

1-MCP 在果品贮藏保鲜上的应用

孙思胜¹, 杨耀洲², 李雯^{1*} (1. 海南大学园艺园林学院, 海南海口 570228; 2. 五色种业有限责任公司, 甘肃张掖 734000)

摘要 综述了 1-MCP 对果实乙烯释放量、呼吸强度、贮藏品质、果实软化及采后病害的作用效果, 对 1-MCP 在果品贮藏保鲜上的研究与应用前景进行了展望。

关键词 1-MCP; 热带果品; 贮藏保鲜

中图分类号 S609+.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)30-14871-02

Application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Storage and Preservation of Fruit

SUN Si-sheng et al (College of Horticulture and Landscape, Hainan University, Haikou, Hainan 570228)

Abstract The effects of 1-MCP on ethylene production, respiration rate, storage quality, fruit softening and postharvest disease of fruit were reviewed. And the prospects of research and application of 1-MCP were discussed in this paper.

Key words 1-methylcyclopropene; Tropical fruit; Storage and preservation

1-MCP 是一种新型的乙烯作用抑制剂, 稳定性高, 活性强, 使用浓度低, 在果品贮藏保鲜上有着广阔的发展前景^[1]。热带水果采后生理代谢旺盛, 而且收获期多在高温季节, 果实采后在常温下 3~5 d 即软化变黄、腐烂, 损失率可达 30%~50%。近年来, 国内外研究者对 1-MCP 进行了大量研究。笔者对 1-MCP 对采后果品特别是对热带果品的乙烯释放量、呼吸强度、果实品质、果实软化及采后病害的影响进行综述。

1 1-MCP 在果实贮藏保鲜上的作用

1.1 乙烯释放量、呼吸强度 乙烯释放和呼吸作用是采后果实最重要的生命活动之一^[2]。1-MCP 可以抑制果实的呼吸强度和乙烯释放量, 延迟呼吸高峰的出现。这在苹果^[3-4]、梨^[5]、樱桃^[6]、猕猴桃^[7]等果实上已有报道。Golding 等研究表明, 采后直接用 450 μl/L 1-MCP 处理绿熟威廉斯香蕉, 可明显延缓果实呼吸跃变过程, 降低呼吸强度和乙烯释放量^[8]。笔者在研究香蕉时也有类似发现。另外, Sun 等研究表明, 1-MCP 能够强烈抑制番茄果实的呼吸作用^[9]。而对于荔枝^[10]、柑橘^[11]、甜橙^[12]等非跃变型果实, 1-MCP 则无明显影响, 有时甚至会促进果实乙烯的产生和腐烂。这可能是因为 1-MCP 发挥生理作用主要是通过与乙烯受体的不可逆结合而阻断乙烯反馈调节的生物合成。

1.2 果实品质 随着人们生活水平的提高, 人们对果实品质的要求也越来越高。大量研究表明, 1-MCP 处理可以对果实可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖、Vc 含量、色素物质、芳香物质等产生明显影响。在苹果^[3]、梨^[13]等果实上的研究表明, 1-MCP 能够延缓可溶性固形物的增加和可滴定酸含量的降低, 抑制淀粉的转化和分解, 明显提高果实的贮藏品质。笔者发现, 1-MCP 对番木瓜也有类似效果。1-MCP 处理番石榴^[14]、中国樱桃^[15]后, 可以较好地维持 Vc、可滴定酸和可溶性固形物的含量, 有利于果实品质的保持。果实的芳香气味是多种物质的综合反应^[16]。研究发现, 乙烯参与果实成熟过程中挥发性物质的形成^[17], 而 1-MCP 处理可抑制挥发性物质的产生。Matthers 指出, 1-MCP 可降低呼吸跃变型

果实中酯类化合物的含量, 而对醛的含量影响不大^[18]。50 nl/L 1-MCP 处理能增加采后梨果实的挥发性物质(异丁酸乙酯和丁醇)的积累, 维持果实的香气^[19]。这些研究表明, 1-MCP 是通过影响果实中某些芳香物质的组成、变化而影响果品的风味品质。

果实的色泽是果品品质的一项重要指标。1-MCP 处理可以阻断乙烯对叶绿素的降解作用, 有利于绿色果品色泽的保持。Golding 等对跃变型果实香蕉的色泽变化进行了较为深入的研究, 发现 1-MCP 具有抑制香蕉果实转黄的作用^[8]。在“乔纳红”李果实上也有类似的有利于色泽保持的报道^[20]。对于非跃变型果实来说, 1-MCP 处理能延缓“桂味”荔枝果皮花色素苷酶活性的上升, 但不能延缓果皮褐变, 推测荔枝果皮褐变是一个对乙烯不敏感的较复杂的生理过程^[21]。此外, 1-MCP 处理也抑制了其他非跃变型果实中的热带水果如葡萄柚^[22]、菠萝^[23]和橘子^[11]脱绿, 延缓了果实色泽的变化。

1.3 果实软化 采后跃变型果实存在着一个后熟的过程, 并伴随着果实软化的出现。据报道, 1-MCP 可抑制鳄梨和香蕉等果实的后熟与软化^[24-25]。香蕉和梨分别以 0.03 nmol/L 和 0.04 μmol/L 1-MCP 处理后, 这些果实后熟和软化的过程均明显推迟^[26-27]。在完熟过程中, 与软化有关的酶主要是外切和内切 PG^[28]。1-MCP 能够推迟果实软化, 可能是与软化有关的酶受到抑制有关。例如, 经 1-MCP 处理的油梨果实 PG 酶和纤维素酶活性下降, 果实的软化进程推迟, 但最终果实仍可正常成熟和软化^[29]。另外, 用 1-MCP 处理采后番木瓜果实, 能产生极明显地维持果实硬度的作用。该效果可以维持到果实完全后熟甚至衰老腐烂。这种效应在低浓度(0.01 nmol/L)和高浓度(0.1 μmol/L) 1-MCP 上的表现基本一致。1-MCP 在采后番木瓜果实硬度保持上的作用、1-MCP 与果实软化相关酶活性的关系、与乙烯释放呼吸速率等成熟衰老及相关基因表达之间的关系, 还需做更深入的研究。

1.4 酶活性 超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、多酚氧化酶(PPO)和脂氧合酶(LOX)等物质与植物的成熟衰老有密切关系^[30]。1-MCP 可抑制 ACC 合成酶活性, 使 LOX、SOD、POD 的活性峰值明显推迟^[31-32]。陈金印等用 1-MCP 处理猕猴桃, 发现 1-MCP 对 SOD 活性并无明显影响, 但

基金项目 海南省热带园艺产品采后生理与保鲜重点实验室开放课题基金项目(ch003)。

作者简介 孙思胜(1982-), 男, 河南商丘人, 硕士研究生, 研究方向: 果蔬采后生理与贮藏保鲜技术。*通讯作者。

收稿日期 2009-06-22

它延缓了SOD活性高峰出现的时间^[33]。白华飞等用1-MCP对台湾青枣进行处理,明显诱导了贮藏前期果实SOD活性的升高,但贮藏后期与对照的差异不明显;1-MCP处理还明显诱导了果皮POD活性的提高,并在整个贮藏过程中维持较高水平^[34]。笔者在用1-MCP处理香蕉时也发现,香蕉果皮POD活性经过1-MCP的诱导而提高,并在整个贮藏过程中维持较高水平。

1.5 果实采后病害 采后病害的控制是搞好果品贮藏保鲜的关键环节^[35]。1-MCP虽然可以延长芒果、番木瓜、番荔枝果实的后熟时间,却加剧了果实蒂腐病的发生^[36]。不合适浓度的1-MCP会加重果实的生理病害。在樱桃果实上也有这样的研究报道^[6]。菠萝果实发生冷害的重要影响因素是乙烯^[23],在20℃下用4.5 nmol/L 1-MCP处理18 h能有效控制菠萝黑心病。虽然1-MCP处理推迟了果实成熟,但也因改变了果实中天然抗菌成分,增加了组织发病率,导致发病更严重^[36]。上述研究表明,1-MCP处理对一些果品有较大负作用,导致其商业品质的下降。因此,在1-MCP处理果品时一定要因果品类型而定,不可滥用。

2 应注意的问题

国内外虽有大量关于1-MCP有利于果品贮藏保鲜的报道,但还存在如下问题:①1-MCP的作用效果不稳定,1-MCP的作用效果随果品种类、采收成熟度、处理方法(处理浓度、处理时间和温度等)的不同而不同;②1-MCP会导致一些病害的发生和果实物理性状的改变,如笔者在研究中发现用1-MCP处理过的番木瓜果实蒂腐病明显增加,果实很难软化;③1-MCP会使某些果品的品质有所下降,如色泽转化不均匀、挥发性芳香物质的产生受抑以及组成成分的改变等。因此,在应用1-MCP时,首先要针对不同果品种类的生理特性和贮藏特性,进行1-MCP处理剂量、温度、时间的优化组合研究,确定某种果品最适宜的处理参数。这是1-MCP应用研究的一个关键技术。

3 展望

虽然1-MCP对园艺产品具有突出的保鲜效果,但目前我国对1-MCP的研究还处于初期阶段,在热带果品上的应用也只是刚刚起步,还存在许多有待解决的问题。结合课题组近几年的相关研究,提出今后1-MCP研究应注重以下方面:①系统和全面地研究1-MCP的使用浓度、处理时间、处理材料的差异性,应建立各热带果品应用的数学模型;②深入开展1-MCP对贮藏期间生理病害的抗病和致病机理的研究,以防止其副作用;③研究1-MCP与其他保鲜技术的综合应用效果,将1-MCP与其他采后处理技术(热处理、涂蜡处理、预冷技术等)、贮藏方法(密封贮藏、低温贮藏等)结合起来,以确定最佳的1-MCP综合保鲜技术;④探讨1-MCP适用于商品化运输的新路径。

参考文献

[1] 苏小军,蒋跃明. 新型乙烯受体抑制剂——1-甲基环丙烷在采后园艺作物中的应用[J]. 植物生理学通讯,2001,37(4):361-364.
 [2] 郑重禄. 桃果实采后生理研究综述[J]. 福建果树,2007,142(3):23-27.
 [3] 孙希生,王文辉,王志华,等. “乔纳金”苹果采后1-MCP处理对常温贮藏效果的影响[J]. 园艺学报,2003,30(1):90-92.
 [4] MIHO T,ATSUSHI E,HIROSHI O. Influence of time from harvest to 1-MCP treatment on apple fruit quality and expression of genes for ethylene

biosynthesis enzymes and ethylene receptors[J]. Postharvest Biology and Technology,2007,43:28-35.
 [5] 王文辉,孙希生,李志强,等. 1-MCP对梨采后某些生理生化指标的影响[J]. 植物生理学通讯,2004,40(2):175-177.
 [6] FAN X, ARGENTA L, MATTHEIS J P. Interactive effects of 1-MCP and temperature on “Elberta” peach quality [J]. Hort Science,2002,37(1):134-138.
 [7] 马书尚,韩冬芳,刘旭峰,等. 1-甲基环丙烷对猕猴桃乙烯产生和贮藏品质的影响[J]. 植物生理学通讯,2003,39(6):567-570.
 [8] GOLDING J B, SHEARER D, MCGLASSON W B, et al. Application of 1-MCP and p ropylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit [J]. Postharvest Biology and Technology,1998,14(1):87-98.
 [9] SUN T C, DONALD J H. Influence of aqueous 1-methylcyclopropene concentration, immersion duration, and solution longevity on the postharvest ripening of breaker-turning tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit [J]. Postharvest Biology and Technology,2008,49(7):147-154.
 [10] 庞学群,张昭其,段学武,等. 乙烯与1-甲基环丙烷对荔枝采后果皮褐变的影响[J]. 华南农业大学学报,2001,22(4):11-14.
 [11] PORAT R, WEISS B, COHEN L, et al. Effect s of et hylene and 1-met hylcyclopropene on t he postharvest qualities of “shamouti” oranges [J]. Postharvest Biol and Technol,1999,15:155-163.
 [12] 陈金印,刘康. 1-甲基环丙烷(1-MCP)在果蔬贮藏保鲜上的应用研究进展[J]. 江西农业大学学报,2008,30(4):215-219.
 [13] 李江阔,纪淑娟,魏宝东,等. 1-MCP对南果梨室温保鲜效果的影响[J]. 中国果树,2004(6):10-13.
 [14] 王国庆,邓正焱,谷林. 1-甲基环丙烷对杏采后保鲜效果的影响[J]. 山东农业科学,2005(1):59-61.
 [15] 刘尊英,曾名勇,董士远. 1-MCP对中国樱桃贮藏效应的初步研究[J]. 落叶果树,2005,37(1):4-6.
 [16] CRISTIAN B, CARLOS G E, MIREVA V. Treatment with 1-MCP and the role of ethylene in aroma development of mountain papaya fruit [J]. Postharvest Biology and Technology,2007,43:67-77.
 [17] 魏好程,潘永贵,仇厚谦. 1-MCP对采后果蔬生理及品质影响的研究进展[J]. 华中农业大学学报,2003,22(3):307-312.
 [18] MATTHEIS J P, FAN X, ARGENTA L C. Interactive responses of gala apple fruit volatile production to controlled atmosphere storage and chemical inhibition of ethylene action [J]. J Agric Food Chem,2005,53(11):4510-4516.
 [19] RIZZOLO A, CAMBIAGHI P, GRASSI M, et al. Influence of 1-methylcyclopropene and storage atmosphere on changes in volatile compounds and fruit quality of conference pears [J]. J Agric Food Chem,2005,53(25):9781-9789.
 [20] MANGANARIS G A, CRISOSTOC C H, BREMER V, HOLCROFT D. Novel 1-methylcyclopropene immersion formulation extends shelf life of advanced maturity ‘Joanna Red’ plums (*Prunus salicina* Lindell) [J]. Postharvest Biology and Technology,2008,47:429-433.
 [21] 胡位荣,庞学群,刘顺枝,等. 采后处理对荔枝果皮花色苷含量和花色苷酶活性的影响[J]. 果树学报,2005,22(3):224-228.
 [22] MULLINS E D, MCCOLLUM T G, MCDONALD R E. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit [J]. Postharvest Biology and Technology,2000,19(2):155-164.
 [23] SELVARAJAH S, BAUCHAOT A D, JOHN P. Internal browning in cold stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-MCP [J]. Postharvest Biology and Technology,2001,23(2):167-170.
 [24] SUN T C, PAVLOS T, CHAI I L, et al. Suppression of ripening and induction of asynchronous ripening in tomato and avocado fruits subjected to complete or partial exposure to aqueous solutions of 1-methylcyclopropene [J]. Postharvest Biology and Technology,2008,48(2):206-214.
 [25] JIANG Y M, JOYCE D C, MACNISH A J. Extension of the sheft life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags [J]. Postharvest Biology and Technology,1999,16(4):187-193.
 [26] SISLER E C, SEREK M, DUPILLRE E. Comparison of cyclopropene, 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants [J]. Plant Growth Regulation,1996,18(3):169-174.
 [27] RUPASINGHE H P V, MURR D P, PALIYATH G. 1-MCP mediated ripening changes in McIntosh apples [J]. Hort Science,1999,34(3):508-512.
 [28] ABELES F B, TAKEDA F. Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits [J]. Scientia Horticulturae,1990,42(2):269-275.

途径主要是发展工业,以工补农,扶持农村经济发展。可以从以下几个方面推进宁夏城乡统筹发展。

3.1 大胆改革、创新制度,建立城乡统筹的公共财政体系

统筹宁夏城乡发展,就要大胆改革,进一步创新制度。创新制度,需要站在全局的角度探讨“乡”的问题。首先是要建立新型城乡统筹的公共财政体系,主要应该将农村的教育、医疗卫生、道路建设等纳入到公共财政的范围,加大农村各项事业的投入,通过规范、透明、公正的财政转移支付,保证城乡公民可平等享受公共服务。具体的制度安排包括:研究改革农村土地、住房、资金等产权制度,建立城乡统一的产权制度;以取消就业歧视和限制、提倡同工同酬为中心,建立城乡统一的就业制度;以恢复农民的“国民待遇”为主题,建立城乡统一的福利保障和教育制度;以改变农村资源净流出为目的,建立城乡统一的财税金融制度等。可在国家没有颁布法令进行户籍制度彻底改革之前,先行改革城乡隔离户籍制度框架下的各种限制性政策,创造农民向城市自由流动的制度环境。

3.2 以工促农、以城带农,促进城乡统筹发展

近年来,宁夏农业劳动力向外转移的力度很大,但是如果仅有农村剩余劳动力向非农产业自由转移的制度环境,而没有能容纳大量剩余劳动力就业的非农产业或城市发展的经济基础,就无法实现农业剩余劳动力的有效转移。因此,根据宁夏的区情,要加速宁夏农业剩余劳动力的转移、缩小城乡差距,加速发展工业化和城镇化尤其重要。

宁夏目前绝大部分中心城市规模都偏小,银川市具有发展成为中心大城市的条件,中卫市具有发展成为中心城市的基础条件。要打破户籍限制,以完善功能、吸纳人口、扩大规模、壮大经济为发展方向,因地制宜地促进大中城市的发展,加快城市化进程。同时,充分发挥城市的聚集与扩散效应,在分工与合作中,带动小城镇的发展。如在“大银川”区域范围内,可重点发展高新技术产业,发展一批对城市经济起支撑作用的大型骨干企业,小城镇工业的发展可以承接城市工业战略性转移。应立足各地资源优势,发展资源、劳动与科技密集型产业,不断延伸产业链,形成分工合理、各具特色的城镇体系,发挥城镇产业集群效应,以工业化推进城镇化,以城镇化加速工业化,同时以城带乡、城乡互动。通过大、中、小城市和小城镇并举的多元化发展策略来带动农村经济增长,实现城乡统筹发展。

3.3 高度重视农民教育,缩小城乡教育发展差距

城乡教育发展的差距,严重影响了农民接受教育的公平权利、农民的整体素质、就业能力及其收入水平的提高。如果不改变这种现状,一个主要由只受过初中和小学教育为主的群体构成的农村社会,和一个主要由接受高中及以上教育的群体构成的城市社会之间,将会产生更大的割裂。解决农民教育问题的关键是普及农村义务教育,消除农村文盲和半文盲;普及农业科技知识,减少“农盲”。现阶段,高中毕业后不能进入大学的农民人数越来越多,这部分农民,虽然不再是“文盲”,但仍是“农盲”。应培养这一群体,使其适应农业科技革命的需要,成为“有文化、懂技术、会经营的新型农民”。同时,加强职业技能培训是提高农民技术水平、拓展农民就业渠道的有效途径。宁夏现阶段农村劳动力转移成效显著,但这部分已经转移出去和即将被转移的农民在市场竞争中仍处于弱势地位,主要是其职业技能不能适应要求所致。应根据市场需求对农村劳动力进行职业技能培训,大力发展地区职业教育,加强农村职业技术教育的普及程度。

3.4 建立农村社会保障体系

按照“木桶效应”理论,未来城乡社会事业发展的相对落后,特别是农村社会事业的不发达必然成为宁夏经济社会发展和全面小康社会实现的障碍。解决这一问题的关键在于完善农村社会保障体系。应坚持分阶段、逐步完善、区域差异的基本原则,加大政府对农村社会保障的投入力度,优先解决农民基本生活保障问题,建立多层次的农村社会保障体系,逐步缩小城乡社会保障水平的差距,最终建立城乡一体化的社会保障体系。要循序渐进地解决农民老有所养、病有所治、贫有所济的问题。现阶段,要把增加公共卫生资源和加快医疗卫生体制改革的重点放在农村。要先在农村建立最低生活保障制度和以大病统筹为主的新型农村合作医疗制度,逐步建立养老保险体系。当前,既要解决贫困山区和农村贫困人口的基本社会保障问题,也要解决好已经转移的农民工的社会保障问题。要为已经进城落户并将承包土地流转、出让的农民提供最低生活保障,为进入城镇就业3年以上的农民合同工提供养老保险。

参考文献

- [1] 国务院.关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见[R].2008.
- [2] 宁夏统计局.宁夏统计年鉴——2007[M].北京:中国统计出版社,2007.
- [3] 陈锡文.城乡统筹解决三农问题[J].改革与理论,2003(3):10-11.
- [4] 曹新.统筹城乡发展的主要问题 and 对策[J].经济研究参考,2005(76):23-37,44.
- [5] 姜长云.十一五期间统筹城乡发展的对策思路[J].经济研究参考,2005(1):28-29.

(上接第14872页)

- [29] FENG X Q, APELBAUM A, SISLER E C et al. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-MCP[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 20(2): 143-150.
- [30] JEONG J, HUBER D J, SARGENT S A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 25(3): 241-256.
- [31] 丁建国, 陈昆松, 许文平, 等. 1-甲基环丙烯处理对美味猕猴桃果实后熟软化的影响[J]. 园艺学报, 2003, 30(3): 277-280.
- [32] 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

[J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 399-402.

- [33] 陈金印, 陈明, 甘霖. 1-MCP 处理对冷藏“金魁”猕猴桃果实采后生理和品质的影响[J]. 江西农业大学学报, 2005, 27(1): 1-5.
- [34] 白华飞, 杨晓棠, 吴锦铸, 等. 1-甲基环丙烯对台湾青枣采后生理效应的影响[J]. 热带亚热带植物学报, 2004, 12(4): 363-366.
- [35] 林河通, 席均芳, 陈绍军, 等. 中国南方梨果采后生理和病理及保鲜技术研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(3): 185-188.
- [36] HOFMAN P J, JOBIN-DECORM, MEIBURG G F, et al. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene[J]. Australian J of Experimental Agriculture, 2001, 41: 567-572.