

# 茶多酚/海藻酸钠膜对鲜切猕猴桃品质的影响

张丽华, 张培旗, 纵伟, 胡少帅, 王晓雯

(郑州轻工业学院食品与生物工程学院, 河南郑州 450002)

**摘要:** 为了延长鲜切猕猴桃的货架期和保持其新鲜品质, 本试验研究了不同浓度茶多酚/海藻酸钠涂膜处理对(4±0.5) °C贮藏鲜切猕猴桃的可溶性固形物、色泽、总叶绿素、抗坏血酸、总酚和细菌总数的影响。试验分为对照组(Control), 海藻酸钠处理组(T0), 1.0%茶多酚/海藻酸钠组(T1), 1.5%茶多酚/海藻酸钠组(T2)和2.0%茶多酚/海藻酸钠组(T3)。结果显示, 在(4±0.5) °C贮藏12 d, T0处理可减缓可溶性固形物含量和总叶绿素含量降低的速度, 对鲜切猕猴桃的 $L^*$ 值和 $a^*$ 值无显著影响。T1、T2和T3处理可显著抑制抗坏血酸含量和总酚含量的下降, 并显著降低鲜切猕猴桃表面的细菌总数(TPC), 使TPC在贮藏12 d时保持在 $10^6$  CFU/g以内。然而, T2和T3处理显著降低了猕猴桃片的 $L^*$ 值和 $a^*$ 值。研究结果表明, 当膜液中茶多酚的质量分数为1.0%时, 可较好的保证鲜切猕猴桃的品质。

**关键词:** 猕猴桃; 鲜切; 可食膜; 海藻酸钠; 茶多酚

文章编号: 1673-9078(2014)12-182-187

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2014.12.031

## Effect of Tea Polyphenol-containing Sodium Alginate-Based Edible Coatings on the Quality of Fresh-Cut Kiwifruit

ZHANG Li-hua, ZHANG Pei-qi, ZONG Wei, HU Shao-shuai, WANG Xiao-wen

(College of Food and Biological engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to extend the shelf-life and maintain the quality of fresh-cut kiwifruit, the effects of different concentrations of tea polyphenols incorporated into a sodium alginate-based edible coating on the soluble solid content, color, total chlorophyll content, ascorbic acid content, total polyphenol content, and total bacterial count of fresh-cut kiwifruit (stored at 4±0.5 °C) were evaluated. The various groups used in the experiment were the control, sodium alginate-treated (T0), sodium alginate coating containing 1.0% (m/V) of tea polyphenol (T1)-treated, sodium alginate coating containing 1.5% (m/V) of tea polyphenol (T2)-treated, and sodium alginate coating containing 2.0% (m/V) of tea polyphenol (T3)-treated groups. The results showed that the T0 treatment could slow down the decrease of the soluble solid content and total chlorophyll content, but had no significant impact on the  $L^*$  and  $a^*$  values. T1, T2, and T3 treatments could, apparently, stop the decline of ascorbic acid and total polyphenol content, significantly reduce the total plate count (TPC) on the surface of fresh-cut kiwifruit, and limit the TPC to within  $10^6$  CFU/g after 12-day storage. However, T2 and T3 treatments significantly decreased the  $L^*$  and  $a^*$  values of fresh-cut kiwifruit. In conclusion, when the mass fraction of tea polyphenol in the sodium alginate coating was 1.0%, a good quality of fresh-cut kiwifruit could be maintained.

**Key words:** kiwifruit; fresh-cut; edible coating; sodium alginate; tea polyphenols

鲜切果蔬(fresh-cut fruits and vegetables)又称轻度加工果蔬、半加工果蔬,是以新鲜果蔬为原料,经清洗、去皮、切割或切分、修整、包装并且保持冷藏等加工过程而制成的即时果蔬加工品<sup>[1]</sup>。随着现代生活节奏的加快和消费能力的提高,鲜切果蔬以其新鲜、方便、营养、无公害等特点,显示出巨大的市场潜力。切割后的果蔬常表现出呼吸作用增大、乙烯含量增多、

收稿日期: 2014-06-23

基金项目: 郑州轻工业学院博士科研启动金项目(2013BSJ003); 郑州轻工业学院大学生科技创新项目

作者简介: 张丽华(1982-),女,博士,讲师

失重、软化、微生物侵染、切割部位的褪色或褐变以及汁液流失等品质变化<sup>[2]</sup>。猕猴桃鲜切后,如果暴露在空气中,容易引起褪绿和微生物污染等品质劣变现象。近年来相继报道采用气调包装<sup>[3-4]</sup>、轻度热处理<sup>[5]</sup>、涂膜保鲜<sup>[2,6]</sup>等对延长鲜切猕猴桃的货架期都有一定的效果。可食膜处理可在果品鲜切后的表面形成一层薄膜,类似于单果包装,具有一定的气调作用,进而延长鲜切果品的货架期<sup>[7]</sup>。

近年来,以各种成膜基质(主要是多糖、蛋白质和脂质)为载体,添加抗氧化剂、抗菌剂和抗褐变剂等制备功能性可食膜已应用在鲜切苹果<sup>[8]</sup>、芒果<sup>[9-10]</sup>、

桃<sup>[11]</sup>、西瓜<sup>[12]</sup>等的保鲜研究中,但用于保持鲜切猕猴桃品质的研究较少。鲜切梨分别采用2%海藻酸钠或2%果胶或0.5%结冷胶为成膜基质,分别添加0.75%N-乙酰半胱氨酸(NAC)和0.75%谷胱甘肽制成的功能性膜处理后,这3种膜不仅抑制了微生物的生长和褐变的发生,而且提高了抗氧化物质如抗坏血酸和总酚的含量,保持了较高的抗氧化活性<sup>[13]</sup>。采用添加0.3%柠檬草精油的海藻酸钠膜处理鲜切菠萝块,抑制了酵母菌、霉菌和细菌总数的生长,并能在保持鲜切菠萝块品质的基础上,延长鲜切菠萝块的货架期<sup>[14]</sup>。采用添加0.5%葡萄籽提取物的海藻酸钠涂膜液处理鲜切猕猴桃,并采用MAP包装,可显著延长其货架期<sup>[2]</sup>。

茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称,包括黄酮醇类、花色苷类、黄酮类、黄酮醇类和酚酸类等,其具有光谱的抑菌和抗脂质氧化作用,将其复配添加到活性包装膜的制备中,可赋予膜良好的抗氧化功效<sup>[15]</sup>。目前,添加茶多酚的功能性复合膜已应用在水产品保鲜<sup>[16-17]</sup>和果蔬采后保鲜<sup>[18-19]</sup>等的研究中,未见将其用于鲜切果蔬的保鲜应用中。因此,本试验以海藻酸钠为成膜基质,添加不同浓度的茶多酚制备茶多酚/海藻酸钠膜液,比较其对鲜切猕猴桃的可溶性固形物、色泽、总叶绿素、抗坏血酸、总酚及细菌总数的影响,旨在探讨延长鲜切猕猴桃货架期的可食膜处理方式。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

“海沃德”猕猴桃购自郑州市世纪联华超市,挑选形状正常、无机械损伤、大小一致的果实。运回实验室后,立即清洗,去皮,用消毒后的锋利不锈钢刀切片(厚度控制在8~10 mm)。

食品级海藻酸钠(青岛明月海藻集团有限公司)作为成膜基质,甘油(广东省阳东县化工工业有限公司)作为增塑剂,氯化钙(化学纯)作为交联剂。茶多酚(普丽美地生物科技有限公司)作为抗氧化剂。

### 1.2 成膜溶液的配制及薄膜保鲜试验

将海藻酸钠粉末溶于75℃的热水中,搅拌、混合均匀,直至澄清,配置成0.01 g/mL的海藻酸钠的溶液,备用。

配制含茶多酚的成膜溶液:不含茶多酚的0.01 g/mL海藻酸钠溶液(T0);含1.0%茶多酚的0.01 g/mL海藻酸钠溶液(T1);含1.5%茶多酚的0.01 g/mL海藻酸钠溶液(T2);含2.0%茶多酚的0.01 g/mL海藻酸钠溶液(T3)。膜液中分别加入甘油和葵花籽油,

使甘油和葵花籽油含量分别为1.16%和0.025%<sup>[10]</sup>,搅拌,静置备用。

钙交联剂的制备:配制2%CaCl<sub>2</sub>和1.0%柠檬酸的混合溶液作为钙交联剂溶液<sup>[14]</sup>。

用上述配制的不同成膜溶液处理鲜切猕猴桃,具体做法是:将鲜切猕猴桃分别浸入不同的成膜溶液中30 s,取出,晾干。再将经上述处理的猕猴桃片浸入钙交联剂中30 s,取出晾干,各处理重复3次。分装于食品级生鲜托盘(18.7 cm×14.0 cm)中,每盘6片,采用食品级PE保鲜膜(泉州市丰泽宏兴塑胶日用品有限公司,公称透湿量为62±20%[g/(m<sup>2</sup>·24 h)],公称O<sub>2</sub>透过率24580±20%[cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·24 h·atm)],公称CO<sub>2</sub>透过率53000±20%[cm<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·24 h·atm)])覆盖,置于(4±0.5)℃的冰柜中贮藏。另外,以浸2次蒸馏水的处理为对照(Control)。各试验处理标号依次为Control、T0、T1、T2和T3。每4 d取样一次,每次取4盘,各项测定指标重复3次,取平均值。贮藏第0 d的数据为各组处理4 h后所得。

### 1.3 色泽测定

采用全自动色彩色差计测定猕猴桃的明亮度(L\*值)和绿色值(a\*值)。

### 1.4 化学成分测定

可溶性固形物(SSC)的测定采用手持式糖度计。抗坏血酸含量采用GB-6195-1986(水果蔬菜维生素C含量测定法)的方法测定。总叶绿素含量和总酚含量参考Zhang等<sup>[20]</sup>方法测定。

### 1.5 细菌总数(TPC)的测定

采用平板计数<sup>[21]</sup>的方法。

### 1.6 数据处理与分析

试验数据采用Excel软件进行处理并制图;采用SPSS软件进行单因素方差分析(ANOVA),均值之间的显著性差异采用Duncan's分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 可食膜处理对鲜切猕猴桃可溶性固形物含量的影响

由图1可见,Control组的SSC含量在贮藏过程中下降最快,在贮藏第12 d和16 d,SSC含量与0 d(9.47%)相比,降低至7.37%和7.00%,达到显著水

平 ( $p < 0.05$ )。T0 组的 SSC 含量在贮藏 0~12 d, SSC 与第 0 d 没有显著差异, 仅在第 16 d 降低了 1.7%, 达到显著水平, 表明 0.01 g/mL 海藻酸钠涂膜处理可减缓贮藏中鲜切猕猴桃的 SSC 含量降低的速度, 这可能是由于涂膜处理抑制了猕猴桃的呼吸作用, 减少了糖类作为呼吸底物的消耗。这一结果与刘开华等研究结果一致<sup>[18]</sup>。T1、T2 和 T3 组的 SSC 下降速度均比 Control 组慢, T3 组的 SSC 在贮藏第 16 d 含量最高 (8.37%), 与 Control 组存在显著差异, 但与 T0、T1 和 T2 相比, 无显著差异。

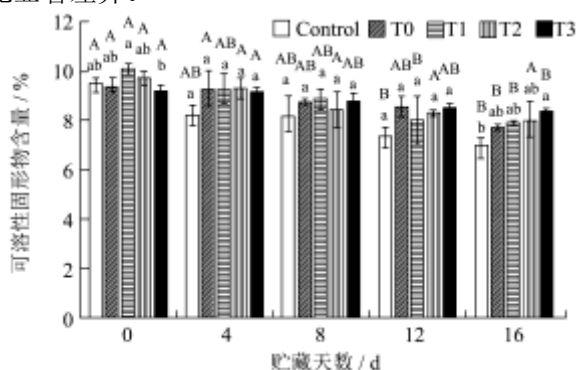


图 1 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃可溶性固形物含量的影响

Fig.1 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on the soluble solid content of fresh-cut kiwifruit

注: 大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异; 小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

## 2.2 可食膜处理对鲜切猕猴桃色泽的影响

由图 2A 可知, 对照组猕猴桃的  $L^*$  值在贮藏第 4 d 显著下降, 由 0 d 的 44.52, 下降至 41.01, 第 8 d 时,  $L^*$  值下降了约 15%, 降至 37.89, 可见, 鲜切猕猴桃的明亮度 ( $L^*$  值) 在贮藏一周后显著下降。T0 组的  $L^*$  值在贮藏过程中没有发生显著的变化, 这一结果表明, 经 0.01 g/mL 海藻酸钠涂膜处理可较好地保持鲜切猕猴桃的明亮度。T1、T2 和 T3 组的  $L^*$  值分别在贮藏第 16 d、12 d 和 4 d 显著下降, 推测这与茶多酚的添加量相关。随着膜液中茶多酚含量的增加, 膜液颜色逐渐加深, 从而导致涂膜后鲜切猕猴桃的  $L^*$  值也逐渐降低, 影响其透明度。由图 2B 可知, Control、T0、T1、T2 和 T3 组鲜切猕猴桃的绿色值  $a^*$  均呈增加的趋势, 表明绿色在逐渐损失。其中, Control 组在贮藏第 12 d, 绿色值  $a^*$  显著升高, 由第 0 d 的 -5.22 增加为 -2.44, 直至贮藏第 16 d, 其  $a^*$  值均呈增加的趋势。T0 组在贮藏第 12 d, 其  $a^*$  值与 Control 组没有显著区别, 然而,

在第 16 d 时, 其  $a^*$  显著增加。T1、T2 和 T3 组鲜切猕猴桃的  $a^*$  值在涂膜处理 4 h 后, 就与 Control 组有显著区别, 可见添加茶多酚的海藻酸钠涂膜处理显著影响了猕猴桃的绿色, 使其  $a^*$  显著升高, 造成绿色的损失。尤其是 T3 组, 在贮藏第 4 d, 即可引起  $a^*$  的显著增加。因此, 用于鲜切猕猴桃的涂膜液中, 茶多酚的添加量应控制在 1.5% 以下, 对其色泽的影响较小。吕飞等<sup>[22]</sup> 研究发现, 添加肉桂油对肉桂油/海藻酸钠薄膜的  $a^*$  和  $b^*$  值有一定的影响, 随着肉桂油添加量的增加, 膜逐渐呈现黄色, 添加大蒜油的大蒜油/海藻酸钠膜也表现出同样的趋势<sup>[23]</sup>。因此, 添加茶多酚的海藻酸钠涂膜处理时, 也应注意考虑其对猕猴桃色泽的影响。

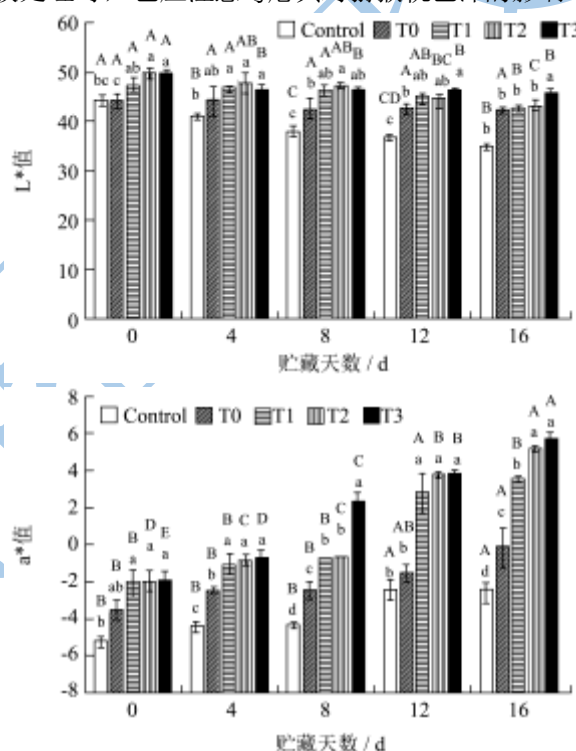


图 2 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃色差的影响

Fig.2 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on (A)  $L^*$  value and (B)  $a^*$  value of fresh-cut kiwifruit

注: 大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异; 小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

## 2.3 可食膜处理对鲜切猕猴桃总叶绿素含量的影响

茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃总叶绿素含量的影响见图 3。鲜切猕猴桃总叶绿素含量在贮藏过程中呈逐渐下降的趋势。Control 组总叶绿素含量在

第 12 d 时下降至 4.56 μg/100g, 与 0 d (8.45 μg/100g) 相比, 达到了显著水平。这一结果与图 2B 绿色值  $a^*$  的变化趋势相一致, 表明叶绿素的降解与绿色的损失成线性相关。T0 组的总叶绿素含量下降趋势缓慢, 在第 12 d 时仅下降了约 1.02 μg/100g, 与第 0 d 的含量没有显著区别。这可能是由于海藻酸钠在鲜切猕猴桃表面形成的薄膜, 有效的降低了呼吸强度, 抑制了酶的活性, 从而延缓了叶绿素的降解代谢。T1、T2 和 T3 组的总叶绿素含量在贮藏第 8 d 时, 均与 0 d 的含量有显著降低, 表明添加茶多酚的海藻酸钠薄膜并不能有效的抑制总叶绿素的降解, 这与刘开华等采用茶多酚涂膜对荷兰黄瓜叶绿素的影响结果不一致<sup>[8]</sup>。其原因在于实验对象、加工处理方式、涂膜方式、涂膜时间以及包装、贮藏条件不同有关。

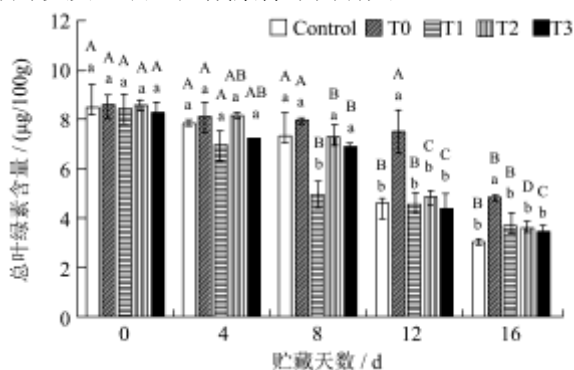


图 3 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃总叶绿素含量的影响

Fig.3 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on the total chlorophyll content of fresh-cut kiwifruit

注: 大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异; 小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

### 2.4 可食膜处理对鲜切猕猴桃抗坏血酸含量的影响

鲜切猕猴桃的抗坏血酸含量在贮藏过程中呈逐渐下降的趋势, 其变化如图 4 所示。Control 组在贮藏第 4 d 和 8 d 抗坏血酸含量分别降至 19.35 mg/100g 和 15.26 mg/100g, 与 0 d (23.43 mg/100g) 相比, 已达到显著水平。这一结果与鲜切梨在贮藏一周左右的时间中抗坏血酸的变化相一致<sup>[13]</sup>。T0 组抗坏血酸含量在第 12 d 显著降低, 表明采用海藻酸钠单一涂膜处理鲜切猕猴桃, 与 Control 相比, 能延缓抗坏血酸的损失。T1、T2 和 T3 组的抗坏血酸含量在贮藏期间变化平稳, 由此得出, 茶多酚/海藻酸钠涂膜可以减少鲜切猕猴桃

贮藏过程中抗坏血酸的损失, 其效果优于 Control 组和 T0 组。

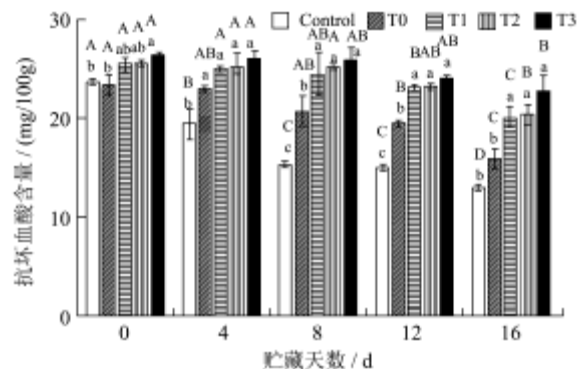


图 4 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃抗坏血酸含量的影响

Fig.4 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on the ascorbic acid content of fresh-cut kiwifruit

注: 大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异; 小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

### 2.5 可食膜处理对鲜切猕猴桃总酚含量的影响

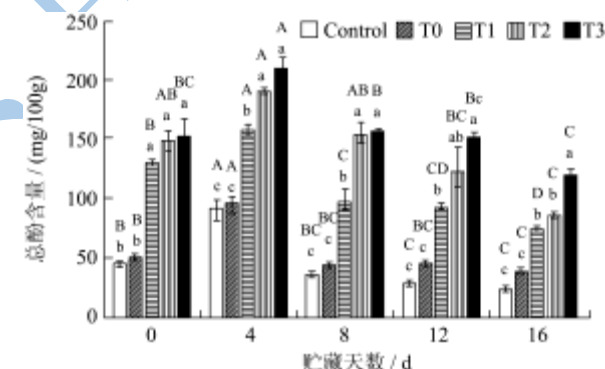


图 5 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃总酚含量的影响

Fig.5 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on the total polyphenol content of fresh-cut kiwifruit

注: 大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异; 小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

图 5 显示, 第 0 d 时, Control 组的总酚含量为 44.83 mg/100g, 经涂膜处理后, T0 组的总酚含量与 Control 组没有显著差异, T1、T2 和 T3 组的总酚含量分别达到 130.56 mg/100g、147.79 mg/100g 和 151.09 mg/100g, 显著高于 Control 和 T0 组, 这是由于涂膜液中的茶多

酚的存在,使得鲜切猕猴桃的总酚含量大大增加。贮藏第4 d, Control、T0、T1、T2和T3组的总酚含量呈现增加趋势,其中Control、T0、T1和T3组达到显著水平。在贮藏8 d后,Control组的总酚含量持续下降,T0组的总酚下降速度较缓慢,T2和T3组的总酚含量下降速度最平稳,表明,添加茶多酚的海藻酸钠涂膜液不仅赋予鲜切猕猴桃更多的酚类物质,而且也能抑制贮藏过程中酚类物质的降低,这与Oms-Oliu G等<sup>[13]</sup>采用添加N-乙酰半胱氨酸和0.75%谷胱甘肽制成的可食膜处理鲜切梨时,测得的总酚含量较对照组高的研究结果相一致。

## 2.6 可食膜处理对鲜切猕猴桃细菌总数的影响

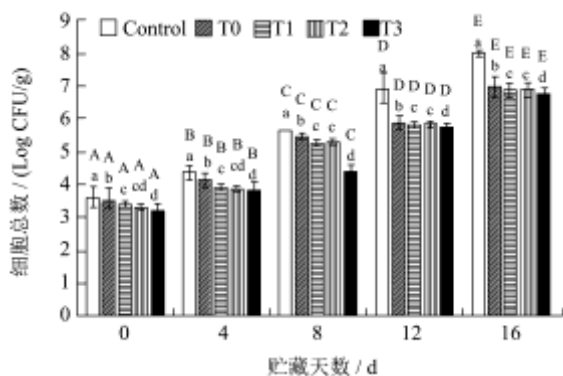


图6 不同浓度茶多酚/海藻酸钠膜处理对鲜切猕猴桃细菌总数的影响

Fig.6 Effect of different concentrations of tea polyphenols incorporated into an alginate-based edible coating on the total plate count of fresh-cut kiwifruit

注:大写字母相同表示同一处理在不同贮藏时间内没有显著差异;小写字母相同表示不同处理在相同贮藏时间内没有显著差异。

图6表明,鲜切猕猴桃在贮藏过程中细菌总数(TPC)呈上升的趋势,这与鲜切果蔬切割表面的暴露有关,没有果皮的保护,切割果蔬极易引发微生物的侵染。Control组的TPC增加的速度最快,在贮藏第12 d,其TPC已升高至 $8.15 \times 10^6$  CFU/g,已超过水果加工产品货架期内要求的TPC最低限值( $10^6$  CFU/g)<sup>[10]</sup>。T0、T1、T2和T3组在贮藏第12 d时,TPC分别为 $7.15 \times 10^5$  CFU/g、 $6.15 \times 10^5$  CFU/g、 $6.08 \times 10^5$  CFU/g和 $5.35 \times 10^5$  CFU/g,均符合水果加工品货架期要求的TPC值。因此,采用1.0%茶多酚/海藻酸钠涂膜,可在12 d贮藏期内显著抑制细菌的生长,保持鲜切猕猴桃的卫生安全性。据报道,含有抗菌剂或抗氧化剂的功能性可食膜在抑制鲜切果蔬的微生物污染方

面效果显著,鲜切菠萝采用添加0.3%和0.5%的柠檬草精油/海藻酸钠可食膜处理可使鲜切菠萝的货架期分别延长至12 d和16 d<sup>[14]</sup>。

## 3 结论

3.1 采用0.01 g/mL海藻酸钠单一涂膜处理鲜切猕猴桃,在 $(4 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 贮藏12 d,可减缓的SSC含量和总叶绿素含量降低的速度,对鲜切猕猴桃的 $L^*$ 值和 $a^*$ 值影响不显著,并可将细菌总数控制在 $10^6$  CFU/g范围内。

3.2 不同浓度茶多酚/海藻酸钠复合涂膜处理鲜切猕猴桃,可显著抑制抗坏血酸含量和总酚含量的下降。然而,添加1.5%和2.0%的茶多酚显著降低了猕猴桃片的 $L^*$ 值和 $a^*$ 值。因此,采用1.0%茶多酚/海藻酸钠复合涂膜鲜切猕猴桃可较好的保持其品质。

## 参考文献

- [1] 陈晨,胡文忠,姜爱丽,等.鲜切果蔬天然抗菌剂的研究进展[J].食品工业科技,2013,34(10):362-369  
CHEN Chen, HU Wen-zhong, JIANG Ai-li, et al. Research progress in the application of natural antimicrobials for fresh-cut fruits and vegetables [J]. Science and Technology of Food Industry, 2013, 34(10): 362-369
- [2] Mastromatteo M, Mastromatteo M, Conte A, et al. Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) [J]. Food Research International, 2011, 44: 1224-1230
- [3] Rocculi P, Romani S, Rose M D. Effect of MAP with argon and nitrous oxide on quality maintenance of minimally processed kiwifruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35: 319-328
- [4] 高书亚,王贞丽,吴帅帅,等.气调包装对鲜切猕猴桃和木瓜贮藏品质的影响[J].包装工程,2013,34(11):39-42
- [5] Beirão-da-Costa S, Steiner A, Correia L, et al. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit [J]. Journal of Food Engineering, 2006, 76: 616-625
- [6] Benítez S, Achaerandio I, Sepulcre F, et al. Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit [J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 81: 29-36
- [7] 胡晓亮,周国燕,王春霞,等.海藻酸钠在水果贮藏保鲜中的应用[J].食品与发酵工业,2012,38(1):143-146  
HU Xiao-liang, ZHOU Guo-yan, WANG Chun-xia, et al.

- Application of sodium alginate on fruits preservation [J]. Food and Fermentation Industries, 2012, 38(1): 143-146
- [8] Rojas-Graü M A, Raybaudi-Massilia R M, Soliva-Fortuny, et al. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apple [J]. Postharvest Biology and Technology, 2007, 45: 254-264
- [9] Robles-Sánchez R M, Rojas-Graü M A, Odriozola-Serrano I, et al. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes [J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 50: 240-246
- [10] Raybaudi-Massilia R, Mosqueda-Melgar J, Martín-Belloso O. Edible alginate-based coating as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melon [J]. International Journal of Food Microbiology, 2008, 121: 313-327
- [11] 贾慧敏, 韩涛, 李丽萍, 等. 可食性涂膜对鲜切桃褐变的影响 [J]. 农业工程学报, 2009, 25(3): 282-286
- JIA Hui-min, HAN Tao, LI Li-ping, et al. Effects of edible coating on browning of fresh-cut peach fruit [J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(3): 282-286
- [12] Sipahi R E, Castell-Perez M E, Moreira R G, et al. Improved multilayered antimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrus lanatus*) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2013, 51: 9-15
- [13] Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 50: 87-94
- [14] Azarakhah N, Osman A, Ghazali H M, et al. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple [J]. Postharvest Biology and Technology, 2014, 88: 1-7
- [15] Siripatrawan U, Harte B R. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract [J]. Food Hydrocolloids, 2010, 24: 770-775
- [16] 茅林春, 段道富, 许勇泉, 等. 茶多酚对微冻鲫鱼的保鲜作用 [J]. 中国食品学报, 2006, 6(4): 106-110
- MAO Lin-chun, DUAN Dao-fu, XU Yong-quan, et al. Effects of tea polyphenols on fresh-keeping of partial-frozen crucian (*Carassius Auratus*) [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2006, 6(4): 106-110
- [17] 陈桂平, 赵晨, 卢君, 等. 茶多酚对草鱼冷藏过程脂肪酸的影响 [J]. 中国粮油学报, 2013, 28(10): 44-54
- CHEN Xue-zhi, GUO Xia-li, HU Jiang-ning, et al. Technological research of RSM optimization of lipase hydrolyze camphor seed oil product diacylglycerol [J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2013, 28(10): 44-54
- [18] 刘开华, 王家东, 刑淑婕, 等. 茶多酚涂膜对荷兰黄瓜贮藏品质的影响 [J]. 食品与机械, 2012, 28(5): 181-184
- LIU Kai-hua, Wang Jia-dong, XING Shu-jie, et al. Effect of tea polyphenol coating on the storage quality of Dutch cucumber [J]. Food and Machinery, 2012, 28(5): 181-184
- [19] 刘开华, 刑淑婕. 涂膜保鲜剂中添加茶多酚对黄花梨贮藏品质的影响 [J]. 食品与机械, 2012, 28(1): 208-210
- LIU Kai-hua, XING Shu-jie. Effect of tea polyphenols in preservative coating on the storage quality of huanghua pear fruit [J]. Food and Machinery, 2012, 28(1): 208-210
- [20] Zhang L H, Li S F, Liu X H, et al. Effects of ethphon on physicochemical and quality properties of kiwifruit during ripening [J]. Postharvest Biology and Technology, 2012, 65: 69-75
- [21] 袁丽红. 微生物学试验 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010
- YUAN Li-hong. Microbiology Experiment [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010
- [22] 吕飞, 丁祎程, 叶兴乾. 肉桂油/海藻酸钠薄膜物理特性和抗菌性能分析 [J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 268-272
- LÜ Fei, DING Yi-cheng, YE Xing-qian. Physical and antimicrobial properties of cinnamon oil/alginate film [J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(2): 268-272
- [23] Pranoto Y, Salokhe V M, Rakshit S K. Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil [J]. Food Research International, 2005, 38(3): 267-272

(上接第 262 页)

- [13] 张伟. 气相色谱法测定薰衣草油中芳樟醇和乙酸芳樟酯含量 [J]. 药物鉴定, 2010, 19(6): 29-30
- ZHANG Wei. Determination of linalool and linalyl acetate in lavender oil by GC [J]. Drug Identification, 2010, 19(6): 29-30
- [14] B Siegmund, B Pöllinger-Zierler. Odor thresholds of microbially induced off-flavor compounds in apple juice [J]. J Agric Food Chem., 2006, 54(16): 5984-5989

现代食品科技