

常温不同时期 1-MCP 处理 对富士苹果质地的影响

贾艳萍¹, 刘畅², 李江阔^{3,*}, 张鹏³, 刘玲², 陈绍慧³

(1.东北电力大学化学工程学院, 吉林吉林 132012; 2.沈阳农业大学食品学院, 辽宁沈阳 110866;
3.国家农产品保鲜工程技术研究中心·天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

摘要:为了研究采后不同时期 1-MCP 处理对富士苹果果肉软化的影响, 本实验采取质构仪质地多面分析法 (TPA) 对不同时期 1-MCP 处理的富士苹果果肉质地进行分析。结果表明: 果肉脆度与硬度、凝聚性呈显著地正相关, 凝聚性与咀嚼性呈显著地正相关, 黏着性与其他参数呈负相关, 回复性与咀嚼性呈显著性正相关, 咀嚼性与硬度、凝聚性、回复性呈显著的正相关。1-MCP 处理能够延缓果实脆度、凝聚性、回复性、咀嚼性的降低, 抑制黏着性的增加, 从而抑制了果实的软化, 但效果随着处理时间的延长而降低。常温下 1-MCP 处理最好不超过 5d。

关键词:富士苹果, 1-MCP, 处理时期, 质地多面分析法

Effect of different treatment time of 1-MCP on texture of Fuji apple fruit at room temperature

JIA Yan-ping¹, LIU Chang², LI Jiang-kuo^{3,*}, ZHANG Peng³, LIU Ling², CHEN Shao-hui³

(1.School of Chemical Engineering, Northeast Dianli University, Jilin 132012, China;
2.College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;
3.National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agriculture Products·Tianjin
Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384, China)

Abstract: To investigate the effect of different 1-MCP treatment time on the flesh softening of Fuji apples, the flesh texture parameters of Fuji apple with different 1-MCP treatment time by a texture analyzer through texture profile analysis (TPA) was studied. The results showed that the flesh crispness had significantly positive correlation with cohesiveness, cohesiveness had significantly positive correlation with chewiness. The adhesiveness had negative correlation with the other parameters, the resilience had positive correlation with chewiness, chewiness had significantly positive correlation with hardness, cohesiveness, resilience. 1-MCP treatment could delay the drop of fruit crispness, hardness, cohesiveness, resilience, chewiness, and the increase of adhesiveness, accordingly to inhibit fruit flesh softening, but the effect was reduced by prolonging treatment time. Therefore, 1-MCP treatment should not exceed 5d at ambient temperature.

Key words: Fuji apple; 1-MCP; treatment time; texture profile analysis (TPA)

中图分类号: TS205 文献标识码: A 文章编号: 1002-0306(2014)23-0319-04
doi:10.13386/j.issn1002-0306.2014.23.059

我国是种植苹果大国, 其中富士苹果为主栽品种。富士苹果口感香甜、脆而多汁、营养丰富, 深受消费者以及果树种植者的喜欢。苹果是典型的呼吸跃变型果实, 果实采摘后对乙烯作用极为敏感, 乙烯会诱发后熟以及果实衰老等生理生化反应。因此在

采后采用一定的处理方法提高其品质, 延长货架期对于我国苹果采后保鲜有着重要意义^[1]。

1-MCP 是一种新型的乙烯抑制剂, 现已广泛应用于果蔬保鲜上, 它可以延长呼吸跃变型果实的货架期以及提高贮藏效果^[2-4]。1-MCP 作用机理基本明确, 它是通过与乙烯争夺受体蛋白以及抑制乙烯生物合成基因的两条途径实现延缓果实的衰老^[5-6]。1-MCP 作用效果也受处理时间、处理浓度、果品种类以及成熟度等因素影响, 其中处理时间是主要因素^[7]。而国内外有关 1-MCP 不同处理时期对果实质地影响鲜有报道。常温放置不同时间的果实, 其生理品质会随着放置时间的不同而改变, 1-MCP 处理放置不同天数果实的效果也会有所差别。为了确定采后果品保鲜

收稿日期: 2014-03-26

作者简介: 贾艳萍 (1973-), 女, 博士, 副教授, 主要从事食品科学研究。

* 通讯作者: 李江阔 (1974-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事农产品安全与果蔬贮藏保鲜新技术研究。

基金项目: 国家科技支撑计划资助项目 (2012BAD38B01); 吉林市科技支撑计划杰出青年培养专项 (2013625008); 吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目 (吉教科合字 [2014] 第 106 号)。

表1 TPA实验所得苹果果肉各项质地参数间的相关性(R)
Table 1 Correlation among texture parameters of apple flesh from TPA

质构参数	脆度(g)	硬度(g)	凝聚性	黏着性(g·s)	回复性	弹性	咀嚼性(g)
脆度(g)	1						
硬度(g)	0.983*	1					
凝聚性	0.971*	0.971*	1				
黏着性(g·s)	-0.878	-0.931	-0.818	1			
回复性	0.873	0.942	0.924	-0.885	1		
弹性	0.712	0.786	0.616	-0.957*	0.750	1	
咀嚼性(g)	0.935	0.983*	0.952*	-0.932	0.986*	0.798	1

注: *表示差异显著($p < 0.05$)。

的最佳条件,采用常温不同时期1-MCP处理,通过TPA测试法对常温不同时期1-MCP处理果实的果肉质地进行分析,探究不同时期1-MCP处理对富士苹果保鲜效果的影响,为保持果实采后品质以及贮藏技术提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

富士苹果采自北京平谷苹果采摘园。人工选择果实大小均一、成熟度一致、无病虫害、无机械损伤的果实。用网套套上后装入到装有微孔袋的纸箱后立即运回实验室。采后常温下放置不同时期(0、5、10d)后进行1-MCP处理(浓度 $1.0\mu\text{L/L}$ 、处理18h)(记作:1-MCP-0d、1-MCP-5d、1-MCP-10d),1-MCP处理方法参见孙希生等^[8]的方法,以0d未用1-MCP处理的果实进行对照(记作:ck-0d)。处理后的果实分别装入微孔袋放入原纸箱中在冷库中(0 ± 0.5) $^{\circ}\text{C}$ 放置,10个月后取出进行常温(18~22 $^{\circ}\text{C}$)货架(28d)实验,每次每组取6个果,每组处理设3次重复,每7d测定一次;1-MCP粉剂 国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)提供。

普通冷库 国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津);TA.XT.Plus质构仪 英国SMS公司。

1.2 质地实验方法

首先将苹果果实沿果梗方向纵向切分两块,用内径为10mm的打孔器取样,每个果实各取两个测试点,切成宽度为5mm的小圆片,将其放置于TA.XT.Plus质构仪测试平板上,采用直径为75mm的圆柱形探头P/75进行TPA测试。测试条件如下:测前速率为1mm/s,测试速率为0.5mm/s,测后上行速率为0.5mm/s,苹果果肉受压变形为60%,2次压缩停顿时间为5s,触发力为5g。通过质地特征曲线得到苹果果肉TPA参数:硬度、脆度、凝聚性、黏着性、回复性、弹性、咀嚼性(胶性、弹性)^[9]。

1.3 数据处理

采用Excel 2010软件对数据进行统计分析制图,采用SPSS 17.0软件进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 果肉质地参数间相关性的分析

富士苹果果肉TPA测试各项质地参数相关性分析结果如表1所示,果肉硬度与脆度、凝聚性、咀嚼性呈显著的正相关($p < 0.05$);说明以上几项参数共

同反映果实的质地特性;黏着性与弹性呈显著负相关性($p < 0.05$),与其他参数呈负相关,说明硬度、脆度、凝聚性、回复性、咀嚼性、弹性高的果实,果肉黏度低。TPA测试结果表明,弹性与其他参数的相关性差,可能是由于果肉受压变形为60%,两次的挤压使得果肉形变,从而弹性形变受到抑制导致。而回复性与咀嚼性呈显著正相关($p < 0.05$),与脆度、硬度、凝聚性有较好的相关性($R = 0.873 \sim 0.942$),回复性可由TPA曲线的第一压缩周期所得,它比弹性可靠的反映了果实质地特性。咀嚼性定义为弹性、硬度、凝聚性的乘积,硬度的特性可以由咀嚼性体现。故用脆度、黏着性、凝聚性、回复性、咀嚼性这五个参数反映果肉质地变化。

2.2 1-MCP不同处理时期对质构参数的影响

2.2.1 果实脆度 脆度反映了果实的致密度和坚硬程度,压缩过程中曲线出现一个明显的峰即为脆度,它是反映果实新鲜度的重要指标之一。如图1所示,整个货架期间,处理组果实的脆度呈上升趋势,对照组呈下降趋势,且处理组的果实脆度始终高于对照组,说明1-MCP有抑制果实软化的作用。货架0d,1-MCP-0d、1-MCP-5d的脆度显著高于1-MCP-10d($p < 0.05$),1-MCP-0d与1-MCP-5d差异不显著。货架7d至货架期末,三组处理差异不显著($p > 0.05$)。货架21d,脆度大小为1-MCP-0d > 1-MCP-5d > 1-MCP-10d,说明随着处理时间的延长1-MCP效果也随之下降。故应缩短常温处理时间以保持果实脆度。

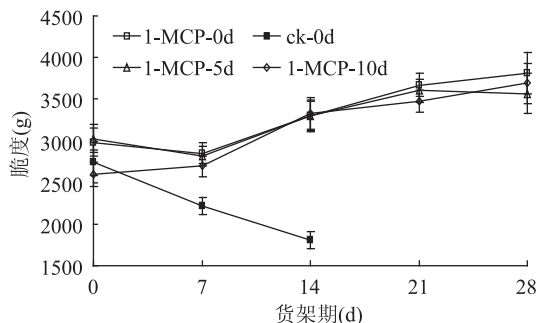


图1 常温不同时期1-MCP处理对果肉脆度的影响
Fig.1 Effect of 1-MCP different treatment time at room temperature on flesh fracturability of apple

2.2.2 果实凝聚性 凝聚性反映了咀嚼果肉时的果粒抵御牙齿压力而表现出的使果实完整性的果肉细

胞之间的结合力^[10]。货架期间对照组果实的凝聚性明显低于处理组,说明 1-MCP 有能够防止果实软化。处理组果实的凝聚性在货架期间变化不大,可能是因为富士苹果果实质地紧密,果肉细胞间的结合力下降较慢。货架 0d 时,三个处理组之间差异不显著($p > 0.05$)。货架 14d, 1-MCP-0d 的凝聚性显著高于 1-MCP-5d、1-MCP-10d($p < 0.05$), 1-MCP-5d 与 1-MCP-10d 差异不显著,说明 1-MCP 处理时间越早越好。货架 21d 至货架期末, 1-MCP-0d、1-MCP-5d、1-MCP-10d 之间差异不显著。

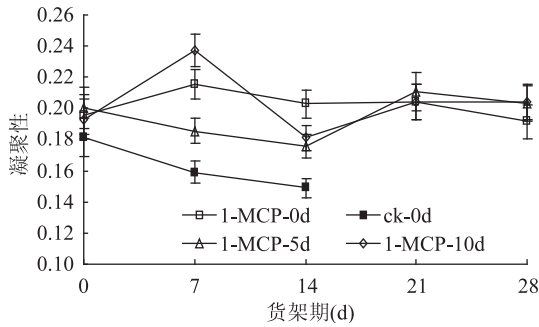


图2 常温不同时期 1-MCP 处理对果肉凝聚性的影响

Fig.2 Effect of 1-MCP different treatment time at room temperature on flesh cohesiveness of apple

2.2.3 黏着性 如图 3 所示,货架 7d,对照组与处理组差异不显著,黏着性大小为 1-MCP-0d < 1-MCP-5d < 1-MCP-10d < ck-0d。货架 14d,处理组与对照组差异极显著($p < 0.01$),对照组的黏着性高于处理组,越新鲜的果实黏着性越小,说明 1-MCP 可以保持果实的新鲜度,1-MCP-5d 的黏着性小于 1-MCP-0d、1-MCP-10d,且差异显著。货架 21d,三个处理组差异显著($p < 0.05$),1-MCP-0d 显著低于另外两个处理组,1-MCP-5d 与 1-MCP-10d 差异不显著。货架 28d,1-MCP-5d 显著低于 1-MCP-10d、1-MCP-0d。说明果实采后不超过 5d 进行 1-MCP 处理能较好保持其新鲜度。

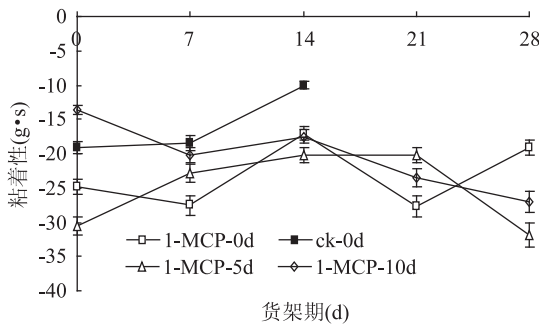


图3 常温不同时期 1-MCP 处理对果肉黏着性的影响

Fig.3 Effect of 1-MCP different treatment time at room temperature on flesh adhesiveness of apple

2.2.4 回复性 回复性是样品在第一次受到压缩后迅速恢复形变的能力^[11]。货架期间处理组果实的回复性极显著高于对照组($p < 0.01$),说明 1-MCP 有保持果实质地紧密,延缓果实软化的作用。货架 0~14d, 1-MCP 处理组的回复性显著高于对照组($p < 0.05$),说明 1-MCP 能够抑制果实回复性的下

降,从而维持果实质地。货架 7~14d, 1-MCP-0d 与 1-MCP-5d、1-MCP-10d 具有显著差异性,且 1-MCP-0d 的回复性最高,1-MCP-5d 与 1-MCP-10d 处理差异不显著。货架 28d, 三组处理差异不显著($p > 0.05$),回复性大小为 1-MCP-0d > 1-MCP-5d > 1-MCP-10d。说明随着常温处理时间的延长,1-MCP 处理果实的回复性越来越低,故采后尽快处理果实,能保持果肉较好品质。

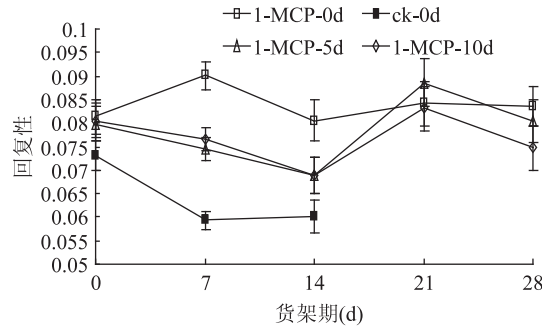


图4 常温不同时期 1-MCP 处理对果肉回复性的影响

Fig.4 Effect of 1-MCP different treatment time at room temperature on flesh resilience of apple

2.2.5 咀嚼性 咀嚼性为将食品咀嚼到可以吞咽时所需要的能量^[12-13]。如图 5 所示,货架期间 1-MCP 处理组果实的咀嚼性呈缓慢上升趋势,对照组果实的咀嚼性呈下降趋势,且处理组与对照组呈差异显著($p < 0.05$),说明 1-MCP 有延缓果实软化的作用。货架 7~14d, 1-MCP-0d 处理组的咀嚼性极显著高于 1-MCP-5d、1-MCP-10d ($p < 0.01$),咀嚼性为 1-MCP-0d > 1-MCP-5d > 1-MCP-10d。货架 21d 至货架期末,三个处理组之间差异不显著($p > 0.05$),且 1-MCP-10d 处理的咀嚼性低于 1-MCP-5d 和 1-MCP-0d,说明随着处理时间的延长,1-MCP 作用效果降低,故采后应缩短放置时间。

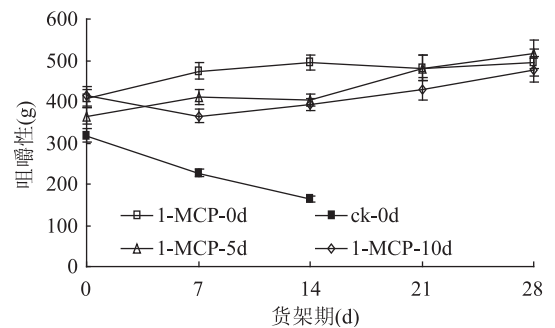


图5 常温不同时期 1-MCP 处理对果肉咀嚼性的影响

Fig.5 Effect Of 1-MCP different treatment time at room temperature on flesh chewiness of apple

3 结论与讨论

苹果果肉的质地会随着贮藏时间的增加而变得绵软,果实汁液减少,如果只靠口感和触摸评价,误差较大。质构仪 TPA 实验能够测试出脆度、凝聚性、黏着性、弹性、咀嚼性和回复性等其他表征果实质地特性参数,具有客观性。本实验结果表明果肉脆度与硬度、凝聚性呈显著地正相关,凝聚性与弹性、咀嚼性呈显著的正相关,黏着性与脆度、凝聚性、回

性、咀嚼性呈负相关,回复性与咀嚼性呈显著性正相关。用脆度、黏着性、凝聚性、回复性、咀嚼性这5项指标来反映果实质地变化。这与潘秀娟等^[14]、邵兴峰等人^[15]在苹果上用于测定其质地特性的参数一致。已有研究证明1-MCP能够延缓黄金梨果肉硬度、脆度、咀嚼性、凝聚性等参数的下降^[16];可以有效减缓西洋梨果实脆度和硬度的下降^[17];有效抑制葡萄果实硬度、回复性、咀嚼性的下降,维持较小的果实弹性以及凝聚性的变化幅度,并保持较高水平^[18]。本实验也表明,1-MCP可以抑制果肉脆度、凝聚性、咀嚼性、回复性的降低,抑制黏着性的增加。但1-MCP作用效果随着处理时间的延迟而降低,实验证明,1-MCP处理最好不要超过5d,可以保持富士果实较高的质地品质。

参考文献

- [1] 王春生,石建新,赵猛,等.红富士苹果气调贮藏参数的研究[J].华北农学报,2002,17(4):100-103.
- [2] 孙希生,王志华,辛广,等.不同处理条件下1-MCP对金冠苹果呼吸强度和品质的影响[J].果树学报,2004,21(2):141-144.
- [3] Deell J R, Murr D P, Porteous M D, et al. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(3): 349-353.
- [4] Fan X, Blandenships M, Mattheis J P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1999, 124(6): 690-695.
- [5] Sisler E C, Serek M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent development [J]. Physiol. Plant, 1997, 100(3): 577-582.
- [6] Serek M, Sisler E C, Reid M S. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants [J]. Journal of the American Society for Horticultural Science, 1994, 119(6): 1230-1233.
- [7] 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.
- [8] 孙希生,王文辉,李志强,等.1-MCP对砀山酥梨保鲜效果的影响[J].保鲜与加工,2001,1(6):14-17.
- [9] 李江阔,林洋,张鹏,等.采后不同时期1-MCP处理对苹果果实质地的影响[J].食品科学,2013,34(20):277-281.
- [10] 姜松,王海鸥.TPA质构分析及测试条件对苹果TPA质构分析的影响[J].食品科学,2004,25(12):68-71.
- [11] Alvarez M, Canet W, Lopez M. Influence of deformation rate and degree of compression on textural parameters of potato and apple tissues in texture profile analysis [J]. Europe Food Research and Technology, 2002, 215(1): 13-20.
- [12] 孟陆丽,张谦益,吴洪华,等.TPA实验测试梨果肉质地研究[J].食品科技,2006,31(10):283-286.
- [13] 陈青,励建荣.杨梅果实在储存过程中质地变化规律的研究[J].中国食品学报,2009,9(1):66-70.
- [14] 潘秀娟,屠康.质构仪质地多面分析(TPA)方法对苹果采后质地变化的检测[J].农业工程学报,2005,21(3):166-170.
- [15] 邵兴峰,屠康.采后热空气处理对嘎拉苹果质地的影响及其作用机理[J].果树学报,2009,26(1):13-18.
- [16] 王小曼,关军锋.1-MCP对常温贮藏期间黄金梨果肉质地的影响[J].河北农业大学学报,2013,36(2):46-49.
- [17] 李梅,王贵禧,梁丽松,等.1-甲基环丙烯处理对西洋梨常温贮藏的保鲜效果[J].农业工程学报,2009,25(12):345-350.
- [18] 李志文,张平,张昆明,等.1-MCP结合冰温贮藏对葡萄果实质地的影响[J].农业机械学报,2011,42(7):177-181.
- (上接第264页)
- 抗肿瘤作用靶点研究进展[J].食品科学,2013,34(11):321-326.
- [6] 鲁晓翔.黄酮类化合物抗氧化作用机制研究进展[J].食品研究与开发,2012,33(3):220-224.
- [7] 焦晶晶,张英.植物类黄酮作为护肤因子在化妆品领域的研究进展[J].精细化工,2004,21(S):98-102.
- [8] 李秀信,张军华.表面活性剂-微波辅助提取香椿黄酮[J].食品与发酵工业,2011,37(1):199-201.
- [9] 杨静娟,钟世安.响应面法优化玉竹多糖表面活性剂协助提取条件[J].中南大学学报:自然科学版,2012,43(3):835-840.
- (上接第318页)
- (1):41-44.
- [19] 胡秀芳,沈生荣,朴宰日,等.茶多酚抗氧化机理研究现状[J].茶叶科学,1999,19(2):93-103.
- [20] 胡彩虹,许梓荣.气象色谱法测定猪肉、鱼和虾中三甲胺的含量[J].食品科学,2001,22(5):62-64.
- [21] Auh J H, Lee H G, Kim J W, et al. Highly concentrated branched oligosaccharides as cryoprotectant for surimi [J]. Journal of Food Science, 1999, 64: 418-422.
- [22] Benjakul S, Bauer F. Physicochemical and enzymatic changes of cod muscle proteins subjected to different freeze-thaw cycles [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80: 1143-1150.