

香蕉采后不同处理对果实品质和褐变染病的影响

黄 华, 蒋跃明

(中国科学院 华南植物园, 广东 广州 510650)

摘 要:对采后香蕉果实进行蜂蜜、茶树油、苯扎氯铵、邻苯基苯酚、CPPU 及草酸等 31 组不同的处理,在(25±2)℃室温,RH 85%~95%的环境下贮藏,并定期取样进行观察测定。结果表明:1:5(v/v)蜂蜜、0.1%及 0.5%茶树油、10 mg/L CPPU 及 10 mg/L CPPU 与 10 mg/L BA 及 50 mg/L GA₃ 组合、20 mmol 草酸等处理具有较好的保鲜效果;以 CPPU 系列处理测定呼吸变化,可明显抑制呼吸强度(对照:157.79±8.46 mg·kg⁻¹·h⁻¹;10 mg/L+10 mg/L BA 处理后为 132.56±6.48 mg·kg⁻¹·h⁻¹),延后了呼吸峰的出现。且以上处理对延缓果实衰老及成熟软化、保持色泽变化、显著抑制果皮褐化,有效降低果实真菌侵染等均有较好的效果。

关键词:香蕉;保鲜处理;成熟软化;品质;褐化

中图分类号:S 668.109⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)18-0160-05

果蔬采后易受温度的胁迫、病原菌侵染、氧化褐变以及腐烂败坏等影响而严重危害其品质。果蔬采后保鲜对于延长货架期、延缓衰老以及增加商业价值具有关键作用。目前对果蔬采后的保鲜方法主要集中在气调、温控、包装以及涂膜(如壳聚糖类抗氧化物质)等^[1-3],但都受到一定条件的控制,采用一些安全的抑菌、杀菌剂,抗氧化试剂等处理,筛选发现新的一些比较好的安全的保鲜剂对于果蔬采后保鲜将会是一个很大的帮助。该研究以南方最主要的水果之一的香蕉为试材,使用蜂蜜、茶树油、苯扎氯铵、邻苯基苯酚、CPPU 及草酸等杀菌、抑菌剂以及抗氧化剂进行浸泡或喷施处理,初步得到保鲜效果较好的保鲜处理。为香蕉采后不同化学处理对防止采后品质和病害的影响以及贮藏保鲜提供新的思路与方法。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜整树香蕉采自广州果园,巴西蕉(*Musa* spp., AAA group, cv. 'Brazil')新鲜采集整树香蕉,七至八成熟,未经任何保鲜剂处理,色青,无机械损伤及病虫害。运回实验室后立即用弯钩刀取下果实,将果蒂切均匀后用清水洗净果皮表面及残留花蕾后晾干水分。

1.2 试验方法

取晾干后大小均匀的果,每处理 9 个,按照配方试剂进行 6 组处理,共 31 个组合。每次浸泡 10 min,喷施(如茶树油)的则配成 100 mL 喷湿果表皮,3 次为宜。处

理好后通风处晾干,再用聚乙烯塑料薄膜袋(0.03 mm)包好,置于室温(25±2)℃,RH 85%~95%环境下进行贮藏,每 2 d 观测 1 次颜色、硬度、褐变等变化情况。

1.3 项目测定

1.3.1 果实色泽、成熟变化 香蕉果实在处理后室温下每 2 d 观测 1 次,对其颜色、硬度进行分级记录。颜色变化参照 Mendoza 等^[4]分级方法将果实采后成熟中颜色变化分为 7 级:1=绿色,2=绿色有黄色斑,3=绿色面积大于黄色,4=黄色面积大于绿色,5=黄色有绿色斑点,6=全黄,7=黄色带有腐烂痕迹。果皮转黄指数= \sum 每个级数×对应的个数/(每个处理个数×总级别数)。果实软化程度参考曾凯芳等^[5]的方法设计为 5 级:0=没有变化,1=有轻微软化,2=有明显软化,3=软化可食,4=稀软,有腐烂趋势,不可食。果实软化指数参考王艳颖等^[6]的方法:果实软化指数= \sum 每个级数×对应的个数/(每个处理个数×总级别数)。

1.3.2 果蒂感菌及果皮褐化情况 果蒂感染真菌程度,参考曾凯芳等^[5]的方法,由果蒂向上扩散度分作 5 级,0=无菌,1=轻微感菌,2=明显菌丝,3=果蒂全部感菌,4=染菌扩散到果身。果实染菌指数= \sum 每个级数×对应个数/(每个处理个数×总级别数)。果皮褐化以果皮褐斑面积多少分 5 级:0=果皮光泽,1=小于 1/4 果皮面积,2=1/4~1/2,3=1/2~3/4,4=3/4 以上,几乎褐化。果皮褐化的指数参考王艳颖等^[6]的方法:果实褐化指数= \sum 每个级数×对应的个数/(每个处理个数×总级别数);指数越低说明处理后的变化程度越低,变化速度也越慢,处理效果也越好。

1.3.3 呼吸速率变化 果实呼吸速率变化参考刘亭等^[7]的方法采用 LI-6262 CO₂/H₂O 分析仪(LI-6262, LI COR, America),每个处理在观察时期的 4 个果实放入

第一作者简介:黄华(1988-),男,在读硕士,研究方向为果蔬采后应用生物学。

收稿日期:2012-05-29

2.6 L 塑料盒,连接到分析仪,1 min 记录 1 次呼吸值,记录 4 min。每个时期每个处理重复 3 次,呼吸速率单位 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

1.4 数据分析

根据果实成熟变化情况,选取观测统计终止期,详细观测按照设定的颜色、硬度变化以及感菌、褐化情况。所有试验数据采用 Excel 2007 处理,作图采用作图软件 Orig 8.0。

2 结果与分析

2.1 整体处理效果

由表 1 可知,7、8、13、16、17、19 等处理有不同程度的烧伤,表明邻苯基苯酚处理在 $\geq 0.1\%$ (m/v) 浓度即会对香蕉果皮产生损害;14、15、25、26、27 等出现小斑麻点,推测苯扎氯铵处理在 $\geq 0.5\%$ 浓度使香蕉果皮产生麻点。茶树油处理在 $\geq 1\%$ 浓度都会对香蕉果皮产生损害,有轻微烧伤。高浓度山梨酸似乎有和苯扎氯铵一样使香蕉果皮产生相似麻点影响。

表 1 处理试剂配方及果实生理变化指数

Table 1 Process of reagent formula and fruit physiological changes index

编号	处理试剂	变化指数				果实
		颜色	软化	褐化	霉腐	均一度
1	CK	0.67	0.71	0.72	0.75	细长
2	1:1 稀释蜂蜜	1.00	0.86	0.64	0.75	均一
3	1:2 稀释蜂蜜	1.00	0.86	0.72	0.72	细长
4	1:5 稀释蜂蜜	0.75	0.71	0.67	0.67	均一
7	1:5 稀释蜂蜜+0.5%苯扎氯铵	0.50	0.71	0.64	0.72	均一
8	1:5 蜂蜜+0.5%邻苯基苯酚+0.5%苯扎氯铵	0.50	0.71	0.67	0.69	均一
9	75%乙醇	0.69	0.73	0.75	0.67	均一
10	0.1%茶树油	0.25	0.71	0.67	0.67	均一
11	0.5%茶树油	0.75	0.86	0.67	0.72	细长
12	1%茶树油	0.78	0.75	0.56	0.67	均一
14	1%茶树油+0.5%苯扎氯铵	0.00	0.57	0.67	0.50	均一
15	1%茶树油+0.1%PHMG	1.00	1.00	0.67	0.67	均一
16	0.1%邻苯基苯酚	0.50	0.71	0.69	0.67	均一
17	0.25%邻苯基苯酚	0.25	0.71	0.64	0.67	均一
19	0.25%邻苯基苯酚+0.5%山梨酸	0.50	0.71	0.75	0.75	细长
20	5 mg/L CPPU	1.00	1.00	0.56	0.69	均一
21	10 mg/L CPPU	0.75	0.57	0.39	0.47	细长
22	20 mg/L CPPU	1.00	1.00	0.67	0.61	细长
23	10 mg/L CPPU + 10 mg/L 6-BA	0.64	0.57	0.64	0.64	细长
24	10 mg/L CPPU + 50 mg/L GA ₃	0.00	0.29	0.64	0.61	均一
25	2%苯扎氯铵	1.00	1.00	0.72	0.72	细长
26	1%苯扎氯铵	1.00	1.00	0.72	0.75	均一
27	0.5%苯扎氯铵	0.64	0.71	0.61	0.75	细长
28	5 mmol 草酸	1.00	1.00	0.67	0.67	均一
29	10 mmol 草酸	1.00	1.00	0.67	0.69	细长
30	20 mmol 草酸	1.00	1.00	0.64	0.75	各半
31	40 mmol 草酸	1.00	1.00	0.58	0.72	均一

2.2 果皮颜色变化

香蕉在各处理室温下,第 8 天开始有转黄。蜂蜜 1:5 浓度处理相对较好,但果皮褐化点较多,表明蜂蜜处理对延缓黄化效果不佳。同时处理的一批木瓜施用了 1:10 的浓度,明显好于对照,推测低浓度可能具有较

好的效果。0.5% 和 1% 茶树油+0.5% PHMG 同时在 12 d 开始黄化,14 d 时乙醇对照、1% 浓度等跃变黄化(图 1-B)。表明该组合在调整苯扎氯铵浓度下可能取得较好效果。

邻苯基苯酚主要用于柑橘类果实保鲜,对于香蕉似乎没有什么效果,处理时各浓度下均出现不同程度的烧伤。苯扎氯铵同样是在各浓度下均出现不同程度的果皮褐变状麻点。

CPPU 处理则表现相对较好的效果。在 5 和 20 mg/L 浓度下,第 6 天开始黄化,并在 14 d 完全黄化。10 mg/L CPPU,10 mg/L CPPU + 10 mg/L 6-BA 和 10 mg/L CPPU + 50 mg/L GA₃ 组合则明显好于对照(图 2-B),14 d 才开始有轻微转黄,表明在 10 mg/L 浓度下以及后 2 个组合对延缓香蕉黄化衰老有明显作用。草酸处理则是均无明显理想效果,10、20 mmol 最后完全黄化,果皮具有较好的色泽度,可见其对果皮抗氧化等具有一定效果。

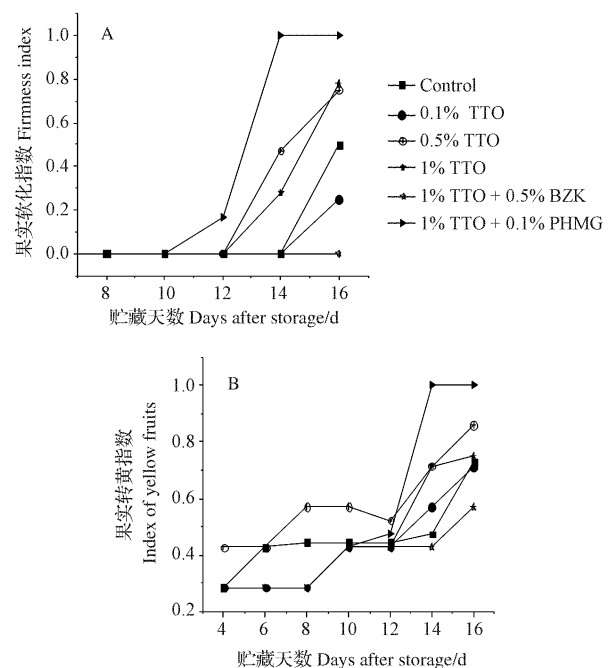


图 1 香蕉处理茶树油系列后果实软化(A)和颜色(B)变化情况

Fig. 1 The change of softening (A) and color (B) of banana fruit after tea tree oil series treatments

2.3 果实软化情况

果实软化在不同处理之间速度不同,但是大体的软化时间相当。第 8 天开始出现个别轻微软化,10~12 d 是软化的跃变期。蜂蜜处理 1:5 则到 14 d 才有轻微软化,同时在木瓜处理 1:10 浓度具有明显的延缓作用。在 1:5 稀释蜂蜜+0.5%苯扎氯铵组合处理则表现出与对照相当效果,推测蜂蜜在低浓度及组合处理会对延缓香蕉货架期有一定效果。茶树油处理果实在第 12 天开始软化,12~14 d 跃变性成熟,0.1%与 0.5%浓度 14 d

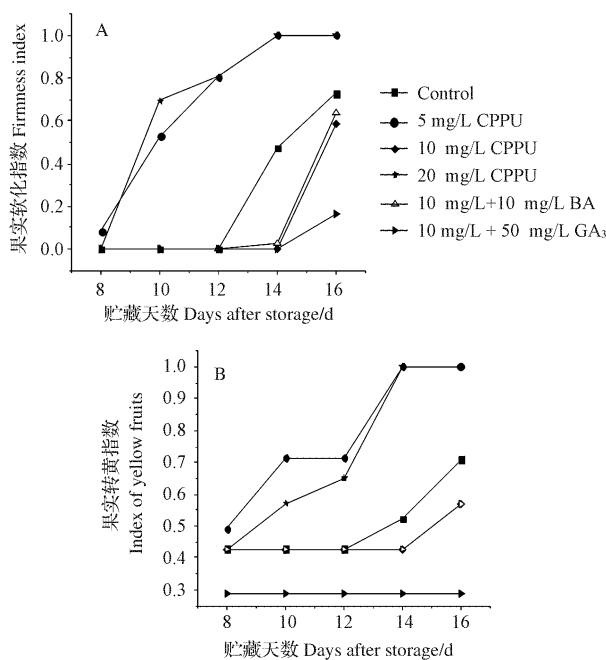


图2 香蕉处理 CPPU 系列后果实软化(A)和颜色(B)变化情况

Fig. 2 The change of softening (A) and color (B) of banana fruit after CPPU series treatments

开始有轻微软化,16 d可食程度。可见茶树油处理较对照有一定的延缓作用,另外14号也表现出与对照相当的效果(图1-A)。邻苯基苯酚在各浓度下均表现不明显的软化,具有一定效果,但烧伤严重。

CPPU处理效果比较好,5 mg/L浓度第6天即开始软化,但是随后在第8~10天与20 mg/L一起产生跃变性软化。而10 mg/L则到14 d仍无明显变化。尤其是10 mg/L CPPU+50 mg/L GA_3 表现比较明显,10 mg/L CPPU+10 mg/L 6-BA也有较好的效果,但是在12~14 d时有轻微的变化。相比对照来说10 mg/L与10 mg/L CPPU+50 mg/L GA_3 具有更好效果(图2-A)。

草酸处理,5、40 mmol浓度果实在第8天即出现跃变性成熟,并在随后一直软化,到12 d可食,14 d则稀软不可食状态。10、20 mmol浓度则缓慢,可以一定程度延缓成熟软化。

2.4 果皮褐化及真菌感染率

果蔬采后贮藏,果皮褐化以及感染真菌是影响其风味、感观的主要因素。香蕉处理后邻苯基苯酚、苯扎氯铵、聚六亚甲基盐酸胍等有机试剂对其果皮具有一定的损伤性。蜂蜜各浓度处理下保水性较好,较对照有抗褐化效应,但易滋生真菌。茶树油在1%浓度下具有相对抗褐化,蒂腐菌仍比较严重(图3-A、B)。CPPU处理不同浓度均具有很好的抑菌和抗氧化褐变效果,并且明显高于其它处理(图4-A、B)。不同浓度草酸则对香蕉果皮具有抗褐化效应,但抑菌效果不明显。

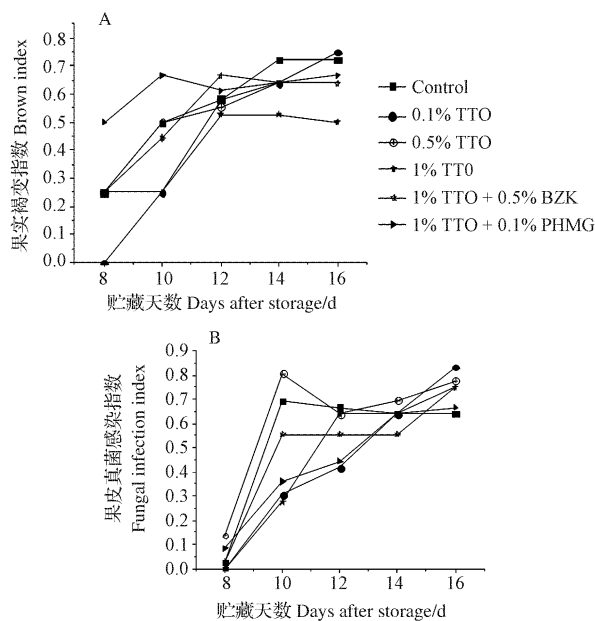


图3 香蕉处理茶树油系列后果皮褐变(A)和真菌感染(B)情况

Fig. 3 The browning index (A) and fungal infection (B) of banana fruit after tea tree oil series treatments

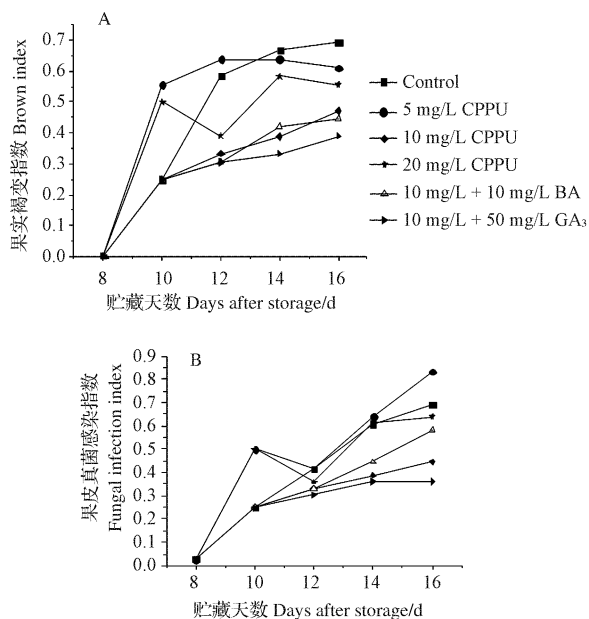


图4 香蕉处理 CPPU 系列后果皮褐变指数(A)和真菌感染(B)变化情况

Fig. 4 The browning index (A) and fungal infection (B) of banana fruit after CPPU series treatments

2.5 果实呼吸速率变化

在香蕉处理不同配方中选取效果比较明显的CPPU系列进行呼吸速率变化检测,处理后的各组果实较对照明显延后呼吸峰的出现。并且在10 mg/L及10 mg/L+10 mg/L BA($132.56 \pm 6.48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)较对照($157.79 \pm 8.46 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)明显降低了呼吸峰值,

并且延后了呼吸峰的出现(图 5)。对照在第 12 天即出现呼吸峰,但处理各组均延后 14 d 或更晚出现。可见,在 CPPU 系列处理下果实取得了明显的保鲜效果,延缓了货架期。

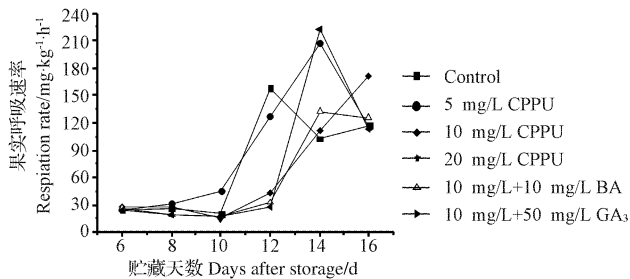


图 5 香蕉处理 CPPU 系列后果实呼吸速率变化

Fig. 5 The respiration rate of banana fruit after CPPU series treatments

3 讨论

香蕉保鲜已经有很多相关研究,该处理试验是对最近广泛应用于柑橘、荔枝、龙眼等保鲜剂施用于香蕉的尝试。有的处理几分钟后出现快速反应,对香蕉果皮产生破坏。邻苯基苯酚常用于柑橘保鲜,使用浓度量 5~1 000 mg/kg(即 0.1%)^[8],能抑制微生物胡萝卜素的合成。所以邻苯基苯酚处理中 0.1% 浓度表现出轻微烧伤。山梨酸常用于杀菌防腐^[8],果蔬类使用浓度为 0.2 g/kg,所以浓度过高,加上本来邻苯基苯酚浓度过高,烧伤严重。医用苯扎氯铵消毒杀菌浓度为 0.1%、0.05%^[9-10];实验室条件 1 000 mg/L 苯扎氯铵 1 min,对大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌和白色念珠菌等细菌繁殖体和真菌具有良好的杀灭效果^[11]。聚六亚甲基胍(PHMG)对副溶血弧菌等最低抑制浓度和杀灭浓度分别为 1.5 和 3.0 mg/L^[12]。在 13 500 mg/L 聚六亚甲基胍消毒液浸泡黄瓜 15 min 处理,具有良好杀菌效果。蜂蜜处理随着叶绿素降解和果实软化,果皮也表现不同程度的小褐斑点。1:5(v/v)的蜂蜜有一点效果,但最终的延缓效果不是很明显,并且在荔枝上应用效果不是很好,木瓜在 1:10 浓度有一定效果,推测可能较低浓度下具有一定效果。

茶树油使用在 0.1% 浓度下具有较好效果。有相关报道,在 1.25 g/L 熏蒸处理对香蕉炭疽菌有较好抑制效果^[13];2 000 mg/L 熏蒸草莓其抑菌也较好^[14];按照质量比 1:9 的油水比例添加由 Span 80 和 Tween 80 配制的乳化茶树油在 1 000 mg/L 浓度下可显著延长香蕉货架期^[15]。可见茶树油的使用浓度对于香蕉在 0.1%~0.2% 比较合适。就该处理来看,其结果与报道相应浓度基本一致(图 1,3)。

草酸应用于果蔬采后保鲜是近几年来应用于桃子、苹果、芒果、荔枝、龙眼等的采后生理变化、抗褐变等效果处理的新的研究方法。室温下(25±1)℃,80%~

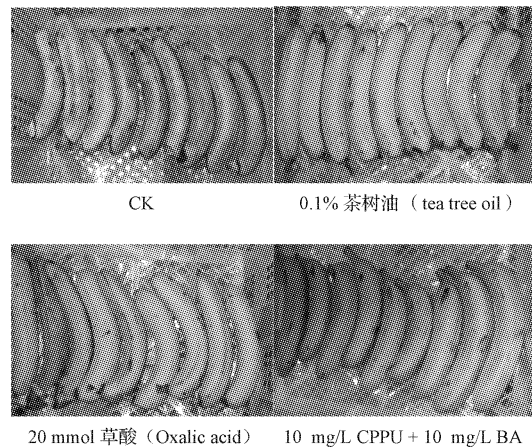


图 6 果实处理 16 d 变化情况

Fig. 6 The changes of fruit that treated after 16 days

90% RH) Zheng 等^[16]用 2 及 4 mmol 草酸处理荔枝有良好的采后抗褐变效果;对芒果 20 和 40 mmol 草酸钾盐处理 10 min,可一定程度抑制衰败腐烂,延长货架期^[17]。桃、三华李及枣子在 1 和 5 mmol 草酸处理 10 min,可保持较好果实品质^[18]。5% 草酸处理龙眼较柠檬酸、维生素 C 具更好的抗褐变效果^[19]。但是在香蕉采后的应用上,还未见有较多的报道。Yoruk R 等^[20]发现 60 和 5 mmol 浓度下对离体香蕉和苹果小块分别具有阻止褐变的效果;该试验香蕉果实直接浸泡草酸中 10 min,20 mmol 下似乎有一定效果,并对于香蕉的褐变具有一定的效果(图 6)。

CPPU 的应用对采后香蕉具有良好效果。10 mg/L、10 mg/L CPPU + 50 mg/L GA₃ 及 10 mg/L CPPU + 10 mg/L 6-BA 也具有较好的效果(图 3)。CPPU(N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea)是细胞分裂素类的一种植物生长调节剂,生理活性高于一般嘌呤型细胞分裂素,具有促进细胞分裂、细胞扩大、延缓植物衰老等作用。吴三林等^[21]用 8 mg/L CPPU 处理青花菜,可贮存 20 d 以上,商品性状和营养品质较好。猕猴桃花后 3 周施用 1 或 5 mg/L CPPU 在不同程度上(43%、33%)增加新鲜果实的大小和重量^[22];此外 20~40 mg/L 可显著影响果实硬度。蔓越橘花后 5 d 施用 10 mg/L CPPU 可减少花色素苷和黄酮类色素的产生^[23]。菠萝、葡萄花后 2 周喷施 20 mg/L CPPU 或与 50 mg/L GA₃ 组合,可显著增加果实的产量、大小、新鲜度等^[3];5 mg/L CPPU + 20 mg/L GA₃ 采前应用于葡萄上可以推迟 7~21 d 的货架期而不影响水果品质^[2]。在无籽甜瓜中,10 mg/L 的 CPPU 可诱导胚胎 100% 发育坐果,同时不影响可溶性固形物含量水平^[1]。香蕉处理试验中,单独施用 CPPU 10 mg/L 的浓度较为理想,且与 50 mg/L GA₃ 组合具有更好效果,明显延后呼吸速率(图 5)。这与 Retamales J 等^[2]早期应用于葡萄取得较好效果相一致。运用 CPPU 细胞分裂素类似物处理采

后果蔬保鲜在目前还较少有报道,运用于采后保鲜具有一定的潜在价值意义。

对采后香蕉进行 31 组不同处理,得到 1:5(1:10) 的蜂蜜,0.1%、0.5%茶树油,10 mg/L CPPU 及 10 mg/L 和 50 mg/L GA₃ 组合;10、20 mmol 草酸浓度下几种对采后香蕉处理具有一定保鲜效果的配方。且抑菌、防腐及抗褐变氧化有较好效果,可进一步研究开发其保鲜效应。

参考文献

- [1] Hayata Y, Niimi Y, Inoue K, et al. CPPU and BA, with and without pollination, affect set, growth, and quality of muskmelon fruit[J]. Hort Science, 2000, 35(5): 868-870.
- [2] Retamales J, Bangerth F, Cooper T, et al. Effects of CPPU and GA₃ on fruit quality of sultanina table grape[J]. Plant Bioregulators in Horticulture, 1995, 394: 149-157.
- [3] Antognozzi E, Battistelli A, Famiani F, et al. Influence of CPPU on carbohydrate accumulation[J]. Scientia Horticulturae, 1996, 65: 37-47.
- [4] Mendoza F, Aguilera J M. Application of image analysis for classification of ripening Bananas[J]. Journal of Food Science, 2004, 69(9): 471-477.
- [5] 曾凯芳,姜微波. 芒果生长期喷施水杨酸处理对果实采后品质和病害的影响[J]. 园艺学报, 2008, 35(3): 427-432.
- [6] 王艳颖,胡文忠,刘程惠,等. 间歇升温对采后香蕉李贮藏中酶促褐变的影响[J]. 食品科学, 2010, 31(2): 245-249.
- [7] 刘亭,钱政江,屈红霞,等. 利用 LI-6262CO₂/H₂O 分析仪测定果蔬的呼吸强度[J]. 保鲜与加工, 2010(4): 55-56.
- [8] 胡国华. 食品添加剂在果蔬及糖果制品中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [9] 林淑辉,刘翠月,罗晓明,等. 苯扎氯铵溶液对术野皮肤黏膜消毒效果的观察[J]. 中国当代医药, 2010, 17(8): 39.
- [10] 李智,李淑雯,刘桂兰. 苯扎氯铵溶液外阴冲洗 40 例临床效果观察[J]. 中国医药导报, 2010, 7(34): 55-56.
- [11] 李春梅,钟晓祝. 一种苯扎氯铵消毒液杀菌效果观察[J]. 中国消毒学杂志, 2010(4): 388-389.
- [12] 张玮,于锋,朱汉泉. 聚六亚甲基胍杀灭致病弧菌效果及其对海产养殖动物毒性[J]. 中国消毒学杂志, 2007, 24(6): 499-502.
- [13] 静玮,苏子鹏,朱德明,等. 茶树油熏蒸处理对香蕉采后炭疽病害的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(5): 378-384.
- [14] 程赛,邵兴锋,郭安南,等. 茶树油熏蒸对草莓采后病害和品质的影响[J]. 农业工程学报, 2011, 27(4): 393-398.
- [15] 钟业俊,刘伟,刘成梅,等. 自然条件下乳化茶树油在香蕉保鲜中的应用[J]. 农业工程学报, 2009, 25(6): 288-292.
- [16] Zheng X, Tian S. Effect of oxalic acid on control of postharvest browning of litchi fruit[J]. Food Chemistry, 2006, 96(4): 519-523.
- [17] Zheng X, Ye L, Jiang T, et al. Limiting the deterioration of mango fruit during storage at room temperature by oxalate treatment[J]. Food Chemistry, 2011, 130(2): 279-285.
- [18] Zheng X, Tian S, Meng X, et al. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature[J]. Food Chemistry, 2007, 104(1): 156-162.
- [19] Whangchai K, Saengnil K, Uthaibutra J. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit[J]. Crop Prot, 2006, 25(8): 821-825.
- [20] Yoruk R, Yoruk S, Balaban M O, et al. Machine Vision Analysis of Antibrowning Potency for Oxalic Acid: A Comparative Investigation on Banana and Apple[J]. Journal of Food Science, 2004, 69(6): 1365-2621.
- [21] 吴三林,刘芳,陈秋如. 氯吡苯腈处理对青花菜贮藏品质的影响[J]. 北方园艺, 2011(7): 145-147.
- [22] 蔡金术,王中炎. 低浓度 CPPU 对猕猴桃果实重量及品质的影响[J]. 湖南农业科学, 2009(9): 146-148.
- [23] Patterson K J, Mason K A, Gould K S. Effects of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea) on fruit growth, maturity, and storage quality of kiwifruit[J]. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 1993, 21(3): 253-261.

Effects of Different Treatment on Quality and Browning of Banana Fruit

HUANG Hua, JIANG Yue-ming

(South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510650)

Abstract: The postharvest banana were treated with the follow 31 group formulas, there were honey, tea tree oil, benzalkonium chloride, CPPU, o-phenylphenol, and oxalic acid etc in different concentrations, respectively, and then storage at (25±2)°C, 85%~95% RH after air dry. Changes in peel color, flesh firmness, fruit respiration rate, and fruit brown incidence were investigated during the storage. The results showed that, as compared with the control fruits, 5 different combinations and found that 1:5 (v/v) honey, 0.1% or 0.5% tea tree oil, 10 mg/L CPPU, 10 mg/L CPPU with 10 mg/L BA or 50 mg/L GA₃, 20 mmol oxalic acid were better preservation formulas. Especially in 10 mg/L CPPU with 10 mg/L BA treated fruits, peel degreening was obviously retarded, respiration rate was inhibited, and increased of natural brown was significantly inhibited as well. These formulae not only could delay the banana maturity and softening, but also could maintain the color and resist the fungal infection.

Key words: banana; postharvest treatment; softening; quality; browning