

doi:10.11937/bfyy.20220419

不同保鲜剂对鲜食辣椒储藏品质的影响

叶欣悦¹, 陆光磊¹, 须文^{1,2}

(1. 贵州大学 农学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州大学 辣椒研究院, 贵州 贵阳 550025)

摘 要:以“二荆条”辣椒的新鲜绿熟果为试材, 选用 7 种商品化学保鲜剂, 主要成分包括 1-甲基环丙烯(1-MCP)、脱氢乙酸钠、山梨酸钾、焦亚硫酸钠、乳酸钠、D-异抗坏血酸钠、抗坏血酸等, 按照使用说明配制成一定浓度的溶液, 对辣椒鲜果进行浸泡处理, 分别取样测定辣椒的失重率、腐烂指数、果实硬度、呼吸强度、可溶性固形物、纤维素和亚硝酸盐含量, 比较不同保鲜剂对辣椒绿熟果储藏品质的影响, 以期延长鲜食辣椒的储藏保鲜时间, 选择适合辣椒绿熟果保鲜的商品保鲜剂。结果表明:以抗坏血酸为主要成分的抗氧化保鲜剂相较其它保鲜剂在抑制辣椒失水及腐烂上效果显著。以 1-MCP 为主要成分的植物生长调节剂相较其它保鲜剂在各项指标上表现较好。此外, 抗坏血酸保鲜剂对辣椒腐烂的抑制效果最好, 但显著提高了亚硝酸盐含量。

关键词:辣椒; 储藏; 保鲜剂; 保鲜效果; 储藏品质

中图分类号:S 609⁺. 3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2022)17-0092-08

辣椒又名海椒、番椒、辣子等, 是一种原产于南美洲热带及亚热带地区的茄科辣椒属植物, 在我国种植历史悠久^[1]。辣椒是世界范围内最为重要的蔬菜和辛辣香料作物之一, 因为辣椒营养价值高所以市场需求量大。目前, 辣椒产业已成为贵州省推进农村产业革命的 12 个主抓特色产业之一, 发展辣椒产业对贵州省有重要的意义。2019 年, 贵州省的辣椒产量达到 600 万 t, 产值超 200 亿元, 带动约 32 万贫困人口增收, 辣椒产业当前已成为贵州的一个重要特色产业^[2]。辣椒作

为一种季节性较强的蔬菜, 主要在 7—9 月集中产出, 由于供应时间较短, 容易形成供需矛盾^[3]。为进一步延长辣椒的货架期, 为消费者提供品质更好的鲜食辣椒, 对于辣椒保鲜技术的探索十分必要。辣椒采后的贮藏品质主要受失水及病害 2 个方面的影响^[4-5]。目前, 国内外针对辣椒采后保鲜领域的研究主要围绕物理保鲜以及生物化学保鲜 2 个板块, 但是由于低温贮存与气调保鲜等物理技术在实际应用中存在着投资巨大、能耗高等问题, 难以大规模应用^[6-8]。所以当前市场上还是以化学保鲜剂作为辣椒采后贮藏的主要手段。

目前主要的化学保鲜剂有菊酯类、毒死蜱和百菌清等, 化学保鲜剂杀菌成本低廉, 保鲜效果较好, 但是使用过多会导致次生代谢物质的积累, 对环境造成污染^[9]。当前辣椒化学保鲜研究中主要应用的保鲜剂成分有乙烯受体抑制剂 1-甲基环丙烯(1-MCP)、赤霉素、壳聚糖、水杨酸、草酸等^[10]。除了这些保鲜剂, 市面上也相继出现了许多新型的化学保鲜剂, 包括一些原本主要应用在肉制品及面食领域的化学保鲜剂也逐渐应用到了果蔬保鲜中^[11-12], 如乳连球、脱氢乙酸钠、乳酸钠

第一作者简介:叶欣悦(1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向为番茄逆境调控生理及分子机制。E-mail: yexinyue1993@163.com.

责任作者:须文(1975-), 女, 博士, 教授, 现主要从事蔬菜生长发育调控等研究工作。E-mail: wxul@gzu.edu.cn.

基金项目:贵州省“千”层次人才培养资助项目(贵大“千”层次[2018]02号); 国家级大学生创新训练计划资助项目(贵大(国)创字 2020(030)); 贵州大学引进人才资助项目(贵大人基合字[2016]48号)。

收稿日期:2022-02-07

等多种新型保鲜剂。乳酸钠是一种新型的防腐保鲜剂,主要用于肉制品的保鲜,有研究表明 2%~4%的乳酸钠可以有效抑制鼠伤寒沙门氏菌、李斯特单核增生菌等食物致病菌^[13]。脱氢乙酸钠、山梨酸钾也属于新型的化学保鲜剂,因其抗菌性和低毒性被应用于食物保鲜中,尤其是对于霉菌和酵母抑制作用明显,山梨酸钾主要应用于水果,脱氢乙酸钠则主要应用于糕点和肉制品^[14]。焦亚硫酸钠可抑制微生物的繁殖,被广泛应用于我国的食品工业中。异抗坏血酸钠是抗坏血酸钠的旋光异构体,因其较强的抗氧化活性主要被应用于肉制品的保鲜^[15]。目前,市面上针对新型保鲜剂的食用安全性和有效性的研究较少,基于此,该试验主要采用由 1-MCP、脱氢乙酸钠、乳酸钠、山梨

酸钾、焦亚硫酸钠、D-异抗坏血酸钠、抗坏血酸等分别研发而成的化学保鲜剂用于辣椒果实贮藏保鲜,研究这些新型保鲜剂对辣椒绿熟果储藏品质的影响,以期延长鲜食辣椒的保鲜时间。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试辣椒品种为“二荆条”,购买新鲜采摘的绿熟果进行试验。

供试保鲜剂主要成分包括 1-MCP、脱氢乙酸钠、乳酸钠、山梨酸钾、焦亚硫酸钠、D-异抗坏血酸钠、抗坏血酸等,保鲜剂类型、制造商和商品品牌见表 1。

表 1 不同商品保鲜剂及商品来源
Table 1 Different commodities and their sources

处理 Treatments	保鲜剂类别 Preservative category	主要成分 Main ingredient	制造商 Manufacturer	品牌 Brand	浓度 Concentration (g · L ⁻¹)	浸泡时间 Soaking time/s
保鲜剂 1 号 Preservative Na 1	植物生长调节剂	1-甲基环丙烯	永康生物科技有限公司	无	8.33	60
保鲜剂 2 号 Preservative Na 2	食品添加剂	脱氢乙酸钠	凯生物技术开发有限公司	奥凯	20.02	60
保鲜剂 3 号 Preservative Na 3	食品添加剂	乳酸钠	河南金丹乳酸科技股份有限公司	金丹	4.87	60
保鲜剂 4 号 Preservative Na 4	防腐剂	山梨酸钾	宁波王龙集团有限公司	王龙	0.21	60
保鲜剂 5 号 Preservative Na 5	食品添加剂	焦亚硫酸钠	湖南岳阳三湘化工有限公司	三湘	5.02	60
保鲜剂 6 号 Preservative Na 6	食品添加剂	D-异抗坏血酸钠	江西省德兴市百勤异 VC 钠有限公司	KARCHN	0.80	60
保鲜剂 7 号 Preservative Na 7	抗氧化保鲜剂	抗坏血酸、抗坏血酸钙	湖南雪鹿生物科技有限公司	丽新	10.02	60
对照 CK		水				60

1.2 试验方法

购买采摘当天的新鲜辣椒绿熟果,选出形状、大小一致的辣椒绿熟果分成 8 组,每组 1 kg,其中 1 组为清水处理(对照),其它 7 组为不同保鲜剂处理组(表 1)。试验重复 3 次。

将清洗好的辣椒果实分别进行浸泡处理,浸泡时长 60 s。浸泡完成后将辣椒绿熟果置于专门进行保鲜试验的实验室内摊开存放,测定实验室内的温度及湿度。处理后 0、2、4、6、8、10、12、14、16 d 分别取样测定相关品质指标。

1.3 项目测定

1.3.1 失重率的测定

分别取常温储藏 0~16 d 的样品,参照刘璐等^[16]的方法,测定辣椒果实的质量,并计算失

重率。

$$\text{失重率}(\%) = (W_0 - W) / W_0 \times 100.$$

式中:W₀为辣椒储藏 0 d 的质量;W 为贮藏一段时间后辣椒的质量。

1.3.2 腐烂指数的测定

参试辣椒常温储藏 16 d 后,参照潘莹等^[17]的方法计算腐烂指数。腐烂指数 = $\sum(\text{腐烂级别} \times \text{该级果实个数}) / (\text{最高腐烂级别} \times \text{果实总个数})$ 。

- 0 级:正常好果;
1 级:腐烂斑面积 < 5%;
2 级:腐烂斑面积 5.1%~10%;
3 级:腐烂斑面积 10.1%~15%;
4 级:腐烂斑面积 15.1%~20%;
5 级:腐烂斑面积 20.1%~25%;

6级:腐烂斑面积 $\geq 25\%$ 。

1.3.3 硬度的测定

用GY-4硬度计测定果实硬度,每处理3次重复。

1.3.4 可溶性固形物含量的测定

参照刘璐等^[16]方法,用手持测糖仪测其可溶性固形物含量,每处理3次重复。

1.3.5 呼吸强度的测定

采用试验呼吸测定仪进行检测,取9个辣椒为一组,以每10 min为一组,一个样品测定3组。

1.3.6 纤维素(CEL)含量的测定

采用纤维素含量试剂盒进行测定。

1.3.7 亚硝酸盐含量的测定

采用食品中亚硝酸盐含量测定试剂盒进行测定。

1.4 数据分析

利用Excel 2010、DPS 7.05软件进行试验数据的统计、整理、分析和作图。

2 结果与分析

2.1 不同保鲜剂对辣椒果实失重率的影响

失重率是衡量果蔬保鲜的一项重要指标,失

重率越小,表示果蔬质量损失越小,反之,果蔬失重率越大则表示辣椒的质量损失越大^[16]。由表2可知,经过不同保鲜剂处理后,在贮藏期间辣椒果实失重率呈现不同程度的上升趋势。16 d时,辣椒果实失重率按由高到低的顺序为:保鲜剂3号(62.68%)>保鲜剂5号(61.58%)>保鲜剂2号(59.09%)>保鲜剂4号(57.68%)>保鲜剂6号(52.42%)>保鲜剂7号(52.30%)>保鲜剂1号(52.03%)>对照(49.90%)。结果表明,所有保鲜剂处理均会不同程度的提高辣椒失重率,且保鲜剂2~5号显著高于对照,分别提高了15.57%~25.59%。

2.2 不同保鲜剂对辣椒果实腐烂指数的影响

由表3可知,2~12 d期间不同处理之间的腐烂指数变化不同,但所有处理的辣椒果实腐烂指数均低于2.00。而贮藏时间为14 d时,经保鲜剂3号处理辣椒果实的腐烂指数明显升高,为13.26,相较于对照明显提高了9.97倍,并在16 d时达到峰值(13.33)。同时,保鲜剂7号在长时间(14~16 d)内显著抑制了腐烂指数的增加,其16 d时的腐烂指数仅为对照的32%。结果表明,主要成分为乳酸钠的保鲜剂3号抑制腐烂的效果最差,而主要成分为D-异抗坏血酸钠的保鲜剂抑制腐烂的效果最好。

表2 不同保鲜剂处理对辣椒果实失重率的影响

Table 2 Effects of different preservative treatments on weight loss of pepper fruits

%

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂1号 Preservative No. 1	8.36±0.65b	13.75±1.70bcd	21.76±1.91abc	26.86±1.28b	35.17±3.54ab	39.33±1.49c	46.21±1.12bc	52.03±1.74cd
保鲜剂2号 Preservative No. 2	8.25±0.57b	15.04±1.00bc	26.02±1.50a	33.88±1.70a	40.34±4.55a	50.50±0.88a	52.71±2.46a	59.09±1.72ab
保鲜剂3号 Preservative No. 3	8.25±0.57b	16.04±0.70ab	23.88±1.57ab	31.71±1.47ab	38.67±2.90ab	47.44±1.38ab	55.65±1.12a	62.68±2.24a
保鲜剂4号 Preservative No. 4	8.39±0.42b	14.84±0.77bc	21.59±1.65abc	29.77±2.87ab	35.59±3.00ab	44.22±1.02b	50.7±1.84ab	57.68±0.70abc
保鲜剂5号 Preservative No. 5	8.12±0.37b	12.73±1.30bcd	20.53±1.21bc	29.79±1.73ab	38.00±2.67ab	44.51±1.08b	52.31±1.10a	61.58±1.80a
保鲜剂6号 Preservative No. 6	5.62±0.41c	11.82±0.85cd	20.37±1.51bc	25.39±1.39b	32.57±2.83b	39.76±1.23c	45.92±1.60bc	52.42±1.71bcd
保鲜剂7号 Preservative No. 7	11.73±0.51a	18.91±1.24a	21.65±1.50abc	26.99±3.11b	35.21±2.75ab	39.73±1.65c	45.11±1.64c	52.30±2.08bcd
对照 CK	5.37±0.56c	10.89±1.25d	17.99±1.35c	25.33±2.20b	32.99±3.04b	38.79±1.80c	43.65±1.43c	49.90±3.654d

注:不同小写字母表示处理间的差异达到显著水平($P<0.05$),下同。

Note: Different lowercase letters indicate that the difference between treatments reached a significant level ($P<0.05$), the same as below.

表 3 不同保鲜剂处理对辣椒果实腐烂指数的影响

Table 3 Effects of different preservatives on the decay index of pepper fruit

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂 1 号 Preservative No. 1	0.38±0.02b	0.38±0.02b	0.53±0.09cde	0.91±0.17b	0.98±0.12b	1.51±0.17a	2.65±0.11b	4.09±0.72de
保鲜剂 2 号 Preservative No. 2	0.16±0.02c	0.23±0.03c	0.23±0.03e	0.47±0.11c	0.63±0.11c	0.7±0.12d	2.34±0.10bc	5.16±0.63cd
保鲜剂 3 号 Preservative No. 3	0.71±0.04a	1.11±0.16a	1.27±0.13a	1.43±0.09a	1.51±0.08a	1.51±0.08a	13.26±0.94a	13.33±0.93a
保鲜剂 4 号 Preservative No. 4	0.48±0.015b	0.63±0.06b	0.87±0.08abc	0.95±0.12b	0.95±0.12b	1.11±0.07bc	1.51±0.11bc	8.73±0.43b
保鲜剂 5 号 Preservative No. 5	0.15±0.02c	0.23±0.03c	0.38±0.02de	0.68±0.08bc	0.75±0.04bc	0.75±0.04d	2.19±0.24bc	2.27±0.23ef
保鲜剂 6 号 Preservative No. 6	0.15±0.02c	0.23±0.03c	0.38±0.02de	0.68±0.08bc	0.75±0.04bc	0.75±0.04d	2.19±0.24bc	2.27±0.23ef
保鲜剂 7 号 Preservative No. 7	0.18±0.02c	0.18±0.03c	0.71±0.03bcd	0.71±0.04bc	0.71±0.04bc	0.89±0.03cd	1.25±0.13c	1.34±0.08f
对照 CK	0.23±0.03c	0.23±0.03c	1.02±0.13ab	1.02±0.13b	1.02±0.13b	1.25±0.18ab	1.33±0.15b	4.22±0.88de

2.3 不同保鲜剂对辣椒果实硬度的影响

硬度对于判断果蔬的品质具有重要意义,果蔬在成熟过程中会释放出大量的乙烯,使呼吸作用加速,进而导致果蔬在贮藏期间逐渐软化,果蔬的硬度可以衡量其软化程度^[18]。由表 4 可知,在经过不同种类的保鲜剂溶液浸泡后,随着处理天数的增加,辣椒的果实硬度变化趋势不一致,但整

体无明显差异。其中,在 7 个保鲜剂的处理中,2 d 时,保鲜剂 2 号和 3 号的硬度较低,并与对照呈显著差异;4 d 时,除 2、3 号保鲜剂处理后硬度较对照有所上升,分别至 6.78 N 和 7.34 N,且无显著差异;而 6 d 和 8 d 时,各处理间无显著差异,变化趋势也不一致;14 d 时,除 6、7 号保鲜剂的硬度上升,其它处理均下降;10、12、16 d 时,果实硬

表 4 不同保鲜剂处理对辣椒果实硬度的影响

Table 4 Effects of different preservative on firmness of pepper fruits

N

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂 1 号 Preservative Na 1	5.44±0.93ab	5.51±0.38a	5.88±2.01a	5.50±1.70a	5.69±1.67ab	6.53±1.50a	4.46±0.48a	4.71±0.20a
保鲜剂 2 号 Preservative Na 2	4.15±0.97b	6.78±2.18a	5.01±0.62a	6.27±0.66a	5.66±0.97ab	4.73±0.93a	4.80±0.20a	4.55±0.64a
保鲜剂 3 号 Preservative Na 3	4.36±0.59b	7.34±2.33a	5.38±0.89a	4.93±0.31a	4.99±0.64ab	5.64±0.32a	4.58±0.42a	4.29±0.17a
保鲜剂 4 号 Preservative Na 4	4.90±0.52ab	5.43±1.51a	5.48±0.51a	6.10±1.03a	6.55±1.85a	4.54±1.48a	4.84±0.79a	4.09±0.35a
保鲜剂 5 号 Preservative Na 5	4.42±0.26b	5.47±1.40a	6.39±1.41a	5.44±1.25a	4.82±0.56ab	4.86±0.89a	4.44±0.44a	4.69±0.35a
保鲜剂 6 号 Preservative Na 6	5.51±0.62ab	5.50±1.51a	5.23±0.89a	5.66±1.22a	5.33±0.55ab	4.83±1.39a	5.28±1.61a	4.08±0.47a
保鲜剂 7 号 Preservative Na 7	5.61±0.45ab	5.39±0.73a	5.63±2.20a	5.27±0.41a	3.86±1.29b	4.47±0.38a	6.03±0.45a	4.51±0.61a
对照 CK	6.16±1.54a	6.69±1.34a	5.37±0.66a	6.23±0.57a	4.79±0.83ab	4.06±1.31a	4.92±1.07a	3.79±1.27a

度均呈现上升趋势,16 d时,其中以保鲜剂1号的硬度最高,相较对照提高24.27%,其次为保鲜剂5号和2号,分别相较对照的提高了23.74%和20.05%,但均无显著差异。说明保鲜剂1、2号和5号在一定程度上能够减缓辣椒果实硬度的降低。

2.4 不同保鲜剂对辣椒可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物是指液体或流体食物中所有溶于水的化合物的总称,对于衡量果蔬的营养品

质不可或缺^[18]。由表5可知,不同处理间可溶性固形物含量变化不同,且呈现出复杂的变化模式,但整体变化幅度不大,保鲜剂3号在2 d、5号和6号在10 d较对照无变化,仅保鲜剂4号在2 d和4 d显著低于对照,其可溶性固形物的含量为对照的86.22%和72.10%,其它保鲜剂处理后差异不明显,而保鲜剂1号和3号在16 d时,可溶性固形物含量较高,分别为8.19%和7.73%。说明不同保鲜剂对辣椒可溶性固形物含量的影响较小。

表5 不同保鲜剂处理对辣椒果实可溶性固形物含量的影响

Table 5 Effects of different preservative treatments on soluble solid content of pepper fruits

%

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂1号 Preservative No. 1	4.17±0.31a	3.90±0.85a	5.73±1.31a	5.70±0.61a	5.70±1.31a	6.40±0.75a	6.51±1.32a	8.19±1.43a
保鲜剂2号 Preservative No. 2	3.97±0.45ab	3.77±1.07a	4.97±0.57ab	5.23±0.15a	6.37±1.03a	5.13±0.23a	5.50±3.15a	6.51±0.35a
保鲜剂3号 Preservative No. 3	3.63±0.32ab	4.30±0.98a	4.97±0.50ab	5.47±0.55a	5.30±0.26a	6.70±1.57a	6.74±1.37a	7.73±2.25a
保鲜剂4号 Preservative No. 4	3.13±0.71b	3.77±0.15a	3.80±0.30b	5.93±0.06a	5.33±0.58a	5.67±0.76a	5.74±0.32a	6.22±1.54a
保鲜剂5号 Preservative No. 5	3.50±0.53ab	4.53±1.55a	5.13±1.00ab	5.43±0.76a	5.37±0.35a	6.53±1.79a	5.92±1.06a	6.80±0.17a
保鲜剂6号 Preservative No. 6	3.53±0.60ab	4.90±0.36a	5.23±0.06ab	5.43±0.21a	5.37±0.32a	6.30±0.82a	5.31±1.67a	6.54±1.97a
保鲜剂7号 Preservative No. 7	3.57±0.21ab	4.43±0.25a	5.90±0.66a	4.83±1.00a	5.57±1.01a	6.07±0.55a	5.33±0.92a	5.93±0.67a
对照 CK	3.63±0.31ab	4.23±0.51a	5.27±0.46ab	5.07±1.35a	5.37±0.78a	6.33±1.14a	4.82±1.77a	7.00±0.50a

2.5 不同保鲜剂对辣椒呼吸强度的影响

呼吸作用是一个将有机物氧化分解并产生能量的过程,对于衡量辣椒采后贮藏的保鲜效果具有重要意义。由表6可知,各个处理的辣椒果实在贮藏期间的呼吸强度并不稳定,其中,7个保鲜剂处理中,2、6、10 d和12 d时,各处理间无显著差异;处理至4 d时,除1号保鲜剂,其它处理的呼吸强度均上升,而5号保鲜剂的呼吸强度较对照显著提高,为637 CO₂ mg·kg⁻¹·h⁻¹;14 d时,1~6号保鲜剂处理的呼吸变化一致,均呈下降趋势,仅有7号保鲜剂的上升,16 d时,保鲜剂1号对辣椒呼吸强度的抑制最为显著,仅为同时期对照的80.49%。

各个处理的辣椒在进行贮藏期间的呼吸情况并不稳定,但在贮藏的第10~14天各处理的辣椒均呈现呼吸下降的趋势。从对辣椒呼吸的抑制情况来看,果蔬保鲜剂(保鲜剂1号)在第10天以后对辣椒的呼吸抑制得较为明显。

2.6 不同保鲜剂对辣椒纤维素含量的影响

由表7可知,2~10 d的各个处理均有不同程度的变化,但整体上无显著性差异。12 d时,保鲜剂1号的纤维素含量达到峰值,为2.68%,而保鲜剂7号最低,为同时期对照的80.32%。14 d时,保鲜剂3号纤维素含量最低,而保鲜剂2号为最高,分别为对照的36.30%和152.05%。尽管16 d时各处理之间无显著差异,但保鲜剂5、6号

表 6 不同保鲜剂处理对辣椒果实呼吸强度的影响

Table 6 Effects of different preservatives on respiration intensity of pepper fruits $\text{CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂 1 号 Preservative No. 1	611±111a	483±27c	588±123a	511±52abc	699±335a	465±30a	487±26ab	470±41d
保鲜剂 2 号 Preservative No. 2	678±59a	542±49abc	582±18a	529±14ab	527±11a	535±45a	461±4b	592±21cd
保鲜剂 3 号 Preservative No. 3	632±20a	537±23abc	627±42a	564±29a	561±5a	549±20a	476±22b	611±27abc
保鲜剂 4 号 Preservative No. 4	565±72a	580±14abc	625±13a	496±13bc	600±36a	581±8a	495±17ab	633±28ab
保鲜剂 5 号 Preservative No. 5	548±14a	637±101a	582±15a	484±17bc	623±13a	557±5a	492±22ab	656±43ab
保鲜剂 6 号 Preservative No. 6	599±19a	539±47abc	585±36a	478±35bc	674±47a	558±9a	504±39ab	671±62a
保鲜剂 7 号 Preservative No. 7	614±56a	604±68ab	679±11a	463±18c	570±39a	561±10a	536±20a	575±29bc
对照 CK	603±43a	507±20bc	666±84a	501±22bc	545±18a	530±44a	506±25ab	584±66bc

表 7 不同保鲜剂处理对辣椒果实纤维素含量的影响

Table 7 Effects of different preservatives on cellulose content in pepper fruits %

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂 1 号 Preservative No. 1	1.30±0.15a	1.33±0.10a	1.92±0.89a	1.47±0.11a	1.92±0.44a	2.68±1.02a	1.68±0.71abc	1.58±0.74a
保鲜剂 2 号 Preservative No. 2	1.59±0.46a	1.79±0.55a	1.68±0.56a	1.79±0.10a	1.71±0.24a	1.99±0.23ab	2.22±0.28a	1.51±0.77a
保鲜剂 3 号 Preservative No. 3	1.24±0.15a	1.70±0.20a	1.56±0.86a	1.67±1.14a	1.71±0.87a	1.95±0.10ab	0.53±0.03c	1.61±1.39a
保鲜剂 4 号 Preservative No. 4	1.34±0.19a	1.61±0.20a	1.97±0.57a	1.90±0.30a	1.11±0.66a	1.92±0.22ab	1.31±0.62abc	1.32±0.78a
保鲜剂 5 号 Preservative No. 5	1.57±0.18a	1.67±0.21a	1.59±0.46a	1.66±0.07a	1.56±0.22a	2.01±0.24ab	1.86±0.36ab	0.93±0.38a
保鲜剂 6 号 Preservative No. 6	1.13±0.16a	1.40±0.38a	2.13±0.54a	1.70±0.17a	1.77±0.30a	1.67±0.20ab	0.86±0.57bc	0.80±0.44a
保鲜剂 7 号 Preservative No. 7	1.48±0.44a	1.71±0.21a	2.18±0.37a	1.86±0.20a	1.77±0.25a	1.47±0.64b	1.32±1.11abc	1.65±0.91a
对照 CK	1.27±0.16a	1.30±0.24a	1.59±0.12a	2.23±0.46a	1.36±0.85a	1.83±0.45ab	1.46±0.54abc	1.23±0.35a

纤维素含量仅为 2 d 时的 59.23%和 70.79%，而 1、3 号保鲜剂处理相较于 2 d 时增加了 21.53%和 29.83%。

除了含乳酸钠的保鲜剂(保鲜剂 3 号)和抗氧化保鲜剂(保鲜剂 7 号)外,其它处理辣椒的纤维素含量均在第 12 天后出现不同程度的下降,其中含焦亚硫酸钠的保鲜剂(保鲜剂 5 号)和含脱氢乙

酸钠(保鲜剂 2 号)的保鲜剂处理的辣椒在第 14~16 天期间纤维素含量分别下降了 0.929 3%、0.709 5%,要高于对照的 22.48%,这说明在辣椒贮藏后期,含焦亚硫酸钠和含脱氢乙酸钠的保鲜剂对辣椒纤维素流失的抑制表现相较于其它组别较差。从整体上看,针对辣椒纤维素的减少,与对照辣椒相比其它处理并没有表现出有效抑制辣椒

纤维素减少的趋势。

2.7 不同保鲜剂对辣椒亚硝酸盐含量的影响

由表8可知,经由不同保鲜剂的溶液处理对辣椒的亚硝酸含量影响不同,各个处理的辣椒果实在贮藏期间的亚硝酸含量变化趋势有一定差异。其中,4 d时,各处理间无明显差异;随着处理天数的增加,亚硝酸含量变化呈先上升后下降

的趋势,但整体的亚硝酸含量变化值略有降低;处理至12 d时,除2、3号保鲜剂亚硝酸盐含量明显降低,其它处理的均显著上升;16 d时,保鲜剂7号对辣椒亚硝酸含量的提高最为显著,较对照显著增加了0.39 mg·kg⁻¹。而4号保鲜剂的亚硝酸含量最低,说明亚硝酸盐的积累最少。

表8 不同保鲜剂处理对辣椒果实亚硝酸盐含量的影响
Table 8 Effects of different preservatives on nitrite content in pepper fruits mg·kg⁻¹

处理 Treatments	2 d	4 d	6 d	8 d	10 d	12 d	14 d	16 d
保鲜剂1号 Preservative Nq 1	0.98±0.05ab	1.01±0.06abc	1.07±0.02a	1.11±0.02a	1.20±0.43a	1.03±0.04bc	0.85±0.02b	0.91±0.02c
保鲜剂2号 Preservative Nq 2	1.05±0.32ab	0.82±0.04c	1.11±0.55a	1.52±1.04a	0.92±0.11a	0.81±0.07e	0.90±0.04b	0.86±0.02c
保鲜剂3号 Preservative Nq 3	1.25±0.14a	0.98±0.04bc	1.25±0.51a	0.93±0.07a	0.93±0.04a	0.87±0.02de	0.88±0.13b	0.94±0.09c
保鲜剂4号 Preservative Nq 4	0.89±0.02b	0.90±0.02c	0.92±0.01a	0.91±0.02a	0.87±0.04a	0.94±0.03cd	0.82±0.02b	0.85±0.03c
保鲜剂5号 Preservative Nq 5	1.21±0.04a	1.20±0.04ab	1.04±0.16a	1.12±0.03a	0.99±0.04a	1.14±0.03ab	1.02±0.12ab	1.22±0.04ab
保鲜剂6号 Preservative Nq 6	1.23±0.12a	1.07±0.33abc	0.98±0.02a	1.06±0.01a	0.93±0.15a	1.03±0.02bc	1.19±0.32a	1.04±0.04bc
保鲜剂7号 Preservative Nq 7	1.25±0.17a	1.27±0.13a	1.41±0.35a	1.34±0.12a	1.19±0.15a	1.19±0.12a	1.05±0.02ab	1.38±0.33a
对照 CK	0.90±0.08b	1.04±0.01abc	1.03±0.01a	1.17±0.11a	0.85±0.01a	0.91±0.01de	1.05±0.02ab	0.99±0.01bc

3 讨论与结论

该研究结果表明,所有保鲜剂处理均不同程度的提高了辣椒失重率,抗氧化保鲜剂(保鲜剂7号)在对腐烂的抑制效果方面要显著优于其它的保鲜剂,而含乳酸钠的保鲜剂(保鲜剂3号)在辣椒贮藏期间对辣椒失重和腐烂的抑制效果表现最差。保鲜剂7号对辣椒的腐烂有最显著的抑制作用。各处理间的辣椒果实硬度、可溶性固形物和纤维素含量差异不显著。果蔬保鲜剂(保鲜剂1号)对辣椒的呼吸抑制作用相对突出。在对亚硝酸盐含量的测定中,1~6号保鲜剂对亚硝酸盐的影响较小,保鲜剂7号则显著提高了其亚硝酸盐含量。

参考文献

[1] 尤勇刚,王瑞,罗冬兰,等. 辣椒采后贮藏保鲜技术研究[J]. 新农业,2018(19):30-31.

[2] 郭晓芸,谭克均,李其艳,等. 贵州辣椒产业发展问题及对策研究[J]. 农业技术与装备,2021(1):54-55,58.

[3] 罗程印. 丁香、肉桂提取液复合涂膜剂对辣椒采后保鲜研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2017.

[4] 罗永兰,张志元,张翼. 辣椒果柄表面附生菌与贮藏期病害的关系[J]. 湖北农业科学,2004(5):93-95.

[5] 曹森,赵成飞,钟梅,等. 自发气调包装对辣椒贮藏品质的影响[J]. 食品工业科技,2017,38(13):271-276,280.

[6] 田建,周红丽,易有金,等. 辣椒炭疽病菌拮抗内生菌筛选及其对辣椒采后保鲜效果的研究[J]. 现代食品科技,2016,32(5):151-160.

[7] 张平. 影响辣椒耐藏性主要技术及其机理的研究[D]. 沈阳:沈阳农业大学,1996.

[8] 赵喜亭,周颖媛,邵焕娟. 化学保鲜剂在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 北方园艺,2012(14):191-194.

- [9] 邹东云,马丽艳,杨丽丽,等.化学保鲜剂在果蔬保鲜中的应用[J].农产品加工(学刊),2006(3):38-40,45.
- [10] 侯爱香,柏先泽,杨良顺,等.保鲜剂在羊肉保鲜中的应用进展[J].农产品加工,2020(6):63-66,71.
- [11] 周坤胜.脱氧型化学保鲜剂在月饼保鲜中的应用[J].食品科学,1993(7):65-66.
- [12] 朱自德,方林明,陈辉德,等.气相色谱法测定面包·糕点和肉制品中脱氢乙酸[J].安徽农业科学,2020,48(1):213-215,233.
- [13] 张聪聪,艾佳音,吉茹,等.山梨酸钾和热处理对“夏黑”葡萄防腐保鲜的影响[J].食品科技,2020,45(7):19-26.
- [14] 李洋,王艳君,杨俊梅,等.冷藏条件下不同保鲜剂对无核白鸡心葡萄品质的影响[J].楚雄师范学院学报,2020,35(3):101-105.
- [15] 尚校兰,陈占兄,单新童,等.D-异抗坏血酸钠抑制腊肠脂肪和蛋白质氧化[J].食品研究与开发,2020,41(6):38-42.
- [16] 刘璐,陶乐仁,周小辉.低温和双低温处理对青椒保藏品质的影响[J].食品与发酵科技,2017,53(5):12-16.
- [17] 潘莹.暴马丁香花精油提取、GC-MS 组分分析及对辣椒保鲜特性研究[D].长春:吉林农业大学,2020.
- [18] 胡小静,潘佳,赵仙.辣椒碱涂膜对青椒保鲜效果的研究[J].食品科技,2015,40(5):46-49.

Effects of Different Preservatives on Storage Quality of Fresh Pepper

YE Xinyue¹, LU Guanglei¹, XU Wen^{1,2}

(1. Agricultural College, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Pepper Research Institute, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025)

Abstract: Taking fresh green capsicum fruits of ‘Er Jingtiao’ pepper as test materials, 7 kinds of commercial chemical preservatives were selected, the main components included 1-methylcyclopropene (1-MCP), sodium dehydroacetate, potassium sorbate, sodium metabisulfite, sodium lactate, sodium D-ascorbate and ascorbic acid, etc. According to the instructions for use, a solution of a certain concentration was prepared, and the fresh pepper fruit was soaked. Samples were taken to determine the weight loss rate, rot index, fruit firmness, respiration intensity, soluble solids, cellulose and nitrite contents of peppers. The effects of different preservatives on the storage quality of green ripe pepper were compared, in order to prolong the storage time of fresh pepper and select the commercial preservatives suitable for the preservation of green ripe pepper. The results showed that the plant growth regulators with 1-MCP as the main component had better performance in various indexes than other preservatives. In addition, the ascorbic acid preservative had the best inhibitory effect on pepper rot, but significantly increased the nitrite content.

Keywords: pepper; storage; preservative; fresh-keeping effect; storage quality