

溶液是假塑性的, 具有显著的剪切变稀的性质, 它能增加乳状液连续相的粘度, 有效地防止油滴的絮凝与聚集, 尽管黄原胶本身并不具有表面活性, 但它不仅增加连续相的粘度, 而且它还能和蛋白质相互作用形成弱凝胶结构, 形成具有一定粘度的粘弹性界面膜, 从而稳定 O/W 型乳状液。

#### 2.4 壁材配方的正交优化

在前面实验的基础上, 为进一步明确各影响因素的主次差异, 确定微胶囊化猪油粉末的最优壁材配方, 作正交实验, 结果如表 2 所示。

各实验因子和响应指标的关系如图 4 所示。可以看出, 因素 A 的极差最大, 其次为 B, C 的极差最小。所以, 因素 A 是主要因素, B、C 为一般因素。即在这三个因素中, 麦芽糊精的 DE 值对微胶囊化效率的影响最大, 黄原胶浓度以及蛋白质与麦芽糊精

的比例对微胶囊化效率的影响相对较小。

由此可得壁材的最佳配方为:

蛋白质/麦芽糊精	0.76
黄原胶浓度(W/V)	0.4
麦芽糊精 DE 值	20
总固形物含量(%)	20

#### 参考文献

- 1 M. H. Anker and Gary A. Reineccius. American Chemical Society, 1988.
- 2 O. R. 菲尼马(美)著 王璋等译. 食品化学. 中国轻工业出版社, 1991.
- 3 邱瑞钦等. 淀粉的深度加工与综合利用. 东南大学出版社, 1990.
- 4 林勇. 淀粉与葡萄糖的生产. 江西科学出版社, 1987.

## 壳聚糖成膜特性的研究

吉伟之 张峻 熊何建 齐欣 郭富常 天津市园艺工程研究所 300384

**摘 要** 研究了不同添加剂对壳聚糖膜性能的影响。结果表明: 添加甘油后, 膜的水蒸汽透过率和透气性提高, 抗拉强度下降; 添加硬脂酸后, 膜的透气性提高, 水蒸汽透过率和抗拉强度则下降。

**关键词** 壳聚糖 可食性膜

**Abstract** The film forming properties of an edible film prepared by chitosan with some additives were studied. By adding glycerol, the water vapor and carbon dioxide permeability of the film increased, while the tensile strength decreased. The addition of stearic acid increased the carbon dioxide permeability while decreased the water vapor permeability and tensile strength of the film.

**Key words** Chitosan Edible film

伴随着现代工业的迅速发展, 环境污染与恶化已成为全球性的问题。塑料包装材料因其便宜易得、质轻类广而在世界范围内得以广泛应用, 但其缺点也显而易见: 易产生有害气体与异味, 对人体可能产生毒害作用; 使用后遗弃在环境中降解困难, 造成“白色污染”等。因此, 发达国家竞相研制与生产不造成环境污染的生物可降解包装材料及可食性包装材料<sup>[1~3]</sup>。我国在这一领域起步较晚, 研究也仅局限可食性液体保鲜涂膜的保鲜应用, 在可食性包装材料的模材选择、成膜特性等方面的研究极少。

壳聚糖是甲壳素(广泛存在于甲壳类动物中)脱乙酰基的产物, 是一种成膜性很好的天然高分子物质。本试验旨在研究壳聚糖及添加不同添加剂后的成膜特性, 分析成膜条件与膜结构之间的关系, 为我国包装、材料等行业提供一种方便、新型、无公害、可食的包装材料提供设计参数和理论指导。

#### 1 材料与方法

##### 1.1 材料

壳聚糖: 自制; 甘油、醋酸、硬脂酸: 市售化学试剂。

## 1.2 主要仪器

WK-2 型烘箱：天津市静海第一医疗器械设备厂；测厚仪（营口市仪器设备有限公司；ZLL-30 型纸张拉力试验机：长春非金属材料试验机制造厂；HP4890D 气相色谱仪：惠普公司；XL30ESEM 型扫描电镜：菲利普公司）。

## 1.3 方法

### 1.3.1 壳聚糖膜的制备

2g 壳聚糖溶于 100ml 2% 醋酸溶液中，制成 2% 壳聚糖溶液，再分别添加不同浓度的甘油、硬脂酸制成复合溶液。上述溶液抽滤后涂布于同等面积的玻璃平板上，自然干燥，65℃，8~10min 热处理后揭膜，置于容器（65% RH）中保存待用。

### 1.3.2 膜厚度的测定

每张膜以测厚仪随机测量六个数据，取平均值。

### 1.3.3 水蒸汽透过率测试

参照 ASTM 法<sup>[4]</sup>。

计算：

$$\text{水蒸气透过率 (WVTR)} = \frac{\Delta W}{A \cdot \Delta t} \quad (\text{g/m}^2 \cdot \text{day})$$

$$\text{水蒸气渗透能力 (P)} = \frac{\Delta W \cdot \Delta X}{A \cdot \Delta (P_2 - P_1)} \quad (\text{g} \cdot \text{mm/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{mmHg})$$

式中：ΔW - 测试杯吸湿后增重(g)

Δt - 时间变化(day)

A - 膜厚度(m<sup>2</sup>) ΔX - 膜厚度(mm)

P<sub>2</sub> - P<sub>1</sub> - 水蒸气透过膜的两侧压力差(mmHg)

### 1.3.4 透气性检测

委托天津大学膜材料实验室测试，以 CO<sub>2</sub> 为供试气体。

### 1.3.5 抗拉强度试验<sup>[5]</sup>

将模切成长 6cm、宽 0.65cm 的小条，置于纸张拉力试验机检测，下滑速度为 40r/min。

计算：

$$L = \frac{GP}{A \cdot B} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

其中，L - 抗拉强度

GP - 实验的拉张力 (kg)

A - 试样的厚度 (cm)

B - 试样的宽度 (cm)

### 1.3.6 扫描电镜观察

委托天津大学分析中心完成。

## 2 结果与讨论

### 2.1 水蒸汽透过率

甘油具有亲水性，由表 1 可以看出，添加甘油后水蒸汽渗透能力增强，而且随甘油浓度的增加而增加。添加硬脂酸后水蒸汽渗透能力减弱，这是因为熔化后的脂质受比重作用，在干燥过程中部分上浮到膜表面形成一层脂质层（见图 3），这层脂质层的形成减少了水蒸汽在膜表面吸附溶胀和在膜内部的扩散速度，从而大大提高了膜的阻湿性能。这说明在包装不同水分含量的果蔬及食品时可用不同的配比的壳聚糖膜。

表 1 水蒸汽渗透能力测定结果

材料*	膜厚(mm)	水蒸气渗透能力
		(g·mm/m <sup>2</sup> ·day·mmHg)
I	0.035	0.783
II	0.031	0.665
III	0.038	1.060
IV	0.068	1.493
V	0.051	0.466
VI	0.062	0.475
VII	0.042	1.218

注：I：脱乙酰度为 74% 的壳聚糖；II：脱乙酰度为 90% 的壳聚糖；

III：脱乙酰度为 90% 的壳聚糖 + 1% 的甘油；IV：脱乙酰度为 90% 的壳聚糖 + 4% 的甘油；

V：脱乙酰度为 90% 的壳聚糖 + 1% 的硬脂酸；VI：脱乙酰度为 90% 的壳聚糖 + 1% 的甘油 + 1% 的硬脂酸；

VII：脱乙酰度为 74% 的壳聚糖 + 1% 的甘油。

### 2.2 透气性及抗拉强度

由表 2 可以看出，添加甘油后透气性增大，抗拉强度减小，这是因为添加甘油后，降低了分子间的键力，软化了膜的刚性结构，从而改善了膜的性能，使膜变得柔软。添加硬脂酸后透气性减小，抗拉强度减小，这是因为添加硬脂酸后，在表面有一层脂质层的形成减少了气体的通透性，同时由于硬脂酸大分子的存在，抗拉强度明显减弱。这就为包装不同透气量的食品内容物提供了选择。

### 2.3 电镜扫描结果

结果见图 1~4。

由以上四组电镜照片可以看出，空白样品由于分子间键力的存在，缺乏链的流动性，形成的薄膜的刚性结构且表面粗糙有不溶物存在，薄膜较脆。添加甘油后，分子键键力减小，膜的表面变得光滑。添加硬脂酸后，在表面有脂质层结晶出现。同时添加甘油和硬脂酸后，膜的表面结晶现象不明

表2 透气性及抗拉强度试验结果

材料	透气性 [ $\text{cm}^3(\text{STP})/\text{cm}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{cmHg}$ ]	抗拉强度 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
I	4.2543	686.8
II	2.3367	769.2
III	5.1478	207.9
IV	8.4216	17.3
V	3.8299	78.5
VI	3.3636	94.3
VII	7.4281	228.1

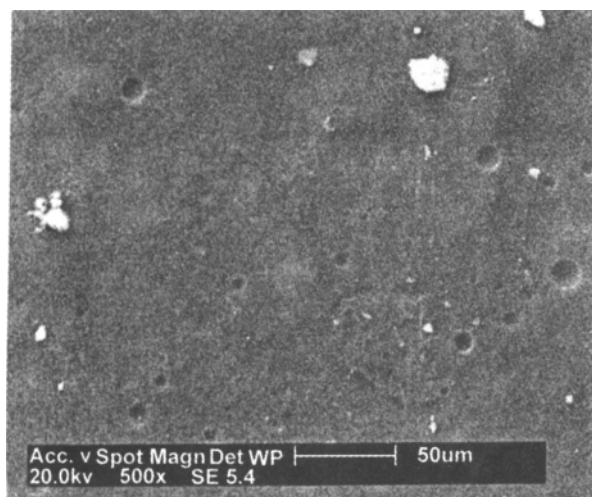


图1 壳聚糖膜(空白样品)

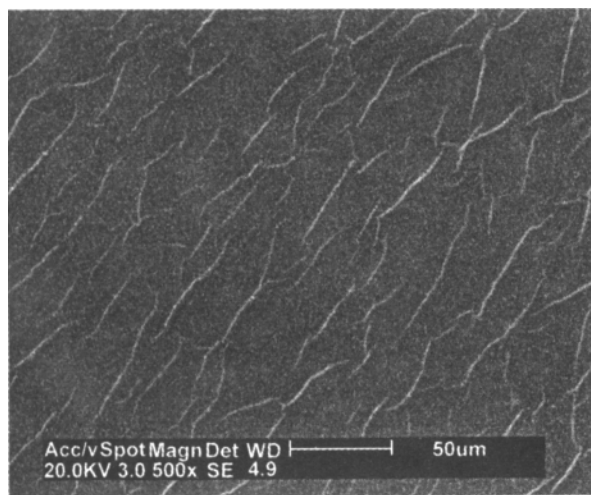


图2 添加1%甘油的壳聚糖膜

显, 结构更紧密合理。

### 3 结论

添加甘油后, 壳聚糖膜表面光滑, 膜的水蒸汽透过率和透气性提高, 而抗拉强度下降; 添加硬脂酸后, 壳聚糖表面出现脂质层结晶, 膜的透气性提高, 水蒸汽透过率和抗拉强度则下降。上述结果为

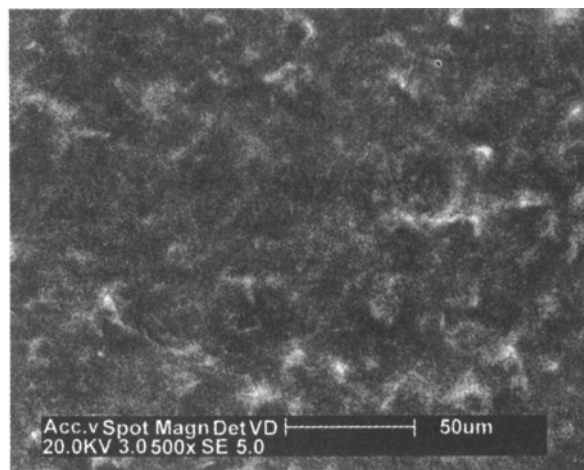


图3 添加1%硬脂酸的壳聚糖膜

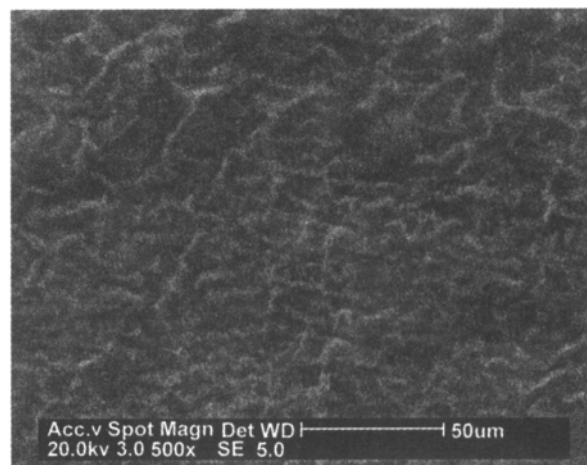


图4 添加1%甘油和1%硬脂酸的壳聚糖膜

开发新型的可食性包装材料提供了参考。

### 参考文献

- 1 李洪军, 贺稚非, 陈宗道, 王光慈, 张雄. 可食性食品包装膜. 食品科学, 1993, 11: 69~72.
- 2 Banerjee R, Chen H and Wu J. Milk protein - based edible film mechanical strength changes due to ultrasound process. J. Food Sci., 1996, 61 (4): 824~828.
- 3 Rayas LM, Hernandez RJ and Perry KWN. Development and characterization of biodegradable / edible wheat protein filme. J. Food Sci., 1997, 62 (1): 160~162.
- 4 Kamper SL and Fennema OK. Water vapor permeability of edible bilayer filme. J. Food Sci., 1984, 49 (1): 1478~1485.
- 5 汤荣生, 穆军, 张道宪, 王磊. 魔芋精粉及其改性产物成膜性能研究. 食品科学, 1996, 7: 62~65.