

壳聚糖/纳米 TiO₂ 复合涂膜对鲜切荸荠保鲜作用研究*

邱松山, 李喜宏, 胡云峰, 邢亚阁, 张 静

(天津科技大学食品工程与生物技术学院, 天津, 300457)

摘 要 采用壳聚糖/纳米 TiO₂ 作为复合涂膜剂, 低温(0~4℃)条件下对鲜切荸荠进行涂膜处理, 测定鲜切荸荠贮藏过程中失重率、V_c 含量、褐变度(BD)、过氧化物酶(POD)活性等的变化。结果表明: 壳聚糖/纳米 TiO₂ 复合涂膜可有效降低果实的水分、V_c 等成分的损失, 延缓荸荠褐变的发生, 从而延长鲜切荸荠的货价保质期。

关键词 鲜切荸荠, 壳聚糖, 纳米 TiO₂, 保鲜

壳聚糖作为一种新型无毒、天然的果蔬保鲜剂, 涂布于果蔬表面, 能在果实表面形成半透膜, 具有成膜性好、透气性好等特点, 可抑制水分蒸发, 调节呼吸作用, 防止微生物浸染, 而且能有效地抑制病菌入侵和生长, 将纳米 TiO₂ 添加在壳聚糖的成膜材料中, 易与成膜材料结合, 提高膜与基体之间的结合强度, 提高膜的抗老化性能, 改善成膜的气密性和膜表面的自洁性, 此外, 纳米 TiO₂ 还具有光催化作用、杀菌和吸收紫外线等作用。

荸荠(*Eleocharis tuberosa*)又名马蹄、地栗、乌芋等, 原产中国南方和印度, 是一种营养与保健价值较高的蔬菜, 其性味甘、无毒, 具有清热化痰、生津开胃、消食醒酒等功效, 以其地下球茎作为食用器官, 临床上可用于痰热咳嗽、咽喉疼痛、小便不利等症^[1]。但鲜切荸荠因去皮而受到严重的机械伤, 在货架期间容易发生酶促褐变(变黄)和败坏等质量问题, 使得产品食用品质下降, 极大地降低了商业价值。Peng 等人探讨了水杨酸浸泡^[2]、柠檬酸浸泡^[3]、壳聚糖涂膜^[4]等对鲜切荸荠褐变、质量、货价期等方面的影响。本文将纳米 TiO₂ 添加到壳聚糖涂膜液中, 配制成复合涂膜液处理鲜切荸荠, 并以市售鲜倍思保鲜剂为对照, 探讨壳聚糖被膜控制褐变的作用, 保持鲜切荸荠品质的效果, 以期壳聚糖/纳米 TiO₂ 复合涂膜液在鲜切荸荠的保鲜应用上提供参考。

1 材料与方法

1.1 原料和试剂

新鲜荸荠, 市售; 壳聚糖, 青岛利中甲壳质公司; 纳米 TiO₂, 上海汇精亚纳米新材料有限公司; 鲜倍思

水果保鲜剂(主要成分为壳聚糖), 南通绿神生物工程有限公司; 尼泊金丙酯、丙二醇、V_c, 分析纯; 冰乙酸, 分析纯; 其他试剂均为实验室常用分析纯试剂, 所用水为蒸馏水。

1.2 仪器与设备

KQ2200DE 型数控超声波清洗器, 昆山市超声仪器有限公司; PL203/01 电子分析天平, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; pH S-25 型数显 pH 计, 上海精密科学仪器有限公司; 756PC 型紫外可见分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; 硬度计(GY21)型, 牡丹江市机械研究所; 数字酸度计(pH S225B 型), 上海大普仪器有限公司。

1.3 方法

1.3.1 壳聚糖/纳米 TiO₂ 涂膜剂的配制

将 0.1 mg/g 纳米 TiO₂ 加入到体积分数为 1.0% 100 mL 的乙酸水溶液中, 超声分散均匀后, 加入 9 mg/g 的壳聚糖, 充分溶解后加入质量分数 1.0% 丙二醇、0.5 mg/g 尼泊金丙酯、0.5 mg/g V_c, 40 KHz 条件下超声 20 min, 然后 2 000 r/min 搅拌均匀, 调 pH 值为 5.6, 制得壳聚糖/纳米 TiO₂ 涂膜溶液。

1.3.2 鲜切荸荠的涂膜试验

试验用荸荠购于天津塘沽农贸市场, 运回后筛选新鲜、饱满、个大、健壮、无异味、无腐烂、无病虫害、无斑疤, 尤其注意选择无姜片虫的荸荠作为试验原料。清洁荸荠表面后去皮, 切成边长为 1 cm 左右的正方体, 分别在水或保鲜剂中浸泡处理 10 min, 取出自然沥干后分为 2 组, 1 组用配置好的涂膜溶液涂于鲜切荸荠表面, 另 1 组为空白对照样, 分别置于低温(0~4℃)条件下进行试验, 每种样品重复 3 次。隔天测定一次果实的质量、V_c 含量、固形物含量等相关生理生化指标, 清水浸泡处理的作对照, 同时也以鲜倍思水果保鲜剂进行涂膜对照。

第一作者: 博士研究生(李喜宏教授为通讯作者)。

* 国家“十一五”支撑计划课题(No. 2006BAD22B03)。

收稿日期: 2007-09-10, 改回日期: 2007-11-14

1.3.3 鲜切荸荠贮藏期间生理活性变化测定指标及方法

(1)失重率:直接称重法,失重率/ $\%$ $=100\times(\text{果实初重}-\text{贮藏后果重})/\text{果实初重}$ 。

(2) V_c 含量测定:2,6-二氯酚法测定。

(3)固形物含量:手持折光仪测定。

(4)褐变度(BD):采用 Ngammongkolrat 的方法^[4]。

(5)过氧化物酶(POD)含量:采用张龙翔^[6]的方法。

2 结果与分析

2.1 聚糖/纳米 TiO_2 复合涂膜处理鲜切荸荠在贮藏期间营养成分的变化

2.1.1 鲜切荸荠贮藏期间失重变化

涂膜保鲜是通过在荸荠表面涂上成膜剂后形成一层薄膜来控制、调节 O_2 和 CO_2 的浓度,以达到保鲜的目的,由图 1 可知,鲜切荸荠在低温 $0\sim 4^\circ C$ 贮藏期间由于蒸腾作用,水分含量不断下降,经壳聚糖/纳米 TiO_2 复合涂膜处理过的鲜切荸荠在整个贮藏期间失重率均低于对照组,特别是在贮藏末期,其保持水分的能力显著高于对照组,说明所配制的壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜与鲜倍思保鲜剂的保水性相当,主要是由于经壳聚糖涂膜处理后在鲜切荸荠表面可形成一层透明的薄膜,可以有效地抑制水分的散失,大大降低其失重率。

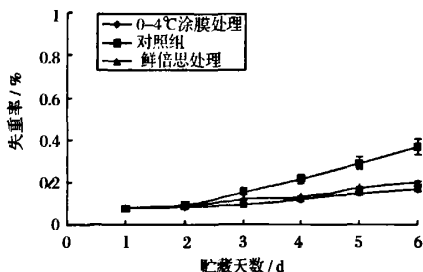


图 1 涂膜处理鲜切荸荠的失重比较

2.1.2 鲜切荸荠贮藏期间 V_c 含量的变化

果蔬中含有促使 V_c 氧化的酶,因而在贮藏过程中 V_c 会逐渐减少,并且逆境会加速减少的速度。由图 2 可知,由于呼吸和氧化作用,鲜切荸荠在贮藏过程中 V_c 的含量逐渐降低,在 1 周的贮藏过程中涂膜处理的鲜切荸荠的 V_c 含量下降幅度明显小于对照。随着时间推移,用壳聚糖/纳米 TiO_2 处理荸荠的 V_c 含量与用鲜倍思处理的样品均呈下降趋势,但前者下

降的较缓慢,说明壳聚糖/纳米 TiO_2 复合涂膜对鲜切荸荠中的营养成分起到了一定的保护作用,这主要是由于经过涂膜处理的鲜切荸荠表面形成一层薄膜,它能显著地减少鲜切荸荠体内外的气体交换,使氧化还原型 V_c 所需要的 O_2 浓度降低,从而使 V_c 的损失减少。

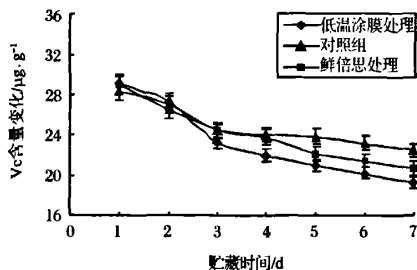


图 2 荸荠贮藏期间 V_c 含量的变化

2.1.3 鲜切荸荠贮藏期间固形物含量的变化

由图 3 可知,处理各组果实的可溶性固形物含量在前 2 d 变化很小,从第 3 天开始下降较显著,各处理组相比,经壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜处理的鲜切荸荠的可溶性固形物含量变化较少,抑制效果最好,说明该处理对可溶性固形物的影响比较明显。

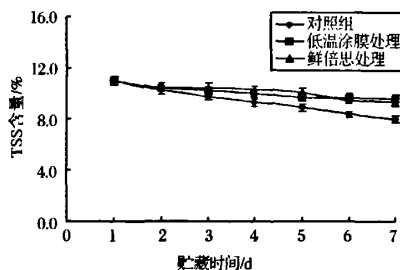


图 3 不同处理条件下鲜切荸荠固形物含量的变化

2.2 壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜处理鲜切荸荠在贮藏期间生理特性的变化

2.2.1 鲜切荸荠贮藏期间褐变度(BD)的变化

鲜切荸荠在贮藏期间,褐变度(BD 值)随着时间的推延而逐渐加剧,图 4 表明,随着时间的变化,3 种处理条件下的荸荠的吸光度均呈上升趋势,说明这 3 种条件下的荸荠褐变逐渐加重,但用壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜和鲜倍思保鲜剂处理后的荸荠的褐变度曲线呈下降趋势,其中用壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜处理的果实在 3 种处理中褐变度曲线下降趋势最小,说明该种处理较好的延缓了荸荠褐变的发生,这主要是因为壳聚糖/纳米 TiO_2 涂膜后在果实表面形成半透膜,抑制了多酚类物质的氧化,延缓了荸荠的褐变。

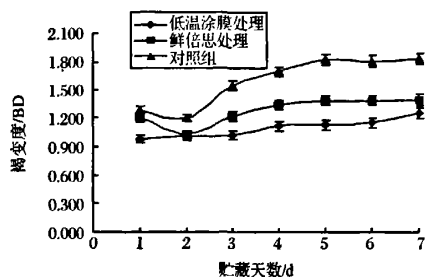


图4 不同处理条件下荸荠褐变度的变化

2.2.2 鲜切荸荠贮藏期间过氧化物酶(POD)含量的变化

POD参与酚类物质氧化成醌后形成黑色素,导致鲜切产品的褐变,壳聚糖/纳米TiO₂涂膜对POD的抑制效应与使用浓度有关。从图5可知,低温下用壳聚糖/纳米TiO₂涂膜处理的鲜切荸荠,其POD活性先下降后持续上升,这与彭丽桃^[7]等人报到的鲜切荸荠POD变化一致,表明壳聚糖/纳米TiO₂被膜处理可抑制鲜切荸荠的褐变,提高荸荠切片的抗病性,抑制微生物生长,因而能控制切片的腐烂,延长货架期。

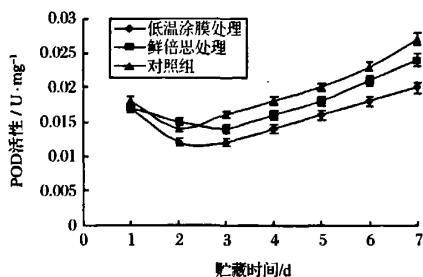


图5 不同处理条件下荸荠过氧化物酶的变化

3 结论

(1) 壳聚糖/纳米TiO₂涂膜处理主要是在鲜切荸荠表面形成一层致密的膜,可对CO₂和O₂有选

择的渗透,通过调节内部的CO₂和O₂,减少氧的供应,在膜内部形成低O₂高CO₂的微环境,从而抑制了果蔬的呼吸,延缓果实褐变和衰老。涂膜保鲜液的主题成分不仅含有羟基还含有氨基,且纳米TiO₂特有光催化作用、杀菌和吸收紫外线等作用,具有抑菌性和抗氧化性等优异性能,将纳米TiO₂添加到壳聚糖涂膜液中,能提高膜与基体之间的结合强度,改善成膜的气密性,发挥纳米材料的特殊性能,因此在鲜切荸荠的保鲜中有很好的应用前景。

(2) 采用壳聚糖/纳米TiO₂对鲜切荸荠进行涂膜实验,在一定条件下结合低温贮藏,能有效地减少鲜切荸荠的营养成分的损失和褐变的发生,有效降低鲜切荸荠的水分、V_C的损失,保持切片品质,有效地保证产品的质量和延长其货架期,为下一步壳聚糖/纳米TiO₂复合涂膜液在鲜切荸荠的保鲜应用上奠定基础。

参考文献

- 1 王薇. 荸荠的保健功能及加工利用[J]. 食品与药品, 2005, 7(4A): 45~48
- 2 Peng L T, Jiang Y M. Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut[J]. Food Chemistry, 2006, 94(4): 535~540
- 3 Jiang Y M, Pen L T, Li J R. Use of citric acid for shelf life and quality maintenance of fresh-cut Chinese water chestnut[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 63(3): 325~328
- 4 Pen L T, Jiang Y M. Effects of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut[J]. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 2003, 36(3): 359~364
- 5 Ngammongkolrat A, Moutounet M, Price K R. Pulp browning of French prunes: methods of measurement and types of reactions involved[J]. Science des Aliments, 1985 (5): 273
- 6 张龙翔, 张庭芳, 李令媛. 生化实验方法和技术(第2版)[M]. 高等教育出版社, 1997. 80~86
- 7 彭丽桃, 蒋跃明, 杨书珍, 等. 壳聚糖被膜对鲜切荸荠褐变的抑制[J]. 植物生理学通讯, 2002, 38(6): 554~556

Study on the Multiple Coating Material of Chitosan and Nano-titania in the Preservation of Fresh-cut Chinese Water Chestnut

Qiu Songshan, Li Xihong, Hu Yunfeng, Xing Yage, Zhang Jing

(College of Food Engineer Biotechnology, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300457, China)

ABSTRACT The effects of chitosan and nano-titania coating on the prevention and physiological changes were studied. Fresh-cut Chinese Water Chestnut were soaked in the solution of chitosan, nano-titania form a coating on the surface. The rate of water-loss and vitamin C were measured at room temperature. The results showed that chitosan and nano-titania coating inhibited the increasing of POD and BD obviously, and delayed the changes of total soluble solid content of the fruit. The coating can extend the shelf life of fresh-cut water chestnut effectively.

Key words fresh-cut water chestnut, chitosan, nano-titania, fresh keeping