

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2016.02.005

壳聚糖浓度对改性无纺布草莓包装保鲜效果的影响

周园园, 舒祖菊, 马楠, 孙杨

(安徽农业大学 轻纺工程与艺术学院, 安徽 合肥 230036)

摘要: 以质量分数为 1.0%、1.5% 和 2.0% 的壳聚糖保鲜液对定量为 12.7 g/m² 的无纺布进行改性, 研究不同质量分数壳聚糖改性的无纺布包装对草莓保鲜效果的影响。研究表明, 在室温条件下, 改性无纺布对草莓的保鲜效果均优于未改性无纺布的, 其中, 以质量分数为 1.5% 的壳聚糖保鲜液改性无纺布包装的草莓, 其保鲜效果最好, 在储藏期内, 其感官变化较小, 失重率较低, 储藏 3 d 后的硬度为 0.95 kg/cm², 色差平均值为 6.995 NBS, 可溶性固形物含量在贮藏后期呈现出上升趋势。

关键词: 壳聚糖; 改性无纺布; 草莓; 保鲜效果

中图分类号: TB487

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2016)02-0028-06

Effects of Chitosan Concentration on Preservation of Strawberry in Modified Non-Woven Packages

ZHOU Yuanyuan, SHU Zuju, MA Nan, SUN Yang

(School of Textile Engineering and Art, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: The non-woven (12.7 g/m²) was modified by coating chitosan of concentration 1.0%, 1.5% and 2.0% respectively. The packaging bags were made from the modified and unmodified non-woven. The effects of chitosan concentration on the preservation of strawberries in packages were studied with the unmodified non-woven as the control group. The results showed that the modified non-woven bags had better preservation effect on strawberries compared with the unmodified at room temperature. The optimal was the modified non-woven with coating chitosan of 1.5%. During the storage period, strawberries experienced small sensory changes and low weight loss with the average hardness being 0.95 kg/cm² and the average color difference being 6.995 NBS. Furthermore, soluble solid content was on the rise in the later period of storage.

Key words: chitosan; modified non-woven; strawberry; preservation

1 研究背景

无纺布是新一代环保材料, 具有质轻、柔软、透

气、无毒、抗菌、抗化学药剂及可生物降解等优良特性^[1], 是一种具有较高应用价值的环保包装材料,

收稿日期: 2015-09-01

基金项目: 安徽省大学生创新基金资助项目(AH201410364035), 安徽农业大学学科骨干培育基金资助项目(2014XKPY-57)

作者简介: 周园园(1994-), 女, 山东济宁人, 安徽农业大学学生, 主要研究方向为绿色包装材料,

E-mail: 1223515300@qq.com

通信作者: 舒祖菊(1972-), 女, 湖南常德人, 安徽农业大学副教授, 主要从事包装工程方面的教学与研究,

E-mail: shuzuju@ahau.edu.cn

因此,被广泛应用于食品包装领域。但无纺布易从直角方向裂开,其强度、耐久性能等比其他布料要差,故需对其进行改性,以便扩大其应用范围。

仇春华等^[2]利用聚乙烯醇改性无纺布,并研究了其耐污染性能,结果表明,经聚乙烯醇改性的无纺布能提高其表面的亲水性,并能有效抑制蛋白质的吸附和通量的降低,耐污染性能得以提高。温贻芳等^[3]研究了空心阴极远区等离子体接枝聚合表面改性丙纶无纺布的吸碱性能,结果表明,在无纺布表面引入亲水性羧基基团,可改善其浸润性能,显著提高其吸碱率和吸碱速率。

近年来,改性无纺布在农业上的应用得到扩展,以其对水果进行包装以调控水果生长的研究较多。宋松^[4]研究了用无纺布套袋处理水蜜桃以调控果实的色泽发育,结果表明,无纺布套袋技术可有效防止病虫鸟害,减少果实表面的机械损伤。但改性无纺布在草莓保鲜中的应用却鲜见报道。

壳聚糖是一种常用的天然绿色可食保鲜剂,将其直接涂覆于水果表面,可形成可食性涂膜,起到保鲜作用^[5-6]。范林林等^[7]利用壳聚糖涂膜处理鲜切苹果,结果表明,适当质量分数的壳聚糖涂膜可保持苹果切块的感官品质,延缓其营养物质的下降速率,抑制微生物的繁殖和多酚氧化酶活性,具有较好的护色效果。Zhang Juan 等^[8]研究了以壳聚糖涂膜处理番茄,结果表明,壳聚糖涂膜可减缓番茄的呼吸速率及维生素C的流失速率。何士敏等^[9]直接将壳聚糖涂覆于草莓上,测定其对贮藏期草莓失重率、可溶性固形物含量、总糖含量等指标的影响,研究结果表明,壳聚糖涂膜对草莓具有较好的保鲜效果,但其安全性能有待进一步研究。若利用壳聚糖对无纺布进行改性后应用于水果保鲜包装,可避免保鲜液与水果直接接触,既能提高其贮藏品质,又能保证果实的安全性能。M. Kurek 等^[10]利用壳聚糖对包装材料聚乙烯(polyethylene, PE)进行改性,研究结果表明,壳聚糖的涂覆有利于提高包装材料的阻隔性能。Hye Kyoung Shin 等^[11]利用乙酰化壳聚糖对无纺布进行改性,结果表明,改性提高了无纺布的抗微生物、抗菌及贮藏稳定性能。

草莓是多年生草本植物,属蔷薇科草莓属,在常温下极不耐贮藏,成熟的草莓采摘后自然保存1~2 d后,就会变色、变味,甚至腐烂,商品价值迅速下降^[12],其保鲜包装研究具有重要意义。因此,本实验以草莓为研究对象,选择价格低廉的无毒无害并经壳聚糖改性的无纺布为包装材料,研究壳聚糖浓度对草莓保鲜效果的影响。

2 实验

2.1 主要原料

聚丙烯(polypropylene, PP)无纺布,定量为12.7 g/m²,义乌市荣腾无纺布厂生产;

改性无纺布,定量为12.7 g/m²,实验室自制;

无水乙醇,99.9%,济宁宏明化学试剂有限公司生产;

草莓,市售,挑选表面光滑、成熟度及大小基本一致、无病虫害和机械损伤的新鲜草莓。

2.2 实验仪器

水浴锅,HH-S2型,合肥市三元化波仪器有限公司生产;

电子秤,精度为0.001,WN-ES型,合肥市三元化波仪器有限公司生产;

果实硬度计,GY-4型,北京金科利达电子科技有限公司生产;

色差计,CR-400型,合肥市三元化波仪器有限公司生产;

数显手持糖度仪,PAL-1型,合肥市三元化波仪器有限公司生产;

等离子体表面处理仪,CSM-C4,东莞市耀天电气科技有限公司生产。

2.3 壳聚糖改性无纺布

采用无水乙醇对聚丙烯无纺布进行清洁,干燥以后使用等离子体表面处理仪对样品进行处理。将处理好的无纺布放入预先配置好的质量分数分别为1.0%、1.5%、2.0%的壳聚糖保鲜液中浸渍,自然风干后,备用。

2.4 制袋包装

将未改性的无纺布裁切成规格为10 cm × 20 cm的试样共3份,为1组;将改性后的无纺布裁切成同样规则的试样共9份,分为3组,每组3份;然后,将4组试样分别标记为实验组1、2、3、4,实验组1为未改性的无纺布,实验组2为经质量分数为1.0%的壳聚糖保鲜液改性的无纺布,实验组3为经质量分数为1.5%的壳聚糖保鲜液改性的无纺布,实验组4为经质量分数为2.0%的壳聚糖保鲜液改性的无纺布。

将4组无纺布制成包装袋,每份装入4颗草莓,每颗草莓质量约为(12 ± 3) g,然后密封袋口。将4组草莓放入密封的瓦楞纸箱中于室温条件下进行贮藏,放置3 d后进行保鲜效果评定。

2.5 保鲜效果评定

从变色程度、质地、表面水汽3个评价指标,对草莓的保鲜效果进行感官评价,评价标准见表1。

表1 感官评价标准

Table 1 Sensory evaluation standard

分值	变色程度	质地	表面水汽
10~9	轻微(变色面积<5%)	稍软	无
8~7	中度(变色面积为5%~20%)	较软	少量
6~5	较严重(变色面积为20%~50%)	软	较多
4~1	严重(变色面积>50%)	很软	形成水珠

采用称重法,测定草莓的失重率,并按式(1)^[13]进行计算。

$$\text{失重率}=(m_x-m_0)/m_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中: m_0 为贮藏前草莓的质量,g; m_x 为贮藏 x d后草莓的质量,g。

采用果实硬度计,在常温常压条件下,测定草莓的硬度。

采用色差计,测定草莓的颜色变化。根据Tsironi Theofania等^[14]采用的CIE1976Lab颜色空间容差公式处理颜色参数。Lab颜色空间是由国际照明委员会(International Commission on Illumination,CIE)制定的一种色彩模式,自然界中任一颜色都可在Lab空间中表达出来^[15]。色差计自带白板校准,校准后,用D65光源透过8mm的孔径,分别在每颗草莓的赤道面上任取2点进行测量,记录测量数据,并采用式(2)来描述草莓颜色的变化。

$$\Delta E=[(\Delta L)^2+(\Delta a)^2+(\Delta b)^2]^{1/2} \quad (2)$$

式中: ΔE 为草莓的色差值; ΔL , Δa , Δb 分别为贮藏过程中定时测得的草莓亮度、红度、黄度差值。

使用数显手持糖度仪,在常温常压条件下,对测定完硬度的草莓进行可溶性固形物含量测定。在草莓中含有比较纯的草莓汁液体,这时可溶性固形物基本上可以认为是样品糖度。

3 结果与分析

3.1 对草莓感官评价的影响

草莓的感官性能主要以变色程度、质地(指草莓的软硬、结构等特征)、表面水汽等3个指标来评价,具体评价标准如表1所示,各组草莓放置3d后的感官评价结果如表2所示。

表2 各组草莓的感官评价结果

Table 2 Sensory evaluation of strawberries

组号	变色程度	质地	表面水汽
1	5	6	6
2	8	8	8
3	9	9	8
4	8	8	7

由表2所示放置3d后的感官评价结果可以看出,以改性无纺布包装的各组草莓,其感官评价各指标分值较高,保鲜效果较好。其中,组3的保鲜效果最好,其变色程度、质地、表面水汽分值分别为9,9,8;组2、组4效果次之;而对照组1,其草莓的感官变化最大,即说明以未经改性的无纺布包装的草莓,其保鲜效果不明显。

这一结果表明:改性无纺布有助于减缓贮藏期内草莓感官品质的劣变,提高草莓的抗菌性能^[16];且不同质量分数的壳聚糖改性无纺布对草莓不同感官指标的影响具有一定差异,使用质量分数为1.5%的壳聚糖保鲜液改性无纺布包装的草莓,其保鲜效果较好。

3.2 对草莓失重率的影响

在贮藏期间,草莓会因内部水分从表皮蒸发而导致失重和失鲜,造成品质下降。其主要表现为硬度降低、萎蔫,并严重影响草莓的口感和感官。失重率反映了果实保水能力的强弱,二者呈负相关关系^[17]。图1所示为贮藏期内各组草莓的失重率。

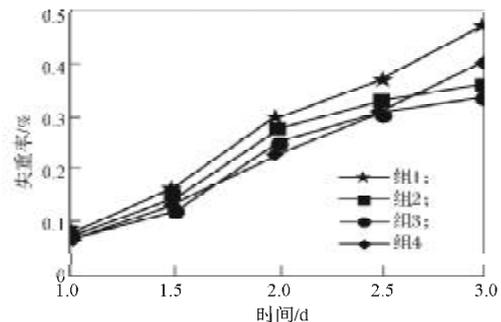


图1 各组草莓的失重率

Fig. 1 Weight loss of strawberries

由图1可知,组3的失重率变化最小,组1的失重率变化最大。由此可以看出,以改性无纺布包装的草莓,其失重率明显低于以未改性无纺布包装草莓的失重率,即对照组1。因此,改性无纺布包装能提高草莓的保水能力,不同程度地增大草莓果表蒸腾的阻力,从而减少水分的散失。

这一结果表明:改性无纺布包装对草莓的失重率具有良好的抑制作用,并且不同质量分数壳聚糖改性的无纺布对草莓的保鲜效果有所差异,以质量分数为1.5%的壳聚糖保鲜液涂覆的无纺布,其保鲜效果最佳,以质量分数为1.0%的壳聚糖保鲜液涂覆的无纺布保鲜效果次之;而未改性无纺布包装的草莓,其失重率变化最为明显,这说明改性无纺布包装的保鲜效果要优于未改性无纺布包装的的保鲜效果。

3.3 对草莓硬度的影响

草莓的硬度反映了果肉抗压力的强弱,抗压能力愈强,硬度愈大。草莓硬度的大小反映了贮藏过程中及贮藏结束时草莓品质的优劣^[11]。图2所示为贮藏期内各组草莓的硬度变化。

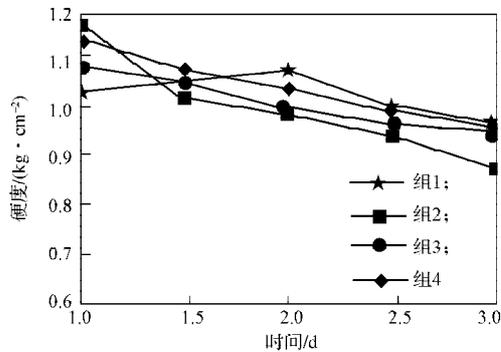


图2 各组草莓的硬度变化

Fig. 2 Hardness change in strawberries

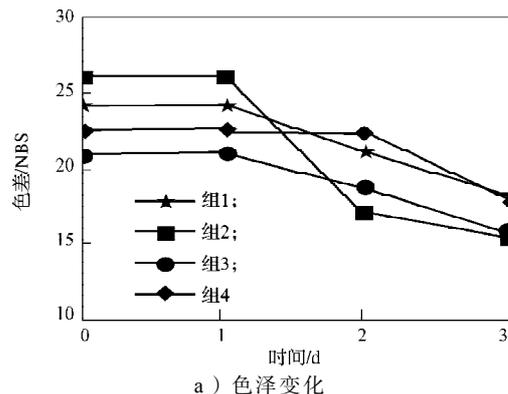
由图2可以得知,组3在储藏1 d后的硬度为1.08 kg/cm²,储藏3 d后,其硬度为0.95 kg/cm²;组1储藏1 d后的硬度为1.02 kg/cm²,储藏3 d后的硬度为0.94 kg/cm²;组2储藏1 d后的硬度为1.17 kg/cm²,储藏3 d后的硬度为0.87 kg/cm²;组4储藏1 d后的硬度为1.13 kg/cm²,储藏3 d后的硬度为0.96 kg/cm²。

由此可知:改性无纺布包装对草莓的硬度变化具有良好的抑制作用,且经不同质量分数壳聚糖改性的无纺布包装对草莓的硬度影响具有一定差异,组3草莓的硬度变化最小,组2草莓的硬度变化次之;且以改性无纺布包装的草莓,其保鲜效果要优于以未改性无纺布包装草莓的,在4组草莓中,组1草莓的硬度下降最大,这说明改性无纺布包装可以抑制草莓硬度的下降。

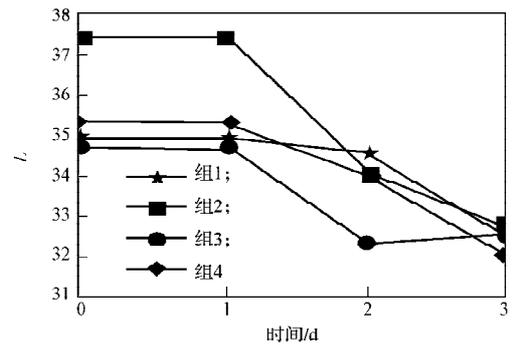
3.4 对草莓色泽的影响

随着储藏时间的延长,草莓会失去原有的光泽,色泽受到影响。

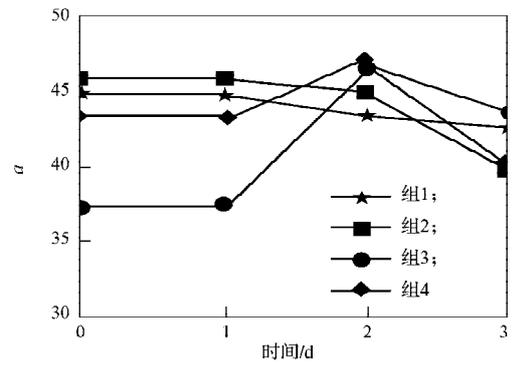
图3所示为贮藏期内各组草莓的色泽变化及 L , a , b 变化,其中, L 表示亮度, a 表示从洋红色至绿色的范围, b 表示从黄色至蓝色的范围。



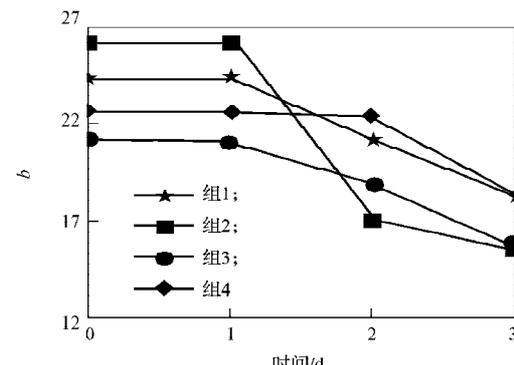
a) 色泽变化



b) L 值变化



c) a 值变化



d) b 值变化

图3 各组草莓的色差及 L , a , b 值变化

Fig. 3 ΔE and L , a , b of strawberries

由图3可看出:在贮藏前期(0~1 d),色泽及 L , a , b 值变化均较平缓;在贮藏后期(1~3 d),其变化均加剧;组2的色泽及 L , b 变化最大。由于采摘的草莓为八成熟,贮藏前期会进行少量的光合作用,从而使得草莓能保持光鲜亮丽的色泽,口感也更好;而当草莓完全成熟后,水分及糖度的流失会造成失重率增加、硬度降低和可溶性固形物含量降低,后期甚至发霉腐烂,则亮度降低且色差变化明显。

由图3a可看出,组3的色泽变化最小,组2的色泽变化最大,组2的平均色差为7.933 NBS,组3的平均色差为6.995 NBS。其中,相对于组3和组4来说,组2的改性溶液浓度较低,不能很好地起到保鲜作用;而相对于组1来说,组2的透气性能不如组1好,组1的空气流通性能更好,从而可阻碍霉菌的无氧呼

吸,使得果实不容易腐烂。组1为未改性无纺布包装,其保鲜效果较经适宜浓度壳聚糖改性的无纺布包装的要差,但较好的透气性能使其不易滋生细菌,这使得其保鲜效果又优于以较小浓度壳聚糖改性无纺布包装的草莓。

由图3b可看出:在整个贮藏期内,组1、2、4的L值呈不断下降趋势,组2的下降速度最快;在贮藏期的前2d,组1、4的下降速度相对较慢,表明其保鲜效果较好;而组3在第2d后,L值呈上升趋势,即其亮度上升,说明在储藏后期,草莓停止继续变黑发霉,细菌微生物大部分已停止生命活动,保鲜效果较好。

由图3c可以看出:在整个贮藏期内,组1、2的a值呈不断下降趋势,组2的下降趋势最明显;而组3、4则呈现平缓—上升—下降的变化趋势,在贮藏后期,组3的下降趋势较组4小,说明以质量分数为1.5%壳聚糖改性无纺布包装的草莓,其保鲜效果较组4更好。

由图3d可以看出:在整个贮藏期内,4组的b值均呈现不断下降趋势,组2的下降趋势最明显,组3的下降趋势相对较小。b值的加减表示偏黄和偏蓝。组2下降明显在色彩学意义上即颜色偏向暗色系,同理,组3下降较小则说明腐烂缓慢,即组3的保鲜效果较其他组更好。

3.5 对草莓可溶性固形物含量的影响

图4所示为贮藏期内各组草莓可溶性固形物含量的变化。

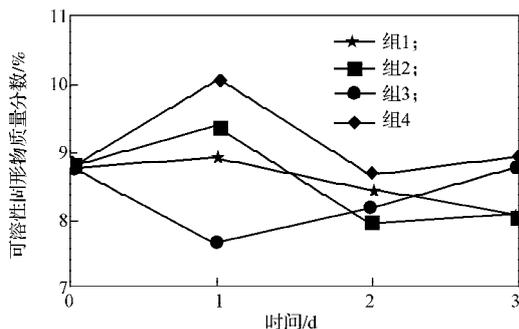


图4 各组草莓的可溶性固形物含量

Fig. 4 Soluble solids of strawberries

由图4可以看出:在贮藏初期(0~1d),仅组3的可溶性固形物含量呈下降趋势,而其他3组则有不同程度的上升;但在贮藏后期(1~3d),组3则呈上升趋势,而其他3组呈下降趋势,仅组4在2~3d略有上升。由此可知,以质量分数为2.0%的壳聚糖改性的无纺布,适合较短时间的草莓保鲜包装;而以质量分数为1.5%的壳聚糖改性无纺布包装的草莓,其保鲜期更长,以其包装的草莓,贮藏一段时间后,

其可溶性固形物含量反而上升,表明草莓更香甜可口。这表明,以改性无纺布包装草莓,可以有效地保持草莓的可溶性固形物含量,即可较好地保存草莓的风味和品质,保鲜效果较好。

4 结论

将壳聚糖保鲜液改性无纺布应用于草莓保鲜包装,避免了保鲜液直接接触果实,提高了草莓的食用安全性和商品价值。以质量分数为1.0%、1.5%和2.0%的壳聚糖保鲜液对定量为12.7 g/m²的无纺布进行改性,研究了不同质量分数壳聚糖改性的无纺布对草莓保鲜效果的影响。研究结果表明,在室温条件下,改性无纺布对草莓的保鲜效果均优于未改性无纺布的,其中,以质量分数为1.5%的壳聚糖保鲜液改性无纺布包装的草莓,其保鲜效果最好,在储藏期内,感官变化较小,失重率较低,储藏3d后的硬度为0.95 kg/cm²,色差平均值为6.995 NBS,可溶性固形物含量在贮藏后期还呈现出上升趋势。

综上可知,壳聚糖改性无纺布包装对草莓具有较好的保鲜效果,但最佳和最经济的改性方案,还有待后续的深入研究。

参考文献:

- [1] 张静.我国无纺布主流技术与其应用研究[J].科技传播,2011(19):73-74.
ZHANG Jing. Research on the Mainstream Technology of Non-Woven and Its Application in China[J]. Public Communication of Science & Technology, 2011(19): 73-74.
- [2] 仇春华,杨凤林,王文军,等.聚乙烯醇改性无纺布的制备及表征[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2008,27(2):318-320.
ZHANG Chunhua, YANG Fenglin, WANG Wenjun, et al. Preparation and Characterization of Surface Modification of Non-Woven Fabric by PVA[J]. Journal of Liaoning Technical University(Natural Science), 2008, 27(2): 318-320.
- [3] 温贻芳,陈新,王士喜,等.空心阴极远区等离子体接枝聚合表面改性丙纶无纺布的吸碱性能[J].机械材料,2011,35(8):70-74.
WEN Yifang, CHEN Xin, WANG Shixi, et al. Alkali Absorption Property of Polypropylene Non-Woven Fabrics Surface Modified by Hollow Cathode Remote Plasma Polymerization[J]. Materials for Mechanical Engineering, 2011, 35(8): 70-74.
- [4] 宋松.无纺布果袋调控水蜜桃果实色泽发育的研究[D].

- 杭州: 浙江大学, 2013.
- SONG Song. Study on Regulation of Fruit Color of Melting Peach by Non-Woven Bags[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2013.
- [5] 张纪娟, 王建华, 郭天雨. 羟乙基纤维素/壳聚糖涂膜液对蓝莓的保鲜效果研究[J]. 包装学报, 2015, 7(2): 38-42.
- ZHANG Jijuan, WANG Jianhua, GUO Tianyu. Effects of Hydroxyethyl Cellulose/Chitosan Blending Coating on Quality of Blueberries[J]. Packaging Journal, 2015, 7(2): 38-42.
- [6] 薛琼, 邓靖, 赵德坚, 等. 壳聚糖包覆肉桂精油对葡萄保鲜的应用研究[J]. 包装学报, 2015, 7(1): 12-17.
- XUE Qiong, DENG Jing, ZHAO Dejian, et al. Research on Effects of Chitosan Coated Cinnamon Essential Oil Applied in Grape Storage[J]. Packaging Journal, 2015, 7(1): 12-17.
- [7] 范林林, 李萌萌, 冯叙桥, 等. 壳聚糖涂膜对鲜切苹果贮藏品质的影响[J]. 食品科学, 2014, 35(22): 350-355.
- FAN Linlin, LI Mengmeng, FENG Xuqiao, et al. Effect of Chitosan Treatment on Quality of Fresh-Cut Apple During Cold Storage[J]. Food Science, 2014, 35(22): 350-355.
- [8] ZHANG Juan, ZHAN Shaoying, YU Youwei, et al. Cherry Tomato Preservation Using Chitosan Combined with Zinc/Ceriumion[J]. International Journal of Nutrition and Food Sciences, 2014, 3(2): 111-118.
- [9] 何士敏, 陈易, 晁利花. 壳聚糖涂膜保鲜草莓的研究[J]. 食品研究与开发, 2014, 35(21): 131-136.
- HE Shimin, CHEN Yi, ZHAO Lihua. Research of Chitosan Coated Membrane Fresh Strawberries[J]. Food Research and Development, 2014, 35(21): 131-136.
- [10] KUREK M, ŠČETAR M, VOILLEY A, et al. Barrier Properties of Chitosan Coated Polyethylene[J]. Journal of Membrane Science, 2012, 403/404: 162-168.
- [11] HYE Kyoung Shin, MIRA Park, HAK Yong Kim, et al. Influence of Acetylation on the Antimicrobial Properties of Chitosan Non-Woven Fabrics[J]. Bulletin-Korean Chemical Society, 2013, 34(8): 2441-2445.
- [12] 郑俊峰. 草莓果实采后处理与保鲜技术研究进展[J]. 漳州职业技术学院学报, 2014, 16(4): 25-28.
- ZHENG Junfeng. Research Advances in Postharvest Handling and Fresh-Keepnig Methods of Strawberry Fruits [J]. Journal of Zhangzhou Institute of Technology, 2014, 16(4): 25-28.
- [13] 凌静. 淀粉基果蔬涂膜保鲜剂的研制[D]. 重庆: 西南大学, 2009.
- LING Jing. Study on Starch's Application to Fresh Fruits and Vegetables Shelf-Life[D]. Chongqing: Southwest University, 2009.
- [14] THEOFANIA Tsironi, ANASTASIOS Stamatiou, MARIANNA Giannoglou, et al. Predictive Modelling and Selection of Time Temperature Integrators for Monitoring the Shelf Life of Modified Atmosphere Packed Gilthead Seabream Fillets[J]. LWT-Food Science and Technology, 2011, 44(4): 1156-1163.
- [15] 朱朦, 白杰云, 任洪娥. 基于 Lab 模型的树叶绿色色差变化梯度研究[J]. 智能计算机与应用, 2011, 1(2): 55-57.
- ZHU Meng, BAI Jieyun, REN Hong'e. Research on Color Difference Changes Gradient of Green Leaves Based on Lab Model[J]. Intelligent Computer and Applications, 2011, 1(2): 55-57.
- [16] HENRIK Kjellgren, GUNNAR Engstrom. Influence of Base Paper on the Barrier Properties of Chitosan-Coated Papers [J]. Nordic Pulp and Paper Research Journal, 2006, 11(5): 685-689.
- [17] 贾小丽. 可食性涂膜保鲜剂在果蔬中的应用研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2006.
- JIA Xiaoli. Study on the Application of Edible Storage Coating Film in Fruits and Vegetables[D]. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2006.

(责任编辑: 徐海燕)

