

防腐剂对香蕉保鲜作用及其残留量研究^{*}

张迎雪, 余楠仪, 颜 静, 洪宗琴, 严 静, 姜 甫
(重庆师范大学 化学学院, 重庆 401331)

关键词: 香蕉; 防腐剂; 保鲜; 残留量

中图分类号: O657.31; S668.1

文献标志码: B

文章编号: 1672-6693(2015)02-0173-04

香蕉味美价廉, 营养丰富, 是广受欢迎的水果, 一般在销售地催熟后直接上市销售。然而香蕉催熟后极易出现褐变斑点, 因而严重缩短了它的货架期和商品价值。已有研究证明, 上述斑点属香蕉表皮褐变斑点, 是一个需氧的酶促褐变过程^[1]。数十年来, 关于各种防腐剂抑制香蕉的褐变、防腐保鲜的研究从未间断, 人们也成功发现了一些对香蕉有保鲜作用的防腐剂, 如多菌灵、咪鲜胺、噻菌灵、异菌胺等^[2]。但这些防腐剂都有一定的毒性, 不利于人体健康。因此, 选用一种环保健康的防腐剂对延长香蕉货架期和商品价值的保值有着重要意义。已有研究发现, 高锰酸钾能通过吸收香蕉继续成熟过程释放出的乙烯, 从而延缓香蕉腐烂的速度; 维生素 C 具有还原性^[3], 已经广泛用于食品工业中, 可作为水果保鲜剂、抗氧化剂及护色剂; 柠檬酸作为食用酸类, 可改善食品的感官性状, 增强人们的食欲和促进体内钙、磷物质的消化吸收; 草酸作为一种天然的抗氧化剂, 以其独特的物化性质和生物功能促进水果抗病变能力, 已用于食物的储藏工艺中; 醋酸中的乙酰基是生物化学中所有生命的基础, 该酸也是包括人类在内的所有灵长类生物的阴道润滑液的一个组成部分, 可作为一个温和的抗菌剂。上述几种物质在防止食品腐烂方面有一定功效, 且对人体健康基本无伤害作用。为此, 本实验研究了维生素 C、柠檬酸、草酸、醋酸单独使用及它们与高锰酸钾共同作用对香蕉表皮褐变斑点的影响, 取得了较好的实验效果。

1 材料与方法

1.1 实验材料

实验用香蕉来购自重庆市沙坪坝区陈家桥香蕉供应中心, 选择同一批用乙烯催熟至八成熟、外观青黄、两端青绿、无腐烂、无明显擦伤的香蕉作为供试材料。

1.2 香蕉褐变感观评定指标

根据香蕉表皮的褐变面积将感观评定指标分为 7 级: 0 级, 无褐变; 1 级, 褐变面积 1%~10%; 2 级, 褐变面积为 11%~20%; 3 级, 褐变面积为 21%~30%; 4 级, 褐变面积为 31%~40%; 5 级, 褐变面积为 41%~50%; 6 级, 褐变面积大于 50%^[4]。

1.3 实验方法

选用同一批外表无明显腐烂的香蕉作为后续实验样品。每两支香蕉为 1 组, 其余 5 组香蕉分别浸泡在含 0.5% 维生素 C 溶液、1% 柠檬酸溶液、8 mmol·L⁻¹ 草酸溶液、10 mmol·L⁻¹ 醋酸溶液和蒸馏水中 0.5 h 后取出。自然风干后, 室温下放在聚乙烯薄膜密封的纸箱子里^[5]。通过对比香蕉表皮褐变面积, 选出效果最好的一种试剂后, 再设置该种试剂一定浓度梯度, 配合高锰酸钾(50 ppm), 重复以上操作, 最后测定表皮褐变情况最好

* 收稿日期: 2014-01-16 修回日期: 2014-11-12 网络出版时间: 2015-01-22 11:56

资助项目: 大学生创新创业项目(No. 20120637020); 重庆市自然科学基金(No. CSTC2010BB8328); 重庆师范大学重点基金(No. 2011XLZ08)

作者简介: 张迎雪, 女, 副教授, 博士, 研究方向为光谱分析, 色谱分析, E-mail: zhyxsnow@aliyun.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20150122.1156.021.html>

一组的残留量。

2 结果与分析

2.1 4 种防腐剂单独使用时的保鲜效果

由表 1 可知,单独使用 4 种防腐剂的保鲜效果均比无水、蒸馏水处理的效果稍好。从该表还可以看出,在处理的前两天,4 种防腐剂单独处理下的香蕉感官级数差异不大;但在处理第 3 d 的 21:00,香蕉表皮均出现了明显褐变,褐变面积几乎都超过 40%(感官级数大于 4 级)——褐变一旦出现,香蕉就极易腐烂。到了第 5 d 的 21:00,这些香蕉的表皮均布满黑色斑点。整体比较 4 种防腐剂单独使用时的保鲜效果可以发现,醋酸效果最好,然后依次分别是柠檬酸、草酸、维生素 C,但总体而言各防腐剂之间的保鲜效果并无很大差异。

2.2 4 种防腐剂配合高锰酸钾使用时的保鲜效果

对比表 1 中的数据不难发现,4 种防腐剂配合高锰酸钾使用时的保鲜效果比防腐剂单独使用时的效果更好。高锰酸钾可吸收香蕉在继续成熟过程中释放的乙烯,故能延缓香蕉褐变时间,加强保鲜效果;4 种防腐剂也可直接作用于香蕉表皮从而抑制酶活性,以达到减缓褐变的作用,因而防腐效果更佳。除了 $8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸配合高锰酸钾处理组外,其他 3 组处理下的香蕉表皮褐变速度都很慢——甚至到了第 3 d 的 21:00,表皮腐烂状况仍不明显;到了第 5 d 的 21:00,褐变面积均未超过 50%,且蕉体仍有一定硬度,剥开后检查发现果肉均无腐烂。总体上看,高锰酸钾和 4 种防腐剂共用均比单独使用 4 种防腐剂时的保鲜效果要延长 1~2 d。特别是柠檬酸或蒸馏水配合高锰酸钾使用比单独使用柠檬酸或蒸馏水能延长 2~3 d 的保藏时间,其中又以柠檬酸配合高锰酸钾共用保鲜效果最佳。整体来看,在与高锰酸钾共用情况下,4 种防腐剂中保鲜效果最好的为柠檬酸,然后依次是醋酸、草酸、维生素 C。鉴于柠檬酸处理下的香蕉感官级数一直最低,保鲜效果最好,故选用柠檬酸做为香蕉保鲜防腐剂,并以此为基础进行再次筛选。

表 1 各种保鲜处理下香蕉感官级数随时间的变化情况

级

处理	处理时间/d									
	1		2		3		4		5	
	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00
无水空白	0	2	3	4	5	5	6	6	6	6
无水空白+高锰酸钾	0	1	3	3	4	4	5	6	6	6
蒸馏水	0	1	3	4	5	6	6	6	6	6
蒸馏水+高锰酸钾	0	0	0	1	1	2	3	4	4	5
0.5%维生素 C	0	1	2	3	4	5	6	6	6	6
0.5%维生素 C+高锰酸钾	0	0	1	2	3	3	4	4	4	5
1%柠檬酸	0	0	1	2	2	4	5	5	5	6
1%柠檬酸+高锰酸钾	0	0	0	1	1	2	3	3	4	4
$8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸	0	1	1	3	4	5	6	6	6	6
$8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸+高锰酸钾	0	1	2	3	4	4	5	5	5	6
$10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸	0	1	2	3	4	5	5	5	5	5
$10 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸+高锰酸钾	0	0	0	1	2	3	4	4	4	5

2.3 不同含量梯度柠檬酸配合高锰酸钾使用对香蕉保鲜效果的影响

配置不同含量梯度的柠檬酸如表 2 所示,配合使用的高锰酸钾含量为 50 ppm。从表 2 可以看出,在 1~3 d,各组香蕉表皮几乎无变化。尤其是含量为 1%、2%、5% 的柠檬酸配合高锰酸钾处理下的香蕉比其他几组褐变速度更慢、保鲜效果更好。因此,处于一定含量范围的柠檬酸对更适于香蕉保鲜。

表 2 不同含量梯度柠檬酸配合高锰酸钾使用对香蕉表皮感官级数的影响

级

柠檬酸含量/%	处理时间/d									
	1		2		3		4		5	
	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00	09:00	21:00
0	—	0	0	1	2	3	4	5	6	6
0.5	—	0	0	1	2	2	3	4	5	6
1	—	0	0	1	1	1	1	4	5	6
2	—	0	0	0	1	1	1	3	4	5
5	—	0	0	0	0	0	1	3	5	5
10	—	0	1	1	2	3	4	5	6	6
15	—	0	2	2	3	4	5	6	6	6

2.4 柠檬酸残留量的荧光光谱图分析

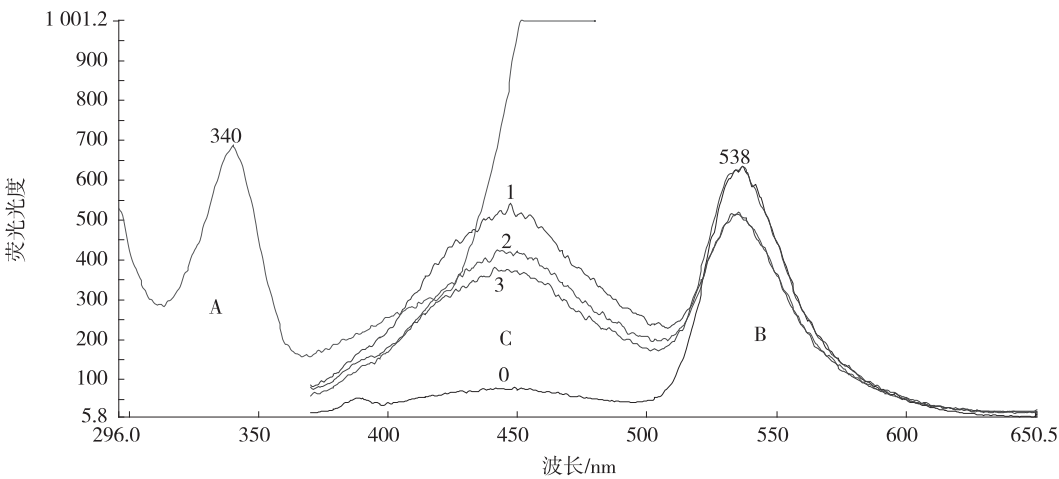
柠檬酸残留量的分析原理参见文献[3]。首先根据文献[3]配制 $4.0\times10^{-6}\sim1.0\times10^{-2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 一系列柠檬酸标准混合溶液,测定荧光强度,绘制工作曲线,得到线性回归方程为:

$$\Delta F=-45.26C+0.9135\ (r^2=0.999\ 1)。$$

其中 ΔF 为相对荧光强度, C 为柠檬酸浓度(单位: $10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。在此基础上,测定含量分别为 0、1%、2%、5% 的柠檬酸与高锰酸钾共用保鲜 5 d 后在香蕉中的残留量。在 4 个 50 mL 容量瓶中,皆加入 1 mL $2.0\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的硫酸溶液、0.6 mL $1\times10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的罗丹明 6G 溶液、0.4 mL $10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的钒溶液、2 mL $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的氯酸钾溶液。同时分别将 50 g 用 0、1%、2%、5% 含量柠檬酸与高锰酸钾共用保鲜后的 4 组香蕉果肉充分研磨、再抽滤,然后将 4 组得到的滤液分别转移到已编号的 4 个 50 mL 容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀,置于沸水中加热 7 min 后取出,自然冷却;于荧光计上先以激发光谱找出发射光谱,再以发射光谱测定荧光强度。测定条件为:激发波长 340 nm,发射波长 538 nm;平行测量 4 组,分析各组柠檬酸残留量,计算标准偏差^[6]。

从图 1 可见,含量为 0 和 5% 的柠檬酸在香蕉中的残留量光谱图几乎重合,含量为 1% 和 2% 的柠檬酸在香蕉中的残留量光谱图几乎重合。根据线性回归方程可求出柠檬酸浓度为 $2.19\times10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,换算成香蕉果肉中的残留柠檬酸含量为 0.004%,且根据所作的几组数据计算可得其标准偏差为 4%。由该结果可以看出,含量为 5% 的柠檬酸与高锰酸钾共用的浸泡液处理过的香蕉,果肉中柠檬酸残留量相当低;而含量为 1% 和 2% 的柠檬酸与高锰酸钾共用处理过的香蕉,柠檬酸残留量稍高($9.32\times10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$),但残留量都在可允许的范围

内。因此,该结果显示含量为 5% 的柠檬酸配合高锰酸钾使用作为香蕉的防腐剂是最佳方案。



注:A:激发光谱;B:发射光谱;C:干扰离子 Cu²⁺ 的光谱。0:0 含量柠檬酸;1:1% 含量柠檬酸;2:2% 含量柠檬酸;3:5% 含量柠檬酸。

图 1 4 组不同含量柠檬酸在香蕉中的残留量荧光光度图谱

3 结论

本研究结果显示维生素 C、柠檬酸、草酸、醋酸与高锰酸钾共同作用,在一定程度上确实能抑制香蕉表皮褐变的发生,较好保持了香蕉的色泽和硬度,且香蕉经过这些酸的处理后口感未发生明显变化。实验证明,柠檬酸保鲜效果高于其他 3 种物质;含量为 5% 的柠檬酸配合高锰酸钾共同使用能有效降低催化香蕉果皮病变加速的多酚氧化酶含量^[8],同时高锰酸钾吸收了香蕉在继续成熟过程中释放的乙烯,防止了因过度成熟产生的腐烂现象,进一步延缓香蕉褐变时间,因而保鲜效果更佳,成功地延长了香蕉货架期;经荧光猝灭法测定,柠檬酸残留量符合国标中关于水果添加剂残留量的规定。柠檬酸作为一种廉价易得、经济实用的环保型防腐剂,适合推广到更大范围的水果蔬菜保鲜工作中去。

参考文献:

- [1] 王向阳. 延长黄熟香蕉货架期的研究[J]. 果树学报, 2004, 21(5): 429-433.
Wang X Y. Extend the shelf life of yellow ripening bananas [J]. Journal of fruit trees, 2004, 21(5): 429-433.
- [2] 李红震, 王庆国. 三种酸处理对香蕉表皮褐变抑制的研究[J]. 食品与发酵科技, 2011, 47(4): 45-48.
Li H Z, Wang Q G. Three kinds of acid treatment of browning inhibition of banana skin [J]. The food and fermentation technology, 2011, 47(4): 45-48.
- [3] 陈小兰, 冯素玲, 张桂恩, 等. 动力学荧光法测定柠檬酸[J]. 分析化学研究简报, 1997, 25(11): 1324-1326
Cheng X L, Feng S L, Zhang G E, et al. Dynamic fluorescence determination of citric acid [J]. Analytical chemistry research briefing, 1997, 25(11): 1324-1326.
- [4] 黄雪梅, 庞学群, 季作梁. 香蕉采后防腐保鲜技术研究进展[J]. 食品科学, 2001, 22(1): 80-83.
Huang X M, Pang X Q, Ji Z L. The research progress of banana antisepsis technology [J]. Food science, 2001, 22(1): 80-83.
- [5] 裴璐. 聚乙烯薄膜对香蕉保鲜包装的影响研究[J]. 绍兴文理学院学报: 自然科学, 2010(4): 48-52.
Pei L. The influence of polyethylene film for packaging for banana research [J]. Journal of Shaoxing Liberal Arts College: Natural science, 2010(4): 48-52.
- [6] 朱世江, 陈丽, 玛丽艳, 等. 一种香蕉保鲜方法: 中国, 200610122702[P]. 2007-03-28.
Zhu S J, Chen L, Ma L Y, et al. A banana preservation method: China, 200610122702[P]. 2007-03-28.
- [7] 谭海元, 杨昌鹏, 陈智理, 等. 草酸与柠檬酸抑制鲜切香蕉酶褐变的比较研究[J]. 食品工艺科技, 2011, 32(4): 75-77.
Tan H Y, Yang C P, Chen Z L, et al. Oxalic acid and citric acid enzymatic Browning inhibition of fresh cut banana comparison research [J]. Food Science and Technology, 2011, 32(4): 75-77.
- [8] 刘二东. 香蕉的贮藏保鲜技术[J]. 中国林副特产, 2011(3): 79-80.
Liu E D. Banana fresh-keeping technology [J]. Forest By-product and Speciality in China, 2011(3): 79-80.

(责任编辑 方 兴)