

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2014.01.007

大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜对圣女果保鲜性能研究

尹国平, 陈志周, 滑艳稳

(河北农业大学 食品科技学院, 河北 保定 071000)

摘要: 以大豆蛋白及聚乙烯醇为原料, 以薄膜的抗张强度、断裂伸长率、透光率、阻隔性能及吸水率为评价指标, 在室温条件下, 分别对圣女果进行裸包处理, 市售聚乙烯保鲜膜裹包处理, 大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜裹包处理, 纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜裹包处理, 探讨4种保鲜处理方式对储藏过程中圣女果的失重率、硬度、可溶性固形物含量、总酸含量及VC含量的影响, 以研究大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜对圣女果的保鲜效果。试验结果表明: 在0~7 d内, 大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜在一定程度上可缓解圣女果的腐烂霉变, 具有一定的保鲜效果; 4种保鲜处理方式的效果依次为, 纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜>市售聚乙烯保鲜膜>大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜>空白对照组; 阻隔性能较好的市售聚乙烯保鲜膜对圣女果的保鲜效果略次于纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜, 故对于果蔬的保鲜而言, 并不是使用的保鲜膜的阻隔性能越好, 其保鲜效果就越好, 而是与果蔬的生理作用匹配度越高的保鲜膜, 保鲜效果才越好。

关键词: 大豆蛋白; 聚乙烯醇; 圣女果; 保鲜效果

中图分类号: TB332

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2014)01-0031-05

Study of Cherry Tomato Preservation with Soy Protein/Polyvinyl Alcohol Films

Yin Guoping, Chen Zhizhou, Hua Yanwen

(College of Food Science and Technology, Agriculture University of Hebei, Baoding Hebei 071000, China)

Abstract : By taking soy protein and polyvinyl alcohol as raw materials, with the tensile strength of the film, the elongation at break, transparency, barrier properties and water absorption as the evaluation criteria at room temperature, the weight loss, hardness, contents of soluble solids, VC and total acid of cherry tomato treated respectively by bare packet processing, commercially available polyethylene cling film, soybean protein/polyvinyl alcohol film, soy protein/polyvinyl alcohol film modified by nano- SiO_2 were periodically measured during storage in order to investigate the fresh-keeping effects. The results show that within 7 days, soy protein/polyvinyl alcohol film could slow down the decay and mildew of cherry tomatoes and they had better preservation effects. The ranking of preservation effects from high to low is soy protein/PVA film modified by nano- SiO_2 , commercially available polyethylene plastic wrap, soy protein/PVA film and bare packet processing. Although commercially available polyethylene plastic wrap is with good barrier properties, its preservation effect is slightly inferior to the nano- SiO_2 modified soybean protein / polyvinyl alcohol film. With regard to fruits and vegetables, the better barrier properties will not necessarily result in the better preservation effects. The effects depend more on the matching degree of the physiological role of plastic wrap with the specific fresh fruits and vegetables.

Key words: soy protein; polyvinyl alcohol; cherry tomatoes; preservation

收稿日期: 2013-07-15

基金项目: 河北省科技计划基金资助项目 (10225151)

作者简介: 尹国平 (1986-), 女, 河北沧州人, 河北农业大学硕士生, 主要研究方向为食品包装材料与技术,

E-mail: yinguoping@yahoo.cn

通信作者: 陈志周 (1970-), 男, 河北保定人, 河北农业大学教授, 主要从事食品包装方面的教学与研究,

E-mail: chenzhizhou2003@yahoo.com.cn

0 引言

圣女果即常见的小西红柿, 又称珍珠番茄或樱桃番茄, 富含有机酸、矿物质、多种维生素等营养物质, 被联合国粮食及农业组织列为优先推广的“四大水果”之一^[1]。但圣女果保存期短, 在贮藏、运输及销售各环节中, 易失水、软化、外皮褶皱, 导致营养受到损失, 大大降低其营养价值和商业价值。

目前, 圣女果的保鲜方法主要有低温(冷藏)保鲜法、气调保鲜法、化学试剂保鲜法、辐射保鲜法以及涂膜保鲜法等^[2-6]。然而, 这些方法各有弊端: 冷藏保鲜法因受地理位置的限制, 如贮藏时间过长, 会使干耗增加, 保存过程中易出现冻结烧现象, 从而导致果蔬色泽变化, 且成本较高, 故限制了其应用; 气调保鲜法需使用高纯度的惰性气体, 成本较高; 对食品安全及环境的严格要求在很大程度上限制了杀菌剂的使用, 这限制了化学试剂保鲜法的应用; 而辐射保鲜法对辐射的计量要求非常严格, 操作难度较大, 也在较大程度上限制了其应用; 涂膜保鲜法相对于以上保鲜方法具有安全、简便、环保的优势, 但其在圣女果表面进行涂层, 严重影响了圣女果的外型美, 从而会影响圣女果的销售, 因此也得不到普遍应用。

纤维素、淀粉、蛋白质等天然可降解高分子聚合物的改性研究, 是目前替代现有石油基塑料方面的研究热点^[7-8]。其中, 大豆蛋白因其原料来源广泛、生物降解性能强且成膜性能优异, 因而受到广泛关注^[9-10]。因此, 本试验在以前试验的基础上, 以大豆蛋白及聚乙烯醇为原料, 以薄膜的抗张强度、断裂伸长率、透光率、阻隔性能及吸水率为评价指标, 通过试验确定了制备大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜的最佳工艺条件, 以此工艺条件制备了该复合薄膜, 并将其应用于圣女果的保鲜处理, 以期研究出一种高效率、低成本、性能稳定且操作简单的保鲜薄膜的制备方法, 以缓解能源与环境危机。

1 试验

1.1 主要材料及设备

圣女果, 当日清晨采摘, 市售; 大豆蛋白, 蛋白质质量分数为70%, 安阳漫天雪食品制造有限公司; 聚乙烯醇, 化学纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司; 纳米 SiO₂ (30 nm), 杭州万景新材料有限公司; 聚乙烯保鲜膜, 上海妙洁日用化工有限公司。

JJ-1 精密增力电动搅拌器, 常州国华电器有限公司; KQ-200KD 超声波清洗器, 昆山市超声仪器有

限公司; ALC2104 电子天平, 上海凤凰光学仪器有限公司; DS-1 型高速组织捣碎机, 上海实验仪器总厂; WYT-4 型手持折光仪, 上海实验仪器总厂; GY-3 型果实硬度计, 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜的制备

1.2.1 制备工艺流程

将10.5 g 聚乙烯醇于90 ℃恒温水浴中搅拌30 min, 过滤后加入7.5 g 大豆蛋白, 并于70 ℃恒温水浴中搅拌30 min; 加入助剂, 得到共混膜液, 将其定容至300 mL, 并调节pH值为8.0, 于90 ℃水浴下磁力搅拌10 min; 然后, 加入6 mL质量分数为2.0%的甘油, 于90 ℃水浴下磁力搅拌30 min, 并于90 ℃水浴条件下真空抽滤, 在玻璃板上涂膜后, 于85 ℃鼓风干燥箱中恒温干燥; 其后, 将其放入盛有饱和溴化钠溶液的干燥器中平衡24 h, 最后成型。

1.2.2 纳米粒子的添加与分散

在以前所做试验的基础上, 以薄膜的抗张强度、断裂伸长率、透光率、阻隔性能及吸水率为评价指标, 确定纳米粒子的添加质量分数为1.5%, 添加质量为0.27 g。故精确称取0.27 g 纳米 SiO₂, 量取50 mL 蒸馏水, 搅拌下缓慢加入 SiO₂, 再加入质量分数为1%的聚乙烯基吡咯烷酮作为分散剂, 超声分散40 min, 然后磁性搅拌30 min, 即得到分散均匀的纳米 SiO₂ 悬浮液, 并将其以助剂的形式, 按照制备大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜的工艺流程, 制备纳米 SiO₂ 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜。

1.3 材料处理

在室温条件下, 将成熟度、大小基本一致, 无机械损伤与病虫害, 新鲜的圣女果, 随机分成4组, 每组100个。第1组试样的圣女果不作任何处理, 作为空白对照组; 第2组试样使用市售的聚乙烯保鲜膜进行包裹; 第3组试样使用大豆蛋白/聚乙烯醇复合薄膜进行包裹; 第4组试样使用纳米 SiO₂ 改性大豆蛋白/聚乙烯醇复合薄膜进行包裹。试验期设为8 d, 每天同一时刻对各组圣女果的各项指标进行测定, 每次从各组处理中随机挑选出5个样品作为测试对象, 试验重复3次, 取平均值。

1.4 测定方法

1.4.1 失重率

采用称重法, 按如下公式计算失重率 η :

$$\eta = \frac{m - m_i}{m} \times 100\%.$$

式中: m 为样品的原始质量, g;

m_i 为每次测定时样品的质量, g。

1.4.2 硬度

采用GY-3型果实硬度计, 测量果实的硬度。

1.4.3 可溶性固形物含量

使用 WYT-4 型手持折光仪,测定果实的可溶性固形物含量。

1.4.4 总酸含量

总酸含量 S 按可滴定酸计进行测定^[11]。称取去皮的圣女果 10 g 放入组织捣碎机中捣成匀浆,取匀浆 0.25 g 放入 50 mL 锥形瓶中,加入新煮沸的蒸馏水 25 mL 左右,并加入酚酞指示剂 1~2 滴,摇匀后用 0.1 mol/L 的 NaOH 溶液滴定至微红,并保持 30 s 不变色。总酸含量按如下公式计算:

$$S = \frac{176.12 \times 100VC}{1000m_s}。$$

式中: C 为 NaOH 标准溶液物质的量浓度, mol/mL;

V 为 NaOH 标准溶液的体积, mL;

m_s 为样浆的质量, kg。

1.4.5 VC 含量

VC 含量的测定采用 2,6 二氯酚酚溶液滴定法^[12]。

2 结果与分析

2.1 不同处理方式对圣女果失重率的影响

在贮存过程中,由于蒸腾作用和呼吸作用,果蔬易发生失水和失重,外观及口感大打折扣。因此,失重率是衡量果蔬新鲜程度的重要指标之一。图 1 为不同处理方式对圣女果失重率的影响。

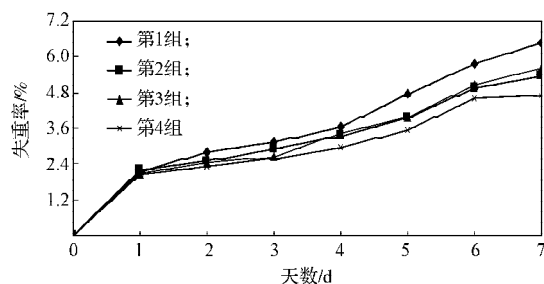


图 1 不同处理方式对圣女果失重率的影响

Fig. 1 Effects of different treatments on weight loss rate of cherry tomatoes

由图 1 可以看出,随着贮存时间的延长,4 种不同处理方式下的圣女果呈现出不同程度的失重现象,并从第 1 d 后,对照组圣女果的失重率明显高于其他组。原因是,包裹圣女果的薄膜由于具有一定的阻隔性能,可以减缓果实中水分等的流失。纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜较其他组的保鲜效果要好,这是因为纳米粒子的淤渗作用可以均匀镶嵌在薄膜中,从而增强了薄膜的致密性能与阻隔性能,且纳米 SiO_2 具有一定的抑菌性能,可以更好地抑制某些细菌的活性和圣女果的呼吸作用,从而有效地降

低了圣女果的失重率。

2.2 不同处理方式对圣女果硬度的影响

硬度是评价圣女果品质的重要指标。随着水分的散失,果蔬表面出现褶皱,果实硬度下降。图 2 为不同处理方式对圣女果硬度的影响。

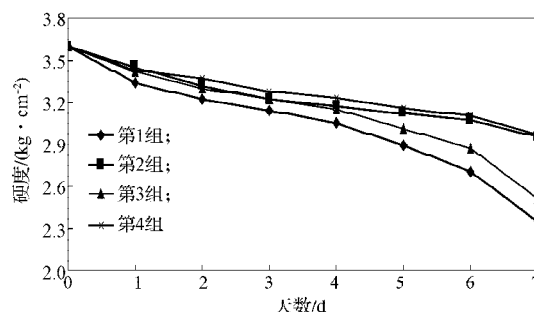


图 2 不同处理方式对圣女果硬度的影响

Fig. 2 Effects of different treatments on the hardness of cherry tomatoes

由图 2 可以看出,各种不同处理方式下的圣女果,其硬度随着贮藏时间的延长而呈现出不同程度降低的趋势。纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜组和市售聚乙烯薄膜组较其他两组的硬度下降缓慢,尤其是第 4 d 后,对照组圣女果软化加快。研究发现,果实细胞内淀粉的降解及构成细胞壁的主要成分果胶质的转化是导致果实硬度下降的主要原因^[13]。对圣女果进行包裹保鲜处理,可以有效抑制果实内淀粉的降解及果胶物质的转化,从而缓解了果实软化的程度。试验发现,各组薄膜的阻气及阻湿性能不同,纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜及市售聚乙烯薄膜的阻隔性能相对较好,以其包裹的圣女果硬度变化较缓,因而保鲜效果较好。

2.3 不同处理方式对圣女果可溶性固形物质量分数的影响

图 3 为不同处理方式对圣女果可溶性固形物质量分数的影响。

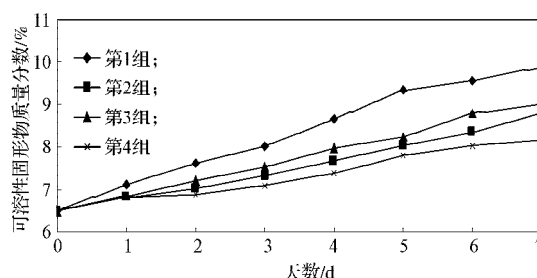


图 3 不同处理方式对圣女果可溶性固形物质量分数的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on the soluble solid contents of cherry tomatoes

由图 3 可以看出,不同保鲜处理方式下,圣女果

的可溶性固形物质量分数均随贮藏时间的延长而上升。在相同时间内,经薄膜包裹处理的圣女果,其可溶性固形物质量分数均低于对照组,这表明保鲜膜可以有效延缓圣女果的后熟作用。在贮藏过程中,果实中可溶性固形物质量分数的增加是因为果实内有机酸向可溶性糖转化,使得果实内总糖含量增加。使用保鲜膜处理可以有效地缓解圣女果的生理活动,使有机酸向可溶性糖的转化速度减慢,而添加纳米 SiO_2 粒子的蛋白膜在较大程度上增强了原蛋白膜的机械性能及透湿、透氧性能,使薄膜更加致密,对圣女果的保鲜效果更好。

2.4 不同处理方式对圣女果总酸质量分数的影响

一般情况下,随着圣女果的成熟,营养物质不断被消耗,果实的总酸含量不断下降,风味也会发生变化,因此,总酸含量是评价果实品质的重要指标之一。图4为不同保鲜处理方式对圣女果总酸质量分数的影响。

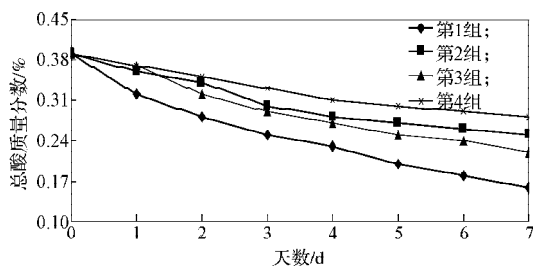


图4 不同处理方式对圣女果总酸质量分数的影响
Fig. 4 Effects of different treatments on the total acid content of cherry tomatoes

从图4中可以看出,对照组总酸的质量分数随贮藏时间的延长下降最快。有机酸是呼吸作用的基质,由于贮藏过程中圣女果仍要进行一定的生理活动,需要消耗自身的有机酸来合成腺嘌呤核苷三磷酸(adenosine triphosphate, ATP),以维持正常的生理活动,因此,贮藏期间果实的有机酸质量分数呈下降趋势^[13]。经纳米 SiO_2 粒子改性的大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜与市售的聚乙烯保鲜膜包裹的圣女果,其呼吸强度明显减弱,物质消耗也相应减少,因此,其总酸质量分数下降相对比较缓慢。

2.5 不同处理方式对圣女果VC质量分数的影响

圣女果所含人体必需的VC量是普通番茄的1.7倍,故深受消费者喜爱。VC是保证圣女果品质与口味的重要指标之一。图5为不同保鲜处理方式对圣女果VC质量分数的影响。由图5可以看出,各组保鲜处理的圣女果VC质量分数的变化趋势大致相同,随着贮存时间的延长,果实的VC质量分数均呈现先上升后下降的变化趋势。圣女果在采摘时尚未成熟,所

以VC的质量分数较低。在存放过程中,随着果实成熟度增加,其VC的质量分数逐渐升高并达峰值,其食用价值达到最大,之后随着生理活动的进行,其还原型VC被氧化而逐渐下降。经过保鲜包裹处理后的圣女果与外界气体之间的交换受阻,使VC氧化还原所需的 O_2 浓度下降,这有益于果实中VC的保存。相对其他组而言,市售聚乙烯保鲜膜的阻隔性能最高,透氧量最低,因此其保鲜效果最好。

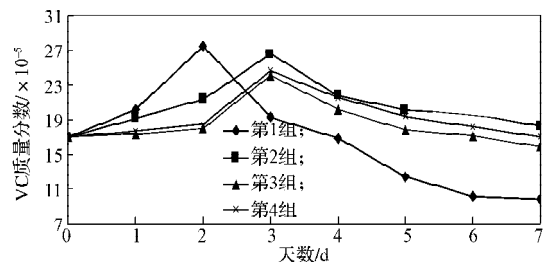


图5 不同处理方式对圣女果VC质量分数的影响
Fig. 5 Effect of different treatments on VC contents of cherry tomatoes

3 结论

1) 研究表明,大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜在一定程度上可以有效缓解圣女果的失重、腐烂变质,具有较好的保鲜作用。总体而言,4组保鲜处理效果的顺序为:纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜>市售聚乙烯保鲜膜>大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜>空白对照组。

2) 试验发现,阻隔性能较好的市售聚乙烯保鲜膜对圣女果的保鲜效果略次于纳米 SiO_2 改性大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜,因此,在一定程度上可以说,对于果蔬的保鲜而言,并不是使用的保鲜膜的阻隔性能越好,其保鲜效果就越好,而是与果蔬的生理作用匹配度越高的保鲜膜,其保鲜效果才越好,这与果蔬自身的生理特性有较大关系。

3) 相比较而言,大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜的颜色、透明度、耐湿性能及降解稳定性能比普通聚乙烯保鲜膜相差较远,其制备工艺有待进一步研究完善,以改善其各种性能,因此,提高大豆蛋白/聚乙烯醇薄膜在果蔬中保鲜效果的研究应成为今后大豆蛋白膜保鲜应用的重点。

参考文献:

- [1] 张苏敏,李晶,朱玲,等.血桐提取液浓度对圣女果保鲜效果的影响[J].安徽农业科学,2010,38(15):8172-8174.
Zhang Sumin, Li Jing, Zhu Ling, et al. Influences of

- Macaranga Hemsleyana Extract with Different Concentration on Fresh Keeping Effect of Cherry Tomatoes[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(15): 8172-8174.
- [2] 陈浩,高鹏,高雅,等.辐照降解壳聚糖涂膜对沙糖桔、圣女果和金桔的保鲜作用[J].核农学报,2008,22(5): 640-644.
- Chen Hao, Gao Peng, Gao Ya, et al. Effects of Irradiation-Degradated Chitosan Coating on Quality and Shelf-Life of the Fruits of Shatang Mandarin, Fortunella Margariat(Lour) Swingle and Lycopersicon Esculentum Mill Var Cerasiforme Alef[J]. Journal of Nuclear Agricultural Sciences, 2008, 22(5): 640-644.
- [3] 魏岩梅,陈晓燕.圣女果气调保鲜包装技术研究[J].中国包装工业,2005(12): 58-60.
- Wei Yanmei, Chen Xiaoyan. Cherry Modified Atmosphere Packaging Technology Research[J]. China Packaging Industry, 2005(12): 58-60.
- [4] 李亚娜,李瑞勇.壳聚糖涂膜对圣女果的保鲜性能研究[J].包装与食品机械,2011,29(3): 9-12.
- Li Yana, Li Ruiyong. Study of Cherry Tomato Preservation with Chitosan Coating[J]. Packaging and Food Machinery, 2011, 29(3): 9-12.
- [5] 周斌.果蔬保鲜膜的研究进展[J].包装学报,2012,4(4): 16-20.
- Zhou Bin. Review of Preservative Film for Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2012, 4(4): 16-20.
- [6] 汪国超,徐伟民,张麟.果蔬保鲜方法的研究进展[J].包装学报,2011,3(4): 57-61.
- Wang Guochao, Xu Weimin, Zhang Lin. Advance in Preservation Methods for Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 57-61.
- [7] Zhou Ziyang, Zheng Hua, Wei Ming, et al. Structure and Mechanical Properties of Cellulose Derivatives/Soy Protein Isolate Blends[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 107(5): 3267-3274.
- [8] 尹国平,滑艳稳,陈志周.纳米SiO₂改性可生物降解材料研究进展[J].包装学报,2013,5(4): 15-19.
- Yin Guoping, Hua Yanwen, Chen Zhizhou. Research Progress on Biodegradable Materials Modified by Nano-SiO₂[J]. Packaging Journal, 2013, 5(4): 15-19.
- [9] Ji Jianyin, Brooks L, Zhong Weihong. Soy Protein-Assisted Dispersion of Carbon Nanotubes in a Polymer Matrix[J]. Materials Express, 2012, 2(1): 76-82.
- [10] 滑艳稳,陈志周,尹国平.谷氨酰胺转氨酶改性蛋白类生物包装膜研究进展[J].包装学报,2013,5(4): 9-14.
- Hua Yanwen, Chen Zhizhou, Yin Guoping. Advance in Study of Transglutaminase Treatment Improving Properties of Protein Biological Packaging Films[J]. Packaging Journal, 2013, 5(4): 9-14.
- [11] 宋贤良,叶盛英,黄苇,等.纳米TiO₂/玉米淀粉复合涂膜对圣女果保鲜效果的研究[J].食品科学,2010,31(12): 255-259.
- Song Xianliang, Ye Shengying, Huang Wei, et al. Fresh-Keeping Effect of Nano-Titania/Corn Starch Compound Coating on Cherry Tomato[J]. Food Science, 2010, 31(12): 255-259.
- [12] 吴谋成.食品分析与感官评定[M].北京:中国农业出版社,2002: 26-28.
- Wu Moucheng. Food Analysis and Sensory Evaluation[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2002: 26-28.
- [13] 王昕.番茄常温可食涂膜保鲜的理论与方法[D].长春:吉林大学,2004.
- Wang Xin. Theory and Methods Tomato Temperature Edible Coatings[D]. Changchun: Jilin University, 2004.

(责任编辑:徐海燕)

