

苏布道,金冻栋. 荸荠皮壳聚糖复合提取液对香蕉的保鲜作用[J]. 江苏农业科学,2015,43(7):291-293.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.07.099

# 荸荠皮壳聚糖复合提取液对香蕉的保鲜作用

苏布道,金冻栋

(内江师范学院化学化工学院/四川省高等学校果类废弃物资源化重点实验室,四川内江 641112)

**摘要:**以浓度为 0.1% 的荸荠皮提取液、荸荠皮壳聚糖复合提取液、壳聚糖保鲜液对新鲜香蕉进行浸泡涂膜保鲜处理,测定贮藏期间香蕉的腐烂率、失重率、呼吸强度、可滴定酸、维生素 C 及可溶性固形物含量等。结果表明,0.1% 的荸荠皮壳聚糖复合提取液对香蕉的保鲜效果最好。

**关键词:**荸荠皮;壳聚糖;香蕉;保鲜;提取液

**中图分类号:** TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)07-0291-03

荸荠(*Eleocharis tuberosa*)别称马蹄,属莎草科多年生浅水性草本植物,是一种常见的天然经济作物,营养丰富,具有极高的药用价值<sup>[1]</sup>。荸荠皮占鲜荸荠质量的 20%~25%,主要成分为酚类、有机酸、生物碱、皂苷及游离黄酮类等<sup>[2-3]</sup>,皮中还含有抑菌成分荸荠英,对多种细菌有抑制作用<sup>[4]</sup>;目前,荸荠皮丰富的天然棕色素和膳食纤维等生物活性成分已应用于食品、医药、农业及化工等领域<sup>[5-6]</sup>。在荸荠加工过程中,荸荠皮大部分被丢弃,造成资源严重浪费<sup>[8]</sup>,而荸荠皮作为一种安全健康的天然保鲜物质,将其用于贮藏保鲜领域,对提高荸荠的综合利用价值具有十分重要的意义。利用荸荠皮的抑菌作用与壳聚糖的有效成膜作用<sup>[7]</sup>制得的复合保鲜剂对香蕉保鲜具有一定的成效,将其作为低温和气调贮藏的辅助手段,有望进一步提高新鲜果蔬的保鲜水平。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

红皮荸荠,采自四川内江田家镇生态农业示范园,冬至前后进行采收,剔除荸荠表面的杂质及腐迹,洗净,用刮刀取荸荠皮;将荸荠皮包裹于纱布内浸泡在水中,摩擦洗净,直至基本无果肉附着;自然晾干,于电热鼓风干燥器 45℃烘干,用粉碎机粉碎。选取新鲜、无腐烂、无机械损伤,且生长于同一簇上的八成熟香牙蕉香蕉,洗净晾干。

### 1.2 仪器及试剂

1.2.1 仪器 UV-7504PC 型紫外可见分光光度计,上海精密仪器仪表有限公司生产;DF-101S 型磁力搅拌机、DTF-100 型粉碎机、真空干燥器、大气采样器、吸气管、手持式折光仪、电子天平、离心机、组织捣碎机、BZF-6090 型电热鼓风干燥器、电炉等。

1.2.2 试剂 抗坏血酸(维生素 C)、氢氧化钠、氢氧化钙、硫

酸、草酸、偏磷酸、冰醋酸、氯化钡、钼酸铵、乙二胺四乙酸钠、正丁醇、壳聚糖、邻苯二甲酸氢钾、酚酞试剂等,均为分析纯;试验用水为二次蒸馏水。

### 1.3 样品预处理

1.3.1 荸荠皮提取液的制备 准确称取 1.000 0 g 经烘干粉碎的荸荠皮粉末,置于圆底烧瓶中,加入 12 mL 36% 冰醋酸,50℃浸提 4 h,浸提 2 次,离心得到荸荠皮提取液<sup>[9]</sup>。

1.3.2 保鲜液的配制及分组处理 试验设 4 个处理:A1:0.1% 的荸荠皮提取液。荸荠皮提取液稀释定容至 100 mL 即可获得。A2:0.1% 荸荠皮壳聚糖复合提取液。用 1% 冰醋酸溶解 0.100 0 g 壳聚糖,与荸荠皮提取液混合,定容至 100 mL。A3:0.1% 壳聚糖溶液。准确称取 0.100 0 g 壳聚糖溶于 1% 冰醋酸溶液中,定容至 100 mL。A4:蒸馏水,作为对照。

### 1.4 试验设计

将香蕉洗净晾干,称质量,置于保鲜液中浸泡,捞出沥干,置通风阴凉处晾干,以保鲜膜覆盖,在室温下放置数日,统计香蕉的腐烂率、失重率,测定呼吸强度、可滴定酸、维生素 C 及可溶性固形物含量等指标。重复 4 次。

### 1.5 测定方法

1.5.1 腐烂率计算 按果实腐烂的面积大小分为 4 级,即:0 级:无腐烂;1 级:腐烂面积小于果实面积的 10%;2 级:腐烂面积占果实面积的 10%~30%;3 级:腐烂面积大于果实面积的 30%。腐烂率计算公式为:腐烂率 =  $\sum(\text{腐烂相应级别果数})/(\text{最高腐烂级别} \times \text{试验总果数}) \times 100\%$ <sup>[10]</sup>。

1.5.2 失重率计算 计算公式<sup>[11]</sup>为:失重率 =  $(m_0 - m_1)/m_0 \times 100\%$ 。式中, $m_0$  为香蕉处理前的初始质量,g; $m_1$  为香蕉浸泡并放置数日后的质量,g。

1.5.3 呼吸强度测定 采用定量碱液吸收一定时间内果实呼吸所释放的二氧化碳,用酸滴定剩余的碱,即可知呼吸释放的二氧化碳,求得呼吸强度,单位为  $\text{mg}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。计算公式为:呼吸强度( $\text{CO}_2$ ) =  $(V_1 - V_2) \cdot c/(m \cdot t) \times 100\%$ <sup>[12]</sup>。式中, $V_1$  为空白滴定  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的消耗量,mL; $V_2$  为测定滴定  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的消耗量,mL; $c$  为草酸浓度, $\text{mg}/\text{mL}$ ; $m$  为样品质量,kg; $t$  为测定时间,h。

1.5.4 维生素 C 含量测定 采用钼蓝比色法<sup>[13]</sup>测定维生素

收稿日期:2014-08-20

基金项目:四川省高等学校果类废弃物资源化重点实验室项目;内江师范学院青年基金(编号:13ZB04)。

作者简介:苏布道(1980—),女,辽宁朝阳人,硕士,讲师,从事化学分析及农业资源废弃物资源化与利用研究。E-mail:subudao2003@126.com。

C 含量。

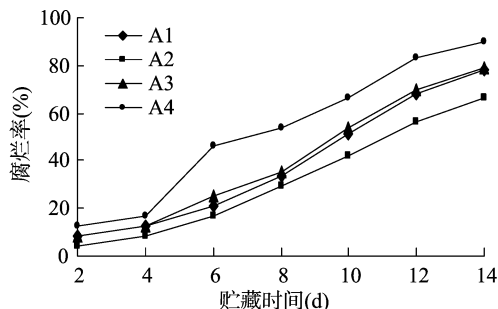
**1.5.5 可滴定酸含量测定** 准确称取经处理的香蕉 25.00 g, 捣碎, 加水转移至 100 mL 容量瓶中并定容, 离心; 准确移取 25.00 mL 上清液于 250 mL 锥形瓶中, 加入 4~5 滴酚酞指示剂, 用已标定的氢氧化钠溶液滴定至粉红色, 确保 30 s 内不褪色。可滴定酸计算公式为:  $\text{可滴定酸} = cV_kV_2 / (mV_1) \times 100\%$  [14]。式中,  $c$  为 NaOH 的浓度, mol/L;  $V$  为 NaOH 滴定消耗的体积, mL;  $V_1$  为吸取香蕉液的体积, mL;  $m$  为称取的香蕉质量, g;  $V_2$  为香蕉液的总体积, mL;  $k$  为换算系数, 即 1 mmol NaOH 相当于主要酸的克数, 取  $k = 0.067$  [15]。

**1.5.6 可溶性固形物含量测定** 参照 GB/T 12143. 1—1989 《饮料中可溶性固形物的测定方法 折光计法》[16] 进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对香蕉腐烂率的影响

果实腐烂率是判定水果贮藏效果好坏的主要表现指标。由图 1 可知, 在贮藏过程中, 香蕉的腐烂率均随贮藏时间的延长而升高, 荸荠皮壳聚糖复合提取液对香蕉的保鲜效果最好, 贮藏 14 d 时, 腐烂率相对最低, 为 66.67%; A1、A3 处理的香蕉均于贮藏 8 d 开始出现 2 级腐烂, 贮藏 10 d 开始出现 3 级腐烂; A2 处理的香蕉在贮藏 12 d 开始出现 2 级腐烂, 与 A1、A3 处理比较, 2 级腐烂时间推迟 4 d 出现, 贮藏 14 d 腐烂率超过 50%, 但未出现 3 级腐烂。



A1为0.1%的荸荠皮提取液; A2为0.1%荸荠皮壳聚糖复合提取液; A3为0.1%壳聚糖溶液; A4为蒸馏水(对照)。下图同

图1 不同处理对香蕉腐烂率的影响

### 2.2 不同处理对香蕉失重率的影响

香蕉贮藏过程中, 水分散失不仅会造成质量减轻, 而且使香蕉失去原有的新鲜状态, 影响口感, 一般失重超过 5%, 就会产生萎蔫症状。因此, 果实失重率是衡量果实保鲜效果的重要指标之一。由图 2 可知, 香蕉失重率随贮藏时间的延长而增大, 对照组失重率上升速度最快; A3 与 A1 处理香蕉的失重率差别不大, 贮藏 4 d 时香蕉的失重率分别为 4.21% 和 4.00%; 荸荠皮壳聚糖复合提取液的保鲜效果最好, 贮藏 4 d 的香蕉失重率为 3.18%, 到 16 d 时也仅为 5.66%。

### 2.3 不同处理对香蕉呼吸强度的影响

水果采后的有序生命代谢需要组织通过呼吸作用提供能量, 贮藏过程中呼吸作用的强弱是评价水果采后营养成分消耗和衰老的重要指标, 呼吸强度越大, 呼吸作用越强。由图 3 可知, 香蕉的呼吸强度在贮藏过程中均呈先增大后减小的趋势, 这是由于香蕉为典型的呼吸跃变型果实, 进入完熟期或衰老期时, 呼吸强度出现骤然升高达到呼吸高峰, 随后呼吸强度

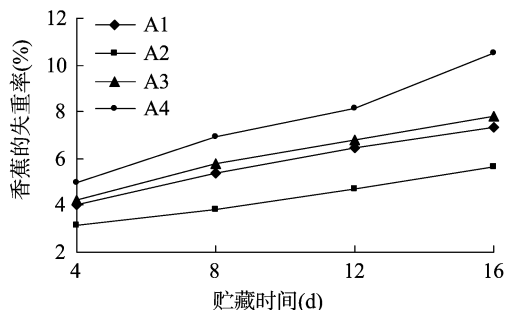


图2 不同处理对香蕉失重率的影响

趋于下降, 组织迅速衰老 [17]; 对照处理组的呼吸强度上升最快, 于贮藏 8 d 时达到呼吸高峰, A3 与 A1 处理的香蕉均于贮藏 10 d 时达到呼吸高峰 [18]; A2 处理的香蕉呼吸高峰出现在贮藏 12 d, 呼吸高峰较 A3、A1 处理推迟。在不干扰组织正常呼吸代谢的前提下, A2 处理有效地抑制了呼吸作用, 减少了呼吸消耗, 更好地维持了香蕉的品质。

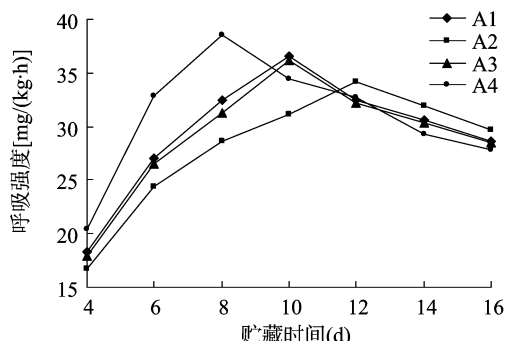


图3 不同处理对香蕉呼吸强度的影响

### 2.4 不同处理对香蕉维生素 C 含量的影响

维生素 C 是果实中重要的营养成分之一, 也是果实体内清除活性氧的一种抗氧化物质, 能延缓果实的衰老, 但果蔬中的维生素 C 易被氧化而失去活性。因此, 果实体内维生素 C 含量的高低也是衡量果实保鲜效果的一个重要指标。由图 4 可知, 经过不同处理的香蕉, 其维生素 C 含量均随贮藏时间的延长而下降; 经荸荠皮壳聚糖保鲜液处理的香蕉, 其维生素 C 含量均高于其他 3 个处理; A4 处理的香蕉维生素 C 含量最低, A1、A3 处理的香蕉维生素 C 含量差别不大。

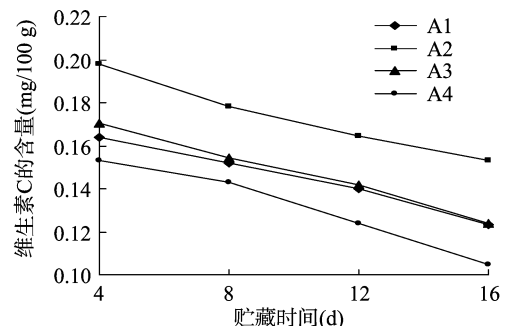


图4 不同处理对香蕉维生素 C 含量的影响

### 2.5 不同处理对香蕉可滴定酸含量的影响

由图 5 可知, 经过不同处理的香蕉, 其可滴定酸含量均随贮藏时期的延长呈下降趋势; 相同贮藏期内, 对照组的可滴定

酸含量相对最低; A1、A2、A3 处理均可在不同程度上延缓可滴定酸含量的降低, 其中, A2 处理对香蕉可滴定酸含量下降的减缓效果最为明显, A1 和 A3 处理的可滴定酸含量降低差别不大, 处于 A2 和 A4 处理之间。3 种保鲜液均能在香蕉表面形成保护膜, 使果实内部形成一个低  $O_2$ 、高  $CO_2$  的微气调环境<sup>[19]</sup>, 降低了果实的呼吸作用, 从而延缓了可滴定酸的分解。

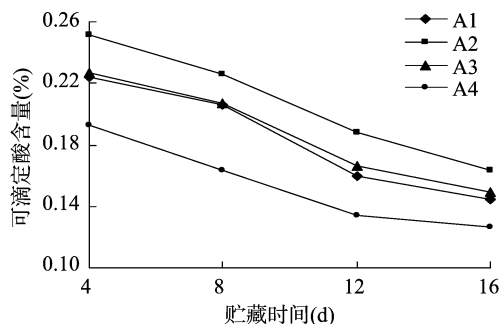


图5 不同处理对香蕉可滴定酸含量的影响

## 2.6 不同处理对香蕉可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物包括可溶性糖类和可溶性蛋白质, 是衡量水果品质的重要指标, 也是水果储藏过程中呼吸作用的主要底物之一, 其含量受到呼吸作用、淀粉水解和组织失水等影响, 测定香蕉贮藏期可溶性固形物含量变化, 可反映出香蕉贮藏期间营养物质与采后成熟度的变化情况。由图 6 可知, 随着贮藏时间的延长, 香蕉的可溶性固形物含量先增加后降低; A4 处理的香蕉可溶性固形物含量相对最低, A2 处理的香蕉可溶性固形物含量相对最高。

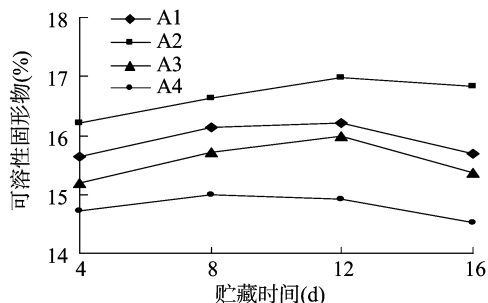


图6 不同处理对香蕉可溶性固形物含量的影响

## 3 结论与讨论

在相同试验环境和相同贮藏时间下, 比较浓度均为 0.1% 的荸荠皮保鲜液、壳聚糖保鲜液、荸荠皮壳聚糖复合保鲜液对香蕉的保鲜效果, 结果表明, 不同保鲜液对新鲜香蕉均有不同程度的保鲜作用, 其中, 荸荠皮壳聚糖复合提取液的保鲜综合效果最佳。

香蕉后熟过程中, 细菌病斑的扩散是香蕉贮藏过程中大量腐烂的主要原因。荸荠皮提取液中的酚类物质能使果实表皮细胞膜的蛋白质变性, 并与细胞膜中的磷脂反应破坏细胞膜的透性<sup>[20]</sup>, 可减轻香蕉的菌致腐败现象; 同时, 壳聚糖可以在果实的表面形成半透膜, 抑制了香蕉的呼吸和蒸腾作用, 可有效降低果实的失重率、延缓可溶性固形物含量的降低, 延长了香蕉的贮藏期。另外, 荸荠皮提取液中的多酚类物质具有

抗氧化活性, 而壳聚糖能够延缓果实维生素 C 的分解<sup>[21]</sup>, 这都在香蕉贮藏过程中起到了抗氧化作用, 减缓了维生素 C 的氧化。

使用低成本的荸荠皮作为天然植物食品防腐剂原料, 可以进一步开发荸荠的综合利用价值, 减少荸荠皮废弃物对环境的污染, 荸荠皮与壳聚糖复合保鲜液对香蕉的保鲜作用研究, 为香蕉保鲜技术的实际应用提供了可靠的理论依据。

## 参考文献:

- [1] 李冬生, 王金华. 荸荠叶茎提取物抑菌作用的研究[J]. 粮油加工与食品机械, 2003(10): 76-77.
- [2] 倪建伟, 朱 芬, 雷朝亮. 荸荠皮的资源化利用技术研究进展[J]. 长江蔬菜, 2011(16): 21-22.
- [3] 李行任, 罗杨合, 何 隽, 等. 荸荠皮酚性成分及其抗氧化活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(12): 1615-1620.
- [4] 张全军, 王 辉. 荸荠皮抑菌活性成分的研究[J]. 食品与药品, 2013, 15(6): 424-426.
- [5] 吴 鹏, 程雅琴, 王知龙. 团风荸荠皮色素的超声波提取工艺研究[J]. 中国酿造, 2013, 32(9): 68-70.
- [6] 赵力超, 毛 新, 黄利华, 等. 荸荠皮膳食纤维酶化学法提取工艺研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(11): 244-246, 250.
- [7] 郇 玮, 齐海萍, 涂茂林, 等. 保鲜用壳聚糖复合膜的特性[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 242-244.
- [8] 李作美, 邵 杰. 荸荠皮中生物活性物质的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2009(6): 60-62.
- [9] 许国权, 郭艳华, 冉亚池, 等. 荸荠皮提取物的提取条件研究[J]. 江汉大学学报: 自然科学版, 2012, 40(5): 85-89.
- [10] 杨 军, 廖新福, 沙勇龙, 等. 冷链运输对哈密瓜品质及腐烂率的影响[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(7): 1277-1282.
- [11] 吴广臣. 食品质量检验[M]. 北京: 中国计量出版社, 2006: 40-47.
- [12] 周 雁, 傅玉颖. 食品工程综合实验[M]. 杭州: 浙江工商大学出版社, 2009: 115-117.
- [13] 李 军. 钼蓝比色法测定还原型维生素 C[J]. 食品科学, 2000, 21(8): 42-45.
- [14] 李三玉, 陈 潜. 果树栽培与果品贮藏加工手册[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1988: 420-421.
- [15] GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [16] GB/T 12143.1—1988 饮料中可溶性固形物的测定方法 折光计法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1989.
- [17] 罗云波, 蔡同一. 园艺产品贮藏加工学: 贮藏篇[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 2-7.
- [18] 秦 文, 吴卫国, 翟爱华. 农产品贮藏与加工学[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007: 39-47.
- [19] Eissa H A. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom[J]. Journal of Food Quality, 2007, 30(5): 623-645.
- [20] 李凤梅, 周庆新, 李文香, 等. 丁香提取液与壳聚糖复合对草莓保鲜效果的影响[J]. 青岛农业大学学报: 自然科学版, 2008, 25(4): 298-300, 306.
- [21] 李瑞美, 李海明, 潘世明, 等. 中草药制剂对果蔗保鲜过程维生素 C 和过氧化物酶变化的影响[J]. 福建农业学报, 2012, 27(7): 739-742.