

## 天然保鲜剂涂膜处理对猕猴桃采后软化效果的影响\*

曾荣<sup>1,2</sup> 李平<sup>1,2</sup> 陈金印<sup>3</sup>

1(佛山科学技术学院,佛山,528231) 2(江西农业大学农学院,南昌,330045)

3(江西农业大学科研处,南昌,330045)

**摘要** 以“金魁”美味猕猴桃为试材,对2种保鲜剂在猕猴桃贮藏过程中的作用机理进行了探讨。结果表明,水杨酸处理能抑制猕猴桃淀粉酶活性,延缓第1阶段的软化,壳聚糖处理对猕猴桃贮藏过程中果胶酶的活性有较强的抑制作用,能延缓第2阶段的软化,壳聚糖处理对猕猴桃整个软化过程的抑制作用优于水杨酸处理。

**关键词** 壳聚糖,水杨酸,美味猕猴桃,软化

猕猴桃种植产业化的发展在一定程度上增加了果农收入,但由于贮藏技术和交通运输的限制,猕猴桃每年的腐烂率高达20%~30%。所以,寻求一种高效、简单、低廉的猕猴桃贮藏技术成为近年来众多学者所关注的热点。本实验以壳聚糖和水杨酸2种天然保鲜剂对猕猴桃果实进行涂膜,研究了其对猕猴桃果实贮藏过程中软化的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为“金魁”美味猕猴桃(*Actinidia. delectiosa*. cv. Jinkui)果实。2002年10月2日及2003年10月18日分2次采自奉新县果业局果园。采后当天运回实验室,选取成熟度一致、大小均匀、无病虫害和表皮无破损的果实,待果实发汗后分别用质量分数1.0%、1.5%、2.0%、2.5%的壳聚糖溶液和0.1、0.3、0.5、0.7 g/L的水杨酸溶液浸果30 s,自然晾干成膜后用0.04 mm的聚乙烯薄膜塑料袋(10 kg/袋)包装,室温贮存。

### 1.2 检测方法

- (1)淀粉含量:斐林试剂法。
- (2)果胶含量:重量法<sup>[1]</sup>。
- (3)淀粉酶活性的测定:参照陈秀伟方法测定<sup>[2]</sup>。
- (4)果胶酶活性的测定:参照韩雅珊的方法<sup>[3]</sup>。
- (5)果肉硬度:用果实硬度计(GY-1型)测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 猕猴桃果肉硬度的变化

第一作者:硕士,助教(陈金印为通讯作者)。

\*江西省自然科学基金资助项目(No. 330076)

收稿日期:2005-03-03,改回日期:2005-10-28

果实采后随着贮藏期的延长,果肉硬度均呈下降趋势。由图1、图2可知,所有处理的果肉硬度下降过程均可分为2个阶段:第1阶段是从采收至贮后15 d左右,果肉硬度下降迅速,质量分数1.0%、1.5%、2.0%、2.5%壳聚糖处理平均每天的硬度下降率分别为2.63%、1.82%、1.78%、3.10%;0.1、0.3、0.5、0.7 g/L水杨酸处理平均每天的硬度下降率分别为2.95%、2.53%、2.59%、2.76%;对照平均每天的硬度下降率为6.84%。这一阶段称之为硬度速降期。第2阶段果肉的硬度下降速率相对缓慢,此阶段称之为硬度缓降期。与对照比较,无论在第1阶段或第2阶段,处理果硬度下降速率均低于对照,尤其是1.5%、2.0%壳聚糖处理和0.3、0.5 g/L水杨酸处理差异更显著,但1.0%、2.5%壳聚糖处理及0.1、0.7

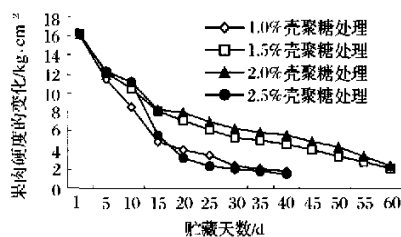


图1 猕猴桃贮藏期果实硬度的变化

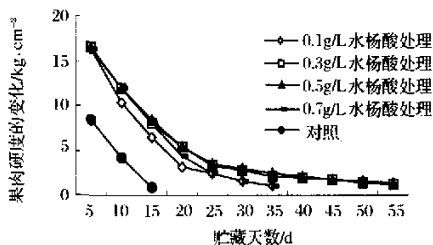


图2 猕猴桃贮藏期果实硬度的变化

g/L水杨酸处理与对照差异不大。所以,下面的结果与分析中只讨论壳聚糖1.5%及2.0%处理、水杨酸

0.3 g/L 及 0.5 g/L 处理对猕猴桃的保鲜效果。

## 2.2 淀粉酶活性与淀粉含量的变化

猕猴桃采后的第 1 软化阶段主要是由淀粉酶活性控制,在此阶段,淀粉酶活性逐渐上升而达到最大值。淀粉酶活性的上升加速了淀粉的水解,使果肉细胞膨压下降,从而导致果实硬度下降。从图 1、图 4 可以看出,淀粉酶活性上升的阶段主要发生在果肉硬度迅速下降区。在这一阶段,各处理淀粉酶的活性迅速上升随后又迅速下降,而在贮藏的中后期淀粉酶活性变化不大,各处理到达高峰的时间及峰值不同。壳聚糖 1.5% 处理淀粉酶活性最早到达高峰,且峰值最大,其次是壳聚糖 2.0% 处理、水杨酸 0.3、0.5 g/L 处理,这一阶段的变化与果实第 1 软化阶段的变化相似,随后淀粉酶活性迅速下降,以壳聚糖 2.0% 处理下降最快。在贮藏的中后期壳聚糖 1.5% 处理果实内淀粉酶活性最高,此时壳聚糖 2.0% 处理淀粉酶活性与水杨酸两处理差别不大,甚至低于水杨酸处理。各处理淀粉含量的变化如图 3 所示,在整个贮藏过程中,水杨酸处理果实内淀粉含量均略高于壳聚糖处理,只是在贮藏中后期差别不大,但各处理均明显优于对照。由此可以得出结论:水杨酸处理较壳聚糖处理能更好地抑制果实淀粉酶活性,推迟淀粉酶活性高峰的来临,降低峰值,从而延缓淀粉的水解,有效地抑制了猕猴桃采后第 1 阶段的软化。

## 2.3 果胶酶活性和果胶物质含量的变化

果胶质组分的构成是猕猴桃是否成熟的重要指标之一。一般果胶质可分为水溶性果胶和非水溶性果胶 2 种状态。果实中非水溶性果胶含量愈多,果肉硬度愈大。果胶质主要存在于细胞壁的胞间层,其作用是使相邻的细胞紧密地结合在一起,保证果皮组织一定的致密度和硬度。伴随着猕猴桃贮藏期的延长,果皮组织中果胶酶活性逐渐上升。果胶酶催化分解胞间层中的果胶质,并促使细胞壁纤维素分解,使细胞壁间连接疏松,细胞间隙增大,果皮组织通透性增强,果实硬度下降。从图 5、图 6 可以看出,在猕猴桃果实的硬度速降期,各处理多聚半乳糖醛酸(PG)活性都处于较低水平,果胶物质含量也没有明显变化。当果实进入第 2 软化阶段后,各处理 PG 活性急剧上升,于贮藏 25d 左右达到活性高峰,但各处理高峰值不同,以水杨酸 0.3 g/L 处理最高,其后依次为水杨酸 0.5 g/L、壳聚糖 1.5%、2.0% 处理,随后 PG 活性缓慢下降。观察整个贮藏过程,不难看出壳聚糖 2.0% 处理果实 PG 活性一直低于其他处理,贮藏后

期差别更加明显。比较 2 种保鲜剂的效果,壳聚糖处理明显优于水杨酸处理,再比较与此相对应的果胶物质的含量(见图 5),壳聚糖 2.0% 处理果实果胶物质含量一直高于其他处理。

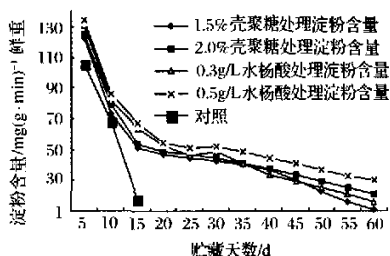


图 3 猕猴桃果实贮藏过程中淀粉含量变化

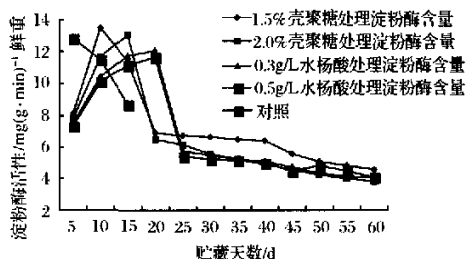


图 4 猕猴桃果实贮藏过程中淀粉酶活性的变化

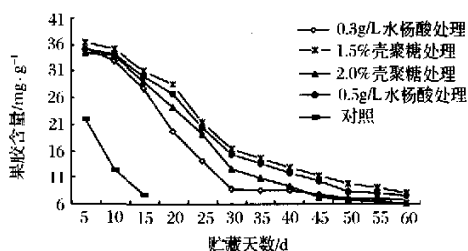


图 5 猕猴桃果实贮藏过程中果胶含量的变化

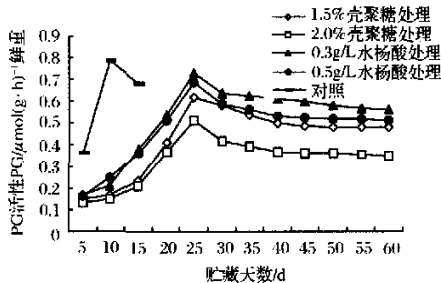


图 6 猕猴桃果实贮藏过程中 PG 活性的变化

从以上分析可知,水杨酸处理虽然在猕猴桃硬度速降阶段比壳聚糖处理能更好地抑制淀粉酶活性,延缓猕猴桃第 1 阶段的软化,但在硬度的缓降阶段,对抑制果胶酶活性的上升及果胶质的水解却不及壳聚糖处理。分析其中的原因,认为由于猕猴桃采后仍是

一个活的有机体,仍进行着一系列的生理活动,壳聚糖涂膜后被吸收进了果皮组织,由于壳聚糖化学性质的影响,吸入果皮组织的壳聚糖填充于胞间层和细胞壁纤维素分子间,可能与果胶质和纤维素混合或与之结合,改变了果胶质的性质,使其避免或减少果胶酶的分解作用的影响,保持果皮组织的结构和功能,所以壳聚糖处理比水杨酸处理能更好地阻止果实第2阶段的软化作用。

### 3 讨 论

猕猴桃采后的硬度变化分为2个阶段,贮藏前期硬度下降较快,后期下降缓慢<sup>[4]</sup>。猕猴桃快速软化阶段与淀粉酶活性有关,当淀粉酶活性升高时,猕猴桃软化加速。淀粉作为细胞内容物对细胞起着支撑作用,并维持细胞的膨压。当淀粉被水解后,这一内容物直接转化为可溶性糖,进而被代谢,引起细胞膨力的下降,导致果实的软化。淀粉的降解是由淀粉酶活性控制的,因此,凡是影响淀粉酶活性的处理,都将影响淀粉的含量和果实第1阶段的软化。本实验发现,不同浓度水杨酸处理较壳聚糖处理能更好地抑制猕猴桃第1阶段的软化,且在处理的范围内水杨酸处理浓度越高,抑制效果越明显,若超过这一浓度则效果相反。分析其中的原因,可能是水杨酸处理后果实体内 $H^+$ 浓度过高,过氧化物产生的量减少,过氧化物酶活性降低;同时随着果实体内汁液pH值降低,多酚氧化酶活性降低。处理浓度过高,酶活性上升的时间反而提前,可能是由于浓度过高加快果实中果胶物质的水解,使细胞壁、细胞膜受损,体内分室作用减弱,使酶与底物的直接接触增加,影响了处理的效果,甚至刺激酶活性的上升。

猕猴桃采后的第2软化阶段,即硬度缓降期与果胶质的水解有关。果胶质是构成细胞初生壁和胞间层的主要部分。在果实成熟之前呈不溶状态,即原果

胶。这时果肉质地坚硬,细胞结构完整。在果实后熟过程中,随着果胶酶活性的不断提高,原果胶逐步降解为可溶性果胶,细胞结构也随之受损,果肉硬度下降。随着衰老进程的不断加深,细胞膜透性逐渐增加,电解质大量外渗,最终导致细胞结构解体<sup>[5~7]</sup>。本实验结果显示,虽然水杨酸处理较壳聚糖处理能更好地抑制猕猴桃果实采后第1阶段的软化,但在软化的第2阶段其软化速度加剧,最终先于壳聚糖处理到达细胞死亡状态。由此可见,壳聚糖处理能较好地抑制猕猴桃第2阶段的软化,这可能是由于壳聚糖涂膜后被吸收入果肉组织,吸入的壳聚糖填充于细胞壁和胞间层纤维素分子之间,可能与果胶质和纤维素混合或与之结合,改变果胶质的性质,使其避免或缓解果胶酶分解作用的影响,保持组织的结构和功能。分析以上结果,在猕猴桃的整个软化阶段,对其软化进程起决定作用的似乎是第2软化阶段,因为水杨酸处理虽然很好地抑制了猕猴桃第1阶段的软化,但最终却先于壳聚糖处理到达细胞死亡状态。

### 参 考 文 献

- 1 中华人民共和国国家进出口商品检验局编. 柑桔检验[M]. 北京: 中国对外经济贸易出版社, 1984
- 2 陈秀伟, 冯叙桥主编. 农产品贮藏运销学实验教程[M]. 重庆: 西南农业大学出版社, 1989. 215~219
- 3 韩雅珊主编. 食品化学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996. 79~81
- 4 Lallu N, Searl A N, MacRae E A, An investigation of ripening and handling strategies for early season Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) [J]. Sci Food Agric, 1999, 47:387~400
- 5 王贵喜, 韩雅山, 于 梁. 猕猴桃软化过程中阶段性专一酶活性变化的研究[J]. 植物学报, 1995, 37(3):198~203
- 6 Mochizuki T, Kurosaki T. Histochemical changes of starch in kiwifruit (*Actinidia chinensis* planch) during fruit growth and storage [J]. Jap Soc Food Tech, 2001, 35(4):221~225
- 7 Redgwell R J, Melton L D, Brash D J. Cell wall dissolution in ripening kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) [J]. Plant Physiol, 2002, 98(1):71~78

## Effect of Natural Preservatives on Fruits Softening of *Actinidia deliciosa* during Storage

Zeng Rong<sup>1,2</sup> Li Ping<sup>1,2</sup> Chen Jinyin<sup>3</sup>

1(College of Foshan Science Technology, Foshan 528231, China)

2(College of Agronomy, JAU, Nanchang 330045, China) 3(JAU, Nanchang 330045, China)

**ABSTRACT** "Jinkui" kiwi fruits were coated with chitosan and salicylic acid solution and stored at room temperature. The results showed that salicylic acid treatment can restrain the activity of amylase, delaying the first softening stage. The activity of PG was greatly inhibited by the chitosan treatments and postponed the second softening period. The effect of chitosan treatment in inhibiting softening was better than the salicylic acid.

**Key words** chitosan, salicylic acid, *Actinidia deliciosa*, softening