

文章编号:1000-0615(2009)04-0685-07

可食性狭鳕鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的制备与性质

陈丽, 李八方, 赵雪, 张朝辉, 任国艳, 庄永亮, 闫鸣艳

(中国海洋大学食品科学与工程学院, 山东 青岛 266003)

摘要:研究了狭鳕鱼皮明胶可食性膜的性质,采用壳聚糖以不同比例与狭鳕鱼皮明胶共混,以改善狭鳕鱼皮明胶膜的性能。结果表明,狭鳕鱼皮明胶具有很好的成膜性,但其力学性能和热稳定性较低。壳聚糖与鱼皮明胶混合后相容性较好,复合膜的透光率达88%以上。鱼皮明胶中分别加入80%壳聚糖和60%壳聚糖后,膜的抗拉强度和伸长率提高82.5%和330%,热变性温度提高10℃。壳聚糖使鱼皮明胶膜水溶性和水蒸气透过系数急剧降低,但吸湿性略有升高。红外光谱、X射线衍射和扫描电镜分析表明,狭鳕鱼皮明胶与壳聚糖并不是简单的混合,而是通过化学结合生成了新的大分子化合物,可以制备稳定的复合膜。

关键词:鱼皮明胶;壳聚糖;复合膜;相容性

中图分类号:S 988

文献标识码:A

可食性膜的成膜材料主要包括蛋白质、糖类和脂质等^[1]。明胶是可食性包装应用最广泛的动物蛋白质,具有良好的成膜性。全世界明胶的年产量超过 24×10^4 t,但生产这些明胶的原料基本上是猪、牛的皮和骨。近年来由于疯牛病的恐慌以及穆斯林信仰者的需求,寻找这类明胶替代物的研究迫在眉睫。

近几年国内外研究表明,鱼皮胶是一种潜在的成膜材料,如罗非鱼(*Tilapia mossambica*)^[2],比目鱼^[3],大眼鲷(*Priacanthus macracanthus*)^[4]和鳎(*Pleuronectes platessa*)^[5]等。狭鳕是我国重要的水产品加工鱼种之一,年加工量 $(30 \sim 40) \times 10^4$ t,其中鱼皮约占加工量的7%~8%。鱼皮干物质中80%以上为胶原蛋白,而且鱼皮胶原蛋白没有病毒污染的危险,不受宗教信仰的限制,是一种丰富、安全的胶原蛋白资源。相对于哺乳动物,鱼皮明胶溶胶温度和凝胶强度较低,致使成膜具有较差的机械性能和稳定性,限制了其应用。采用化学交联剂对明胶膜进行交联,可以明显改善明胶膜的力学性能,但化学交联剂的引入常产生毒性,不适合做可食包装。采用天然化合物与明

胶共混,是改善高分子材料性能的有效方法。Pranoto等^[2]研究表明罗非鱼皮与卡拉胶混合能有效提高明胶膜的特性;Carvalho等^[3]发现山梨醇显著提高比目鱼皮胶成膜的力学性能。金枪鱼明胶混合甘油形成的膜与猪皮胶膜相比,具有较低的水蒸气透过性能^[6]。

壳聚糖是甲壳质的脱乙酰基衍生物,存在自由氨基,可与其共存物质相互作用,形成性能优良的共聚物。研究表明,壳聚糖对明胶膜的力学性能、抗水性有一定的改善^[7],且壳聚糖具有较强的抑菌效果^[8]。付强等^[7]采用共混方法将猪皮明胶与壳聚糖共混制作食品包装膜,显著提高明胶的成膜性能。但目前对狭鳕鱼皮明胶与壳聚糖共混成膜的研究未见报道。

本文采用不同比例的壳聚糖与明胶共混制备复合膜,利用FT-IR、X-RD、SEM方法研究膜的结构,并考察复合膜的力学性能、水溶性、吸湿性、透光率和热稳定性,同时研究复合膜中两种高分子物质的相互作用及相容性,以期制备一种性能良好的新型可食性包装膜。

1 材料与amp;方法

1.1 实验材料

狭鳕鱼皮明胶(gelatin):分子量为100 ku,青岛东易科技发展有限公司生产;壳聚糖(chitosan):脱乙酰度为95%,莱州海力海洋生物工程有限公司生产。

1.2 膜的制备

将一定量的鱼皮明胶溶于蒸馏水中,配成6%的溶液,60℃水浴加热;同时用2%的醋酸配制3%的壳聚糖溶液。二者按照一定比例混合,使明胶溶液的质量分数分别为0%、20%、40%、60%、80%、100%,用C100, G20C80, G40C60, G60C40, G80C20, G100表示。

将一定体积不同比例的明胶—壳聚糖共混液,转移到洁净的有机玻璃板上,用涂布器均匀摊开,置入40℃的恒温箱中干燥2 h,取出玻璃板,放入2%的氢氧化钠溶液中浸泡10 min,然后用蒸馏水反复冲洗,直至中性。室温下自然晾干,揭膜。

1.3 膜力学性能的测定

选择光滑无空洞的膜,将膜裁成2.5 cm × 8 cm的长条,用(TMS-PRO, Food Technology Corporation)食品质构仪测定抗拉强度和伸长率。质构仪的初始夹距设定为40 mm,拉引速率设定为60 mm/min。所有膜放置在20℃,相对湿度为65%的人工气候箱中24 h,待测。每种比例的膜做5个平行,结果取平均值。

抗拉强度(TS)值用最大拉力除以截面积表示:

$$TS = F_m / (L \times W)$$

式中,TS为抗拉强度(MPa); F_m 为试样断裂时承受的最大张力(N); L 为膜的厚度(mm); W 为膜的宽度(mm)。

伸长率(E%)按下式计算:

$$E\% = (\Delta L / L_0) \times 100\% = [(L_1 - L_0) / L_0] \times 100\%$$

式中, L_0 为膜的原始长度(mm); ΔL 为膜断裂时被拉伸的长度(mm); L_1 为膜断裂时达到的最大长度(mm)。

1.4 膜水溶性的测定

精确称取0.05 g左右的膜,105℃干燥至恒重,称量,室温下在50 mL的蒸馏水中浸泡24 h

后,混合液经9 000 r/min离心10 min,倒掉上清液,将固体部分重新干燥至恒重,用溶解后膜重量减少的百分数来表示膜水溶性大小。平行测量3次。计算公式为

$$\text{水溶性}(\%) = [(W_0 - W) / W_0] \times 100\%$$

式中, W_0 为膜的初始重量(g); W 为膜溶解后的重量(g)。

1.5 膜水蒸气透过性的测定

依据GB1037-70,采用拟杯子法。在25℃条件下,于40 × 25的称量瓶中放入无水氯化钙(氯化钙使用前应粉碎,并在200℃的烘箱中干燥2 h,待冷却后加入到称量瓶中)使加入的量至杯口5 mm处为止。选择均匀、无空洞、无皱褶的膜,用测厚仪测量其厚度后,再将膜用融化的石蜡封口,并称重。将称重后的称量瓶放入底部为去离子水,温度为25℃的干燥器中(保持RH为100%),使膜内外两侧保持一定的蒸汽压差,以后每隔一定时间取出称重,在达到稳定透过之后(前后两次质量增量相差小于5%),继续称量3次,取算术平均值,其结果 Δm 以每组试样的算术平均值表示,每隔2 h称量一次,并由此计算出WVP值。计算公式为

$$WVP = \Delta m \times d / (A \times T \times \Delta p)$$

式中,WVP为水蒸气透过系数[$g \cdot \text{mm} / (\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{kPa})$]; d 为膜的厚度(mm); Δm 为稳定质量的增量(g); A 为膜的面积(m^2),本实验中膜的固定测试面积为934.35 mm^2 ; T 为测定时间间隔(h),本实验中测定时间间隔为2 h; Δp 为膜两侧的水蒸气压差(kPa),由于膜两侧的RH为100%,测定温度为25℃,故 Δp 约为3.168 kPa。

1.6 膜吸湿性的测定

精确称取0.5 g左右的膜,分别置于50 cm × 30 cm的称量瓶中,105℃干燥至恒重,然后将称量瓶敞口置于盛有饱和硫酸铵溶液(相对湿度RH=81%)的干燥器中,每间隔6 h(前12 h每间隔3 h)称量样品放置前后的质量。平行测量3次。根据下式计算吸湿率:

$$\text{吸湿率}(\%) = 100(W_n - W_0) / W_0$$

式中, W_0 , W_n 分别是放置前后样品的质量。

1.7 膜透光率的测定

将待测膜剪成5 cm × 2 cm大小,紧贴在比色皿(1 cm)的一侧,置于UV-2102 PC型紫外可见分光光度计的样品池中,在200~800 nm波长范

围内测定其透光率。以空皿做空白对照。每种比例的膜做 3 个平行,结果取平均值。

1.8 膜的热稳定性(DSC)

用 DSC-200PC 型差示扫描量热仪进行膜的热稳定性测试,仪器采用金属钢进行校正(钢的熔融焓为 28.451 J/g,熔点为 156.4 ℃)。准确称取 4 mg 左右的样品于 DSC 坩埚中,坩埚加盖密封后,以空坩埚作为参比,从 20 ℃ 加热至 380 ℃,升温速率为 5 ℃/min,样品室的氮气流量为 20 mL/min。

1.9 膜的红外光谱(FT-IR)

用 Nicolet 200SXV 型傅立叶变换红外光谱仪, KBr 压片,进行扫描,分析膜的红外光谱图。

1.10 膜的 X 射线衍射(X-RD)

用 Rigaku D/MAX 2500 型 X 射线衍射记录仪, X 射线源为 CuK α , 电压为 40 kV, 电流为 40 mA。扫描角度 5°~40°(2 θ), 扫描速度 4°/min。

1.11 膜的微观结构(SEM)

以 JSM-840 型扫描电子显微镜观察单一明胶膜,壳聚糖膜以及复合膜的表面形貌,了解共混相容性,所用膜的尺寸为 1 cm × 2 cm,膜表面真空喷金处理,加速电压为 20 kV。

2 结果

2.1 膜的力学性能分析

膜的力学性能主要通过膜的抗拉强度和伸长率来反映,图 1 为不同比例鱼皮明胶和壳聚糖制备的复合膜抗拉强度和伸长率的比较。鱼皮明胶膜的抗拉强度和伸长率分别为 13.7 MPa 和 1.0%,远低于猪皮明胶膜。加入壳聚糖后,复合膜的抗拉强度和伸长率都随着壳聚糖含量的增加呈先增大后减小的趋势,壳聚糖含量为 80% 和 60% 时复合膜的抗拉强度和伸长率最大可达到 25.0 MPa 和 4.3%,其增长率分别为 82.5% 和 330%。

2.2 膜的水溶性分析

不同比例鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的水溶性如图 2 所示,明胶膜在常温下 24 h 内的水溶性可达 100%。复合膜的水溶性介于两者之间,随复合膜中壳聚糖百分含量的增加而减小。结果显示,壳聚糖加入量为 20% 时,复合膜的水溶性降至 37.3%。

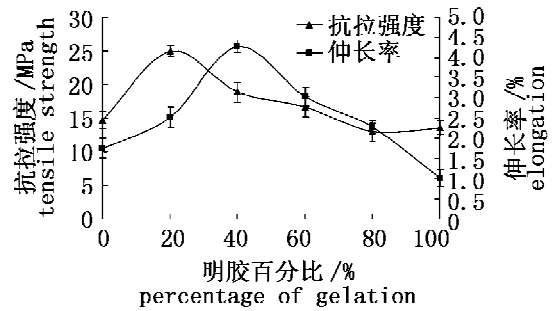


图 1 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜力学性能曲线
Fig. 1 The mechanical property curves of the fish gelatin/chitosan composite films

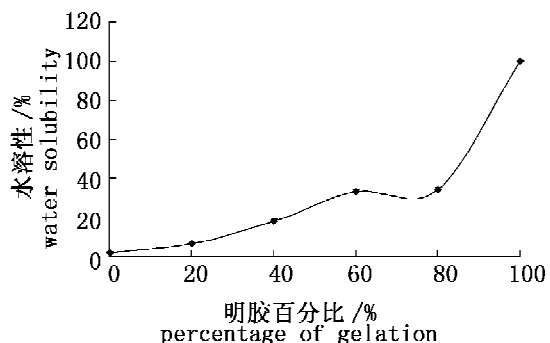


图 2 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜水溶性曲线
Fig. 2 The water-solubility curve of the fish gelatin/chitosan composite films

2.3 膜的水蒸气透过性分析

膜的水蒸气透过性曲线如图 3 所示,单一明胶膜的水蒸气透过系数为 0.34 [g · mm/(m² · h · kPa)],明胶中添加壳聚糖后,形成的复合膜水蒸气透过系数降低,且随着壳聚糖含量的增加而减小。

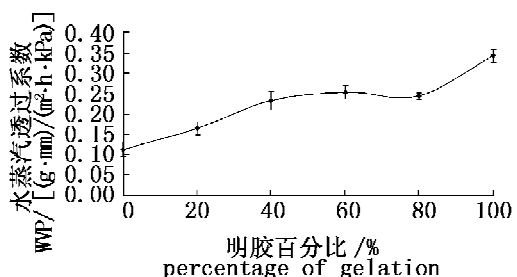


图 3 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的水蒸气透过系数曲线
Fig. 3 The WVP curve of the fish gelatin/chitosan composite films

2.4 膜的吸湿性分析

膜的吸湿性曲线如图 4 所示,各种膜的吸湿率在前 24 h 增幅较大,48 h 后吸湿基本平衡。平

衡后明胶膜的吸湿率为 21.1%,壳聚糖膜的吸湿率高达 24.0%。复合膜吸湿率随着壳聚糖含量的增加而增大。

2.5 膜的透光率分析

图 5 是明胶—壳聚糖复合膜在可见光区(200 ~ 800 nm)的典型透光率曲线。在 200 ~ 300 nm,膜的透光率随波长增加而显著增大,并在 400 nm 以后趋于稳定。本实验中所得膜均是透明的,并且在 300 ~ 800 nm 范围内,复合膜的透光率都在 88% 以上,明显高于可食性大豆分离蛋白膜的透光率(80% 以下)^[9],结果与猪皮明胶膜相似^[10]。

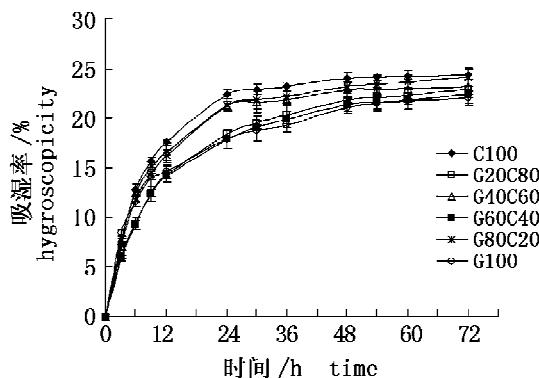


图 4 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的吸湿性曲线
Fig. 4 The hygroscopicity curves of the fish gelatin/chitosan composite films

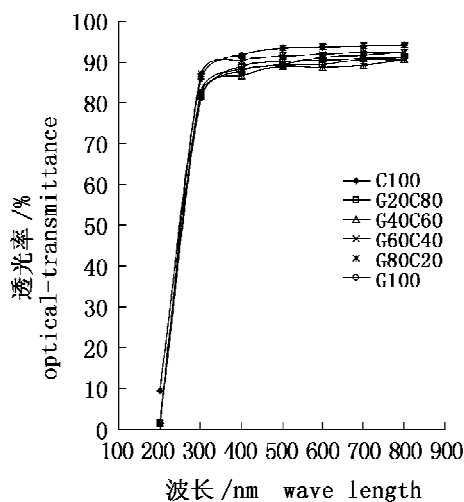


图 5 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的透光率曲线
Fig. 5 The optical-transmittance curves of the fish gelatin/chitosan composite films

2.6 膜的热稳定性分析

明胶膜、壳聚糖膜和复合膜 G40C60 的热稳定性的 DSC(差示扫描量热法)曲线如图 6 所示,鱼皮明胶的热变性温度为 78.51 °C,低于猪皮胶

膜^[7]。壳聚糖膜为 81.35 °C。当明胶与壳聚糖的比例为 40:60 时,复合膜的热变性温度最高,达到 87.78 °C,明显高于两种单一膜,比明胶膜提高了近 10 °C。

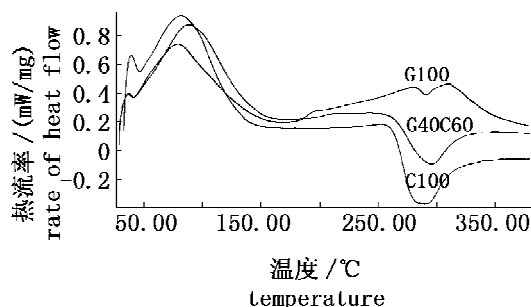


图 6 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的 DSC 曲线
Fig. 6 The DSC curves of the fish gelatin/chitosan composite films

2.7 膜的红外光谱分析

选取明胶膜、壳聚糖膜和力学性能较好的复合膜 G40C60 进行红外光谱分析,如图 7 所示,明胶膜的 FT-IR(红外光谱)中主要特征吸收峰有:酰胺 I、酰胺 II 和酰胺 III,分别位于 1 657、1 524 和 1 236 cm^{-1} ;图中 1 337 cm^{-1} 处的吸收峰,是由脯氨酸侧链上的 CH_2 的左右摆动引起的^[11]。壳聚糖为 $\beta,1 \rightarrow 4$ 糖苷键连接的分子,膜的 FT-IR 图谱中存在酰胺 I 带(1 653 cm^{-1})和酰胺 II 带(1 594 cm^{-1})的吸收峰,但峰形不明显,这说明壳聚糖的脱乙酰度较高,但又存在一定数量的乙酰基;其中 1 314 cm^{-1} 处为 $\text{C}-\text{CH}_3$ 的变形振

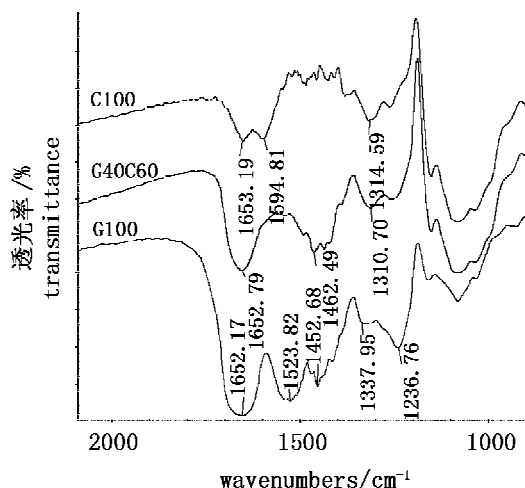


图 7 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的 FT-IR 谱图
Fig. 7 The FT-IR spectra of the fish gelatin/chitosan composite films

动吸收峰。复合膜的 FT-IR 图谱与两种单一膜相比,发生了很大变化,位于 $1\ 500 \sim 1\ 600\ \text{cm}^{-1}$ 的酰胺 II 带吸收峰消失,原来明胶膜中 $1\ 452\ \text{cm}^{-1}$ 处的吸收峰在复合膜中向高波数 $1\ 462\ \text{cm}^{-1}$ 发生了移动。

2.8 膜的 X 射线衍射分析

在明胶膜、壳聚糖膜及其复合膜 G40C60 的 X 射线衍射图谱(X-RD)中(图 8),明胶膜在 X 射线衍射角为 7.7° 和 21.2° 处有两个明显的衍射峰,与朱华跃等^[12]研究的猪皮胶膜的结果一致。壳聚糖膜的衍射峰出现在衍射角为 10.6° 和 20.0° 处,但是在复合膜 G40C60 中,找不到属于明胶的衍射峰($2\theta\ 7.7^\circ$ 和 21.2°),同时壳聚糖的衍射峰由于明胶的加入,强度明显减弱。

2.9 膜的微观结构分析

明胶膜、壳聚糖膜及其复合膜 G40C60 的扫描电镜(SEM)图如图 9 所示,在高倍数(10 000

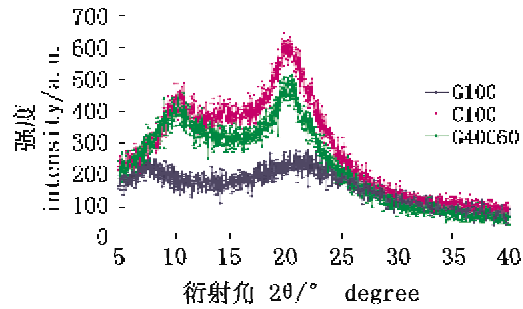


图 8 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的 X-RD 谱图
Fig. 8 The X-RD patterns of the fish gelatin/chitosan composite films

倍)的状态下观察膜表面的结构。电镜结果发现,明胶膜表面非常光滑、致密,没有折皱、凸起和气孔,壳聚糖膜表面较粗糙,局部出现一些丘陵状凸起。复合膜呈现均一、平整的结构,没有较大的孔洞或较宽的裂缝,没有出现宏观的相分离,说明两者相容性很好,复合膜是一种均相体系。

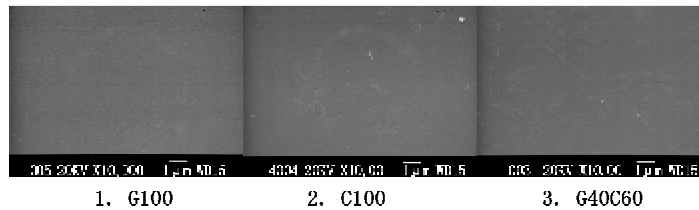


图 9 鱼皮明胶—壳聚糖复合膜的扫描电镜图

Fig. 9 The SEM of photographs of the fish gelatin/chitosan composite films

3 讨论

研究发现狭鳕鱼皮明胶具有较好的成膜性,膜呈现均一透明状,透光率高。但与动物胶原相比,鱼皮胶原中脯氨酸和羟脯氨酸含量低,蛋氨酸含量高,胶原纤维较粗^[2]。因此鱼皮明胶具有溶胶温度低,凝胶强度低等特点,使得鱼皮明胶膜的力学性能和热稳定性均明显低于猪皮明胶膜,且常温下 24 h 内的鱼皮胶的水溶性可达 100%,因此在应用方面有一定的局限性。本实验我们采用添加壳聚糖的方法改善明胶膜的性能。

实验所得复合膜均是透明的,壳聚糖所占比例对复合膜的透光率影响不大。壳聚糖的加入可以明显改善鱼皮明胶膜的力学性能。加入壳聚糖后,复合膜的抗拉强度和伸长率显著增加,抗拉强度和伸长率的增长率分别为 82.48% 和 330%。

原因可能是壳聚糖与胶原蛋白结合,使胶原纤维更加紧密,有序,复合后的膜力学性能增大,耐弯曲,克服了明胶膜本身硬脆、易断的缺点。明胶与壳聚糖混合后,两者发生相互作用,明胶分子与壳聚糖上的羟基、氨基基团形成氢键交联,这些氢键交联有利于复合膜热稳定性的提高^[8]。我们的实验结果表明复合膜的热变性温度比明胶膜提高了近 $10\ ^\circ\text{C}$ 。常温下,明胶膜在 24 h 内的水溶性可达 100%,而壳聚糖膜的水溶性很小。壳聚糖与明胶混合后,发生化学交联,使得复合膜的水溶性远低于明胶。复合膜的水蒸气透过系数与其水溶性相似,都随着壳聚糖的加入而降低,这使得复合膜的防水性大大提高,为其在可食性包装方面的应用提供了理论基础。上述结果表明复合膜中明胶与壳聚糖可能通过化学交联形成了新的大分子化合物,从而提高明胶膜力学性能和热稳定性,

而并非简单的混合。对于吸湿性方面,壳聚糖的加入没有能够有效降低明胶膜的吸湿性,随着壳聚糖比例的增加,使得复合膜的吸湿率有所增大,如何降低复合膜的吸湿性还有待于进一步研究。

选取单一的明胶膜和壳聚糖膜与力学性能较好的复合膜 G40C60 进行红外光谱、X 射线衍射分析,二者均能够从其特征基团表征单一膜和复合膜的结构^[8]。复合膜的红外谱图和 X 射线衍射谱图表现为壳聚糖与明胶并不是以共混比例简单的叠加。复合膜的红外图谱与两种单一膜相比,位于 $1\ 500 \sim 1\ 600\ \text{cm}^{-1}$ 的酰胺 II 带吸收峰消失,原来明胶膜中 $1\ 452\ \text{cm}^{-1}$ 处的吸收峰在复合膜中向高波数 $1\ 462\ \text{cm}^{-1}$ 发生了移动。壳聚糖中 $-\text{NH}_2$ 的面内变形振动是一个强峰, $-\text{NH}_2$ 位于端基,基团偶极距大,从而吸收振动强。而 $-\text{NH}$ 位于分子链中,基团偶极距小,振动弱^[13]。明胶与壳聚糖共混后, $-\text{NH}_2$ 与 $-\text{COOH}$ 反应,对 $\text{C}=\text{O}$ 的影响不大,因此复合膜在 $1\ 652\ \text{cm}^{-1}$ 处的峰基本不变;而 $-\text{NH}_2$ 与 $-\text{COOH}$ 结合,使 $-\text{NH}_2$ 变成 $-\text{NH}-$,在 $1\ 551 \sim 1\ 585\ \text{cm}^{-1}$ 处 $-\text{NH}_2$ 红外吸收消失,说明 $-\text{NH}_2$ 完全反应。复合膜的 X 射线衍射谱图中,找不到属于明胶的衍射峰,而壳聚糖的衍射峰由于胶原的加入,强度明显减弱。复合膜衍射峰位置与强度的变化,证实了胶与壳聚糖分子间存在较强的相互作用。复合膜特征基团的结构变化表明,壳聚糖是通过与明胶发生化学反应而提高明胶膜的力学性能和热稳定性的。扫描电镜结果表明,复合膜是一种均相体系,壳聚糖和鱼皮胶具有较好的相容性,两者内部结构发生交联,壳聚糖对复合膜的表面结构几乎没有影响。

制备鳕鱼皮明胶膜能够对鳕鱼皮高值化利用提供新的思路。壳聚糖能有效的提高鳕鱼皮明胶膜的性能,使鱼皮明胶在一定应用范围内能够取代动物明胶,为食品工业提供新型的,性能优良的包装材料。

参考文献:

- [1] Donatella P, Barbara B, Romano L, *et al.* Starch-methylcellulose based edible films; rheological properties of film-forming dispersions [J]. *Journal of Food Engineering*, 2003, 59: 25 - 32.
- [2] Pranoto Y, Lee C M, Park H J. Characterizations of fish gelatin films added with gellan and carrageenan [J]. *Food Science and Technology*, 2007, 40: 766 - 774.
- [3] Carvalho R A, Sobral P J A, Thomazine M, *et al.* Development of edible films based on differently processed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) skin gelatin [J]. *Food Hydrocolloids*, 2008, 22: 1117 - 1123.
- [4] Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, *et al.* Characterization of edible films from skin gelatin of brownstripe red snapper and bigeye snapper [J]. *Food Hydrocolloids*, 2006, 20(4): 492 - 501.
- [5] Gómez-Guillén M C, Turnay J, Fernandez-Diaz M D, *et al.* Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study [J]. *Food Hydrocolloids*, 2002, 16: 25 - 34.
- [6] Gómez-Guillén M C, Ihl M, Bifani V, *et al.* Edible films made from tuna-fish gelatin with antioxidant extracts of two different murta ecotypes leaves (*Ugni molinae* Turcz) [J]. *Food Hydrocolloids*, 2007, 21: 1133 - 1143.
- [7] 付强,李国英.壳聚糖—胶原共混改善胶原膜性能的研究[J]. *中国皮革*, 2007, 3(5): 22 - 25.
- [8] Zhong Q P, Xia W S. Physicochemical properties of edible and preservative films from chitosan/cassava starch/gelatin blend plasticized with glycerol [J]. *Food Technology and Biotechnology*, 2008, 46(3): 262 - 269.
- [9] 康宇杰,欧仕益,黎明庆.多糖和交联剂在制备可食性大豆分离蛋白膜中的互作效应研究[J]. *中国油脂*, 2004, 3: 58 - 61.
- [10] 余家会,杜予民,郑化.壳聚糖—明胶共混膜 [J]. *武汉大学学报*, 1999, 3(4): 440 - 444.
- [11] Lima C G A, de Oliveira R S, Figueiró S D, *et al.* DC conductivity and dielectric permittivity of collagen-chitosan films [J]. *Materials Chemistry and Physics*, 2006, 99: 284 - 288.
- [12] 朱华跃,肖玲.壳聚糖—明胶共混膜湿热处理及 FT-IR 和 X-RD 谱图分析 [J]. *浙江海洋学院学报*, 2006, 9(3): 301 - 304.
- [13] 蒋挺大.胶原与胶原蛋白 [M]. 北京:化学工业出版社, 2006: 288 - 296.

Studies on preparation and property of the edible walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) skin gelatin/chitosan composite films

CHEN Li, LI Ba-fang, ZHAO Xue, ZHANG Zhao-hui,
REN Guo-yan, ZHUANG Yong-liang, YAN Ming-yan

(College of Food Science and Technology, Ocean University of China, Qingdao 266003, China)

Abstract: The properties of skin gelatin films of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) were examined before chitosan was added to improve the properties of the fish gelatin films. The interaction and compatibility of various composition in the composite film were also researched, which would provide theoretic basis and scientific gist for the development of edible films in food industry. Skin gelatin of walleye pollock had good filmogenic property, while the property of composite film was improved greatly with the addition of chitosan. Fish gelatin was miscible with chitosan and the gelatin/chitosan composite films had excellent optical transmittance (higher than 88%). The mechanical property of fish gelatin film was lower, which was examined by texture analyzer. The addition of 80% chitosan and 60% chitosan increased the tensile strength and elongation at break to 182.48% and 430% of fish gelatin. Differential scanning calorimetry (DSC) analysis showed that the thermal denaturation temperature of gelatin/chitosan composite films was 10°C higher than that of fish gelatin film. Chitosan modified fish gelatin film by decreasing water solubility and WVP sharply, but made hygroscopicity slightly higher. The results suggested that fish gelatin/chitosan composite films exhibited better mechanical property, thermal stability and water resistance than fish gelatin film. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), X-ray diffraction (XRD) and Scanning electron microscopy (SEM) analysis revealed that chitosan effectively interacted with fish gelatin to form a new macromolecule, and fish gelatin/chitosan had good filmogenic property.

Key words: fish gelatin; chitosan; composite films; compatibility