

# 甘油含量对 MC/WG 可食性复合膜性能的影响

段林娟<sup>1</sup>, 卢立新<sup>1,2</sup>

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 中国包装总公司食品包装技术与安全重点实验室, 无锡 214122)

**摘要:** 采用流延法制备了不同甘油含量的 MC/WG 复合膜, 并研究了甘油含量对该复合膜性能的影响。实验结果表明: MC/WG 复合膜的抗拉强度随着甘油含量的增大而降低; 断裂伸长率、水蒸气透过率随着甘油含量的增大而增大; 透光率则先增后减, 在甘油体积分数为 1.25% 时达到最大。综合比较, MC/WG 甘油所占体积分数为 1.25% 时复合膜性能最优。

**关键词:** 可食性复合膜; 甲基纤维素; 小麦面筋蛋白

**中图分类号:** TB484.3; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)01-0043-03

## Effects of Glycerol Content on Properties of MC/WG Edible Film

DUAN Lin-juan<sup>1</sup>, LULi-xin<sup>1,2</sup>

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. Key Laboratory of Food Packaging Techniques and Safety of China National Packaging Corporation, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** MC/WG edible films with different glycerol content were prepared by casting, and the effect of glycerol on properties of the film was studied. The results showed that the tensile strength (TS) of the edible film decreased with addition amount of glycerol; and the elongation at break (E) and water vapor permeability (WVP) of the film increased; transparency (T) of the film first raised and then reduced. T reached the max at 1.25% (V/V). 1.25% glycerol content is the best from comprehensive comparison of the properties of the edible films.

**Key words:** edible films; methyl cellulose; wheat gluten; properties

可食性复合膜是将不同配比的多糖、蛋白质、脂肪结合在一起, 通过不同分子间相互作用形成的具有多孔网络结构的薄膜。复合膜较之于单膜在性能上不仅能够取长补短, 更可以相互协同, 达到单膜所不具备的优异性能<sup>[1-4]</sup>。

甲基纤维素(MC)为一种弱极性的直链大分子物质, 具有良好的成膜性和力学性能。小麦面筋蛋白(WG)是由麦谷蛋白和麦醇蛋白组成的高度水化产物, 具有优良的粘弹性、延展性、成膜性和较高的氧气阻隔性。笔者以 MC/WG 为基料, 甘油为增塑剂, 制备不同甘油含量的复合膜, 研究甘油含量对 MC/WG 可食性复合膜性能的影响, 并确定制备 MC/WG 复合膜的最佳甘油含量。

## 1 试验

### 1.1 材料

材料: 小麦面筋蛋白(WG): 即谷朊粉, 市售; 甲基纤维素(MC)、无水乙醇、氨水、丙三醇、醋酸钾、可溶性淀粉、碘化钾、冰醋酸、三氯甲烷, 国药集团化学试剂有限公司。

### 1.2 主要仪器

仪器: YJ501 超级恒温水浴锅; JB200-S 数字显示转速电动搅拌机; 876A-S2 真空干燥箱; Q/ILBN2-2006CH-1-S 千分手式薄膜测厚仪; THS-AOC-100AS 恒温恒湿试验机; XLW-500N 型智能拉力试

收稿日期: 2010-09-27

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAD30B02); 江南大学创新团队发展计划资助课题

作者简介: 段林娟(1986—), 女, 山东菏泽人, 江南大学硕士生, 主攻食品包装。

通讯作者: 卢立新(1966—), 男, 江苏宜兴人, 博士, 江南大学教授、博士生导师, 主要研究方向为包装动力学、包装材料等。

验机。

### 1.3 方法

按 6:4 比例称取一定质量的 MC 和 WG,使复合膜液总质量浓度为 5 g/(100 mL),混合均匀后缓慢加入到体积分数为 50%乙醇溶液中,以不同含量的甘油作为增塑剂。氨水调节成膜溶液的 pH 值至 9。75 °C 磁力搅拌 1.5 h 并过滤,脱气,倒板,50 °C 下干燥 8 h。最后将试样放在 23 °C,相对湿度 50%下备用。

### 1.4 性能测试

#### 1.4.1 膜厚测定

用 CH-1-S 千分手式薄膜测厚仪(测量精度为 0.001 mm)在被测试样上随机取至少 5 点测厚度,取其均值<sup>[5]</sup>。

#### 1.4.2 透光率测定

将试样裁成 10 mm×40 mm 的条状,紧贴于比色皿的一侧,用紫外分光光度计在 400~800 nm 的波长下测定其透光率,以空比色皿作为对照。

#### 1.4.3 抗拉强度和断裂伸长率测定

根据 GB 1040.3-2006《塑料拉伸性能的测定第 3 部分:薄膜和薄片的试验条件》,将试样裁成 20 mm×150 mm 的长条,在万能拉伸试验机上以 150 mm/min 的速度测定膜的抗拉强度和断裂伸长率,每个试验至少做 5 个平行样品取均值。

#### 1.4.4 水蒸气透过率测定

参照 GB 1037-1988。水蒸汽透过系数( $P_V$ )表示为:

$$P_V = \Delta m d / (A \cdot t \cdot \Delta p) = 1.157 \frac{1-9(W_{VT} \cdot d)}{\Delta p}$$

式中: $P_V$  为水蒸汽透过系数( $\text{g} \cdot \text{cm}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ ); $W_{VT}$  为水蒸汽透过量( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ ); $t$  为质量增量稳定后的 2 次间隔时间(h); $\Delta m$  为  $t$  时间内的质量增量(g); $d$  为试样厚度(cm); $A$  为试样透水蒸汽的面积( $\text{m}^2$ ); $\Delta p$  为试样两侧的水蒸汽压差(Pa)。

## 2 结果与分析

### 2.1 甘油体积分数对复合膜透光率的影响

甘油体积分数对复合膜透光率的影响见表 1。随着甘油体积分数的增大,复合膜的透光率表现出先增后减的趋势( $P < 0.05$ );而随着入射波长的增加,复合膜的透光率逐渐增大( $P < 0.05$ ),甘油体积分数

为 1.25%时复合膜的透光率最优。

表 1 甘油体积分数对复合膜透光率的影响

甘油体积 分数/%	波长/nm								
	400	450	500	550	600	650	700	750	800
1.00	27.7	34.0	38.9	42.0	43.9	45.7	47.1	48.5	49.6
1.25	32.8	42.0	48.1	51.8	55.2	58.4	60.7	62.2	64.3
1.50	31.8	40.2	45.3	46.7	50.1	52.3	54.8	55.4	56.2
1.75	30.0	36.7	41.4	44.6	46.4	48.5	50.1	51.2	52.4

究其原因可能为:甘油含量较少时,其作为小分子增塑剂,可以降低复合膜的结晶度,故增大了光线透过的几率,表现为膜的透光率增大;而当甘油体积分数超过 1.25%时,可能会有部分析出,增加了光线的反射和折射,从而使膜的透光率反而有所降低;同时,随着入射波长的增加,其与大晶粒的尺寸就越为接近,入射光发生折射和反射的几率就会降低,膜的透光率随之增大<sup>[6-7]</sup>。

### 2.2 甘油体积分数对复合膜力学性能的影响

甘油体积分数对复合膜抗拉强度和断裂伸长率的影响显著( $P < 0.05$ ),见图 1。随着甘油体积分数

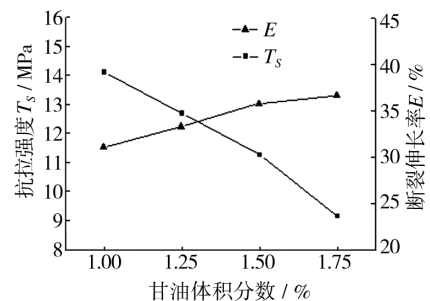


图 1 甘油体积分数对复合膜力学性能的影响

Fig. 1 Effects of Gly concentration on mechanical properties of the edible film

的增加,复合膜的抗拉强度不断减小,断裂伸长率不断增大。当甘油体积分数为 1%时,膜的  $T_s$  为 14.09 MPa, $E$  为 31.07%;而当甘油体积分数为 1.75%时,膜的  $T_s$  为 9.15 MPa, $E$  为 36.62%,分别降低 35.08%和提高 17.88%。

甘油为小分子亲水性增塑剂,每个小分子含有 3 个羟基,容易插入 MC, WG 以及 MC 与 WG 共同形成的分子链中,这样增大了单位体积的羟基数目,从而结合水分子的数目也增多,使膜中蛋白质与纤维素

的含量下降,进一步削弱了蛋白质与纤维素分子内和分子间的相互作用,有效延展了膜的结构并赋予其柔韧性,故复合膜的  $T_s$  随甘油含量的增大而降低, $E$  随甘油含量的增多而增大。

### 2.3 甘油体积分数对复合膜水蒸气透过率的影响

添加不同量的甘油后复合膜的水蒸气透过系数值见图 2。甘油体积分数对  $P_v$  影响显著( $P < 0.05$ ),

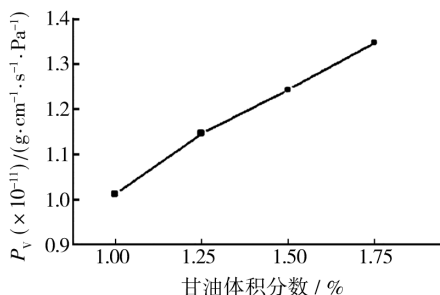


图 2 甘油体积分数对复合膜水蒸气透过率的影响

Fig. 2 Effects of Gly concentration on  $W_{VP}$  of the edible film

随着甘油含量的增加,复合膜的  $W_{VP}$  逐渐增大,即复合膜的阻水性能变差。

Garcfa, M. A 和 Martino, M. N 认为膜中水蒸气的迁移一般是通过膜中亲水性组分进行的,因此,阻水性取决于膜中亲水性组分与疏水性组分的比例及组分间的相互作用情况<sup>[8]</sup>。随着甘油含量的增加,膜中亲水性基团数目增多,增加了水蒸气在膜表面的吸附溶解能力和水蒸气在膜中的扩散能力,两者共同作用增加了膜的水蒸气透过率<sup>[9]</sup>。

## 3 结论

随着甘油含量的增加,MC/WG 可食性复合膜的抗拉强度逐渐降低,断裂伸长率、水蒸气透过率逐渐增大;而透光率则先增大后降低,在甘油体积分数为 1.25% 时,其值最大。综合考虑复合膜的透光率、抗拉强度、断裂伸长率、水蒸气透过率等性能,甘油体积分数为 1.25% 时其性能相对最佳。

可食性复合膜具有广阔的发展前景,所制得的 MC/WG 可食性复合膜具有良好的力学性能,但由于多糖与蛋白质类均为亲水性物质,故该复合膜有着所有可食性膜的一个共有缺陷:阻水性不好,故在后续研究中可在复合膜中添加脂类物质,以提高膜的阻水性能,使该复合膜具有广泛的应用价值。

### 参考文献:

- [1] CHEN Yun, ZHANG Li-na, GU Jia-ming, et al. Physical Properties of Microporous Membranes Prepared by Hydrolyzing Cellulose/soy Protein Blends [J]. Journal of Membrane Science, 2004, 241(2): 393-402.
- [2] ZUO Min, SONG Yi-hu, ZHENG Qiang. Preparation and Properties of Wheat Gluten/methylcellulose Binary Blend Film Casting from Aqueous Ammonia: A Comparison with Compression Molded Composites [J]. Journal of Food Engineering, 2009, 91(3): 415-422.
- [3] NADAID P, KROCHTA J M. Water Vapor Permeability, Solubility, and Tensile Properties of Heat-denatured Versus Native whey Protein Films [J]. Food Science, 1999, 64(6): 1034-1037.
- [4] NAZAN T K, SAHBAZ F. Water Vapor Permeability, Tensile Properties and Solubility of Methylcellulose-based Edible Films [J]. Journal of Food Engineering, 2004, 61(3): 459-466.
- [5] 周红锋, 张子勇, 欧仕益. 大豆分离蛋白可食膜的制备及微波处理对性能的影响 [J]. 包装工程, 2006, 27(2): 28-30.
- [6] 李军, 王文广, 高雯. 塑料的透明改性 [J]. 塑料科技, 1990, 129(1): 21-23.
- [7] 唐卫东, 贺昌城, 顾振亚. AA 接枝 PET 薄膜透光性变化机理分析 [J]. 合成树脂及塑料, 2002, 19(4): 14-15.
- [8] GARRCFA M A, MARTINO M N, ZARITZKY N E. Lipid Addition to Improve Barrier Properties of Edible Starch-based Films and Coatings [J]. Journal of Food Science, 2000, 65(6): 941-947.
- [9] NAZAN T K, FERHUNDE S. Water Vapor Permeability, Tensile Properties and Solubility of Methylcellulose-based Edible Films [J]. Journal of Food Engineering, 2004, 61(3): 459-466.