

技术专论

PVA 活性包装膜对圣女果保鲜性能研究

董林利, 邓靖, 汤建新

(湖南工业大学 绿色包装与生物纳米技术应用湖南省重点实验室, 株洲 412007)

摘要: **目的** 研究常温贮藏条件下 PVA 活性包装膜对圣女果的保鲜性能。**方法** 采用 3 种不同的包装膜(PE 膜、PVA 包装膜、PVA 活性包装膜)对圣女果进行保鲜包装,通过对圣女果的感官评价,同时测定其失重率、腐败率、维生素 C 及总糖含量等各项指标的变化,比较 3 种不同包装膜对圣女果的保鲜效果。**结果** 3 种包装膜均适用于圣女果的保鲜包装,可延长其货架寿命;通过对保鲜后圣女果各项性能指标进行检测,发现 PVA 活性包装膜能够更好地延缓圣女果的腐败,降低变质率,维持较高的维生素 C 及总糖含量,延长圣女果的保鲜期。**结论** PVA 活性包装膜将圣女果的保鲜期延长了 6 d 以上,达到了很好的保鲜效果。

关键词: 聚乙烯醇; 包装膜; 圣女果

中图分类号: TS206.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-3563(2014)09-0027-05

Fresh-keeping Performance of Active Polyvinyl Alcohol Packaging Film for Cherry Tomatoes

DONG Lin-li, DENG Jing, TANG Jian-xin

(Key Laboratory of Green Packaging and Application of Biological Nanotechnology of Hunan Province,
Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

ABSTRACT: **Objective** To study the fresh-keeping performance of active polyvinyl alcohol packaging film for Cherry Tomatoes. **Methods** Three different films, the PE films, the PVA packaging films and the PVA active packaging films, were used to pack the cherry tomatoes. Sensory evaluation and determination of variations in weight loss, rotting rate, vitamin C content and total sugar content of cherry tomatoes were used to compare the fresh-keeping effects of the three different packaging films. **Results** The observation results indicated that all three kinds of packing films were suitable for packing cherry tomatoes and could extend the shelf life. The comparison of the indicators of cherry tomatoes packed by three different films suggested that PVA active packaging film was better in delaying the rotting of cherry tomatoes, decreasing the rate of deterioration, maintaining a high content of vitamin C and total sugar, and prolonging the shelf life. **Conclusion** Active polyvinyl alcohol packaging film could prolong the fresh-keeping period of cherry Tomatoes by six days, and has achieved very good preservation effect.

KEY WORDS: active packaging; preservation; cherry tomatoes

近几年,我国果蔬生产发展较快,许多果蔬产品已由供应不足发展到相对过剩。随着交通条件的不

断完善,果蔬的异地消费量日益增大,而顾客对于果蔬新鲜度的要求也越来越高。据文献报道,发达国家

收稿日期: 2014-03-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60871007,61171061,31100082);湖南省自然科学基金资助项目(14jj2149);湖南工业大学自科研课题项目(2011HZX04)

作者简介: 董林利(1988—),女,重庆人,硕士,主攻纳米功能材料。

通讯作者: 汤建新(1965—),男,湖南宁乡人,博士,湖南工业大学教授,主要研究方向为纳米材料与生物传感器研究。

产后损失率为1.7%~5%,而我国果蔬的产后损失率高达20%~30%,每年约有8000万吨的果蔬腐烂,造成近800亿元的经济损失。我国果蔬保鲜业与国际领先水平之间还存在较大差距,其中最主要的原因就是用于保鲜的材料性能还不够完善。由此可见,依靠先进的科学技术,研发高性能保鲜材料,延长果蔬的保鲜期,并保证其营养质量,是我国果蔬大规模工业化生产的关键^[1-3]。

目前,果蔬贮存和保鲜方法主要有低温冷藏、气调、辐照、化学杀菌和保鲜膜包装等^[4]。其中,保鲜膜方法以其成本低、操作简单、适用面广、效果明显等优点被广泛使用。所采用的保鲜膜主要有普通保鲜膜、微孔保鲜膜、防雾功能保鲜膜、可食性保鲜膜和抗菌保鲜膜等^[5]。由于各种果蔬保鲜要求不同,单一功能的保鲜膜不能满足要求,因此,众多研究人员正致力于多功能包装材料的研究,即活性包装材料。这种材料必须具备抗菌、除氧、去湿、除乙烯等功能^[6]。丁香精油是一种天然、高效的抑菌剂^[7-9],可用于活性包装膜的制备。利用微胶囊化技术,将丁香精油的有效成分包入其中,使其缓慢释放,延长活性包装膜的抗菌时间^[10-12]。聚乙烯醇薄膜具有良好的透明度和光泽性,较大的拉升强度和撕裂强度,极好的气体阻隔性能,良好的热合性和粘接性等^[13],其水溶性和生物降解性可以有效地解决众多包装膜环保性差的问题,为果蔬包装开辟了新的途径。文中以聚乙烯醇母粒为原料,在母粒熔融过程中加入丁香精油- β -环糊精包合物,采用流延的方法研制了一种PVA抗菌活性包装膜,并对圣女果的保鲜效果进行了系统研究。

1 实验

1.1 材料

实验材料:草酸,分析纯,上海超聪化工有限公司;浓硫酸,分析纯,衡阳强森化工有限责任公司;2,4-二硝基苯肼,分析纯,天津市天利化工染料有限公司;硫脲,分析纯,山东信科环化有限公司;抗坏血酸,分析纯,天津大茂试剂厂;活性炭,分析纯,巩义市永昌净水材料厂;葡萄糖,分析纯,北京康普汇维科技有限公司;蒽酮,分析纯,青州市奥星化工有限公司;醋酸铅,分析纯,上海盛达鑫化工有限公司;乙醚,分析纯,无锡市德邦化工有限公司;草酸钠,分析纯,郴

州三城化工有限公司;PVA包装膜,PVA活性包装膜,自制;PE膜,上海劲品贸易有限公司;去离子水,自制;新鲜圣女果,市售。

1.2 设备与仪器

设备与仪器:JA1003电子天平,上海精密科学仪器有限公司;HH-2恒温水浴锅,江苏金坛市中大仪器厂;LG32B热封仪,LG公司;UV-2800紫外可见分光光度计,尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.3 试样制备

1) PVA活性包装膜的制备。将聚乙二醇加适量的水溶解,加入抗菌剂丁香精油- β -环糊精、增塑剂乙二醇及表面活性剂十二烷基硫酸钠等在70~80℃下水浴加热10 min,然后在95℃水浴加热搅拌至完全溶解,室温放置3~5 min,采用流延法制得包装膜。

2) 包装膜袋的制备。分别将PE膜、PVA包装膜、PVA活性包装膜裁切成尺寸为130 mm×110 mm的膜片,挑选膜表面无划痕、无破损的膜片用热封仪热封制成膜袋后分组编号。其中PE保鲜薄膜热封时上控温为100℃,下控温为102℃。PVA保鲜膜和PVA活性包装膜热封时的上控温均为180℃,下控温均为190℃。3种薄膜的压力范围均控制在0~0.2 MPa,热封时间为2 s。

3) 圣女果的保鲜包装。将买回来的圣女果放入清水中洗净后晾干,在通风凉爽的地方进行选果。挑选时严格剔除病果、虫果、弱果、劣果、破损果、畸形果、过小果、秃枝果、受伤果、裂果、过熟果,以免影响好果的贮藏效果与品质。将挑选好的圣女果分别放入由PE膜、PVA包装膜、PVA活性包装膜热封制成的保鲜袋,每袋装入20颗圣女果,每种保鲜膜设置8个平行试验组。室温下贮藏。

1.4 性能测定

1) 感官评分。感官评分主要是根据圣女果的果实腐败程度、色泽、口感等3个方面对圣女果进行综合评分,低于6分则认为失去商品价值。感官品质评定标准见表1。

2) 失重率。失重率= $(m_0-m_i) \times m_0^{-1} \times 100\%$,式中: m_0 为圣女果原有质量; m_i 为圣女果贮藏后的质量; i 为贮藏天数。

3) 腐败率。 $P = P_i \times P_0^{-1} \times 100\%$,式中: P_0 为初

始圣女果个数; P_i 腐烂的圣女果个数; i 为贮藏天数。

4) 维生素 C 含量的测定。利用分光光度法^[14] 5) 总糖含量的测定。采用蒽酮比色法^[15]测定。

表 1 感官品质评定标准
Tab.1 Sensory quality standard

评分	果实腐败程度(4 分)		色泽(3 分)		口感(3 分)	
	感官	分值	感官	分值	感官	分值
9~10	果实组织正常饱满	4	橙红色有光泽,果脯透明	2.5~3.0	酸甜适口,有韧性。	2.5~3.0
7~8	果实组织稍有变软	3	果实颜色少量变浅,果脯较透明	2.0~2.5	酸甜较适口,柔软。	2.0~2.5
4~6	果肉变软,软化宽度小于1/3果肉厚度	2	果实颜色明显变浅,果脯更加透明	1.0~2.0	酸甜不适口,偏硬。	1.0~2.0
1~3	果实干瘪、变软,表面明显有褐色斑点,软化宽度大于1/3 果肉厚度	1	果脯不透明,无光泽	0~1.0	酸甜不适口,偏硬	0~1.0

2 结果与分析

2.1 感官评定结果

感官评分是表征果蔬新鲜程度的重要指标,它的评分高低直接反映商品的使用价值,具有很强的直观性和简易性。用这 3 种膜包装圣女果放置于常温下,贮藏过程中圣女果的感官评分见图 1。

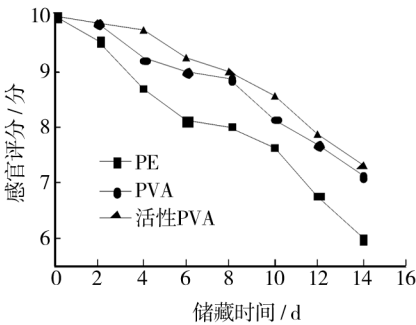


图 1 圣女果感官评分变化
Fig. 1 The change in sensory score of cherry tomatoes

从图 1 可知,随着贮藏时间的延长,感官评分逐渐下降,这说明圣女果的贮藏期越长,它的商品价值越低,这是因为其腐败程度、色泽和口感等方面都会随着贮藏时间的延长而变差。从贮藏开始到保鲜 10 d 的时间里,圣女果经 3 种保鲜膜包装后,其感官评分均在 8 分左右。8 d 后,3 种保鲜膜中圣女果的感官评分减少加快,其中由 PE 保鲜膜包装的圣女果感官评分降到了 6 分左右,由 PVA 及 PVA 活性保鲜膜

包装的圣女果感官评分降到了 7 分左右。2 种 PVA 保鲜膜中,PVA 活性包装膜的分值最高,贮藏 14 d 后,其感官评分为 7.32,还有一定的商品价值,说明 PVA 活性保鲜膜对圣女果起到了一定的保鲜作用,延长了保鲜期。

2.2 失重率变化结果

在贮藏过程中,圣女果所含水分容易因蒸腾作用和呼吸作用散失。水分散失最明显的特征是失重和失鲜。另外,含大量自由水,为微生物的生长繁殖和酶的作用提供了必要的条件,而减少蔬菜内含水分是短期内控制其腐败达到保鲜的主要手段。薄膜包装可以有效地抑制被包装物所处环境的水含量,以达到保鲜的效果。贮藏过程中圣女果的失重率变化趋势见图 2。

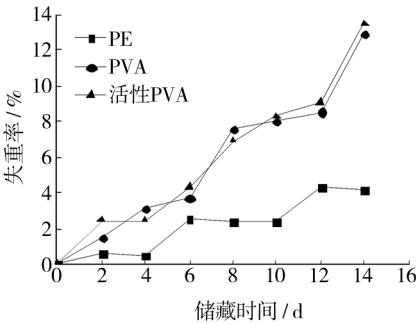


图 2 圣女果失重率变化
Fig. 2 The change of weight loss rate in cherry tomatoes

由图 2 可知,随着贮藏时间的增加,圣女果的失重率逐渐增大,从鲜重损失来比较 3 种薄膜对圣女果

的保鲜顺序为:PE膜>PVA膜>PVA活性膜。其原因是PVA分子结构中含有大量的羟基,吸湿性强,并且对水蒸气具有很高的透过性,它的透湿率是PE保鲜膜的37倍,所以PVA中圣女果的鲜重损失较PE保鲜膜的大。由于留在包装袋中的水分过多会加速其腐败的速度,所以需要适当地将包装袋中的水分减少,以延长其货架寿命,PVA保鲜膜能达到此要求。

2.3 腐烂率变化结果

圣女果腐败的原因除了由其本身组成和性质所决定,还包括环境条件,主要有温度、湿度、空气和光照等方面。此外,微生物也是引起圣女果腐败的主要原因。储藏过程中,圣女果的腐败率变化趋势见图3。

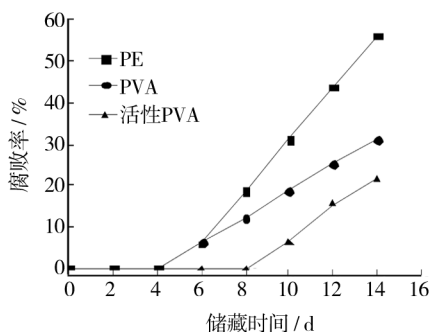


图3 圣女果腐烂率变化

Fig. 3 The change of rotting rate in cherry tomatoes

由图3可知,随着贮藏时间的增加,圣女果的腐败率逐渐增加。3种保鲜膜中,PE保鲜膜及PVA保鲜膜中的圣女果从第4天开始腐败,两者腐败率的变化率分别为6.25,3.1625,而由PVA活性保鲜膜包装的圣女果在第8天才开始腐败,腐败率的变化率为2.95,变化率低于前面2种保鲜膜。PE保鲜膜中圣女果腐败得最快,这是因为PE膜的透湿系数太小,而使水不易通过蒸腾作用及时排出包装外,水留在包装内使包装内湿度大增,给细菌的生长带来良好环境,细菌的增生加快了腐烂的进程,致使腐烂率上升。PVA保鲜膜能排出部分水分,控制包装袋内的水环境,加上PVA活性包装膜中含有抗菌成分,就更好地抑制细菌的繁殖,可见PVA活性包装膜可有效延长圣女果的货架期。

2.4 维生素C含量的变化

维生素C是圣女果主要营养物质之一,也对人体健康尤为重要,但维生素C很容易被氧化破坏,在圣

女果的贮藏过程中,圣女果果皮失水严重,pH值上升,维生素C在缺乏高酸保护条件下易被破坏^[16-17]。储藏过程中圣女果维生素C含量的变化趋势见图4。

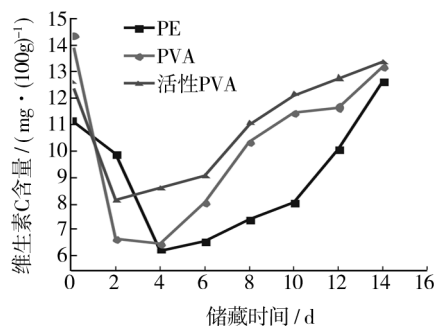


图4 圣女果维生素C含量(mg/100g)变化

Fig. 4 The change of vitamin C content in cherry tomatoes

由图4可知,在常温下随着储藏时间的增加,圣女果维生素C的含量先减小后增大。包装初期,圣女果含水量大,pH值上升速度缓慢,维生素C没被大量破坏。包装中期,由于失水过多,pH值上升加快,维生素C被大量破坏,所以其含量不断下降。包装后期,由于水分过分流失,失重过多,而维生素C的损失速度没有水分和质量的损失速度快,导致圣女果内的维生素C含量反而在后期增加。圣女果贮藏到第6天时,PE膜中圣女果的维C含量从11.17 mg/100 g下降到6.58 mg/100 g,PVA膜中圣女果的维C含量从14.33 mg/100 g下降到8.01 mg/100 g,PVA活性膜中圣女果的维C含量从12.69 mg/100 g下降到9.02 mg/100 g。到第14天时,PE,PVA,活性PVA等3种膜中圣女果的维C含量分别上升到了12.57 mg/100 g,13.16 mg/100 g,13.30 mg/100g。经过PE保鲜袋包装的圣女果的维生素C的含量明显低于用PVA保鲜膜包装的圣女果的维生素C的含量,而PVA活性保鲜膜的维生素C的含量最高。由此可知,PVA活性保鲜膜的保鲜效果较好。

2.5 总糖含量的变化

总糖与维生素C一样也是圣女果主要营养物质之一,测定总糖含量的变化可以为分析圣女果在贮藏过程中生理变化提供可靠性依据,储藏过程中圣女果的可溶性总糖含量变化趋势见图5。

由图5可知,随着储藏时间的增加,圣女果总糖的含量先减小后增大。贮藏前6 d,圣女果中水分含量较多,由于呼吸作用较大,含糖量降低较快。PE膜

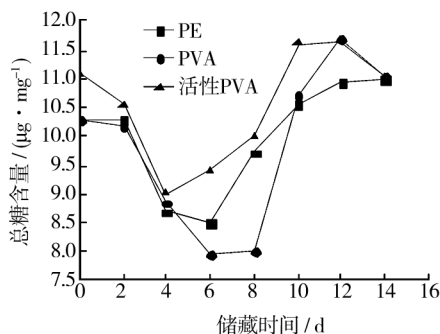
图5 圣女果总糖含量($\mu\text{g}/\text{mg}$)变化

Fig. 5 The change of total sugar content in cherry tomatoes

中圣女果的总糖含量从 $10.287 \mu\text{g}/\text{mg}$ 下降到 $8.497 \mu\text{g}/\text{mg}$, PVA 膜中圣女果的总糖含量从 $10.284 \mu\text{g}/\text{mg}$ 下降到 $7.975 \mu\text{g}/\text{mg}$, PVA 活性膜中圣女果的总糖含量从 $11.082 \mu\text{g}/\text{mg}$ 下降到 $9.429 \mu\text{g}/\text{mg}$ 。后面 8 d 中,由于圣女果过度失水,机体内溶剂减少的速率大于溶质减少的速率,所以出现含糖量升高的趋势。到第 14 天时, PE, PVA, 活性 PVA 等 3 种膜中圣女果的总糖含量分别上升到了 $10.994, 11.037, 11.034 \mu\text{g}/\text{mg}$ 。经过 PE 保鲜膜和 PVA 保鲜膜包装的圣女果总糖的含量低于 PVA 活性保鲜膜包装的圣女果总糖的含量,所以 PVA 活性包装的保鲜效果较好。

3 结语

圣女果在采后维持生命活动的代谢过程中,水分会不断蒸发,各类营养成分也会随着储藏时间的延长而被消耗。感官观察结果表明,圣女果贮藏到第 8 天时,感官评分仍较高,3 种保鲜膜不同程度地延长了圣女果的保鲜期;PVA 包装膜虽然在保持圣女果鲜重的效果上没有 PE 膜的效果好,但在抑制圣女果腐败的效果上明显优于 PE 膜,在保持维生素 C 含量及总糖含量略优于 PE 膜。其中,PVA 活性包装保鲜膜在抑制圣女果腐败,保持维生素 C 含量及总糖含量的效果最好,将圣女果的保鲜期延长了 6 d 以上,达到了很好的保鲜效果。

参考文献:

[1] 王薇,宋华,金小花. 果蔬的保鲜方法[J]. 食品与药品, 2005,7(3):56—58.
WANG Wei, SONG Hua, JIN Xiao-hua. Fresh Keeping Way for Fruit and Vegetable[J]. Food and Drug, 2005,7(3): 56—58.

[2] 汪国超,徐伟民,张麟. 果蔬保鲜方法的研究进展[J]. 包装学报,2011,201(4):57—61.
WANG Guo-chao, XU Wei-min, ZHANG Lin. Advance in Preservation Methods of Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2011,201(4):57—61.

[3] 赵永飞. 果蔬保鲜大有可为[J]. 农家参谋,2004(4):44.
ZHAO Yong-fei. Promising Fresh Fruits and Vegetables[J]. The Famers Consultant, 2004(4):44.

[4] 许晓秋,段梦林,常津,等. 保鲜膜技术综述[J]. 塑料加工,2002,35(3):1—5.
XU Xiao-qiu, DUAN Meng-lin, CHANG Jin, et al. Summary of Preservative Film Technique[J]. Plastics Processing, 2002,35(3):1—5.

[5] 周斌. 果蔬保鲜膜的研究进展[J]. 包装学报,2012(4):16—20.
ZHOU Bin. Review of Preservative Film for Fruits and Vegetables[J]. Packaging Journal, 2012(4):16—20.

[6] QUINTAVALLA S, VICINI L. Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry[J]. Meat Science, 2002,62(3):373—380.

[7] 高翔. 丁香抑菌作用及其在食品保鲜中的应用[J]. 中国调味品,2007(12):21—23.
GAO Xiang. The Bacteriostatic Mechanism of Syzygium Aromaticum(L.) and Its Application in Food Fresh Keeping[J]. China Condiment, 2007(12):21—23.

[8] 王金宇,李淑芬,关文强. 丁香油的超临界 CO_2 萃取及其微胶囊的制备[J]. 高校化学工程学报,2007,21(1):37—42.
WANG Jin-yu, LI Shu-fen, GUAN Wen-qiang. The Supercritical CO_2 Extraction and Microencapsulation of Clove Oil[J]. College Chemical Engineering Journal, 2007,21(1):37—42.

[9] 关文强,李淑芬. 丁香精油对果蔬采后病原菌抑制效应研究[J]. 食品科学,2005,26(12):227—230.
GUAN Wen-qiang, LI Shu-fen. Inhibition Effect of Clove Essential Oil on Growth of Postharvest Pathogen of Fruits and Vegetables[J]. Food Science, 2005,26(12):227—230.

[10] 文震,刘波,郑宗坤,等. 玫瑰精油 β -环糊精包合物的制备与表征[J]. 食品科学,2009,30(10):29—32.
WEN Zhen, LIU Bo, ZHEN Zong-kun, et al. Preparation and Characterization of β -cyclodextrin Inclusion Compound of Essential Oil from Rosa Damascene Miller[J]. Food Science, 2009,30(10):29—32.

[11] 孙兰萍,许晖,张斌,等. 食品成分微胶囊制备技术及发展趋势展望[J]. 农产品加工,2008(5):12—17.

- [13] 魏春梅,周世棠,张静. 瓦楞辊的结构动力学仿真[J]. 包装工程,2004,25(4):41—42.
WEI Chun-mei, ZHOU Shi-tang, ZHAN Jing. Structure Dynamic Simulation for Corrugating Roller[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(4):41—42.
- [14] DENIEIS J. The Case for Semi-automatic Transmissions[J]. Automotive Engineer, 1997, 22(10):28—31.
- [15] 李善为,吴玉月,李金禄,等. Pro/E 软件在包装机械设计中的技术应用[J]. 湖南包装,2011(1):8—10.
LI Shan-wei, WU Yu-yue, LI Jin-lu, et al. Pro/E Software Technology Application in Packaging Machinery Design[J]. Hunan Packaging, 2011(1):8—10.
- [16] 张蓬山. 瓦楞辊的齿形设计[J]. 包装工程,1998,19(4):34—35.
ZHANG Peng-shan. Tooth Shape Design of Corrugated Roller[J]. Packaging Engineering, 1998, 19(4):34—35.
- [17] 智书平,王振林. 瓦楞辊的齿形设计[J]. 中国包装工业,1999(12):23—24.
ZHI Shu-ping, WANG Zhen-lin. Tooth Shape Design of Corrugated Roller[J]. Chinese Packaging Industry, 1999(12):23—24.
- [18] 郭彦峰,张艳,王家民. 瓦楞辊参数化设计及 CAD 系统[J]. 包装工程,2004,25(5):179—181.
GUO Yan-feng, ZHANG Yan, WANG Jia-min. The Corrugated Roller Parametric Design and CAD System[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(5):179—181.
- [19] 孙恒. 机械原理[M]. 北京:高等教育出版社,1987.
SUN Heng. Theory of Machines and Mechanisms[M]. Beijing: Higher Education Press, 1987.
- [20] 王振林. 瓦楞辊齿形与齿轮齿形的比较[J]. 中国包装,1992,12(3):75—76.
WANG Zhen-lin. Comparison the Tooth Shape of Corrugate Roller with that of Gear[J]. China Packaging, 1992, 12(3):75—76.
- [21] 龚发云,张哲,魏春梅,等. 高速单面瓦楞机瓦楞辊机构的中心距运动学方程[J]. 包装工程,2008,29(7):43—45.
GONG Fa-yun, ZHANG Zhe, WEI Chun-mei, et al. Kinematics Equation of the Center Distance of High-speed Single-sided Corrugating Machine Corrugating Roller[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(7):43—45.
- [22] 程锡璠. 瓦楞成型及有关瓦楞辊的设计问题[J]. 包装与食品机械,1985(4):11—19.
CHEN Xi-pan. Corrugated Forming and Design on Corrugated Roller[J]. Package and Food Machine, 1985(4):11—19.
- [23] 魏春梅,魏兵,周世棠. 高速单面瓦楞机系统的研究综述[J]. 包装工程,2007,28(5):175—177.
WEI Chun-mei, WEI Bing, ZHOU Shi-tang. Overview on High Speed Single Sided Corrugating Machines[J]. 包装工程,2007,28(5):175—177.
- [24] 王振林. 瓦楞原纸缠绕瓦楞辊顶端包角的计算[J]. 包装工程,1993,14(2):69—72.
WANG Zhen-lin. Calculation of the Wrap Angle of the Corrugated Paper around the Corrugating Roll[J]. Packaging Engineering, 1993, 14(2):69—72.

(上接第31页)

- SUN Lan-ping, XU Hui, ZHANG Bin, et al. Current Technologies and Trends of Preparation of Food Ingredients Microcapsules[J]. Farm Products Processing, 2008(5):12—17.
- [12] 郝红,梁国正. 微胶囊技术及其应用[J]. 现代化工,2002,22(3):60—62.
HAO Hong, LIANG Guo-zheng. Microencapsulation Technology and Its Application[J]. Modern Chemical Industry, 2002, 22(3):60—62.
- [13] 康智勇,项爱民. 聚乙烯醇包装膜研究进展[J]. 塑料,2003,32(5):65—69.
KANG Zhi-yong, XIANG Ai-min. Breakthrough of Study on PVA Packaging Film[J]. Plastic, 2003, 32(5):65—69.
- [14] 于晓萍. 分光光度法快速测定蔬菜水果中 VC 的含量[J]. 河北化工,2007,30(11):76—77.
YU Xiao-ping. Rapid Determination of VC Content in Fruits and Vegetables by Spectrophotometry[J]. Hebei Chemical Industry, 2007, 30(11):76—77.
- [15] 百度文库. 自然科学[EB/OL]. 2012-03-15. <http://wenku.baidu.com/view/9988b726a5e9856a561260bc.html>.
Baidu Library. Natural Science[EB/OL]. 2012-03-15. <http://wenku.baidu.com/view/9988b726a5e9856a561260bc.html>.
- [16] 张其昌,林跃鑫. 魔芋葡甘聚糖对柑桔的保鲜效果研究[J]. 植物生理学通讯,1986(5):138—140.
ZHANG Qi-chang, LIN Yue-xin. Effect of Konjac Glucomannan on the Preservation of Citrus Fruits[J]. Plant Physiology Journal, 1986(5):138—140.
- [17] 李乐农,吴振球. 羧甲基魔芋葡甘聚糖精粉用于柑桔贮藏保鲜的研究[J]. 湖南农业大学学报,1996,22(2):131—133.
LI Le-nong, WU Zhen-qiu. The Research in Carboxymethyl Konjac Gulcomannan Powder Used for Citrus Fresh-keeping[J]. Journal of Hunan Agricultural University, 1996, 22(2):131—133.