

# 可食性复合涂膜保鲜剂对延长 鲜切苹果货架期的研究

曾文兵

(南昌泰康食品科技有限公司, 江西 南昌 330029)

**摘 要:** 本文主要研究了可食性涂膜剂与抗褐变剂复配后对鲜切苹果的保鲜效果。研究表明: 25℃条件下, 苹果切块经卡拉胶(0.5%)涂膜剂和乳清浓缩蛋白 WPC(5%)涂膜剂处理后, 其呼吸强度可分别降低5%和20%。在可食性涂膜剂中添加不同的抗褐变剂对苹果切块有良好的护色效果, 添加1%  $\text{CaCl}_2$ 可增加产品的硬度, 同时这些复合保鲜剂可提高苹果切块的感官指标和抑制微生物繁殖, 而5%WPC涂膜液+1%  $\text{CaCl}_2$ +1%抗坏血酸复合液浸泡苹果切块, 3℃条件下贮藏2w后保鲜效果最佳。

**关键词:** 鲜切苹果; 可食性涂膜剂; 呼吸强度; 抗褐变剂; 色泽

Study on Extending Shelf-life of Fresh-cut Apples with Edible Coatings Compound Preservative

ZENG Wen-bing

(Nanchang Telcan Food Science Co. Ltd., Nanchang 330029, China)

**Abstract:** Effect of edible coatings in combination with antibrowning agents on fresh-cut apple slices was studied. The results

收稿日期: 2005-04-19

作者简介: 曾文兵(1978-), 男, 硕士, 主要从事食品保鲜剂的研究。

浓度  $\text{CO}_2$  长期作用下, 生理代谢异常, 积累了大量乙醇、乙醛等有害物质<sup>[12]</sup>, 籽粒品质严重下降, 风味劣化, 得分最低, 因此石榴贮藏不宜采用高浓度  $\text{CO}_2$  处理。

## 3 结 论

3.1 石榴贮藏温度低于2℃会发生冷害, 8℃时果皮褐变严重, 以5℃下贮藏为宜。

3.2 高浓度  $\text{O}_2$  增强石榴呼吸强度, 高浓度  $\text{CO}_2$  引起石榴生理病害, 二者均加速果皮褐变和果实腐烂, 所以石榴不宜在高浓度  $\text{O}_2$  和高浓度  $\text{CO}_2$  下贮藏。

3.3 综合比较各项指标得出: 陕西临潼净皮甜石榴在温度  $(5.0 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 、相对湿度90%~95%、气体浓度3%  $\text{O}_2$  和3%  $\text{CO}_2$  的条件下贮藏效果为好, 贮藏100d时, 石榴籽粒可溶性固形物含量14.2%, 总酸含量0.384%, 果皮褐变指数0.12, 果实腐烂率3.5%, 贮后石榴外观和内部籽粒品质俱佳, 有很高的商品价值。

参考文献:

- [1] 刘兴华, 胡青霞, 罗安伟, 等. 石榴果皮褐变相关因素及其控制研究[J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(6): 51-55.
- [2] 胡云峰, 李喜宏, 关文强. 石榴低温气调保鲜技术[J]. 果农之友, 2003, (1): 40.
- [3] Elyatem S M, Kader A A. Postharvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits[J]. Scientia Horti, 1984, 24: 287-298.
- [4] Gil M I, Sanchez R, Marin J G, et al. Quality changes in pomegranate during ripening and cold storage[J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1996, 202: 481-485.
- [5] 刘兴华, 胡青霞, 寇莉苹, 等. 石榴采后果皮褐变研究现状[J]. 西北林学院学报, 1997, 12(4): 93-96.
- [6] 张有林, 陈锦屏, 杜万军. 石榴贮期生理变化及贮藏保鲜技术研究[J]. 食品工业科技, 2004, 25(12): 118-121.
- [7] Artes F, Marin J G, Martinez J A. Controlled atmosphere storage of pomegranate[J]. Z Lebensm Unters Forsch, 1996, 203: 33-37.
- [8] Ben-Arie R, Or E. The development and control of husk scald on "Wonderful" pomegranate fruit during storage[J]. J Am Soc Horti Sci, 1986, 111: 395-399.
- [9] 侯曼玲. 食品分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 39-41.
- [10] 张创新, 王养利, 潘锋, 等. 石榴贮藏保鲜“四度”控制技术[J]. 西北园艺, 2004, (10): 53-54.
- [11] 王文辉, 许步前. 果品采后处理及贮运保鲜[M]. 北京: 金盾出版社, 2003. 69-74.
- [12] 张有林, 苏东华. 果品贮藏保鲜技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000. 29-31.

showed that the initial respiration rate was decreased by 5% and 20% in carrageenan (0.5%)–coated and whey protein concentrate (5%)–coated apples respectively at 25°C. Addition of antibrowning agents to the edible coating solutions was advantageous in maintaining color during storage. Addition of  $\text{CaCl}_2$  (1%) significantly inhibited the loss of firmness. These edible coatings compound preservative also showed positive sensory analysis results and beneficial reduction of microbial levels. WPC (5%) containing ascorbic acid (1%) plus  $\text{CaCl}_2$  (1%) was the most effective preservation treatment on fresh-cut apple slices at 3°C for 2 weeks.

**Key words** fresh-cut apples; edible coatings; respiration rate; antibrowning agents; color

中图分类号: TS205.9

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2006)2-0262-04

切割后的果蔬产品,易造成水分散失、软化、微生物污染、呼吸强度增加、乙烯增多和切割部位的褐变等品质变化<sup>[1]</sup>,如鲜切后的果蔬呼吸强度是未经加工对照组的1.2~7倍<sup>[2]</sup>。呼吸强度增加,大大缩短鲜切果蔬的货架期。可食性涂膜由于其本身对 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 及水蒸汽有选择性渗透作用,可延缓果蔬本身的呼吸速度,减少水分散失和氧化速率,从而延长果蔬的货架期<sup>[3]</sup>。苹果轻度加工如鲜切后,如果暴露在空气中,容易引起酶促褐变。以前常用硫化物来防止褐变,近年来常用抗坏血酸、柠檬酸和含硫氨基酸或它们与防腐剂的复配物,来代替硫化物抑制酶促褐变<sup>[4]</sup>。Son曾比较过36种已知的抗褐变剂的相关抗褐变效果<sup>[5]</sup>。到目前为止,还没有可食性涂膜和抗褐变剂复配用于降低鲜切苹果的呼吸强度及防止其褐变的研究,本研究通过比较几种不同复合保鲜剂对苹果切块的保鲜效果,旨在探讨一种可以延长鲜切苹果货架期的保鲜方法。

## 1 材料与方法

1.1 原料 苹果 江西农业大学(南昌)果园。

1.2 试剂与设备

1.2.1 试剂

卡拉胶 海南南港卡拉胶食品公司;乳清浓缩蛋白(WPC-80) 秦皇岛阿尔玛营养公司;羧甲基纤维素钠 重庆力宏有限公司;聚乙二醇PEG200(药用级别) 北京市国人逸康科技有限公司; $\text{CaCl}_2$ 、甘油和草酸、柠檬酸及抗坏血酸均采用食用级(市售)。

1.2.2 设备

气相色谱仪;色差仪CR-300(日本minotul公司);GY-1型果实硬度计。

1.3 苹果采收及处理

从江西农业大学(南昌)果园中采摘新鲜苹果,8~9成熟,4°C冷藏备用。使用前挑选大小及色泽一致的样品,蒸馏水洗净。用不锈钢刀把苹果去皮后切成1.5cm<sup>3</sup>大小的立方体形状,于涂膜液中浸泡2min后,室温下晾干。

1.4 可食性涂膜的制备

1.4.1 卡拉胶涂膜液的制备 称取0.5%卡拉胶,同时

称取0.75g/g卡拉胶量的塑化剂(甘油:聚乙二醇=1:1(W/W)),蒸馏水溶解,边搅拌边加热到70°C,保温40min,然后冷却到室温。

1.4.2 WPC涂膜液的制备 5%乳清浓缩蛋白+2.5%(V/V)甘油+0.25%CMC+0.125% $\text{CaCl}_2$ ,蒸馏水溶解,加热到80°C保持30min后冷却到室温。

1.4.3 抗褐变剂的制备 共制备了六组抗褐变剂:①1%抗坏血酸液;②1%柠檬酸液;③0.05%草酸液;④1%抗坏血酸+0.02%草酸;⑤1%抗坏血酸+0.5%柠檬酸;⑥1%抗坏血酸+1% $\text{CaCl}_2$ ,同时蒸馏水作空白对照。

1.5 呼吸速率的测定

取苹果切块100g,25°C贮藏在一个密闭的玻璃容器中(1.1L),24h内每隔6h收集容器顶部气体,通过气相色谱法测定 $\text{CO}_2$ 的含量来测定其呼吸强度。色谱条件:装置配有热导仪与CTR1柱,以氦气为载体,流速为55ml/min,注射器50°C,探测器100°C,柱温50°C,每一结果做3个重复。

1.6 色泽变化的测定

待测样品用色差仪CR-300测定色泽的变化,每6h测定一次,共测4次,褐变值用L-值及a-值表示,测10个重复样品,取其平均值。

1.7 贮藏环境

将制备好的苹果切块浸泡在下列4种溶液中保持2min。①CAR<sub>1</sub>组-0.5%卡拉胶涂膜液+1%抗坏血酸+0.02%草酸;②CAR<sub>2</sub>组-0.5%卡拉胶涂膜液+1%抗坏血酸+0.5%柠檬酸;③WPC<sub>1</sub>组-5%WPC涂膜液+1%抗坏血酸+0.02%草酸;④WPC<sub>2</sub>组-5%WPC涂膜液+1%抗坏血酸+1% $\text{CaCl}_2$ 。同时以蒸馏水做空白对照,苹果切块浸泡后晾干,装入聚乙烯袋中(100g/袋),热封口,3°C贮藏2w后评价各项质量指标。

1.8 硬度的测定

GY-1型果实硬度计。

1.9 微生物测定

贮藏后的样品,每袋取10g苹果切块,放入无菌试管中,加入15ml 0.1%无菌丙酮水溶液,充分摇匀,倒入琼脂营养培养基中,30°C培养2d,再进一步扩大培养,10°C培养9d,以CFU/g计算菌落数,所有的实验做2个重复。

### 1.10 感官测定

对供试样品任意取 10 个样, 每个样品按颜色、硬度、风味及整体外观进行分级打分, 共 9 分, 分成三等。得分 1~4 表示不可接受, 4~6 表示一般, 6~9 分表示商品价值乐意接受。

## 2 结果与分析

### 2.1 涂膜对呼吸强度的影响

由表 1 可看出卡拉胶与可食性乳清浓缩蛋白对呼吸强度的影响, 本研究中所配制的几种涂膜保鲜剂都可降低苹果切块呼吸强度, 乳清浓缩蛋白涂膜效果优于卡拉胶涂膜效果, 前者可降低呼吸强度 20% 而后者仅为 5%, 这说明乳清浓缩蛋白涂膜液对空气的选择阻隔性能, 使得涂膜可在苹果切块周围形成良好的微气调环境。

表 1 不同可食性涂膜对苹果切块呼吸作用的影响  
(25℃, 1d) (以  $\text{CO}_2\text{mg/kg} \cdot \text{h}$  计)

Table 1 Effect of edible coatings on the initial respiration rate ( $\text{CO}_2\text{mg/kg} \cdot \text{h}$ ) of minimally processed apple slices (25℃ for 1day)

可食性涂膜	最初呼吸强度 ( $\text{CO}_2\text{mg/kg} \cdot \text{h}$ )
Control	$44.80 \pm 0.56$
0.5% 卡拉胶	$42.51 \pm 0.98$
5% 乳清浓缩蛋白	$34.95 \pm 1.79$

### 2.2 抗褐变剂对苹果贮存色泽的影响

本研究中 1% 柠檬酸浸泡处理鲜切苹果后, L- 值低而 a- 值高 (见图 1)。低 L- 值和高 a- 值表示褐变严重。由图 1 可见: 如果单独使用抗坏血酸或柠檬酸不能有效防止酶促褐变, 而采用不同的抗褐变剂配伍后, 对苹果切块的护色保鲜则显示出了较好的协同增效作用, 抗坏血酸 / 草酸混合处理苹果切块, 25℃ 下贮藏 1d, 保鲜效果明显, 由于草酸良好的抗褐变作用<sup>[5]</sup>, 低浓度的抗坏血酸 / 草酸液处理切块即有良好的抗褐变效果。由图 1 还可看出: 抗坏血酸 / 氯化钙混合液处理 L- 值比其它组低, 可有较防止鲜切苹果酶促褐变。

### 2.3 贮藏期内色泽与硬度的变化

几种不同保鲜剂涂膜处理苹果切块, 3℃ 储存 2w 后的结果表明, 与空白对照相比, 可食性涂膜可延缓切块的酶促褐变。CAR<sub>1</sub>、CAR<sub>2</sub> 和 WPC<sub>2</sub> 组可使切块在 2w 内色泽不变, 而 WPC<sub>1</sub> 处理组在贮藏期间的第三天即发生褐变 (见图 2)。WPC<sub>1</sub> 与 WPC<sub>2</sub> 处理组对保持切块硬度效果明显, WPC<sub>2</sub> 组含硬化剂  $\text{CaCl}_2$ , 经它处理的切块硬度最高, WPC<sub>1</sub> 处理组  $\text{Ca}^{2+}$  浓度偏低, 硬度比 WPC<sub>2</sub> 差, 其它不含  $\text{CaCl}_2$  组及空白组处理苹果后硬度更差, 其中 CAR<sub>2</sub> 处理组的硬度比 CAR<sub>1</sub> 处理组差, 原因可能是 CAR<sub>2</sub> 溶液 pH 比 CAR<sub>1</sub> 更低, 有报道表明<sup>[6]</sup>, 这种切块软化可能归功于果胶酸的酸水解。本研究结果显示添加  $\text{CaCl}_2$  到酸溶液中可减少切块软化的程度。

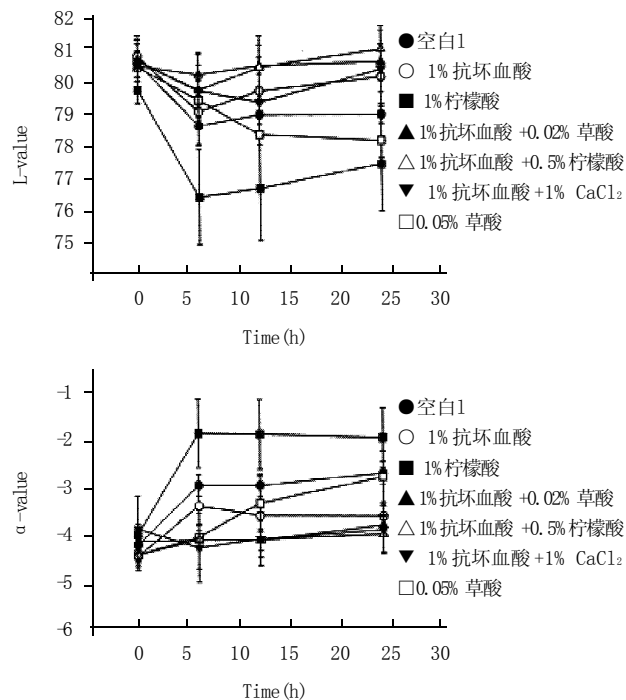


图 1 不同抗褐变剂对加工苹果色泽变化的影响  
(储存条件: 25℃, 24h)

Fig.1 Effect of various antibrowning agents on color changes of minimally processed apple slices (25℃ for 24 h)

### 2.4 储藏期间微生物的变化

当苹果表面微生物繁殖达到一定数目 ( $1 \times 10^6 \text{CFU/g}$ ) 后, 说明切块失去商品品质, 由表 2 可以看出经涂膜后的苹果储藏 2w 后微生物数量不超过  $10^4 \text{CFU/g}$ , 而空白组则超过  $10^6 \text{CFU/g}$ , 实验表明复合涂膜对鲜切苹果微生物的繁殖有一定的抑制作用。

### 2.5 感官评价

所有经涂膜的切块与空白组相比, 感官评价得分相对要高 (见表 3)。储藏期第一周 CAR<sub>1</sub> 涂膜处理切块外形最佳, 第二周内变差, CAR<sub>2</sub> 组在周内色泽保护效果最明显, 但由图 3 可见硬度略欠佳, WPC<sub>1</sub> 与其它组相比感官评价得分最低, 考虑到风味因素, 乳清浓缩蛋白组在贮藏期内除了乳清蛋白溶液的气味外, 苹果切块的风味并无改变, 而 WPC<sub>2</sub> 处理组在贮藏期内色泽及硬度最佳, 本研究中, 主要考虑了涂膜对苹果色泽与硬度的影响, 而对风味的影响只作为一个参考。

## 3 结论

3.1 可食性涂膜中添加抗褐变剂能有效地延长鲜切苹果的货架期, 3℃ 下能储藏 2w。

3.2 卡拉胶 (0.5%) 或乳清浓缩蛋白 (5%) 与抗褐变剂伍配可保持鲜切苹果的色泽, 而抗坏血酸、柠檬酸、草酸与  $\text{CaCl}_2$  复配对保持鲜切苹果的色泽有协同增效作用。

3.3 添加  $\text{CaCl}_2$  可保持切块的硬度, 而加入柠檬酸可防

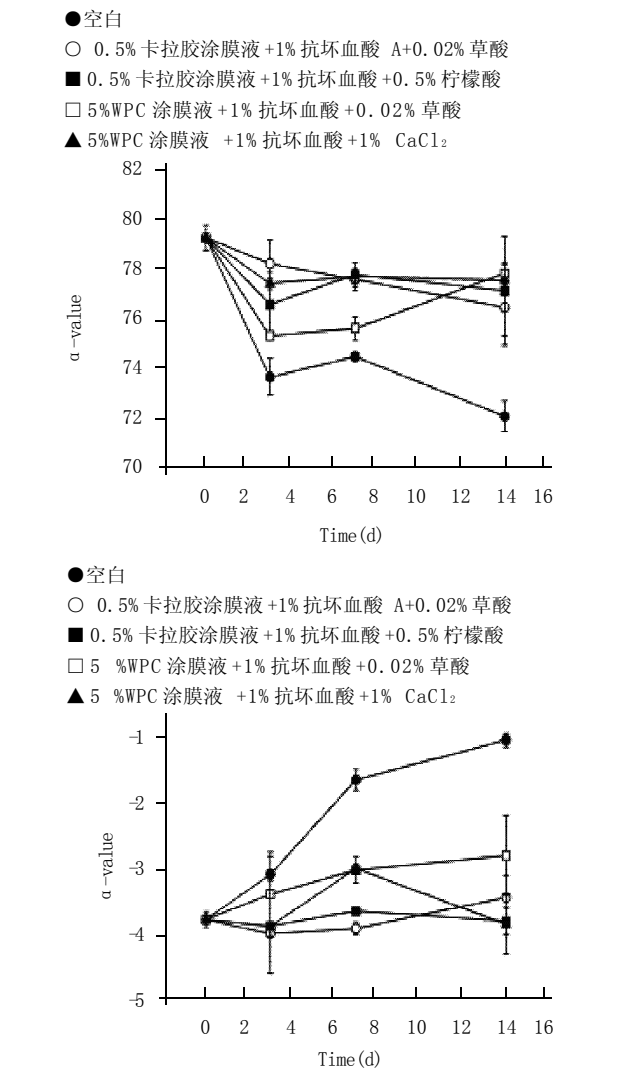


图 2 苹果切块在 3℃下储藏 2w 后颜色的变化  
Fig.2 Color changes of minimally processed apple slices after 2 weeks at 3℃

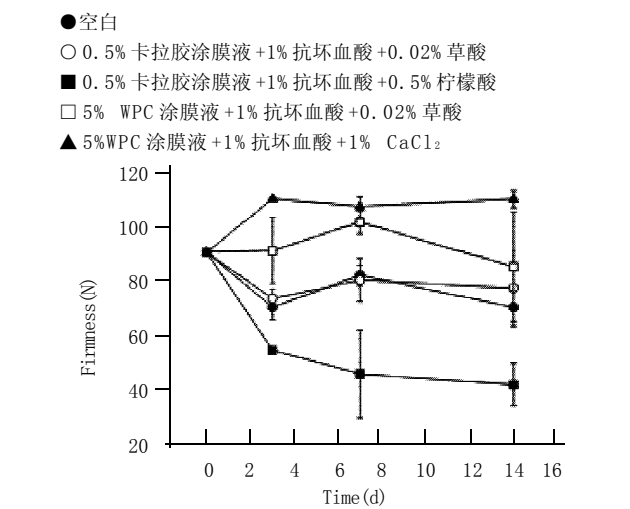


图 3 苹果切块在 3℃下储藏 2w 后硬度的变化  
Fig.3 Firmness changes of minimally processed apple slices after 2 weeks at 3℃

表 2 鲜切苹果在 3℃下储藏时表面细菌总数变化(单位 10<sup>4</sup>CFU/g)  
Table 2 Microbial count of minimally processed apple slices at 3℃(10<sup>4</sup>CFU/g)

组别	储藏时间(d)					
	4	7	10	14	18	21
CAR <sub>1</sub>	0.33	0.41	0.67	<0.86	11.2	>150
CAR <sub>2</sub>	0.20	0.27	0.58	0.95	13.2	>120
WPC <sub>1</sub>	0.25	0.31	0.37	0.45	1.98	>121
WPC <sub>2</sub>	0.23	0.42	0.81	<0.9	2.1	>100
空白	1.95	56.7	98.3	123.6	>200	>500

表 3 鲜切苹果储藏后的感官评价(3℃储藏 2w)  
Table 3 Sensory analysis of minimally processed apple slices after 2 weeks at 3℃

	样品	色泽	硬度	风味	整体外观
After 3 d	空白	2.40 <sup>d</sup>	3.70 <sup>b</sup>	5.40 <sup>b</sup>	2.90 <sup>c</sup>
	CAR <sub>1</sub>	7.60 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	6.60 <sup>a</sup>	7.70 <sup>a</sup>
	CAR <sub>2</sub>	8.20 <sup>a</sup>	4.00 <sup>b</sup>	7.10 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>
	WPC <sub>1</sub>	5.20 <sup>c</sup>	5.60 <sup>a</sup>	5.10 <sup>b</sup>	5.40 <sup>b</sup>
	WPC <sub>2</sub>	7.30 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	5.30 <sup>b</sup>	7.10 <sup>a</sup>
After 7 d	空白	1.70 <sup>d</sup>	4.80 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	2.10 <sup>c</sup>
	CAR <sub>1</sub>	7.70 <sup>a</sup>	6.70 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>
	CAR <sub>2</sub>	8.50 <sup>a</sup>	4.30 <sup>b</sup>	6.90 <sup>a</sup>	6.30 <sup>b</sup>
	WPC <sub>1</sub>	4.20 <sup>c</sup>	5.60 <sup>b</sup>	5.90 <sup>b</sup>	5.10 <sup>b</sup>
	WPC <sub>2</sub>	6.30 <sup>b</sup>	7.00 <sup>a</sup>	5.50 <sup>b</sup>	6.30 <sup>b</sup>
After 14 d	空白	1.70 <sup>c</sup>	4.30 <sup>b</sup>	4.60 <sup>a</sup>	1.80 <sup>c</sup>
	CAR <sub>1</sub>	4.60 <sup>b</sup>	5.30 <sup>a</sup>	5.00 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>
	CAR <sub>2</sub>	7.50 <sup>a</sup>	4.75 <sup>c</sup>	5.88 <sup>a</sup>	5.63 <sup>b</sup>
	WPC <sub>1</sub>	4.70 <sup>b</sup>	6.00 <sup>b</sup>	5.70 <sup>a</sup>	5.30 <sup>b</sup>
	WPC <sub>2</sub>	7.30 <sup>a</sup>	6.90 <sup>a</sup>	6.90 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>

注: (1) 以上数值是 10 个评价值的平均值(CAR<sub>1</sub>—0.5%卡拉胶涂膜液+1%抗坏血酸+0.02%草酸; CAR<sub>2</sub>—0.5%卡拉胶涂膜液+1%抗坏血酸+0.5%柠檬酸; WPC<sub>1</sub>—5%WPC 涂膜液+1%抗坏血酸+0.02%草酸; WPC<sub>2</sub>—5%WPC 涂膜液+1%抗坏血酸+1%CaCl<sub>2</sub>); (2) 数据后面的字母表示差异显著性 (p<0.05; 邓肯氏多重显著性测定); (3) 按照储藏后样品乐意接受的程度按满分 9 分分成 3 等: 1~4 表示不可接受, 4~6 表示一般, 6~9 表示乐意接受。

止切块组织软化, 这些经可食性涂膜处理的鲜切苹果保鲜效果较好, 同时可抑制微生物的繁殖。

#### 参考文献:

- [1] Rolfe R S, Chism G W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables[J]. Journal of Food Quality, 1987, (10): 157-177.
- [2] Ahvenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables[J]. Trends in Food Science and Technology, 1996, (7): 179-187.
- [3] Baldwin E A, Nisperos-Carriedo M O, et al. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating[J]. Postharvest Biology and Technology, 1995, (9): 151-163.
- [4] Dudley E D, Hotchkiss J H. Cysteine as an inhibitor of polyphenoloxidase [J]. Journal of Food Biochemistry, 1989, 13: 65-75.
- [5] Son S M, Moon K D, et al. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices[J]. Food Chemistry, 2001, 73: 23-30.
- [6] Ponting J D, Jackson R, et al. Refrigerated apple slices: effects of pH, sulfites and calcium on texture[J]. Journal of Food Science, 1971, 36: 349-350.