

不同涂膜保鲜剂对蒙自甜石榴冷藏品质的影响

杨芳¹, 杨万林^{1*}, 王海丹¹, 陈锦玉¹, 兰珊珊¹, 张跃伟², 周勇生²

(1. 云南省农业科学院质量标准与检测技术研究所, 昆明 650205; 2. 蒙自市蒙生石榴产销专业合作社, 蒙自 661100)

摘要: **目的** 探讨羧甲基纤维素钠(CMC)、海藻酸钠、魔芋和果胶4种涂膜保鲜剂对冷藏石榴品质的影响。**方法** 以蒙自“甜绿籽”石榴为试验材料, 涂膜处理后, 在(5±1)℃低温冷藏, 测定石榴籽粒中可溶性固形物、总糖、总酸、维生素C和腐烂率等指标随冷藏时间的变化。**结果** 果胶涂膜处理能显著延缓贮藏期间可溶性固形物、总糖、总酸含量的下降, 提高冷藏期间石榴的营养品质, 效果优于其他涂膜保鲜剂; CMC涂膜处理能显著降低石榴的腐烂率, 可延缓维生素C和可溶性固形物的损失; 海藻酸钠涂膜处理可延缓可溶性固形物含量的降低, 但是对维生素C、总糖、总酸和腐烂率无显著效果; 魔芋涂膜处理能延缓总糖、总酸含量的下降, 但是使腐烂率显著升高。**结论** 果胶和CMC涂膜处理对冷藏石榴均有良好的保鲜效果。

关键词: 石榴; 果胶涂膜; 羧甲基纤维素钠涂膜; 冷藏品质

Effects of different coatings on quality of Mengzi pomegranate during cold storage

YANG Fang¹, YANG Wan-Lin^{1*}, WANG Hai-Dan¹, CHEN Jin-Yu¹, LAN Shan-Shan¹,
ZHANG Yue-Wei², ZHOU Yong-Sheng²

(1. Agri-food Quality Standards & Testing Technique Institute, Yunnan Academy of Agricultural Science, Kunming 650205, China; 2. Mengzi Mengsheng Pomegranate Production and Marketing Cooperative, Mengzi 661100, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the effects of different coatings (including carboxymethylcellulose sodium (CMC), sodium alginate, devils tongue and pectin) on the quality of pomegranate during cold storage. **Methods** Different coatings were used to preserve Mengzi “Tianlvzi” pomegranate, and the contents of soluble solids contents, vitamin C, total sugar, total acid and rotting rate were measured during the storage at (5±1)℃. **Results** The results indicated that pectin coating could reduce the depletion of soluble solid, total sugar and total acid, and keep the nutritional quality level high. The coating treatment with CMC could significantly reduce rotting rate of pomegranate, and also reduce the depletion of Vitamin C and soluble solid. Coating treatment with sodium alginate could effectively prevent the loss of soluble solid, but not effectively prevent the loss of vitamin C, total sugar, total acid and rotting rate. Coating treatment with devilstongue could reduce the loss of total sugar and total acid, but raise the rotting rate. **Conclusion** Both coating treatment with pectin and CMC had good fresh-retaining effect on Mengzi “Tianlvzi” pomegranate.

KEY WORDS: pomegranate; pectin coating; carboxymethylcellulose sodium coating; cold storage

基金项目: 云南省科技计划项目(2014EB032)

Fund: Supported by the Science and Technology Project of Yunnan Province (2014EB032)

*通讯作者: 杨万林, 研究员, 主要研究方向为农产品营养品质与加工质量控制。E-mail: ynyangwanlin@139.com

*Corresponding author: YANG Wan-Lin, Researcher, Nutritional Quality and Processing Quality Control of Agricultural Products, Kunming 650205, China. E-mail: ynyangwanlin@139.com

1 引 言

石榴(*Punica granatum* L.)是石榴科石榴属落叶灌木或小乔木植物。在我国的分布较广, 南北均有栽培, 以云南蒙自、建水、四川会理、安徽怀远、山西临潼及山东枣庄等地种植面积较大, 并培育了当地特色、优质的品种^[1]。石榴果实色泽艳丽、酸甜可口、营养丰富, 富含多种维生素、有机酸、糖类及矿物质, 还含有黄酮、花青素、生物碱等多种抗氧化物质, 具有预防心脏病, 延缓衰老, 降血脂、血糖、胆固醇, 防止冠心病和高血压等保健作用^[2,3]。

蒙自地处云南低纬度高原, 属于亚热带高原季风气候, 全年气候温暖, 日照充足。得天独厚的自然环境, 造就了蒙自石榴果实个大皮薄、粒满核软、籽粒晶莹、味甜多汁的优良品质, 深受消费者的喜爱。但是蒙自石榴不耐贮藏, 采后极易出现表皮褐变, 失水皱缩, 果实营养成分降解, 腐烂变质等, 使其商品价值大大下降, 给果农带来巨大经济损失。生产中, 石榴主要以冷库贮藏为主。研究发现, 低温冷藏结合单果套袋能有效延长保藏期, 降低失重率, 但贮藏后期易出现籽粒风味变淡、营养品质下降等冷害问题^[4,5]。因此, 应用现代保鲜新技术, 延长石榴贮藏期, 提高果实品质已成为现今科研人员研究的热点^[6,7]。涂膜保鲜是果蔬贮藏领域中的一项重要技术, 在苹果、桑葚、生姜、豇豆等果蔬上都取得了良好的效果^[8-11], 且生态环保、操作简单、生产成本低, 易于推广。本试验在低温冷藏条件下, 研究明胶、魔芋、海藻酸钠、羧甲基纤维素钠(CMC)4种涂膜保鲜剂对蒙自石榴的保鲜效果, 以期探讨绿色、安全、高效的石榴采后涂膜保鲜技术, 延长石榴贮藏期, 提高营养品质, 为涂膜保鲜剂在石榴上的商业化应用提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 试验材料

蒙自“甜绿籽”石榴: 2014 年 10 月 17 日采自云南省蒙自市新安所镇小红寨果园。该石榴园海拔 1300 m 左右, 年均气温在 18~20 ℃, 年均降雨量为 796.4 mm, 无霜期 300 d。采摘时选择生长健壮、长势基本一致的石榴树, 石榴果实要求果形整齐, 色泽一致, 无外观缺陷, 无机械损伤, 无病虫害, 同一品种。采摘当天运回实验室, 分级挑选后于 5±1 ℃冷库中预冷 3 d 后, 进行涂膜试验, 涂膜后自然晾干, 于 5±1 ℃冷库中贮藏。

2.2 仪器与设备

组织捣碎匀浆机(JJ-2 型, 金坛市富华仪器有限公司); 电子天平(BSA224S-CW 型, 赛多利斯科学仪器(北京)有限公司); 阿贝折射仪(2WJA 型, 上海光学仪器一厂)。

2.3 处理方法

2.3.1 涂膜保鲜液的配制

0.5%的 CMC 溶液配制: 称取 2.5 g CMC, 用 5 mL 体积分数 95%乙醇润湿分散, 再加入到 500 mL 40 ℃左右的蒸馏水中, 充分搅拌使其完全溶解。冷却后备用。

0.5%的果胶溶液配制: 称取 2.5 g 果胶, 加入到 500 mL 60 ℃左右的蒸馏水中, 充分搅拌使其完全溶解。冷却后备用。

0.5%的海藻酸钠、0.5%的魔芋保鲜液配制方法同果胶。

2.3.2 涂膜处理

将预冷后的石榴放入不同的涂膜保鲜溶液中浸果 30 s, 取出自然晾干, 用石榴专用保鲜袋(浙江省衢州市明利包装有限公司, 17 cm×14 cm)单果套袋, 外套泡沫网套装箱(每箱装 50 个石榴), 放入温度 5±1 ℃, 相对湿度 90%~95%的冷库贮藏。设果胶、海藻酸钠、CMC、魔芋 4 个涂膜处理及对照, 每处理 3 次重复。共贮藏 150 d。贮藏期间每隔 30 d 随机取样, 每个处理抽取 3 箱, 测定相关指标。

2.4 指标测定

2.4.1 营养品质

总糖含量采用斐林试剂滴定法测定(以葡萄糖计); 可溶性固形物含量用阿贝折射仪法测定; 总酸含量用酸碱中和滴定法测定(以柠檬酸计); 维生素 C 含量采用 2,6-二氯酚酚测定法测定; 测定结果均为 3 次重复的平均值。

2.4.2 腐烂率

每个处理随机取 50 个果实进行统计, 重复 3 次。

腐烂率(%)=腐烂果数/调查果数×100%

3 结果与分析

3.1 涂膜处理对冷藏石榴可溶性固形物含量的影响

不同涂膜处理对冷藏石榴可溶性固形物含量的影响见表 1。

由表 1 可知, 石榴冷藏期间可溶性固形物一直呈下降趋势。冷藏 30 d 内, 除海藻酸钠处理组可溶性固形物含量低于对照组, 其他涂膜处理组和对对照组没有明显差异, 且涂膜处理组可溶性固形物含量略低于对照组, 因此短期冷藏即上架销售时, 没有必要进行涂膜处理。冷藏 30~90 d 期间, 可溶性固形物下降速率逐渐增快, 与对照组相比, 涂膜处理组的可溶性固形物含量下降速率较慢。当冷藏超过 90 d 时, 对照组的可溶性固形物含量急剧下降; 当冷藏到 120 d 时, 涂膜处理组含量显著高于对照组。随着冷藏时间的延长, 涂膜对照组能有效地减少可溶性固形物的损失。整个冷藏期间, 对照组石榴的可溶性固形物含量从 15.64%下降到 13.42%; 涂膜组中魔芋涂膜处理效果较差, 可溶性固形物含量从 15.64%下降到 13.54%, 略高于对照

组;果胶涂膜组的可溶性固形物含量下降较缓慢,从15.64%下降到14.24%,一直维持较高的含量。从可溶性固形物含量来看,果胶涂膜处理效果较好。

3.2 涂膜处理对维生素 C 含量的影响

不同涂膜处理对冷藏石榴维生素 C 含量的影响见表 2。
由表 2 可知,冷藏 0~60 d 时,维生素 C 含量快速下降,对照组含量由最初的 9.97 mg/100 g 下降到 3.30 mg/100 g,海藻酸钠涂膜组含量下降最快,降到 2.70 mg/100 g,在冷藏 60 d 的时间里,维生素 C 大量损失。冷藏 60~150 d 时,维生素 C 含量趋于平稳,略有下降。石榴中的维生素 C 极易损失,试验中采用的 4 种涂膜保鲜剂均不能有效防止维生素 C 的损失,只有 CMC 涂膜处理组在冷藏 30 d 内,维生素 C 损失较少,含量显著高于其他处理组,且在整个冷藏期间,CMC 涂膜处理组维生素 C 含量略高于对照组。

3.3 涂膜处理对总酸含量的影响

石榴中的总酸主要是有机酸,这些有机酸影响水果的色、香、味以及稳定性,是影响果实风味品质的重要因

素。由表 3 可看出,各处理组在贮藏过程中果实总酸含量快速下降。贮藏第 90 d 时,果胶涂膜处理组的总酸含量显著高于其他处理组。随着冷藏时间的延长,相较于对照组,涂膜处理延缓了总酸含量的损失,4 种涂膜处理组的总酸含量高于对照组。

3.4 涂膜处理对冷藏石榴总糖含量的影响

不同涂膜处理对冷藏石榴总糖含量的影响见表 4。
在冷藏期间,石榴果实总糖含量持续下降,且每个处理总糖含量下降速率随冷藏时间呈增快趋势。魔芋涂膜处理组,在冷藏 30 d 时总糖含量最高,但是 30 d 后总酸含量呈快速下降趋势。对照组、海藻酸钠、CMC 涂膜处理组在 0~60 d 内,总糖含量呈缓慢下降趋势,60 d 后,总糖含量快速下降。采用果胶涂膜处理,总糖含量下降较缓慢,冷藏到 90 d 时,果胶涂膜处理组总糖含量显著高于其他处理组。

3.5 涂膜处理对冷藏石榴腐烂率的影响

不同涂膜处理对石榴腐烂率的影响见表 5。

表 1 不同涂膜处理对冷藏石榴可溶性固形物含量的影响(n=3)
Table 1 Effects of different coating treatments on soluble solids contents of pomegranate berries (n=3)

处理组\冷藏时间/d	0	30	60	90	120	150
对照(%)	15.64±0.20	15.55±0.10 ^b	14.95±0.15 ^a	14.42±0.21 ^{ab}	13.57±0.23 ^a	13.42±0.20 ^a
果胶(%)	15.64±0.20	15.47±0.09 ^b	15.25±0.13 ^b	14.92±0.10 ^c	14.64±0.12 ^c	14.24±0.11 ^d
海藻酸钠(%)	15.64±0.20	15.22±0.08 ^a	14.95±0.10 ^a	14.65±0.12 ^{bc}	14.14±0.08 ^b	13.79±0.10 ^{bc}
魔芋(%)	15.64±0.20	15.32±0.10 ^{ab}	14.75±0.13 ^a	14.27±0.12 ^a	13.87±0.09 ^b	13.54±0.13 ^{ab}
CMC(%)	15.64±0.20	15.50±0.15 ^b	14.85±0.09 ^a	14.67±0.12 ^{bc}	14.14±0.11 ^b	14.03±0.14 ^{cd}

注:相同字母表示无显著差异(P>0.05);标注不同字母表示有显著差异(P<0.05)。

表 2 不同涂膜处理对冷藏石榴维生素 C 含量的影响(mg/100g)(n=3)
Table 2 Effects of different coating treatments on vitamin C contents of pomegranate berries(mg/100g) (n=3)

处理组\冷藏时间/d	0	30	60	90	120	150
对照	9.97±0.23	8.50±0.30 ^c	3.30±0.15 ^b	2.83±0.14 ^b	2.50±0.10 ^b	1.33±0.08 ^a
果胶	9.97±0.23	7.83±0.16 ^b	3.30±0.09 ^b	2.83±0.11 ^b	2.50±0.07 ^b	2.33±0.10 ^c
海藻酸钠	9.97±0.23	7.33±0.11 ^a	2.70±0.08 ^a	2.33±0.08 ^a	2.13±0.09 ^a	2.00±0.07 ^b
魔芋	9.97±0.23	8.00±0.21 ^b	3.30±0.06 ^b	3.17±0.15 ^c	2.83±0.12 ^c	2.62±0.07 ^d
CMC	9.97±0.23	9.50±0.18 ^d	3.35±0.08 ^b	3.17±0.07 ^c	2.83±0.05 ^c	2.67±0.10 ^d

注:相同字母表示无显著差异(P>0.05);标注不同字母表示有显著差异(P<0.05)。

表 3 不同涂膜处理对冷藏石榴总酸含量的影响(g/kg) (n=3)
Table 3 Effects of different coating treatments on total acid contents of pomegranate berries(g/kg) (n=3)

处理组\冷藏时间/d	0	30	60	90	120	150
对照	5.84±0.13	5.04±0.17 ^{ab}	4.12±0.05 ^b	2.99±0.12 ^b	2.33±0.09 ^a	2.24±0.10 ^a
果胶	5.84±0.13	4.84±0.11 ^a	4.16±0.04 ^b	3.61±0.08 ^c	2.70±0.06 ^c	2.41±0.10 ^a
海藻酸钠	5.84±0.13	5.21±0.10 ^b	3.69±0.10 ^a	2.72±0.09 ^a	2.49±0.08 ^b	2.38±0.09 ^a
魔芋	5.84±0.13	4.84±0.10 ^a	3.74±0.10 ^a	3.10±0.10 ^b	2.90±0.05 ^d	2.61±0.09 ^b
CMC	5.84±0.13	5.46±0.08 ^c	3.72±0.07 ^a	3.12±0.08 ^b	2.45±0.07 ^{ab}	2.38±0.05 ^a

注: 相同字母表示无显著差异(P>0.05); 标注不同字母表示有显著差异(P<0.05)。

表 4 不同涂膜处理对冷藏石榴总糖含量的影响(%) (n=3)
Table 4 Effects of different coating treatments on total sugar contents of pomegranate berries(%) (n=3)

处理组\冷藏时间/d	0	30	60	90	120	150
对照	12.98±0.25	12.04±0.23 ^b	11.92±0.28 ^c	9.34±0.27 ^a	8.19±0.35 ^a	8.10±0.21 ^b
果胶	12.98±0.25	12.18±0.26 ^b	11.96±0.09 ^c	11.15±0.24 ^c	8.44±0.12 ^{ab}	8.36±0.12 ^{bc}
海藻酸钠	12.98±0.25	12.22±0.17 ^b	11.86±0.14 ^c	9.51±0.11 ^a	8.94±0.20 ^b	7.66±0.11 ^a
魔芋	12.98±0.25	12.44±0.17 ^b	10.68±0.11 ^a	10.28±0.15 ^b	8.90±0.15 ^b	8.54±0.13 ^{cd}
CMC	12.98±0.25	11.55±0.15 ^a	11.10±0.15 ^b	9.63±0.12 ^a	8.74±0.12 ^b	8.75±0.14 ^d

注: 相同字母表示无显著差异(P>0.05); 标注不同字母表示有显著差异(P<0.05)。

表 5 不同涂膜处理对石榴腐烂率的影响(%) (n=3)
Table 5 Effects of different coating treatments on rotting rate of pomegranate berries(%) (n=3)

处理组\冷藏时间/d	0	30	60	90	120	150
对照	0 ^a	0 ^a	0 ^a	2.7±0.3 ^a	10.0±0.3 ^b	32.6±0.7 ^b
果胶	0 ^a	0 ^a	0 ^a	2.0±0.2 ^a	8.7±0.2 ^b	30.7±0.9 ^b
海藻酸钠	0 ^a	0 ^a	0 ^a	4.7±0.3 ^b	9.3±0.2 ^b	30.7±0.8 ^b
魔芋	0 ^a	0 ^a	0 ^a	8.7±0.4 ^c	16.0±0.5 ^c	40.7±0.7 ^c
CMC	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.7±0.2 ^a	1.3±0.3 ^a	26.6±0.5 ^a

注: 相同字母表示无显著差异(P>0.05); 标注不同字母表示有显著差异(P<0.05)。

由表 5 可知, 在冷藏 60 d 以内, 各处理组均无腐烂; 冷藏到 90 d 时, 各处理组均有少量腐烂果出现, CMC、果胶和对照组腐烂率均较低, 而魔芋涂膜处理组腐烂率显著高于其他各组; 冷藏到 120 d, 随着冷藏时间的延长, 各涂膜处理的腐烂率均有升高, 但是 CMC 涂膜处理组腐烂率仍在较低水平; 120 d 后腐烂率急剧上升, 冷藏到 150 d 时, 魔芋涂膜处理组的腐烂率达到 40.7%, 显著高于其他处理组, 而 CMC 涂膜处理组腐烂率为 26.6%, 显著低于其他处理组。综上, 在冷藏过程中, CMC 涂膜处理显著降低了石榴的腐烂率, 保鲜效果较好; 果胶、海藻酸钠涂膜处理组

和对照组无显著差异; 而魔芋涂膜处理显著提高了石榴的腐烂率, 不适于冷藏石榴的保鲜。

4 讨 论

果胶是一种天然的植物大分子多糖, 具有较好的凝胶性和抑菌性, 可为果蔬提供天然的保护屏障^[12,13]。果胶作为一种新型的食品保鲜膜已受到广泛关注, 具有一定的潜力和价值, 但是果胶涂膜保鲜石榴尚未见报道^[14]。在本研究中果胶涂膜处理可明显延缓冷藏石榴可溶性固形物、总酸和总糖含量的损失, 提高了石榴的营养品质。在冷藏

90 d 时,果胶涂膜处理组石榴的可溶性固形物、总酸和总糖含量显著高于其他处理组,且腐烂率在较低水平,因此果胶涂膜处理对冷藏石榴的保鲜效果较好。

CMC 涂膜处理在石榴冷藏 30 d 内,能明显延缓维生素 C 含量的降低,随后维生素 C 含量快速下降,与其他处理组无显著差异。CMC 涂膜处理在石榴冷藏 90~150 d 内,可以显著降低石榴的腐烂率,延缓可溶性固形物、总酸和总糖含量的损失,CMC 涂膜可以降低石榴的呼吸代谢,进而降低石榴籽粒营养成分的降解和转化,在一定程度上保持其贮藏品质,延长石榴的贮藏期。

文献报道,海藻酸钠涂膜处理能有效抑制灵武长枣 Vc 含量的损失,减缓可滴定酸的降解及可溶性固形物的降低^[15]。本研究结果表明,冷藏时间超过 90 d 后,海藻酸钠涂膜处理虽然可以减缓蒙自石榴可溶性固形物的降低,但是对于 Vc、总酸、总糖等指标与对照组相比无明显差异或低于对照组,因此海藻酸钠涂膜处理并未起到良好的保鲜效果。在石榴冷藏 90~150 d 内,魔芋涂膜处理组虽然在一定程度上延缓石榴的总酸和总糖的损失,但是其腐烂率急剧上升,显著高于对照组,也不适于石榴的保鲜。果胶和 CMC 涂膜处理提高了冷藏石榴的营养品质,降低了腐烂率,对石榴均有良好的保鲜效果。

参考文献

- [1] 杨万林, 杨芳. 中国优质石榴品种品质比较与评价[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(2): 62-67, 72.
Yang WL, Yang F. Evaluation and comparison of fruit quality of pomegranate cultivars in China [J]. Storage Process, 2015, 15(2): 62-67, 72.
- [2] 王晓瑜, 高晓黎, 买尔旦·马介木提. 石榴的药理学研究进展[J]. 中国医药导报, 2008, 7(5): 13-15.
Wang XY, Gao XL, Mai EM. Advances in pharmacological studies of punica granatum L. [J]. Chin Med Herald, 2008, 7(5): 13-15.
- [3] 袁丽, 高瑞昌, 田永全. 石榴营养保健功能及开发利用[J]. 农业工程技术, 2007, (10): 38-40.
Yuan L, Gao RC, Tian YQ. Health-care function and exploitation of pomegranates [J]. Agric Eng Technol, 2007, (10): 38-40.
- [4] Nanda S, Rao DVS, Shantha K, *et al.* Effects of shrink film wrapping and storage temperature on the shelf life and quality of pomegranate fruits cv Ganesh [J]. Postharvest Bio Technol, 2001, 22(1): 61-69.
- [5] 胡青霞, 张丽婷, 李洪涛, 等. 石榴果实贮藏期生理变化与采后保鲜技术研究进展[J]. 河南农业科学, 2014, 43(3): 5-11.
Hu QX, Zhang LT, Li HT, *et al.* Research progress on physiological changes during storage and postharvest preservation technology of pomegranate fruit [J]. J Henan Agric Sci, 2014, 43(3): 5-11.
- [6] 郭彩琴, 惠伟, 王晶, 等. 1-MCP 对净皮甜石榴的冷藏保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2012, (3): 348-351, 383.
Guo CQ, Hui W, Wang J, *et al.* Effect of 1-MCP treatment on 'jing pi tian' pomegranate during cold storage [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, (3): 348-351, 383.
- [7] 张润光, 张有林, 田呈瑞, 等. 不同 pH 值 CMC 涂膜对石榴果实采后生理指标及贮藏品质的影响[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(7): 225-229.
Zhang RG, Zhang YL, Tian CR, *et al.* Effects of different pH of CMC coating on the postharvest physiological index and storage quality of pomegranate fruit [J]. Food Ferment Ind, 2011, 37(7): 225-229.
- [8] 袁仲玉, 周会玲, 张晓晓, 等. 芦荟粗提液对红富士苹果常温贮藏保鲜的影响[J]. 中国食品学报, 2014, 14(11): 104-110.
Yuan ZY, Zhou HL, Zhang XX. Effect of aloe flavone extracts coating on qualities and physiology of red fuji apples during ambient temperature storage [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2014, 14(11): 104-110.
- [9] 王兆升, 董海洲, 刘传富, 等. 壳聚糖在鲜切生姜涂膜保鲜中的应用[J]. 农业工程学报, 2011, 27(S2): 237-241.
Wang ZS, Dong HZ, Liu CF, *et al.* Application of chitosan coating in preservation of fresh-cut ginger [J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2011, 27(S2): 237-241.
- [10] 赵玲玲, 姜文利, 张岩, 等. 不同天然生物保鲜液对桑葚贮藏品质的影响[J]. 保鲜与加工, 2015, 15(4): 26-31, 38.
Zhao LL, Jiang WL, Zhang Y, *et al.* Effect of different natural biological preservative solution on storage quality of mulberry [J]. Storage Process, 2015, 15(4): 26-31, 38.
- [11] 张宇航, 王荣荣, 邢淑婕. 豇豆涂膜保鲜效果的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6 (3): 775-780.
Zhang YH, Wang RR, Xing SJ. Preservation effect of coating on cowpea [J]. J Food Saf Qual, 2015, 6(3): 775-780.
- [12] 张学杰, 郭科, 苏艳玲. 果胶研究新进展[J]. 中国食品学报, 2010, 10(1): 167-174.
Zhang XJ, Guo K, Su YL. A review on the recent advance in pectin research [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2010, 10(1): 167-174.
- [13] 谢明勇, 李精, 聂少平. 果胶研究与应用进展[J]. 中国食品学报, 2013, 13(8): 1-14.
Xie MY, Li J, Nie SP. A Review about the research and applications of pectin [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2013, 13(8): 1-14.
- [14] 朱丹实, 刘贺, 励建荣. 壳聚糖/大豆果胶多糖可食性复合膜及 LDPE 膜对辽西大枣贮藏品质的影响[J]. 中国食品学报, 2013, 13 (4): 125-131.
Zhu DS, Liu H, Li JR. The effects of chitosan/coy bean pectin complex edible coating and LDPE film on shelf-life qualities of western Liaoning Jujube [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2013, 13(4): 125-131.
- [15] 任玉锋, 马玉贤. 海藻酸钠涂膜对灵武长枣低温保鲜效果的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(15): 7175-7176, 7213.
Ren YF, Ma YX. Effects of coating with sodium alginate on the fresh keeping effects of Lingwu long jujube at low temperature [J]. J Anhui Agric Sci, 2009, 37(15): 7175-7176, 7213.

(责任编辑: 金延秋)

作者简介



杨芳, 助理研究员, 主要研究方向为农产品保鲜与加工。
E-mail: yfyb917@163.com



杨万林, 研究员, 主要研究方向为农产品营养品质与质量控制。
E-mail: ynyangwanlin@139.com