

复合保鲜剂结合 MAP 对鲜切茄子贮藏品质的影响

Effect of chitosan compound preservative combined with modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut eggplant during storage

谢 晶 王 肽 杨胜平

XIE Jing WANG Tai YANG Sheng-ping

(上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

(College of Food Science & Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

摘要:为延长鲜切茄子的保鲜时间,研究单一气调包装(2% CO_2 + 5% O_2 + 93% N_2)和保鲜液(1.5% 壳聚糖 + 1% 抗坏血酸 + 1% 氯化钙 + 2% 柠檬酸)结合气调包装对鲜切茄子品质的影响。以感官评分、褐变度、硬度、多酚氧化酶(PPO)活性和细菌总数为指标,分析鲜切茄子于(10±1)℃下贮藏8 d 内的品质变化。结果表明:贮藏8 d 后,对照组样品的 L^* 值、硬度、PPO 酶活性和细菌总数分别为 75.66、7.41 kg/cm²、68.77 U/(min·g)和 5.52 lg CFU/g,而经保鲜液结合气调包装的鲜切茄子各指标分别为 82.51、10.05 kg/cm²、23.70 U/(min·g)和 2.87 lg CFU/g。气调包装能够抑制鲜切茄子的褐变、萎蔫等感官品质的下降,并抑制 PPO 活性的增加和细菌的生长繁殖,尤其在结合保鲜液处理后效果更加明显,贮藏8 d 仍保持较好的品质。

关键词:壳聚糖;气调包装;鲜切;茄子;冷藏

Abstract: Fresh-cut eggplant is popular with consumers because of its instance and hygiene, however, its shelflife is limited. To prolong the shelflife of fresh-cut eggplant, the effects were studied for modified atmosphere packaging (MAP, 2% CO_2 + 5% O_2 + 93% N_2) and the combined treatment of preservative solution (1.5% chitosan + 1.0% ascorbic acid + 1% CaCl_2 + 2% citric acid) and MAP on the quality of fresh-cut eggplant. The quality indices including sensory quality, browning degree, firmness, polyphenoloxidase (PPO) activity and total bacterial counts were detected during 10 days of storage at (10±1)℃. After 8 days of storage, the L^* value, firmness, PPO activity and total bacterial counts of the control sample were 75.66, 7.41 kg/cm², 68.77 U/(min·g) and 5.52 lg CFU/g, respectively. While the quality indices of the samples treated by the combined treatment were 82.51, 10.05 kg/cm², 23.70 U/(min·g)

and 2.87 lg CFU/g. The results indicated that MAP retarded the browning and softening of eggplant slices and the coating treatment prior to MAP enhanced the effectiveness. The fresh-cut eggplant treated by coating and MAP were still acceptable for cooking after 8 days of storage.

Keywords: chitosan; modified atmosphere packaging; fresh-cut; eggplant; cold storage

气调包装(modified atmosphere packaging, MAP)是果蔬保鲜方法中一种常用的保鲜技术,但传统气调包装也会形成对果蔬贮藏不良的厌氧环境,当包装袋中 CO_2 含量过高、 O_2 含量过低时,果蔬会产生乙醛等异味物质,还会出现组织软化、外观和颜色劣变,甚至腐烂变质等品质变化,严重降低产品的商业价值^[1]。此外,单一的气调包装易使包装袋内表面形成凝结水,一定程度上加速了果蔬品质的劣变。采用保鲜剂涂膜,因膜层具有通透性、阻水性,能降低采后果蔬的呼吸代谢和水分蒸发,抑制微生物的生长和酶促褐变,改善果蔬的品质,有效延长了果蔬采后货架寿命^[2]。壳聚糖是甲壳素脱 N-乙酰基的产物,主要存在于虾、蟹等动物外壳,由于具有良好的成膜性、抗菌性、生物相容性以及可食性,被广泛用于果蔬保鲜^[3]。李松林^[4]研究发现,采用 1.5% 壳聚糖结合气调包装可以显著地提高樱桃萝卜的感官品质,延长其货架期。

气调包装保鲜和壳聚糖涂膜应用于果蔬保鲜的研究已有报道^[4],但是对于两者结合用于鲜切茄子保鲜尚未见报道。因此,本试验以鲜切茄子为研究对象,以空气包装和单一气调包装处理为对照,探讨保鲜液涂膜后进行气调包装对鲜切茄子贮藏效果及生理变化的影响,以期改善鲜切茄子的品质、提高商品价值提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

上海条茄:购自上海市南汇古棕路农贸市场,买回后立

基金项目:国家级星火计划课题(编号:2012GA680003)

作者简介:谢晶(1968—),女,上海海洋大学教授,博士,博士生导师。

E-mail: jxie@shou.edu.cn

通讯作者:杨胜平

收稿日期:2015-03-06

刻放于(10±1)℃的恒温恒湿箱中预冷 24 h,充分去除田间热;

壳聚糖:平均分子量 1.6×10⁵,脱乙酰度≥90.0%,食品级,国药集团药业股份有限公司;

抗坏血酸、柠檬酸、CaCl₂:分析纯,国药集团药业股份有限公司;

A 级尼龙复合真空包装袋:规格 50 mm×250 mm×180 μm,上海易诺包装材料有限公司。

1.1.2 仪器

气调包装机:DQB-360W 型,上海青浦食品包装机械厂;
高速冷冻离心机:H-2050R-1 型,长沙湘仪离心机有限公司;

紫外可见分光光度计:UV-1102 型,尤尼柯仪器有限公司;

色差仪:CR-400 型,日本柯尼卡美能达公司;
手持式折光仪:WYT-32 型,泉州光学仪器厂;
果实硬度计:GY-4 型,艾德宝仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 壳聚糖复合保鲜液的制备 称取一定质量的壳聚糖溶解于浓度为 1%的冰醋酸溶液中配制成 1.5%的壳聚糖溶液。室温条件下,用磁力搅拌棒搅拌壳聚糖溶液 1 h,使之完全溶解。称取一定质量的抗坏血酸、CaCl₂ 和柠檬酸加入到配制好的壳聚糖溶液中,磁力搅拌 45 min,配制成 1.5%壳聚糖+1%抗坏血酸+1% CaCl₂+2%柠檬酸保鲜液,备用。

1.2.2 样品预处理 将新鲜的上海条茄用清水洗净,参照王肽等^[5]的方法用浓度为 1.8 mg/L 臭氧水浸泡处理 5 min;用事先消过毒的锋利的不锈钢水果刀将茄子横截切分成厚约 8 mm 茄子片,待用。

试验处理按以下分组进行:A 组:2% O₂+5% CO₂+93% N₂气调包装;B 组:壳聚糖保鲜液处理后晾干,再用 2% O₂+5% CO₂+93% N₂进行气调包装;C 组:对照组,不作处理。

将处理好后的鲜切茄子贮藏于(10±1)℃的恒温恒湿箱中,每 2 d 对各理化指标进行测定,重复 3 次。

1.2.3 感官评分 参照 Bibhuti 等^[6]的方法,感官评分小组由 5 名受过专门培训的感官评定人员组成,分别对各处理组鲜切茄子的外观、色泽和褐变度进行评分,计算平均值获得综合评分值,鲜切茄子感官评定标准见表 1。

1.2.4 褐变度的测定 采用柯尼卡 CR-400 色差计测量鲜切茄片切面的亮度值 L* (0=黑色,100=白色),每次选取鲜切茄片的面正中央部位测量,每个处理组随机选取 20 片,并测量正反面(n=40),求其平均值。

1.2.5 硬度的测定 采用 GY-4 果蔬硬度计 8 mm 探头进行测定,每个处理组取 20 个样,取平均值。

1.2.6 PPO 酶活性的测定

(1) 茄子多酚氧化酶液的提取:参考 Zhou Pei-gen 等^[7]的方法,略有修改,取 5 g 靠近皮层 2~3 mm 处果肉,加入已预冷的 0.1 mol/L 磷酸缓冲液(pH=6.0,含 2.5% PVP) 10 mL,冰浴研磨成均浆,在 10 000 r/min(4℃)冷冻离心 15 min,

表 1 各指标的感官评分标准 [†]		
Table 1 Organoleptic evaluation of each index of the scoring criteria		
指标	分值	感官表现
外观	9	茄片表面边缘无褶皱、果肉无萎蔫
	7	茄片表面边缘出现轻微褶皱、果肉出现轻微萎蔫
	5	茄片表面边缘较小部分出现褶皱、果肉较小部分萎蔫
	3	茄片表面边缘小部分部分全部褶皱、果肉小部分全部萎蔫
色泽	1	茄片表面边缘大部分全部褶皱、果肉大部分萎蔫
	9	颜色非常新鲜、光泽度非常好
	7	颜色新鲜、光泽度好
	5	颜色较新鲜、光泽度较好
褐变	3	颜色开始发黄、光泽度一般
	1	颜色呈现黑褐色、光泽度较差
	9	所有茄片表面均无褐变斑点
	7	个别茄片表面出现较小的、1~2 个褐变斑点
褐变	5	个别茄片表面出现较大的、3~4 个褐变斑点
	3	较小部分的茄片表面出现较小的、1~2 个褐变斑点
	1	大部分茄片表面出现大面积的褐变斑点和褐变斑块

[†] 贮藏过程中尼龙复合真空包装袋中鲜切茄子感官评分低于 3 分时认定其失去商品价值。

将得到的上清液作为酶的提取液。

(2) 多酚氧化酶活的测定:先取 2.5 mL 在 30℃保温 5 min 的 0.05 mol/L 愈创木酚(用 0.1 mol/L, pH=6.0 的磷酸缓冲液配制),再加入 0.5 mL 酶液,在 420 nm 下进行测定,记录 A₄₂₀ 的变化。一个活力单位(U)定义为在测定条件下每 15 s 引起吸光度改变 0.01 所需的酶量。

1.2.7 细菌总数的测定 按 GB 4789.2—2010《食品安全国家标准 食品微生物学检验 菌落总数》执行。

1.3 数据处理

采用 Excel 2010 进行数据分析并制图。

2 结果与分析

2.1 感官品质的变化

感官品质是评价鲜切果蔬货架期的最重要指标。由图 1 可知,对照组的感官评价得分在贮藏过程中快速下降,贮藏至第 8 天,茄子表面色泽较差,出现大面积褐变斑,肉质萎蔫,已失去商业价值;壳聚糖涂膜结合气调保鲜组在整个贮藏期间,感官评价得分最高且降低幅度较小,贮藏至第 8 天,依然较好地保持了鲜切茄子的原有感官品质,Xing Ya-ge 等^[8]研究也发现,相比传统的单一 MAP 处理,壳聚糖涂膜结合 MAP 处理鲜切莲藕的感官评价得分更高,有效地保持了果蔬的原有品质。

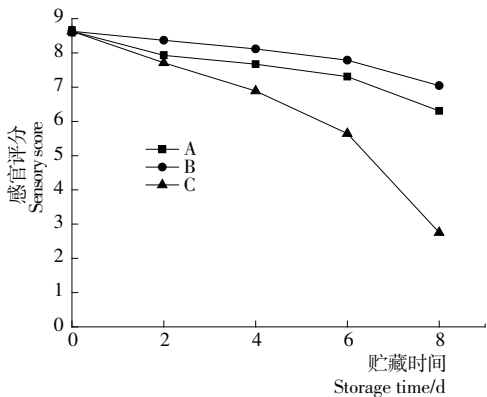


图 1 贮藏期间鲜切茄子感官品质的变化
Figure 1 Changes of sensory quality of fresh-cut eggplant during storage

2.2 褐变度的变化

鲜切茄子的褐变度用色差值 L^* 表示, L^* 越小, 褐变越严重。由图 2 可知, 贮藏期间, 各处理组的 L^* 均呈下降趋势, 其中, 对照组的 L^* 下降最快, 在第 8 天外观褐变严重。单一气调包装组和壳聚糖涂膜结合气调保鲜组在贮藏的前 4 d 褐变度 L^* 下降较为缓慢, 说明气调包装可以有效延缓果实褐变度 L^* 的下降, 延缓组织褐变的发生, 延长产品的货架期。在整个贮藏期间, 壳聚糖涂膜结合气调保鲜组 L^* 下降最为缓慢, 且没有明显的褐变斑出现, 主要是因为壳聚糖良好的成膜性可以在茄子表面形成一层具有选择透过性的薄膜, 降低 O_2 的透过量。同时, 壳聚糖有较强的抑菌性, 有效降低细菌对果蔬细胞膜的侵染, 保持了细胞膜的完整性, 阻止了 O_2 的进入, 抑制组织褐变^[9]。由此可见, 壳聚糖涂膜结合 MAP 包装能够有效抑制鲜切茄子的褐变。

2.3 硬度的变化

果实硬度作为衡量果蔬贮藏保鲜效果的重要指标, 与果实货架期密切相关。果蔬在贮藏过程中硬度的下降, 主要是因细胞失水和细胞壁中果胶的水解。由图 3 可知, 贮藏期间, 鲜切茄子各处理组的硬度均呈下降趋势, 但对照组下降最

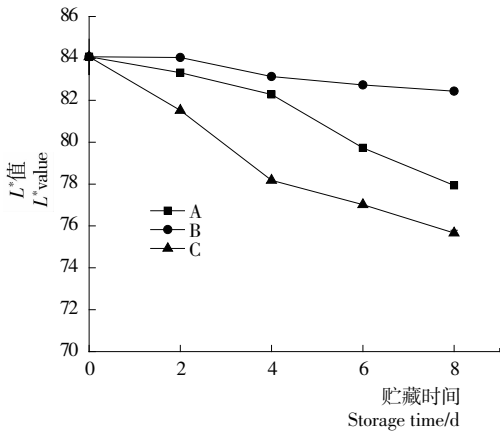


图 2 贮藏期间鲜切茄子褐变度的变化
Figure 2 Changes of browning degree of fresh-cut eggplant during storage

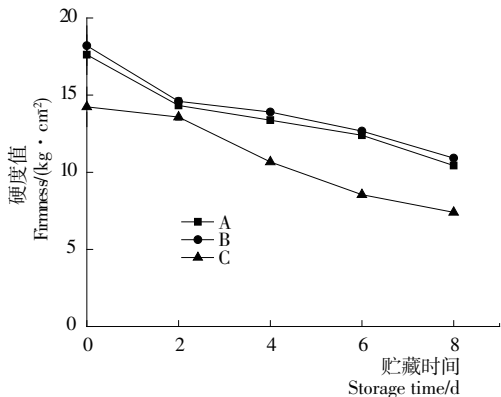


图 3 贮藏期间鲜切茄子硬度的变化
Figure 3 Changes of firmness of fresh-cut eggplant during storage

明显, 可能是由于对照组暴露在空气中, 果实的呼吸作用不受抑制, 茄子细胞快速失水萎蔫; 同时, 果实内部细胞结构和液泡受到细菌侵染, 加剧鲜切茄子的组织结构劣变^[3]。气调包装组和壳聚糖涂膜结合气调保鲜组在整个贮藏期间硬度值变化差异性并不显著 ($P>0.05$)。

2.4 PPO 酶活性的变化

由图 4 可知, 气调包装组和对照组的 PPO 酶活性均在第 2 天和第 6 天出现峰值, 而壳聚糖涂膜结合气调保鲜组在整个贮藏过程中, PPO 活性始终维持在较低水平。在贮藏的第 2 天, 壳聚糖涂膜结合气调保鲜组 PPO 酶活性出现下降, 可能是因为切割损伤加剧了茄子组织细胞的呼吸作用, 而壳聚糖涂膜在茄子表面形成的薄膜阻隔了外界与组织内的气体交换, 形成了一种微气调环境, 从而抑制了 PPO 酶的活性^[10]。

2.5 细菌总数的变化

由图 5 可知, 贮藏期间, 各处理组样品的细菌总数均呈上升趋势。气调包装组和对照组的细菌总数在贮藏的第 2 天即开始快速上升, 但整个贮藏期间, 气调包装组细菌增长速度略低于对照组, 表明气调包装可有效延缓鲜切茄子的微生物上升。壳聚糖涂膜结合气调包装组在整个贮藏过程中, 细菌总数上升较缓慢, 说明壳聚糖涂膜结合气调保鲜对鲜切

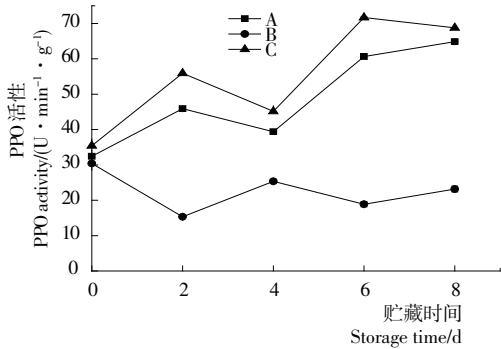


图 4 贮藏期间鲜切茄子 PPO 活性的变化
Figure 4 Changes of PPO activity of fresh-cut eggplant during storage

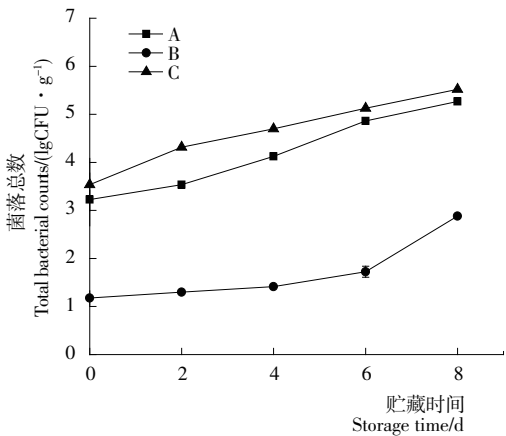


图 5 贮藏期间鲜切茄子细菌总数的变化
Figure 5 Changes of total bacterial count on surface of fresh-cut eggplant during storage

茄子微生物的繁殖有一定的抑制作用。

3 结论

本试验采用 1.5%壳聚糖+1%抗坏血酸+1% CaCl₂+2%柠檬酸保鲜液涂膜结合 2% CO₂+5% O₂+93% N₂气调包装对鲜切茄子进行贮藏保鲜,同时与传统的单一气调包装和不作处理的鲜切茄子作对比,结果表明:

- (1) 单一气调包装对鲜切茄子能够起到良好的保鲜效果,但壳聚糖保鲜液涂膜结合气调包装保鲜效果更明显。
- (2) 采用保鲜液涂膜结合气调包装能够有效保持鲜切茄子的原有品质,在(10±1)℃条件下鲜切茄子能够保存至 8 d 以上仍具有商品价值。

(上接第 96 页)

通过对偏心链轮机构运动仿真结果可知:① θ_1 和 θ_2 分别为从动链轮具有最大、最小角速度时主动链轮的瞬时转角,这两个极值点将作为包装机横封机构的热封点;② 当两链轮的回转中心距 L 增大时,从动链轮的极限角速度几乎不变,但其对应的主动链轮极限角 θ_1 和 θ_2 变化较大。在结构允许的情况下,适当增大 L 有利于满足横封机构让袋的工艺需求;③ 偏心链轮的偏心距 e 变化时,从动链轮的极限角速度及其对应的极限角 θ_1 和 θ_2 会发生较大变化。在包装袋长度较大时,应在较大的极限角速度下进行热封,即选择较大的链轮偏心距。因此根据袋长按照匀速可以计算出包装袋的下降速度,从而通过仿真便可确定出链轮偏心距 e 。

5 结论

借助 SolidWorks 三维软件完成了对全自动立式包装机的传动系统和横封机构的参数化建模和模拟仿真,解决了包装袋易错边、起皱、夹料和封口不平的问题。已成功地对某药业公司的 10 台 DXDK40II 型包装机实施了改进,提高了设备的自动化程度和包装质量。为节约成本尽量保留了原设备的传动结构,对今后新开发的包装机可以采用全电动方式,各执行机构均采用步进电机或伺服电机直接驱动,将大

参考文献

1 Allende A, Luo Y, McEvoy J L. Microbial and quality changes in minimally processed baby spinach leaves stored under superatmospheric oxygen and modified atmosphere conditions[J]. Journal of Postharvest Biology and Technology, 2004(33): 51~59.

2 祝美云,党建磊,魏征,等. 壳聚糖复合涂膜保鲜鲜切莲藕的研究[J]. 食品与机械, 2010, 26(1): 145~147.

3 赵春霞,胡蓉,冯丽萍. 涂膜处理对氩气气调包装的鲜切香菇品质的影响[J]. 包装工程, 2013(5): 14~19.

4 李松林. 壳聚糖结合气调包装对樱桃萝卜保鲜的研究[J]. 食品工业科技, 2012(10): 326~329.

5 王肽,谢晶. 臭氧水处理对鲜切茄子保鲜效果的研究[J]. 食品工业科技, 2013(15): 324~327.

6 Bibhuti B M, Satyendra G, Arun S. Browning of fresh-cut eggplant: Impact of cutting and storage[J]. Journal of Postharvest Biology and Technology, 2012(67): 44~51.

7 Zhou Pei-gen, Smith N L, Lee C Y. Potential purification and some properties of Monroe apple peel polyphenol oxidase[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 1993(4): 532~536.

8 Xing Ya-ge, Li Xi-hong, Xu Qian-lian, et al. Effects of chitosan-based coating and modified atmosphere packaging (MAP) on browning and shelf life of fresh-cut lotus root (Nelumbo nucifera Gaerth)[J]. Journal of Innovative Food Science and Emerging Technologies, 2010(11): 684~689.

9 周静亚,徐忠传,马春朋. 壳聚糖在鲜切果蔬保鲜中的应用[J]. 食品研究与开发, 2009(10): 130~133.

10 Pen L T, Jiang Y M. Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut[J]. LWT-Food Science and Technology, 2003, 36(3): 359~364.

幅简化传动系统,缩短生产周期、扩大设备应用范围。

参考文献

1 许林成. 包装机械原理与设计[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2004:122~177.

2 肖蓉川. 偏心链轮机构在颗粒包装机中的分析与设计[J]. 包装工程, 2008, 29(7): 57~59.

3 韩炬,王莹,郭亚楠. 包装机热封机构的建模及动力学分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 146~148.

4 陈士祥,束蓓,邵刚. 一种新型立式充填自动包装机的系统[J]. 包装与食品机械, 2007, 23(6): 28~33.

5 黄文华. 基于 Solidworks 的齿轮 CAD 关键技术的研究[J]. 制造业自动化, 2011, 33(16): 67~70.

6 陈鹏飞. 基于 ModelCenter 的精密气浮工件台系统建模与参数优化[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2014(4): 15~18.

7 杨振和,苏振华,杨卓. 齿轮轴承结构参数优化设计[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 50~51.

8 孙斐. 自顶向下的旋转阀参数化设计[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 52~53.

9 陈塞克,凌轩. 基于 Solidworks 齿轮连杆机构的运动仿真[J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 177~179.