

DOI:10.11937/bfyy.201624032

壳聚糖涂膜对不同成熟度枸杞品质的影响

李世瑶, 段月, 刘敦华, 赵宇慧, 马玲玲, 马国栋

(宁夏大学 农学院, 宁夏 银川 750021)

摘 要:以新鲜的不同成熟度的枸杞鲜果为试材,采用 0、0.75%、1.00%、1.25%的壳聚糖涂膜液对枸杞鲜果浸泡处理 1 min 后,在 4℃下贮藏 10 d,每隔 2 d 测定 1 次枸杞鲜果的抗坏血酸含量、可溶性固形物含量、可滴定酸含量、腐烂率和失重率,研究了不同浓度壳聚糖涂膜处理对不同成熟度枸杞鲜果低温贮藏品质的影响。结果表明:在 4℃贮藏条件下,涂膜处理的枸杞鲜果能存放 8~10 d,比对照组(清水处理)可延长 1~2 d。各涂膜处理均能有效减缓果实水分的蒸发、降低失重率和腐烂率、延缓可溶性固形物、可滴定酸含量的下降。其中以 1.25%壳聚糖涂膜处理的枸杞的保鲜效果最佳,贮藏 4 d 后才出现腐烂果,比对照组延迟了 2 d。因此,壳聚糖涂膜处理有利于枸杞鲜果的保鲜。

关键词:枸杞;保鲜;壳聚糖;成熟度

中图分类号:S 567.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)24-0128-05

宁夏枸杞(*Lycium barbarum* L.)属茄科枸杞属多年生落叶小灌木,是一种“药食同源”的功能保健性食品。中医药经典典籍《本草纲目》记载:“枸杞,补肾生精,养肝,明目,强筋骨,去疲劳,明目安神,令人长寿”^[1]。枸杞中含有的丰富维生素、多糖、蛋白质、矿物质以及其它有效成分,具有抗衰老、抗氧化、免疫调节、降低血糖血脂等功能^[2]。目前,宁夏枸杞果实主要以枸杞干果为主,以枸杞鲜果为材料进行保鲜、贮藏的研究报道较少。

壳聚糖(chitosan,简称 CTS)是甲壳素脱乙酰基的降解产物,来源于自然界甲壳类动物外壳及菌类、藻类的细胞壁。是一种阳离子高分子多糖,喷涂于果实表面可形成一层透明的无色薄膜。该膜层具有通透性、阻水性,对 CO₂、C₂H₄ 和 O₂ 有选择性渗透作用^[3],可延长果蔬贮藏保鲜时间,并且具有营养保健、安全无毒等优点^[4]。国内外的研究表明,壳聚糖对果蔬贮藏保鲜有积极的作用。李树萍等^[5]研究表明壳聚糖浓度太小,枸杞鲜果表面形成的涂膜较薄,水分过多反而影响其保鲜。而浓度较大则使得果实内氧气浓度过低,不能满足正常呼吸,甚至无法呼吸,同样使保鲜效果下降。

因此,该试验选取壳聚糖天然生物保鲜液为研究对

象,在低温贮藏条件下,研究不同浓度的壳聚糖涂膜处理对枸杞鲜果抗坏血酸、可溶性固形物、可滴定酸含量、失重率和腐烂率的影响,以期对枸杞鲜果的保鲜及贮藏运输提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试枸杞“宁杞 1 号”在 7 月中旬采摘自宁夏地区宁夏军马场,选用大小均一、颗粒饱满、未除梗并且无机械伤、无病虫害的不同成熟度(黄果、红黄果、红果)的枸杞鲜果:黄果(黄变初期:花后 22 d 果实外表呈绿黄色),红黄果(黄变后期:花后 27 d 果体外表黄红色),红果(盛果期:花后 30 d 果实呈鲜红色)^[6]。

供试试剂:海藻酸钠、壳聚糖(食品级,河南德大化工有限公司);NaOH、BaCl₂、2,6-二氯酚靛酚(分析纯,安徽中旭生物科技有限公司);酚酞指示剂(分析纯,山西柳青药业有限公司);草酸(分析纯,青州市乾盛化工有限公司)。

仪器设备:pH 计(PHS-3C 型,上海精科有限公司);电子天平(AL204 型,梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司);冰箱(BCD-272WBCS 型,青岛海尔股份有限公司);大容量高速离心机(GT10-2 型,平凡有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 采后处理 将采摘下的枸杞鲜果立即放入装有冰袋的泡沫箱内,保证低温环境在 5~10℃,并用硬纸板将枸杞鲜果与冰袋隔开,以免将枸杞冻伤,在运输途中避免颠簸使枸杞发生碰撞造成机械损伤,并尽快将枸

第一作者简介:李世瑶(1992-),女,硕士研究生,研究方向为食品质量与安全。E-mail:17711803342@163.com.

责任作者:刘敦华(1964-),男,博士,教授,研究方向为食品质量与安全。E-mail:dunhualiu@126.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31560436)。

收稿日期:2016-09-23

杞进行试验处理。

1.2.2 涂膜处理 采用浸泡涂膜的方法,选择抑制呼吸、抑制微生物^[7]并且具有黏结性的壳聚糖和海藻酸钠进行处理。对不同成熟度的枸杞(黄果、绿黄果、红果),设置3个壳聚糖处理浓度0.75%、1.00%、1.25%,以清水为对照(CK),并进行60 s涂膜处理。

1.2.3 保鲜处理 将封好袋的涂膜枸杞分别保存到4℃的冰箱中。每2 d取出观察其保鲜程度,并进行准确记录。

1.3 项目测定

1.3.1 维生素C含量测定 参考何琳琳^[8]的方法,采用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定维生素C含量,按照GB1992-87执行。

1.3.2 可溶性固形物含量测定 参考王颀等^[9]的方法测定可溶性固形物含量。

1.3.3 可滴定酸含量测定 参考刘小阳等^[10]的方法测定可滴定酸含量。

1.3.5 腐烂率和失重率测定 参考李树萍等^[6]的方法测定腐烂率。以枸杞鲜果表面出现腐烂面积为果实腐烂的辨别依据。枸杞鲜果的腐烂程度,根据果实表面腐烂面积的大小,可以划分为4级^[11]。枸杞腐烂分级,0级:果实完好,无任何病斑;1级:果实腐烂面积接近四分之一;2级:果实腐烂面积接近1/2;3级:果实腐烂面积接近3/4;4级:果实接近全部腐烂。枸杞的腐烂率:枸杞的腐烂率(%)=腐烂级别×果实个数/(最高级别×总果实)×100。失重率的测定方法:每2 d取出1次枸杞样品称重,失重率(失水率)以每次试验当天称得的质量与采摘当天的质量之差占采摘当天质量的百分数表示。失重率(%)=($M_1 - M_2$)/ $M_1 \times 100$,式中: M_1 为采收当天新鲜枸杞质量(g); M_2 为试验当天称量枸杞的质量(g)。

2 结果与分析

2.1 壳聚糖浓度对不同成熟度枸杞中维生素C含量的影响

维生素C是果蔬中抗衰老和逆境的重要指标^[12],同时也是重要的营养物质之一。由于维生素C不稳定,在较长时间的贮藏中容易降解,因此维生素C含量的变化在一定程度上反映了枸杞果实的保鲜效果。

由图1~3可以看出,随着贮藏时间的延长,不同成熟度枸杞中的维生素C含量都逐渐降低。且不同成熟度的枸杞中维生素C含量略有不同,分别为红果>黄果>红黄果。

由图1可知,对照组枸杞中的维生素C含量仅为初期的67.85%,而经过不同浓度保鲜液涂膜处理的枸杞中维生素C含量分别为初期的73.99%、77.23%、81.33%。由图2可知,对照组枸杞中的维生素C含量仅为初期的

58.27%,而经过不同浓度保鲜液涂膜处理的枸杞中维生素C含量分别为初期的63.04%、68.34%、74.45%。由图3可知,对照组枸杞中的维生素C含量仅为初期的54.79%,而经过不同浓度保鲜液涂膜处理的枸杞中维生素C含量分别为初期的60.33%、65.59%、70.81%。

通过该试验及其它研究^[10]可知,枸杞在低温下贮藏,同时用浓度为1.25%的壳聚糖进行涂膜处理保鲜效果最好。因为保鲜液涂膜处理能够减缓枸杞果实采后生理代谢,从而抑制了果实中抗坏血酸氧化酶的活性,减少了维生素C的损失。

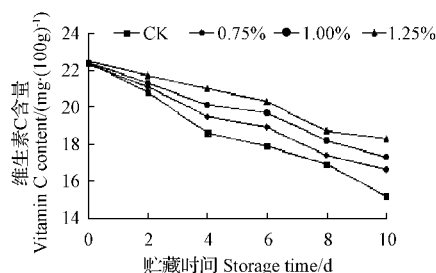


图1 壳聚糖浓度对红果枸杞维生素C含量变化的影响

Fig. 1 Effect of chitosan concentration on vitamin C of red fruit *Lycium barbarum*

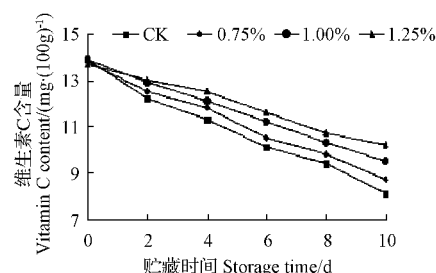


图2 壳聚糖浓度对红黄果枸杞维生素C含量变化的影响

Fig. 2 Effect of chitosan concentration on vitamin C of half-ripe fruit *Lycium barbarum*

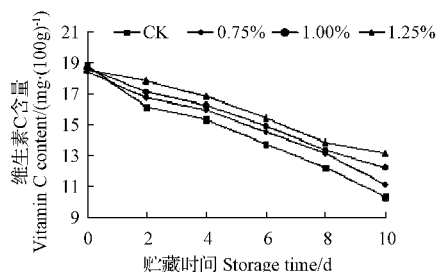


图3 壳聚糖浓度对黄果枸杞维生素C含量变化的影响

Fig. 3 Effect of chitosan concentration on vitamin C of yellow fruit *Lycium barbarum*

2.2 壳聚糖浓度对不同成熟度枸杞可溶性固形物含量的影响

可溶性固形物(SSC)含量的高低,在一定程度上反映了贮藏过程中果实营养物质保留的多少,果实的成熟度和品质。在果实的成熟过程中,SSC有可能因多糖的水解增加还原糖的含量和呼吸消耗降低部分糖量而呈波动性变化^[13]。

由图4~6可知,枸杞鲜果的SSC在贮藏期间整体呈下降趋势,且红果枸杞中的SSC含量略高于红黄果,高于黄果。在整个贮藏过程中,不同浓度涂膜处理的SSC波动不大,差异不显著。但经壳聚糖涂膜处理的枸杞鲜果可溶性固形物含量基本均高于对照,说明壳聚糖涂膜抑制了呼吸及其它采后代谢活动,减缓了可溶性固形物的消耗,但影响不大。

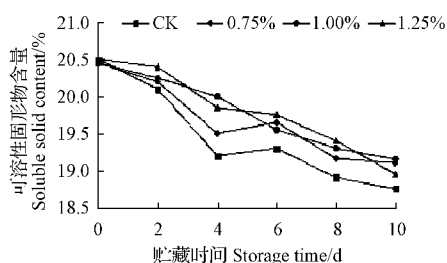


图4 壳聚糖浓度对红果枸杞可溶性固形物含量变化的影响

Fig. 4 Effect of chitosan concentration on soluble solid content of red fruit *Lycium barbarum*

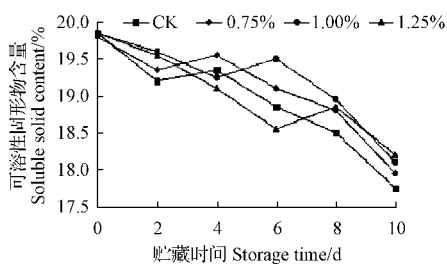


图5 壳聚糖浓度对红黄果枸杞可溶性固形物含量变化的影响

Fig. 5 Effect of chitosan concentration on soluble solid content of half-ripe fruit *Lycium barbarum*

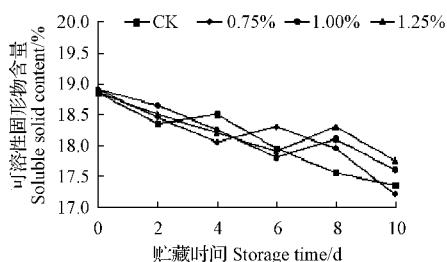


图6 壳聚糖浓度对黄果枸杞可溶性固形物含量变化的影响

Fig. 6 Effect of chitosan concentration on soluble solid content of yellow fruit *Lycium barbarum*

2.3 壳聚糖浓度对不同成熟度枸杞可滴定酸含量的影响

可滴定酸是植物体内多种代谢过程的中间物质,较高的含酸量有利于维护维生素C的存在^[14],枸杞鲜果中的酸主要是苹果酸,是核果的主要呈味物质,也是呼吸过程中的第一消耗物质^[15]。研究枸杞在储藏过程中的含酸量的变化,对枸杞保鲜有重要意义。

由图7~9可知,枸杞鲜果在贮藏期间,可滴定酸含量总体呈下降趋势。涂膜处理可一定程度上减缓可滴定酸含量的降低,使果实维持较高的可滴定酸含量,且高于对照组。且黄果枸杞中可滴定酸含量明显低于红果和红黄果枸杞。综上可知,经1.25%壳聚糖涂膜处理的枸杞鲜果的保鲜效果最佳。

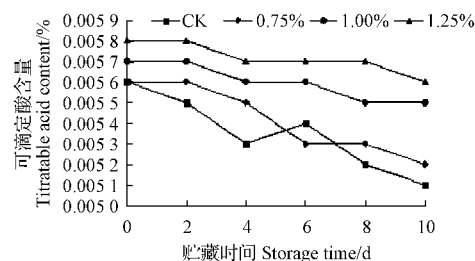


图7 壳聚糖浓度对红果枸杞可滴定酸含量变化的影响

Fig. 7 Effect of chitosan concentration on titratable acidity content of red fruit *Lycium barbarum*

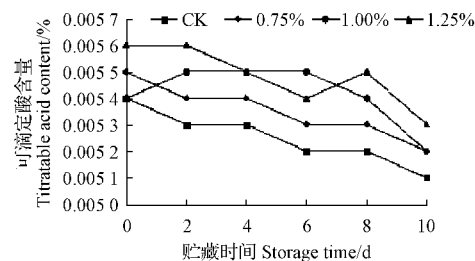


图8 壳聚糖浓度对红黄果枸杞可滴定酸含量变化的影响

Fig. 8 Effect of chitosan concentration on titratable acidity content of half-ripe fruit *Lycium barbarum*

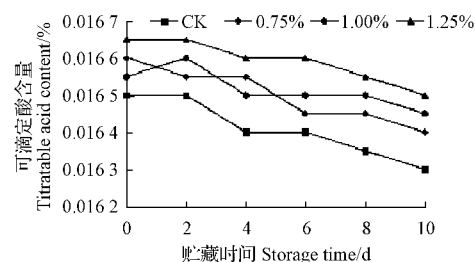


图9 壳聚糖浓度对黄果枸杞可滴定酸含量变化的影响

Fig. 9 Effect of chitosan concentration on titratable acidity content of yellow fruit *Lycium barbarum*

2.4 壳聚糖浓度对不同成熟度枸杞腐烂率及失重率的影响

2.4.1 腐烂率 腐烂率是衡量果实商品价值的主要指标。枸杞的腐败变质不但会影响鲜果的食用品质,而且也会降低果实的商品价值。壳聚糖具有黏结性、稳定性及酸性物质的防霉作用,可在果实表面形成透明的半渗透膜,能够对枸杞进行抑菌保鲜^[16]。由图 10~12 可知,对照组的果实在低温下贮藏 2 d 后即出现腐烂,而各涂膜处理的果实则在 4 d 后才出现腐烂现象,比对照组延迟了 2 d。对照组枸杞鲜果在贮藏 8 d 时已完全腐烂。由图 10 可知,不同浓度涂膜处理在贮藏 10 d 时的腐烂率分别为 76.21%、55.63%、40.19%。由图 11 可知,不同浓度涂膜处理在贮藏 10 d 时的腐烂率分别为 75.33%、58.29%、38.11%。由图 12 可知,不同浓度涂膜处理在贮藏 10 d 时的腐烂率分别为 76.68%、56.14%、37.73%。涂膜处理能够延长枸杞鲜果的保鲜期,这是因为涂膜对果实表面气体起到屏障的作用,因此降低了呼吸速率,从而抑制了因过熟而产生的腐烂。且从果实出现腐烂到贮藏后期好果率的情况来看,以 1.25% 的壳聚糖涂膜处理杞鲜果的腐烂率最低,效果最好。

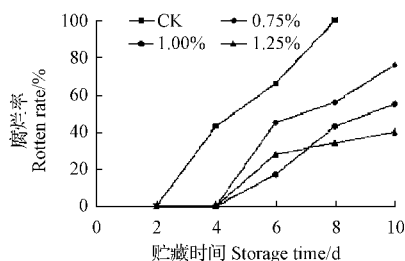


图 10 壳聚糖浓度对红果枸杞腐烂率的影响

Fig. 10 Effect of chitosan concentration on decay rate of red fruit *Lycium barbarum*

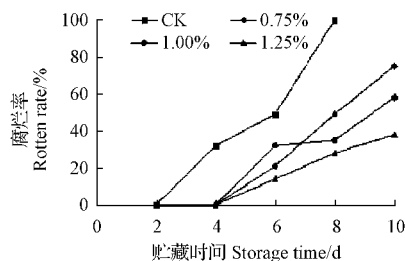


图 11 壳聚糖浓度对红黄果枸杞腐烂率的影响

Fig. 11 Effect of chitosan concentration on decay rate of half-ripe fruit *Lycium barbarum*

2.4.2 失重率 水分蒸发是造成果实失重与萎蔫的重要原因。果实失重率的大小不仅影响果实的感官特性,还影响果实的口感。随着果实的成熟,呼吸作用和蒸腾作用的进行,果实会逐步散失水分,造成果实表面萎焉,

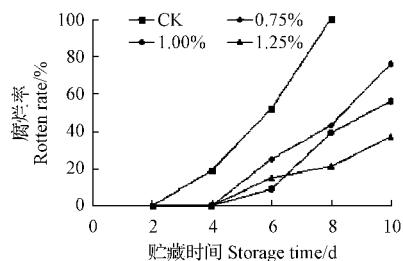


图 12 壳聚糖浓度对黄果枸杞腐烂率的影响

Fig. 12 Effect of chitosan concentration on decay rate of yellow fruit *Lycium barbarum*

光泽度下降,因此果实失重率是判断保鲜效果的一个重要指标。由图 13~15 可知,在贮藏期间,所有枸杞鲜果的失重率持续上升,贮藏 0~2 d,各涂膜处理的失重率差异不大。2 d 后,对照组果实的失重率几乎呈直线上升。且经壳聚糖涂膜处理的枸杞鲜果在贮藏期间失重率明显低于对照,表明涂膜处理可一定程度上抑制果实水分的蒸发。其中以 1.25% 壳聚糖涂膜处理的保鲜效果变化最小且保鲜效果最佳,产生这种情况的原因是壳聚糖在枸杞鲜果表面所形成的膜阻碍蒸腾作用,从而减少水分的散失及果实的失重。LI 等^[17]研究表明,随着枸杞不断成熟,采摘后常温情况下可以存放 7 d;而该试验枸杞在 4℃、涂抹保鲜液的情况下均可放置 10 d,10 d 以后腐烂程度增加,失去保鲜意义;葛玉萍等^[15]研究表明在常温下储存,果肉中含水量呈下降趋势;魏天军

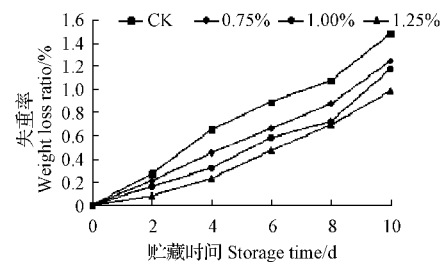


图 13 壳聚糖浓度对红果枸杞失重率的影响

Fig. 13 Effect of chitosan concentration on weight loss rate of red fruit *Lycium barbarum*

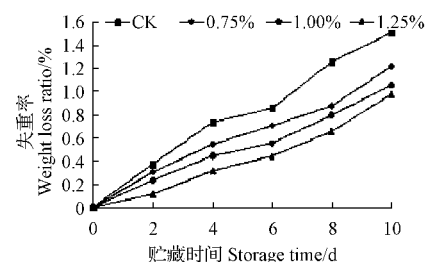


图 14 壳聚糖浓度对红黄果枸杞失重率的影响

Fig. 14 Effect of chitosan concentration on weight loss rate of half-ripe fruit *Lycium barbarum*

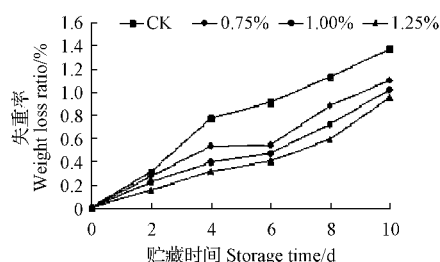


图 15 壳聚糖浓度对黄果枸杞失重率的影响

Fig. 15 Effect of chitosan concentration on weight loss rate of yellow fruit *Lycium barbarum*

等^[18]研究表明,在 $(5 \pm 1)^\circ\text{C}$ 下储存,橘红色浆果极易失水失水率和储藏时间呈明显的正相关关系。

3 结论

枸杞为浆果类,水分含量较高,且采收期在夏秋季节,采后生理代谢旺盛,不易贮藏。果实的维生素 C、可溶性固形物、可滴定酸等含量的高低直接影响其内在品质,而失水萎蔫、腐烂则决定了果实的外在品质。该试验结果表明,壳聚糖涂膜对枸杞保鲜有很好的效果,可一定程度上抑制枸杞鲜果的腐烂和失水萎蔫,减缓维生素 C、可溶性固形物和可滴定酸含量的降低,保持果实良好的商品品质,延长保鲜期,其中以 1.25% 壳聚糖涂膜处理的枸杞鲜果的保鲜效果最佳。

参考文献

- [1] 白寿宁. 宁夏枸杞研究(上册)[M]. 宁夏:宁夏人民出版社,1999:56-68.
- [2] 霍超,徐桂花. 枸杞生理功效和活性成分的研究进展[J]. 中国食物与营养,2007(11):50-53.
- [3] 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.

- [4] 陈安和,孙敏,李坤培. 几丁质对草莓的保鲜作用研究[J]. 西南农业大学学报,1994(4):333-335.
- [5] 李树萍,曹有龙,王俊,等. 壳聚糖涂膜对枸杞低温贮藏效果的影响[J]. 北方园艺,2011(3):175-177.
- [6] 刘兰英,康迎春,李晓莺,等. 枸杞果实不同发育阶段主要活性成分变化研究[J]. 食品研究与开发,2016(3):1-4.
- [7] AHMED, GHAOUTH E L. Anti fungi activity of chitosan on two post harvest pathogens of strawberry fruits[J]. Phytopathology, 1992, 82(4):398-402.
- [8] 何琳琳. 抗坏血酸测定方法及存在的问题探讨[J]. 西南科技大学学报(自然科学版),2005(1):69-71.
- [9] 王颖,李里特,丹阳,王笠. 果品蔬菜冰点同可溶性固形物含量关系的研究[J]. 制冷学报,2005(1):14-18.
- [10] 刘小阳,李玲,史宏伟,等. 光强对砀山酥梨果实发育期可溶性糖、可滴定酸和 VC 含量的影响[J]. 林业科学,2007(7):134-137.
- [11] 姚昕. “大五星”枇杷采后生理特性及贮藏保鲜技术的研究[D]. 雅安:四川农业大学,2005.
- [12] 王林贵,芮康林,韩永斌,等. 贮藏温度对茶薪菇新鲜度和生理指标的影响[J]. 中国食用菌,2004(5):46-48.
- [13] HOA T T, CLARK C J, WADDELL B C, et al. Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfecting hot air treatments[J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 41(1):62-69.
- [14] 葛玉萍,曹有龙,许兴,等. 不同厚度保鲜膜对枸杞果实品质的影响[J]. 安徽农业科学,2008(20):8805-8806,8857.
- [15] 葛玉萍,曹有龙,许兴,等. 枸杞鲜果采后品质变化初探[J]. 北方园艺,2008(5):227-229.
- [16] 杨瑞学. 壳聚糖在食品保鲜中的应用[J]. 农业工程,2012(3):37-42.
- [17] LI X Y, HE J. Study on the preservation of fresh Chinese wolfberry fruit at room temperature by chitosan coating[J]. Agriculture Science and Technology, 2009, 10(3):120-122.
- [18] 魏天军,窦玉萍. 宁夏枸杞采后呼吸强度和水分变化研究初报[J]. 北方园艺,2008(9):210-220.

Effect of Chitosan Coating on Quality of Different Maturity *Lycium barbarum*

LI Shiyao, DUAN Yue, LIU Dunhua, ZHAO Yuhui, MA Lingling, MA Guodong
(College of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract: Different maturity of fresh *Lycium barbarum* fruit were used as test materials, they were treated with different concentrations (0 (CK), 0.75%, 1.00%, 1.25%) of coating agents of chitosan for 1 minute, and then stored at low temperature (4°C) for ten days. The ascorbic acid, soluble solids, titratable acidity, rot rate and weight loss rate of fresh *Lycium barbarum* fruit were determined every 2 days, the effect of different concentrations of chitosan coating on different maturity of fresh *Lycium barbarum* fruit during cold storage quality were studied. The results showed that, under low temperature storage conditions, coating treatment of fresh *Lycium barbarum* fruit could be stored for 8—10 days, and prolonged the shelf life for 1—2 days compared with the control (water treatment). The film coating treatments could effectively reduce the evaporation of fruit water and weight loss rate, delay the decline of contents of soluble solids, titratable acid. Among them, the treatment of 1.25% chitosan had the best preservation effect, appeared rotten fruit after 4 days storage, and postponed 2 days compared with the control. Therefore, chitosan coating treatment was conducive to the preservation of fresh *Lycium barbarum* fruit.

Keywords: *Lycium barbarum*; preservation; chitosan; maturity