

乳糖酸和壳聚糖对鲜切芋的保鲜效果

张海珍¹, 朱杰², 李华¹, 何松银³, 吴冬乾³, 陆广念¹, 胡博然^{1*}

(1. 扬州大学 旅游烹饪学院, 江苏 扬州 225127; 2. 靖江市农业委员会, 江苏 靖江 214500; 3. 靖江市农科所, 江苏 靖江 214500)

摘要: 以靖江香沙芋为试材, 研究不同浓度乳糖酸与壳聚糖对鲜切香沙芋的贮藏效果及生理生化变化的影响。结果表明: 样品在 70℃ 漂烫 20s 后 8℃ 贮藏条件下, 与对照组相比, 经 1.0、3.0、5.0g/L 的乳糖酸和 10.0g/L 壳聚糖组合的处理能抑制失重率、酶活性(过氧化物酶、超氧化物歧化酶)、有害物质(丙二醛)和总酚的增加, 其中 3.0g/L 乳糖酸组效果最好, 1.0g/L 和 5.0g/L 乳糖酸组效果差异不显著。

关键词: 香沙芋; 乳糖酸; 壳聚糖; 保鲜; 贮藏

中图分类号: TS 972.112

文献标识码: A

文章编号: 2095-8730(2018)01-0048-05

靖江香沙芋是芋类产品中的优良品种, 具有支链淀粉含量高、营养丰富、沙糯适口感好等特点, 深受消费者的喜欢与信赖。芋头对低温敏感, 在 5℃ 以下会发生冻害, 贮藏温度降至 8~12℃, 芋头进入休眠状态,^[1] 比较安全的储藏温度是 10℃ 左右。新鲜香芋生产季节性强, 易发芽、霉变腐烂, 且其表皮上的棕色鳞片毛难以去除, 在切削时还可能引起手部皮肤瘙痒, 给家庭食用造成诸多不便, 因此香芋特别适于鲜切加工贮藏, 以便于快捷烹煮食用。但香芋在清洗、去皮、切分等鲜切处理过程中, 会带来产品品质下降快、生理生化代谢加剧、易受微生物侵染等问题, 造成货架寿命的缩短。

张甫生等^[2] 用 0.2% 维生素 C、0.2% 柠檬酸、0.5% 连二亚硫酸钠护色液处理, 能有效地延长去皮芋头的贮藏期, 室温下可贮藏 9d, 真空包装后贮藏期长达 20d 以上。胡位荣等^[3] 的研究表明 5.0g/L 抗坏血酸和 15.0g/L 壳聚糖联合使用, 能够显著提高鲜切芋头的保鲜效果。Teixeira 等^[4] 用抗坏血酸, Oms-Oliu 等^[5] 用 2% 海藻酸盐 + 0.75% N-乙酰半胱氨酸或 0.75% 半胱氨酸涂膜处理, Li 等^[6]、张淑平等^[7]、Jiang 等^[8]、Du 等^[9,10] 用壳聚糖等不同的化学添加剂对鲜切果蔬进行处理, 都能够起到很好的保鲜效果, 有效延长果蔬的保鲜期。

乳糖酸是一种绿色、无毒、高效的抗氧化剂, 在去除氧自由基的同时, 还具有保水、溶解性好等特点, 可以与矿物质盐形成复合物, 便于人体吸收。此外, 乳糖酸作为一种果酸, 还可以选择性地促进肠道菌群的生长, 比乳糖具有更温和、更甜的风味。采用乳糖酸、复合抗坏血酸和壳聚糖浸泡镀膜等方法联合作用, 避免了传统浸硫保鲜带来的硫残留, 这种更加绿色健康的方式, 让靖江香沙芋取得较好的保鲜效果。本实验拟通过乳糖酸与壳聚糖处理, 研究鲜切香沙芋贮藏过程中的品质指标变化, 探求适合鲜切香沙芋保鲜的乳糖酸与壳聚糖的处理条件, 为进一步研究安全可靠的复合保鲜剂提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料试材和仪器

供试香芋为靖江香沙芋种植基地随机取样采收的香沙芋。

乳糖酸(A. R.): 上海梵硕生物科技有限公司; 壳聚糖(脱乙酰度 ≥ 90%): 上海蓝季生物有限公司; 柠檬酸、磷酸二氢钾、三水磷酸氢二钾均为分析纯; TU-1810 紫外可见分光光度计: 北京普析通用仪器; DHP-600 型恒温培养箱: 宁波新芝生物科技股份有限公司; GT10-2 低温离心机: 北京时代北利离心机有限公司; HH-S 恒温

收稿日期: 2017-10-27 * 通讯作者

作者简介: 张海珍(1989-), 女, 江苏扬州人, 扬州大学旅游烹饪学院硕士研究生, 从事营养与食品卫生学研究;

胡博然(1964-), 女, 河北博野人, 扬州大学旅游烹饪学院教授, 博士, 从事食品生物技术与食品安全研究。

水浴锅: 江苏金坛市亿通电子有限公司; 可调式移液枪: 德国 Eppendorf 公司; TG328 型分析天平: 上海天平仪器厂。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理

选用新鲜, 大小均匀, 无明显腐烂、损伤的新采收的芋头, 简单摔打去除表面的泥土, 去皮切成边长 2cm 大小的立方体块, 70℃ 热水漂烫 20s 后分别用 1.0、3.0、5.0g/L 的乳糖酸溶液浸泡 2min, 再用 10.0g/L 壳聚糖(用 0.5% 的抗坏血酸溶液和 0.7% 的柠檬酸溶解) 溶液喷雾式处理使芋块表面均匀形成一层壳聚糖的薄膜, 单独壳聚糖喷雾处理的芋块作为对照(CK)。处理好的芋头块在自然条件下晾干后, 放在透明干净的塑料盒里, 塑料盒用保鲜膜封口覆盖, 于 $8 \pm 1^\circ\text{C}$ 恒温培养箱中观测。每 4 天定时随机取样进行测定, 取样五次, 即观测 16 天。

1.2.2 指标测定

过氧化物酶活性测定: 采用愈创木酚法测定, 参照试剂盒说明书操作; 超氧化物歧化酶活性测定: 采用黄嘌呤氧化酶法(羟胺法) 测定, 参照试剂盒说明书操作; 丙二醛含量测定: 采用硫代巴比妥酸法测定, 参照试剂盒说明书操作; 总酚含量测定: 采用 Folin - Ciocalteu 比色法测定, 参照试剂

盒说明书操作, 以上试剂盒均采购于南京建成生物有限公司。失重率: 采用称重法测量, 失重率(%) = (初果重 - 贮后果重) / 初果重 $\times 100\%$ 。感官品质评价参考张小鸣等^[11]的方法, 并根据芋头块的颜色质地和风味等综合评定。以上各指标均重复测定 3 次。

1.2.3 数据处理

所得数据以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示, 用 Origin 2017 软件作图, 用 SPSS 软件进行显著性分析, $P < 0.01$ 为极显著水平, $P < 0.05$ 为显著水平。

2 结果与讨论

2.1 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋保鲜感官品质的影响

乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋保鲜感官品质的影响见表 1。鲜切芋在不同组合的保鲜剂作用下储藏, 其感官品质下降, 表现在其表面颜色发黄, 切开后剖面汁液减少, 剖面的颜色随着衰老变质程度的加深发黄, 芋块总体硬度变小。不同的保鲜剂组合作用下根据芋块的感官品质来比较, 总体没有乳糖酸处理的鲜芋品质好。其中 3.0g/L 和 5.0g/L 的乳糖酸和壳聚糖联合作用的保鲜效果较好; 3.0g/L 的乳糖酸 + 壳聚糖组合效果最好, 能将保鲜效果延长至 20 天; 1.0g/L 的乳糖酸 + 壳

表 1 鲜切芋储藏期间感官品质的变化

时间	组 别			
	壳聚糖(CK) 1号	1.0g/L 乳糖酸 + 壳聚糖 2号	3.0g/L 乳糖酸 + 壳聚糖 3号	5.0g/L 乳糖酸 + 壳聚糖 4号
0天	表面乳白色、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味	表面乳白色、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味	表面乳白色、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味	表面乳白色、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味
4天	表面黄褐色、无粘液, 切开汁少、乳白色, 手感硬, 无异味	表面黄色、无粘液, 切开汁少、白色, 手感硬, 无异味	表面乳白色、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味	表面微黄、无粘液, 切开多汁、白色, 手感较硬, 无异味
8天	表面褐变明显、摸到微量粘液, 切开无汁、微黄色, 手感不硬, 无异味	表面褐变明显、摸到微量粘液, 切开汁少、微黄色, 手感不硬, 无异味	表面乳白色、无粘液, 切开汁少、白色, 手感硬, 无异味	表面黄褐色、无粘液, 切开汁少、乳白色, 手感硬, 无异味
12天	表面红褐色、摸到少量粘液, 切开无汁、黄色, 手感不硬, 无异味	表面红褐色、摸到微量粘液, 切开无汁、微黄色, 手感不硬, 无异味	表面白色、无粘液, 切开汁少、白色, 手感不硬, 无异味	表面褐变明显、摸到微量粘液, 切开汁少、微黄色, 手感硬, 无异味
16天	表面黑褐色、能看到粘液, 切开无汁、有褐色丝状物, 手感软, 有异味	表面褐色、摸到少量粘液, 切开无汁、黄色, 手感软, 无异味	表面微黄色、无粘液, 切开无汁、白色, 手感较软, 无异味	表面红褐色、摸到少量粘液, 切开无汁、微黄色, 手感硬, 无异味

聚糖组合效果稍差;单独热烫后用壳聚糖喷雾处理的芋头块保鲜效果相比较最差,说明乳糖酸能在一定程度上延缓芋头的腐败。芋头的褐变腐败变质,不仅仅是从表面开始的,芋块内部也发生着变化,而这与芋块内部的物质代谢有关,具体的代谢机理有待进一步研究。

2.2 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋失重率的影响

不同乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂处理对鲜切芋失重率的影响见图1。蒸腾失水是失重的主要原因,芋块的含水量高,切分后在贮藏期间由于失水和代谢消耗,重量减少。从切分开始贮藏到16天,失重率始终呈上升趋势,与对照组相比,处理组的失重率较小,其中3.0g/L乳糖酸和壳聚糖处理组失重率始终最低,5.0g/L和1.0g/L的乳糖酸和壳聚糖组次之。说明乳糖酸和壳聚糖的处理能够抑制芋块的失重,由图1看出,3.0g/L乳糖酸和壳聚糖组效果最好。

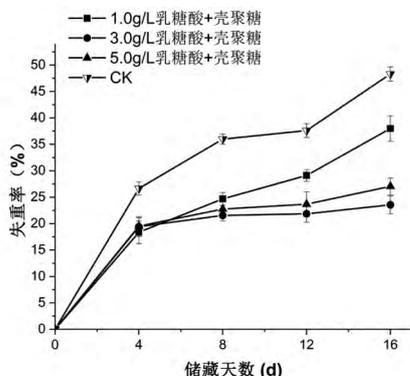


图1 不同保鲜剂处理鲜切芋失重率的变化

2.3 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋过氧化物酶活性的影响

不同乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂处理对鲜切芋过氧化物酶(POD)活性的影响见图2。POD活性的高低可以反映果蔬清除自由基的能力和机体的生理状态。^[12]切分后的鲜切芋在贮藏期间,芋块中的POD活性总体呈现先上升后下降的趋势,对应的表1感官品质变化中,芋头褐变腐败变质前期POD活性增加,芋块褐变腐败后期POD的活性降低,可能是前期芋头切分造成细胞膜结构的破坏,使组织细胞暴露与氧气接触,为酶促反应提供了条件。^[13]乳糖酸等保鲜剂的加入,壳聚糖在芋块表面成膜,抑制了芋头对O₂的吸收,降低了芋头中的POD酶的活性。1.0g/L乳糖酸和

壳聚糖组合的保鲜剂处理后,芋头块中的POD活性在前8天呈现上升趋势,其中前4天上升较快,后4天较慢,相应的3.0g/L和5.0g/L的乳糖酸和壳聚糖处理后的芋头块POD活性在前4天呈现上升趋势,说明乳糖酸和壳聚糖处理可以抑制芋头块中POD活性的增加。在8天和12天时,3号组POD活性明显低于其他各组(P<0.05),这说明3.0g/L的乳糖酸和壳聚糖结合的保鲜剂效果相对最好。

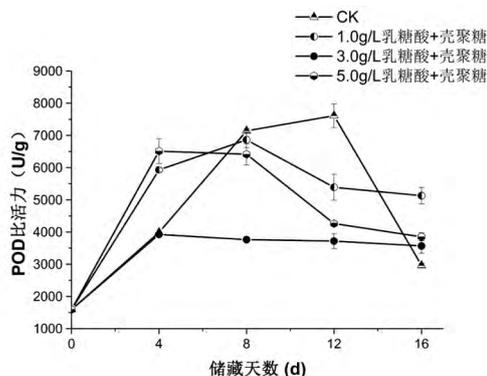


图2 不同保鲜剂处理鲜切芋的POD活性变化

2.4 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋超氧化物歧化酶活性的影响

不同乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂处理对鲜切芋处理后贮藏期间超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响见下图3。新鲜处理后的芋头在观测前期SOD活性增加,观测后期SOD的活性降低,这和图2中POD活性的变化趋势是一致的,这可能与芋块组织伤诱导和壳聚糖薄膜的选择性透气有关。薄储藏的前4天,SOD活性增加的较快,其中没有添加乳糖酸的1号组增加量最大,是4号组的1.5倍量,然后开始下降,1号组下降的速度较快,可能是由于乳糖酸能够使芋头块中的SOD酶活性的增加和降低受到抑制,使其含量相对更加稳定,而这其中的机理和具体的影响方式有待进一步分析研究。

2.5 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋丙二醛含量的影响

不同乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂处理对鲜切芋丙二醛(MDA)含量的影响见下图4。丙二醛含量的增加是果实衰老或受逆境胁迫时,细胞膜脂的过氧化反应所造成的。^[14]MDA含量越高,说明果实组织受到的逆伤害越严重,整个观测期间,观测前期鲜切芋中的MDA含量呈上升趋势。

势,后期趋于稳定状态,可能由于切分造成机械伤害导致膜去极化,之后由于机体的伤愈合作用部分解除了膜的去极化。在观测后期出现差异,第3组3.0g/L的乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂MDA含量最低,相应的在图2与表1中该组POD含量较低,感官品质较好,该组的保鲜效果最好。第2组、第4组总体上MDA含量少于第1组,说明乳糖酸的加入增加了壳聚糖的保鲜效果,乳糖酸的浓度太小作用不明显,乳糖酸的浓度太大,也会降低其使用效果。

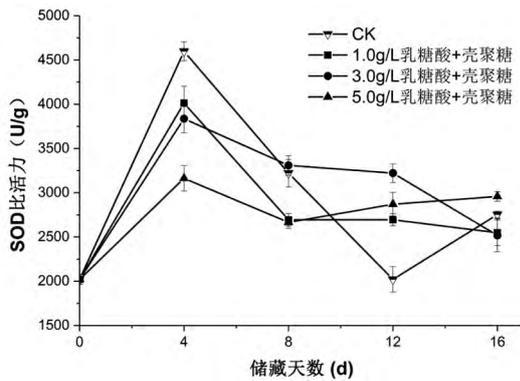


图3 不同保鲜剂处理鲜切芋的SOD活性变化

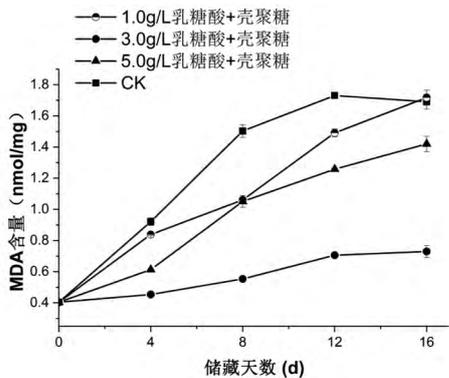


图4 不同保鲜剂处理鲜切芋的MDA含量变化

2.6 乳糖酸和壳聚糖处理对鲜切芋总酚含量的影响

不同乳糖酸和壳聚糖组合的保鲜剂处理对鲜切芋总酚含量的影响见图5。果蔬中酚类物质的含量因种类、成熟度、贮藏方式等不同而存在差异,即使是同一种类不同品种之间也存在较大差异。^[15]鲜切芋在储藏期间总酚含量总体呈现上升的趋势,其中3号组上升较慢,1号组最快,在上升到8天的时候到达最高峰,然后开始下降;在16天时,1、2、4号组总酚含量比价接近,其平均值均大于3号组的41.1mg/g。在鲜切芋的观测期中,2号组总酚含量最高,其平均值42.3mg/g,1

号组总酚含量平均值40.4mg/g,4号组总酚含量稍低,其平均值37.3mg/g,3号组总酚含量相比较是最低的,其平均值只有32.4mg/g。

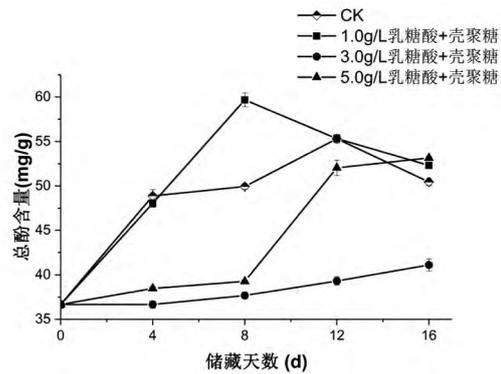


图5 不同保鲜剂处理鲜切芋的总酚含量变化

3 结论

3.0g/L的乳糖酸溶液结合壳聚糖涂膜技术能够有效的延长鲜切芋头的保鲜效果,鲜切芋块在保藏期前期,由于切分等机械伤害,造成其品质发生变化。相应的,POD的活性呈现增长的趋势,芋块品质变坏以后,POD的活性开始下降,这可能与组织伤诱导和衰老程度有关。在乳糖酸和壳聚糖联合作用下,一方面壳聚糖在芋块表面形成一层选择性薄膜,使其形成一个低O₂高CO₂的环境,减少组织内部的呼吸消耗,另一方面乳糖酸的处理,可以降低鲜切芋的呼吸速率,抑制POD、SOD以及多酚氧化酶等酶的活性增高。酶促褐变过程中参与酚类物质氧化的酶主要是多酚氧化酶(PPO)。过氧化物酶(POD)参与褐变的能力与接受供氢体(酚类等)的敏感性有关,^[16]表现出来的伤害效应或保护作用因植物种类和品种不同而异。^[17]结合图1、2、3、4和5,可以看出乳糖酸的加入能够增强壳聚糖的保鲜效果,3.0g/L的乳糖酸和壳聚糖处理鲜切芋头,其保鲜效果好于1.0g/L的乳糖酸和壳聚糖处理的鲜切芋头;1.0g/L的乳糖酸和壳聚糖处理的鲜切芋头与5.0g/L的乳糖酸和壳聚糖处理的鲜切芋头效果相差不多,这可能与乳糖酸的某些特性有关,这其中的机理还需要进一步分析研究。

参考文献:

[1] 孙志栋,田方,张仁杰,等.芋的贮藏与保鲜[J].食品工业,2011,32(5):55-58.
 [2] 张甫生,庞杰,徐秋兰,等.去皮芋头的魔芋涂膜保鲜

- 研究[J]. 广州食品工业科技 2003(2):8-9.
- [3] 胡位荣,刘顺枝,黄惠娟,等. 抗坏血酸与壳聚糖处理对鲜切香芋贮藏效果的研究[J]. 食品科学 2010, 31(24):436-439.
- [4] TEIXEIRA G H A, DURIGAN J F, ALVES R E, et al. Response of minimally processed carambola to chemical treatments and low-oxygen atmospheres [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 48(3):415-421.
- [5] OMS-OLIU G, SOLIVA-FORTUNY R, MARTIN-BELLOSO O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50(1):87-94.
- [6] Li HY, Yu T. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit [J]. Sci Food Agri 2001, 81(2):269-274.
- [7] 张淑平, 缪松. 新疆哈密瓜贮藏工艺条件的研究[J]. 食品科技 1999(5):55-56.
- [8] Jiang Y M, Li Y B. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit [J]. Food Chem, 2001, 73(2):139-143.
- [9] Du J M, Gemma H, Iwahori S. Effects of chitosan coating on the storability and on the ultrastructural changes of "Jonagold" apple fruit in storage [J]. Food Preservation Science VOL. 1998, 24(1):23-30.
- [10] Du J M, Gemma H, Iwahori S. Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear, and kiwifruit [J]. Jap Soc Hort Sci, 1997, 66(1):15-22.
- [11] 张小鸣. 食品感官评定[M]. 北京: 中国轻工业出版社 2006:189-203.
- [12] 殷奎德, 马连菊, 刘世强. 逆境条件下植物活性氧(AOS)的研究进展[J]. 沈阳农业大学学报 2003, 34(2):147-149.
- [13] 徐凌川, 梁传东, 吴明燕, 等. 白首乌糖类的提取及含量测定[J]. 山东中医药大学学报 2003(3):214-216.
- [14] 姚良辉, 尹京苑, 何惠霞, 等. 生物保鲜剂 C06 对水蜜桃采后的保鲜效果[J]. 农业工程学报 2010, 26(4):357-361.
- [15] 王佳宏, 郁志芳, 陆胜民, 等. 鲜切芋茛褐变特性研究[J]. 食品科学 2005, 26(9):80-83.
- [16] Hodges D M, Toivonen P M A. Quality of fresh-cut fruits and vegetables as affected by exposure to abiotic stress [J]. Postharvest Biology & Technology, 2008, 48(2):155-162.
- [17] 胡晓丹, 卢黎明. 莲藕酶促褐变的研究[J]. 江苏食品与发酵 1999(2):1-4.

Fresh keeping effect of lactobionic acid and chitosan on taro fresh-cuts

ZHANG Haizhen¹, ZHU Jie², LI Hua¹, HE Songyin³, WU Dongqian³, LU Guangnian¹, HU Boran^{1*}

(1. College of Tourism and Culinary Science, Yangzhou University, Yangzhou, Jiangsu 225127, China; 2. Jingjiang City Agriculture Committee, Jingjiang, Jiangsu 214500, China; 3. Jingjiang City Agricultural Institute, Jingjiang, Jiangsu 214500, China)

Abstract: The effect of lactobionic acid (1.0, 3.0, and 5.0g/L) combined with 10.0g/L chitosan coating on quality and browning of taro (*Colocasia esculenta* (L) Schott) fresh-cuts during storage at 8 °C after blanched in 70 °C for 20s were evaluated. The results showed that lactobionic acid soaking and chitosan coating inhibited the increase of weight loss rate, activity of peroxidase and superoxide dismutase, harmful substance malondialdehyde and total phenol, with the group 3.0g/L of lactobionic acid the best. Groups 1.0g/L and 5.0g/L of lactobionic acid did not differ from each other significantly.

Key words: Jingjiang taro; lactobionic acid; chitosan; fresh keeping; storage

(责任编辑: 赵 勇)