

1-MCP 对新红星苹果乙烯代谢和贮藏品质的影响

韩冬芳¹ 马书尚^{1*} 王 鹰² 杜小英² 武春林¹

(¹ 西北农林科技大学园艺学院, 杨凌 712100; ² 西安华圣果业有限公司, 西安 710021)

摘 要: 以新红星苹果为试材, 研究了室温贮藏和低温贮藏两种条件下 1-MCP (1-甲基环丙烯) 对果实乙烯释放量、内源乙烯浓度、硬度、可滴定酸含量及可溶性固形物含量的影响。结果表明, 300 nL L^{-1} 浓度的 1-MCP 能显著抑制果实乙烯释放, 延缓乙烯高峰的出现, 延缓果实硬度和可滴定酸含量的下降, 但对可溶性固形物含量无影响。

关键词: 苹果; 贮藏; 乙烯; 果实品质

中图分类号: S 661.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2003) 01-0011-04

乙烯刺激呼吸跃变型果实的后熟和衰老。1-MCP (1-甲基环丙烯) 作为一种新型的乙烯拮抗剂, 通过与乙烯受体优先结合的方式, 阻止内源乙烯和外源乙烯与乙烯受体的结合, 抑制乙烯的生理作用。1-MCP 可有效抑制多种果品的乙烯作用^[1,2], 例如梨^[3]、李^[4]、番茄^[5]、香蕉^[1,6,7]、苹果^[8]、猕猴桃^[9]等。在美国, 1-MCP 已获准用于花卉保鲜。本试验旨在研究 1-MCP 在室温和低温两种条件下对新红星苹果乙烯代谢及品质保持的影响, 评价其在商业贮藏中应用的可能性, 并为其应用提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 材料处理

2001 年 9 月 14 日, 从陕西省扶风县北部一管理良好的苹果园采收大小均匀、无病虫害的新红星苹果, 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 5.3^[10]; 随机取 30 个果实, 测得果肉硬度为 8.1 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 可溶性固形物含量为 14.6%, 可滴定酸含量为 2 299 mg L^{-1} 。(1) 1-MCP 处理: 将苹果装入 4 个塑料果箱 (每箱 180 个果实), 堆放在容积为 0.24 m^3 的双层塑料帐内, 参照 Renate^[11]的方法进行处理。称取 0.115 g 1-MCP 粉末 (EthylBlock) 置于 50 mL 烧杯中, 将烧杯放入塑料帐内, 加入 8 mL 蒸馏水, 搅拌 4~6 s, 立即将塑料帐密封, 帐内 1-MCP 浓度约为 300 $\text{nL} \cdot \text{L}^{-1}$, 室温 (20) 下密封 24 h。(2) 对照: 将苹果在塑料帐内密封 24 h。将 1-MCP 处理的果实和对照果实装入带有塑料薄膜内衬的果箱内 (每箱 40 个果实), 在室温和 0 下分别贮藏。每种贮藏条件下对照和处理各 9 箱, 3 箱为一组 (3 个重复)。

1.2 测定项目及方法

1.2.1 乙烯释放速率的测定 室温贮藏的果实于处理后第 1 天从对照和 1-MCP 处理的 3 个重复果箱内各取 15 个果实, 分别装入 3 个塑料桶内, 密封 2 h 后, 抽取 1 mL 气体, 用岛津 GC-14A 气相色谱仪每两天测定 1 次乙烯浓度, 并计算乙烯释放速率, 对照测定至 39 d, 1-MCP 处理测定至 45 d; 低温贮藏的果实, 在贮藏 30、60 和 90 d 后, 转入实验室, 在室温下用同样方法测定乙烯释放速率, 连续测定 14 d。乙烯分析条件: GDX-502 色谱柱, 柱温 60 , 氢气 0.7 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 空气 0.7 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 氮气 1.0 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 氢火焰离子化检测器检测, 检测室温度 110 。

收稿日期: 2002-01-28; 修回日期: 2002-04-18

基金项目: 陕西省自然科学基金资助项目 (2002CJ08)

*通讯联系人, 陕西省果树研究所, 西安 710065

1.2.2 内源乙烯浓度的测定 果实出库后当天,从3个重复果箱内随机各取5个果实(3个重复共15个果实),将注射器针头从果实侧面正中位置垂直插入果腔,抽取1 mL 气体,用气相色谱仪测定乙烯浓度,计算平均值。

1.2.3 果实品质指标的测定 果实由贮藏库转入实验室,在室温下放置24 h后(贮后第1天),从3个重复果箱内各取10个果实,用果实硬度计(意大利 FT-327 型)测定对称两颊部的果肉硬度,计算平均值。每个果实切取1/8果肉,用榨汁机(美国 ACME 6001E 型)榨取果汁,用手持折光仪(WYT-4 型)测定可溶性固形物含量。量取果汁20 mL,加入50 mL 蒸馏水,用0.1 mol L⁻¹ NaOH 滴定至pH 8.1 (pH计 ORION-230A 型),计算果汁中苹果酸的含量,作为可滴定酸的含量。贮后第14天做相同测定。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 对果实乙烯代谢的影响

1-MCP 可有效抑制新红星苹果乙烯的产生。图1表明在室温条件下,对照果实的乙烯释放量第9~13天达到高峰;1-MCP 处理的果实在处理后7 d内乙烯释放量很低,从第9天开始缓慢增加,在第31~39天达到高峰,比对照推迟了20 d,峰值仅为对照的62%。

果实在0 贮藏30、60和90 d后转入室温下,在14 d的货架期内,1-MCP 处理的果实乙烯释放量显著低于对照(图2)。不论贮藏期长短,对照果实均出现不甚典型的乙烯高峰,而1-MCP 处理果实乙烯释放量一直在增加。

低温贮藏30、60和90 d后,1-MCP 处理的果实内部乙烯浓度始终低于对照(图3)。这与1-MCP 抑制乙烯释放的结果一致。

上述结果表明,1-MCP 在常温和低温下均能强烈抑制乙烯的产生,且这种抑制作用是持久的。

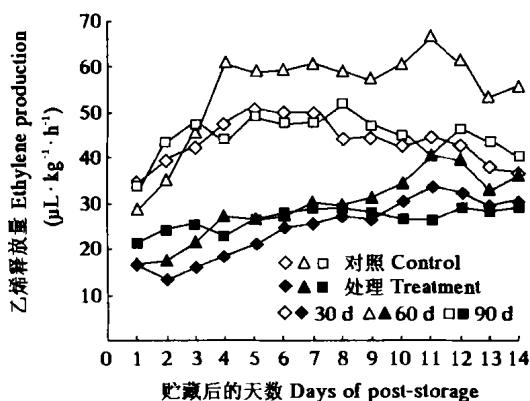


图2 1-MCP 处理对0 下贮藏30、60和90 d的果实贮后乙烯释放量的影响

Fig. 2 Effect of 1-MCP treatment on ethylene production of apple fruit after 30, 60 and 90 days storage at 0

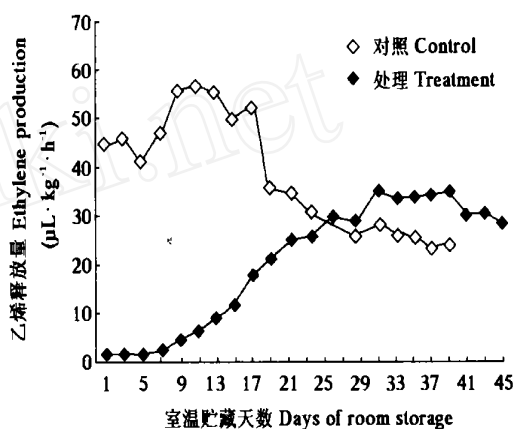


图1 1-MCP 处理对采后苹果乙烯释放量的影响

Fig. 1 Effect of 1-MCP treatment on ethylene production of postharvest apple

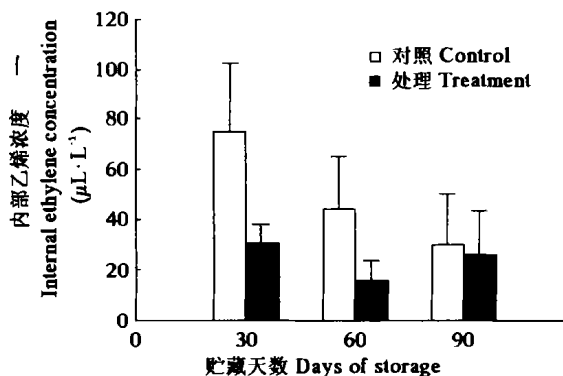


图3 低温贮藏期间果实内部乙烯浓度

Fig. 3 Internal ethylene concentration of apple during the storage at 0

2.2 1-MCP 对果实品质的影响

在室温下贮藏 30 d 后, 对照果实果肉硬度和可滴定酸含量从采收时的 $8.1 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 和 $2\,299 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 分别下降到 $4.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 和 $1\,557 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 而在低温下贮藏 90 d 后的对照果实, 果肉硬度和可滴定酸含量分别为 $5.9 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ 和 $1\,604 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (表 1)。显然, 低温大大延缓了果实硬度下降和可滴定酸含量的减少, 延长了果实的贮藏寿命。

无论在室温还是在低温贮藏条件下, 与对照相比, 1-MCP 处理均可抑制果肉硬度下降和可滴定酸含量的减少 (表 1)。在低温贮藏条件下, 1-MCP 的这种抑制作用在贮藏 30 和 60 d 时较为显著, 在贮藏 90 d 后, 差异减小。1-MCP 处理的果实虽然在贮藏期间硬度下降较慢, 但转入室温后, 仍具有正常的后熟能力。随着贮藏期的延长, 果实可溶性固形物含量有所增加, 但 1-MCP 对其无影响。

表 1 1-MCP 处理对果实品质保持的影响

Table 1 Effect of 1-MCP treatment on fruit quality retention

贮藏天数 Days of storage	贮后天数 Days of post-storage	硬度 Firmness ($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$)		可溶性固型物 TSS (%)		可滴定酸 Titratable acid (malic acid $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	
		对照 Control	1-MCP	对照 Control	1-MCP	对照 Control	1-MCP
30 (20)	1	4.2 ± 0.6	4.4 ± 0.4	15.0 ± 0.2	15.1 ± 0.1	$1\,557 \pm 89$	$1\,613 \pm 27$
	14	3.9 ± 0.4	3.9 ± 0.5	15.6 ± 0.6	15.0 ± 0.4	$1\,557 \pm 83$	$1\,585 \pm 74$
30 (0)	1	6.3 ± 0.9	6.9 ± 1.5	15.8 ± 0.1	15.7 ± 0.1	$1\,891 \pm 56$	$2\,039 \pm 32$
	14	4.4 ± 0.6	4.8 ± 1.1	15.8 ± 1.3	15.8 ± 1.1	$1\,733 \pm 89$	$1\,780 \pm 85$
60 (0)	1	5.8 ± 0.8	6.9 ± 1.3	16.5 ± 0.5	16.4 ± 0.2	$1\,919 \pm 48$	$2\,011 \pm 89$
	14	4.5 ± 0.4	5.0 ± 0.7	16.9 ± 0.1	16.9 ± 0.2	$1\,576 \pm 16$	$1\,891 \pm 28$
90 (0)	1	5.9 ± 0.8	6.2 ± 1.0	16.9 ± 0.1	16.9 ± 0.2	$1\,604 \pm 56$	$1\,632 \pm 84$
	14	5.1 ± 0.7	5.6 ± 0.7	16.9 ± 0.1	16.9 ± 0.1	$1\,379 \pm 32$	$1\,444 \pm 16$

3 讨论

用 $300 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 1-MCP 在室温下处理新红星苹果 24 h, 可以有效地抑制乙烯释放, 推迟乙烯高峰的出现。1-MCP 对乙烯的这种影响, 可能是通过抑制内源乙烯与其受体的结合^[1,2], 进而抑制乙烯的反馈调节作用而实现的^[5]。在 0 °C 下贮藏 30、60、90 d 后, 1-MCP 处理的果实硬度分别比对照高 0.6、1.1 和 0.3 $\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$, 可滴定酸含量分别比对照高 148、92 和 28 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 可溶性固形物含量无差异 (表 1)。这表明果肉硬度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, 乙烯可能参与调节和这两个过程有关的某些酶的活性。

新红星苹果在贮藏期间内部乙烯浓度逐渐增加^[12], 淀粉 - 碘试验指数也呈线形增加。通常苹果在淀粉 - 碘试验指数为 2~3 时采收^[10], 依此标准, 本试验使用的苹果采收过晚。用 $300 \text{ nL} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓度的 1-MCP 处理适期采收的新红星苹果或用更高浓度的 1-MCP 处理本试验的苹果, 效果是否会更明显, 值得进一步研究。

参考文献:

- Sisler E C, Serek M. Compounds controlling ethylene receptor level: Recent development. *Physiol. Plant*, 1997, 100: 577 ~ 582
- Sisler E C, Serek M. Compounds controlling ethylene receptor. *Bot. Bull of Acad Sin.*, 1999, 40: 1 ~ 7
- Lelievre J M, Tichit L, Dao P, et al. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruit. *Plant Mbl. Biol.*, 1997, 33: 847 ~ 855
- Abdi N, McGlasson W B, Holford P, et al. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Bio. Technol.*, 1998, 14: 29 ~ 39
- Nakatsuka A, Shiomu S, Kubo Y, et al. Expression and internal feedback regulation of ACC synthase and ACC oxidase genes in ripening tomato fruit. *Plant Cell Physiol.*, 1997, 38: 1103 ~ 1110
- Wyllie S G, Gilding J B, McGlasson W B, et al. The relationship between ethylene and aroma volatiles production in ripening climacteric fruit. *Develop. Food Sci.*, 1998, 40: 375 ~ 384

- 7 Glodong J B, Shearer D, Wyllie S G. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 1998, 14: 87~98
- 8 Rupasinghe H P V, Murr D P. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. *J. Hort. Sci. Bio.*, 2000, 75 (3): 271~276
- 9 樊秀彩, 张继澍. 1-甲基环丙烯对采后猕猴桃果实生理效应的影响. *园艺学报*, 2001, 28 (5): 399~402
- 10 Chris Watkins. Assessment of apple maturity for optimum fruit quality. *Orchardist New Zealand*, 1981, 54: 92~93
- 11 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. *Sci. Hoetic.*, 2000, 83: 51~59
- 12 Christopher D G, Joseph C G, Tomas J G. Ethylene production and fruit-softening rates in several apple fruit ripening variants. *Hortscience*, 1993, 28 (2): 135~137

Effect of 1-MCP Treatment on Ethylene Production and Quality Retention of 'Delicious' Apples

Han Dongfang¹, Ma Shushang¹, Wang Ying², Du Xiaoying², and Wu Chunlin¹

(¹ Northwestern Sci Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, China; ² Huasheng Fruit Co. Ltd, Xi'an 710021, China)

Abstract: The effects of 1-MCP (1-methylcyclopropene) treatment after fruit harvesting on ethylene production, internal ethylene concentration, flesh firmness, titratable acid and total soluble solids of 'Delicious' apples were studied during the storage at the room temperature and at 0 °C. The result showed that the 300 nL L⁻¹ 1-MCP treatment significantly inhibited ethylene production, delayed the ethylene peak and slowed down the decrease in the flesh firmness and titratable acid, but total soluble solids of apples was not affected by 1-MCP treatment. There is a potential application of 1-MCP in the apple storage.

Key words: Apple; Storage; Ethylene; Fruit quality

欢迎购阅下列新书

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1- 1 《英汉生物学词汇》(第二版) 99 元 | 1- 28 《植物基因工程原理与技术》(第二版) 87 元 | 1- 50 《细胞实验指南》(译)(上、下)244 元 |
| 1- 2 《英汉/汉英生物化学词汇》30 元 | 1- 31 《被子植物有性生殖图谱》96 元 | 1- 51 《拉汉英种子植物名称》(第3版)134 元 |
| 1- 3 《拉汉英农业害虫名称》90 元 | 1- 32 《基因工程原理》(第二版)上册 58 元 | 1- 52 《分子克隆实验指南》(第三版)187 元 |
| 1- 7 《PCR 技术实验指南》(译)110 元 | 1- 33 《基因工程原理》(第二版)下册 78 元 | 1- 53 《生物信息学:序列与基因组分析》82 元 |
| 1- 8 《植物生理与分子生物学》94 元 | 1- 34 《基因及其表达》24 元 | 1- 54 《生物化学技术原理及应用》(第三版)45 元 |
| 1- 9 《汉英生物学词汇》106 元 | 1- 38 《植物生殖遗传学》30 元 | 1- 55 《基因工程》49 元 |
| 1- 10 《新英汉病毒学词典》36 元 | 1- 39 《蛋白质技术手册》33 元 | 1- 56 《分子生物学》89 元 |
| 1- 11 《蛋白质结构分析》(译)46 元 | 1- 41 《英汉生物化学及分子生物学词典》88 元 | 1- 57 《微注射和转基因实验指南》66 元 |
| 1- 12 《生物化学制备技术》39 元 | 1- 42 《生物技术概论》23 元 | 1- 58 《真核基因转录调控——概念、策略和方法》86 元 |
| 1- 13 《蛋白质电泳实验技术》29 元 | 1- 43 《分子细胞生物学》78 元 | 1- 59 《DNA 与 RNA 基本操作技术》52 元 |
| 1- 14 《分子遗传学》70 元 | 1- 44 《现代遗传学原理》77 元 | 1- 60 《蛋白质组学:从序列到功能》50 元 |
| 1- 16 《植物发育的分子机理》45 元 | 1- 45 《分子克隆实验指南》(第三版英文原版)1300 元 | 1- 61 《植物种群生态适应机理研究》143 元 |
| 1- 17 《植物分子遗传学》45 元 | 1- 47 《植物体细胞胚发生的分子生物学》34 元 | 1- 62 《植物基因工程》(第2版)97 元 |
| 1- 22 《英汉化学化工词汇》(第四版)110 元 | 1- 48 《细胞信号转导》(第三版)55 元 | |
| 1- 24 《精编分子生物学实验指南》(译)123 元 | 1- 49 《植物营养分子生理学》48 元 | |
| 1- 25 《植物分子生物学实验指南》(译)52 元 | | |
| 1- 26 《蛋白质纯化与鉴定实验指南》(译)52 元 | | |
| 1- 27 《实用分子生物学方法手册》32 元 | | |

以上价格已含邮资。购书者请通过邮局汇款至北京中关村南大街12号《园艺学报》编辑部, 邮编: 100081。