

壳聚糖涂膜处理对低温贮藏芦笋保鲜效果的影响

王向阳, 陈贝莉, 潘丽秀, 黄建颖

(浙江工商大学 食品与生物工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:以绿芦笋为试材,研究了 0.6% 高分子壳聚糖(HMC)和 0.6% 低分子壳聚糖(LMC)对 4℃ 条件贮藏绿芦笋的保鲜效果,测定了绿芦笋的感官品质、失重率、硬度、木质素含量、相对电导率、丙二醛含量(MDA)、叶绿素含量、维生素 C 含量。结果表明:0.6% HMC 处理显著降低绿芦笋失重率,抑制嫩茎硬化,延缓维生素 C 和叶绿素降解,降低细胞膜渗漏;使绿芦笋贮藏期从 21 d 延长至 35 d。

关键词:壳聚糖;绿芦笋;贮藏

中图分类号:S 609⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)17-0134-04

绿芦笋(*Asparagus officinalis* L.) 属百合科天门冬属多年生宿根草本植物^[1],嫩茎为可食用部分。其茎

体质嫩味美、营养丰富,药用价值高,深受消费者喜爱。由于绿芦笋采后新陈代谢作用旺盛,易失水腐烂,茎体硬化,木质素增加,叶绿素降解,从而降低了食用价值和商品价值。目前,应用于绿芦笋采后保鲜技术的研究主要有 CaCl₂ 处理^[2]、酪蛋白酸钠涂膜^[3]、高浓度 CO₂ 处理^[4]、低温冷藏^[5]、1-MCP 结合低温处理^[6]、NO 调控^[7]

第一作者简介:王向阳(1966-),男,博士,教授,博士生导师,现主要从事食品保鲜加工等研究工作。E-mail:wxy200228@aliyun.com。

基金项目:浙江省科技资助项目(2011C12031)。

收稿日期:2014-05-05

[21] 高慧卿,樊兰瑛,王秀红,等. 茎尖培养及热处理技术在百合脱毒中的应用研究[J]. 山西农业大学学报,2010,30(6):528-532.

[22] 董雅凤,张尊平,张少瑜,等. 苹果和梨树茎尖培养结合热处理脱病毒研究[J]. 北方果树,2002(2):9-11.

[23] 晏娜. 化学处理和热处理脱除苹果潜隐性病毒的研究[D]. 保定:河北农业大学,2009.

[24] 江峰,孙振华. 苹果试管苗热处理脱毒法的研究[J]. 落叶果树,2000(1):4.

Study on Elimination and Recrudescence of Apple Latent Virus by Alternating Heat Therapy *in vitro*

GUO Chao, WU Ran, SHAO Jian-zhu, SUN Jian-she, SHI Xiao-xin
(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Taking four apple rootstocks and cultivars ('*Malus robusta* Rehd.', '*Malus xiaojinensis*.', '*Huahong*', '*JAZZ*') infected with ASPV, ACLSV and ASGV as materials, alternating heat therapies in combination with shoot tip culture were used to eliminate apple viruses, the RT-PCR system was used to detect and real-time track viruses in virus-free plantlets, the responses to alternating heat therapy in combination with shoot tip culture on latent virus elimination and suitable detection time in different cultivars and rootstocks *in vitro* were studied. The results showed that under different heat treatment conditions, rates of virus-elimination were different. Rates of virus-elimination under same treatment differed from plant to plant. '*Malus xiaojinensis*' listed the top followed by '*JAZZ*' and '*Malus robusta* Rehd.', while '*Huahong*' ranked number three. However, viruses were always inactivated in the same order: first ASPV, followed by ACLSV, last ASGV. Additionally, among the four detections, the detection rate of ASGV was highest. About 180 days, the detection rate of all latent virus reached a peak. Until 220 days, ASGV, ASPV and ACLSV were detected completely. And the detection sequence was that ASGV was detected first, ACLSV followed, ASPV was the latest. So it was necessary to examine more than once in apple virus-free seedlings.

Keywords: apple latent virus; elimination; recrudescence

以及多种保鲜剂涂膜处理等,这些处理均在一定程度上延长了绿芦笋的贮藏时间。

壳聚糖是甲壳素 N-脱乙酰基的产物,是目前生物界中发现的唯一的天然碱性多糖,在自然界广泛存在于虾、蟹等甲壳类及蜘蛛类等动物中,在真菌、藻类等微生物的细胞壁中也有存在。壳聚糖具有优良的保湿型、成膜性和抑菌性,可灵活调节膜通透性,对环境、人体无毒害作用,安全可食用,被广泛应用于果蔬采后以及生鲜保鲜领域^[8]。目前,壳聚糖在罗非鱼^[9]、樱桃^[10]、鲜切胡萝卜^[11]等保鲜方面已有研究。水溶性壳聚糖对绿芦笋的涂膜保鲜方面前期已有研究^[12],该研究利用高分子壳聚糖(LMC)和低分子壳聚糖(HMC)分别涂膜保鲜绿芦笋,旨在探索不同壳聚糖对采后绿芦笋的保鲜效果。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试绿芦笋“格兰德”采自杭州萧山,为春季芦笋,采后 2 h 内运回实验室。高分子壳聚糖(HMC,脱乙酰度 $\geq 90\%$,粘度 500 mPa·s)、低分子壳聚糖(LMC,脱乙酰度 $\geq 80\%$,粘度 ≤ 150 mPa·s),青岛弘海生物技术有限公司。

UVmini-1240 紫外分光光度计,日本 SHIMADZU;TA-TX 物质分析仪,英国 Stable Micro Systems 公司;DDS-11A 型电导仪,上海精科;AY-120 电子天平,日本 Shimadzu;TGL-16M 高速台式冷冻离心机,湘仪离心机仪器有限公司。

1.2 试验方法

用 0.5%乳酸配制 0.6% HMC 和 0.6% LMC,并用 1 mol/L NaOH 将 pH 值调为 7。将选好的绿芦笋分为 3 组(每组 30 根),分别浸泡在不同的壳聚糖溶液中,以去离子水浸泡作为对照。30 min 后捞出,常温晾干,保持直立贮存于温度 4℃、湿度 95%的冷库中,每隔 7 d 随机抽取 6 根绿芦笋进行各项指标测定,重复 3 次取平均值。

1.3 项目测定

失重率的测定:失重率(%)=[(初始质量-贮藏后质量)/初始质量] $\times 100\%$ 。

硬度值采用 TA-XT 物质分析仪测量,Stable Micro Systems 测定芦笋笋尖往下 14 cm 处的硬度,每处理测定 3 支绿芦笋,取平均值。

木质素含量采用硫酸水解法^[13]测定;细胞膜通透性采用相对电导率法^[14]测定;丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法^[14]测定;叶绿素含量采用分光光度法^[14]测定;抗坏血酸含量采用 2,4-二硝基苯肼比色法^[15]测定。

感官评分采用 9 分制评分方法^[16]。根据芦笋质地、

失水、腐烂、色泽以及商品价值为主要指标进行综合打分。9 分为无腐烂,无萎缩,色泽鲜艳,品质优良,可出售;7~8 分为轻微萎缩,无烂头,无臭味,头部深绿、茎部浅绿,可出售;6~7 分为中等程度萎缩,,头部轻微腐烂,有轻微臭味,整株浅绿,不可售;5~6 分为严重萎缩,头部中等程度腐烂,有臭味,整株黄绿,不可售;3~4 分为质地极软,头部严重腐烂,有强烈异臭味,整株黄绿,不可售。

2 结果与分析

2.1 壳聚糖处理对绿芦笋感官品质的影响

绿芦笋贮藏中逐步失水,头部逐渐腐烂,色泽开始黄化。由表 1 可知,HMC 处理的绿芦笋贮藏至 35 d,感官品质仍达到 7 分。而对照贮藏至 21 d 后失去销售价值,LMC 的保鲜效果介于二者之间。

表 1 壳聚糖处理对绿芦笋感官品质的影响

Table 1 Effect of chitosan on sensory evaluation of asparagus spears

处理 Treatment	0	7	14	21	28	35
0.6% HMC	9	9	9	8	7	7
0.6% LMC	9	9	9	7	6	5
对照(CK)	9	9	8	7	5	4

2.2 壳聚糖处理对绿芦笋失重率的影响

绿芦笋在贮藏中水分极易蒸发散失,嫩茎失水干枯严重影响感官品质及保鲜期。由图 1 可知,HMC 和 LMC 涂膜显著降低了绿芦笋的失重率。HMC 处理的绿芦笋减少失水的效果优于 LMC 处理组。

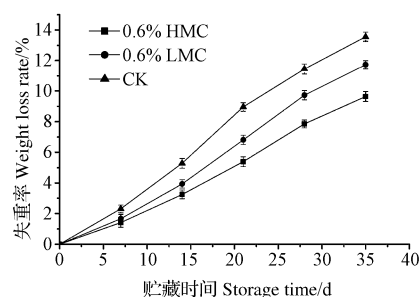


图 1 壳聚糖涂膜对绿芦笋失重率的影响

Fig. 1 Effect of chitosan on weight loss of asparagus spears

2.3 壳聚糖处理对绿芦笋硬度的影响

绿芦笋在贮藏期间嫩茎表皮层组织硬化,硬度不断增大,逐渐老化变得不堪食用。绿芦笋的硬化从基部开始,顶端不易硬化,上市前基部一般切去,因此测定芦笋中部硬度。由图 2 可知,贮藏至 35 d,HMC 处理组和 LMC 处理组的硬度值分别为 2 399 g 和 2 563 g,低于对照组的 2 640 g。与第 0 天相比,分别增加了 763 g 和 927 g 和 1 004 g。HMC 显著延缓了绿芦笋贮藏过程中

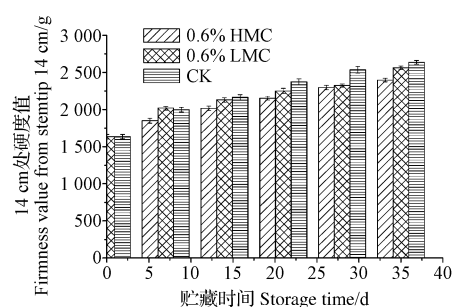


图2 壳聚糖涂膜对绿芦笋硬度的影响(距茎尖 14 cm 处)

Fig. 2 Effect of chitosan on firmness of asparagus spears (apart from stem tip 14 cm)

老化进程, LMC 处理虽优于对照组, 但无显著差别。

2.4 壳聚糖处理对绿芦笋木质素含量的影响

木质化是绿芦笋老化重要指标。由图 3 可知, 绿芦笋贮藏中的木质素含量逐渐上升。贮藏至 35 d, 对照组木质素含量为 15.63%, HMC 处理组和 LMC 处理组的木质素含量分别为 13.22% 和 14.71%。HMC 处理组的木质素含量显著低于对照组。

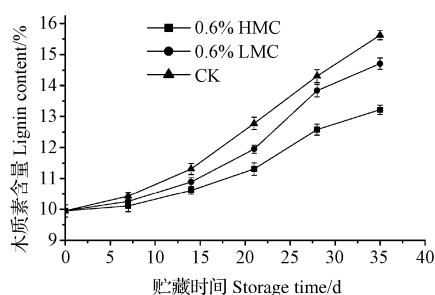


图3 壳聚糖涂膜对绿芦笋木质素含量的影响

Fig. 3 Effect of chitosan on lignin content of asparagus spears

2.5 壳聚糖处理对绿芦笋相对电导率的影响

细胞内电解质外渗增大可反映质膜受损伤的程度。由图 4 可知, 绿芦笋贮藏中相对电导率逐步增大。壳聚糖处理抑制相对电导率上升。贮藏至 35 d, HMC 和 LMC 处理组的相对电导率分别为 5.11% 和 4.71%, 明显低于对照的 8.24%。

2.6 壳聚糖处理对绿芦笋丙二醛含量的影响

衰老过程伴随着膜脂过氧化, 丙二醛(MDA)是主要产物之一。由图 5 可知, 绿芦笋贮藏中 MDA 含量不断累积。贮藏至 35 d, HMC 和 LMC 处理组的 MDA 含量分别为 0.272 $\mu\text{mol/L}$ 和 0.330 $\mu\text{mol/L}$, 明显低于对照组的 0.355 $\mu\text{mol/L}$ 。该处理组 MDA 含量仅比入贮当天增加 1.26 倍, 而对照组增加了 1.95 倍。

2.7 壳聚糖处理对绿芦笋维生素 C 含量的影响

维生素 C 是绿芦笋中重要的营养物质。由图 6 可

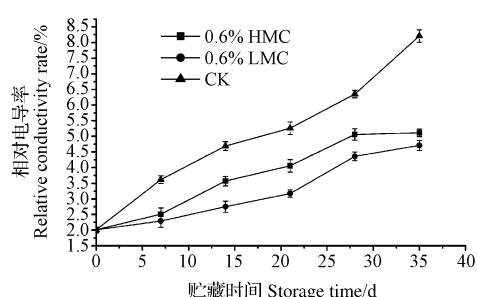


图4 壳聚糖涂膜对绿芦笋相对电导率的影响

Fig. 4 Effect of chitosan on relative conductivity rate of asparagus spears

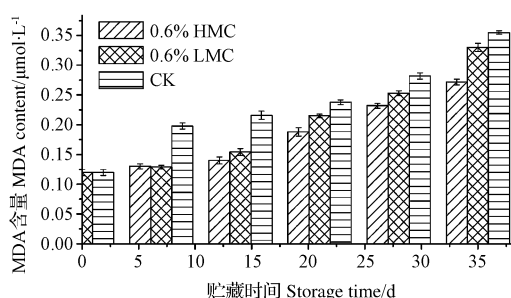


图5 壳聚糖涂膜对绿芦笋 MDA 浓度的影响

Fig. 5 Effect of chitosan on MDA content of asparagus spears

知, 绿芦笋贮藏中维生素 C 含量不断下降。LMC 处理的绿芦笋维生素 C 含量的降低与对照组相近, HMC 处理的绿芦笋维生素 C 降解速率明显低于对照组。贮藏至 35 d 时, HMC 处理组绿芦笋的维生素 C 含量为 7.73 mg/100g, 高于对照组的 6.74 mg/100g 和 LMC 处理组的 6.90 mg/100g。

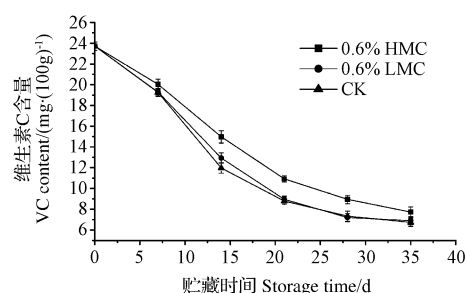


图6 壳聚糖涂膜对绿芦笋维生素 C 含量的影响

Fig. 6 Effect of chitosan on vitamin C content of asparagus spears

2.8 壳聚糖处理对绿芦笋叶绿素含量的影响

绿芦笋在贮藏中叶绿素含量逐渐降低。由图 7 可知, 2 种壳聚糖减缓了叶绿素含量下降。贮藏至第 35

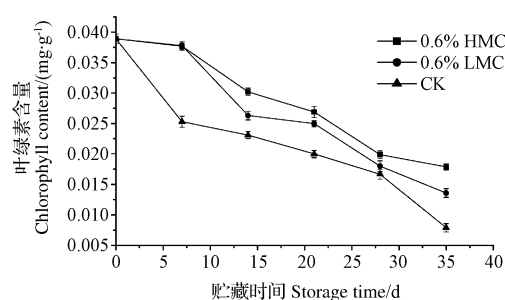


图7 壳聚糖涂膜对绿芦笋叶绿素含量的影响

Fig. 7 Effect of chitosan on chlorophyll content of asparagus spears

天,对照组叶绿素含量为 0.0079 mg/g, HMC 和 LMC 处理组的叶绿素含量分别为 0.0179 mg/g 和 0.0136 mg/g, 明显高于对照, HMC 效果优于 LMC。

3 结论

该研究将 2 种壳聚糖衍生物(HMC、LMC)分别应用于绿芦笋保鲜中。结果表明,壳聚糖衍生物涂膜处理能有效阻止芦笋水分的散失,抑制嫩茎硬化,延缓维生素 C 和叶绿素等物质的降解及膜脂过氧化进程,起到了有效的保鲜作用。其中 0.6% HMC 由于其优于 0.6% LMC 的成膜性能,更好地抑制了绿芦笋的木质化、膜脂过氧化反应以及重要成分的降解,延长了绿芦笋的保鲜期。

参考文献

- [1] 周任佳,乔勇进,王海宏,等. 6-苄氨基嘌呤对绿芦笋采后木质化衰老的影响[J]. 上海农业学报, 2012, 28(2): 63-68.
- [2] 赵玉华,杨晓宽,许继钊,等. CaCl_2 处理对绿芦笋贮藏效果的影响[J]. 北方园艺, 2012(2): 164-166.

- [3] Fuchs S J, Mattinson D S, Fellman J K. Effect of edible coatings on postharvest quality of fresh green asparagus[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2008, 32(6): 951-971.
- [4] Huyskens-Keila S, Herppich W B. High CO_2 effects on postharvest biochemical and textural properties of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) spears[J]. Postharvest Biology and Technology, 2013, 75: 45-53.
- [5] Albanese D, Russo L, Cinquanta L, et al. Physical and chemical changes in minimally processed green asparagus during cold-storage[J]. Food Chemistry, 2007, 101(1): 274-280.
- [6] 苏光耀,王向阳. 1-甲基环丙烯和低温保鲜芦笋研究[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(6): 153-155.
- [7] Li P, Hu H, Wang Y. Effects of exogenous nitric oxide on lignification and anti-oxidation activity of postharvest green asparagus[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(9): 264-269.
- [8] 张浩. 分析壳聚糖衍生物膜在水果保鲜中的作用[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2013(18): 47-48.
- [9] Cao R, Liu Q, Yin B, et al. Chitosan extends the shelf-life of filleted tilapia (*Oreochromis niloticus*) during refrigerated storage[J]. Journal of Ocean University of China, 2012, 11(3): 408-412.
- [10] 李玉峰,黄大明,安昀. 性壳聚糖在樱桃保鲜剂中的应用研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(14): 90.
- [11] Vargas M, Chiralt A, Albors A, et al. Effect of chitosan-based edible coatings applied by vacuum impregnation on quality preservation of fresh-cut carrot[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 51(2): 263-271.
- [12] Qiu M, Jiang H, Ren G, et al. Effect of chitosan coatings on postharvest green asparagus quality[J]. Carbohydrate Polymers, 2013, 92(2): 2027-2032.
- [13] 范鹏程,田静,黄静美,等. 花生壳中纤维素和木质素含量的测定方法[J]. 重庆科技学院学报:自然科学版, 2008, 10(5): 64-65.
- [14] 曹建康,姜微波,赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [15] 王永华. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010.
- [16] 潘丽秀. 采后绿芦笋保鲜方法研究[D]. 浙江工商大学, 2013.

Effect of Chitosan Coating Treatment on Preservation of Green Asparagus Spear During Low Temperature Storage

WANG Xiang-yang, CHEN Bei-li, PAN Li-xiu, HUANG Jian-ying

(College of Food Science and Biotechnology Engineering, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou, Zhejiang 310018)

Abstract: Taking green asparagus spear as material, the effect of 0.6% polymer chitosan (HMC) and 0.6% low molecular chitosan (LMC) coatings on preservation of green asparagus spear at 4°C were investigated. The sensory evaluation, weight loss percentage, firmness, lignin content, relative conductivity rate, malonaldehyde (MDA), chlorophyll, vitamin C content were detected. The results showed that 0.6% HMC treatment could significantly retard the decrease of weight loss percentage and firmness, delay the degradation of ascorbic acid and chlorophyll, reduce cell leakage, extend green asparagus spear shelf life from 21 days to 35 days at 4°C.

Keywords: chitosan; green asparagus; storage