

不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏品质的影响

纪海鹏¹, 高聪聪², 董成虎¹, 于晋泽³, 陈存坤¹, 张学杰⁴, 张娜¹

(1.国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津)农业农村部农产品贮藏保鲜重点实验室 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384; 2.云南农业大学, 昆明 650000; 3.天津市远东冷藏设备制造有限公司, 天津 300382; 4.中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

摘要: 目的 探究不同保鲜剂对圆青椒货架期间品质的影响。方法 实验采用 SO₂ 保鲜剂、1-MCP、乙烯吸收剂, 在贮藏温度为(9±0.5)℃下分别对青椒进行处理, 并分析贮藏期间圆青椒的腐败率、转红率、质量损失率、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、丙二醛含量、Vc 含量、叶绿素含量, 以及抗坏血酸过氧化物酶(ascorbate peroxidase, APX)活性。结果 1-MCP 处理组的腐败率、转红率、质量损失率均在贮藏 8 d 后加快上升, 而在贮藏到 20 d 时 1-MCP 处理组的可溶性固形、可滴定酸质量分数分别下降到 0.041%, 3.87%, Vc 和叶绿素含量分别下降到 59.95 mg/100 g, 0.073 mg/g, 丙二醛质量摩尔浓度上升至 1.1 μmol/g, 抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性下降至 20.38 U/(min·g), 相较于其他组可减少圆青椒的腐败率、转红率、质量损失率, 减缓可溶性固形物、可滴定酸、Vc、叶绿素等含量的下降, 抑制丙二醛含量的升高, 显著提高了抗坏血酸过氧化物酶(APX)活性。结论 1-MCP 可保持圆青椒贮藏期间的品质, 并延长货架期。

关键词: 圆青椒; 保鲜剂; 贮藏; 品质

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)19-0034-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.19.005

Effects of Different Preservatives on Storage Quality of Round Green Pepper

Ji Hai-peng¹, GAO Cong-cong², DONG Cheng-hu¹, YU Jin-ze³, CHEN Cun-kun¹,
ZHANG Xue-jie⁴, ZHANG Na¹

(1.National Engineering Technology Research Center for Preservation of Agricultural Products (Tianjin), Key Laboratory of Storage of Agricultural Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, Tianjin 300384, China; 2.Yunnan Agricultural University, Kunming 650000, China; 3.Tianjin Far East Refrigeration Equipment Manufacturing Co., Ltd., Tianjin 300382, China; 4.The Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: The work aims to explore the influence of different preservatives on the quality of round green pepper during shelf life. SO₂ preservatives, 1-MCP and ethylene absorbent were used for the treatment of round green pepper at (9±0.5)℃. The decay rate, red conversion rate, weight loss rate, SSC, TA, MDA, Vc, chlorophyll content and ascorbate peroxidase

收稿日期: 2019-07-29

基金项目: 十三五重点研发计划(2016YFD0400903-05, 2018YFF0213605-2); 天津市林果现代产业技术体系创新团队(ITTFPRS2018009); 天津市科技计划(17YFYZCG00010, 16ZXZYNC00070); 天津市自然科学基金青年项目(16JCQNJC14800); 天津市农业科技成果转化与推广项目(201701100); 天津市农业科学院院长基金(17014, 17012); 贵州省科技计划(黔科合成果[2016]4035号)

作者简介: 纪海鹏(1985—), 男, 助理研究员, 主要研究方向为农产品低温物流与保鲜。

通信作者: 张娜(1981—), 女, 副研究员, 主要研究方向为农产品加工与贮藏。

(APX) activity of round green pepper during storage were analyzed. The decay rate, red conversion rate and weight loss rate of 1-MCP treatment group increased rapidly after 8-day storage. In the 1-MCP treatment group, the mass fractions of the soluble solid shape and titrable acid were respectively reduced to 0.041% and 3.87%, Vc and chlorophyll content decreased to 59.95 mg/100 g and 0.073 mg/g, respectively, and the malondialdehyde molality increased to 1.1 $\mu\text{mol/g}$ and the ascorbate peroxidase (APX) activity decreased to 20.38 U/(min·g) on the 20th day of storage. Compared with other groups, 1-MCP could reduce the decay rate, red conversion rate and weight loss rate of round green pepper, slow down the decrease of soluble solids, titratable acid, Vc and chlorophyll content, inhibit the increase of malondialdehyde content, and significantly improve APX activity. Therefore, 1-MCP can maintain the quality of round green pepper during storage and extend the shelf life.

KEY WORDS: round green pepper; preservative; storage; quality

青椒为茄科植物,营养丰富,Vc含量尤其高,同时具有保健功能^[1],但其含水量很高,对水分敏感,易发生低温伤害,采后3~5 d就会出现腐烂现象,较不耐储藏^[2-3]。青椒保鲜一直存在以上问题,且始终未能得到良好的解决办法,因此青椒的保鲜技术受到了人们的高度重视。

1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种乙烯抑制剂,因其可抑制乙烯的释放,从而延缓果蔬的成熟与衰老,目前因其效果显著、安全、稳定性好等特点,广泛应用于果蔬保鲜方面^[4-5]。目前许多研究表明,1-MCP对枇杷^[6]、‘大红袍’鲜花椒^[7]、冬枣^[8]、番茄^[9]等都有较明显的保鲜效果。乙烯吸收剂(EA)主要成分为高锰酸钾,可通过物理吸附来减少果蔬成熟过程中产生的乙烯^[10]。Wang Siyao等^[11]研究发现,EA处理可抑制在0℃冷藏条件下蓝莓果实的软化,延长贮藏期。SO₂类保鲜剂的保鲜效果最为显著^[12],但SO₂安全问题一直备受关注,近年来研究人员一直在致力于寻找代替SO₂的保鲜方法,以通过控制SO₂释放速度来降低SO₂对果蔬造成的伤害^[13-14]。

目前,在国内青椒的保鲜技术不断发展进步,常用的保鲜方式有辐射保鲜、气调保鲜、生物保鲜等方法,但成本过高,物理保鲜则需结合其他保鲜方式使用效果更佳,化学保鲜剂使用不当则对环境和人体造成伤害^[15],因此文中使用1-MCP、乙烯吸收剂和SO₂3种保鲜剂,在贮藏温度(9±0.5)℃下,探究各保鲜剂对青椒贮藏品质的影响,以期青椒采后保鲜提供新的技术,来代替SO₂保鲜剂,减少技术成本,降低环境污染和对人体的伤害,并提高其经济效益。

1 实验

1.1 材料

实验所用圆青椒于2019年3月8日购自天津市红旗农贸批发市场,当天运至国家农产品保鲜工程技术研究中心(天津),挑选大小一致、色泽均匀、

新鲜饱满、无病虫害和明显机械损伤的果实为实验材料。

1.2 试剂与设备

主要试剂与设备:上皿电子天平(FA1004),上海荆轲天平;手持式折光仪(PAL-1),ATAGO(爱拓)中国分公司;电热恒温水浴锅(DK-98-IIA),天津市泰斯特仪器有限公司;万用电炉(DL-1),北京中兴伟业仪器有限公司;台式高速冷冻离心机(HR/T20M),湖南赫西仪器装备有限公司;紫外可见分光光度计(UV-1780),岛津仪器(苏州)有限公司。

1.3 处理方法

将上述挑选好的圆青椒分为4组,放入(9±0.5)℃冷库内预冷12 h,预冷完成后按设计好的实验方案进行处理。具体处理方案:CK组,不放任何保鲜剂,采用PE膜(厚度为0.05 μm ,大小为35 cm×60 cm,无微孔)扎口包装;1-MCP保鲜剂处理组,将1片1-MCP(1 $\mu\text{L/L}$,台湾利统有限公司)放入后,用PE膜扎口包装;乙烯吸收剂处理组,将1袋最小包装袋的乙烯吸收剂(主要成分为高锰酸钾,纯度10%,每袋10 g,山西龙田保鲜技术开发有限公司)放入PE膜扎口包装;SO₂保鲜剂处理组,将1 g袋装SO₂压片(每袋2片,每片0.5 g,共1 g,天津禄盛有限公司)放入PE膜扎口包装。

每个保鲜袋放入10个青椒,质量约为1.4 kg,每个处理组共30袋。贮藏期间每隔4 d取样1次测定指标,每次做3个重复实验。

1.4 方法

1) 质量损失率。每袋10个,取3袋,每4 d称量1次,记录数据,取平均值。将放入每种保鲜剂处理的圆青椒分别取出30~40个,每隔4 d进行一次测量,记下每个实验组的圆青椒质量。质量损失率计算公式为:质量损失率=(初始质量-失水后质量)/初始质量×100%。

2) 转红率和腐烂率。单取 5 袋圆青椒作为实验观察使用,每隔 4 d 观察 1 次,根据每次的转红和腐败个数,计算出圆青椒转红率和腐败率,计算公式为:

转红率=转红的数量/起始圆青椒数量×100%

腐败率=腐烂的数量/起始圆青椒数量×100%

3) 可溶性固形物 (soluble solid content, SSC) 的测定。使用爱拓 PAL-1 型手持式折光仪测定青椒中可溶性固形物,每个处理重复测定 3 次,取平均值。

4) 可滴定酸 (titratable acidity, TA) 含量的测定。参照氢氧化钠溶液滴定法^[16]。

5) 叶绿素 (chlorophyll) 含量的测定。参照曹建康^[16]的测定方法,单位为 mg/g。

6) 抗坏血酸 (ascorbic acid, ASA) 含量的测定。参照 2, 6-二氯酚靛酚滴定法测定^[16],单位为 mg/100 g。

7) 抗坏血酸过氧化物酶 (APX; AsA-POD) 活性的测定。参照曹建康^[16]的方法,单位为 U/(min·g)。

8) 丙二醛 (malondialdehyde, MDA) 质量摩尔浓度的测定。参照曹建康^[16]的测定方法,单位为 μmol/g。

1.5 数据处理

采用 Microsoft Office Excel 2016 进行统计、绘图;用 SPSS 18.0 软件进行显著性分析。

2 结果与讨论

2.1 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中 SSC 含量的影响

可溶性固形物含量是衡量果蔬品质的一个重要指标^[17]。由图 1 可知,各组可溶性固形物含量在整个贮藏期间均处于下降趋势,其中 1-MCP 始终保持较高水平,与 CK 组差异显著 ($P<0.05$),与其他 2 个处理组相比 SO₂ 组下降速度较快,在贮藏 12 d 后,

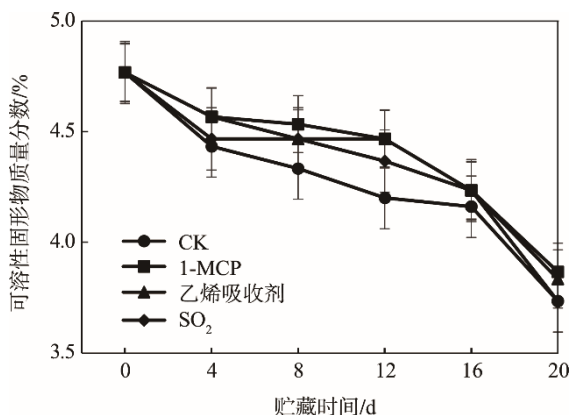


图 1 不同保鲜剂处理对圆青椒 SSC 含量的影响
Fig.1 Effects of different preservative treatments on SSC content of round green pepper

1-MCP 组与乙烯吸收剂组差异不显著 ($P>0.05$)。实验表明,1-MCP 处理可保持青椒在贮藏期间的品质。

2.2 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中质量损失率的影响

果蔬的呼吸与蒸腾作用增大,则质量损失速度加快,从而影响果蔬的新鲜度与色泽^[18]。在农业生产中,果蔬的质量损失程度和果蔬所产生的经济效益有着很大的关系。通过图 2 可以看出,质量损失率呈现整体上升的趋势,8 d 之前差异不显著,12 d 后 CK 与保鲜剂处理组之间失水差距逐渐增大;整个贮藏期间 1-MCP 处理组质量损失率较低,20 d 时 1-MCP 组、乙烯吸收剂处理组、SO₂ 保鲜剂组和 CK 组质量损失率分别为 3.81%, 4.34%, 4.89%, 7.39%。实验结果表明,保鲜剂在贮藏中后期能有效抑制失水,其中 1-MCP 效果较好。

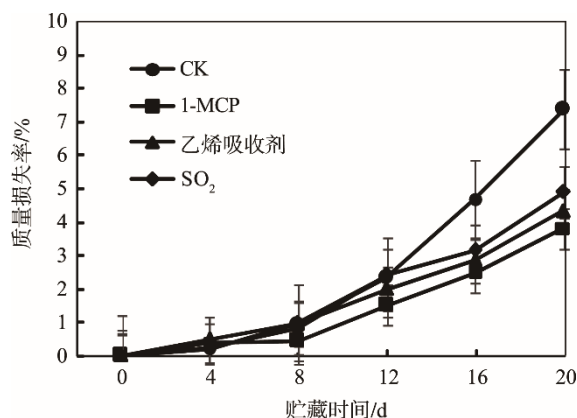


图 2 不同保鲜剂处理对圆青椒质量损失率的影响
Fig.2 Effects of different preservative treatments on weight loss rate of round green pepper

2.3 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中 TA 含量的影响

可滴定酸含量 (TA) 是评价青椒风味和品质的重要指标^[19]。果蔬中不同种类的有机酸都会对果蔬品质、风味等造成很大影响。由图 3 可以看出,各处理组中的 TA 含量整体呈下降趋势,CK 组在贮藏第 0~8 d 时下降速度较快,1-MCP 组贮藏效果显著 ($P<0.05$),乙烯吸收剂组仅次于 1-MCP 组,而 SO₂ 组仅优于 CK 组,与其他 2 个处理组相比,效果并不显著。实验表明,1-MCP 可延缓青椒有机酸的下降,有利于保持青椒的风味。

2.4 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中叶绿素含量的影响

叶绿素是植物进行光合作用的重要物质,大部分果蔬中都含有叶绿素,叶绿素的下降直接影响外观^[20]。通过图 4 可以看出,各组青椒中叶绿素含量前 4 d 时下

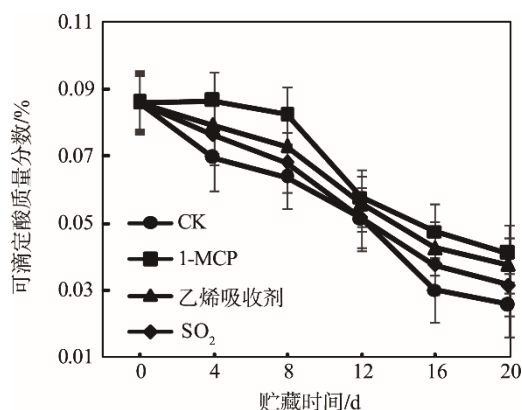


图 3 不同保鲜剂处理对圆青椒 TA 含量的影响
Fig.3 Effects of different preservative treatments on TA content of round green pepper

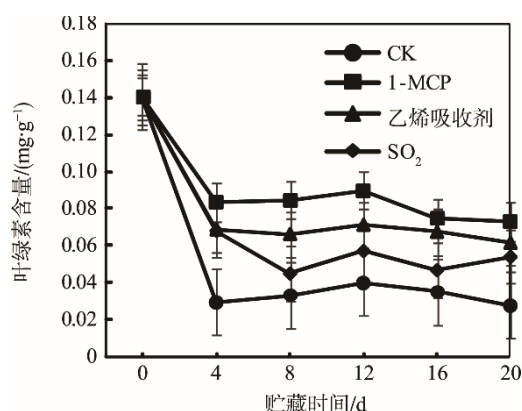


图 4 不同保鲜剂处理对圆青椒叶绿素含量的影响
Fig.4 Effects of different preservative treatments on chlorophyll content of round green pepper

降较快,后期趋势平缓,略有波动;4 d 时 CK 组叶绿素含量下降了 0.11 mg/g,下降速度大于其余 3 组;1-MCP 组在 4~12 d 时变化不明显,在 12 d 后略有下降,乙烯吸收剂组在 4~20 d 变化趋势不明显,但叶绿素含量始终低于 1-MCP 组,在贮藏 8 d 时 SO₂ 组叶绿素含量下降速度较快,后期波动较大,影响青椒的贮藏品质。实验结果证明,1-MCP 组可以减缓青椒中叶绿素含量的下降。

2.5 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中 Vc 含量的影响

抗坏血酸,即还原型维生素 C^[21]。由图 5 可以看出,在贮藏 0~4 d 时各组的 Vc 含量均呈上升趋势,各处理组差异不显著 ($P>0.05$)。贮藏初期,青椒内抗坏血酸过氧化物酶呈下降趋势,减少了 Vc 的氧化,而低温可提高 Vc 的稳定性^[23],将青椒放入冷库预冷时,由于温度的降低导致维生素 C 含量上升,最高含量为 SO₂ 保鲜剂处理组,维生素含量为 99.48 mg/100 g。在贮藏 8~20 d 时各组 Vc 含量一直呈下降趋势,CK 组下降幅度较大,而其他 3 组下降速度较缓。其中 1-MCP 组 Vc 含量始终保持最高水平,在贮藏 20 d 时,CK 组的 Vc

含量下降了 63.94 mg/100 g,1-MCP 组 Vc 含量下降到 59.95 mg/100 g,高于其他各组。实验结果表明,1-MCP 可以在中后期有效减少圆青椒中 Vc 的损失,且 1-MCP 对 Vc 含量的下降抑制效果最好。

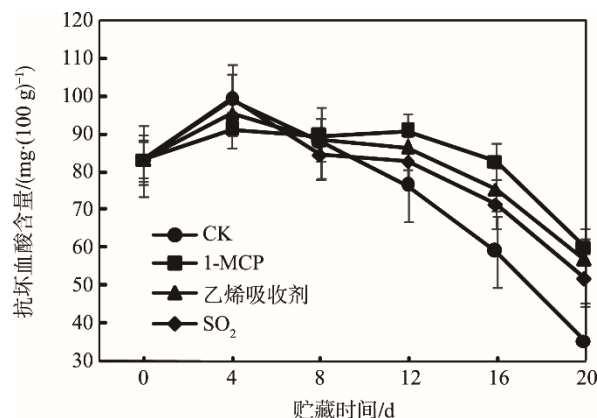


图 5 不同保鲜剂处理对圆青椒 Vc 含量的影响
Fig.5 Effects of different preservative treatments on Vc content of round green pepper

2.6 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中 MDA 含量的影响

丙二醛 (MDA) 是膜脂过氧化作用的重要产物之一,反应细胞膜脂过氧化的程度,可对细胞膜造成伤害,加速果蔬的衰老^[24-25]。由图 6 可以看出,各组中 MDA 含量呈逐渐上升趋势,在贮藏前 8 天 SO₂ 组与 CK 组差异不显著 ($P>0.05$),在贮藏 8~20 d 时 CK 组上升加速,1-MCP 组与 CK 组相比能明显抑制 MDA 含量,乙烯吸收剂组与 1-MCP 组无显著差异 ($P>0.05$)。实验结果表明,1-MCP 组可抑制青椒 MDA 的积累,减缓 MDA 对细胞膜的伤害。

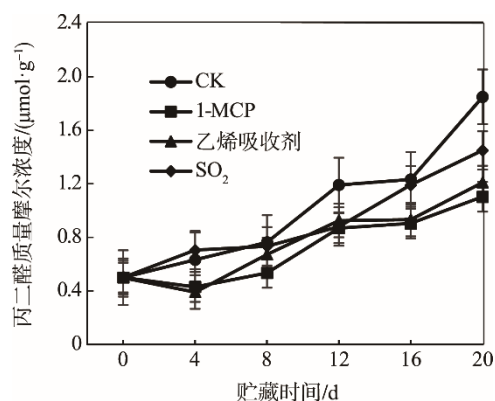


图 6 不同保鲜剂处理对圆青椒 MDA 含量的影响
Fig.6 Effects of different preservative treatments on MDA content of round green pepper

2.7 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中 APX 活性的影响

抗坏血酸过氧化物酶 (APX) 是以抗坏血酸为电

子供体的专一性强的过氧化物酶。由图7可以看出,3个处理组均优于CK组,乙烯吸收剂组与SO₂组在前4d先呈下降趋势,在贮藏4~12d时乙烯吸收剂组呈缓慢上升趋势,而后下降。在20d时APX活性下降至18.9 U/(min·g);SO₂组在4~16d时呈缓慢上升趋势,在20d时APX活性下降至17.6 U/(min·g);1-MCP组变化不大,且APX活性一直处于较高水平。结果表明,1-MCP组可以减缓APX的下降,延缓青椒的衰老。

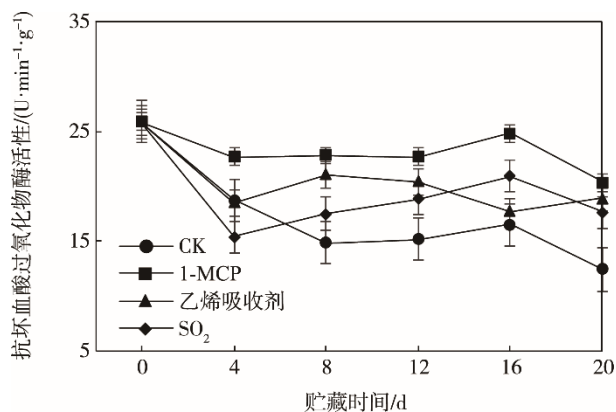


图7 不同保鲜剂处理对圆青椒 APX 活性的影响

Fig.7 Effects of different preservative treatments on APX activity of round green pepper

2.8 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中腐败率的影响

果蔬会随着贮藏时间的延长而衰老腐败,抑制果蔬的腐败率是目前果蔬保鲜中最有效的提高经济效益的方法。由图8可以看出,12d时各组腐败率没有显著差异,16d时1-MCP处理组、CK组、乙烯吸收剂处理组、SO₂保鲜剂处理组的腐败率分别为14%,20%,44%,38%。在16d之后腐烂指数大幅上升,此时果实腐烂相互传染逐渐扩大到整个果实,从而出现大范围腐败现象,其中1-MCP组的腐败率最低。实验结果表明,1-MCP可降低青椒的腐败率,提高其食用品质。

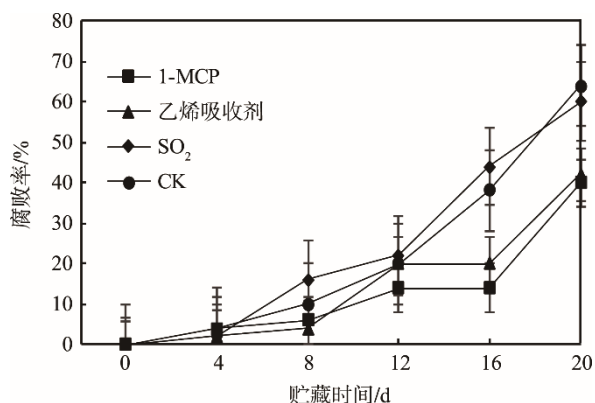


图8 不同保鲜剂处理对圆青椒腐败率的影响

Fig.8 Effect of different preservative treatments on decay rate of round green pepper

2.9 不同保鲜剂处理对圆青椒贮藏中转红率的影响

随着果蔬的逐渐成熟,果实会出现变红的现象。通过图9可以看出,CK组在贮藏4d时既出现了明显的变红,转红率为20%;SO₂处理组和乙烯吸收剂处理组在贮藏8d时出现转红,转红率为20%;12d时,1-MCP处理组才出现转红,转红率为20%;20d时,CK组、1-MCP处理组、乙烯吸收剂处理组、SO₂保鲜剂处理组的转红率分别为60%,20%,30%,40%;1-MCP处理组、SO₂保鲜剂处理组和CK组转红率均在峰值之后转向平稳。实验结果表明,1-MCP可以有效降低圆青椒的转红率。

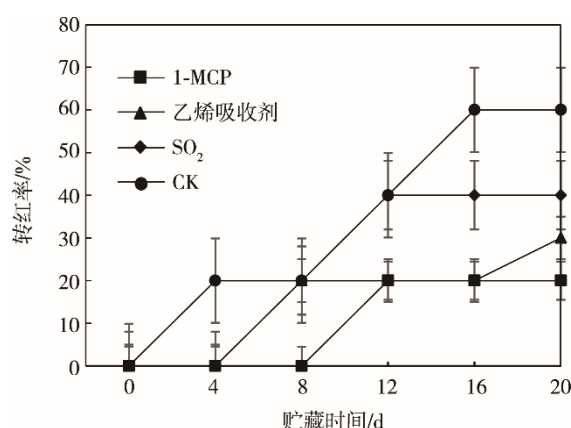


图9 不同保鲜剂处理对圆青椒转红率的影响

Fig.9 Effect of different preservative treatments on red conversion rate of round green pepper

3 讨论

研究发现,1-MCP对圆青椒的腐败率、转红率、质量损失率均有抑制作用,说明1-MCP可延缓圆青椒的腐败。Park等^[26]研究结果表明,EA与1-MCP相比,乙烯吸收剂处理不及2 μL/L 1-MCP处理对推迟番茄果实转红有效,这与文中研究中乙烯吸收不及1-MCP处理效果明显的结果相似。青椒属于非呼吸跃变型果蔬,有研究表明,1-MCP可延缓非跃变型果实贮藏过程中营养成分的流失^[27-30]。文中试验中,1-MCP延缓了可滴定酸、可溶性固形物和Vc含量的下降,乙烯吸收剂与SO₂也可延缓青椒风味与营养物质的下降,但效果并不显著,说明1-MCP更能抑制乙烯的释放。在贮藏期间,1-MCP对延缓叶绿素的下降效果最为显著,说明1-MCP有利于保持青椒果皮颜色。1-MCP还可减少MDA的积累,减轻膜质过氧化对细胞膜组织的伤害,有利于维持细胞膜的完整性,提高APX的活性,清除青椒体内H₂O₂,延缓其衰老。1-MCP可以阻碍乙烯与受体的结合,既可抑制内源乙烯的生成,还可阻断外源乙烯的诱导,而乙烯吸收剂通过吸收贮藏环境中的乙烯气体来降低乙烯的含量,

但随着时间的延长,乙烯吸收剂效果也随之下落,因此乙烯吸收剂不适宜长期贮藏的保鲜^[31]。文中研究发现,1-MCP 效果优于乙烯吸收剂,可代替 SO₂ 保鲜剂,降低对果蔬以及人体的伤害。

4 结语

研究表明,SO₂ 处理并不利于圆青椒的贮藏,甚至可能对圆青椒造成伤害,1-MCP 与乙烯吸收剂处理组对圆青椒的贮藏均有较好的作用,其中 1-MCP 处理最好,可以抑制圆青椒叶绿素和 Vc 含量的下降,保水性较好,可以有效减少圆青椒水分的蒸腾从而降低圆青椒的质量损失,对圆青椒转红率和 MDA 的抑制效果也较明显,可以提高圆青椒中 APX 活性,抑制圆青椒腐败率以及 TA 和 SSC 含量的下降。综上所述,1-MCP 可延缓圆青椒的衰老和贮藏品质的下降,提高其食用价值。

参考文献:

- [1] WANG Q, TIAN D, ZUO J, et al. Amelioration of Post-harvest Chilling Injury in Sweet Pepper by Glycine Betaine[J]. *Postharvest Biology & Technology*, 2016, 112: 114—120.
- [2] 陈莉, 杨双全, 张义明. 稳定性亚氯酸钠溶液对青椒的保鲜效果[J]. *贵州农业科学*, 2009, 37(8): 174—175.
CHEN Li, YANG Shuang-quan, ZHANG Yi-ming. Preservation Effect of Stable Sodium Chlorite Solution on Green Pepper[J]. *Guizhou Agricultural Science*, 2009, 37(8): 174—175.
- [3] 万文韬. 翡红翠绿话辣椒[J]. *食品与健康*, 2006(10): 20—21.
WAN Wen-tao. Red and Green Chilies[J]. *Food and Health*, 2006(10): 20—21.
- [4] 王成凤, 俞静芬, 申屠航, 等. 低温协同 1-MCP 处理对红秋葵品质的影响[J]. *农产品加工*, 2019(10): 56—58.
WANG Cheng-feng, YU Jing-fen, SHEN Tu-hang, et al. Effect of Low Temperature Cooperative 1-MCP Treatment on Quality of Okra[J]. *Agriculture Products Processing*, 2019(10): 56—58.
- [5] 曹森, 王瑞, 钟梅, 等. 1-MCP 与 MAP 耦合对甜桔梗的保鲜效果[J]. *食品与发酵工业*, 2017(4): 262—270.
CAO Sen, WANG Rui, ZHONG Mei, et al. Research on 1-MCP Coupled with MAP on Preservation of *Adenophora Hunanensis* Nannf[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2017(4): 262—270.
- [6] 隋思瑶, 黄桂丽. 1-MCP 处理对早晚熟枇杷鲜果采后生理效应的影响[J]. *包装工程*, 2019, 40(1): 17—24.
SUI Si-yao, HUANG Gui-li. Effects of 1-MCP Treatment on Postharvest Physiology of the Early and Late-maturing Varieties of Loquat Fruits[J]. *Packaging Engineering*, 2019, 40(1): 17—24.
- [7] 费昭雪, 景娜娜, 李珍, 等. 1-MCP 处理对‘大红袍’鲜花椒冷藏生理与品质效应的影响[J]. *北方园艺*, 2019(5): 123—130.
FEI Zhao-xue, JING Na-na, LI Zhen, et al. Effect of 1-MCP Treatment on Physiology and Quality of ‘Dahongpao’ *Zanthoxylum* during Cold Storage[J]. *The North Garden*, 2019(5): 123—130.
- [8] 孟创鸽, 曹红霞, 韦建平, 等. 1-MCP 对大荔冬枣贮藏品质的影响[J]. *西北园艺(综合)*, 2019, 259(1): 61—63.
MENG Chuang-ge, CAO Hong-xia, WEI Jian-ping, et al. Effect of 1-MCP on the Quality of Winter Jujube in Dali County Storage[J]. *Northwest Horticulture (integrated)*, 2019, 259(1): 61—63.
- [9] 梁芸志, 季丽丽, 陈存坤, 等. 臭氧、1-MCP 和乙烯吸收剂组合处理对番茄保鲜效果的影响[J]. *食品工业科技*, 2018(11): 275—280.
LIANG Yun-zhi, JI Li-li, CHEN Cun-kun, et al. Combined Effects of Ozone, 1-MCP and Ethylene Absorbent on the Quality of Tomato Preservation[J]. *Food Industry Technology*, 2018(11): 275—280.
- [10] 林燕, 张平, 任朝辉, 等. 适合果蔬流通乙烯吸收剂的研究[J]. *食品工业科技*, 2010, 31(6): 296—309.
LIN Yan, ZHANG Ping, REN Zhao-hui, et al. Study on the Ethylene Absorbent that Fit for Fruit and Vegetables Circulate[J]. *Food Industry Technology*, 2010, 31(6): 296—309.
- [11] WANG S, ZHOU Q, ZHOU X, et al. The Effect of Ethylene Absorbent Treatment on the Softening of Blueberry Fruit[J]. *Food Chemistry*, 2018, 246: 286—294.
- [12] GIRAUD E, IVANOVA A, GORDON C S, et al. Sulphur Dioxide Evokes a Large Scale Reprogramming of the Grape Berry Transcriptome Associated with Oxidative Signalling and Biotic Defence Responses[J]. *Plant, Cell and Environment*, 2012, 35(2): 405—417.
- [13] BURGER D A. A Summary of Factors Influencing the Susceptibility of Cold Storged Red Globe Table Grapes to SO₂ Damage[J]. *SA Fruit Journal/SA Vrugte Joernaal*, 2005, 4(1): 50—51.
- [14] 丁宏亮. SO₂ 缓释保鲜剂的研发及其在葡萄低温贮藏中的应用[D]. 广州: 华南理工大学, 2013.
DING Hong-liang. Research and Development of SO₂ Release Preservative Application in the Low Temperature[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2013.
- [15] 闫语婷. 青椒采后生理及保鲜技术研究进展[J]. *食品研究与开发*, 2016, 37(17): 215—218.
YAN Yu-ting. Research Progress on Postharvest Physiology and Preservation Technology of Green Pepper[J]. *Food Research and Development*, 2016, 37(17): 215—218.
- [16] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指

- 导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 29.
- CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007.
- [17] 冯云霄, 及华, 李丽梅. 1-MCP 对果实采后生理变化的影响[J]. 保鲜与加工, 2006(4): 4—5.
- FENG Yun-xiao, JI Hua, LI Li-mei. Effects of 1-MCP on Postharvest Physiological Changes of Fruits[J]. Preservation and Processing, 2006(4): 4—5.
- [18] DENG Y S, KONG F Y, ZHOU B, et al. Heterology Expression of the Tomato LeLhcb2 Gene Confers Elevated Tolerance to Chilling Stress in Transgenic Tobacco: PPB[J]. Plant Physiology & Biochemistry, 2014, 80: 318—327.
- [19] 张晓敏, 李具鹏, 傅茂润, 等. 1-MCP 结合二氧化氯处理对青椒货架期品质的影响[J]. 食品工业科技, 2018(13): 275—280.
- ZHANG Xiao-min, LI Ju-peng, FU Mao-run, et al. Effect of 1-MCP Combined with Chlorine Dioxide Treatment on Shelf Life Quality of Green Pepper[J]. Food Industry Technology, 2018(13): 275—280.
- [20] 吕建国, 顾建明, 吴小华, 等. 保鲜剂和贮藏温度对青椒果实贮藏品质的影响[J]. 农产品加工学刊, 2009(7): 19—23.
- LYU Jian-guo, JIE Jian-ming, WU Xiao-hua, et al. Effects of Preservative Agent and Storage Temperatures on Storage Quality of Pepper Fruit[J]. Processing of Agricultural Products, Academic Journal, 2009(7): 19—23.
- [21] 刘兴华, 陈维信. 果品蔬菜贮藏运销学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 22—23.
- LIU Xing-hua, CHEN Wei-xin. Fruit Vegetable Storage and Marketing[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2002: 22—23.
- [22] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 56—58.
- LI He-sheng. Principles and Techniques of Plant Physiological and Biochemical Experiments[M]. Beijing: Higher Education Press, 2001: 56—58.
- [23] 杜金华, 傅茂润, 李苗苗, 等. 二氧化氯对青椒采后生理和贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1215—1219.
- DU Jin-hua, FU Mao-run, LI Miao-miao, et al. Effects of Chlorine Dioxide on Post-Harvest Physiology and Storage Quality of Green Peppers[J]. Chinese Agricultural Science, 2006, 39(6): 1215—1219.
- [24] 黄夏, 潘嫣丽, 唐婷, 等. 不同包装材料对鲜切哈密瓜保鲜效果的影响[J]. 南方农业学报, 2011, 42(12): 1536—1539.
- HUANG Xia, PAN Yan-li, TANG Ting, et al. Fresh-keeping Effects of Different Packaging Materials on Fresh-cut Hami Melon[J]. Journal of Southern Agriculture, 2011, 42(12): 1536—1539.
- [25] 陈欢欢, 邓玉璞, 冯建华, 等. 青椒 MAP 保鲜效果研究[J]. 食品科技, 2013(10): 36—39.
- CHEN Huan-huan, DENG Yu-pu, FENG Jian-hua, et al. MAP Preservation Effect of Different Preservative Films on Green Pepper[J]. Food Science and Technology, 2013(10): 36—39.
- [26] PARK C Y, KIM Y J, SHIN Y. Effects of an Ethylene Absorbent and 1-methylcyclopropene on Tomato Quality and Antioxidant Contents during Storage[J]. Horticulture Environment and Biotechnology, 2016, 57(1): 38—45.
- [27] 李志强, 汪良驹, 巩文红, 等. 1-MCP 对草莓果实采后生理及品质的影响[J]. 果树学报, 2006, 23(1): 125—128.
- LI Zhi-qing, WANG Liang-ju, GONG Wen-hong, et al. Effect of 1-MCP on Senescence and Quality of Strawberry Fruit[J]. Journal of Fruit Science, 2006, 23(1): 125—128.
- [28] SIVAKUMAR D, KORSTEN L. Fruit Quality and Physiological Responses of Litchi Cultivar McLean's Red to 1-methylcyclopropene Pre-treatment and Controlled Atmosphere Storage Conditions[J]. LWT-Food Science and Technology, 2010, 43(6): 942—948.
- [29] ROCCULI P, COCCI E, ROMANI S, et al. Effect of 1-MCP Treatment and N₂O MAP on Physiological and Quality Changes of Fresh-cut pineapple[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(3): 371—377.
- [30] LIU Z, ZEN M, DONG S, et al. Effects of 1-methylcyclopropene on Fruit Browning of Sweet Cherry[J]. J Fruit Sci, 2005, 22: 488—491.
- [31] HOEBERICHTS F A, VAN DER PLAS L H, WOLTERING E J. Ethylene Perception is Required for the Expression of Tomato Ripening-related Genes and Associated Physiological Changes Even at Advanced Stages of Ripening[J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 26(2): 125—133.