

纳米 SiO_x 涂膜对灵武长枣采后品质的影响

吴小华¹, 颀敏华², 吕建国¹, 李梅², 张永茂², 李冰峰³

(1. 甘肃农业大学 农学院 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院 农产品贮藏加工研究所 甘肃 兰州 730070

3. 宁夏灵武果业有限公司, 宁夏 灵武 750400)

摘 要: 以八成熟灵武长枣果实为试材, 研究了纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣果实品质变化及贮藏保鲜效果的影响。结果表明: 纳米 SiO_x 涂膜处理能够显著降低霉烂果率、转红果率, 减缓贮藏中后期果肉硬度下降和 VC 氧化分解, 防止水分散失, 提高贮藏中后期脆好果率, 有效提高常、低温贮藏枣果的淀粉含量, 显著提高常温贮藏灵武长枣果内的可溶性蛋白含量, 梗部的增加幅度高于果部, 从而保持枣果采后品质, 延缓果实的后熟软化, 延长其贮藏保鲜期。

关键词: 灵武长枣; 涂膜; 贮藏; 品质

中图分类号: S 665.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)09-0187-05

灵武长枣是中国枣(*Zizyphus jujuba* Mill.) 中的一个优良鲜食品种, 果实外观艳丽, 营养丰富, 甜酸适口, 肉质酥脆, 风味独特, 深受消费者青睐。但由于灵武长枣采摘期短, 上市相对集中, 鲜枣采摘后在自然条件下极易失水、酒化, 果肉很快变得疏松, 5~6 d 后果肉变褐软化, 甚至霉烂, 失去商品价值^[1]。鲜果货架期短、贮藏保鲜难已成为宁夏特色果品灵武长枣产业发展的瓶颈问题。近年来, 国内外对鲜枣采后生理生化和贮藏保鲜技术研究已有不少报道, 但在延长贮藏保鲜期方面尚无

突破性进展, 这可能与对鲜枣采后生理生化变化规律的研究不够深入有关。因此, 进行枣采后生理研究, 对提高其贮藏保鲜能力至关重要, 日益引起人们的重视。果蜡涂膜是水果贮藏保鲜和商品化处理的必备手段, 果品涂蜡后在果实表层形成一层透明薄膜, 果实表面光洁、色泽鲜亮, 能够明显地改善其商品外观质量, 延长贮藏期和货架期, 增强市场竞争力^[2]。涂膜保鲜已应用于柑橘^[3]、苹果^[4]、梨^[5]、葡萄^[6]、李^[7]、芒果^[8]等多种果实的贮藏保鲜。纳米 SiO_x 涂膜采用纳米硅基氧化物(SiO_x) 对天然成膜材料进行了改性和蜡膜固定化, 使涂膜的气体透性可根据需要进行调整, 从而增强了涂膜的气调保鲜功能。该涂膜保鲜技术近年来在柑橘、苹果等水果上大量应用, 保鲜效果显著^[3-4]。该研究采用纳米硅基氧化物(SiO_x) 保鲜果蜡对灵武长枣进行涂膜, 研究纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣采后品质变化的影响, 以期探明纳米 SiO_x 涂膜对灵武长枣的保鲜作用及其机理, 为灵武长枣保鲜提供新的技术途径。

第一作者简介: 吴小华(1984-), 女, 硕士, 专业方向为采后生理。
E-mail: wuxiaohua.84 @163.com。
通讯作者: 颀敏华(1970-), 女, 博士, 研究员, 现从事采后生理研究工作。E-mail: xieminhuags@126.com。
基金项目: 宁夏回族自治区科技攻关资助项目(KGZ-15-06-01-02)。
收稿日期: 2010-01-26

Impact of CoCl₂ on the Preservation Effect of China Rose Cut Flowers

YANG Kai-mao, CHEN Xin-xin, DU Juan

(Town Construction College of Sichuan Agricultural University, Dujiangyan, Sichuan 611830)

Abstract: Systematic experiments concerning morphological and physiological changes associated with senescence of cut Rose Flowers were conducted. The results showed that certain concentration of CoCl₂ could inhibit the synthesis of MDA and delay the reduction of soluble sugar content, slow the increase in proline and cut flowers of water loss, thereby delaying senescence cut flowers. 7 mg/L CoCl₂ was the fittest to preservate the cut *Rosa hybrida* flowers in this experiments.
Key words: *Rosa hybrida*; preservation; CoCl₂

1 材料与方法

1.1 材料 with 处理

1.1.1 试验材料 供试八成熟灵武长枣果实采自宁夏灵武市临河镇。供试纳米 SiO_x 涂膜保鲜剂(产品标准号: Q/RY003)由甘肃省润源农产品开发有限公司提供。

1.1.2 试验处理 2007 年 9 月 19 日于宁夏灵武市临河镇手工采摘灵武长枣 150 kg, 枣果着色面积占整果的 1/2~2/3(即八成熟), 剔除病、虫、伤、次果, 其中 75 kg 即刻在枣园进行涂膜保鲜剂处理, 之后在灵武市果业公司冷库(0~2℃)预冷一夜后运回甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所。从中挑选涂膜和未涂膜处理的枣果各 60 kg, 按 1 kg/袋(国家农产品贮藏保鲜研究中心鲜枣专用微孔聚乙烯膜袋)分装。涂膜和未涂膜处理的枣果各 30 袋置常温通风塑料大帐(贮藏期温度由 16.5℃逐渐降至 10.3℃, 帐内湿度保持在 90%~95%, 大帐开设 2 个通风窗, 以供应充足的氧气), 30 袋置 0℃恒温冷库通风塑料大帐贮藏, 帐内湿度保持 90%~95%。常温贮藏每 7 d 调查、测定 1 次相关生理指标, 0℃恒温冷库贮藏每 14 d 调查、测定 1 次。各处理每次随机抽取 3 袋 3 次重复。果实硬度、VC 含量、SOD 活性和 MDA 含量等指标对果实梗部和其它部位分别进行测定。

1.2 试验方法

保鲜效果统计: 失重率用称重法; 商品果率、褐果率、软化率、转红率和霉烂率分别用商品果、褐果、软化果、转红果和霉烂果占总调查果的百分率来表示; 硬度: 采用 GY-1 型硬度计测定, 每处理每次测 24 个果实, 每果在梗部和果部分别去皮测 2 次, 取平均值, 最后以 24

个果实的平均值作为该样品的硬度; VC 含量: 采用 2,6-二氯酚靛酚法^[9]; 可滴定酸: 采用酸碱滴定法测定; 淀粉含量测定: 采用蒽酮法^[10]; 可溶性蛋白含量测定: 采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[11]。

1.3 数据分析

采用 Excel 软件和 DPS 数据处理系统进行统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣保鲜效果的影响

从表 1 可以看出, 常温条件下, 灵武长枣在贮藏期间无失重、软化、果肉褐变等现象发生。贮藏 7 d, 对照果有 96.64% 完全转红, 在贮藏 14 d 后枣果全部转红。涂膜明显抑制了枣果的转红速度, 整个贮藏期转红果率始终低于对照, 至贮藏第 42 天, 仅有 16.43% 的枣果转红, 较对照低 83.57%。对照果的商品果率贮藏 21 d 保持在 91.56% 以上, 贮藏 28 d, 商品果率迅速降低, 至第 42 天, 降为 0, 完全失去商品价值。涂膜果的商品果率降低幅度始终低于对照, 贮藏 42 d, 商品果率保持在 53.48%, 较对照高 100%, 差异达到极显著水平。

由表 2 可知, 低温贮藏过程中灵武长枣也无失重、软化、果肉褐变等现象发生。枣果的转红率随贮藏时间的延长呈整体升高趋势, 至贮藏后期达到最高, 但涂膜处理果实转红速度极慢, 至贮藏 56 d 时只有 9.64% 的枣果完全转红, 较对照低 19.00%, 差异达显著水平。对照果的商品果率贮藏 56 d 时已降至 18.42%, 同期涂膜果的商品率保持在 62.64%, 较对照高 240.07%, 差异达极显著水平, 说明涂膜显著延缓了灵武长枣的后熟进程。

表 1 纳米 SiO _x 涂膜对常温贮藏灵武长枣保鲜效果的影响										
贮藏 时间/ d	商品果率/ %		褐果率/ %		软果率/ %		失重率/ %		转红果率/ %	
	CK	处理	CK	处理	CK	处理	CK	处理	CK	处理
0	100a	100a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
7	99.26a	100a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	96.64a	5.15b
14	94.82a	95.33a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100a	9.62b
21	91.56a	92.51a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100a	10b
28	51.79b	85.43a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100a	12.91b
35	30.85b	73.61a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100a	15.57b
42	0b	53.48a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	100a	16.43b

注: 表中同列数据后不同小写字母表示差异显著(P<0.05) 下同。

表 2 纳米 SiO _x 涂膜对低温贮藏灵武长枣保鲜效果的影响										
贮藏 时间/ d	商品果率/ %		褐果率/ %		软果率/ %		失重率/ %		转红果率/ %	
	CK	处理	CK	处理	CK	处理	CK	处理	CK	处理
0	100a	100a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	0a
14	99.26a	100a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	2.02a	1.74a
28	93.43a	99.39a	0a	0a	0a	0a	0a	0a	8.35a	5.64b
42	85.19a	92.01a	0a	0a	2.03a	0a	0a	0a	9.47a	6.39b
56	18.42a	62.64b	0a	0a	5.36a	3.71a	0a	0a	11.9a	9.64a

2.2 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣果实硬度的影响

硬度是衡量果实贮藏质量的一个重要指标。从图 1 可看出,在相对湿度保持在 90%~95%的通风塑料大帐内及保鲜膜袋包装的贮藏条件下,常温贮藏 35 d 内灵武长枣果腰部的硬度基本保持稳定,为 13.5~14.2 kg/cm²,35 d 后急剧下降,至 42 d 降至 10.1 kg/cm²。果实梗部的硬度小于果腰部,且下降幅度大于果腰部。纳米 SiO_x 涂膜处理可以显著抑制灵武长枣贮藏后期果实硬度的

下降,处理 42 d 梗部、果腰部硬度分别较对照提高 43.66% 和 30.69%。
0℃低温贮藏条件下(图 2),灵武长枣果实的硬度呈缓慢下降趋势。与常温下相似,果实梗部的硬度小于果腰部,且下降幅度大于果腰部。纳米 SiO_x 涂膜处理可以显著抑制低温贮藏后期灵武长枣果实硬度的下降,处理 56 d 梗部、果腰部硬度分别较对照提高 22.89%和 13.64%。

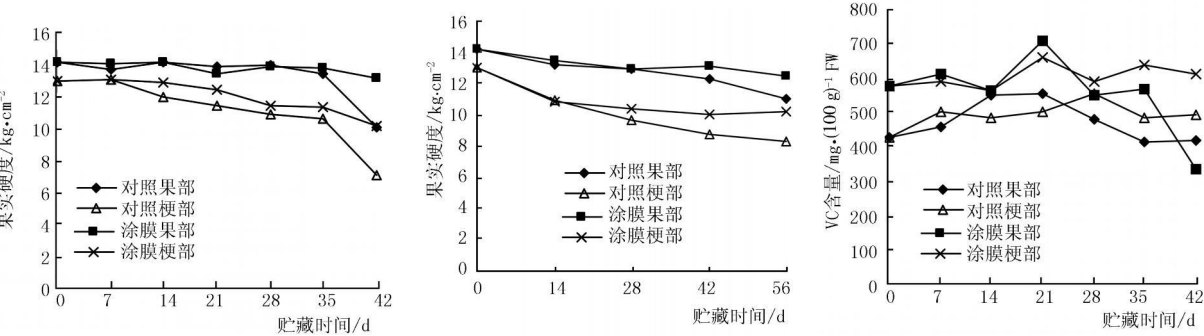


图 1 纳米 SiO_x 涂膜对常温贮藏灵武长枣果实硬度的影响 图 2 纳米 SiO_x 涂膜对低温贮藏灵武长枣果实硬度的影响 图 3 纳米 SiO_x 涂膜对常温贮藏灵武长枣 VC 含量的影响

2.3 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣 VC 含量的影响

VC 是鲜枣的重要营养成分,其含量高低是衡量鲜枣营养价值的一个重要指标。从图 3 可以看出,与果实硬度相反,灵武长枣果梗部的 VC 含量显著高于果实其它部位。八成熟灵武长枣在常温贮藏过程中,随着果实后熟,VC 含量升高,果梗部位与果实其它部位均于贮藏 21 d 形成 VC 含量高峰,此后 VC 含量随贮藏时间延长而降低,且果梗部位 VC 含量的降低幅度大于果实其它部位。纳米 SiO_x 涂膜处理使果实其它部位的 VC 含量高峰较对照推迟 7 d 出现,说明纳米 SiO_x 涂膜延缓了灵武长枣的后熟进程。纳米 SiO_x 涂膜处理显著降低了灵

武长枣常温贮藏后期 VC 含量的降低程度,处理 42 d 梗部、其它部位的 VC 含量分别较对照提高了 83.44%和 18.72%。
0℃低温贮藏条件下(图 4),八成熟灵武长枣的 VC 含量在贮藏初期也呈升高趋势,梗部和果实其它部位在贮藏 14 d 形成 VC 含量高峰。此后随贮藏时间延长,VC 含量降低。纳米 SiO_x 涂膜处理使灵武长枣果实的 VC 含量在 0℃低温贮藏条件下始终高于对照,处理 14 d,梗部、其它部位的 VC 含量高峰值分别较对照提高 16.20%、17.16%;处理 56 d,梗部、其它部位的 VC 含量分别较对照提高 8.63%、10.24%。

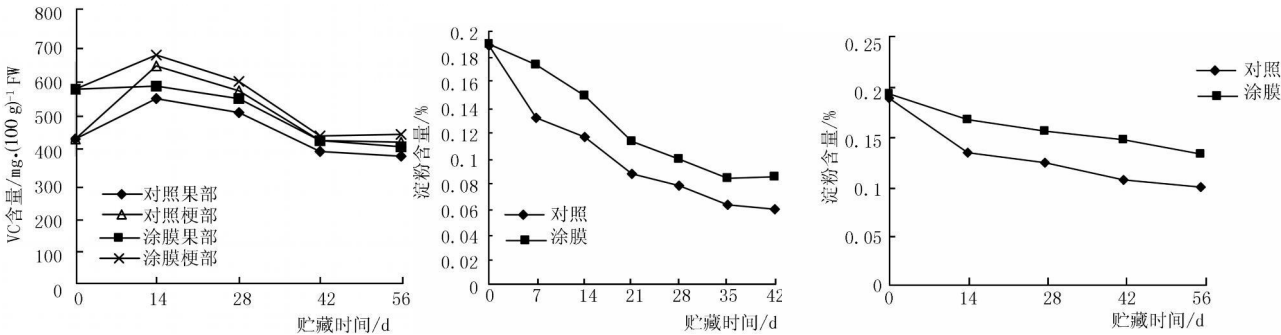


图 4 纳米 SiO_x 涂膜对低温贮藏灵武长枣 VC 含量的影响 图 5 纳米 SiO_x 涂膜对常温贮藏灵武长枣淀粉含量的影响 图 6 纳米 SiO_x 涂膜对低温贮藏灵武长枣淀粉含量的影响

2.4 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣淀粉含量的影响

淀粉作为细胞内含物,对维持细胞膨压,支持果实硬度起重要作用。从图5可以看出,灵武长枣在贮藏期间由于淀粉向可溶性糖的不断转化以及枣果的软化衰老,常温下随贮藏时间的延长淀粉含量逐渐下降,至42 d降至贮藏前的31.76%。纳米 SiO_x 涂膜处理显著抑制了贮藏中淀粉向糖的转化,使淀粉含量维持在较高水平,处理7 d较对照提高31.52%;处理42 d,淀粉含量较对照提高40.80%。

0℃低温贮藏条件下(图6),灵武长枣的淀粉含量也呈缓慢下降趋势。纳米 SiO_x 涂膜处理显著提高了枣果内的淀粉含量,使灵武长枣果实的淀粉含量在贮藏期间始终高于对照,处理14 d较对照提高24.68%;处理56 d,淀粉含量较对照提高44.64%。

2.5 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣可滴定酸含量的影响

可滴定酸是影响灵武长枣贮藏保鲜品质的最关键因素之一,维持着果实的风味。从图7可以看出,由于有机酸作为呼吸代谢底物而被不断消耗,可滴定酸含量在灵武长枣果实采后贮藏过程中不断下降,至42 d降至

0.16%,仅为入贮前的28%。纳米 SiO_x 涂膜处理可以显著延缓灵武长枣贮藏期间果实可滴定酸含量的下降速率,有利于保持灵武长枣果实的品质。处理42 d,果实可滴定酸含量较对照提高72%。

0℃低温贮藏条件下(图8),灵武长枣果实可滴定酸含量也随贮藏时间延长呈缓慢下降趋势。纳米 SiO_x 涂膜处理可以显著抑制低温贮藏期间灵武长枣果实可滴定酸含量的下降,处理56 d较对照提高29.09%。

2.6 纳米 SiO_x 涂膜对不同温度贮藏灵武长枣可溶性蛋白含量的影响

从图9可以看出,灵武长枣在常温贮藏过程中,随着果实后熟,枣果的可溶性蛋白含量随贮藏时间的延长逐渐升高,果梗部位小于果实其它部位的。纳米 SiO_x 涂膜处理可以显著提高贮藏期间灵武长枣果实可溶性蛋白含量,且梗部的增加幅度高于果实其它部位。处理42 d,梗部、其它部位的可溶性蛋白含量分别较对照提高80.11%和92.81%。

0℃低温贮藏条件下(图10),灵武长枣果内的可溶性蛋白含量也随贮藏时间的延长呈上升趋势。但纳米 SiO_x 涂膜处理对常温下枣果的可溶性蛋白含量影响不显著,这可能与枣果在贮藏过程中其它代谢过程有关。

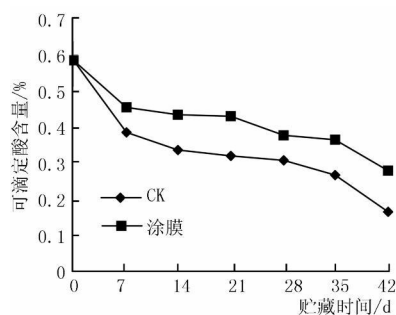


图7 纳米SiO_x涂膜对常温贮藏灵武长枣可滴定酸含量的影响

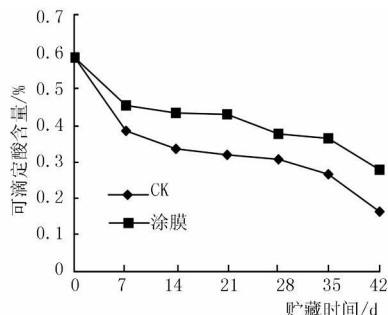


图8 纳米SiO_x涂膜对低温贮藏灵武长枣可滴定酸含量的影响

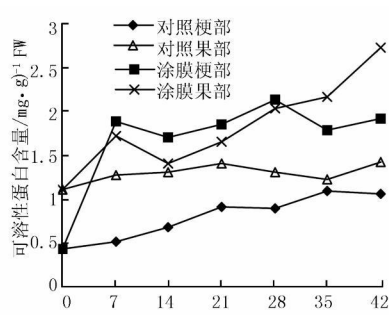


图9 纳米SiO_x涂膜对常温贮藏灵武长枣可溶性蛋白含量的影响

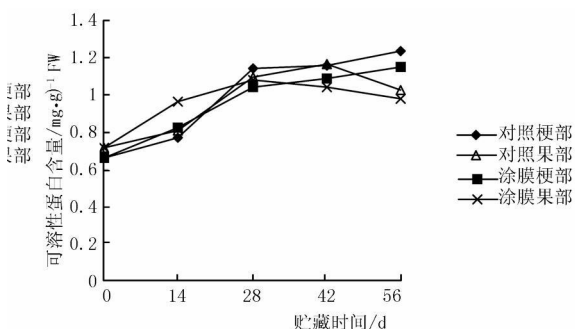


图10 纳米SiO_x涂膜对低温贮藏灵武长枣可溶性蛋白含量的影响

3 讨论

枣果实的衰败从梗部开始。该试验中,灵武长枣在贮藏过程中,果实硬度的下降、VC含量的减少均是梗部早于果部,且梗部变化较果部剧烈,这为该结论提供了重要依据。从纳米 SiO_x 涂膜对梗部这些指标的影响大于果实其它部位的,推测纳米 SiO_x 的保鲜作用可能与主要抑制枣果梗部的衰败有关。

果实软化是枣失去营养价值和商品价值的重要原因。王贵禧等^[1]指出猕猴桃的软化分2个阶段,第1阶段为淀粉转化,第2阶段为膜脂过氧化。该试验中,灵武长枣在整个贮藏过程中淀粉含量一直下降,膜脂过氧

化从贮藏中期开始,但在高湿度贮藏条件下,枣果的软化均迟于以上过程,表明水分对枣果硬度的影响大于淀粉的转化和膜脂过氧化的影响。涂膜能有效抑制水分蒸发,从而对保持枣果硬度具有重要作用。同时,由于涂膜抑制了枣果的采后生理活性,延缓了后熟进程,从而延缓枣果淀粉含量的下降,这也是涂膜能保持枣果硬度的原因之一。

灵武长枣富含抗坏血酸。在贮藏前期,枣果保持硬脆状态,其果肉抗坏血酸含量没有明显下降,与陈祖钺等^[13]、曲泽洲等^[14]的试验结论相似。贮藏末期,随着灵武长枣的成熟衰老、软化,果肉硬度下降,VC含量下降,但涂膜处理的枣果仍保持了较高的VC含量,这说明涂膜能在一定程度上抑制枣果VC氧化分解。涂膜明显抑制了灵武长枣果实的软化和失重,经处理的灵武长枣在常温贮藏42 d、低温贮藏56 d后,其果实硬度、VC、可溶性蛋白等生理指标均高于对照组,果率分别保持在53.48%和62.64%。根据试验结果可以确定,涂膜处理有利于灵武长枣保鲜,可以延缓灵武长枣后熟衰老,提高贮藏质量,对提高贮藏灵武长枣的商品品质和营养价值有一定的积极作用。

参考文献

[1] 万仲武. 灵武长枣的保鲜[J]. 宁夏农林科技, 2005(6): 105.
[2] 邓泽元. 果蔬的涂膜保鲜法[J]. 中国果菜, 2002(2): 25.
[3] 张永茂. 纳米硅基氧化物保鲜果蜡研究与开发[J]. 农产品加工业, 2008(10): 46-48.
[4] 顾敏华, 刘刚, 张永茂, 等. 纳米SiO_x保鲜果蜡研制[J]. 食品科学, 2003, 24(7): 146-149.
[5] 阎瑞香, 王莉, 张平, 等. 库尔勒香梨的生物涂膜保鲜研究[J]. 食品科学, 2004, 25(3): 177-179.
[6] 李桂峰, 刘兴华, 付娟妮. 可食涂膜对鲜切红地球葡萄粒呼吸强度和品质的影响[J]. 西北农业学报, 2005, 14(1): 66-70.
[7] 马李一, 甘瑾, 殷宁, 等. 天然涂膜保鲜剂对青脆李的贮藏保鲜作用[J]. 食品与发酵工业, 2004(7): 135-138.
[8] 周文化, 李德茂, 明飞平, 等. 芒果涂膜保鲜的研究[J]. 华南热带农业大学学报, 2003, 9(2): 12-15.
[9] 中国标准出版社第一编辑室. 中国食品工业标准汇编(水果、蔬菜及其制品卷)[M]. 北京: 中国标准出版社, 1999. 347-348.
[10] 邹琦. 植物生理实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
[11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
[12] 王贵禧, 韩雅珊, 于梁. 浸钙对称猴桃果实硬度变化影响的生化机制[J]. 园艺学报, 1995, 22(1): 21-24.
[13] 陈祖钺, 王如福, 祁寿春, 等. 鲜枣贮藏的初步研究[J]. 山西农业大学学报, 1983, 3(2): 48-53.
[14] 曲泽洲, 李三凯, 胡京萍, 等. 脆枣贮藏保鲜试验初报[J]. 北京农学院学报, 1985(2): 114-118.

Effects of Coating on Quality in Storage of Lingwu Chang Date Under Different Temperature

WU Xiao-hua¹, XIE Min-hua², LV Jian-guo¹, LI Mei², ZHANG Yong-mao², LI Bing-feng³

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070; 2. Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070; 3. Lingwu Fruit Industry Development Limited Liability Company, Lingwu, Ningxia 750400)

Abstract: The effects of some quality changes and fresh-keeping were investigated in eight matured Lingwu Chang Date with Lingwu special nano-SiO_x film at different temperature. The results showed that the coating could significantly decrease mildew fruit rate and change red rate, slow significantly down the decrease in flesh firmness and oxidative decomposition of VC during mid-late storage, lessen the loss of water, increase the fresh fruit rate during the mid-late storage period, effectively increase the contents of starch under room temperature and low temperature, significantly improve the soluble protein content at room temperature, and the increase in the stem higher than the fruit, so as to maintain the post-harvest quality of jujube, delay the ripening and softening of fruit, extend the storage shelf.

Key words: coating; Lingwu Chang Date; storage; quality