

## 可食性大豆蛋白包装膜性能研究

赵元汇, 郭玉花, 黄震, 滕立军

(天津商业大学, 天津 300134)

**摘要:** 制备了大豆蛋白包装膜, 研究了大豆蛋白包装膜的冲击强度、抗拉强度、断裂伸长率、撕裂强度、透光率、透湿率和雾度等性能。研究表明: SPI 质量分数为 6% 时制得的大豆蛋白包装膜的综合性能最好。

**关键词:** 包装膜; 大豆蛋白; 大豆蛋白膜; 可食性包装

**中图分类号:** TB487; TS206 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)19-0048-03

### Study on Performance of Edible Soybean Protein Packaging Film

ZHAO Yuan-hui, GUO Yu-hua, HUANG Zhen, TENG Li-jun

(Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

**Abstract:** Soybean protein packaging films were prepared. The impact strength, tensile strength, elongation, tear strength, transparency, moisture permeability, and haze of the soybean protein packaging films were studied. The results showed that when the concentration of soybean protein isolate is 6%, soybean protein packaging films of the best comprehensive performance are obtained.

**Key words:** packaging film; soybean protein; soybean protein film; edible package

目前,大豆分离蛋白逐渐成为一种新型的塑料替代品。国外利用大豆、淀粉、土豆为原料,研制成功的可食性包装薄膜式容器已进入成熟的商业化阶段<sup>[1-4]</sup>。

在可食用性保鲜薄膜当中,大豆蛋白膜一直是业内专家所看好的新一代保鲜材料。因为大豆蛋白具有良好的成膜特性,其阻氧性能好,透气率比玉米蛋白膜低,且具有良好的弹性、韧性和较好的抗拉强度。同时,它还具有一定的防潮性和抗菌消毒能力,适用于食品包装,尤其对含油脂较高的食品,能保持其优良风味<sup>[5-8]</sup>。

本研究制备了大豆蛋白包装膜,研究了膜的力学性能、透气性能、透湿性能、雾度和透光率。

## 1 实验

### 1.1 原料

大豆分离蛋白粉,黑龙江省哈尔滨高科研究所;氢氧化钠,甘油,无水乙醇(分析纯),市售;阿魏酸,天

津市光复精细化工研究所;明胶,天津市永大化学试剂开发中心。

### 1.2 仪器设备

GW-CAJ 电热鼓风干燥箱, JJ-1 增力电动搅拌机, HHS 电热恒温水浴锅, 85-2 恒温磁力搅拌器, 天津市华北实验仪器有限公司; YQ-2-11A 电动厚度测定仪, 四川省长江造纸仪器厂; WGT-S 透光率/雾度测定仪, 上海物理光学仪器厂; L80-5000 透湿性能测试仪, 丹麦 PBI Dansensor 公司; BCJ-3A 薄膜抗摆锤冲击试验机, 吉林省泰和试验机有限公司; XLW-200N 智能电子拉力试验机, 济南兰光机械设备有限公司。

### 1.3 大豆蛋白膜的制备

(1) 按照所需比例称量大豆分离蛋白粉(4%, 6%, 8%, 10%); (2) 用量筒量取一定量的蒸馏水和无水乙醇; (3) 将称量好的大豆分离蛋白粉倒入四口圆底烧瓶中、再倒入相应比例的蒸馏水; (4) 将四口圆底烧瓶用夹子固定于铁架台, 开启电动搅拌; (5) 缓慢滴入氢氧化钠溶液调节 pH 值; (6) 将四口圆底烧瓶放入水浴中升温到 60 °C, 并在此温度下持续 3

收稿日期: 2012-06-08

作者简介: 赵元汇(1990-), 男, 四川人, 天津商业大学硕士生, 主攻新型可食性包装材料。

通讯作者: 郭玉花(1973-), 女, 河北泊头市人, 博士, 天津商业大学副教授, 主要研究方向为阻燃材料及功能型保鲜材料。

h;(7) 缓慢向四口圆底烧瓶中滴加甘油;(8) 缓慢向四口圆底烧瓶中滴加明胶;(9) 电热恒温水箱中的温度上升温到 80 ℃,并在 80 ℃持续加热 30 min;(10) 将溶液倒入烧杯中,室温静置;11) 将溶液均匀地泼膜到面积为 400 cm×400 cm 的聚四氟乙烯薄板上,室温下干燥制得大豆蛋白膜。

## 2 结果与讨论

### 2.1 大豆蛋白膜的力学性能

将试样制成 80 mm×80 mm 的样品,选用吉林省泰和试验机有限公司 BCJ-3A 型塑料薄膜冲击试验机进行对抗摆冲击能量测试实验。

大豆蛋白膜冲击强度见图 1。由图 1 可知,随着

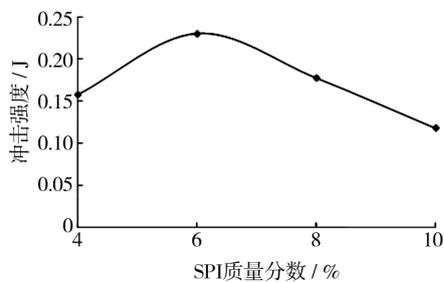


图 1 大豆蛋白膜的冲击强度

Fig. 1 Impact strength of soybean protein films

SPI 质量分数的增加,大豆分离蛋白膜的抗冲击强度先是上升,当溶液中 SPI 的质量分数为 6% 时,所制备出薄膜的抗冲击性能最好,而后随着 SPI 质量分数的继续增加,大豆分离蛋白膜的抗冲击强度又开始下降。这可能是由于:一方面,随着 SPI 质量分数的增加,所得 SPI 溶液的黏度上升,泼膜厚度有所增加,使得抗冲击强度有所上升;而另一方面,纯大豆蛋白膜是脆性较大的薄膜材料,随着 SPI 质量分数的增加,甘油的比例有所下降,而甘油在配方中是增加薄膜材料韧性的主要因素,因此使得薄膜材料的脆性上升,大豆分离蛋白膜的抗冲击强度有所下降。综合二者的结果,得出了在 SPI 的质量分数为 6% 时,抗冲击强度出现最大值。

大豆蛋白膜的抗拉强度见图 2。由图 2 可知:随着 SPI 质量分数的增加,大豆分离蛋白膜的抗拉强度先上升,当溶液中 SPI 的质量分数设定为 8% 时,所制备薄膜的抗拉强度达到最大值,而后随着溶液中 SPI

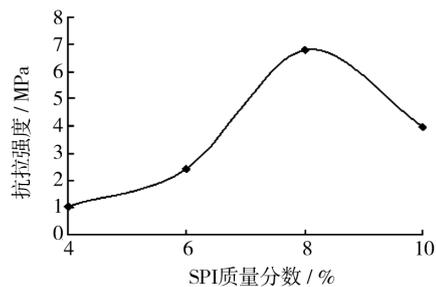


图 2 大豆蛋白膜的抗拉强度

Fig. 2 Tensile strength of soybean protein films

的浓度的继续增加,抗拉强度又有明显下降。这可能是因为大豆分离蛋白中含有极性活泼的氨基酸残基,还含有大量—NH<sub>2</sub>,—NH—,—COOH 和—S—S—等活泼官能团,随着 SPI 质量分数的增加,上述活泼官能团的数量随之增加,分子间的缔合力增加,故而所得大豆分离蛋白膜的抗拉强度上升;当 SPI 质量分数超过 8% 后,所得薄膜的 SPI/甘油比下降,薄膜的脆性上升,抗拉强度反而下降。

大豆蛋白膜的断裂伸长率见图 3。由图 3 可知:

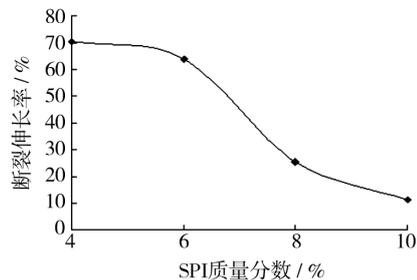


图 3 大豆蛋白膜的断裂伸长率

Fig. 3 Elongation of soybean protein films

随着 SPI 质量分数的增加,大豆分离蛋白膜的断裂伸长率不断下降。当 SPI 质量分数在 4%~6% 之间时,大豆分离蛋白膜的断裂伸长率下降不很明显,但 SPI 质量分数超过 6% 以后,大豆分离蛋白膜的断裂伸长率下降明显加剧。这可能是因为:随着 SPI 质量分数的不断上升,溶液体系的 SPI/甘油比不断下降,致使大豆分离蛋白膜的脆性不断增加,从而使得大豆分离蛋白膜的断裂伸长率不断下降。

大豆蛋白膜的撕裂强度见图 4。由图 4 可知:随着 SPI 质量分数的增加,撕裂强度先是上升,当溶液中 SPI 的质量分数为 6% 时,所制备出薄膜的撕裂强度最高,而后随着 SPI 质量分数的继续增加,撕裂强

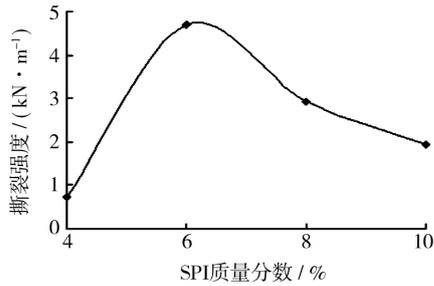


图4 大豆蛋白膜的撕裂强度

Fig. 4 Tear strength of soybean protein films

度又开始下降。这可能是由于:一方面,随着 SPI 质量分数的增加,所得 SPI 溶液的黏度上升,泼膜厚度有所增加,使得撕裂强度有所上升;而另一方面,纯大豆蛋白膜是脆性较大的薄膜材料,随着 SPI 质量分数的增加,甘油的比例有所下降,而甘油在配方中是增加薄膜材料韧性的主要因素,因此,使得薄膜材料的脆性上升,大豆分离蛋白膜的撕裂强度有所下降。二者的综合结果,是在 SPI 的质量分数为 6% 时,撕裂强度出现最大值。

## 2.2 大豆蛋白膜的透光率和雾度

选用上海物理光学仪器厂生产的 WGT-S 透光率/雾度测定仪对不同浓度配方薄膜的透光率进行比较,见图 5。

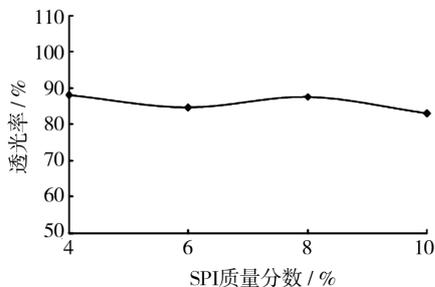


图5 大豆蛋白膜的透光率

Fig. 5 Transparency of soybean protein films

大豆分离蛋白膜的透光率直接影响到其使用性能。材料的透光率大则制得的大豆分离蛋白膜透明,这对于作为包装材料使用的大豆分离蛋白膜是非常有利的。由图 5 可知:制得的大豆分离蛋白膜的透光率在 83%~88% 之间浮动,这说明所制得的大豆分离蛋白膜透明性良好,适于用作包装材料。SPI 质量分数在 4%~10% 之间变动,对大豆分离蛋白膜的透光率影响不大。

大豆蛋白膜的雾度见图 6。由图 6 可知,大豆蛋

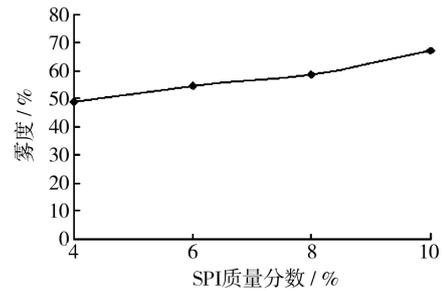


图6 大豆蛋白膜的雾度

Fig. 6 Haze of soybean protein films

白膜的雾度随着溶液中 SPI 质量分数的增加而上升,也就是说溶液中 SPI 的质量分数越高,制备出的薄膜透明度就越小,曲线近似呈一条正比例函数的上升趋势。这可能是因为 SPI 质量分数上升后,导致薄膜的厚度增加,从而使透明度越来越低。

## 2.3 大豆蛋白膜的透湿性能

实验用丹麦 PBI Dansensor 公司生产的 L80-5000 型透湿性能测试仪,在 23 °C,相对湿度为 44% 的恒温恒湿环境条件下,对薄膜透湿性能进行比较,结果见表 1。溶液中 SPI 质量分数为 4%,6%,8% 对

表1 大豆蛋白膜的透湿率

Tab. 1 Moisture permeability of soybean protein films

SPI 质量分数 / %	4	6	8
透湿率 / (g·m <sup>-2</sup> ·24 h <sup>-1</sup> )	3418	3378	3381

应的透湿率分别为 3418, 3378, 3381 g/(m<sup>2</sup>·d), 对薄膜的透湿性能影响不大。同时可见,大豆分离蛋白膜的透气、透湿率很大,可以预测,将大豆分离蛋白膜用作保鲜包装材料将是非常理想的。

## 3 结论

随着 SPI 质量分数的增加,膜的冲击强度和抗拉强度均呈现先上升后下降的趋势,断裂伸长率和透湿率下降,雾度上升,透光率变化不大。当 SPI 质量分数为 6% 时,制备的薄膜综合性能较好。

## 参考文献:

- [1] CARP D J, BARTHOLOMAI G B, PILOSOF A M R. A Kinetic Model to Describe Liquid Drainage from Soy Protein Foams over an Extensive Protein Concentration Range[J]. Lebensm-Wiss u-Technol, 1997(30): 253-258.

(下转第 60 页)

### 3 结论

1) 一次造粒时,加入氢氧化镁后,主螺杆转速都有提高;二次造粒时,纳米氢氧化镁在聚乙烯基体中分散更均匀,主螺杆转速可以选择设定在 37~40 r/min 之间。

2) 一次和二次造粒时,物料的实际挤出温度随着纳米氢氧化镁质量分数的增加而逐步降低。

3) 成型哑铃型和矩形样条时,添加阻燃剂纳米氢氧化镁后,料筒的温度普遍升高,且随着氢氧化镁含量的增加,模具温度逐渐升高。成型矩形样条的模具温度低于成型哑铃型样条,成型时间也相应缩短。

4) 当氢氧化镁质量分数大于 30% 以后,消除了熔滴现象,当氢氧化镁质量分数达到 50% 时,达到 FV-0 级阻燃级别。

#### 参考文献:

- [1] LIU Sheng-peng, YING Ji-ru, ZHOU Xing-ping, et al. Dispersion, Thermal and Mechanical Properties of Polypropylene/Magnesium Hydroxide Nanocomposites Compatibilized by SEBS-g-MA[J]. Composites Science and Technology, 2009, 69(11):1873-1879.
- [2] XIANG Tao, ZHAO Lei, LI Yuan-bing, et al. Template Formation of Aluminum-magnesium Hydroxide nano-Branched on Linear Poly(ethylene imine)[J]. Materials Letters, 2008, 62(10):1627-1629.
- [3] 易求实. 反向沉淀法制备纳米  $Mg(OH)_2$  阻燃剂的研究[M]. 化学试剂, 2001, 23(4):45-47.  
YI Qiu-shi. Study on Reversed Precipitation Method for Preparing Nanometer  $Mg(OH)_2$  Based Flame Retardant Materials[J]. Chemical Reagent, 2001, 23(4):197-199.
- [4] KUANG Kai-qian, HUANG Xin, LIAO Guang-xuan. A Comparison between Superfine Magnesium Hydroxide Powders and Commercial Dry Powders on Fire Suppression Effectiveness[J]. Process Safety and Environment Protection, 2008, 86(3):182-188.
- [5] 吴湘峰, 王标兵, 胡国胜. 纳米氢氧化镁阻燃剂的研究进展[J]. 材料导报, 2007:17-19.  
WU Xiang-feng, WANG Biao-bing, HU Guo-sheng. Research Progress on Flame Retardant Nano-MH[J]. Materials Review, 2007:17-19.
- [6] GUI Hua, ZHANG Xiao-hong, LIU Yi-qun, et al. Effect of Dispersion of nano-Magnesium Hydroxide on the Flammability of Flame Retardant Ternary Composites[J]. Composites Science and Technology, 2007, 67(6):974-980.
- [7] JIANG Wen-jun, HUA Xiao, HAN Qiao-feng, et al. Preparation of Lamellar Magnesium Hydroxide Nanoparticles via Precipitation Method[J]. Powder Technology, 2009, 191(3):227-230.
- [8] DONG Hai-bo, DU Zhi-ping, ZHAO Yong-hong, et al. Preparation of Surface Modified nano- $Mg(OH)_2$  via Precipitation Method[J]. Powder Technology, 2010, 198(3):325-329.
- [2] 郭新华, 辛彦. 大豆蛋白添加量与成膜环境对大豆分离蛋白膜的影响[J]. 包装工程, 2011, 32(9):5-9.  
GUO Xin-hua, XIN Yan. Effect of Soy Protein Isolate Dosage and Environment on Performance of Soy Protein Isolate Film[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(9):5-9.
- [3] 邵才, 杨传民, 王心宇. 大豆蛋白-芹菜复合纸力学性能及热封性能研究[J]. 包装工程, 2011, 32(5):2-4.  
SHAO Cai, YANG Chuan-min, WANG Xin-yu. Research on Mechanical Properties and Heat Seal Performance of Soybean Protein Celery Composite Paper[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5):2-4.
- [4] 陈志周, 张子德. 增强剂和交联剂对大豆分离蛋白膜性能的影响[J]. 保鲜与加工, 2004(2):21-23.  
CHEN Zhi-zhou, ZHANG Zi-de. Effect of Intensifiers and Cross-linking Agents on Properties of Soy Protein I-
- solates Film[J]. Preservation and Processing, 2004(2):21-23.
- [5] OU S, KWOK K C, KANG Y J. Changes in Invitro Digestibility and Available Lysine of Soy Protein Isolate after Formation of Film[J]. Food Engineering, 2004(64):301-305.
- [6] 包惠燕, 郭乾初. 不同 pH 下阿魏酸对大豆分离蛋白膜性能的影响[J]. 食品科学, 2004(9):67-71.  
BAO Hui-yan, GUO Qian-chu. Effect of Ferulic Acid on Properties of Soy Protein Isolate Film under Different pH[J]. Food Science, 2004(9):67-71.
- [7] 王利军, 辛中印. 改性明胶吸水性能的研究[J]. 皮革科学与工程, 2004(4):45-48.  
WANG Li-jun, XIN Zhong-yin. Study on Water-absorbing Properties of the Modified Gelatin[J]. Leather Science and Engineering, 2004(4):45-48.

(上接第 50 页)