

文章编号: 1674-7054(2012)02-0155-07

魔芋葡甘聚糖复配膜对常温芒果保鲜效果的影响

李雪晖¹ 彭述辉² 林 好¹ 余庞熔¹ 姚敏娜¹

(1. 福建农林大学 食品科学学院, 福建 福州 350002; 2. 广州城市职业学院, 广东 广州 510405)

摘 要: 利用魔芋葡甘聚糖复配膜、聚乙烯薄膜和无包装等处理,对“海顿1号”芒果进行采后常温(相对湿度为50%、温度为25℃)贮藏保鲜,并对货架期间芒果的硬度、病害、烂果率、失重率、可溶性固形物、呼吸强度、维生素C、可滴定酸和SOD、PPO、POD含量的变化进行了研究。结果表明:经魔芋葡甘聚糖复配膜和聚乙烯薄膜处理的芒果在第12天达到呼吸高峰,呼吸高峰与CK相比推迟了6d,且第9天时SOD含量为CK的1.75倍。同时,魔芋葡甘聚糖复配膜和聚乙烯薄膜还能减少芒果病害、腐烂率与水分散失,保持较高的果实硬度和VC含量,降低果皮中PPO和POD活性,有效抑制芒果贮藏期间果皮褐变的发生,阻止可溶性糖积累和可滴定酸降解,延缓芒果的后熟进程。其中,魔芋葡甘聚糖复配膜比聚乙烯薄膜效果好,能更好地改善芒果在货架期的品质表现。

关键词: 芒果; 魔芋葡甘聚糖; 复配膜; 常温; 贮藏

中图分类号: S 667.7

文献标志码: A

芒果(*Mangifera indica*)原产东南亚热带地区,为世界十大水果之一,有“热带果王”的美誉^[1-3]。芒果性喜温暖,不耐寒霜,喜光,平均气温在20~30℃时生长良好,当气温降到18℃以下时生长缓慢,10℃以下就会停止生长。芒果肉质细滑、香味浓郁、营养价值高,富含维生素A、B、C及适量的蛋白质、脂肪、矿物质和其他微量元素。芒果果肉可鲜食,也可制罐头、果汁、蜜饯等,叶可以入药,种子可以提取淀粉,果皮可用来提炼漆树酸,树皮可用于制革,其树型美观,是良好的绿化植物^[4-5]。芒果在我国南方地区广泛种植,是南方地区特别是海南地区农民的主要经济来源之一^[6]。芒果属于跃变型果实^[7],其盛产期正值高温多雨季节,采后代谢旺盛,一般经过约1周的时间就会黄熟,腐烂迅速,不耐贮藏^[8]。加之芒果采后不耐低温,低温贮藏极易发生冷害,故采后损失比较严重。这些不利因素对芒果产业化生产与发展十分不利,极大地限制了芒果生产的经济效益,因此,做好芒果采后保鲜有着十分重要的意义。目前,芒果采后保鲜技术主要有化学、物理保鲜技术与生物保鲜技术等,这些技术从不同方面影响芒果的采后代谢,延缓果实衰老和保持果实风味品质。但立足高效、安全、环保、低廉、易操作的原则,继续研发芒果保鲜新技术依然具有重要的理论意义和应用价值。魔芋葡甘聚糖是一种无毒、安全的天然高分子聚合物,它具有良好的成膜性和抑菌作用,可在果蔬表面形成一个半透膜,减少果蔬水分的散失,减缓果蔬的呼吸和蒸腾作用,防止微生物的侵染,其在果蔬贮藏保鲜中的应用和作用机理已成为研究热点。笔者以魔芋葡甘聚糖复配膜保鲜芒果,旨在为芒果的常温贮藏保鲜提供技术方法和理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料 于2011-07-31在四川省攀枝花市芒果种植基地采摘“海顿1号”芒果,采摘后立即冷藏空运至实验室。选择大小均匀、成熟度一致、色泽亮丽、无机械损伤、无病虫害的芒果果实,用清水洗净,晾干后备用。

收稿日期: 2012-03-05

基金项目: 福建省自然科学基金项目(2011J01285); 广东省科技攻关项目(2010B080701079); 广州市羊城学者科技项目(10B005D)

作者简介: 李雪晖(1987-),女,河南南阳人,福建农林大学食品科学学院2011级硕士研究生。

通信作者: 彭述辉(1965-),男,广州城市职业学院教授,博士, E-mail: 13392621783@126.com

1.2 主要试剂 NaOH, Na_2HPO_4 , H_2O_2 , 邻苯二酚, 愈创木酚(分析纯, 国药集团化学试剂有限公司), ED-TA(分析纯, 上海三爱思试剂公司)。

1.3 主要仪器与设备 高速组织匀浆机(IKA, 北京君合华科技发展有限公司), 紫外分光光度计(721, 上海佑科仪器有限公司), pH 酸度计(S-2C, 上海伟业器械厂), 电子分析天平(M1110, 上海天平仪器厂), 数显恒温水浴锅(HH-2, 保利科研器械有限公司)。

1.4 果实处理 膜处理: 分别选 200 个果实用魔芋葡甘聚糖复配膜(以魔芋葡甘聚糖为基质, 加入增塑剂、脂质、乳化剂、抗菌剂及生物抑制剂, 在 50 °C 条件下干燥 10 h)^[9] 和用聚乙烯薄膜进行包装。对照组(无包装): 选用 200 个果实, 杀菌浸泡晾干后, 置于塑料框内, 间隔为 2 cm。

处理后的芒果果实放置在恒温贮藏室(相对湿度为 50%, 温度为 25 °C)内。每个处理随机选择 100 个果实, 固定放置, 用于进行数理统计。剩余的果实用于分析测定果实贮藏生理生化指标的变化情况以及观察果实的贮藏效果。每次测定随机挑选 6 个果实, 每隔 3 d 测定 1 次理化指标。

1.5 测定指标和方法

1.5.1 果实硬度系数的测定 芒果果实硬度评定按文献[10]的方法, 硬度分为 5 个等级。5 级: 硬(firm); 4 级: 轻微变软(slightly firm); 3 级: 可食软度(eating soft); 2 级: 较软(slightly soft); 1 级: 过软(over soft)。硬度指数计算公式为:

$$\text{硬度指数} = \Sigma(\text{各果实的硬度级数} \times \text{该级果实硬度代表数值}) / \text{调查果实总数},$$

按硬度指数的分值将果实分为硬(9)、较硬(7)、软(5)、较软(3)、很软(1) 5 个等级。每个处理用果 100 个, 重复 3 次。

1.5.2 果实病情指数的测定 按文献[10]的方法进行, 分级标准见表 1。果实发病率和果实病情指数的计算公式如下:

$$\text{果实发病率} = \text{发病果个数} / \text{调查的总果数} \times 100\%,$$

$$\text{病情指数} = \Sigma(\text{果实的病情级数} \times \text{该级的代表数值}) / (\text{调查果总数} \times \text{果实最高级代表数值}),$$

每个处理用果 100 个, 重复 3 次。

表 1 芒果果实表皮调查指标的分级标准

果实级数	果实表面病斑情况
0	果实表面光亮, 无病斑
1	果实表面出现针头大小的病斑, 病斑面积 < 10%
2	果实表面病斑面积 10% ~ 30%
3	果实表面病斑面积 30% ~ 50%
4	果实表面病斑面积 > 50%

1.5.3 果实腐烂率的测定 按文献[10]的方法进行。果实腐烂率用失去商品价值的 2~4 级果占总果数的百分数来表示。每个处理用果 100 个, 重复 3 次。

1.5.4 果实失重率的测定 采用质量法, 每组固定 10 个果实, 每 5 d 测定 1 次。其计算公式如下:

$$\text{失重率} = (\text{贮藏前果实质量} - \text{贮藏后果实质量}) / \text{贮藏前果实质量} \times 100\%。$$

1.5.5 总酸的测定 总酸含量用 NaOH 酸碱滴定法测定^[11]。从 6 个果实中取 10 g 果肉, 将切碎后的果肉放入玻璃匀浆管中, 并加入 25 mL 的去离子水(冰水预冷), 再用匀浆机将果肉打成浆液。浆液经离心(12 000 r·min⁻¹, 15 min)后, 取上清液用于总酸含量的测定。

1.5.6 可溶性固形物的测定 按文献[11]的方法进行。从 6 个果中取 10 g 果肉, 在 Abbe 糖度折光仪上测定榨出果汁的可溶性固形物含量。每组样品重复 3 次, 取平均值。

1.5.7 维生素 C 含量的测定 采用 2, 6-二氯酚靛酚法^[12]。从 6 个果实中称取果肉 5.0 g, 加入 $\varphi = 1\%$ 的草酸溶液 5 mL, 在冰浴条件下进行匀浆, 再经 12 000 r·min⁻¹, 4 °C, 离心 15 min, 取上清液 10 mL, 用已标定的 2, 6-二氯酚靛酚溶液滴定至微红色, 且 30 s 内不褪色, 记录滴定液的体积。每次测定 3 次, 取平均值。同时, 用 $\varphi = 1\%$ 的草酸溶液 10 mL 作空白对照, 按同样的方法进行滴定。果实中维生素 C 的含量以 mg·g⁻¹ 表示。

1.5.8 呼吸强度的测定 采用静置法^[13]。芒果在呼吸过程中释放出来的 CO₂ 与 NaOH 相互作用后, 生

成 NaCO_3 与 BaCl_2 产生 BaCO_3 沉淀, 用草酸来滴定与 CO_2 作用后剩余的 NaOH , 由此可以得知果蔬呼吸作用释放出来的 CO_2 的量, 从而计算出呼吸强度。

呼吸强度(CO_2) = $(V_{\text{空白}} - V_{\text{测定}}) \times 0.1 \times 44 / (m_{\text{芒果}} \times t)$, 式中 $V_{\text{空白}}$ 为空白滴定的草酸用量, $V_{\text{测定}}$ 为测定滴定的草酸用量, $m_{\text{芒果}}$ 为芒果质量, t 为呼吸作用持续时间。呼吸强度单位用释放出来的 CO_2 量 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 来表示。

测定时, 用移液管吸取 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液 20 mL 于培养皿中, 将培养皿放置在干燥器底部, 然后将 3 个大小均匀、成熟度相同的芒果置于干燥器的隔板上, 密封 1 h 后取出培养皿, 立即把碱液移入锥形瓶中, 并用蒸馏水反复洗涤培养皿, 使碱液转移完全, 加入饱和氯化钡 5 mL , 酚酞 2 滴, 溶液呈红色, 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的草酸溶液滴定至红色完全消失为止, 记录草酸的用量。并以同样的方法做空白滴定, 干燥器中不放芒果样品。

1.5.9 果皮中多酚氧化酶(PPO)活性的测定 采用邻苯二酚比色法^[14]。酶液的提取: 从 6 个果实中取 5 g 果皮, 加入 0.2 g 的 PVPP, 马上加入 25 mL 预冷的 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸钠缓冲溶液($\text{pH} = 7.8$, 含 1 mmol 的 EDTA) 在冰水中匀浆, 再将所得的匀浆液在 $12\,000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 下离心 20 min , 上清液作为酶提取液, 存放于冰箱中备用。

PPO 酶反应体系总体积为 3 mL : 向 2.5 mL 的 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的邻苯二酚溶液(用 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{pH} 6.4$ 的磷酸钠缓冲溶液配制) 中加入 0.5 mL 的酶液, 反应温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$, 加酶液后立即用分光光度计于 398 nm 波长条件下测定其吸光值(A) 检测 4 min 内吸光值的变化情况, 每 30 s 读数 1 次。以每分钟变化 0.01 光密度值(OD) 作为 1 个 PPO 酶的活性单位, 用 $\Delta OD_{398} \cdot \text{min}^{-1}$ 表示。

1.5.10 果皮中过氧化物酶(POD)活性的测定 按文献[15]的方法进行。酶液的提取方法与 1.5.9 的相同。

POD 酶反应体系总体积为 3 mL : 向 2 mL 的 $\varphi = 0.1\%$ 的愈创木酚溶液($100 \text{ } \mu\text{L}$ 的愈创木酚溶于 100 mL 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{pH} = 7.8$ 的磷酸钠缓冲溶液) 中加入 0.5 mL 的 $\varphi = 0.18\%$ 的 H_2O_2 ($\varphi = 30\%$ 的 H_2O_2 $600 \text{ } \mu\text{L}$ 溶于 100 mL 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{pH} = 7.8$ 的磷酸钠缓冲溶液) 再加入 0.5 mL 的酶液, 反应温度为 $25 \text{ }^\circ\text{C}$, 加入酶液后立即于 470 nm 波长下测定其吸光值(A) 检测 4 min 内吸光值的变化情况, 每 30 s 读数 1 次。同样以每分钟变化 0.01 光密度值(OD) 作为 1 个 PPO 酶的活性单位, 用 $\Delta OD_{398} \cdot \text{min}^{-1}$ 表示。

1.5.11 果皮中超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定 按文献[14]的方法进行。反应混合液含 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的磷酸缓冲液 1.5 mL , $130 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的甲硫氨酸 0.3 mL , $750 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NBT 0.3 mL , $100 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 EDTA 0.3 mL , $20 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的核黄素 0.3 mL , 酶液 0.1 mL , 蒸馏水 0.5 mL , 反应总体积为 3.3 mL , 对照管酶液以缓冲液代替。在 560 nm 波长下测定各管的吸光度(A), 以空白对照的试管为最大光化还原管。SOD 活性的计算公式如下:

$$\text{SOD 活性} = (A_o - A_s) \times V_T / A_o \times 0.5 \times m \times V_1,$$

式中 A_o : 对照管的吸光值; A_s : 样品管的吸光值; V_T : 提取液总体积, mL ; V_1 : 滴定时提取液用量, mL ; m : 取样鲜重, g 。

2 结果与分析

2.1 膜处理对芒果贮藏期间果实硬度的影响 从图 1 中可以看出, 用复配膜处理包装后的芒果, 硬度系数的变化明显好于对照膜和空白组。复配膜和对照膜在处理的前期, 硬度系数变化一样, 但随着贮藏时间的延长, 复配膜的效果要好于对照膜。空白组的效果明显不如经过膜包装处理的效果, 这与果实水分的挥发有关, 经过膜处理后的果实, 抑制了果实中水分的挥发, 使果实能够维持饱满, 硬度下降幅度小。

2.2 膜处理对果实病情指数的影响 如图 2 所示, 经过复配膜处理的果实发病率远远低于空白组的果实发病率。对照膜处理的果实贮藏前 6 d 内, 发病率与复配膜处理的果实发病率没有明显差异, 但随着贮藏时间的延长, 复配膜控制果实发病率的效果要好于对照膜, 且在整个贮藏时间内一直保持在较低的水平。没有经过膜处理的果实发病率非常高, 在整个贮藏期内都高于经过膜处理的果实, 在贮藏 9 d 后, 发病率开始大幅度增加。

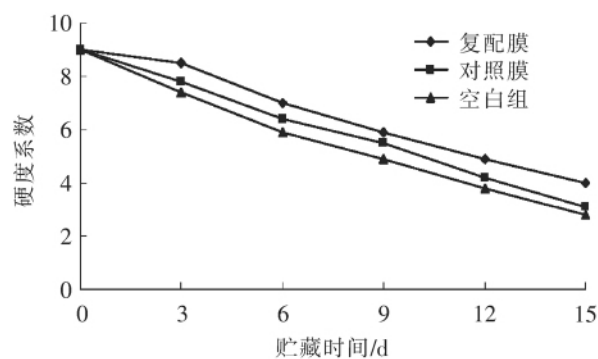


图1 膜处理对芒果硬度系数的影响

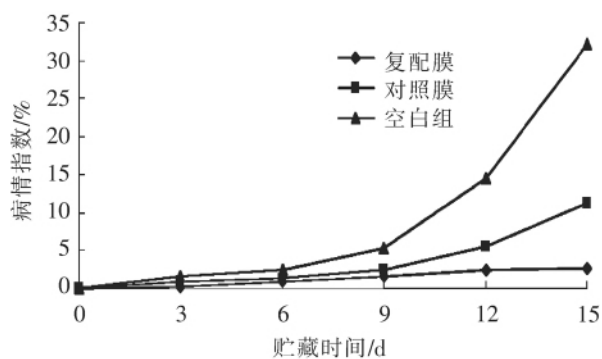


图2 膜处理对果实病情指数的影响

2.3 膜处理对果实烂果率的影响 如图3所示,膜处理在很大程度上抑制芒果贮藏期间的烂果率。复配膜控制果实烂果发生率的效果是最好的;对照膜的效果在贮藏9 d内稍弱于复配膜的效果,但在贮藏后期差异明显;空白组的效果最差,在贮藏6 d后,烂果率开始大幅度增加。

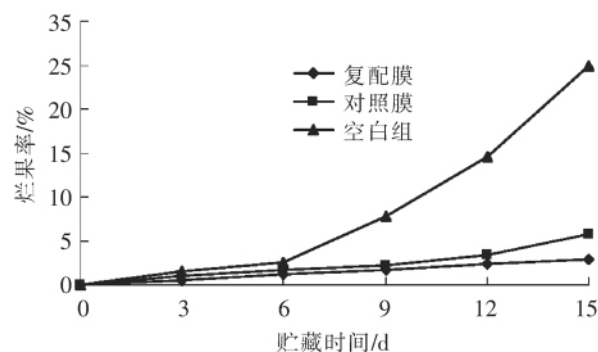


图3 膜处理对果实腐烂率的影响

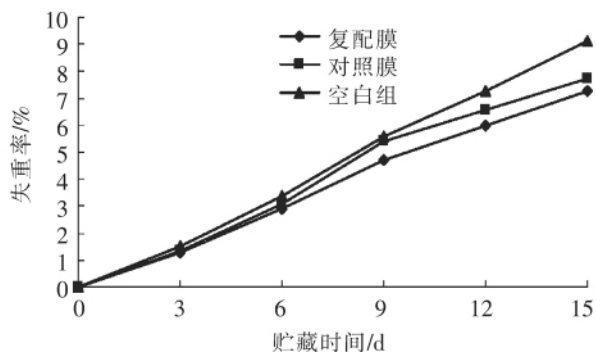


图4 膜处理对果实失重率的影响

2.4 膜处理对果实失重率的影响 将经过不同处理的芒果放置在室温 25 °C 下观察失重率。从图4可以看出,芒果的失重率随贮藏时间的延长而增加,室温下芒果失重很快,空白组在整个贮藏期间水分散失严重,其失重率要高于经过膜处理的2组,经膜处理的芒果失重率相对较小,其中复配膜处理过的果实,失重率增加的幅度最小,防止失重的效果好于对照膜。

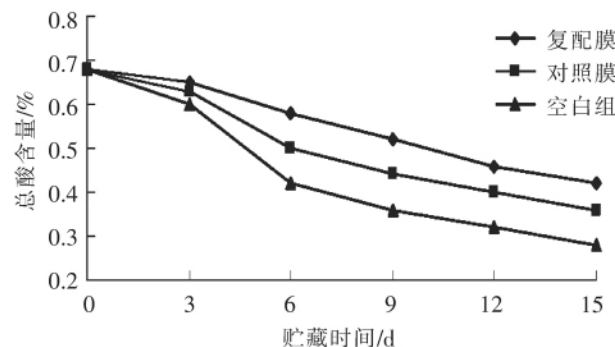


图5 膜处理对芒果总酸含量的影响

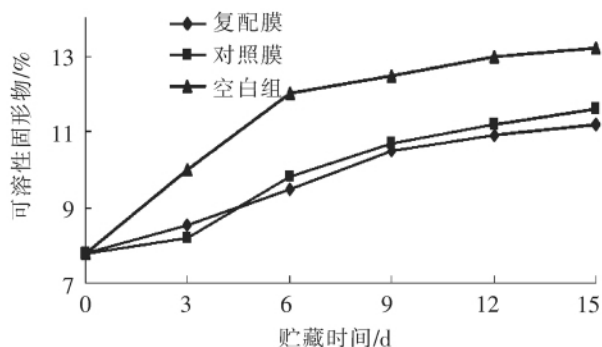


图6 膜处理对果实中可溶性固形物含量的影响

2.5 膜处理对芒果总酸含量的影响 从图5可以看出,芒果在贮藏过程中,其总酸的含量呈下降趋势,经膜处理的芒果总酸下降的速度比空白组下降的速度慢。空白组的芒果总酸含量刚开始时为 0.68%,到第15天时下降到 0.28%,下降幅度比较大。而经过膜处理的芒果是由于抑制了其呼吸强度,减少了其自身的营养成分,维持了较高的总酸含量,所以复配膜处理过的果实的总酸含量就高于对照膜的总酸含量。

2.6 膜处理对果实可溶性固形物的影响 通过可溶性固形物的测定,可以反映出芒果果实在贮藏期间营养物质的变化情况与采后成熟度的变化情况。从图6可以看出,随着贮藏时间的延长,芒果中可溶性固形物的含量呈上升的趋势。经过膜处理的各组别芒果的可溶性固形物的含量比较接近,且均低于空白

组,说明空白组的芒果内营养物质的转变比较大,成熟度更高。

2.7 膜处理对果实维生素 C 含量的影响 从水果营养成分来看,芒果果肉多汁,维生素含量很丰富,但维生素比较容易损失。经过贮藏保鲜的芒果,其维生素 C 的含量会明显下降,而且芒果贮藏期间容易失水,导致营养成分损失严重,衰老速度加快,因此,其贮藏时间较短。从图 7 可以看出,芒果在贮藏期间,其维生素 C 含量随着贮藏时间的延长而逐渐下降。经过膜处理的维生素 C 含量在贮藏后均高于空白组。在第 15 天时,复配膜处理的芒果维生素 C 含量为 $0.35 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,对照膜处理的芒果中维生素 C 含量为 $0.30 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$,空白组的含量更低,仅为 $0.23 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

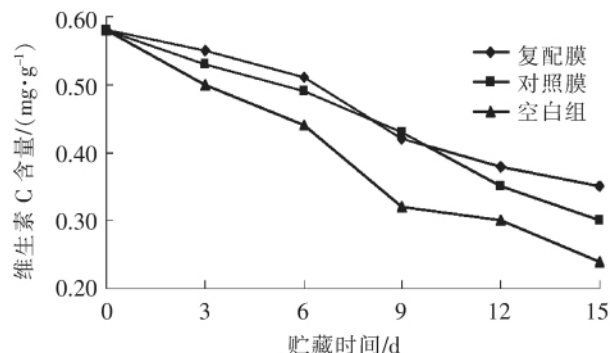


图 7 膜处理对果实维生素 C 含量的影响

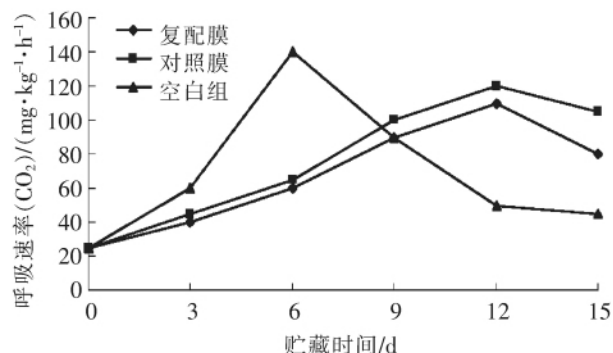


图 8 膜处理对果实呼吸强度的影响

2.8 膜处理对果实呼吸强度的影响 呼吸强度是检测果蔬生理活动的一项重要指标,由呼吸强度的大小和变化情况可以看出果蔬采后营养成分的消耗和衰老情况^[15]。从图 8 可以看到,芒果采后的生命活动旺盛,呼吸强度呈上升趋势,空白组在贮藏第 6 天就已经达到了呼吸高峰,其呼吸速率(CO_2)为 $140 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。经膜处理的果实,其呼吸高峰明显推迟,至贮藏第 12 天才出现高峰,且呼吸速率的高峰均比空白组弱。经 KGM 保鲜膜处理的呼吸速率(CO_2)的高峰值仅为 $110 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$,这说明 KGM 保鲜膜能很好地抑制芒果采后的生命活动,减少芒果果实在贮藏期间营养物质的消耗以及风味物质的损失。

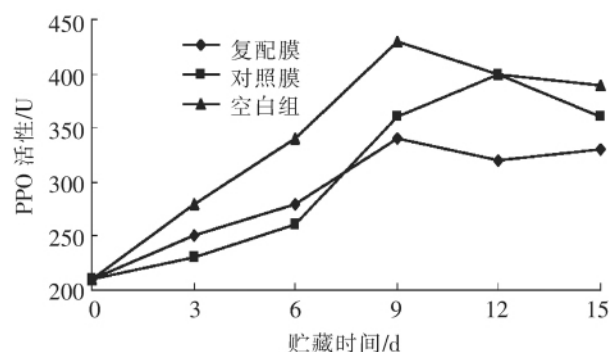


图 9 膜处理对果皮 PPO 活性的影响

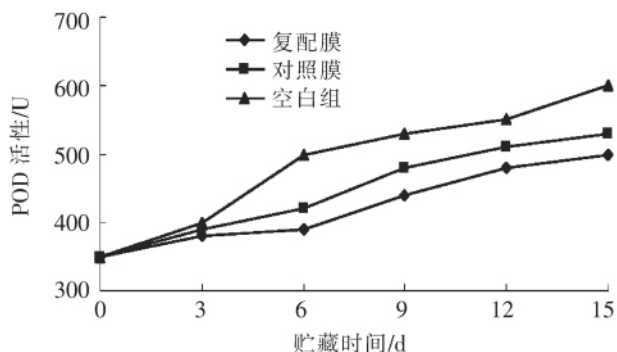


图 10 膜处理对果皮中 POD 活性的影响

2.9 膜处理对果皮中多酚氧化酶(PPO)活性的影响 芒果中多酚氧化酶(PPO)是引起芒果表面褐变的一种重要的酶,其褐变的影响因素与其活性、底物浓度以及氧含量有关^[16]。芒果褐变发生时,其 PPO 活性会显著上升。从图 9 可以看出,膜处理可以起到减缓芒果果皮中的 PPO 活性的作用,可有效地抑制芒果在贮藏期间果皮褐变的发生。在整个贮藏时间内芒果果皮中 PPO 活性先大幅度上升,后期增幅平缓,有小幅下降的趋势。从图 9 还可以看出,复配膜处理的芒果果皮中 PPO 活性上升幅度最小,且在贮藏后期变化较稳定。经过膜处理的芒果果皮的 PPO 活性受到了抑制,从而有效地抑制了果皮的褐变。

2.10 膜处理对果皮中过氧化物酶(POD)活性的影响 POD 在许多水果中有着提高果实成熟度的作用,但同时也是引起水果表面褐变的酶之一。从图 10 可以看出,空白组芒果果皮 POD 活性上升较快,第 3 天时开始大幅上升,第 6 天就达到了 470 U,此时也是芒果病害发生率和腐烂率上升比较快的时期。而经过膜处理的芒果果皮 POD 活性变化相对平缓,可有效地抑制芒果表面组织的褐变。复配膜处理的芒果果皮 POD 活性略低于对照膜处理的芒果。

2.11 膜处理对果皮中超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 SOD 是水果中有防御功能的一种重要的酶,它能抵御外界伤害,对细胞有保护作用^[17]。从图 11 可以看出,SOD 活性在贮藏期间呈先上升后下降的趋势。经过膜处理的芒果,其 SOD 活性在贮藏期间下降比较少,复配膜处理的芒果和对照膜处理的芒果在第 9 天时 SOD 活性均达到最高点,且最高点相同,后又小幅度下降,贮藏结束时,复配膜处理的芒果,其 SOD 活性稍高于对照膜处理的芒果。而空白组在第 6 天时,芒果的 SOD 活性大幅度下降,明显低于膜处理的芒果。

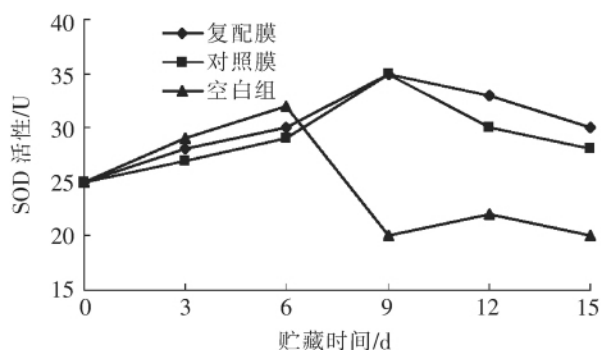


图 11 膜处理对果皮中 SOD 活性的影响

3 讨论

本实验结果表明,与聚乙烯薄膜相比,魔芋葡甘聚糖复配膜处理的芒果,能显著地降低贮藏期间的腐烂率和失水率,其具有更好的成膜性和抑菌作用,可在果蔬表面形成一个半透膜、减缓呼吸率、阻碍果蔬的蒸腾作用,从而减少果蔬水分的散失,能有效地防止贮藏期间微生物的入侵,减少病害的发生。姚昕等^[18]对青枣,姚闽娜等^[19]对草莓,彭凌等^[20]对青椒,张露等^[21]对黄瓜的试验都得到类似的结果。本实验中,魔芋葡甘聚糖复配膜在常温下处理芒果有利于延缓芒果的褐变,这与邹少强等^[22]用可食性 KGM 膜对“乌龙岭”龙眼进行处理后的研究结果类似。魔芋葡甘聚糖对芒果果实后熟的延缓作用,可能是与魔芋葡甘聚糖涂膜对果实的呼吸作用的抑制有关^[22],而魔芋葡甘聚糖对果实呼吸作用的抑制,可能是因为魔芋葡甘聚糖在果实表面形成了选择透过性膜,阻止果实呼吸产生的 CO_2 的散失和大气中 O_2 的渗入,阻碍了果内外气体的交换,从而降低内源 O_2/CO_2 的比值,使果实内形成一种低 O_2 、高 CO_2 分压的小环境,降低组织的呼吸代谢^[23]。

另外,果实衰老过程中较高的活性氧物质可以催化酚类物质氧化为醌,导致果实组织褐变^[24]。PPO 是果实采后褐变的关键酶,能催化酚类物质氧化形成褐色的醌类等高聚物,抑制 PPO 活性可减轻果实褐变^[24]。POD 也催化酚类的氧化聚合,活性的增加也会引起果实组织褐变^[24]。本实验中,魔芋葡甘聚糖处理抑制了 PPO 和 POD 活性的上升,这可能是因为魔芋葡甘聚糖涂膜处理延缓了果实后熟衰老的原因之一。

与文献[18-19]的研究结果相同,魔芋葡甘聚糖复配膜明显地提高贮藏期间果实的硬度,抑制了可滴定酸和维生素 C 含量的下降,保持了果实的良好品质,延长了贮藏时间。本实验结果还发现,魔芋葡甘聚糖复配膜处理在一定程度上也抑制了芒果可溶性总糖的积累,从而延缓了糖与酸的转化,延缓了果实的后熟进程,但其浓度过高则导致芒果不能正常后熟。因此,如何掌握芒果的正常后熟技术需要进一步地深入研究。

魔芋葡甘聚糖具有无毒、无味、对环境无污染、来源广泛、成本低廉等优点,用它作为果蔬涂膜保鲜剂,操作简便,并具有良好的保鲜效果,是一种具有很大发展潜力和应用前景的天然保鲜剂。

参考文献:

- [1]傅国华,韩立越,许能锐.中国芒果产业链现状[J].热带农业科技,2008,31(4):27-31.
- [2]高爱平,陈业渊,朱敏,等.中国芒果科研进展综述[J].中国热带农业,2006(6):21-23.
- [3]邓俏冰.芒果采后生理及保鲜研究的进展[J].中国果品研究,1991(11):21-24.
- [4]SREENATH H K, SUDARSHANA K R, SUDARSHANAK, et al. Enzymatic liquefaction of some varieties of mango pulp[J]. Food Science Technology, 1995, 28(2):196-200.
- [5]SOUCI S, WALTER F, KRAUT W, et al. Food composition and nutrition table[M]. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1989.
- [6]海南省统计局.2009 年海南省统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2009.
- [7]何燕,张平.攀枝花市芒果产业化发展的现状、问题和对策[M]//中国热带作物学会.热带作物产业发展研究.北京:中国农业出版社,2006:458-462.

- [8]刘兴艳. 攀枝花芒果中微量硒的测定[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2007, 12(6): 30–31.
- [9]许秀真. 魔芋葡甘聚糖抗菌复合膜的研制及其应用[J]. 膜科学与技术, 2007, 27(6): 89–92.
- [10]甘瑾, 马李一, 张弘, 等. 漂白胶天然保鲜剂对芒果保鲜效果的研究[J]. 广西农业生物科学, 2005, 24(1): 54–57.
- [11]姚评佳, 岳武, 魏远安, 等. 保鲜剂壳寡糖基聚合物对芒果保鲜试验初报[J]. 中国果树, 2006, 2(3): 15–18.
- [12]潘宁, 杜克生. 食品生物化学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006: 176–177.
- [13]张佳. 果蔬采后呼吸强度的测定方法[J]. 理化实验: 化学分册, 2005, 41(8): 596–597.
- [14]曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007: 9.
- [15]朱广廉, 杨中汉, 杨丽军, 等. 太谷核不育小麦(Tal)几种同工酶及其酶活的比较研究[M]. 北京: 北京大学出版社, 1983: 39–42.
- [16]JU Z G, ZHU G L. Research on tissue browning of fruits during storage[J]. Plant Physiology and Biochemistry, 1988(4): 46–48.
- [17]DHARINI S, YUMING J, ELHADI M, et al. Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain[J]. Food Research International, 2011, 44: 1254–1263.
- [18]BALDWIN E A, BURNS J K, KAZOKAS W, et al. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 1999, 17: 215–226.
- [19]姚昕. 魔芋葡甘聚糖在青枣贮藏保鲜中的应用研究[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(5): 150–153.
- [20]姚闽娜, 陈缘缘, 邓荣华, 等. 魔芋葡甘聚糖涂膜对草莓的保鲜研究[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(8): 72–75.
- [21]张露, 马庆一, 黄文会. 魔芋葡甘聚糖复合膜对迷你黄瓜的保鲜性研究[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2005, 20(20): 23–25.
- [22]邹少强, 庞杰, 李艺雄, 等. 可食性魔芋葡甘聚糖膜对龙眼的保鲜研究[J]. 保鲜与工, 2001, 1(2): 11–13.
- [23]LI Y H, YU T. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit[J]. J Sci Food Agri, 2001, 81(2): 269–274.
- [24]李兰芝, 王文生. 国外水果保鲜业的发展近况[J]. 热带作物科技, 1999(6): 10–11.

Effect of KGM Compound Film on Post – harvest Storage of Mango Fruit at Ambient Temperature

LI Xue-hui¹, PENG Shu-hui², LIN Hao¹, YU Pang-rong¹, YAO Min-na¹

(1. College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. Guangzhou City Vocational College, Guangzhou 510405, China)

Abstract: Fresh fruit of mango variety Haden 1 (*Mangifera indicus* L.) were packaged with KGM compound film and polyethylene film with no film as the control, and stored at ambient temperature (RH = 50%, T = 25 °C). The mangoes treated were determined during the shelf life in terms of hardness, disease incidence, bad fruit rate, weight loss rate, soluble solid content, respiration rate, Vitamin C content, titratable acid and SOD, PPO and POD activities. Results indicated that the KGM compound film and polyethylene film exhibited the highest respiration peak on the 12th day, 6 days late as against the control, and a higher SOD content at the day 9, 1.75 times higher than the control. The KGM compound film and polyethylene film also significantly reduced mango disease incidences, bad fruit rate and water loss rate, and had higher fruit hardness and Vitamin C content but lower PPO and POD activities in the peel, effectively restraining occurrence of peel browning during mango storage, accumulation of soluble sugar and degradation of titratable acid, and retarding mango ripening. KGM compound film gave a better effect than polyethylene film in improving the mango quality during the shelf life.

Key words: mango; KGM; compound film; ambient temperature; storage