

生姜提取液涂膜对鲜切苹果贮藏品质的动态变化

郭宇欢, 何 玲, 张美芳, 张美丽, 李伟峰, 齐 馨

(西北农林科技大学 园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:以“红富士”苹果为试材,采用无菌蒸馏水、1%海藻酸钠、0.5%海藻酸钠+0.1%生姜提取液、1%海藻酸钠+0.1%生姜提取液4个处理,PE保鲜袋4℃下贮藏,研究了生姜提取液及其可食性复合膜对鲜切“红富士”苹果的贮藏品质的影响。结果表明:海藻酸钠+生姜提取液处理在阻止水分蒸腾,维持硬度,降低褐变程度,减少营养物质的损耗,抑制多酚氧化酶(PPO)活性和丙二醛(MDA)的积累,减少微生物侵染方面,其综合效果要优于仅用海藻酸钠涂膜的处理及无菌蒸馏水处理的鲜切苹果。通过模糊数学感官评价方法对不同处理的鲜切苹果进行评判,得出最佳组合为1%海藻酸钠+0.1%生姜提取液。

关键词:生姜提取液;鲜切苹果;可食用膜;贮藏品质;动态变化

中图分类号:TS 255.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)11-0119-05

苹果属蔷薇科苹果属,是世界四大水果之一。陕西省是我国苹果优势产区之一,苹果栽培面积和产量均居全国第一位,陕西省的主栽品种有10余种,其中“富士”、“秦冠”、“嘎拉”是3种主要栽培品种^[1-2]。近年来,随着生活水平的提高及对自身健康的关注,人们的消费模式从传统的果蔬加工食品如果酱和罐头,开始向新鲜营养、方便无公害的鲜切果蔬转变^[3]。鲜切苹果在贮藏中易受微生物污染和氧化变色^[4]。研究证实,生姜对微生物具有很强的杀菌作用和抗氧化能力,可以有效地杀死多种果蔬表面的有害微生物,是一种安全无毒的天然保鲜剂^[5]。目前果蔬涂膜保鲜是研究最活跃的技术,常采用多糖类、蛋白质类、胶、蜡等涂膜材料进行保鲜^[6-9]。海藻酸钠具有成膜性好、透气性好、可杀菌等特点,将其涂于果蔬表面能形成一层薄的膜,可抑制水分蒸发、调节呼吸作用、防止微生物侵染、改进表面光泽,且海藻酸钠是生物可降解的、无毒的生物亲和性的涂膜剂,可以有效地延长水果的保鲜期^[10-14]。

由李伟峰等^[5]前期研究结果得出,单独使用生姜提取液处理虽然可以达到延缓水果衰老的效果,但后

期失水严重,故该试验用生姜提取液与海藻酸钠复合涂膜处理鲜切“红富士”苹果,研究其动态保鲜效果,为鲜切苹果保鲜剂开发提供新的思路,同时也为生姜提取液在果蔬保鲜上的应用开辟更广阔的空间。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试苹果为“红富士”(Malus domestica Borkh. cv. 'Red Fuji'),于2013年10月21日采自陕西省礼泉县新时村一管理良好的果园,挑选大小均匀、成熟度一致、无病虫害、无机械损伤的果实,当天运回实验室,于0℃冷库贮藏。供试生姜为“山东莱芜”大姜,于2013年10月22日购于杨凌农贸批发市场。

药品:无水乙醇、海藻酸钠(SA)、磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、聚乙烯吡咯烷酮、酚酞、邻苯二酚、三氯乙酸、2-巯代巴比妥酸、牛肉膏、蛋白胨、琼脂、NaCl、NaOH等,均为AR级。

仪器:HHW-21CU-600型恒温水浴锅、电子天平、DC1212型高速冷冻离心机、GY-4型数显式果实硬度计、atago数显式手持糖度仪、CR-10便携式色差计、UV1800型紫外可见分光光度计、无菌操作台、恒温培养箱、培养皿、温度计、移液枪、PE保鲜袋等。

1.2 试验方法

1.2.1 生姜提取液的提取 选择新鲜生姜,清洗后切成5 mm厚的姜片,在60~65℃下烘10~12 h,至水分含量约为12%,用粉碎机粉碎,过60目筛。称取一定量的生姜粉,按料液比1:30 g/mL加入70%的乙醇,于80℃下90 Hz超声波清洗器中提取60 min,分离上清液;残渣如前

第一作者简介:郭宇欢(1991-),男,河南郑州人,硕士研究生,现主要从事园艺产品贮藏保鲜等研究工作。E-mail:mmmdppo@sohu.com.

责任作者:何玲(1965-),女,江苏宜兴人,副教授,硕士生导师,现主要从事果蔬加工及采后保鲜等研究工作。E-mail:heliurui@nwsuaf.edu.cn.

基金项目:陕西省自然科学基金资助项目(2013JM3014)。

收稿日期:2015-01-20

述方法再提取 1 次,合并 2 次所得滤液。将滤液于 $4\,500\times g$ 离心 10 min,取上清液 45°C 旋转蒸发去除乙醇,所得膏状物用无菌蒸馏水稀释,配制质量浓度为 1 g/mL 供试原液(姜辣素含量为 1.445 mg/mL), 4°C 下保存备用^[5]。

1.2.2 涂膜保鲜剂 取一定量供试生姜提取原液,用无菌蒸馏水稀释成 0.1 g/mL 的生姜提取液(前期试验最佳浓度), $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 下保存备用。取海藻酸钠 2 份,分别溶解于 0.1 g/mL 生姜提取原液中,配制成 10% 和 5% 的生姜提取液海藻酸钠复合涂膜液。

1.2.3 试验设计 试验共设 4 个处理分别为:CK₁ 处理(无菌蒸馏水)、CK₂ 处理(1% 海藻酸钠)、A 处理(0.5% 海藻酸钠+0.1% 生姜提取液)、B 处理(1% 海藻酸钠+0.1% 生姜提取液)。先将苹果清洗过后平均切分成大小均匀的 4 等份,对照 CK₁ 在蒸馏水中浸泡 10 min,其它处理组在配制好的涂膜液中浸泡 10 min,再将其沥干并放入保鲜袋中(每袋 200 g)放于 4°C 下储藏。各处理每 2 d 测 1 次指标,每个处理重复 3 次。

1.3 项目测定

失重率:以最初果实重量(W_0)与每次测定果实重量(W_1)之差占最初果实重量的百分比表示。失重率($\%$)= $[(W_0 - W_1)/W_0] \times 100\%$ 。呼吸强度采用 ETONG-7001 型 CO_2 分析仪测定。乙烯释放量采用 Trace GC Ultra 型气相色谱仪测定,载气为 N_2 ,色谱柱为 2 M 不锈钢填充柱(乙烯专用色谱柱),柱温 70°C ,进样口温度 70°C , N_2 流速为 40 kPa , H_2 流速为 35 mL/min ,空气流速为 350 mL/min ,氢火焰离子检测器检测,检测器温度 150°C 。每次进样 1 mL ,重复 3 次。维生素 C 含量测定采用固蓝盐 B 比色法^[15]。硬度测定采用 GY-4 型数显式果实硬度计(单位 kg/cm^2)。可滴定酸(TA)含量测定采用酸碱滴定法^[16]。多酚氧化酶(PPO)活性测定采用邻苯二酚比色法^[17]。丙二醛(MDA)含量测定采用消光值法^[18]。可溶性固形物(TSS)含量测定采用日本 ATAGO 数显式手持糖度仪。褐变度采用色差计测量样品的 L^* 值,以 L^* 值的大小代表样品的褐变度(L^* 值越小,表明样品的褐变度越大)^[19]。菌落总数测定采用涂布法^[20]。感官品质按照感官鉴评的要求,组织食品

专业人士 10 人,独立评分,依分值统计各等级人数。采用多层次综合评判法对产品的感官质量进行分析^[21]。所有指标测定重复 3 次,取平均值。因素集 $U=\{\text{色泽 } u_1, \text{风味 } u_2, \text{口感 } u_3\}$;评语集 $V=\{\text{优 } v_1, \text{中 } v_2, \text{劣 } v_3\}$;其中,优(8~9 分),中(4~7 分),劣(1~3 分);权重集 $X=\{x_1 \text{ 色泽 } 0.3, x_2 \text{ 风味 } 0.2, x_3 \text{ 口感 } 0.5\}$,即色泽 30 分,风味 20 分,口感 50 分,共 100 分。为了将最终评判结果量化为分数,规定一个分值区域与评价集对应,根据清晰质量等级边界模糊化法将分值区域清晰化,取区域的中心值,得到对应的分值集 $C=\{c_1 \text{ 优 } 8.5, c_2 \text{ 中 } 5.5, c_3 \text{ 劣 } 2\}$ 。模糊关系数学模型为: $Y=X\odot R$,式中: Y 为综合评判结果集; X 为权重集; R 为评判矩阵; \odot 为模糊合成算子。标准见表 1。

表 1 鲜切苹果的感官质量鉴评标准

Table 1 Evaluation standards on sensory quality of fresh-cut apple			
项目及权重因子 Item and weight	鉴评等级及分值 Ranks and scores		
factor	优 (8~9 分)	中 (4~7 分)	劣 (1~3 分)
色泽(0.3)	很新鲜,色白亮,无缺陷	较新鲜,色微暗,有缺陷	色暗,有明显菌斑
风味(0.4)	特有的水果味	水果味较淡	有强烈异味
质感(0.3)	新鲜苹果味,质脆	新鲜味不足,质软	有腐烂,不可食用

2 结果与分析

2.1 各处理对鲜切苹果失重率和褐变度的影响

从图 1a 可以看出,各处理的失重率随着时间的增加而呈现出先上升后下降的趋势,CK₁ 处理在第 6 天有一个高峰,远高于其它处理,CK₂ 处理相对 CK₁ 处理而言,失重率的增加速率较缓慢,表明涂膜可以显著抑制呼吸失水,降低失重率,而 A 和 B 处理均比 CK₂ 处理好,且 B 处理效果比 A 处理更好。各处理和对照达极显著差异水平($P=0.007<0.01$)。图 1b 表明,在贮藏期间,褐变值 L^* 越来越小,表明褐变日益严重。CK₁ 处理下降速度最快,CK₂ 处理下降速度较缓慢,说明涂膜处理可以显著减缓果实的褐变;其中 CK₂ 处理要比 A 处理褐变度高,而 B 处理褐变度是最高的。在第 8 天时,B 处理的 L^* 值均仍在 73 以上。

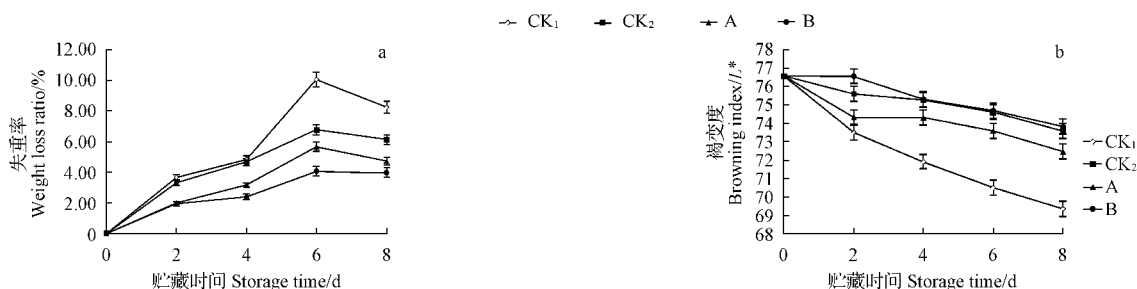


图 1 各处理对鲜切苹果失重率和褐变度的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on weight loss ratio and browning index of fresh-cut apple

2.2 各处理对鲜切苹果硬度和维生素 C 含量的影响

图 2a 表明,B 处理的硬度高于 A、CK₁ 和 CK₂ 处理组,CK₁ 处理的下降幅度最大(从 4.2 kg/cm² 下降到 3.2 kg/cm²),A 处理次之,CK₂ 处理下降比较平缓,说明涂膜可以显著抑制果实硬度下降,且随着浓度增加效果更好,而加入 0.1% 的生姜提取液的 B 处理果实硬度下降更缓慢。各处理间都达到显著差异水平($P < 0.05$)。图 2b 表明,维生素 C 含量在切分处理后迅速

下降,而后随时间的推移,下降趋于平缓。到贮藏末期(第 8 天),CK₁ 处理从初期的 88.396 mg/100g 下降到 25.2003 mg/100g,下降率达到了 71.49%,下降最明显,其它处理也有不同程度的下降,其中 A 处理与 B 处理下降程度均小于 CK₂ 处理,各处理间达极显著差异水平($P = 0.003 < 0.01$)。说明涂膜处理能有效维持果实的维生素 C 含量且加入了生姜提取液的效果会更好。

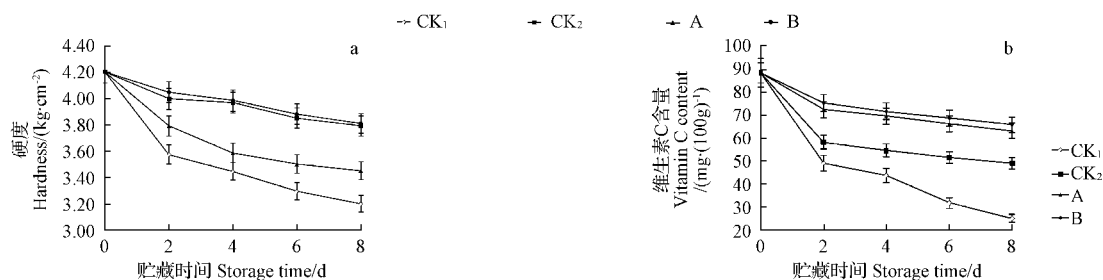


图 2 各处理对鲜切苹果硬度和维生素 C 含量的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on firmness and vitamin C content of fresh-cut apple

2.3 各处理对鲜切苹果可溶性固形物含量和可滴定酸含量的影响

图 3a 表明,随着贮藏时间的增加,鲜切苹果的可溶性固形物(SSC)含量均有不同程度的下降,其中 CK₂、A 和 B 处理下降相对 CK₁ 处理而言更加缓慢,特别是 B 处理,在贮藏末期,其 SSC 含量仍高达 10.12%。处理之间达到显著差异水平($P = 0.046 < 0.05$)。图 3b 表明,鲜切苹果的可滴定酸(TA)含量在贮藏期间逐渐下降,在第 2~

4 天期间下降较快,而在第 4~8 天期间,除 CK₁ 处理之外都下降较平缓。到末期(第 8 天)时,CK₁ 处理的鲜切苹果,其 TA 含量从 0.62%降到了 0.28%,下降率为 54.84%,而 B 处理的下降率仅为 25.81%,处理效果显著($P = 0.037 < 0.05$)。说明涂膜处理可以有效控制可溶性固形物含量的下降及可滴定酸含量的降低,且加入生姜提取液的处理效果更好。

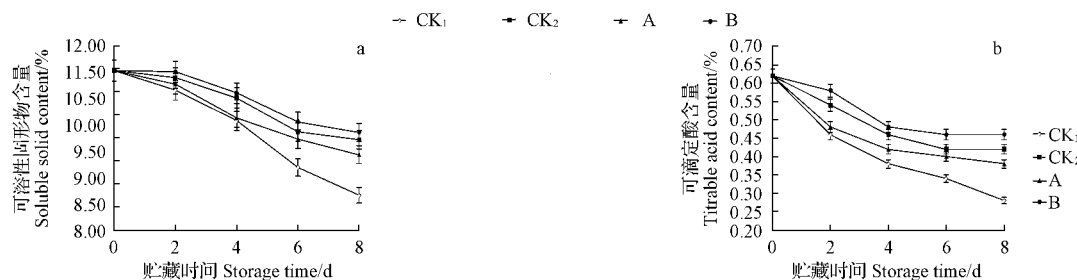


图 3 各处理对鲜切苹果可溶性固形物和可滴定酸含量的影响

Fig. 3 Effect of different treatments on soluble solid content and titratable acid content of fresh-cut apple

2.4 不同处理对鲜切苹果 PPO 活性和 MDA 积累的影响

由图 4a 可知,各处理的 PPO 活性在贮藏初期,经过

上升过程后达到一个高峰,随后开始下降。其中 CK₁ 的高峰出现在第 4 天,达到了 $4.4 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{ FW}$,

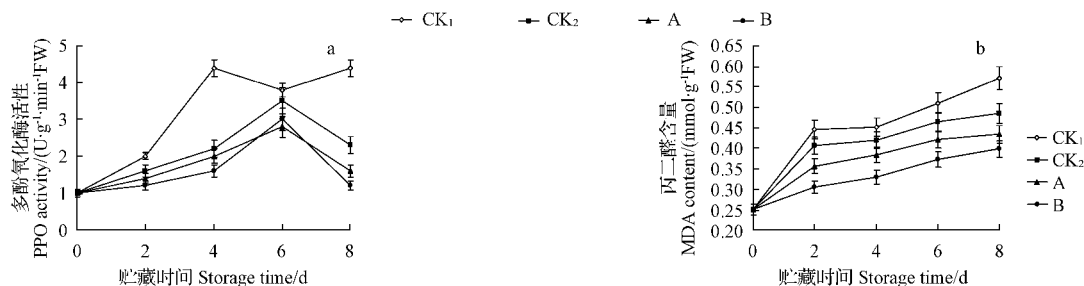


图 4 各处理对鲜切苹果 PPO 活性和 MDA 含量的影响

Fig. 4 Effect of different treatments on PPO activity and MDA content of fresh-cut apple

CK₂、A、B 处理的高峰均出现在第 6 天。到贮藏期结束, CK₁ 处理的 PPO 活性值仍高达 $4.3 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{ FW}$, 而 CK₂ 处理与 A、B 处理的 PPO 活性值分别降至 2.3 、 1.6 、 $1.2 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \text{ FW}$, 对照与处理达显著差异水平 ($P=0.027<0.05$)。而 A、B 处理组均比 CK₂ 处理活性低。说明涂膜处理可以显著抑制 PPO 活性的上升, 且加入了生姜提取液的处理组效果更明显。由图 4b 可以看出, MDA 含量随时间推移的变化趋势。所有处理在贮藏时间内, MDA 含量呈上升变化, 其中 CK₁ 处理上升幅度较其它处理明显, 到第 8 天, CK₁ 处理的 MDA 含量已高达 0.572 mmol/g FW , 较处理达显著差异水平 ($P=0.035<0.05$)。其它处理中 B 处理上升最缓慢, 其次是 A 处理和 CK₂ 处理。说明涂膜处理可以有效延缓 MDA 的上升且加入生姜提取液后效果更好。

2.5 各处理对鲜切苹果微生物变化和感官品质的影响

从图 5a 可以看出, 在 4°C 贮藏条件下, 到贮藏结束

(第 8 天) 时, CK₁ 处理鲜切苹果的细菌总数从贮藏初期的 $0.0533 \times 10^4 \text{ cfu/g}$ 增加到 $80\,300 \times 10^4 \text{ cfu/g}$, 已远远超出 10^7 cfu/g , 丧失商品食用价值; 而 0.1% 生姜提取液 + 1% SA 处理的鲜切苹果, 其细菌总数仅为 $4.9 \times 10^4 \text{ cfu/g}$, 仍然具有很高的食用价值。说明涂膜处理可以有效的抑制果实细菌的增长, 且浓度越高效果越好, 加入生姜提取液后效果更好。根据对应的分值集 $C=\{c_1 \text{ 优 } 8.5, c_2 \text{ 中 } 5.5, c_3 \text{ 劣 } 2\}$, 可得 CK 处理的得分为: $C_{CK1}=c_1 \times y_1 + c_2 \times y_2 + c_3 \times y_3 = 3.391$; 同理, $C_{CK2}=5.655$; $C_A=6.875$; $C_B=7.595$ 。图 5b 表明, 不同浓度的生姜提取液对鲜切苹果的保鲜效果, 依据模糊评判模型, 效果从优到劣依次为: $C_B > C_A > C_{CK2} > C_{CK1}$ 。说明涂膜可以提高果实的保鲜效果且加入生姜提取液的 B 处理效果比单独涂膜效果好。

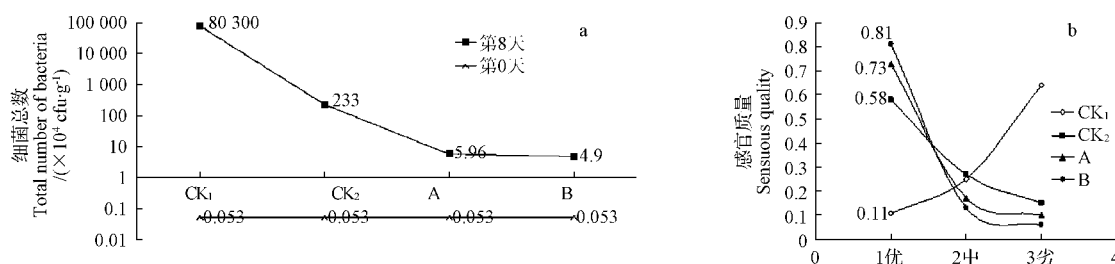


图 5 各处理对鲜切苹果细菌总数和感官质量的影响

Fig. 5 Effect of different treatments on total number of bacteria and sensuous quality of fresh-cut apple

3 讨论与结论

经过海藻酸钠(SA)处理的鲜切苹果, 其失重率会明显降低; 这是由于涂膜形成的微孔环境阻止了水分子的外向移动, 同时也阻碍了 O_2 和 CO_2 气体的交换, 使呼吸速率大大减缓, 增强了周皮和角质层对失水的抵抗能力。处理初期失水较严重, 是因为大量的水分会通过切割面而散失掉, 所以切割方式的选择对鲜切产品的质量保持至关重要。

组织褐变是鲜切果蔬的主要缺陷, 它取决于酚类化合物的浓度、多酚氧化酶(PPO)活性以及组织中抗氧化剂的浓度。切割会引起酚类化合物(主要在液泡)和 PPO(主要位于细胞质中)细胞区域隔离的消失, 从而导致组织产生褐变。该试验中, 涂膜处理可显著抑制褐变, 其中 0.1% 生姜提取液 + 1% SA 的效果优于 1% SA 单独处理, 这可能是涂膜阻隔了 O_2 , 而生姜提取液中的有效成分——姜黄酮会从 PPO 活性位点整合 Cu, 也有可能是含有可抑制 PPO 的一段小肽, 具体原因有待进一步研究。此外, 切割还会诱发膜脂过氧化, 导致细胞正常功能的丧失。丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的产物之一, 通过该试验结果可知, 涂膜处理的 MDA 含量远低

于对照组(CK₁), 证明涂膜处理可显著抑制膜脂过氧化发生, 这主要依赖于涂膜降低了活性氧自由基的积累。宗会^[22]研究了海藻酸钠涂膜对“金冠”苹果果肉硬度、呼吸强度、乙烯释放与膜脂过氧化的影响。发现海藻酸钠涂膜可保持果肉硬度, 降低果实呼吸强度和乙烯释放速率, 减弱膜脂过氧化作用, 保持细胞膜的完整性, 从而延缓果实衰老。

果蔬产品鲜嫩多汁, 经切割等机械处理后, 会造成汁液外流、营养物质损耗, 同时也增加了微生物侵染的敏感性, 大大降低了货架期。切割产品在贮藏过程中能将糖和酸作为碳源, 进行呼吸作用, 所以会降低产品中的可溶性固形物含量和可滴定酸的含量, 这在该试验结果中得到了验证。有研究表明, 引起鲜切果蔬腐烂变质的微生物主要是细菌和真菌^[23-25]。生姜提取液中的姜辣素和各种挥发性油均有很强的抑菌作用, 它可以杀死鲜切果蔬中的大肠杆菌等细菌。通过生姜提取液复合海藻酸钠涂膜处理^[26-28], 可显著抑制霉菌的生长。

该试验结果表明, 海藻酸钠 + 生姜提取液处理, 在阻止水分蒸腾, 维持硬度, 降低褐变程度, 减少营养物质的损耗, 抑制 PPO 活性和 MDA 的积累, 减少微生物侵

染方面,其综合效果要优于仅用海藻酸钠涂膜的处理,且1%海藻酸钠+0.1%生姜提取液(B)效果优于0.5%海藻酸钠+0.1%生姜提取液(A),其次为仅涂膜的处理,无菌蒸馏水处理的鲜切苹果效果最差。但浓度过高可能会引起结块,涂膜不均匀从而影响通气性,进而影响果实的呼吸,如何控制其浓度还待进一步研究。

参考文献

- [1] 孙兆军. 陕西水果面积和产量均居全国第一[J]. 中国果业信息, 2011, 28(11): 45.
- [2] 史星雲, 徐珊珊, 武月妮, 等. 陕西省苹果品种结构及生产效益现状调查[J]. 西北农林科技大学学报, 2014, 42(2): 101-106.
- [3] 陈言楷, 陆东和. 切割果蔬保鲜研究现状及发展趋势[J]. 福建果树, 2003(1): 24-27.
- [4] 宋红梅, 李位华, 王长娜. 鲜切果蔬常见的质量问题及控制研究[J]. 北方园艺, 2007(11): 221-222.
- [5] 李伟峰, 何玲, 冯金霞, 等. 生姜提取液对鲜切苹果贮藏品质的影响[J]. 北方园艺, 2012(3): 157-160.
- [6] 章银良, 周文权, 张陆燕. 牛血清蛋白涂膜保鲜圣女果和小黄瓜的研究[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版), 2013, 28(3): 1-4.
- [7] 林顺顺, 李瑜, 祝美云, 等. 大豆分离蛋白复合涂膜对鲜切马铃薯保鲜研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(6): 37-40.
- [8] 闫子娇, 张有林, 于月英. 魔芋葡甘聚糖涂膜对鲜切苹果保鲜的研究[J]. 农产品加工, 2009(10): 60-62.
- [9] 杨月, 陆丹英, 凌静, 等. 交联木薯淀粉对蜜橘涂膜保鲜效果研究[J]. 食品科学, 2011, 32(6): 275-278.
- [10] 张燕婉, 王光华. 壳聚糖对五种食物中毒菌生长的影响[J]. 微生物学通报, 1991, 18(6): 344-347.
- [11] Alexandrova V A, Obukhova G V, Domnina N S, et al. Modification of chitosan for construction of efficient antioxidant biodegradable macromolecular systems[J]. Macromolecular Symposia, 1999, 144: 413-422.
- [12] Majeti N V, Kumar R. A review of chitin and chitosan applications[J]. Reactive and Functional Polymers, 2000, 46(1): 1-27.
- [13] Feng T, Du Y M, Kennedy J F, et al. Enhancement of antioxidant activity of chitosan by irradiation[J]. Carbohydrate Polymers, 2008, 73(1): 126-132.
- [14] Pillai C K S, Paul W, Sharma C P. Chitin and chitosan polymers: chemistry, solubility and fiber formation[J]. Progress in Polymer Science, 2009, 34(7): 641-678.
- [15] 屈维丽, 臧鹏. 冻干甜椒贮藏过程中抗坏血酸及还原糖的变化[J]. 食品科技, 2012(9): 32-34.
- [16] 熊华. 不同提取方法生姜提取物中成分的比较研究[D]. 成都: 西华大学, 2006.
- [17] 熊华, 马力, 皮智梅. 采用有机溶剂法提取生姜有效成分[J]. 酿酒, 2006, 33(4): 86-87.
- [18] 朱茂田. 生姜功能因子的分析和纯化[D]. 成都: 西华大学, 2006.
- [19] 杨松夏, 吕恩利, 陆华忠, 等. 不同保鲜运输方式对荔枝果实品质的影响[J]. 农业工程学报, 2014(10): 225-230.
- [20] 李元芳. 有效活菌数的测定方法、允许差与判定[J]. 土壤肥料, 1997(4): 43-44.
- [21] 霍红. 模糊数学在食品感官评价质量控制方法中的应用[J]. 食品科学, 2004, 25(6): 185-186.
- [22] 宗会. 海藻酸钠涂膜对苹果生理变化的影响[J]. 果树科学, 1999, 16(4): 263-266.
- [23] Soliva-fortuny R C, Martin-belloso O. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review[J]. Trends in Food Science and Technology, 2003, 14(9): 341-353.
- [24] Tournas V H. Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables and sprouts[J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 99(1): 71-77.
- [25] 罗海波, 姜丽, 余坚勇, 等. 鲜切果蔬的品质及贮藏保鲜技术研究进展[J]. 食品科学, 2010, 31(3): 307-311.
- [26] 刘伟, 周春丽, 赵婧. 大孔吸附树脂纯化生姜提取物中6-姜酚工艺优化[J]. 农业机械学报, 2014, 45(6): 237-241.
- [27] 周建新. 植物源天然食品防腐剂的的研究现状、存在问题及前景[J]. 食品科学, 2006, 27(1): 263-268.
- [28] 宋晓雪, 胡文忠, 毕阳, 等. 鲜切果蔬中致腐微生物污染及其非热杀菌的研究进展[J]. 食品工业科技, 2014, 35(10): 351-354.

Dynamic Change of Ginger Flavonoids Film on Storage Quality of Fresh-cut Apples

GUO Yu-huan, HE Ling, ZHANG Mei-fang, ZHANG Mei-li, LI Wei-feng, QI Xin

(College of Horticulture, Northwest Agricultural and Forest University, Yangling, Shannxi 712100)

Abstract: Taking *Malus domestica* Borkh. cv. 'Red Fuji' as test material, four treatments of sterile distilled water, 1% sodium alginate, 0.5% sodium alginate+0.1% ginger extract, 1% alginate sodium+0.1% ginger extract were set and stored at 4°C with PE fresh keeping bag to study the effect of edible composite film on the fresh-cut apple. The results showed that, compared with sterile distilled water, the quality of fresh-cut apple was improved significantly by the coating, which included maintaining the hardness; reducing the degree of browning, the loss of nutrients and the microbial infection; inhibiting the activity of polyphenol oxidase (PPO) and malonaldehyde (MDA) content. In the late of the storage, judged by fuzzy mathematics sensory evaluation methods to different processing fresh-cut apple, optimum edible coating combination was 1% sodium alginate+0.1% ginger extract.

Keywords: ginger flavonoids; fresh-cut apple; edible film; preservation and fresh-keeping; dynamic change