

1-甲基环丙烯处理对软枣猕猴桃果实软化的影响

曾照旭, 朴一龙, 金东淳, 冉丽萍, 李 旭

(延边大学 农学院, 吉林 延吉 133000)

摘 要:以软枣猕猴桃为试材,研究了果实采后不同浓度 1-甲基环丙烯(1-MCP)处理对软枣猕猴桃果实软化中果实品质、乙烯释放量和呼吸强度、细胞壁成分含量和果胶分解酶活性的影响。结果表明:1-MCP 处理明显延缓了软枣猕猴桃果实可溶性固形物含量的上升、可滴定酸含量的下降和果实硬度下降速度;1-MCP 处理抑制了软枣猕猴桃果实的呼吸峰值,推迟了软枣猕猴桃果实乙烯发生高峰出现的时间;抑制了软枣猕猴桃果实中果胶、纤维素和半纤维素的降解;降低了软枣猕猴桃果实多聚半乳糖醛酸酶活性峰值,而且推迟了软枣猕猴桃果实 β -半乳糖醛酸酶活性峰值的出现。可见,1-MCP 处理显著延缓了软枣猕猴桃果实的软化。

关键词:1-甲基环丙烯(1-MCP);软枣猕猴桃;品质;细胞壁;果胶酶

中图分类号:S 663.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)01-0123-04

软枣猕猴桃(*Actinidia arguta*)属猕猴桃科猕猴桃属多年生落叶藤本浆果类果树,是在中国地域分布最广泛的野生果树之一。主要分布于我国东北、华北、西北及长江流域各省亦有分布,朝鲜、日本、俄罗斯、韩国分布亦较多。

软枣猕猴桃果实营养丰富,香甜可口,而且果实、

根、茎、叶具有止泻、解烦热、利尿、祛痰、健胃等作用,有油脂减肥、抗衰老的功效,对胃癌及癌肿有一定疗效,同时也是城市绿化的理想树种。软枣猕猴桃果实软化迅速是美中不足之处,它极大地限制了软枣猕猴桃的开发利用。

1-甲基环丙烯(1-MCP)是一环丙烯类化合物,是近年来发现的一种新型乙烯受体抑制剂。1-MCP 处理能降低果实呼吸强度、抑制乙烯发生和延迟果实衰老,已在梨^[1]、苹果^[2-3]、桃^[4-6]、柿^[7]、樱桃^[8]等果实中得到证实。1-MCP 处理抑制‘布鲁诺’^[9]、‘秦美’^[10]、‘金魁’^[11]、‘亚特’^[12]猕猴桃果实呼吸和乙烯发生,延缓果实硬度的下降、可溶性固形物含量上升和有机酸含量的下降,有效地缓解了‘金魁’猕猴桃果实果胶的降解,抑制淀粉酶和果胶酶的活性,而且在贮藏后期,果实保持了较高的

第一作者简介:曾照旭(1986-),男,吉林桦甸人,硕士研究生,研究方向为果树栽培生理。

责任作者:朴一龙(1962-),男,博士,副教授,硕士生导师,现主要从事果树栽培生理和果实采后生理等教学与科研工作。E-mail: piaoly@ybu.edu.cn.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31060254)。

收稿日期:2013-09-09

Study on the Preparation Technology of Sunflower Meal Peptides Chelated Calcium Liposome

ZHAN Ping, TIAN Hong-lei, ZHU Xin-rong

(College of Food Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract: The film-ultrasonic dispersion method was used to prepare the liposome with sunflower meal composite peptide chelated calcium. The effect of the mass ratio between cholesterol and lecithin, the core material concentration, embedding temperature and ultrasonic time on the encapsulation efficiency of peptide chelated calcium liposome were studied. The results showed that the embedding rate of peptide chelated calcium could reach 53.4% under the conditions of mass ratio between cholesterol and lecithin 2:5, the mass ratio (core/wall) 1:10, the mass ratio (Tween 80/soy lecithin) 1:3, temperature 50°C, ultrasonic time 30 min. The results could open up new avenues for the comprehensive utilization and development of sunflower meal.

Key words: peptide chelated calcium; liposome; embedding rate

超氧化物歧化酶(SOD)活性,并延缓了过氧化氢酶(CAT)活性高峰的出现,从而延缓了果实后熟衰老^[11]。但目前为止尚鲜见 1-MCP 对软枣猕猴桃果实软化影响方面的研究报道。为了探索软枣猕猴桃果实的软化机理,该试验以丰富的长白山野生软枣猕猴桃资源为试材,研究了 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实软化的影响,以期今后调控软枣猕猴桃果实软化进程和贮藏保鲜提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试软枣猕猴桃取自延边大学农学院浆果资源圃,选择生长健壮、无病虫害和整齐一致的软枣猕猴桃果实为试验材料;1-MCP 粉剂(Smart Fresh 牌,美国 Agro Fresh 生产)。

1.2 试验方法

试验于 2011~2012 年在延边大学农学院果树实验室进行。果实在采收当天用保温盒运回实验室,选择果实大小均匀一致、成熟度相对一致且无机械损伤的果实分成处理组和对照组 2 组。处理组进行 1-MCP 熏蒸,1-MCP 处理参照 Renate 等^[13]的方法:准确称取 0.027 g 1-MCP 粉剂(有效成分 3.3%)置于 100 mL 烧杯中,置于体积约为 0.4 m³ 的 0.1 mm 厚无毒 PVC 帐内,然后往烧杯内加入 10 mL 蒸馏水,迅速把帐口密封,小心将烧杯摇匀,密闭 24 h,然后通风。对照组只做密封处理,然后在室温(20±2)℃下贮藏。于采收日开始,每隔 3 d 随机取样对果实进行品质分析、乙烯释放量和呼吸率测定,重复 3 次。同时把一部分果实冷冻贮藏用来细胞壁成分和果胶酶活性的测定。

1.3 项目测定

可溶性固形物含量采用日本 ATAGO 株式会社生产的手持式光折射式糖度计(WYF-4 型)测定;果实硬度用 GY-1 型果实硬度计测定;可滴定酸含量采用酸碱滴定法测定;利用日本产的 GV-100 简易气体测定仪测定乙烯释放量和二氧化碳发生量;细胞壁成分分析参照朴一龙等^[14]的方法,果胶酶活性测定参照王琳等^[15]的方法。

2 结果与分析

2.1 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实软化中品质的影响

由图 1 可知,软枣猕猴桃果实在常温贮藏条件下,可溶性固形物含量持续上升,可滴定酸含量缓慢下降。1-MCP 处理明显延缓了可溶性固形物含量的上升和可滴定酸含量的下降,从而延缓了果实的后熟软化。

由图 2 可知,软枣猕猴桃果实在采收当日硬度超出可测范围(大于 14 kg/cm²),在常温贮藏条件下,软枣猕猴桃果实硬度在贮藏初期迅速下降,然后较缓慢下降。

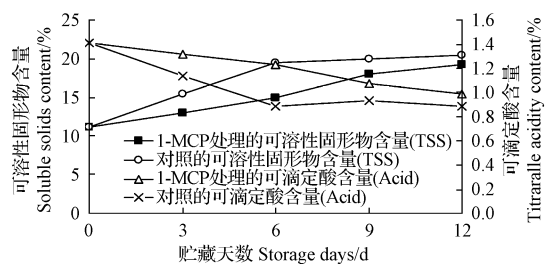


图 1 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实可溶性固形物含量和可滴定酸含量的影响

Fig. 1 Effect of 1-MCP treatment on TSS and titratable acidity contents in *Actinidia arguta* fruit

1-MCP 处理可使软枣猕猴桃果实硬度下降速度明显延缓,保持显著高于对照的硬度。由此可见,1-MCP 明显抑制了软枣猕猴桃果实的软化。

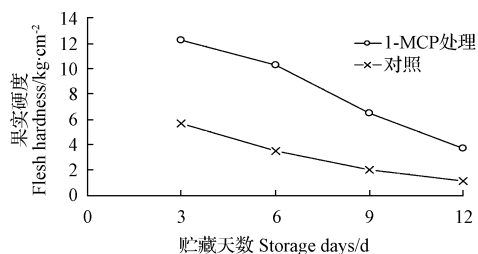


图 2 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实硬度的影响

Fig. 2 Effect of 1-MCP treatment on flesh hardness in *Actinidia arguta* fruit

2.2 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实软化中乙烯发生量和呼吸强度的影响

由图 3 可以看出,在常温贮藏条件下,软枣猕猴桃对照果和处理果均在采后第 3 天出现呼吸高峰,贮藏第 6 天呼吸率迅速下降,之后缓慢下降;而处理果呼吸峰值显著低于对照,说明 1-MCP 处理显著抑制软枣猕猴桃果实的呼吸。1-MCP 处理可推迟“秦美”猕猴桃^[10]和“金魁”猕猴桃^[11]呼吸跃变的到来,并降低其峰值,而软枣猕猴桃没有推迟呼吸峰的到来,但大大降低了呼吸峰值。可能是猕猴桃种类不同呼吸抑制方式和程度不同。

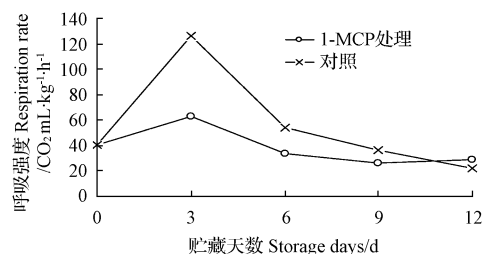


图 3 1-MCP 处理对软枣猕猴桃果实呼吸强度的影响

Fig. 3 Effect of 1-MCP treatment on respiration rate in *Actinidia arguta* fruit

由图 4 可以看出,软枣猕猴桃果实在采收当日乙烯释放量甚微,但随着贮藏时间的增加,乙烯释放量逐渐

上升,对照组果实从贮藏第6天开始乙烯释放量迅速增加,贮藏第9天出现乙烯发生高峰;而处理果实在贮藏6 d内乙烯释放量很少,之后迅速增加,乙烯发生高峰在贮藏12 d或更晚,无法确定峰值的大小(因对照组在贮藏12 d果实软化达到极限,故终止了试验)。说明1-MCP处理能显著抑制乙烯的生成,能够推迟乙烯发生高峰出现的时间。这个结果与陈金印等^[11]在“金魁”猕猴桃上的研究结果相一致。

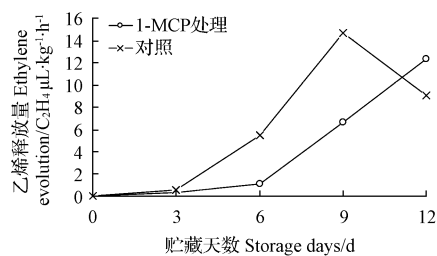


图4 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实乙烯释放量的影响

Fig. 4 Effect of 1-MCP treatment on ethylene evolution in *Actinidia arguta* fruit

2.3 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实软化中细胞壁成分的影响

2.3.1 乙醇不溶性物质(AIS)含量变化 AIS是细胞壁成分物质,果实中AIS含量变化反映细胞壁的降解和果实的软化。由图5可以看出,软枣猕猴桃果实贮藏过程中随着果实的软化衰老 AIS含量缓慢减少。1-MCP处理显著延缓了AIS含量的减少速度,说明延缓了果实的软化速度。

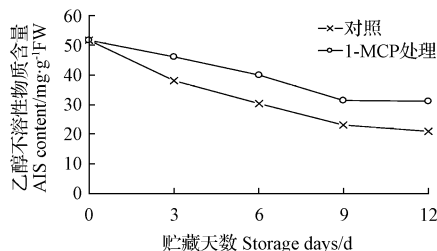


图5 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实AIS含量的影响

Fig. 5 Effect of 1-MCP treatment on alcohol insoluble solids (AIS) content in *Actinidia arguta* fruit

2.3.2 果胶含量的变化 果胶是构成细胞壁的主要成分,果实贮藏中果胶的降解最能反映果实的软化进程。软枣猕猴桃果实在贮藏初期包含大量淀粉,且AIS制作过程中不能除去淀粉^[14],随着淀粉的大量降解,AIS中细胞壁成分含量经常出现增加的现象。总果胶在贮藏初期增加现象可以理解为淀粉的大量水解导致AIS中总果胶的相对含量增加。由图6可以看出,1-MCP处理的总果胶在贮藏6 d内不增加,说明在贮藏6 d内淀粉降解很少,贮藏9 d时淀粉大量降解,然后果胶开始大量降解。而对照组总果胶贮藏6 d内大量降解,从贮藏6 d开始减

少。水溶性果胶和酸溶性果胶在贮藏过程中持续增加,1-MCP处理的果实在贮藏6 d内水溶性果胶和酸溶性果胶增加不明显,在贮藏9 d开始增加明显,特别是水溶性果胶。而碱溶性果胶在整个贮藏过程中含量甚微而且变化不明显。在贮藏过程中这些果胶含量的变化说明,1-MCP处理显著延缓了软枣猕猴桃果实的软化进程。

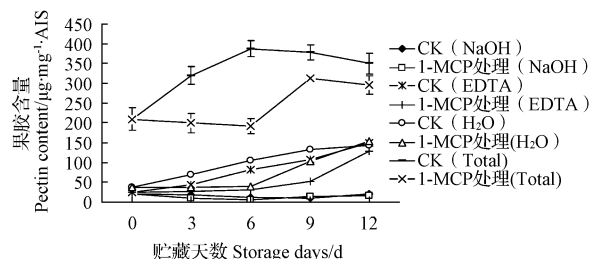


图6 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实果胶含量的影响

Fig. 6 Effect of 1-MCP treatment on pectin content in *Actinidia arguta* fruit

2.3.3 纤维素含量和半纤维素含量的变化 纤维素和半纤维素也是细胞壁的主要成分。由图7可以看出,软枣猕猴桃果实贮藏中纤维素含量在贮藏后期显著下降,而AIS中半纤维素的相对含量在贮藏后期增加,说明在贮藏过程中半纤维素降解不明显。1-MCP处理延迟贮藏初期纤维素含量和半纤维素含量的增加,说明贮藏初期淀粉分解缓慢,延迟果实的软化;在贮藏后期纤维素含量迅速减少说明在贮藏后期纤维素大量降解,在贮藏后期处理组半纤维素含量明显高于对照组,说明1-MCP处理抑制半纤维素的分解进程。

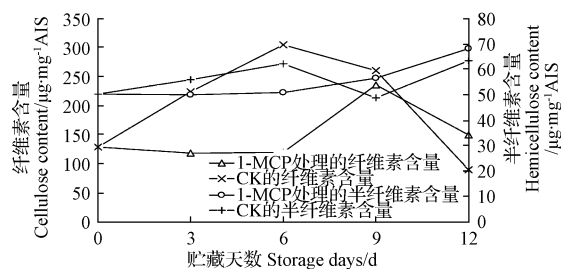


图7 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实纤维素和半纤维素含量的影响

Fig. 7 Effect of 1-MCP treatment on cellulose content and hemicellulose content in *Actinidia arguta* fruit

2.4 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实贮藏中果胶分解酶活性的影响

2.4.1 多聚半乳糖醛酸酶(PG)活性变化 PG是目前为止研究最早和最多的果胶酶,PG活性可反映果胶分解和果实的软化。由图8可知,软枣猕猴桃果实在贮藏初期,处理果和对照果PG活性均较低,但贮藏6 d后其活性迅速增加,在贮藏9 d时出现活性高峰,然后缓缓下降,但贮藏6 d以后处理果PG活性显著低于对照($P \leq 0.05$)。

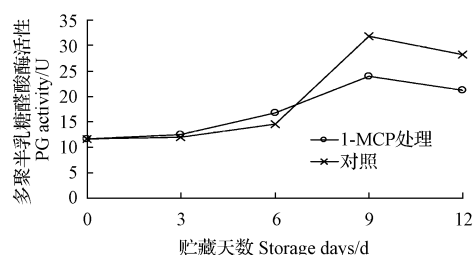


图8 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实PG酶活性的影响

Fig.8 Effect of 1-MCP treatment on polygalacturonase (PG) activity in *Actinidia arguta* fruit

2.4.2 β -半乳糖醛酸酶活性变化 金昌海等^[6]研究认为果实软化过程中 β -半乳糖苷酶是果胶降解的主要酶类。由图9可知,在贮藏过程中,对照组 β -半乳糖醛酸酶在贮藏3d时出现明显的活性高峰,而处理组在贮藏9d时出现了明显的活性高峰,波峰大小差异不大,波峰推迟了6d。可见,1-MCP处理明显推迟了软枣猕猴桃果实 β -半乳糖醛酸酶活性高峰的出现,从而延缓了果实的软化。

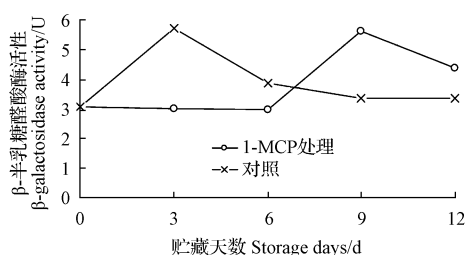
图9 1-MCP处理对软枣猕猴桃果实 β -半乳糖醛酸酶活性的影响

Fig.9 Effect of 1-MCP treatment on β -galactosidase activity in *Actinidia arguta* fruit

3 结论

1-MCP处理明显延缓了软枣猕猴桃果实可溶性固形物含量的上升、可滴定酸含量的下降和果实硬度下降速度,从而延缓了果实后熟软化;1-MCP处理显著抑制

了软枣猕猴桃果实的呼吸峰值,但没有出现呼吸峰的推迟现象,1-MCP处理显著推迟了软枣猕猴桃果实乙烯发生高峰出现的时间,1-MCP处理显著抑制了软枣猕猴桃果实中果胶、纤维素和半纤维素的降解;1-MCP处理显著降低软枣猕猴桃果实PG酶活性峰值,而显著推迟了软枣猕猴桃果实 β -半乳糖醛酸酶活性高峰的出现时间。

参考文献

- [1] 王文辉,王志华,佟伟,等. 1-MCP处理对黄金梨采后生理及保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2009, 50(1): 30-34.
- [2] 魏建梅,朱向秋,袁军伟,等. 1-MCP对采后嘎啦苹果果实淀粉及细胞壁成分变化的影响[J]. 华北农学报, 2008, 23(增刊): 121-124.
- [3] 佟彤. 1-甲基环丙烷对苹果低温贮藏期间品质的影响[J]. 农产品加工·学刊, 2012, 298(11): 106-109.
- [4] 李富军,霍衡,杨洪强,等. 1-MCP和AVG对肥城桃果实采后衰老的影响[J]. 果树学报, 2004, 21(3): 272-274.
- [5] 王俊宁,饶景萍,任小林,等. 1-甲基环丙烷(1-MCP)对油桃果实软化的影响[J]. 植物生理学通讯, 2005, 41(2): 153-156.
- [6] 金昌海,阚娟,王红梅,等. 1-甲基环丙烷对桃果实成熟软化调控的影响[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(11): 153-156.
- [7] 田长河,饶景萍,冯炜. 1-MCP处理对柿果实采后生理效应的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(5): 122-126.
- [8] 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(1): 4-6.
- [9] 丁建国,陈昆松,许文平,等. 1-甲基环丙烷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.
- [10] 孙令强,李召虎,王倩,等. 1-MCP处理低温贮藏猕猴桃果实的品质及生理特性的影响[J]. 西南农业学报, 2007, 20(1): 35-39.
- [11] 陈金印,付永琦,刘康. 1-MCP处理对美味猕猴桃果实采后生理生化变化的影响[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(6): 940-947.
- [12] 李腾飞,黄森,张继澍. 1-MCP处理对‘亚特’猕猴桃果实采后生理和贮藏品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(16): 185-187.
- [13] Renate M, Edward C M, Margrethe S. Stress produced ethylene production, ethylene binding, the response to the response to the ethylene[J]. Hort-science, 2000, 35(2): 254-255.
- [14] 朴一龙,赵兰花,薛桂新. 梨果实贮藏过程中细胞壁成分的变化[J]. 果树学报, 2006, 23(6): 880-883.
- [15] 王琳,朴一龙,王博,等. 不同耐贮性的梨贮藏中果胶分解酶活性变化比较[J]. 延边大学农学报, 2010, 32(1): 8-10.

Effects of 1-MCP Treatment on Softening of *Actinidia arguta* Fruit

ZENG Zhao-xu, PIAO Yi-long, JIN Dong-chun, RAN Li-ping, LI Xu
(College of Agromony, Yanbian University, Yanji, Jilin 133000)

Abstract: Taking *Actinidia arguta* as material, the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on the *Actinidia arguta* fruit quality, respiration rate and ethylene evolution, cell wall composition contents, pectinase activity were studied. The results showed that the rise of soluble solids content, the decrease of titratable acid content and the hardness were obviously delayed by the treatment of 1-MCP. Meanwhile the respiratory peak and the appearance time of ethylene were obviously delayed, the degradation of pectin, cellulose and hemicelluloses were also decreased. The active peak of enzymes such as PG and β -polygalacturonase were obviously delayed. So the *Actinidia arguta* fruit softening was delayed under the treatment of 1-MCP.

Key words: 1-MCP; *Actinidia arguta*; quality; cell wall; pectinase