

1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果采后生理与品质的影响

张 锋¹, 龚新明¹, 马书尚¹, 张继澍¹, 关军锋²

(1 西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 2 河北省农林科学院, 河北 石家庄 050051)

【摘 要】 【目的】研究 1-甲基环丙烯(1-MCP)和温度处理对‘秦阳’苹果采后生理和品质的影响, 为其采后贮藏提供理论依据。【方法】以‘秦阳’苹果为试材, 在 0 和 20 ℃ 2 种贮藏温度下, 研究了 0.5 μL/L 1-MCP 密封 24 h 处理对‘秦阳’苹果呼吸速率、乙烯生成速率及品质的影响。【结果】0 和 20 ℃ 贮藏温度下, 0.5 μL/L 1-MCP 处理均能显著降低‘秦阳’苹果的呼吸速率和乙烯生成速率, 延缓果实软化, 保持可滴定酸含量, 但以 0 ℃ 下的贮藏效果较好。0 ℃ 贮藏期间, 果实的呼吸速率最高为 7.3 mg/(kg · h), 乙烯生成速率几乎为 0, 对可溶性固形物含量无明显影响。【结论】0.5 μL/L 1-MCP 处理明显降低了‘秦阳’苹果的呼吸速率和乙烯生成速率, 延缓了果实品质的下降。

【关键词】 ‘秦阳’苹果; 1-甲基环丙烯(1-MCP); 贮藏温度; 采后生理; 果实品质

【中图分类号】 S661.109+.3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2009)10-0115-05

Effect of 1-MCP storage and temperature on the quality and postharvest physiology of Qinyang Apple

ZHANG Feng¹, GONG Xin-ming¹, MA Shu-shang¹, ZHANG Ji-shu¹, GUAN Jun-feng²

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

2 Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050051, China)

Abstract: 【Objective】The study was to investigate the effect of 0.5 μL/L 1-MCP on quality and post-harvest physiology of Qinyang Apple and primary theory for storage. 【Method】0.5 μL/L 1-MCP treatment on respiration rate, ethylene production rate and fruit quality of Qinyang Apple was studied at 0 and 20 ℃. 【Result】Both 0 ℃ and 20 ℃ 0.5 μL/L 1-MCP treatment can significantly reduce the respiration rate and ethylene production rate of Qinyang Apple, slow down the softening of fruit, maintain titratable acid content, especially stored at 0 ℃. The highest respiration rate is 7.3 mg/(kg · h) and the ethylene production rate is almost 0, but the total soluble solids have no significant effect. 【Conclusion】0.5 μL/L 1-MCP treatment can significantly reduce the respiration, ethylene production rate of Qinyang Apple fruit, and slow the decline in fruit quality.

Key words: Qinyang Apple; 1-Methylcyclopropene (1-MCP); storage temperature; postharvest physiology; fruit quality

‘秦阳’苹果是西北农林科技大学园艺学院果树所从‘皇家嘎拉’自然杂交实生苗中选育出的早熟苹

果新品种^[1], 其结果早, 丰产, 果实果形整齐, 条纹鲜红, 色泽鲜艳, 外观好, 品质优, 果树适应性广, 抗病

* [收稿日期] 2009-02-23

[基金项目] 美国罗门哈斯中国公司资助项目

[作者简介] 张 锋(1981—), 男, 陕西铜川人, 在读硕士, 主要从事果实采后生理研究。E-mail: zhangfeng310@yahoo.com.cn

[通信作者] 张继澍(1941—), 男, 天津静海人, 教授, 博士生导师, 主要从事果实采后机理及其调控研究。

E-mail: jishu@nwsuaf.edu.cn

虫性强^[2],综合性状优良,具有良好的市场发展前景。2005-05 该品种已通过陕西省果树品种审定委员会审定^[3],但是迄今尚未见有关‘秦阳’苹果贮藏特性的研究报道。苹果属呼吸跃变型果实,对乙烯较为敏感。1-甲基环丙烯(1-MCP)是近年来发现的一种新型的乙烯受体抑制剂,能不可逆地作用于乙烯受体,从而阻断其与乙烯的正常结合,抑制其所诱导的与果实后熟相关的一系列生理生化反应^[4],但其抑制强度因品种而异^[5]。为了探讨 1-MCP 用于‘秦阳’苹果贮藏的可行性,本研究对采收后的‘秦阳’苹果用 0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 密封处理 24 h 后,于 0 和 20 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏,测定并分析了贮藏期间‘秦阳’果实呼吸速率、乙烯释放速率及果实品质的动态变化规律,以期为‘秦阳’苹果的贮藏保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

2007-07-25 于陕西省富平县梅家坪镇一商业果园,采收大小均匀、无病虫害的‘秦阳’苹果成熟果实,采收当天运回实验室。当日随机取 15 个果实,测得淀粉-碘试验指数为 4.0^[6];随机取 30 个果实,测得其硬度、可溶性固形物含量和可滴定酸含量分别为 8.33 kg/cm^2 , 9.26% 和 2 686.7 mg/L 。

1.2 试验设计

将采收的苹果分装于 8 个塑料果箱内,每箱 90 个果实。取其中 4 箱堆放在容积为 0.24 m^3 的双层塑料帐内,参照 Renate 等^[7]的方法,称取 0.189 g 1-MCP 粉末(EthylBloc,有效成分 0.14%,美国罗门哈斯中国办事处提供)于 50 mL 烧杯中,将烧杯放入塑料帐内,加入 4.0 mL 蒸馏水,搅拌 4~6 s,立即将塑料帐密封,使帐内 1-MCP 体积分数约为 0.5 $\mu\text{L/L}$,于室温(20 $^{\circ}\text{C}$)下密封 24 h。另外 4 箱苹果在无 1-MCP 的双层塑料帐内密封 24 h 作为对照。将 1-MCP 处理的果实和对照果实分装入带有塑料薄膜内衬的果箱内(每箱 60 个果实),分别于室温((20 $\pm$ 2) $^{\circ}\text{C}$)和 0 $^{\circ}\text{C}$ 下贮藏。每种贮藏条件下对照和处理各 3 箱,1 箱为 1 个重复。贮藏前先取 1-MCP 处理和对照果实各 10 个,测定各生理指标和品质指标。然后 0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下每隔 8 d,20 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下每隔 6 d 各取样 1 次,每次每处理各取样 15 个测定相关指标。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 果实呼吸速率 采用干燥器法^[8]测定。

1.3.2 果实乙烯生成速率 在上述测定呼吸速率

的密封干燥器中,4 h 后抽取 1 mL 气体,用岛津 GC-14A 气相色谱仪测定乙烯浓度,参照韩冬芳等^[9]的方法,计算乙烯释放速率。

1.3.3 果实硬度 用果实硬度计(意大利 FT-327)测定。在果实对称两颊部各削去直径约 1 cm 的圆片果皮,用果实硬度计测定果肉硬度。

1.3.4 果实可溶性固形物 从 3 个重复果箱内共取 15 个果实,每个果实取 1/8 果肉,榨汁(美国 AC-ME6001E 型榨汁机)后,用手持折光仪(WYT-4)测定果汁中的可溶性固形物含量(%)。

1.3.5 果实可滴定酸含量 取上述果汁 20 mL,加 50 mL 的蒸馏水稀释,用 0.1 mol/L NaOH 滴定至 pH 为 8.1(ORION-230A 型 pH 计),以每升果汁中所含苹果酸的质量(mg)表示果实可滴定酸含量。

1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 进行分析,应用 DPS 软件分析处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果果实品质的影响

2.1.1 果实硬度 由图 1 可知,在 20 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,1-MCP 处理和对照‘秦阳’苹果果实的硬度均随着贮藏期的延长而逐渐下降。入贮前果实硬度均为 8.32 kg/cm^2 ,对照果实在室温贮藏末期的硬度仅为 3.71 kg/cm^2 ,较入贮前下降了 55%;经 1-MCP 处理后果实的硬度下降较为缓慢,在贮藏末期果实硬度下降至 4.76 kg/cm^2 ,下降了 42%,二者差异达极显著水平($P<0.01$)。0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,贮藏末期时 1-MCP 处理果实的硬度由入贮前的 8.32 kg/cm^2 降到 6.25 kg/cm^2 ,对照果实硬度降为 4.52 kg/cm^2 ,较入贮前下降了 46%,与 1-MCP 处理有显著差异($P<0.05$)。可见,在 2 种贮藏温度下,1-MCP 处理均能延缓‘秦阳’苹果硬度的下降,且 0 $^{\circ}\text{C}$ 下对照及 1-MCP 处理的果实硬度均比 20 $^{\circ}\text{C}$ 下相同处理的高,其降幅也比较平缓,果实硬度的保持效果更优。

2.1.2 可溶性固形物含量 由图 2 可以看出,在 20 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,对照果实在贮藏 6 d 左右可溶性固形物含量达到最高值 11.36%,之后缓慢下降;而 1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量一直呈上升趋势,虽上升幅度较小,但最终仍略高于对照。0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,对照和 1-MCP 处理果实的可溶性固形物含量总体均呈上升趋势,且二者的变化趋势相似。

经检验,贮藏温度和 1-MCP 处理对‘秦阳’苹果果实可溶性固形物含量的影响不显著。

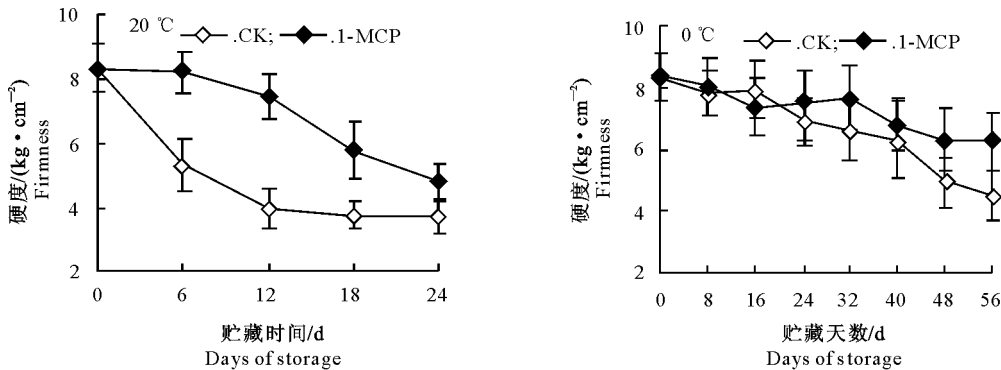


图 1 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果贮藏期间果实硬度的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP and storage temperature on firmness of Qinyang Apple during the storage

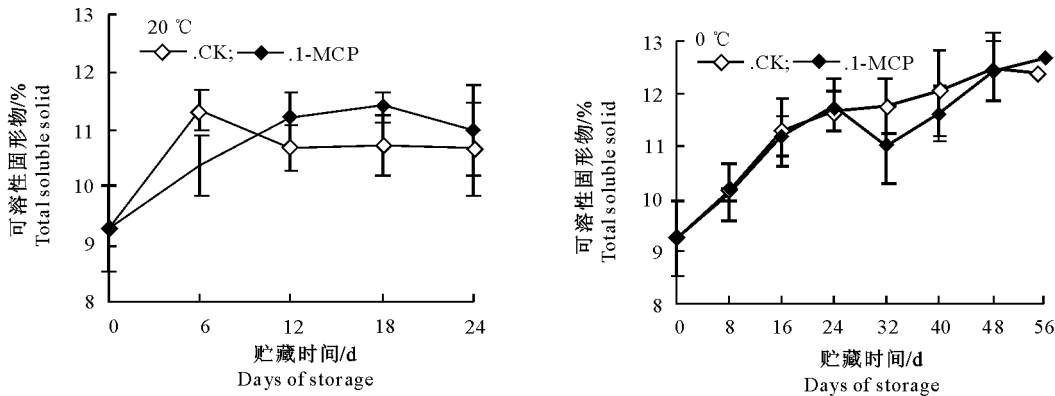


图 2 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果贮藏期间果实可溶性固形物含量的影响
Fig. 2 Effect of 1-MCP and storage temperature on total solude of Qinyang Apple during the storage

2.1.3 果实可滴定酸含量 由图 3 可知,‘秦阳’苹果果实可滴定酸含量在 20 和 0 °C 贮藏条件下均呈下降趋势。在 20 °C 贮藏条件下,对照和 1-MCP 处理果实的可滴定酸含量均迅速下降,入贮前的可滴定酸含量为 2 690 mg/L ,至贮藏末期对照果实的可滴定酸下降为 1 451 mg/L ,1-MCP 处理果实的可滴定酸含量降为 1 675 mg/L ,二者有极显著差异($P < 0.01$)。而在 0 °C 贮藏条件下,对照和 1-MCP 处理果实可滴定酸含量的变化趋势基本一致,二者无显著差异,但在 0 °C 贮藏条件下,对照及 1-MCP 处理果实的可滴定酸含量均高于 20 °C 下的对应处理。可见,1-MCP 处理能有效减少果实可滴定酸含量的损失,而且在 0 °C 下的贮藏效果更好。

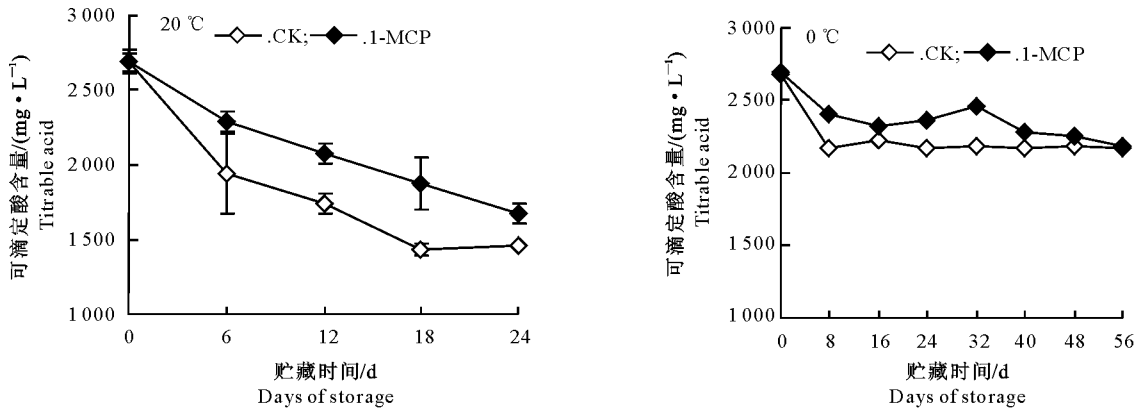


图 3 1-MCP 处理和贮藏温度对‘秦阳’苹果贮藏期间果实可滴定酸含量的影响
Fig. 3 Effect of 1-MCP and storage temperature on titratable acid of Qinyang Apple during the storage

2.2 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果果实呼吸速率的影响

由图 4 可以看出,在 20 ℃贮藏条件下,对照‘秦阳’苹果果实的呼吸速率上升很快,在贮藏 6 d 时达到高峰,之后又缓慢下降并略有升高;而与之对应的 1-MCP 处理果实的呼吸速率,在开始贮藏时一直维持在一个较低的水平,于贮藏 18 d 后开始上升并一直持续到贮藏末期。分析表明,1-MCP 处理和对照果实之间呼吸速率的变化有极显著差异($P <$

0.01)。在 0 ℃贮藏条件下,对照及 1-MCP 处理果实的呼吸速率均随贮藏时间的延长先快速下降;于 16 d 后平缓波动上升,对照果实在 32 d 时出现呼吸峰,而 1-MCP 处理果实的呼吸速率一直未出现明显峰值。二者的变化趋势总体上基本一致,二者间无显著差异,但对对照果实的呼吸速率较 1-MCP 处理果实略高。上述研究结果说明,在 20 ℃贮藏条件下,1-MCP 处理对‘秦阳’苹果果实呼吸速率的抑制作用更为明显。

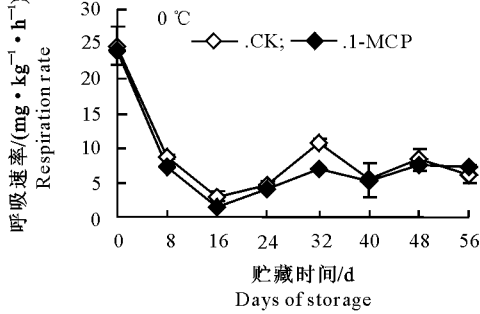
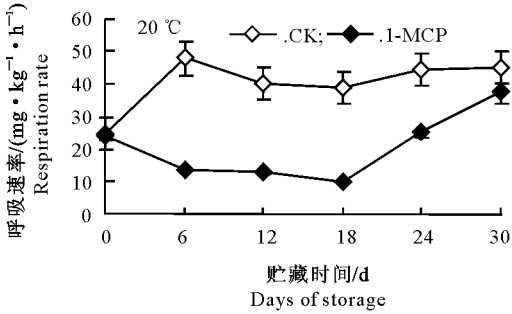


图 4 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果贮藏期间果实呼吸速率的影响

Fig. 4 Effect of 1-MCP and storage temperature on respiration rate of Qinyang Apple during the storage

2.3 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果果实乙烯产生的影响

由图 5 可以看出,在 20 ℃贮藏条件下,对照果实的乙烯生成速率增加很快,在贮藏 12 d 时已经达到乙烯生成高峰,峰值为 284.76 $\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$;1-MCP 处理果实的呼吸速率在前 12 d 一直维持在 0 附近,之后开始缓慢增加,于 24 d 时达到高峰,峰值为 132.82 $\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,较对照峰值低 53.3%,对照和 1-MCP 处理之间有极显著差异($P < 0.01$)。在 0

℃贮藏条件下,对照果实贮藏前 16 d 的乙烯生成速率接近 0 $\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,此后开始上升并一直持续到贮藏末期,乙烯生成速率为 30.223 $\mu\text{L}/(\text{kg} \cdot \text{h})$;而 1-MCP 处理果实的乙烯生成速率在整个贮藏期均接近于 0,乙烯生成几乎被完全抑制。与对照相比,在贮藏前 24 d 无显著差异,之后二者间差异达极显著水平($P < 0.01$)。由此可见,0 和 20 ℃贮藏条件下,1-MCP 处理均显著抑制了‘秦阳’苹果果实的乙烯生成。

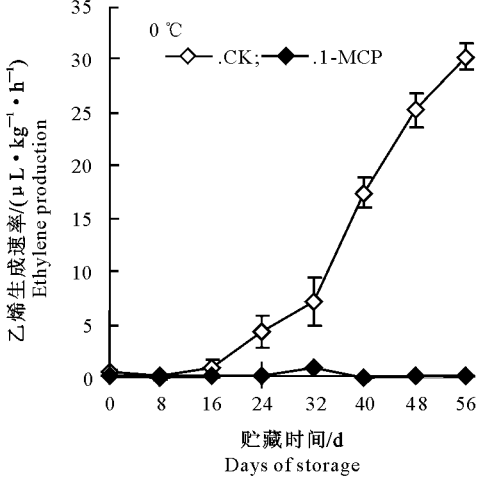
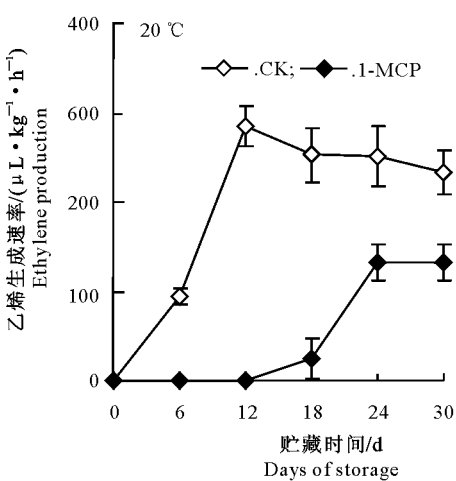


图 5 1-MCP 和贮藏温度对‘秦阳’苹果贮藏期间果实乙烯生成速率的影响

Fig. 5 Effect of 1-MCP and storage temperature on ethylene production of Qinyang Apple during the storage

3 讨 论

本研究结果表明,0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理能够明显抑制‘秦阳’苹果贮藏期间果实硬度的下降,减少可滴定酸含量的损失,这与其在其他苹果品种上的研究结果一致^[10-12]。本研究中,在 0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,对照与 1-MCP 处理果实之间的可溶性固形物含量、可滴定酸含量和呼吸速率的差异不显著,初步判断可能是由于 1-MCP 的质量分数不合适所致。前人研究表明,在 0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,1-MCP 的质量分数对新红星为 0.3 $\mu\text{L/L}$ ^[9],对嘎拉为 0.5 $\mu\text{L/L}$ ^[12],对猕猴桃为 0.75 $\mu\text{L/L}$ ^[13],说明不同种类果实 1-MCP 的适宜质量分数有较大差异。而本试验只设计了 1 种质量分数的 1-MCP 处理,因此无法确定其对‘秦阳’果实处理的最适宜质量分数,以后有必要进行这方面的探索。同时,0.5 $\mu\text{L/L}$ 1-MCP 处理降低了‘秦阳’苹果果实的乙烯释放速率,延迟了乙烯峰的出现,这与在‘嘎拉’苹果上的研究结果类似^[12],表明果肉硬度的下降和可滴定酸含量的减少,是与乙烯有关的两个后熟过程,乙烯可能参与调节了这两个过程中相关酶的活性。1-MCP 对‘秦阳’苹果果实乙烯生成速率和呼吸速率的抑制作用,可能是通过抑制内源乙烯与其受体的结合^[13-14],进而通过抑制乙烯的反馈调节作用而实现的^[15]。

比较 2 个贮藏温度下 1-MCP 处理对‘秦阳’苹果的作用结果可以发现,其在 0 $^{\circ}\text{C}$ 时的作用效果不如 20 $^{\circ}\text{C}$ 时显著。1-MCP 使用的质量分数因果蔬品种不同而差异很大,同时也受处理温度和处理时间等多方面因素的影响^[13]。有研究表明,低温条件下 1-MCP 与乙烯结合位点的亲和力下降^[16-17]。在本试验中,虽然都是在室温下进行 1-MCP 处理的,但是放入冷库贮藏可能会影响到 1-MCP 的后续作用效果。在贮藏期间,苹果内部乙烯含量逐渐增加^[18],淀粉-碘试验指数也呈线性增加。通常苹果在淀粉-碘试验指数为 2~3 时采收^[6],依此标准,本试验使用的苹果采收稍晚。用 0.5 $\mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 在适当温度下处理适期采收的‘秦阳’苹果,或用更高浓度的 1-MCP 处理本试验的苹果,效果是否会更为明显,这些问题均值得作进一步研究。试验中还观察到,‘秦阳’苹果果实在 20 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏后期出现了不同程度的病害(初步判定有褐斑病和轮纹烂果病),贮藏末期调查发现,对照组 40% 果实出现不同程度的病害,而 1-MCP 处理组果实的病果率小于 10%;但在 0 $^{\circ}\text{C}$ 贮藏条件下,1-MCP 处理及对照果实均未

出现任何病害。据此也可以初步推测,1-MCP 和低温除了可以抑制果实的软化外,还能在一定程度上抑制病害的发生。

综上所述,果实品质下降与呼吸速率和乙烯生成速率密切相关。而 1-MCP 能够抑制呼吸速率和乙烯的释放,减轻贮藏期间果实病害的发生。对 1-MCP 处理‘秦阳’苹果的适宜质量分数及其与贮藏温度、采收期的最佳组合,将作进一步的研究和探索。

[参考文献]

- [1] 谢 忠. 苹果早熟品种‘秦阳’在渭南的引种表现及其栽培技术 [J]. 落叶果树, 2008(1): 36-37.
Xie Z. Performance and cultivation techniques of precocious variety Qinyang apples [J]. Deciduous Fruits, 2008(1): 36-37. (in Chinese)
- [2] 鲁玉妙, 高 华, 赵政阳, 等. ‘秦阳’苹果品种特性及栽培技术 [J]. 山西果树, 2005, 9(5): 11-13.
Lu Y M, Gao H, Zhao Z Y, et al. The species characters and technology of cultivation of Qinyang apples [J]. Shanxi Fruits, 2005, 9(5): 11-13. (in Chinese)
- [3] 鲁玉妙, 高 华, 赵政阳. 早熟苹果新品种‘秦阳’ [J]. 西北园艺, 2005(12): 29-30.
Lu Y M, Gao H, Zhao Z Y. New species early season apple Qinyang [J]. Northwest Horticulture, 2005(12): 29-30. (in Chinese)
- [4] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene responses in plants at thereceptor level recent development [J]. Physiological Plant, 1997, 100: 577-582.
- [5] 孙希生, 王文辉, 王志华, 等. 1-MCP 对苹果采后生理的影响 [J]. 果树学报, 2003, 20(1): 12-17.
Sun X S, Wang W H, Wang Z H, et al. Effects of 1-MCP treatment on physiology of apples after harvest [J]. Journal of Fruit Science, 2003, 20(1): 12-17. (in Chinese)
- [6] Chris Watkins. Assessment of apple maturity for optimum fruit quality [J]. Orchardist New Zealand, 1981, 54: 92-93.
- [7] Renate M, Edward C M, Margrethe S. Stress induced ethylene production, ethylene binding, and the response to the ethylene action inhibitor 1-MCP in miniature roses [J]. Scientia Horticulturae, 2000, 83: 51-59.
- [8] 高俊凤. 植物生理学实验技术 [M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000: 121-123.
Gao J F. Experimental technology of plant physiology [M]. Xi'an: World Map and Book Press, 2000: 121-123. (in Chinese)
- [9] 韩冬芳, 马书尚, 王 鹰, 等. 1-MCP 对红星苹果乙烯代谢和贮藏品质的影响 [J]. 园艺学报, 2003, 30(1): 11-14.
Han D F, Ma S S, Wang Y, et al. Effects of 1-MCP on ethylene metabolism and storage quality of ‘Red Delicious’ [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2003, 30(1): 11-14. (in Chinese)