

# 肉桂精油－海藻酸钠可食性抗菌膜的研制

蒋世全，邓 靖

（湖南工业大学 包装与材料工程学院，湖南 株洲 412007）

**摘 要：**以海藻酸钠为成膜材料，并添加不同质量浓度的肉桂精油来制备可食性抗菌膜。根据膜的力学性能和抑菌性能，确定了可食性膜中添加海藻酸钠、甘油和肉桂精油的最佳质量分数，以及可食性抗菌膜的最佳干燥温度和干燥时间。实验结果表明：在海藻酸钠的质量浓度为 20 mg/mL，甘油的添加质量分数为 1.0%，肉桂精油的添加质量分数为 2.0%，干燥温度为 50℃和干燥时间为 4.5 h 的条件下，所制备的膜具有最佳的力学性能和抑菌性能。

**关键词：**肉桂精油；海藻酸钠；抗菌膜

**中图分类号：**TS206.4

**文献标志码：**A

**文章编号：**1674-7100(2010)04-0075-04

## Study on Edible Antimicrobial Cinnamon Oil-Sodium Alginate Film

Jiang Shiquan, Deng Jing

（School of Packaging and Material Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China）

**Abstract:** Sodium alginate is used as a main film-forming ingredient with different concentrations of cinnamon essential oils added to prepare edible antimicrobial films. The concentration of sodium alginate, glycerol concentration and cinnamon oils, dry temperature and time are determined according to mechanical properties and antibacterial properties of the film. The results show that film has the best mechanical properties and antibacterial properties when the concentration of sodium alginate is 20 mg/mL, glycerol is 1.0% and cinnamon oil is 2%, the best drying temperature and time is 50℃, 4.5h respectively.

**Key words:** cinnamon oil; sodium alginate; antimicrobial film

## 0 引言

抗菌膜是一类具备抑菌和杀菌性能的新型塑料薄膜，它能在一定时间内将黏在薄膜上的腐败菌杀死或抑制腐败菌的繁殖。抗菌膜赋予了塑料保鲜薄膜抗菌性，因而大大提高了膜保鲜果蔬的效果<sup>[1-3]</sup>。然而，目前保鲜果蔬时所使用的无机抗菌薄膜和有机抗菌薄膜的安全性问题令人担忧，因此可用于果蔬保鲜的天然抗菌膜的研制迫在眉睫<sup>[4-6]</sup>。

目前，研究人员主要使用壳聚糖来制备天然抗菌

膜，但壳聚糖的价格比较贵<sup>[7]</sup>，因此，研究能代替壳聚糖生产抗菌膜的原材料成为这一研究领域的热点。包装材料方面的已有研究结果表明，肉桂精油具有良好的抗菌性能，并且肉桂精油无毒、可以食用，它的这些特点符合果蔬保鲜材料使用方面的要求<sup>[8-9]</sup>。因此，本研究采用肉桂精油作为抗菌剂，以可食性的海藻酸钠为成膜材料，制备了抗菌保鲜膜，并且对保鲜膜的成膜性能、力学性能及抑菌性能进行了研究，旨在为可食性抗菌膜的研制提供一些理论性参考和可行性措施。

收稿日期：2010-05-20

作者简介：蒋世全（1986-），男，重庆荣昌人，湖南工业大学 06 级本科生，主要研究方向为包装材料学，

E-mail: jiangshiquan023@126.com

# 1 材料与方法

## 1.1 材料和设备

### 1.1.1 材料

实验用原材料为肉桂精油，购于国药集团。主要的化学试剂有：海藻酸钠，分析纯，环宇工贸集团昆明有限公司生产；甘油，分析纯，嘉兴市精博化学品有限公司生产。

实验用菌种有大肠杆菌 (*Escherichia coli*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn)、金黄色葡萄球菌 (*Staphylococcus aureus* Rosenbach)、黑曲霉 (*Aspergillus niger*)、米曲霉 (*Aspergillus oryzae*)，均购买于国家菌种保藏中心。

实验用培养基有马铃薯蔗糖琼脂培养基和牛肉膏蛋白胨琼脂培养基，参照相关标准自行配置，并于 121 °C，0.1 MPa 条件下灭菌 30 min。

### 1.1.2 主要设备

洁净工作台，HD1360 型，北京东联哈尔仪器制造有限公司生产；电热恒温培养箱，ET618-4/180Lite 型，上海一恒化学仪器有限公司生产；电热鼓风干燥箱，GZX-9246MBE 型，上海博讯实业有限公司医疗设备厂生产；不锈钢手提式压力蒸汽灭菌锅，YXQ-SG46-280S 型，上海博讯实业有限公司医疗设备厂生产；万能电子拉力试验机，CMT6053 型，济南兰光机电技术有限公司生产。

## 1.2 试验设计

### 1.2.1 可食性抗菌膜的制备

称取一定量的海藻酸钠，缓慢加入 55 °C 左右的水中，并不停地搅拌直至溶液透明、无颗粒为止。在海藻酸钠溶液中添加一定量的甘油作为增塑剂，并将肉桂精油作为抗菌剂添加在溶液中，将共混液在玻璃片上流延成膜，在一定温度下干燥一定时间后揭膜。并根据膜的力学性能（拉伸强度、断裂伸长率）、抗菌性能来确定膜的最佳配方。

### 1.2.2 膜力学性能的测定

膜的拉伸强度 ( $\sigma_b$ ) 及断裂伸长率 ( $\delta_b$ ) 的测定使用万能电子拉力试验机，按照 GB/T4456-1984 进行测量，每个试样重复 5 次，取平均值。

### 1.2.3 膜抑菌性能的测定

按无菌操作要求，在洁净工作台上往无菌培养皿中倒入适量培养基，待培养基凝固后，用无菌移液管吸取 0.2 mL 各实验用菌悬液于培养基表面，并用无菌玻璃刮铲涂布均匀，然后用无菌镊子，按无菌操作要求，将直径 6 mm 的含肉桂精油的膜片放入培养基表面的中央；同时，以未添加肉桂精油的直径 6 mm 的海藻

酸钠膜片作空白对照。分别将添加了细菌的培养基放入 37 °C 培养箱中培养 2 d，添加了霉菌以及酵母菌的培养基放于 25 °C 的培养箱中培养 3 d，然后测定培养基中的抑菌圈直径，以观察抗菌膜的抑菌效果，抑菌圈直径越大，说明膜的抑菌效果越好。

# 2 结果与分析

## 2.1 海藻酸钠添加质量浓度的确定

将海藻酸钠配制成不同质量浓度的溶液，按照前述抗菌膜的制备过程，在玻璃板上流延成膜，并于 50 °C 条件下干燥 4.5 h 后揭膜，然后测定各膜的厚度、拉伸强度和断裂伸长率，所得结果见表 1。

表 1 海藻酸钠质量浓度对膜性能的影响

Table 1 The effect of the concentration of sodium alginate on the properties of the film

海藻酸钠添加质量浓度 / (mg · mL <sup>-1</sup> )	测 试 项 目		
	$d$ / mm	$\sigma_b$ / MPa	$\delta_b$ / %
10	0.013	3.78	3.46
15	0.017	5.95	4.58
20	0.025	15.14	9.43
25	0.027	16.24	9.86
30	0.029	16.98	10.34
35	0.030	17.46	10.46
40	0.032	18.96	10.58

从表 1 可知，当海藻酸钠的添加质量浓度较低时，成膜较薄，膜的拉伸强度和断裂伸长率均较低。同时实验中还发现，当海藻酸钠的添加质量浓度较低时，不易形成均匀连续的膜，且干燥后不易揭膜。随着海藻酸钠添加质量浓度的增加，成膜厚度、膜的抗拉强度和断裂伸长率均逐渐增大，但是当海藻酸钠添加质量浓度超过 20 mg/mL 后，膜的抗拉强度和断裂伸长率增加很缓慢，同时，浓度过高时海藻酸钠溶液的黏度大，流延性能差，形成的膜较厚，使得膜的干燥时间增长，且不易揭膜。因此，制备可食性抗菌膜时，较适宜的海藻酸钠添加质量浓度为 20 mg/mL。

## 2.2 甘油添加质量分数的确定

海藻酸钠膜本身比较脆<sup>[9]</sup>，为使膜具有一定的柔韧性，可在成膜溶液中添加一定量的增塑剂。常用的增塑剂为甘油，其作为一种极性小分子加入到海藻酸钠溶液中，能削弱聚合物分子之间的共价键，即范德华力，从而增加了聚合物分子链的移动性，降低了聚合物分子链的结晶性，即增加了聚合物的塑性，表现为聚合物的硬度下降，而其断裂伸长率和柔韧性得到提高。实验所得甘油添加质量分数对海藻酸钠膜成膜

厚度及力学性能的影响结果见表2。

**表2 甘油添加质量分数对膜性能的影响**  
**Table 2 The effect of the glycerol mass fraction on the membrane properties**

甘油添加质量分数 /%	测试项目		
	$d / \text{mm}$	$\sigma_b / \text{MPa}$	$\delta_b / \%$
0	0.025	15.14	9.43
0.5	0.026	14.74	11.43
1.0	0.028	14.08	11.68
1.5	0.030	8.86	11.82
2.0	0.031	7.78	11.96

从表2可看出:随着甘油添加质量分数的增大,膜的拉伸强度有所降低,但膜的断裂伸长率逐渐增大,膜的柔韧性变好。但是甘油的添加质量分数高于1.0%后,膜的拉伸强度下降较快,而断裂伸长率增长缓慢,因此,制备可食性抗菌膜时,添加甘油的最佳质量分数为1.0%。

### 2.3 肉桂精油添加质量分数的确定

在添加了甘油质量分数为1.0%的海藻酸钠溶液中加入不同质量分数的肉桂精油,以研究肉桂精油添加质量分数对膜的成膜厚度、膜的力学性能及抑菌性能的影响。其中,肉桂精油对膜的成膜厚度与膜的力学性能的影响结果见表3,其对膜抑菌性能的影响结果见表4。

**表3 肉桂精油添加质量分数对膜性能的影响**  
**Table 3 The effect of the cinnamon essential oil mass fraction on the membrane properties**

肉桂精油添加质量分数 /%	测试项目		
	$d / \text{mm}$	$\sigma_b / \text{MPa}$	$\delta_b / \%$
0	0.025	15.14	9.43
1.0	0.026	15.02	9.88
2.0	0.028	14.98	11.78
3.0	0.030	14.26	12.04
4.0	0.032	14.02	12.54

**表4 肉桂精油添加质量分数对抑菌圈直径大小的影响**  
**Table 4 The effect of the cinnamon essential oil mass fraction on the inhibition zone diameter mm**

肉桂精油添加质量分数 /%	试验菌种					
	枯草芽孢杆菌	金黄色葡萄球菌	大肠杆菌	米曲霉	黑曲霉	
0	0	0	0	0	0	
1.0	32.1	31.2	28.4	26.2	31.2	
2.0	33.4	34.1	30.1	28.8	33.4	
3.0	34.0	34.8	30.4	30.2	33.7	
4.0	34.2	35.6	30.6	30.8	34.6	

从表3可看出:随着肉桂精油添加质量分数的增

大,膜的断裂伸长率不断上升,但膜的抗拉强度逐渐下降;当肉桂精油的添加质量分数超过2.0%后,膜的断裂伸长率增长变得缓慢,而抗拉强度基本保持稳定,其原因还有待进一步研究。

从表4可看出,肉桂精油的添加赋予膜较好的抗菌性能,且随着肉桂精油添加质量分数的增大,抑菌圈的直径逐渐增大;但是,当肉桂精油的浓度超过2.0%后,抑菌圈直径增大速度变得缓慢,同时因为肉桂精油具有一定的颜色和特殊的气味,添加质量分数过高会影响膜的色泽及人们对此膜的可接受性。

综合考虑肉桂精油添加质量分数对膜的成膜厚度、膜的力学性能及抑菌性能的影响,本实验选用肉桂精油添加质量分数取2.0%为最佳的添加量。

### 2.4 干燥温度 and 时间的确定

一般认为,海藻酸钠在低于60℃条件下比较稳定,而当温度超过60℃时,海藻酸钠的溶解速度明显加快<sup>[10]</sup>。同时,温度过高也会影响肉桂精油的稳定性,从而影响膜的抗菌性能。因此,本实验选择了几个低于60℃的干燥温度,并在一定干燥时间下研究干燥温度对膜力学性能的影响,所得结果见表5。

**表5 干燥温度和时间对膜性能的影响**  
**Table 5 The effect of drying temperature and time on the membrane properties**

干燥条件		测试项目	
温度 /℃	时间 /h	$\sigma_b / \text{MPa}$	$\delta_b / \%$
40	8.0	18.76	7.92
45	6.5	16.58	9.38
50	4.5	14.98	11.78
55	3.0	13.53	12.24
60	2.0	11.97	14.76

从表5可看出,当干燥温度较低时,所需干燥时间较长,但膜的抗拉强度较好,膜的断裂伸长率较低。随着干燥温度的上升,干燥时间缩短,膜的断裂伸长率上升,但抗拉强度下降。为了平衡膜的脆性和韧性,同时考虑成膜成本,笔者认为制备抗菌膜时宜采用的干燥温度和干燥时间分别是50℃和4.5 h。

## 3 结论

1) 海藻酸钠具有较好的成膜性能,其中以添加质量浓度为20 mg/mL时的成膜性能和膜的抗拉强度和断裂伸长率最佳;

2) 在海藻酸钠溶液中添加甘油作为增塑剂,能提高膜的柔韧性,且以甘油的添加质量分数为1%时增塑效果最佳;

3) 肉桂精油的添加可使海藻酸钠膜具有抗菌性,

并且随着其添加质量分数的增大,膜的抑菌效果越好,但考虑到膜的感官质量以及成本,以添加质量分数为2.0%的肉桂精油较为合适;

4)膜适宜的干燥温度和时间分别为50℃和4.5 h。

本课题组下一步将对此膜在果蔬保鲜上的应用进行具体研究,以期能具有良好的保鲜效果。

#### 参考文献:

- [1] 杨远谊. 抗菌保鲜膜研究及进展[J]. 包装工程, 2007, 28(6): 201-203.  
Yang Yuanyi. Advance in Research of Antimicrobial Preservative Film[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(6): 201-203.
- [2] 谭绍早, 张红, 陈震华, 等. PE抗菌食品保鲜膜的研制[J]. 塑料工业, 2003, 31(10): 51-53.  
Tan Shaozao, Zhang Hong, Chen Zhenhua, et al. Development of PE Antibacterial Foodstuff Preservative Film[J]. China Plastics Industry, 2003, 31(10): 51-53.
- [3] 付国柱, 于运花, 徐瑞芬, 等. 纳米TiO<sub>2</sub>改性聚乙烯膜抗菌性能地研究[J]. 工程塑料应用, 2003, 31(4): 37-39.  
Fu Guozhu, Yu Yunhua, Xu Ruifen, et al. Study on the Antibiotic Property of Polyethylene Plastic Film Modified by Nano-TiO<sub>2</sub>[J]. Engineering Plastics Application, 2003, 31(4): 37-39.
- [4] Sung Hoon Jeong, Sang Young Yeo, Sung Chul Yi. The Effect of Filler Particle Size on the Antibacterial Properties of Compounded Polymer Silver Fibers[J]. Journal of Materials Science, 2005, 40(20): 5407-5411.
- [5] 林松毅. 可食性保鲜膜应用现状分析[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2004, 20(6): 32-35.  
Lin Songyi. Analysis on the Techniques of Edible Freshness-Keeping Thin Coat[J]. Journal of Jilin Teachers Institute of Engineering and Technology, 2004, 20(6): 32-35.
- [6] 杨莉, 陈锦屏. 壳聚糖在食品工业中的应用[J]. 食品研究与开发, 2001, 22(5): 22-23.  
Yang Li, Chen Jinping. Application of Chitosan in Field of Food Industry[J]. Food Research and Development, 2001, 22(5): 22-23.
- [7] 唐裕芳, 张妙玲, 黄白飞. 肉桂油的提取及其抑菌活性研究[J]. 天然产物研究与开发, 2006, 18(6): 432-434.  
Tang Yufang, Zhang Miaoling, Huang Baifei. The Extraction and Anti-Microbial Activity of Cinnamon Oil[J]. Natural Product Research and Development, 2006, 18(6): 432-434.
- [8] 杨洋, 韦小英, 阮征. 国内外天然食品抗氧化剂的研究进展[J]. 食品科学, 2002, 5(10): 137-140.  
Yang Yang, Wei Xiaoying, Ruan Zhen. Development of Natural Food Antioxidant Research at Home and Abroad[J]. Food Science, 2002, 5(10): 137-140.
- [9] 王世为. 复合型抗菌膜保鲜虾的研究和应用[D]. 无锡: 江南大学, 2006.  
Wang Shiwei. Research and Application of Antimicrobial Coatings on Preservation of Shrimp[D]. Wuxi: Jiang Nan University, 2006.
- [10] Rojas-Graü M A, Tapia M S, Rodríguez F J, et al. Alginate and Gellan-Based Edible Coatings as Carriers of Anti-Browning Agents Applied on Fresh-Cut Fuji Apples[J]. Food Hydrocolloids, 2007, 21(1): 118-127.

(责任编辑: 廖友媛)