

# 外源水杨酸对“紫花”芒果贮藏品质的影响\*

曾凯芳<sup>1,2</sup> 姜微波<sup>1</sup> 李新明<sup>3</sup>

1( 中国农业大学食品科学与营养工程学院,北京,100094)

2( 西南农业大学食品科学学院,重庆,400716) 3( 广西水果生产技术指导总站,南宁,530022)

**摘要** 研究了不同浓度的外源水杨酸对“紫花”芒果贮藏品质的影响。结果表明,芒果采收后用 1 mmol/L 和 5 mmol/L 水杨酸处理,在常温(20℃)贮藏过程中,与清水处理的对照果实相比,可以降低果实的腐烂率,延缓果实贮藏期间颜色的转黄、固酸比的增高和果实的软化。1 mmol/L 水杨酸作用效果比 5 mmol/L 水杨酸好。说明低浓度(如 1 mmol/L)水杨酸处理能够延缓芒果果实的后熟衰老。

**关键词** 水杨酸,芒果,贮藏品质

水杨酸(salicylic acid, SA)是一种广泛存在于高等植物中的简单酚类化合物,参与植物的蒸腾、种子萌发、开花、结果、气孔关闭、产热等多种生理生化过程<sup>[1]</sup>。此外,水杨酸还在植物抗病反应中起作用<sup>[2]</sup>。用水杨酸处理植物可以诱导某些病程相关蛋白(pathogenesis-related proteins)如几丁质酶、 $\beta$ -1,3-葡聚糖酶和过氧化物酶的产生,并诱导对随后接种的病原物产生系统抗性<sup>[3]</sup>。

近年来的研究认为水杨酸是一种新的植物激素,干预乙烯、脱落酸和细胞分裂素的生物合成或者生理作用<sup>[2,4-6]</sup>,如水杨酸或乙酰基水杨酸(ASA)能够抑制香蕉、梨、苹果乙烯生物合成及生理作用<sup>[7-10]</sup>,抑制猕猴桃果肉脂氧合酶的活性<sup>[11]</sup>。水杨酸处理后的香蕉果实的呼吸作用及软化进程得以延缓,纤维素酶、多聚半乳糖醛酸酶、木聚糖酶和过氧化氢酶、过氧化物酶的活性明显受到抑制,从而延缓了香蕉的后熟衰老<sup>[7]</sup>。然而,也有研究表明,当外源水杨酸浓度不合适时,也有促进果实内源乙烯生成的作用,如低浓度水杨酸处理能促进胡萝卜内源乙烯生成,而高浓度水杨酸( $>0.1$  mmol/L)则抑制乙烯合成<sup>[12]</sup>。

芒果被称为“热带水果之王”,风味独特,经

济价值高,品质极佳,深受消费者喜爱,但果实不耐贮藏,采后易熟软、发病快,严重影响了商品价值及经济效益<sup>[13,14]</sup>。芒果病害的控制通常是采用杀菌剂处理,但由于抗药性的形成这些杀菌剂的使用剂量不得不加大,人们越来越关心杀菌剂残留给人体健康和环境带来的影响,这些事实使得一些杀菌剂被禁止使用<sup>[15]</sup>。因此,研究一种能延缓后熟、降低腐烂率又无副作用的芒果保鲜方法具有非常重要的意义。

本试验利用外源水杨酸处理芒果果实,研究水杨酸对芒果贮藏过程中品质变化的影响。为芒果的贮藏保鲜探讨一种新的思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及处理

供试芒果(品种为紫花)采于广东省从化市,果实 8 成熟,果面色泽为绿色。果实采收后空运回北京实验室,剔除病、伤果,选择大小、果色均匀,成熟度一致的果实进行处理。芒果浸泡于不同浓度的水杨酸溶液中 15 min,取出晾干,用聚乙烯袋包装后贮藏于 20℃ 常温库中,分析各项指标。水杨酸处理浓度如下(A) 1 mmol/L (B) 5 mmol/L, (C) 对照,清水处理。

### 1.2 芒果色泽转化与腐烂情况观察

第一作者:博士研究生,讲师(姜微波教授为本文通讯作者)。

\* 国家“863”课题资助项目(No. 2002AA245081)

收稿时间:2003-10-17, 改回时间:2004-02-19

每处理组为 30 个果实,用来观察芒果果皮的色泽和果实发病率。果皮颜色评价参照参考文献 [16,17] 的方法,色泽分为 1 级(全绿)、2 级(果蒂转黄)、3 级(果面 < 25% 转黄)、4 级(果面 25% ~ 50% 转黄)、5 级(果面 50% ~ 75% 转黄)、6 级(全部转黄)。转黄率 = (开始转黄的果数/总检查果数) × 100%, 色泽指数 = Σ(色泽级别 × 该级别果实占总果实的百分比)。

果实的腐烂情况参照参考文献 [18] 的方法进行如下分级:0 级(无病斑)、1 级(病斑面积 < 10%)、2 级(病斑面积 10% ~ 30%)、3 级(病斑面积 30 ~ 50%)、4 级(病斑面积 > 50%)。发病率 = (发病果个数/检查总果数) × 100%。病情指数 = Σ(病害级别 × 该级别果数占总果实数的百分比)。

### 1.3 可溶性固形物(TSS)、总酸度、硬度

可溶性固形物采用手持式折光仪进行测定;总酸度采用 NaOH 中和滴定法;硬度采用 GY-1 型硬度计进行测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 水杨酸对芒果色泽变化的影响

由图 1、图 2 可知,芒果在后熟过程中颜色逐渐由绿转黄。1、5 mmol/L 水杨酸处理的芒果果实转黄率和色泽指数均低于清水处理的果实,其中 1 mmol/L 水杨酸处理的效果最明显,芒果贮藏至 9 d 时,清水处理果实的转黄率和色泽指数分别为 90.9% 和 2.6,而 1 mmol/L 水杨酸处理后的果实分别为 78.3% 和 1.85。5 mmol/L 水杨酸处理后的效果不如 1 mmol/L 水杨酸明显,说明水杨酸处理能够抑制芒果后

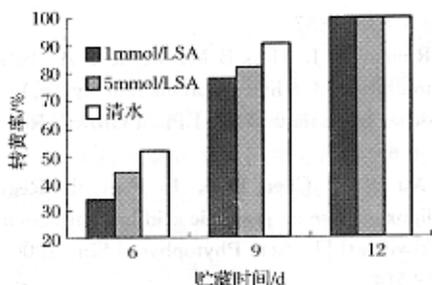


图 1 外源水杨酸对芒果转黄率的影响

熟过程中色泽的转变,抑制效果与水杨酸作用浓度有关。

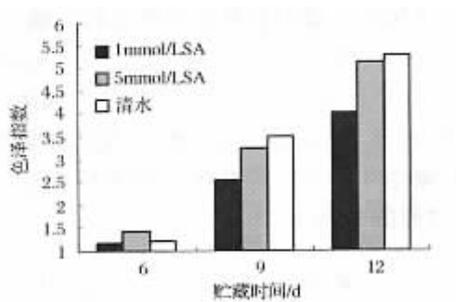


图 2 外源水杨酸对芒果色泽指数的影响

### 2.2 水杨酸处理对芒果果实硬度的影响

由图 3 可知,芒果在贮藏过程中硬度呈逐渐下降趋势,对照果实的硬度下降最快,水杨酸处理能够较好地保持芒果的硬度,其中 1 mmol/L 水杨酸处理的效果最明显。

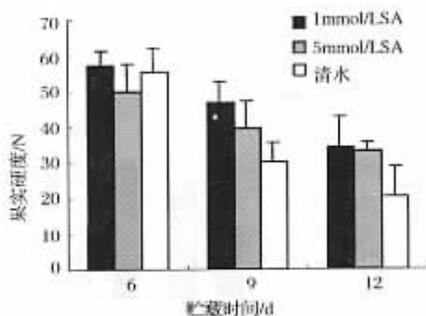


图 3 外源水杨酸对芒果硬度的影响

### 2.3 水杨酸处理对芒果固酸比的影响

经测定,处理前芒果果实的可溶性固形物含量为 8.46%,酸度为 3.33%,固酸比为 2.54,水杨酸处理后的芒果果实贮藏 12 d 时的可溶性固形物含量、酸度、固酸比如表 1 所示。

表 1 外源水杨酸对芒果固酸比的影响

处理条件	TSS/%	酸度/%	固酸比
1 mmol/L	11.92	0.88	13.56
5 mmol/L	12.33	0.69	17.99
清水	12.83	0.63	20.41

表 1 结果表明,不同浓度的水杨酸处理后的芒果,贮藏 12 d 后可溶性固形物含量增加、酸度降低,固酸比增加,水杨酸处理后的芒果果实糖度增加和酸度下降趋势与对照相比较为缓慢,贮藏至 12 d 时,1 mmol/L 水杨酸处理后的

芒果的固酸比为 13.56,而对照果实已增加到 20.41。

## 2.4 水杨酸处理对芒果发病情况的影响

由图 4、图 5 可知,1 mmol/L 和 5 mmol/L 水杨酸处理比清水处理后的芒果的发病率和病情指数都低,1 mmol/L 水杨酸处理的效果最明显,贮藏至 12 d 时,其发病率和病情指数分别只有对照的 80% 和 79%。

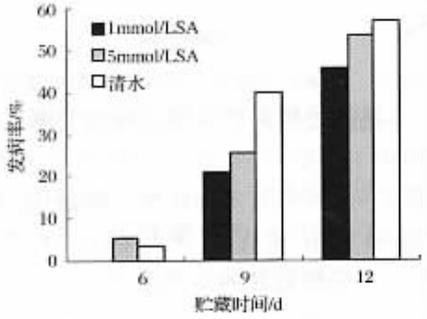


图 4 外源水杨酸对芒果发病率的影响

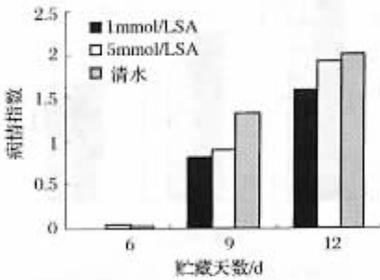


图 5 外源水杨酸对芒果病情指数的影响

## 3 讨论

芒果在后熟过程中伴随着颜色由绿转黄,硬度下降,可溶性固形物含量升高以及酸度下降<sup>[19]</sup>。从本试验看,水杨酸处理能延缓芒果果实贮藏期间色泽的转变,硬度的下降,固酸比的增高,说明水杨酸处理能够延缓芒果果实的后熟衰老。外源水杨酸对果实后熟衰老的延缓作用可能与水杨酸处理后抑制果实乙烯的生物合成和生理作用有关<sup>[7~10]</sup>。

合适浓度的外源水杨酸处理能够诱导植物的系统抗性,本试验的结果表明,水杨酸处理降低了芒果果实的发病率。水杨酸本身不具有杀菌作用,其对芒果贮藏期病害的控制可能是诱

导了果实抗病性相关酶的活性<sup>[20]</sup>。

外源水杨酸的作用效果与处理浓度有关<sup>[12]</sup>。本试验中 1 mmol/L 水杨酸的处理效果比 5 mmol/L 明显。水杨酸浓度过高,不仅不能延缓衰老,反而会造成对果实的伤害<sup>[21]</sup>。

有关水杨酸处理采后芒果果实对其采后生理特性以及抗病性诱导的机理还有待于进一步研究。

## 参 考 文 献

- 1 李德红,潘瑞炽. 水杨酸在植物体内的作用[J]. 植物生理学通讯, 1995, 2(2): 144~149
- 2 Raskin I. Salicylate, new plant hormone[J]. Plant Physiol, 1992, 99: 799~803
- 3 Meena B, Marimuthu T, Velazhahan R. Salicylic acid induces systemic resistance in groundnut against late leaf spot caused by cercosporidium personatum [J]. Journal of Mycology and Plant Pathology, 2001, 31: 139~145
- 4 Raskin I. Role of salicylic acid in plants[J]. Ann Rev Plant Physiol Mol Biol, 1992, 43: 439~463
- 5 Apte P V, Laloraya M M. Inhibitory action of phenolic compounds on abscisic acid-induced abscission[J]. J Exp Bot, 1982, 33: 826~830
- 6 Sano H, Seo S, Orudjev E et al. Expression of the gene for a small GTP binding protein in transgenic tobacco elevates endogenous cytokinin levels, abnormally induces salicylic acid in response to wounding and increases resistance to tobacco mosaic virus infection[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1994, 91: 10556~10560
- 7 Manoj K, Srivastava, Upendra N et al. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid[J]. Plant Science, 2000, 158: 87~96
- 8 Leslie C A, Romani R J. Salicylic acid: a new inhibitor of ethylene biosynthesis[J]. Plant Cell Rep, 1986, 5: 144~146
- 9 Leslie C A, Romani R J. Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid[J]. Plant Physiol, 1988, 88: 833~837
- 10 Romani R J, Hess B M, Leslie C A. Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissue[J]. J Plant Growth Regul, 1989, 8: 63~69
- 11 Xu W P, Chen K S, Li F et al. Regulation of lipoxygenase on jasmonic acid biosynthesis in ripening kiwifruit[J]. Acta Phytophysiol Sin, 2000, 26: 507~514
- 12 Nissen P. Stimulation of somatic embryogenesis in carrot by ethylene: effects of modulators of ethylene

- biosynthesis and action[ J ]. *Physiol Plant* , 1994 , 92 : 397~403
- 13 Prusky D. Pathogen quiescence in postharvest diseases[ J ]. *Ann Rev Phytopath* , 1996 , 34 : 413~434
  - 14 Prusky D , Keen N T. Involvement of preformed antifungal compounds and the resistance of subtropical fruits to fungal decay[ J ]. *Plant Disease* , 1993 , 77 : 114~119
  - 15 黄圣明,刘秀娟,谢艺贤等.咪鲜安等八种杀菌剂对芒果炭疽病菌的毒性比较[J].热带作物学报,1992,1:67~70
  - 16 Kobiler I , Shalom Y , Roth I et al. Effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid on the incidence of side and stem end rots in mango fruits[ J ]. *Postharvest Biology and Technology* , 2001 , 23 : 23~32
  - 17 Jiang Y M , Daryl C , Joyce et al. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bag[ J ]. *Postharvest Biology and Technology* , 1999 , 16 : 187~193
  - 18 Hofman P J , Smith L G , Joyce D C et al. Bagging of mango( *Mangifera indica* cv. ' Keitt ' ) fruit influences fruit quality and mineral composition[ J ]. *Postharvest Biology and Technology* , 1997 , 12 : 83~91
  - 19 Jacobi K K , Wong L S , Giles J E. Effect of fruit maturity on quality and physiology of high-humidity hot air-treated 'Kensington' mango( *Mangifera indica* Linn [ J ]. *Postharvest Biology and Technology* , 1995 , 5 : 149~159
  - 20 葛银林,李德葆.植物抗病性的诱导机制分子生物学进展[J].中国生物防治通报,1995,11(3):134~141
  - 21 李丽萍.外源水杨酸对桃和柿的贮藏效应[D].博士学位论文,中国农业大学,2001.199

## Effect of Exogenous Salicylic Acid( SA ) on Post-harvest Quality of Mango

Zeng Kaifang<sup>1 2</sup> Jiang Weibo<sup>1</sup> Li Xinming<sup>3</sup>

1( College of Food Science and nutritional engineering , China Agricultural University , Beijing , 100083 )

2( College of Food Science , Southwest Agricultural University , Chongqing , 400716 )

3( The Headquartor of Technology Instruction of Fruit Production of Guangxi , Nanning , 530022 )

**ABSTRACT** The effects of different concentration exogenous salicylic acid( SA ) on post-harvest quality of mango were investigated. The results indicated that treatment with 1 mmol/L and 5 mmol/L of SA could reduce decay degree and decay index , retard yellowing , increase TSS/acid ratio and soften mango fruits during normal temperatur( 20°C ) storage. Treatment with 1mmol/L SA had more significant effects than 5mmol/L SA treatment. This implicated that low concentration SA treatment , such as 1mmol/L , could delay senescence of post-harvest mango fruits.

**Key Words** salicylic acid( SA ) , mango , post-harvest quality

### 澳、新修改非抗生素农药的最大残留限量

澳大利亚、新西兰近日将修改《澳大利亚新西兰食品标准法典》中部分非抗生素农药最大残留限量,不符合新标准的产品将被禁止进口或销售。新标准的修订预计在今年年中将获得批准。

《澳大利亚新西兰食品标准法典》是澳大利亚和新西兰共同建立并由独立的澳大利亚新西兰食品标准局负责。除个别标准单独适用于澳大利亚或新西兰外,绝大部分为两国通用标准,适用于两国所有的食品生产和食品进口,涉及食品构成成分、食品添加剂、标识、污染物、残留物等。

该修订将撤销个别农药的最大残留限量,增加和改变一些农药在某些食品中的最大残留限量或临时最大残留限量,包括皮蝇硫磷、虫螨畏、三唑酮、二硫代氨基甲酸酯、除虫菊酯、苯呋菊酯、烯酰吗啉、环氧三宝、戊炔草胺、吡氟氯禾灵、啉虫脒、氟胺氰菊酯、草甘膦、苯霜灵、噻嗪酮、环唑醇、甲霜灵、虫酰肼等。涉及我国常用农药有丙环唑、烯酰吗啉、啉虫脒、噻嗪酮、三唑酮、草甘膦、甲霜灵、虫酰肼,这些农药

目前广泛用于蔬菜、水果、粮食作物和肉蛋类农产品。

业内人士指出,相关部门和企业应密切关注《澳大利亚新西兰食品标准法典》的修订进程,高度重视澳、新此次对非抗生素农药最大残留限量的修改,未雨绸缪,及早采取措施,将新标准对我国农产品和食品出口的影响降低到最小程度。