

1-MCP对冷藏花牛苹果生理活性及香气合成相关酶活性的影响

吴小华^{1,2}, 顾敏华^{1,2}, 王宝春³, 陈柏^{1,2}, 慕钰文^{1,2}, 张鑫³

(1. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农产品贮藏加工工程技术研究中心, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:以花牛苹果为试材,研究了1-甲基环丙烯(1-MCP)处理对花牛苹果冷藏期间果实呼吸强度、乙烯释放速率及香气成分相关酶活性的影响。结果表明,1-MCP能够显著抑制冷藏期间花牛苹果果实呼吸强度和乙烯生成,推迟呼吸和乙烯释放高峰的出现,同时能够抑制花牛苹果香气合成的相关酶活性,从而延缓果实的后熟与衰老,有效保持花牛苹果贮藏期间的生理品质。冷藏120 d,果实LOX酶活性峰值较同期对照降低了21.6%;PDC酶活性于冷藏180 d时达到最大,较同期对照低了51.5%。1-MCP处理降低了AAT酶活性峰值,但并未推迟峰值的来临。

关键词:花牛苹果; 1-MCP; 冷藏; 生理活性; 香气合成相关酶

中图分类号: S661.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)02-0001-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.001](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.001)

Effects of 1-MCP on Physiological Activity and Enzyme Activity Related to Aroma Components of Huanium Apples during Cold Storage

WU Xiaohua^{1,2}, XIE Minhua^{1,2}, WANG Baochun³, CHEN Bai^{1,2}, MU Yuwen^{1,2}, ZHANG Xin³

(1. Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Engineering and Technology Research Center for Agricultural Product Storage and Processing of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. College of Horticulture, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With Huanium apple as test materials, the effects of 1-methylcyclopropene(1-MCP) treatment on fruit respiration rate, ethylene release rate and enzyme activity of aroma components during cold storage were studied. The results show that 1-MCP can significantly inhibit the respiration and ethylene production, delay the peak of respiration and ethylene release; at the same time, it can inhibit the enzyme activity related to aroma synthesis of Huanium apple during cold storage, accordingly delay fruit ripening, and improve fruit storage quality. After 120 days of cold storage, the peak value of LOX enzyme activity in fruit decreased by 21.6% compared with the control over the same period, PDC enzyme activity reached the maximum at 180 days after cold storage, which was 51.5% lower than that of the same period in the control; 1-MCP treatment reduced the peak activity of AAT, but did not delay the advent of the peak.

Key words: Huanium apple; 1-MCP; Cold storage; Physiological activity; Aroma synthesis-related enzyme

甘肃天水花牛苹果具有果型端庄,色泽嫣红、鲜亮,味道甜酸可口,果味清香等品质,被认为是可与美国蛇果、日本富士齐名的世界三大著名

苹果品牌之一,是中国在国际市场上第一个获得正式商标的苹果品种^[1],其果实香气具有含量低、成分复杂且不稳定等特点^[2]。香气作为果实品质

收稿日期: 2017-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(31160345); 甘肃省农业科学院果蔬贮藏保鲜与精深加工科研创新团队建设项目(2014GAAS03)。

作者简介: 吴小华(1984—),女,甘肃靖远人,助理研究员,硕士,主要从事农产品贮藏加工研究工作。E-mail: wuxiaohua.84@163.com。

通信作者: 顾敏华(1970—),女,甘肃甘谷人,研究员,博士,主要从事农产品贮藏加工研究工作。E-mail: xiemin huags@126.com。

的重要组成部分,倍受众多学者重视。尽管一些保鲜措施显著地延长了果实的贮藏保鲜期,但同时对于果实的香气品质产生影响,而香气的缺失影响了果实的商品价值,大大降低了广大消费者的购买欲^[3]。

1-MCP(1-甲基环丙烯)是一种新型乙烯作用抑制剂,通过阻断乙烯与受体的结合,从而抑制乙烯的生理效应,进而抑制乙烯对水果等园艺产品的催熟作用^[4-6],很好地保持产品的硬度、营养成分,从而达到保鲜的效果。2002年美国环保局已批准1-MCP在园艺鲜活产品上应用,目前1-MCP已在世界范围内推广应用。苹果属于典型的呼吸跃变型果实,1-MCP对苹果采后贮藏品质的保持有着显著效果,但对果实香气的形成影响较大^[7]。研究表明,1-MCP处理能够抑制苹果、梨、桃、猕猴桃等果实香气物质的形成,降低香气成分含量,尤其是酯类物质的含量^[8-11]。我们研究了1-MCP处理在冷藏期间对花牛苹果果实生理活性及香气物质合成相关酶——脂氧合酶(LOX)、丙酮酸脱羧酶(PDC)、乙醇脱氢酶(ADH)和醇酰基转移酶(AAT)活性的影响,探讨1-MCP处理对花牛苹果在冷藏期间香气物质变化的影响,以期对花牛苹果的品质鉴定和贮藏保鲜提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

供试花牛苹果于2015年9月26日采自甘肃省天水市麦积区花牛镇花牛村苹果园。果实采收成熟度控制在八成熟,采收标准为盛花后135~140 d,碘-碘化钾染色反应指数为3级。在管理良好的6年生果树采摘,挑选大小适中、无机械损伤和病虫害、成熟度一致的果实,套发泡网装入垫有厚5 μm的塑料薄膜内衬的瓦楞纸箱,当天运到天水裕源果蔬有限公司处理。

供试试剂1-MCP美国罗门哈斯中国公司提供。供试仪器SP-3420型气相色谱仪由北京北瑞利分析仪器(集团)有限责任公司生产;GXH-3051H型果蔬呼吸测定仪由北京均方理化科技研究所生产;Cary-100紫外分光光度计由美国瓦里

安公司生产;TGL-16LM型高速台式冷冻离心机由湖南星科科学仪器有限公司生产;MC(BT 224s)电子天平由赛多利斯科学仪器(北京)有限公司生产。

1.2 实验处理

1-MCP设0(CK)和1 μL/L两个浓度,每处理用果75 kg,重复3次。选取大小均匀、颜色相对一致、无病虫害和机械伤的果实,在厚0.1 mm的塑料大帐内按1-MCP设计浓度密闭熏蒸处理24 h,然后通风。处理后的果实装入内衬厚5 μm的塑料薄膜的纸箱内,置(-1 ± 0.5) °C、相对湿度85%~90%的冷库内贮藏。每2个月测定1次相关生理生化指标。

1.3 测定方法

果实呼吸强度用GXH3051型红外CO₂分析仪测定,采用气流法,气体流速1.0 L/min^[12]。果实乙烯释放速率用SP-3420型气相色谱仪测定,色谱条件:氢火焰检测器;GDX-502型色谱柱,柱温50 °C;FID检测室温度240 °C;载气为氮气,流速30 mL/min,外标法定量^[10]。酯氧合酶(LOX)的提取与活性测定参照陈昆松等^[13]的方法并加以改进。丙酮酸脱羧酶(PDC)和乙醇脱氢酶(ADH)活性测定参照Ke等^[14]的方法并加以改进。醇酰基转移酶(AAT)活性测定根据Fellman等^[15]和Perez等^[16]的方法并加以改进。

1.4 统计分析方法

采用Excel 2007软件和DPS7.0数据处理系统进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 1-MCP处理对冷藏期间花牛苹果乙烯释放速率的影响

从图1可以看出,冷藏过程中,花牛苹果果实乙烯释放速率的变化趋势为先升高后下降,CK组在冷藏60 d时果实达到乙烯释放高峰,峰值为38.18 μL/(kg·h),随后下降。1-MCP处理能显著抑制果实乙烯的合成,推迟乙烯释放高峰出现的时间,从而延缓果实后熟衰老进程。冷藏120 d时,果实乙烯释放峰值为16.47 μL/(kg·h),较同期对照降低了48.5%,差异达到极显著水平($p < 0.01$)。

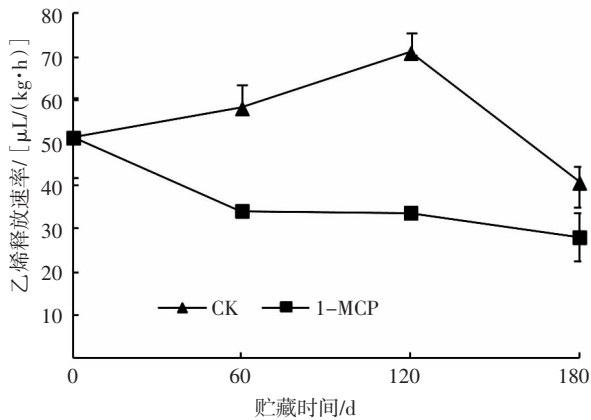


图 1 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果乙烯释放速率的影响

2.2 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果呼吸速率的影响

从图 2 可以看出，冷藏过程中的果实呼吸速率变化趋势与乙烯释放速率一致，表现为先升高后下降，CK 组在冷藏 60 d 时果实达到呼吸峰值，为 58.05 mg/(kg·h)。1-MCP 处理能显著抑制冷藏期间果实呼吸速率，推迟呼吸高峰的出现。果实呼吸速率于冷藏 120 d 达到峰值，为 43.84 mg/(kg·h)，较 CK 组降低了 24.5%，差异达到极显著水平 ($p < 0.01$)。

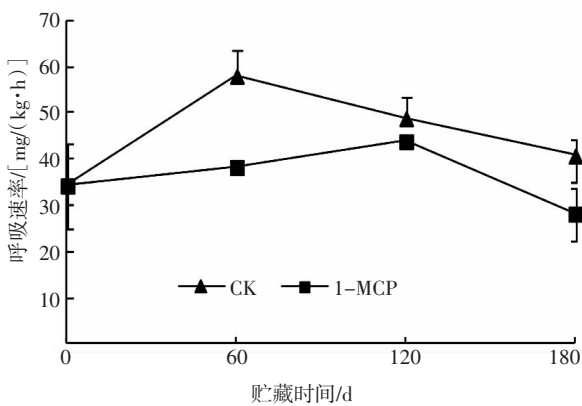


图 2 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果呼吸速率的影响

2.3 1-MCP 处理对冷藏期间苹果脂氧合酶(LOX)活性的影响

从图 3 可以看出，冷藏期间，果实 LOX 酶活性呈先升高后下降的趋势，CK 组在冷藏 60 d 时达到高峰，峰值为 95.937 U/g FW。1-MCP 处理能抑制果实冷藏期间的 LOX 酶活性，延缓 LOX 酶活性

高峰的出现时间，于冷藏 120 d 时达到峰值，峰值为 77.758 U/g FW，较同期对照组降低了 21.6%。说明 1-MCP 能显著 ($p < 0.05$) 抑制冷藏期以及推迟酶活性高峰的出现。通过 LOX 途径合成的酯类香气辛酸己酯在 CK 组果实中冷藏 60 d 时含量最高，而在 1-MCP 处理组中冷藏 120 d 时含量最高，说明酯类香气辛酸己酯的生物合成与 LOX 活性相关。

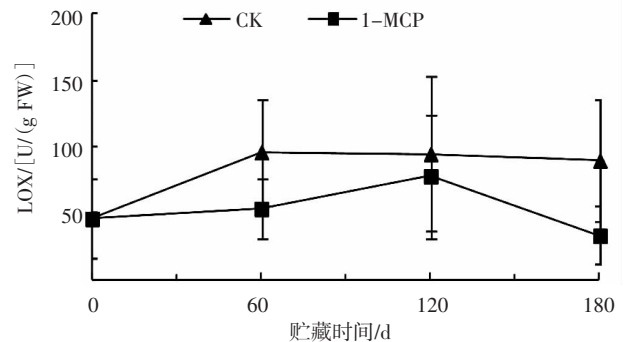


图 3 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果脂氧合酶(LOX)活性的影响

2.4 1-MCP 处理对冷藏期间苹果丙酮酸脱羧酶(PDC)和乙醇脱氢酶(ADH)活性的影响

从图 4 可以看出，冷藏过程中，花牛苹果果实 PDC 酶活性总体呈上升趋势，ADH 酶活性呈先下降后上升的趋势。由图 4 (A)可知，在冷藏 180 d 时，CK 组的 PDC 酶活性增至最高，为 2.94 U/g FW，而 1-MCP 处理组为 1.94 U/g FW，较同期对照低 51.5%，说明 1-MCP 处理组能极显著 ($p < 0.01$) 抑制花牛苹果 PDC 酶活性的增长。而此期也正是多数酯类香气释放的峰值，说明 PDC 酶在花牛苹果贮藏后期对香气成分合成方面起到重要作用。由图 4 (B)可知，在冷藏 120 d 时，CK 组 ADH 酶活性降至最低，为 0.45 U/g FW，而 1-MCP 处理组为 0.40 U/g FW，较同期对照降低了 11.1%，说明 1-MCP 处理组对花牛苹果 ADH 酶活性的影响不显著。

2.5 1-MCP 处理对贮藏期间苹果醇酰基转移酶(AAT)活性的影响

从图 5 可以看出，冷藏期间，花牛苹果果实 AAT 酶活性呈先上升后下降的趋势，且整个贮藏期 CK 组 AAT 酶活性整体高于 1-MCP 处理组。在

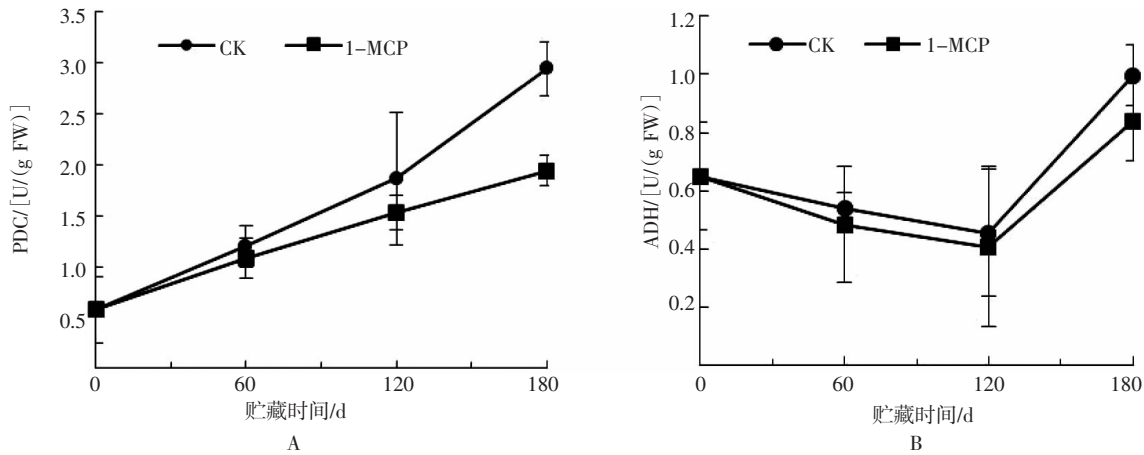


图4 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果丙酮酸脱羧酶(PDC)和乙醇脱氢酶(ADH)活性的影响

冷藏 120 d 时, CK 组 AAT 酶活性达到高峰, 峰值为 2.30 U/gFW, 而 1-MCP 处理组为 1.79 U/gFW, 较同期对照降低了 22.2%, 说明 1-MCP 处理能显著($p < 0.05$)抑制花牛苹果 AAT 酶活性的增加。

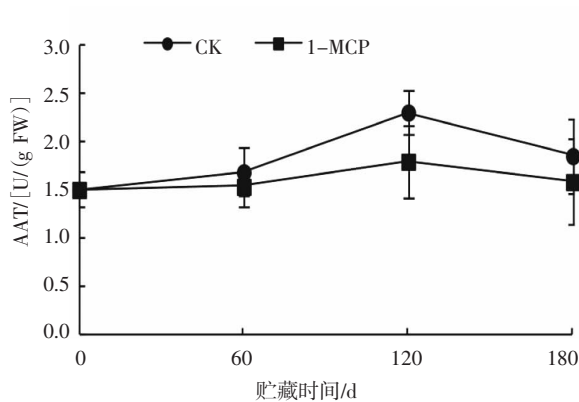


图5 1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果醇酰基转移酶(AAT)活性的影响

3 小结与讨论

降低果实呼吸强度和乙烯释放速率对延长果实贮藏期起着决定性的作用, 1-MCP 可通过抑制乙烯与其受体的结合而抑制乙烯的产生^[17]。1-MCP 对大部分果实呼吸强度和乙烯生成都具有抑制作用, 如“红星”、“富士”、“嘎啦”等苹果。本研究表明, 1-MCP 处理显著抑制了花牛苹果贮藏期间的呼吸强度和乙烯生成, 推迟了乙烯释放高峰的出现时间, 并降低了其峰值, 从而延缓了果实的后熟衰老, 较好的保持了花牛苹果品质。

1-MCP 处理对冷藏期间花牛苹果果实香气成分合成关键酶的变化有较大影响。1-MCP 处理在保持果实品质的同时, 也显著抑制了果实与香气

形成相关酶(LOX、PDC、ADH、ATT)的活性, 从而使花牛苹果果实在贮藏期间香气品质下降^[18]。本研究表明, 1-MCP 能显著抑制冷藏期 LOX 酶活性以及推迟酶活性出现的高峰($p < 0.05$), 能极显著抑制花牛苹果冷藏 180 d 时 PDC 酶活性的增长($p < 0.01$), 而此时也正是多数酯类香气释放的峰值, 说明 PDC 酶是花牛苹果贮藏后期香气物质合成的关键酶。

1-MCP 处理对花牛苹果酯类香气成分释放的影响, 主要是通过降低乙烯释放量、对脂肪酸和香气形成相关酶的抑制作用来实现的。

参考文献:

- [1] 王凤霞, 陆文文, 杨利侠, 等. 低温及 1-MCP 处理对天水“花牛”苹果贮藏品质与生理变化的影响分析[J]. 食品科学, 2014, 35(22): 346-349.
- [2] 侯红亮, 侯攻科, 师纪刚. 提高“花牛”苹果品质的技术措施[J]. 中国果菜, 2015, 35(12): 35-37.
- [3] 樊丽. 苹果果实贮藏期间香气特性的研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2014.
- [4] 张锐, 于天颖, 马涛. 1-MCP 作用机理及在果蔬产业中的应用[J]. 农业科技与装备, 2011(11): 35-37.
- [5] 吴小华, 颌敏华, 赵波, 等. 1-MCP 处理对花牛苹果虎皮病发生机理及控制效应研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(15): 316-320; 325.
- [6] 陈柏, 颌敏华, 王学喜, 等. 不同浓度 1-MCP 对黄冠梨褐心病的控制效果[J]. 甘肃农业科技, 2016(5): 16-19.
- [7] 王宝春, 颌敏华, 吴小华, 等. 1-MCP 处理对冷藏

酒泉银达村乡村文化现状与需求调查

任 慧, 乔德华, 张东伟, 王建连, 白贺兰

(甘肃省农业科学院农业经济与信息研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 运用相关分析、交叉关系、频数分析等方法对酒泉市肃州区银达村乡村文化与经济收入的关系, 文化现状与文化需求进行分析。结果表明, 文化程度与经济收入有着明显的正向影响, 文化娱乐现状发展良好, 但文化发展尚存在一些不足, 文化娱乐需求多样化、新颖化。提出了加快发展新型乡村文化的建议。

关键词: 乡村文化; 文化需求; 调查; 银达村

中图分类号: S-0

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2018)02-0005-08

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.002)

农村传统文化历史渊源流长, 内涵非常厚重。纵观古今, 中国农民一直保持着以儒家思想为核心, 和平共处、平均思想、乡土观念与和谐发展的生活方式, 这种价值取向指导着农民的行为模式, 与农村区域的生活、生产方式相联系, 能适应当地群众需要的思想、道德、科学文化、知识

教育、文娱活动, 对农村文化的发展起着不可替代的作用。

乡村文化是指在乡村社会中, 以农民为主体, 以乡村社会的知识结构、价值观念、乡风民俗、社会心理、行为方式为主要内容, 以农民的群众性文化娱乐活动为主要形式的文化类型^[1]。乡村

收稿日期: 2017-11-03

基金项目: 国家社科基金项目“中国百村经济社会调查”: 坚守与跨越—银达村乡村文化与经济社会协调发展研究。

作者简介: 任 慧(1984—), 女, 甘肃陇西人, 研究实习员, 硕士, 主要从事农业经济研究工作。E-mail: renhui@gsagr.ac.cn。

- 期间花牛苹果香气成分和果实品质的影响[J]. 食品工业科技, 2017, 38(7): 331-339.
- [8] 金 宏, 惠 伟, 丁雅荣, 等. 1-MCP 对‘粉红女士’苹果冷藏期间品质变化和香气形成的影响[J]. 西北植物学报, 2009, 29(4): 754-761.
- [9] 张丽萍. 冷藏及 1-MCP 处理对南果梨挥发性香气物质代谢的影响及其调控[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2013.
- [10] 张晓萌. 桃果实成熟过程中香气成分形成及其生理机制研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- [11] 马 婷, 任亚梅, 张艳宜. 1-MCP 处理对‘亚特’猕猴桃果实香气的影响[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 276-281.
- [12] 吴小华, 顾敏华, 王学喜, 等. 1-MCP 对不同采收期黄冠梨褐心病及贮藏品质的影响[J]. 食品与机械, 2016, 32(1): 110-113.
- [13] 陈昆松, 徐昌杰, 许文平, 等. 猕猴桃和桃果实脂氧合酶活性测定方法的建立[J]. 果树学报, 2003(6): 436-438.
- [14] KE D, ZHOU L, KADER A A, Mode of oxygen and carbon dioxide action on strawberry ester biosynthesis [J]. Am. Soc. Hortic. Sci., 1994, 119: 971-975.
- [15] FELLMAN J K, MATTINSON D S, BOSTICK B C, *et al.* Ester biosynthesis in ‘Rome’ apples subjected to lowoxygen atmospheres[J]. Postharvest Biol. Technol., 1993, 3: 201-214.
- [16] PEREZ A G, SANZ C, OLIAS R, *et al.* Evolution of strawberry alcohol acyltransferase activity during fruit development and storage[J]. Agric. Food Chem., 1996, 44: 3286-3290.
- [17] 唐 燕, 马书尚, 武春林. 1-MCP 对嘎拉苹果呼吸、乙烯产生及贮藏品质的影响[J]. 果树学报, 2004(1): 42-45.
- [18] 金 宏. CA、1-MCP 对粉红女士苹果贮藏期间香气及其相关酶活性影响的研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2009.

(本文责编: 郑立龙)