

曹 婷,朱 明,丁莎莎,等. 茶多酚复配剂对新美人指葡萄贮藏品质的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(5):336-339.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.05.098

# 茶多酚复配剂对新美人指葡萄贮藏品质的影响

曹 婷<sup>1</sup>, 朱 明<sup>1</sup>, 丁莎莎<sup>1</sup>, 杨 华<sup>2</sup>, 周步海<sup>2</sup>, 顾克余<sup>1</sup>

(1. 江苏沿海地区农业科学研究所, 江苏盐城 224002; 2. 盐城市仰徐现代农业科技有限公司, 江苏盐城 224002)

**摘要:**不同浓度茶多酚添加到2%壳聚糖中制成复配剂,涂膜处理新美人指葡萄,放置于冰箱冷藏,定期测定褐变指数、好果率、质量损失率、可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素C含量等品质指标。结果表明:茶多酚复配剂能显著减缓新美人指葡萄在贮藏期的腐烂变质、质量损失,延缓可溶性糖含量、维生素C含量和可滴定酸含量的下降。其中1.5%茶多酚复配液涂膜处理新美人指葡萄贮藏保鲜综合品质最好。

**关键词:**茶多酚;壳聚糖;葡萄;贮藏保鲜

**中图分类号:** TS255.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)05-0336-04

新美人指葡萄为盐城市仰徐葡萄园引进的欧亚种,其果实外形与美人指极为相似,长势中等,极易成花,为园区美人指的替代品种<sup>[1]</sup>。该品种秋后成熟,口感脆爽,甜酸适中,形态优美,深受很多小朋友青睐,近年来,在盐城地区销量极好,如何延长其销售期,增强其贮藏保鲜品质显得尤为重要。目前,果品的贮藏保鲜方法多样,主要有气调、低温、微波、保鲜剂<sup>[2-4]</sup>等,其中涂膜保鲜是近年来兴起的一种保鲜方式。茶多酚是健康饮品茶叶的多酚类物质总称,具有抗氧化、抗辐射、抗癌、降血脂等多个生理保健功能,广泛用于食品、医药等行业<sup>[5]</sup>,1990年,就被中国认可为一种新型的天然食品抗氧化剂<sup>[6]</sup>。当今社会食品的安全问题日益突出,茶多酚理应成为极具开发和应用前景的天然添加剂。壳聚糖是自然界广泛存在的由几丁质经脱乙酰而得到的直链状多糖,因具有良好的成膜特性、吸湿特性、抑菌特性、可食特性,故人们经常将其应用于果蔬的贮藏保鲜<sup>[7]</sup>。涂膜方法是利用壳聚糖的成膜性,低成本、无毒、易操作,而兴起的一种果蔬保鲜法<sup>[8]</sup>。涂膜后,在果蔬表面形成了一层半透膜,使果蔬内部形成一个低O<sub>2</sub>、高CO<sub>2</sub>的微环境,从而抑制果蔬的呼吸,另外,形成的半透膜还具有良好的保水性,大大减少果蔬自身水分的损失,并能够抑制微生物生长,从而达到延长果蔬保鲜时间<sup>[9-10]</sup>。目前,多项研究表明,茶多酚与壳聚糖复配剂涂膜能明显延缓果品的衰老与腐烂变质,如蟠桃<sup>[11]</sup>、圣女果<sup>[12]</sup>、草莓<sup>[13]</sup>、樱桃<sup>[14]</sup>等,但有关葡萄贮藏保鲜方面的应用起步较晚。本研究以新美人指葡萄为材料,利用茶多酚的抑菌性和壳聚糖的成膜性,研究二者混合液对葡萄的无公害贮藏保鲜品质,为其采后贮藏运输提供相应的理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

新美人指葡萄,采自盐城市仰徐葡萄园,采收后立即装入塑料筐,当天运回江苏沿海地区农业科学研究所实验室进行相关处理,剔除病虫害果、腐烂果和机械损伤果,选择外观整齐、色泽均匀、大小一致、8成熟度的果子进行随机分组试验,果实在冷藏期间,每隔10 d随机取样测定1次,重复3次。

### 1.2 方法

**1.2.1 涂膜剂的配制** 茶多酚有一定的茶叶苦味,当保鲜液中茶多酚浓度较低,会使贮藏保鲜达不到预想的效果,而茶多酚浓度较高,葡萄表面又会留有太重的苦味,综合考虑各方面因素,参考文献[15],选择茶多酚浓度为0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%进行试验。壳聚糖成膜剂参考刘开华等对圣女果的保鲜效果,确定壳聚糖成膜剂浓度为2%。当壳聚糖浓度超过2%,因保鲜剂黏度过高,形成的保护膜层太厚,使果品内部O<sub>2</sub>浓度太低,不能满足正常呼吸而出现缺氧呼吸,加快果品成熟,大大降低了贮藏品质<sup>[12]</sup>。

**配制混合保鲜液:**称取20 g壳聚糖溶解到980 g体积分数为1%的冰乙酸中,置于磁力搅拌器上充分搅拌溶解,制得浓度为2%壳聚糖成膜液。在已经配制好的成膜液中分别添加0 mg(CK)、50 mg(A组)、100 mg(B组)、150 mg(C组)、200 mg(D组)、250 mg(E组)茶多酚,搅拌均匀,待用。

**1.2.2 试验设计和指标测定** 分别称取葡萄500 g,放入配置的保鲜液中浸泡5 min,捞出后置阴凉处通风晾干;用0.03 mm的PE保鲜袋包装封口,每一个保鲜袋扎小孔8个于冰箱冷藏。每隔10 h取1次样测定其品质指标。

**褐变指数** =  $\Sigma(\text{褐变级别} \times \text{该级别果数}) / (\text{褐变最高级别} \times \text{调查总果数}) \times 100\%$ 。采用感官分级法,0级:无褐变;1级: >0 ~ 1/4 面积褐变;2级: >1/4 ~ 2/4 面积褐变;3级: >2/4 ~ 3/4 面积褐变;4级: >3/4 ~ 4/4 面积褐变。

**好果率** =  $(\text{硬且无腐烂斑果粒数} / \text{检查总果粒数}) \times 100\%$ ;  
**质量损失率** =  $[(\text{初始质量} - \text{测定重量}) / \text{初始质量}] \times 100\%$ 。

**可溶性糖测定**采用蒽酮法;可溶性固形物测定采用手持测糖仪;可滴定酸测定采用酸碱滴定法;维生素C含量测定

收稿日期:2015-04-20

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)4066]。

作者简介:曹 婷(1985—),女,江苏盐城人,硕士研究生,助理研究员,研究方向为果树生理与栽培技术。E-mail:435329030@qq.com。

通信作者:顾克余,副研究员,研究方向为设施果蔬高效栽培技术及示范推广。Tel:(0515)88454988。

采用分光光度计法。

2 结果与分析

2.1 茶多酚对新美人指葡萄贮藏果皮褐变指数的影响

从表 1 可以看出,新美人指葡萄在贮藏保鲜过程中,处理

组和 CK 组果皮褐变指数不断地升高,其中 C 组和 D 组在贮藏过程中褐变指数较小。在贮藏后 40 d,处理组褐变指数显著低于 CK 组,且随着处理浓度的增高,褐变指数越小。40 d 时,C 组褐变指数最小,为 10.54,比 CK 组低 3.68,其次是 D 组,为 11.41,比 CK 组低 2.81。

表 1 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏褐变指数的影响

处理	褐变指数					
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d
CK	0	5.12 ± 0.16Aa	7.42 ± 0.17Aa	11.90 ± 0.13Aa	14.22 ± 0.05Aa	18.41 ± 0.17Aa
A	0	4.25 ± 0.24Bc	6.80 ± 0.18Bb	10.65 ± 0.31Bb	13.60 ± 0.16Bb	17.80 ± 0.16Ab
B	0	4.10 ± 0.11Bc	5.99 ± 0.24Bc	9.66 ± 0.11Cc	12.21 ± 0.30Bc	16.44 ± 0.24Bc
C	0	3.35 ± 0.20Cd	5.31 ± 0.21Cc	7.70 ± 0.05Dd	10.54 ± 0.11Dd	17.04 ± 0.29Ab
D	0	3.88 ± 0.15Cd	6.45 ± 0.25Bb	8.12 ± 0.12Dd	11.41 ± 0.21Cd	16.70 ± 0.22Bc
E	0	5.06 ± 0.11Ab	6.85 ± 0.24Bb	10.80 ± 0.11Bb	13.09 ± 0.30Bb	18.34 ± 0.24Aa

注:以上数据均为 3 次重复的平均值 ± 标准偏差,同列数据后不同小写字母、大写字母分别表示差异显著 ( $P < 0.05$ )、极显著 ( $P < 0.01$ )。表 2、表 3、表 4 同。

2.2 茶多酚对新美人指葡萄贮藏好果率的影响

从图 1 可以看出,不同浓度茶多酚处理的新美人指葡萄,在相同的冷藏条件下软化腐烂速度不同,好果率均比对照组高。C 组、D 组好果率在整个贮藏保鲜过程中差别不大,均显著高于其他处理组,与对照比较,在贮藏 50 d 时,好果率分别高出 28 百分点、29 百分点。随着茶多酚浓度的增大,保鲜效果越好,但当茶多酚浓度达 2.5% 时,好果率在贮藏 50 d 仅有 65%,与最大值 D 组相比,低 11 百分点。结果表明,茶多酚涂膜处理明显抑制了果实腐烂,延长了葡萄的贮藏时期。这可能与茶多酚具有抗氧化及抑菌功能有关,葡萄表面壳聚糖涂膜起到一个自发气调作用,给果实创造一个低  $O_2$ 、高  $CO_2$  的保鲜微环境,延缓腐烂变质。

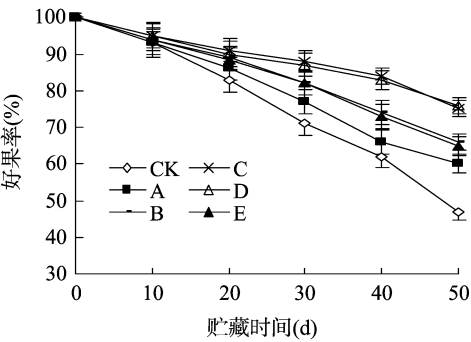


图 1 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏好果率的影响

2.3 茶多酚对新美人指葡萄贮藏质量损失率的影响

果实的质量损失率大小影响果实的感官特性、口感,随着果实的逐步成熟以及蒸腾作用的进行,果实会逐步散失水分,从而造成表面萎蔫,光泽度严重下降,质量减少<sup>[16]</sup>。因此质量损失率是判断保鲜效果的一个必不可少的指标。从图 2 可以看出,茶多酚处理组果实在整个贮藏期质量损失率相对较低,在贮藏前期各处理组变化较缓慢,贮藏 20 d 后速度加快,E 组在贮藏 30 d 时,质量损失率在 4.8%,与 CK 组最接近。整体看茶多酚浓度越大,质量损失率越小,在贮藏结束时,C 组、D 组质量损失率最小,分别为 4.71 百分点、4.63 百分点,比 CK 组分别低 4.86 百分点、4.94 百分点。表明茶多酚处理浓度为 1.5%、2.0%,对新美人指葡萄质量损失率影响最大,

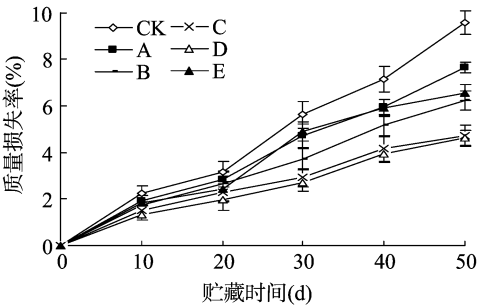


图 2 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏质量损失率的影响

延缓贮藏保鲜效果最好。

2.4 茶多酚对新美人指葡萄贮藏可溶性糖含量的影响

可溶性糖含量直接影响果实品质<sup>[17]</sup>,它是果蔬的呼吸基质,随着呼吸作用的加强而不断地被降解,但是又可以由其他多糖类物质转化而成。从图 3 可见,葡萄在采收时可溶性糖含量为 14%,整体看不同处理组可溶性糖含量在贮藏保鲜过程中有时上升有时下降,变化规律不定,但总体上每次测定值均比 CK 组大,在贮藏 50 d 时,CK 组可溶性糖含量最低,为 11.77%,D 组含量最高,为 14.21%,其次是 C 组,为 13.60%。表明茶多酚浓度为 2.0% 处理组,在贮藏保鲜过程中最有利于维持较高的可溶性糖含量,其次是茶多酚浓度为 1.5% 处理组。

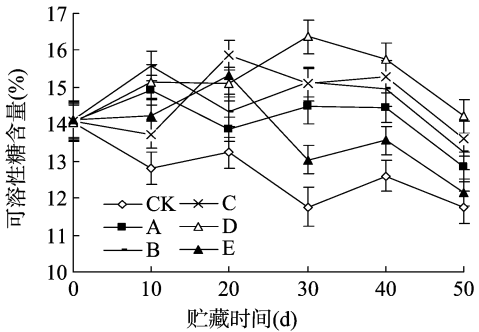


图 3 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏可溶性糖含量的影响

2.5 茶多酚对新美人指葡萄贮藏可溶性固形物的影响

可溶性固形物是构成葡萄果实风味的重要物质之一。从

表 2 可见,葡萄在采摘时可溶性固形物含量为 16% 左右,贮藏 10 d 后,处理组和 CK 组的含量均有所增加,然后下降,但是各组下降速度有显著差异,其中 C 组下降速度最慢,在贮藏 50 d 时,可溶性固形物含量为 17.54%,比 CK 组高 2.41 百分点;其次下降速度较慢的是 D 组,在贮藏 50 d 时,可溶性固形物含量维持在 17.32,比 CK 组高 2.19 百分点。

表 2 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏可溶性固形物的影响

处理	可溶性固形物含量(%)					
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d
CK	16.49±0.32 a	16.61±0.13Bc	16.11±0.28Cc	15.66±0.43Cc	15.31±0.57Cc	15.13±0.65Bc
A	16.42±0.52 a	17.13±0.54Ab	16.61±0.44Bc	16.57±0.36Ab	16.34±0.32Bb	15.89±0.21Bb
B	16.56±0.37 a	17.33±0.38Ab	17.47±0.42Bb	16.98±0.67Ab	16.42±0.42Bb	16.33±0.50Bb
C	16.38±0.44 a	17.48±0.32Aa	18.34±0.66Aa	18.22±0.57Aa	17.67±0.56Aa	17.54±0.67Aa
D	16.50±0.39 a	17.44±0.34Aa	18.17±0.42Aa	18.38±0.44Aa	17.15±0.60Aa	17.32±0.43Aa
E	16.34±0.45a	17.12±0.23Ab	16.26±0.33Cc	15.87±0.49Cc	15.56±0.57Cc	15.38±0.59Bc

2.6 茶多酚对新美人指葡萄可滴定酸含量的影响

酸度是决定葡萄果实风味的一个重要因素。果品在贮藏保鲜过程中,有一部分有机酸是作为呼吸底物而被消耗的,另一部分有机酸在体内转化为糖。从表 3 可以看出,在贮藏保鲜期间,随着贮藏时间延长,不同茶多酚浓度处理的葡萄可滴定酸含量均呈现逐渐下降的趋势。其中 C 组、D 组在贮藏保

鲜期间下降速度较慢,E 组下降速度最快。说明茶多酚和壳聚糖复合剂能够有效地减缓可滴定酸含量的降低,对保鲜葡萄的风味和品质维持起到重要效果,E 组茶多酚浓度最大,为 2.5%,却使得有机酸的下降更快,比 CK 组下降速度快。可溶性固形物与可滴定酸含量的比值影响果实风味<sup>[18]</sup>。

表 3 茶多酚处理对新美人指葡萄可滴定酸含量的影响

处理	可滴定酸含量(%)					
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d
CK	0.48±0.007a	0.40±0.004Ab	0.36±0.009Ab	0.31±0.008Bb	0.24±0.003Bb	0.22±0.004Bb
A	0.45±0.005 a	0.37±0.005Ab	0.34±0.006Ab	0.30±0.007Bb	0.25±0.002Bb	0.23±0.005Bb
B	0.47±0.003 a	0.38±0.007Ab	0.36±0.005Ab	0.31±0.005Bb	0.27±0.003Bb	0.26±0.003Ab
C	0.49±0.006 a	0.45±0.003Aa	0.42±0.007Aa	0.36±0.005Aa	0.34±0.002Aa	0.30±0.004Aa
D	0.47±0.007 a	0.47±0.007Aa	0.43±0.006Aa	0.40±0.004Aa	0.36±0.002Aa	0.32±0.005Aa
E	0.45±0.002 a	0.38±0.003Ab	0.31±0.004Bb	0.26±0.006Cc	0.24±0.003Bb	0.21±0.003Bb

2.7 茶多酚对新美人指葡萄贮藏维生素 C 含量的影响

从图 4 可以看出,5 个处理组和 CK 组的维生素 C 含量随着贮藏期的延长呈逐渐下降的趋势,其中 C 组和 D 组维生素 C 含量下降较慢,CK 组和 E 组下降速度较快,在贮藏 50 d 时,CK 组和 E 组的维生素 C 含量分别下降到 0.298、0.287 mg/100 g,而 C 组、D 组的维生素 C 含量分别为 0.445、0.432 mg/100 g。茶多酚处理效果最好的是浓度为 1.5%、2.0%,效果最差的是浓度为 2.5% 处理组。

2.8 茶多酚对新美人指葡萄固酸比值的影响

从表 4 看出,新美人指在贮藏过程中,各处理组和对照组固酸比值在不断的变化,且随着贮藏保鲜时间的拉长,整体呈现逐渐增大的趋势,其中 D 组增幅最小,其次是 C 组,在贮藏 50 d 时,固酸比值明显低于其他组。表明浓度为 1.5%、2.0% 茶多酚处理新美人指葡萄有利于贮藏保鲜时维持稳定固酸比值。

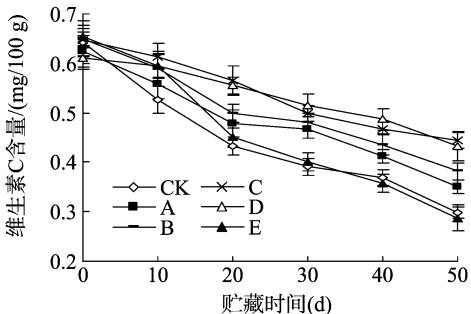


图 4 茶多酚处理对新美人指葡萄贮藏维生素 C 含量的影响

3 结论与讨论

褐变指数、好果率、质量损失率是衡量葡萄果实新鲜度的主要评价指标,可滴定酸含量、可溶性固形物、可溶性糖含量、维生素 C 含量等是衡量葡萄果实营养价值的重要评价指标。

表 4 茶多酚处理对新美人指葡萄固酸比的影响

处理	固酸比					
	0 d	10 d	20 d	30 d	40 d	50 d
CK	34 : 1	41 : 1	44 : 1	50 : 1	63 : 1	68 : 1
A	36 : 1	46 : 1	48 : 1	55 : 1	65 : 1	69 : 1
B	35 : 1	45 : 1	48 : 1	54 : 1	60 : 1	62 : 1
C	33 : 1	38 : 1	43 : 1	50 : 1	51 : 1	58 : 1
D	35 : 1	37 : 1	42 : 1	45 : 1	47 : 1	54 : 1
E	36 : 1	45 : 1	52 : 1	61 : 1	64 : 1	73 : 1

本试验采用不同浓度茶多酚复合涂膜剂涂膜处理新美人指葡萄,在相同的冷藏条件下,测定新鲜度指标和营养价值指标,结果表明,茶多酚复合涂膜剂处理可以显著抑制果实腐烂变质,延长葡萄的保鲜期,与陶永元等对草莓保鲜研究结果<sup>[19]</sup>一致。主要表现为在一定浓度范围内,茶多酚处理浓度越大,抑制葡萄果皮褐变指数增大越明显,抑制腐烂效果越好,维持可溶性糖含量、可滴定酸含量、维生素 C 含量效果越显著,其中茶多酚浓度为 1.5%、2.0% 复合涂膜剂贮藏保鲜效果最显著,但是 2.0% 浓度处理葡萄果实,在贮藏结束后,发现表面留有一股清淡的茶叶苦涩味。

综上所述,本试验制得简单保鲜涂膜剂,茶多酚浓度为 1.5% 和壳聚糖浓度为 2.0%,延长新美人指葡萄的货架期。这种涂膜剂配制方法非常简单,成本也低,主要是利用茶多酚和壳聚糖的抗菌抑菌、抗辐射、降血脂、无毒无害作用,为葡萄无公害贮藏保鲜提供理论基础指导。该方法可以用作短期贮藏保鲜,或者家庭保鲜用,操作简单,家庭用桶和盆就可使用,不需要再另外购买专用的仪器设备,是一种简便可行的葡萄贮藏保鲜方法。

天然抗氧化剂茶多酚是茶叶中的有效成分之一。中国是世界上最大的茶叶生产国之一,每年大概生产 65 万 t 的茶叶,其中约有 13 万 t 茶片、茶末可以用于提取食品级茶多酚,约 1.3 万 t<sup>[20]</sup>。目前,茶多酚天然抗氧化剂在日本的食品领域已经广泛应用,在欧美等国也有应用,但是在中国市场,将茶多酚天然抗氧化剂应用于水果的贮藏保鲜,还没有成熟的方式方法。本试验采用茶多酚的抑菌作用延长葡萄贮藏保鲜期也是一个初步的尝试,结果发现葡萄贮藏期得到了延长,而且茶多酚对人体具有多个益处,尤其是具有降血脂的作用,如果把这样的贮藏保鲜方法深入研究,将对国内目前很多的高血脂患者带来福音,同时茶多酚贮藏保鲜不存在任何的化学残留和毒副作用,不会污染环境,符合当下人们对食品绿色环保的要求。天然抗氧化剂完全有可能替代现在多用的合成果蔬保鲜剂。

本试验所得到的茶多酚最佳浓度适用于新美人指葡萄,对于其他的葡萄品种和其他水果只能作为初步参考,这种观点与赵凤等研究观点<sup>[21]</sup>一致。虽然茶多酚有很好的防腐保鲜及抑菌抗氧化作用,但根据目前的研究和实际使用,还需要配合一些贮藏的辅助手段,效果才会明显。贮藏前配制茶多酚复合剂,采用壳聚糖涂膜方式处理贮藏葡萄,存在问题涂膜后葡萄果粒容易粘连,且涂膜液残留多,这个问题需要以后进一步研究完善。

果蔬在衰老中,抗氧化酶系统活性下降和丧失,导致本身的活性氧代谢失调使活性氧积累,诱发膜脂中发生过氧化作用,造成丙二醛含量增加,加速衰老。植物一般自身存在活性氧清除系统保护酶,包括 CAT、SOD、POD 等。CAT 和 SOD 等保护酶系统可以有效地清除活性氧自由基,因此其活性高低可以作为判断果实耐贮性指标<sup>[22]</sup>。POD 在清除细胞的活性氧有着协同作用,因此 POD 同样可以反映保护酶系统清除自由基的能力,同样可以作为判断果实耐贮性指标<sup>[23]</sup>。目前,已有学者通过试验测定草莓贮藏保鲜的 CAT、SOD、POD 等抗氧化酶活性,其中,陈迪新等用适宜浓度的茶叶水提取物处理草莓,发现茶叶水提取物能有效抑制草莓的氧化衰老、失水、

硬度下降,贮藏保鲜效果明显<sup>[16]</sup>,这个结果与抑制 3 个主要抗氧化酶(CAT、SOD、POD)活性降低有关。本试验仅针对贮藏葡萄的品质指标进行了测定,有关保护酶活性有待以后深入研究。

## 参考文献:

- [1] 曹 婷,周步海,顾克余,等. 不同成熟度对‘新美人指’葡萄贮藏保鲜效果的研究[J]. 中国农学通报,2014,30(27):315-320.
- [2] 魏岩梅,陈晓燕. 圣女果气调保鲜包装技术研究[J]. 中国包装工业,2005(12):58-60.
- [3] 陈蔚辉,蔡喜洲. 微波处理对圣女果采后品质的影响[J]. 广东农业科学,2010,37(1):99-101.
- [4] 何海玲,顾龚平,张卫明. 白芨多糖胶涂膜保鲜樱桃番茄的研究[J]. 食品科学,2007,28(4):336-340.
- [5] 杨贤强,曹明富,沈生荣,等. 茶多酚生物学活性的研究[J]. 茶叶科学,1993,13(1):51-59.
- [6] 张 格,张玲玲,吴 华,等. 采用超高压技术从茶叶中提取茶多酚[J]. 茶叶科学,2006,26(4):291-294.
- [7] 康明丽,牟德华,李 艳. 壳聚糖涂膜常温保鲜草莓的试验研究[J]. 食品科学,2005,26(增刊1):84-87.
- [8] 水茂兴,马国瑞,陈美慈,等. 壳聚糖添加助剂保鲜草莓的效应[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2001,27(3):343-344.
- [9] Li H Y, Yu T. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit[J]. Journal of the Science of Food Agriculture,2001,81(2):269-274.
- [10] 肖丽霞,王 乔. 壳聚糖在果蔬贮藏保鲜中的应用[J]. 保鲜与加工,2005,5(1):4-6.
- [11] 张绍珊,杨晓萍,范 乔,等. 茶多酚对蟠桃保鲜效果的初步研究[J]. 茶叶科学,2009,29(3):212-218.
- [12] 刘开华,张宇航,邢淑婕. 含茶多酚的壳聚糖涂膜对圣女果保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发,2014,35(2):109-112.
- [13] 刘开华,豆成林. 涂膜保鲜剂中添加茶多酚对草莓贮藏品质的影响[J]. 中国食品添加剂,2011(4):75-78.
- [14] 陶永元,舒康云,张春梅,等. 茶多酚与壳聚糖复配溶液对樱桃的保鲜效果研究[J]. 食品研究与开发,2014,35(8):115-119.
- [15] 王佩华,赵大伟,迟彩霞,等. 天然抗氧化剂茶多酚在食品贮藏保鲜中的应用[J]. 贵州农业科学,2011,39(3):210-213.
- [16] 陈迪新,邓元平,李小静,等. 茶叶水提取物对草莓保鲜效果的影响[J]. 食品科学,2014,35(2):310-315.
- [17] 李 玲. 植物生理学模块实验指导[M]. 北京:科学出版社,2009:48-49.
- [18] 李志文,张 平,任朝辉,等. 冰温结合 1-MCP 对葡萄贮藏品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2011(5):4-8.
- [19] 陶永元,舒康云,吴加美,等. 茶多酚与壳聚糖复配剂对草莓保鲜效果的影响[J]. 中国食品添加剂,2012(5):224-230.
- [20] 陈志华. 茶多酚是食品行业很有前途的天然抗氧化剂[J]. 食品科学,2001,22(11):94-97.
- [21] 赵 凤,李 玲,杨小龙. 水溶性壳聚糖在葡萄保鲜中的应用[J]. 中国农学通报,2011,27(10):294-296.
- [22] Shigeoka S, Ishikawa T, Tamoi M, et al. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes[J]. Journal of Experimental Botany,2002,53(372):1305-1319.
- [23] Wakabayashi K. Changes in cell wall polysaccharides during fruit ripening[J]. Journal of Plant Research,2000,113(3):231-237.