

# 不同涂膜处理对水蜜桃常温贮藏品质的影响

刘影, 李晓宇, 杜小龙, 邹萌萌, 张静静, 李建龙\*

(南京大学 生命科学学院, 江苏 南京 210093)

**摘要:**以水蜜桃为试验材料,研究壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖浸泡涂膜处理对水蜜桃采后常温下(28℃)贮藏品质的影响,定期测定各项生理指标。结果表明,与对照组相比,3种涂膜处理均能在不同程度上抑制水蜜桃果实的腐烂过程,维持贮藏期果实的品质。海藻酸钠涂膜处理果实能够显著降低果实的腐烂率(比对照组降低40%),同时维持果实硬度、延缓丙二醛含量的上升;壳聚糖涂膜处理在控制果实失重、抑制多酚氧化酶活性方面则优于海藻酸钠和普鲁兰多糖;3种涂膜处理在维持可溶性固形物含量、抑制呼吸方面无显著差异。1%海藻酸钠涂膜处理由于能够显著抑制果实腐烂,延长果实的货架期,保鲜效果相对最佳。

**关键词:**水蜜桃;壳聚糖;海藻酸钠;普鲁兰多糖;贮藏品质

## Effects of Different Coating Treatments on the Storage of Honey Peach

LIU Ying, LI Xiao-yu, DU Xiao-long, ZOU Meng-meng, ZHANG Jing-jing, LI Jian-long\*

(School of Life Science, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China)

**Abstract:** The effects of chitosan, sodium alginate and prulan polysaccharides on the storage quality of honey peach under normal temperature (28℃) were studied and the physiological indexes of peaches were determined regularly. The results showed that compared with the control group, 3 kinds of coating treatment could inhibit the decay process of peach fruit and maintain the quality of fruit in storage. Sodium alginate coating could significantly reduce the fruit decay rate (40% lower than the control group), maintain fruit hardness and delay the increase of malondialdehyde content. Chitosan coating treatment was superior to sodium alginate and prulan polysaccharide in controlling fruit weight loss and inhibition of polyphenol oxidase activity. There was no significant difference between the 3 coating treatments in maintaining soluble solids content and inhibiting respiration. 1% sodium alginate film treatment could significantly inhibit fruit rot, prolong shelf life of fruits and the preservation effect was the best.

**Key words:** honey peach; chitosan; sodium alginate; pullulan; storage quality

引文格式:

刘影, 李晓宇, 杜小龙, 等. 不同涂膜处理对水蜜桃常温贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(12): 1-5

LIU Ying, LI Xiaoyu, DU Xiaolong, et al. Effects of Different Coating Treatments on the Storage of Honey Peach [J]. Food Research and Development, 2019, 40(12): 1-5

水蜜桃是蔷薇科桃属植物,广泛栽种于世界各地,由于其口味鲜美,富含葡萄糖、果糖、维生素C等

成分,营养价值极高,深受人们的喜爱,是重要的农林经济作物。由于水蜜桃果肉柔软,在贮藏和运输过程中极易遭受机械损伤、病菌感染,造成腐烂变质,由此造成大量损失<sup>[1]</sup>。因此,对水蜜桃采摘后的保鲜处理显得尤其重要。目前,对水蜜桃保鲜的措施主要有低温贮藏<sup>[2]</sup>,物理保鲜<sup>[3-4]</sup>,化学保鲜<sup>[5-6]</sup>,气调处理<sup>[7]</sup>,保鲜膜<sup>[8]</sup>等方法。涂膜保鲜处理是在果蔬表面覆盖一层薄膜,通过形成低氧高二氧化碳的微环境,抑制果蔬呼吸和

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD0800201);国际APN全球变化项目(No.ARCP2015-03CMY-Li)

作者简介:刘影(1994—),女(汉),硕士研究生,研究方向:食品保鲜与加工。

\*通信作者:李建龙(1962—),男(汉),教授,博士生导师,博士,研究方向:食品保鲜与加工。

细菌生长,提高果蔬的光泽度和感官品质,是保持果蔬贮藏品质、延长货架期的经济有效方法<sup>[9]</sup>。

壳聚糖是具有抗菌活性和生物活性的天然薄膜材料,具有抗菌广谱性及良好的成膜性<sup>[10]</sup>。研究显示壳聚糖处理的果实能显著降低采后病害发生率,抑制病原菌的生长<sup>[11]</sup>。陈奕兆等研究发现壳聚糖溶液喷洒处理水蜜桃可显著抑制果实的呼吸作用,降低腐烂率,延长货架期<sup>[12]</sup>。海藻酸钠是从海带、藻类等植物中提取的天然多糖化合物,对人体安全无毒副作用,生物相容性较好,具有良好的成膜性、保湿性及稳定性,可制成凝胶,保持良好的胶体形态<sup>[13]</sup>。任邦来等采用海藻酸钠溶液对番茄涂膜处理,发现其能够延缓果实的腐烂和失重,较好维持果实的品质<sup>[14]</sup>。普鲁兰多糖是一种水溶性黏质多糖,易溶于水,其水溶液具有极好的成膜性,对食品、环境和人体都无毒无害,具有可食性,方便快捷<sup>[15]</sup>。陈洁等研究表明普鲁兰多糖复合保鲜液能抑制鲜切土豆的褐变,缓解其表面氧化过程<sup>[16]</sup>。

本研究以凤凰水蜜桃为试验材料,研究壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖涂膜处理对水蜜桃常温贮藏品质的影响。选取腐烂率、硬度、失重率、呼吸强度、可溶性固形物含量、丙二醇含量、多酚氧化酶活性 7 项指标为评价指标,旨在筛选出对水蜜桃保鲜效果较好的涂膜材料,为水蜜桃常温贮藏开发安全高效的保鲜产品提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

水蜜桃:采摘自张家港市凤凰镇,为“白花”品种,7月下旬上市,所选桃子色泽相近,无机械损伤,发育正常,无病虫害,果重均匀。

壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖、草酸、碘酸钾、2,6-二氯酚法、维生素 C、乙酸、乙酸钠、愈创木酚、过氧化氢、磷酸、邻苯二酚:均为分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

BS124S 电子天平:北京赛多利斯仪器系统有限公司;HS-6 数显恒温水浴锅:贵阳科学仪器研究所;756MC 紫外-可见分光光度计:上海菁华科技仪器有限公司;TGL1650-WS 台式高速离心机:上海卢湘仪器有限公司;GY-3 型硬度仪:浙江托普仪器有限公司;手持式折光仪:泉州市万达实验仪器设备公司。

### 1.3 试验方法

分别配置质量分数 1% 的壳聚糖溶液、海藻酸钠溶液、普鲁兰多糖溶液。

取大小色泽相近、外表无机械损伤、无病害感染的水蜜桃果实清洁表面并随机分为 4 组,每组 10 个果实,分别置于 1% 壳聚糖、1% 海藻酸钠、1% 普鲁兰多糖、蒸馏水(对照组 CK)中浸泡 5 min,取出后放置晾干,置于室温环境(28℃)下,每天测量记录相关生理指标,重复 3 次。

### 1.4 测定项目与方法

#### 1.4.1 腐烂率

腐烂率计算方法:

$$\text{腐烂率}/\%=(\text{腐烂果数}/\text{样品总数})\times 100$$

#### 1.4.2 失重率

采用称重法测量果实失重率<sup>[17]</sup>。处理前将每个果实称重,记为  $W_1(\text{g})$ ,每次测定时再次把果实称重,记为  $W_2(\text{g})$ ,失重率计算公式为:

$$\text{失重率}/\%=(W_1-W_2)/W_1\times 100$$

#### 1.4.3 硬度

采用 GY-3 型硬度仪测定果实硬度<sup>[17]</sup>。在每个果实中间最大横径处,去皮,取 3 个点测定硬度,取平均值。

#### 1.4.4 呼吸强度

采用静置法测定呼吸强度<sup>[17]</sup>。

#### 1.4.5 可溶性固形物含量

采用手持折光仪测定可溶性糖含量<sup>[17]</sup>。

#### 1.4.6 丙二醛含量

采用硫代巴比妥(thiobarbituric acid, TBA)法测定丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量<sup>[17]</sup>。用三氯乙酸(trichloroacetic acid, TCA)提取,后加 TBA 煮沸测定。

#### 1.4.7 多酚氧化酶活性

采用邻苯二酚法测定多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)含量<sup>[17]</sup>。以 0.001 mol/L 的邻苯二酚作反应底物,测定其反应液在单位时间内产物的  $A_{410\text{nm}}$  增加值。

### 1.5 数据处理

使用 Excel 2007 进行数据处理及绘图;使用 SPSS 20.0 软件进行单因子方差分析,然后进行邓肯氏多重差异分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同涂膜处理对水蜜桃腐烂率的影响

水蜜桃果实成熟期因果肉柔软,极易遭受机械损伤,感染病菌,进而造成果实的腐烂变质。果实一旦出现腐烂,就会迅速扩大病变面积,加速腐烂变质。

不同处理对水蜜桃果实采后常温腐烂率的影响见图 1。

图 1 显示整个贮藏期内,对照组果实腐烂率最高,至贮藏第 7 天,已全部腐烂。壳聚糖及普鲁兰多糖处

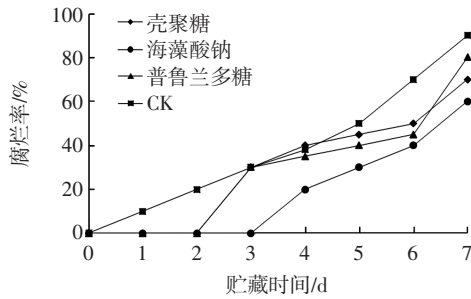


图1 不同处理对水蜜桃果实采后常温腐烂率的影响

Fig.1 Effects of different treatments on decay rate of peach fruit at normal temperature

理组在贮藏第3天开始有果实腐烂,至贮藏末期腐烂率分别达到70%和80%。海藻酸钠处理组果实在贮藏第4天才出现腐烂现象,且在贮藏第7天腐烂率仅为60%,比对照组降低了40%。说明海藻酸钠涂膜处理对水蜜桃果实的防腐效果更好,能加强果实对病菌的抗侵染能力,延长果实货架期。

## 2.2 不同涂膜处理对水蜜桃失重率的影响

果实采后失重主要由于呼吸作用造成水分蒸发,失水导致果皮皱缩,影响口感,从而影响果实的风味品质,故失重率是反应果实采后品质的重要指标。

不同处理对水蜜桃果实采后常温失重率的影响见图2。

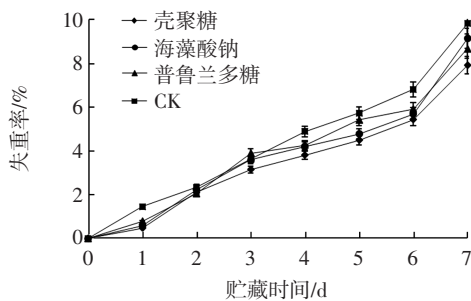


图2 不同处理对水蜜桃果实采后常温失重率的影响

Fig.2 Effects of different treatments on weight loss rate of peach fruit at normal temperature

图2显示水蜜桃果实的重量在贮藏期内呈现不断下降的趋势。对照组果实失重率在贮藏期内均低于处理组,贮藏第7天,对照组失重率上升到9.81%,壳聚糖、海藻酸钠及普鲁兰多糖组分别为7.89%、9.12%和8.65%,壳聚糖处理组果实失重率显著低于对照组( $P < 0.05$ ),与其他处理组之间没有显著差异( $P > 0.05$ ),说明3种涂膜液能够在常温下有效控制果实的采后失重情况,壳聚糖保持重量效果相对最好。

## 2.3 不同涂膜处理对水蜜桃硬度的影响

果实采后硬度降低主要是由于细胞壁被酶水解<sup>[18]</sup>,

硬度降低,使果实在运输过程中更易遭受机械损伤,加速其内部腐烂过程。

不同处理对水蜜桃果实采后常温硬度的影响见图3。

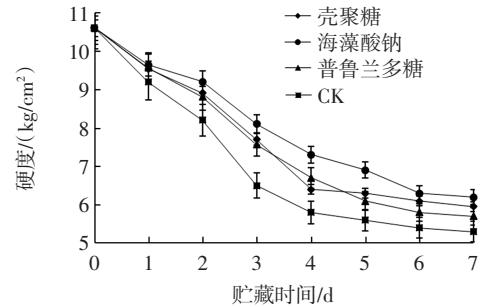


图3 不同处理对水蜜桃果实采后常温硬度的影响

Fig.3 Effects of different treatments on firmness of peach fruit at normal temperature

由图3可知,对照组与处理组果实硬度在整个贮藏期内呈不断下降的趋势,在贮藏第2天时下降速度最快。贮藏第7天时,对照组果实硬度下降了51.2%,壳聚糖、海藻酸钠及普鲁兰多糖处理分别下降了43.9%、41.5%、46.2%,3个处理组之间无显著性差异。结果表明3种提取液均能一定程度上延缓果实软化过程,保持硬度,海藻酸钠维持水蜜桃果实硬度效果相对较好。

## 2.4 不同涂膜处理对水蜜桃呼吸强度的影响

呼吸作用是果实采后主要的生理活动,水蜜桃属呼吸跃变型植物,随着呼吸作用进行,水分、营养物质都在不断消耗,对于果实的质量、硬度等品质都有直接影响<sup>[19]</sup>。

不同处理对水蜜桃果实采后常温呼吸强度的影响见图4。

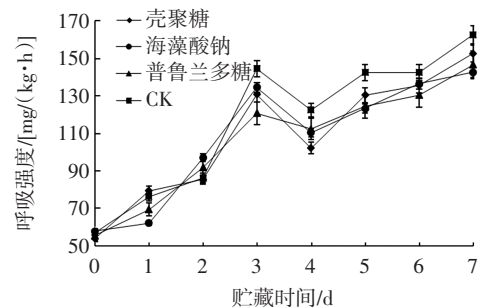


图4 不同处理对水蜜桃果实采后常温呼吸强度的影响

Fig.4 Effects of different treatments on firmness of peach fruit at normal temperature

图4显示果实在采摘后第3天达到第一次呼吸高峰,对照组果实的呼吸强度峰值明显高于处理组,普鲁兰多糖处理组的第一次呼吸强度峰值最低。贮藏末

期,对照组果实的呼吸强度为  $162.3 \text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ,3 个处理组分别为  $152.3$ 、 $142.5$ 、 $146.3 \text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ ,海藻酸钠和普鲁兰多糖处理组果实呼吸强度都明显低于对照组,说明其能有效抑制果实的呼吸作用,降低呼吸强度。

## 2.5 不同涂膜处理对水蜜桃可溶性固形物的影响

可溶性固形物是果实中所有溶于水的化合物的总称,其中糖是主要成分,因此可溶性固形物含量是反应果实的营养成分的主要指标。

不同处理对水蜜桃果实采后常温可溶性固形物含量的影响见图 5。

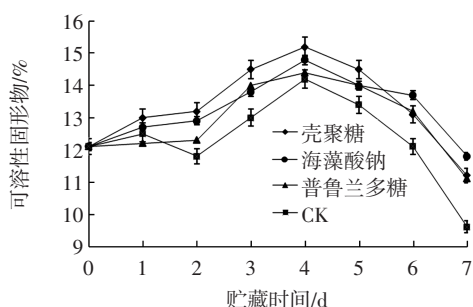


图 5 不同处理对水蜜桃果实采后常温可溶性固形物的影响

Fig.5 Effects of different treatments on total soluble solids content of peach fruit at normal temperature

图 5 显示果实中可溶性固形物含量在贮藏期内呈现先上升后下降的趋势。贮藏第 7 天,对照组果实的可溶性固形物含量下降了  $20.7\%$ ,3 个处理组则分别下降了  $7.4\%$ 、 $2.5\%$ 、 $8.3\%$ ,处理组之间无显著性差异,但与对照组均有显著差异。结果表明壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖均能有效延缓可溶性固形物的分解,抑制果实养分分解,保持果实风味。

## 2.6 不同涂膜处理对水蜜桃丙二醛含量的影响

丙二醛是植物细胞膜脂质过氧化的分解产物,其含量是细胞膜脂质过氧化程度的体现,MDA 含量高,导致膜脂质过氧化,损伤细胞膜结构,改变膜的通透性,造成细胞膜系统严重损伤,从而影响一系列生理生化反应的正常进行<sup>[20]</sup>。

不同处理对水蜜桃果实采后常温丙二醛含量的影响见图 6。

由图 6 可知,对照组与处理组果实采后 MDA 含量呈现缓慢上升趋势,整个贮藏期内处理组果实 MDA 含量始终低于对照组。对照组果实在贮藏末期 MDA 含量达到  $7.45 \mu\text{mol}/(\text{g}\cdot\text{FW})$ ,显著高于处理组 ( $P < 0.05$ ),海藻酸钠处理组果实在贮藏第 7 天时 MDA 含量上升至  $7.05 \mu\text{mol}/(\text{g}\cdot\text{FW})$ ,相较于其他处理组保持较低水平,说明海藻酸钠能够有效抑制水蜜桃果实的脂膜过氧化作用。

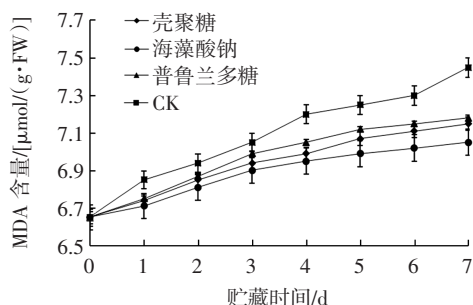


图 6 不同处理对水蜜桃果实采后常温丙二醛含量的影响

Fig.6 Effects of different treatments on MDA content of peach fruit at normal temperature

## 2.7 不同涂膜处理对水蜜桃多酚氧化酶活性的影响

多酚氧化酶是引起导致果蔬酶促褐变的主要酶类,多酚氧化酶活性增强能够催化果实内源性酚类物质形成醌及其聚合物,氧化生成黑色素,严重影响果蔬的营养、风味及外观品质<sup>[21]</sup>。

不同处理对水蜜桃果实采后常温多酚氧化酶活性的影响见图 7。

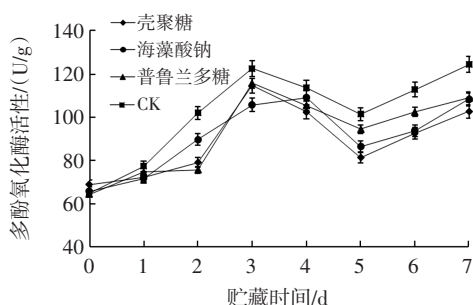


图 7 不同处理对水蜜桃果实采后常温多酚氧化酶活性的影响

Fig.7 Effects of different treatments on PPO activity of peach fruit at normal temperature

图 7 显示,水蜜桃果实在贮藏期间多酚氧化酶活性呈现先上升后下降的趋势。贮藏末期,对照组 PPO 活性上升了  $92.1\%$ 、处理组分别上升了  $49.3\%$ 、 $64.9\%$ 、 $69.3\%$ 。3 个处理组果实的 PPO 活性在整个贮藏期内均低于对照组,说明壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖处理能够抑制多酚氧化酶的活性,延缓果实的酶促褐变过程,壳聚糖处理效果最好。

## 3 结论

壳聚糖、海藻酸钠、普鲁兰多糖涂膜处理对常温水蜜桃果实均有一定的防腐保鲜效果,维持果实贮藏品质。其中,海藻酸钠涂膜处理果实能够显著降低果实的腐烂率(比对照组降低  $40\%$ ),抑制呼吸和推迟呼吸高峰,同时维持果实硬度、延缓丙二醛含量的上升;壳聚糖处理在控制果实失重、抑制多酚氧化酶活

性方面则优于海藻酸钠和普鲁兰多糖。因此,1%海藻酸钠涂膜处理能够显著抑制果实腐烂,延长果实的货架期,是一种比较理想的水蜜桃涂膜保鲜方法,具有很大的开发潜力。

#### 参考文献:

- [1] Robertson J A, Meredith F I, Horvat R J, et al. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (Cv. Cresthaven). [J]. J.agric.food Chem, 1990, 38(3): 53-70
- [2] 王亦佳, 刚成诚, 陈奕兆, 等. 不同冷激处理对凤凰水蜜桃保鲜效果的研究[J]. 天津农业科学, 2012, 18(3): 33-38
- [3] 陈奕兆, 刚成诚, 王亦佳, 等. UV-C 处理对水蜜桃常温保鲜效果的研究[J]. 天津农业科学, 2012, 18(4): 11-14
- [4] 刚成诚, 李建龙, 王亦佳, 等. 利用不同物理方法处理水蜜桃保鲜效果的对比研究[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(2): 204-207
- [5] 刚成诚, 王亦佳, 陈奕兆, 等. 不同 1-MCP 处理对水蜜桃采后生理及贮藏品质的影响[J]. 天津农业科学, 2012, 18(3): 26-32
- [6] 刚成诚, 王亦佳, 陈奕兆, 等. 不同化学方法处理对凤凰水蜜桃采后生理与品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2012, 43(2): 195-200
- [7] 刚成诚, 李建龙, 王亦佳, 等. 自发气调包装和乙烯吸收剂对水蜜桃贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(3): 229-232
- [8] 郭瑞, 朱丹, 宋静雅, 等. 可食性复合涂膜对滑子菇采后贮藏品质的影响[J]. 现代食品科技, 2018(2): 149-156
- [9] 刘冠楠, 常晓萍, 赵增红. 果蔬涂膜保鲜技术的应用与发展[J]. 北京农业, 2014(21): 216
- [10] 周挺, 陈洁, 夏文水. 壳聚糖的膜性质及其在果蔬保鲜方面的应用研究进展[J]. 食品工业科技, 2001(6): 81-83
- [11] Qiu M, Wu C, Ren G, et al. Effect of chitosan and its derivatives as antifungal and preservative agents on postharvest green asparagus[J]. Food Chemistry, 2014, 155(4): 105-111
- [12] 陈奕兆, 王亦佳, 刚成诚, 等. 壳寡糖(COS)涂膜对冷藏水蜜桃的保鲜效果[J]. 食品与发酵工业, 2012, 38(4): 208-211
- [13] 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
- [14] 任邦来, 邱婷婷. 海藻酸钠对番茄保鲜效果的影响[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(10): 38-41
- [15] 许勤虎, 徐勇虎, 闫雪冰, 等. 普鲁兰多糖及应用进展研究[J]. 食品工程, 2003(2): 19-21
- [16] 陈洁, 杜林, 米璇, 等. 普鲁兰多糖复合保鲜液膜对鲜切土豆保鲜的研究[J]. 食品工程, 2016(2): 15-18
- [17] 张志良, 瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社, 2003: 274-277
- [18] 张海新, 宁久丽, 及华. 果实采后品质和生理变化研究进展[J]. 河北农业科学, 2010, 14(2): 54-56
- [19] 华南农学院. 果品贮藏加工学[M]. 北京:农业出版社, 1981
- [20] 陈杰中, 徐春香. 植物冷害及其抗冷生理[J]. 东南园艺, 1998(2): 21-23
- [21] Mayer A M. Polyphenol oxidases in plants—recent progress[J]. Phytochemistry, 1986, 26(1): 11-20

收稿日期:2018-11-12

汲取中国智慧、弘扬中国精神、传播中国价值，  
传承发展中华优秀传统文化。