷藏条件下各采收期砀山酥梨均出现了乙烯释放高峰,果实成熟度影响乙烯释放高峰出现的时间。同一采收期,1-MCP 处理可抑制果实乙烯释放速率,但不影响乙烯高峰出现的时间。采收期 I、II 对照果实乙烯释放高峰出现的时间分别为 160 和 120 d,峰值分别为 0.2857 和 $0.4321 \mu\text{L/(kg} \cdot \text{h)}$,采收期 I、II 经 1-MCP 处理果实的乙烯释放速率峰值分别为 0.0211 和 $0.0198 \mu\text{L/(kg} \cdot \text{h)}$ 。在室温条件下(180~192 d),采收期 I、II 对照果实乙烯释放速率不断增加,采收期 II 果实乙烯释放速率显著低于采收期 I 果实 ($P < 0.05$)。这可能是由于从冷库移至室温,温度升高导致梨果乙烯释放速率增加,导致果实黑皮症状加重。在室温下,1-MCP 处理果实乙烯释放速率差异不明显 ($P > 0.05$)。

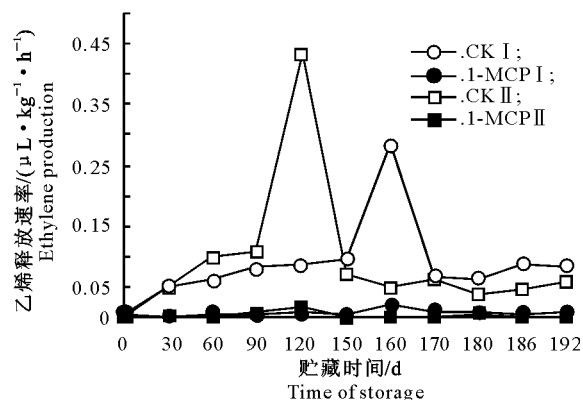


图 5 1-MCP 处理对不同采收期砀山酥梨果实乙烯释放速率的影响

Fig. 5 Effect of different harvest dates on ethylene production rate in Dangshansu pear

成熟后采收的果实更易患黑皮病,用 $1.0 \mu\text{g/L}$ 1-MCP 密闭处理 24 d 后,可明显降低酥梨在贮藏期间黑皮病的发生,且对成熟果实的作用效果尤为明

显。这与李志强等^[7]和常有宏等^[8]的研究结果一致。

黑皮病是砀山酥梨贮藏中的主要病害,目前对黑皮病的防治已有报道^[7],但对其作用机制还不很清楚,可能与虎皮病的作用机理类似。国内外普遍认为,苹果虎皮病(Superficial-Scald)发生的直接原因是贮藏后期 α -法尼烯的氧化产物共轭三烯含量增高所致^[11]。近年来,国内一些研究结果表明,鸭梨黑皮病与苹果虎皮病的发生机理颇为类似,认为其是与 α -法尼烯(α -farnesene)及其氧化产物共轭三烯密切相关的生理病害^[12]。本研究结果表明,砀山酥梨黑皮病发生率和黑皮指数与果皮中 α -法尼烯和共轭三烯含量关系密切,1-MCP 不仅抑制了砀山酥梨黑皮病的发生,而且也推迟了果皮中 α -法尼烯、共轭三烯含量到达峰值的时间,降低了峰值,这与虎皮病发病机制一致。据此认为,鸭梨和砀山酥梨黑皮病与苹果虎皮病的致病机理是一致的,属同类型的生理病害。

呼吸速率和乙烯释放速率是果实贮藏过程中的 2 个重要生理指标。由本研究可以看出,室温下果实呼吸速率和乙烯释放速率逐渐增大,黑皮病也越来越严重,这可能是由于出库后温度升高,随着呼吸速率和乙烯释放速率的增加,果实衰老程度增加,导致黑皮症状更加严重。

[参考文献]

[1] 高经成. 砀山酥梨黑皮病发病机理及防治措施 [J]. 商品贮运与养护,1995,89(5):24-25.
Gao J C. Cause and control of Dangshan pear superficial scald [J]. Storage Transportation & Preservation of Commodities, 1995,89(5):24-25. (in Chinese)

[2] Sisler E C, Dupile E, Serek M. Effects of 1-methylcyclopropene and methykcyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carration [J]. Plant Growth Regul,1996,18:79-86.

[3] Sisler E C, Serek M, Dupile E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene

antagonists implants [J]. Plant Growth Regul,1996,18:169-174.

[4] Blankenship S M, Sisler E C. 2,5-Norbornadiene retards apple softening [J]. Hortscience,1989,24:313-314.

[5] Golding J B, Shearer D, Wyllie S G, et al. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene dependent ripening processes in mature banana fruit [J]. Postharvest Biol Technol,1998,14:87-98.

[6] Porat R, Weiss B, Cohen L, et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of ‘Shamouti’ oranges [J]. Postharvest Biol Technol,1999,15:155-163.

[7] 李志强, 李 益, 汪良驹. 低温与 1-MCP 处理对明水梨果实黑皮病的抑制效应 [J]. 保鲜与加工,2008(2):19-22.
Li Z Q, Li Y, Wang L J. Inhibition of low temperature and 1-MCP treatment on superficial scald of ‘Akemizu’ pear (*Pyrus pyrifolia Nakai*) fruits [J]. Storage & Process,2008(2):19-22. (in Chinese)

[8] 常有宏, 颜志梅, 蒯 经, 等. 1-MCP 延长翠冠果实的货架期 [J]. 江苏农业学报,2006,22(4):443-446.
Chang Y H, Yan Z M, Lin J, et al. Extension of postharvest shelf life of cuiguan pears by 1-MCP [J]. Jiangsu J of Agr Sci, 2006,22(4):443-446. (in Chinese)

[9] Anet E F L. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. IX: Effect of maturity and ventilation [J]. J Sci Fd Agric,1972,23:763-769.

[10] Tang Y, Mas S, Wu C L. Effects of 1-MCP on Respiration, Ethylene production and fruit quality of gala apples [J]. Journal of Fruit Science,2004,21(1):42-45.

[11] Huelin F E, Coggiola I M. Superficial scald, a functional disorder of stored apples. VII: effect of applied α -farnesene, temperature and diphenylamine on scald and the concentration and oxidation of α -farnesene in the fruit [J]. J Sci Fd Agric,1970,21:584-589.

[12] 周山涛, 王坤范, 张小男, 等. 鸭梨黑皮病发生机理初探 [J]. 北京农业大学学报, 1984,10(4):55-58.
Zhou S T, Wang K F, Zhang X N, et al. Study on the cause and control of ‘Ya-li’ pear superficial scald [J]. Acta Agriculturae Universitatis Pekunensis,1984,10(4):55-58. (in Chinese)