

鳙鱼鱼糜凝胶特性改良的研究

周爱梅^{1,2}, 曾庆孝¹, 刘欣², 黄文华², 陈永泉²

(1 华南理工大学 食品与生物工程学院, 广东 广州 510640; 2 华南农业大学 食品学院, 广东 广州 510642)

摘要:研究了不同质量分数的大豆分离蛋白(SPI)、魔芋胶(KG)对鳙鱼 *Aristichthy nobilis* 鱼糜凝胶特性的影响。结果表明,加入 SPI 或 KG 均可使鳙鱼鱼糜凝胶的硬度、弹性、凝胶强度及持水性明显增加,且浓度越大,其作用越强,但这 2 种物质会降低鱼糜凝胶的白度。SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳表明,SPI 可增强肌球蛋白重链带(MHC)的强度,而 KG 对 MHC 带的强度影响不大。电镜分析则表明 SPI 和 KG 的加入都可使鳙鱼鱼糜形成致密、均匀的凝胶网络结构。

关键词:大豆分离蛋白;魔芋胶;鳙鱼;鱼糜;凝胶特性

中图分类号:S984.1

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2004)02-0104-04

Study on the improvement of gel properties of *Aristichthy nobilis* surimi

ZHOU Ai-mei^{1,2}, ZENG Qing-xiao¹, LIU Xin², HUANG Wen-hua², CHEN Yong-quan²

(1 College of Food and Biotechnology, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2 College of Food Science, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China)

Abstract: The effect of different concentrations of soy protein isolate (SPI) and konjak gum (KG) on the gel properties of bighead, *Aristichthy nobilis*, surimi was investigated. The results showed the addition of SPI or KG could enhance the hardness, elasticity, gel strength and water-holding ability of bighead surimi gels, and the higher the concentration, the more effective; but on the other hand, these two substances could decrease the whiteness of the product. SDS-polyacrylamide gel electrophoresis indicated that SPI could enhance the intensity of myosin heavy chain (MHC) of bighead surimi gels while KG had no effect on it. Scanning electron microscopy indicated the addition of SPI and KG could make bighead surimi form firm and uniform gel network.

Key words: soy protein isolate; konjak gum; *Aristichthy nobilis*; surimi; gel properties

鱼糜制品是以鲜鱼肉或冷冻鱼糜为原料,加食盐、辅料等擂溃成鱼浆后,再成型、加热制成有弹性的凝胶状食品的总称,如鱼丸、鱼糕、仿真蟹肉、虾仁、扇贝、仿鱼翅等。它以鲜美、营养、方便、品种多等特点而广泛被世界各国所接受,需求量日益增长。目前,鱼糜制品的原料主要限于海水鱼类,但随着近几年海洋捕捞强度的加大,生产鱼糜制品的优质海水鱼的数量已逐渐下降。与此相反,世界淡水鱼的养殖产量则持续增加,以我国为例,1997 年我国的淡水鱼产量为 1 420 万 t,到 2000 年已达 1 740.3 万 t^[1]。因此,开发淡水鱼鱼糜制品以满足市场需求是鱼糜加工业的重要课题。关于淡水鱼鱼糜加工特性的研究已有

一些报道^[2~8],但主要集中在对鲢鱼鱼糜的加工特性上,而对其他淡水鱼,尤其是我国产量较大、价格低廉的鳙鱼 *Aristichthy nobilis* 鱼糜加工特性的研究则鲜见报道。笔者在承担广东省教育厅课题“鳙鱼鱼糜加工特性、改良及其机理的研究”中发现,鳙鱼鱼糜的凝胶特性较差(尤其是冻藏后),与市售优质鱼糜制品相比存在很大差距。大豆分离蛋白(soy protein isolate,简称 SPI)及魔芋胶(konjak gum,简称 KG)是国外海水鱼糜制品加工中常用的 2 种品质改良剂,本文研究了 SPI、KG 对鳙鱼鱼糜凝胶特性的影响,期为开发优质的鳙鱼鱼糜制品提供有益的参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

鳙鱼鱼糜由广东省南海西樵水产品加工厂提供, 置于 -20°C 冻藏备用; 大豆分离蛋白(纯度 $>90\%$)、魔芋胶[葡甘聚糖含量为 $83.95\%(w)$]均为市售食用级; 十二烷基硫酸钠(SDS)、 β -巯基乙醇、尿素、Tris 等试剂均为市售分析纯。

1.2 试验方法

1.2.1 鱼糜凝胶的制作 按参考文献[9]的方法。其中, SPI 添加量 w 为 5% 、 10% , KG 添加量 w 为 1% 、 2% 。

1.2.2 鱼糜凝胶破断强度、凹陷深度及凝胶强度的测定 按参考文献[9]的方法。将制备好的鱼肠从 4°C 取出, 室温放置, 使鱼肠温度平衡至室温, 将其切成 2.5 cm 长的片段, 由 TA500 质构仪(英国)直接测定破断强度和凹陷深度(圆柱压头 $d=6\text{ mm}$, 压速为 6 cm/min , Trigger 为 0.05 N), 两者乘积即为凝胶强度。其中, 破断强度反映了鱼糜凝胶的硬度, 凹陷深度反映了鱼糜凝胶的弹性。

1.2.3 鱼糜凝胶持水性的测定 按参考文献[10]的方法, 将鱼肠切成 0.5 cm 厚的片段并称其质量(设为 $X\text{ g}$), 在其上面放 2 张滤纸, 下面放 3 张滤纸, 然后对其施加 5 kg 的质量并保持 2 min , 压榨完后取出样品称其质量(设为 $Z\text{ g}$), 按下式计算压出水分(压出水分越多, 表示鱼糜凝胶的持水性越差):

$$\text{压出水分} = \frac{(X - Z)}{X} \times 100\%.$$

1.2.4 鱼糜凝胶白度的测定 按参考文献[10]的方法, 采用 TC-PⅢG 全自动测色色差计(北京光学仪器厂), 测定鱼糜凝胶的 L^* 、 a^* 、 b^* 值, 白度由下式计算:

$$\text{白度} = 100 - [(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$$

1.2.5 鱼糜凝胶 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳(简称 SDS-PAGE) 按参考文献[11]的方法并略作修改。

称取 2 g 鱼糜凝胶, 加入 $15\text{ mL } 20\text{ mmol/L}$ 的 Tris-HCl 缓冲溶液[pH8.0, 含有 $2\%(w)$ SDS、 8 mol/L 尿素和 $2\%(\varphi)\beta$ -巯基乙醇], 均质后, 在 100°C 沸水浴 2 min , 然后在室温下磁力搅拌 24 h , 使蛋白质充分溶解出来, 离心后, 取一定量的清液(即 $20\text{ }\mu\text{g}$ 蛋白质)进行电泳(DYY-Ⅲ-8B 稳压稳流型电泳仪, 上海标本模型厂)。其中, 浓缩胶质量分数为 4% , 分离胶质量分数为 10% 。

2 结果与讨论

2.1 SPI、KG 对鳙鱼鱼糜凝胶特性的影响

图 1a 表明, SPI 的添加可显著增加鳙鱼鱼糜的凝胶特性, 其破断强度、凝胶强度都随 SPI 质量分数的增加而增大, 当 SPI 质量分数为 10% 时, 破断强度、凝胶强度分别为 1284.5 g 和 $1030.3\text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}$, 均为对照样的 2 倍多; 凹陷深度则随 SPI 质量分数的增加而先增加、后下降, 最大值在 5% 处获得。这可能是由于过多 SPI 的加入, 会使凝胶变得硬而脆, 从而降低凝胶弹性。本试验结果与 SPI 对某些鱼种鱼糜的影响有差异。如 Chang-Lee 等^[12]研究发现, 在太平洋鳕 *Merluccius productus* 鱼糜中加入不同质量分数($0\sim5\%$)的 SPI, 可使其弹性增加, 但硬度下降。而 Park 等^[13]研究表明, SPI($w=1\%$)的添加可显著增加狭鳕 *Theragra chalcogramma* 鱼糜(中等级)的硬度, 但会降低其弹性。Gomez-Guilen 等^[14]则指出, 在高质量沙丁鱼鱼糜中加入 SPI 等非肌肉蛋白会降低其凝胶特性, 而在低质量沙丁鱼鱼糜中加入这些蛋白质则会显著改善其凝胶特性。SPI 对不同种鱼糜的凝胶特性影响不同, 其原因还有待探讨。

从图 1b 可看出, 在鳙鱼鱼糜中添加 KG, 其硬度、弹性及凝胶强度也可得到明显的改善, 且 KG 质量分数越大, 作用越强。

2.2 SPI、KG 对鳙鱼鱼糜凝胶持水性的影响

在鳙鱼鱼糜中添加不同质量分数的 SPI 或 KG, 均可使鱼糜凝胶的压出水分明显减少(图 2), 即提高

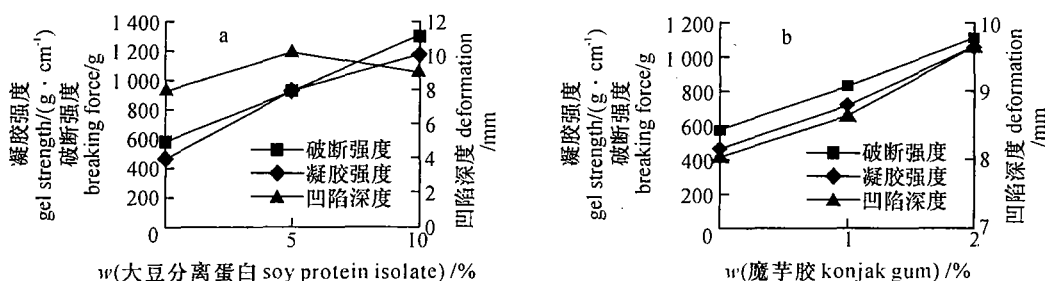


图 1 大豆分离蛋白和魔芋胶对鳙鱼鱼糜凝胶特性的影响

Fig. 1 Effect of soy protein isolate and konjak gum on the gel-forming properties of bighead surimi

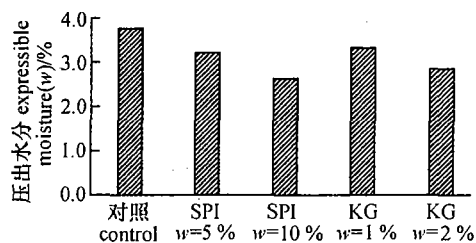


图2 大豆分离蛋白(SPI)、魔芋胶(KG)对鲮鱼鱼糜凝胶持水性的影响

Fig. 2 Effect of soy protein isolate (SPI) and konjak gum (KG) on the water-holding ability of bighead surimi gels

了其持水性. 从电镜图(图3)观察发现,对照样鱼糜形成的凝胶网络结构比较松散、洞眼较多;而添加了5%(w)SPI或2%(w)KG的鱼糜形成的凝胶网络结构比较致密、均匀,表明SPI、KG提高其持水性的原因在于SPI或KG的加入可使其形成致密、均匀的凝胶网络结构,从而可将水分有效地保留在凝胶中.

2.3 SPI、KG对鲮鱼鱼糜凝胶颜色和白度的影响

由表1可知,在鲮鱼鱼糜中加入不同质量分数的SPI或KG均会使其白度下降,且质量分数越大,白度下降越多,表明SPI或KG对鱼糜白度会产生负

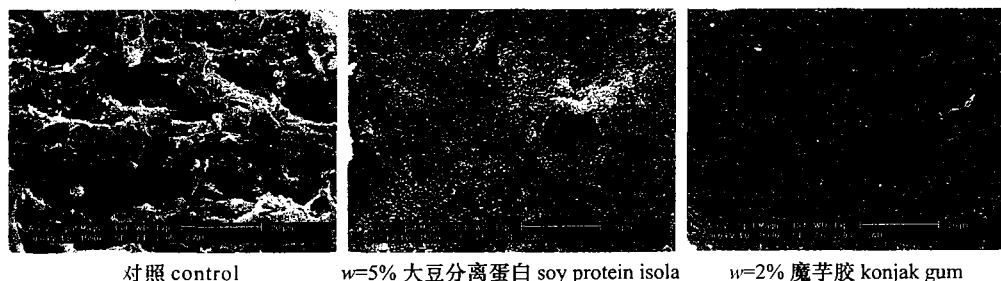


图3 鲮鱼鱼糜凝胶电镜照片(1 500×)

Fig. 3 Scanning electrom microscopy of bighead surimi gels (1 500×)

表1 大豆分离蛋白、魔芋胶对鲮鱼鱼糜凝胶颜色、白度的影响

Tab. 1 Effect of soy protein isolate and konjak gum on the color and whiteness of bighead surimi gels

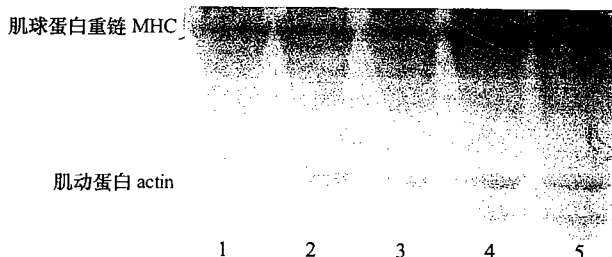
添加剂 additive	w(添加剂 additive)/%	颜色 colour			白度 whiteness
		L^*	a^*	b^*	
对照 control	0	73.75	5.58	4.52	72.79
大豆分离蛋白 soy protein isolate (SPI)	5	72.78	4.48	8.58	70.64
	10	68.83	7.03	12.87	65.55
魔芋胶 konjak gum (KG)	1	71.95	3.27	5.06	71.31
	2	69.74	4.48	5.88	68.85

面影响. 这可能是由于SPI、KG本身具有一定的颜色而导致的. 实验所用的SPI具有较深的黄色,而KG也略带黄色. 白度是鱼糜制品的重要质量指标之一,因此,尽管SPI和KG对鲮鱼鱼糜凝胶特性的改良作用与其质量分数成正比,但在实际应用时,SPI或KG的添加量不应太高.

2.4 SPI、KG对鲮鱼鱼糜凝胶SDS-PAGE图谱的影响

从图4可看出,SPI的添加可明显增加鲮鱼鱼糜凝胶中的肌球蛋白重链(MHC)带的强度. SPI是鱼糜制品加工中常用的一种凝胶增强剂,一般认为SPI是通过其自身的凝胶作用来增强鱼糜制品的凝胶强度,即SPI是一种有效的鱼糜制品填充剂^[15]. 而本试验的SDS-PAGE图谱表明,SPI很可能还具有类似于蛋清蛋白那样的抑制鱼糜中蛋白酶的活性,进而抑制鱼糜蛋白尤其是MHC的降解,从而提高鲮鱼鱼糜的凝胶特性. 许多研究认为,蛋清蛋白中含有多种

蛋白酶抑制剂(如卵类粘蛋白、胰蛋白酶抑制剂),因而可抑制鱼糜蛋白尤其是MHC的降解从而提高鱼糜的凝胶能力^[16].



1. 对照 control; 2. $w = 1\%$ KG;
3. $w = 2\%$ KG; 4. $w = 5\%$ SPI; 5. $w = 10\%$ SPI

图4 大豆分离蛋白(SPI)、魔芋胶(KG)对鲮鱼鱼糜凝胶SDS-PAGE图谱的影响

Fig. 4 Effect of soy protein isolate (SPI) and konjak gum (KG) on the SDS-PAGE of bighead surimi gels

从图4还可看出, KG对鳙鱼鱼糜凝胶中的MHC带强度影响不大, 说明KG不具有抑制蛋白酶活性的作用, 它可能是通过自身的凝胶作用来提高鳙鱼鱼糜的凝胶能力^[15]。

3 结论

SPI、KG都是鳙鱼鱼糜良好的品质改良剂。添加SPI或KG均可提高鳙鱼鱼糜的凝胶特性, 表现在鳙鱼鱼糜凝胶具有较高的硬度、弹性、凝胶强度和持水性, 但这2种物质会降低鱼糜的白度。因此, 在实际应用中应综合考虑凝胶能力和白度来选取最适添加量。

参考文献:

- [1] 张俊杰, 曾庆孝. 我国淡水鱼鱼糜的研究情况[J]. 食品与发酵工业, 2002, 28(9): 57-63.
- [2] 吴汉民, 王海洪, 韩素珍. 几种淡水鱼鱼糜特性的研究[J]. 食品科学, 1999, (9): 15-19.
- [3] 单再成, 何建湖. 鲢鱼冻鱼糜生产工艺研究[J]. 内陆水产, 1997, (6): 4-5.
- [4] 袁春红. 冻结条件与冻藏温度对鲢鱼肉肌原纤维蛋白质冷冻变性的影响[J]. 上海水产大学学报, 2001, 10(1): 44-48.
- [5] 汪之和, 胡彩娟, 邢青. 漂洗条件对鲢鱼糜凝胶强度的影响[J]. 水利渔业, 1999, 19(3): 46-47.
- [6] 孔保华, 王辉兰, 王明丽. 鲢鱼鱼丸最佳配方及工艺研究[J]. 食品工业科技, 2000, 21(2): 43-45.
- [7] 严伯奋, 周松淘, 郭晓峰. 白鲢鱼糜制品的弹性品质研究[J]. 食品与发酵工业, 1991, 17(1): 45-48.
- [8] 汪之和, 王 隼, 苏德福. 冻结速率和冻藏温度对鲢肉蛋白质冷冻变性的影响[J]. 水产学报, 2001, 25(6): 564-569.
- [9] 周爱梅, 黄文华, 刘 欣, 等. 转谷氨酰胺酶对鳙鱼鱼糜凝胶特性的影响[J]. 食品与发酵工业, 2003, 29(8): 27-31.
- [10] BENKAKUL S, VISESSANGUAN W, SRIVILAI C. Porcine plasma protein as proteinase inhibitor in bigeye snapper (*Pracaanthus tayenus*) muscle and surimi[J]. J Sci Food Agric, 2001, 81: 1 039-1 046.
- [11] CHAWLA S P, VENUGOPAL V, NAIR P M. Gelation of proteins from washed muscle of threadfin bream (*Nemipterus japonicus*) under mild acidic conditions[J]. J Food Sci, 1996, 61(2): 362-366, 371.
- [12] CHANG-LEE M V, LAMPILA L E, CRAWFORD D L. Yield and composition of surimi from pacific whiting (*Merluccius productus*) and the effect of various protein additives on gel strength[J]. J Food Sci, 1990, 55(1): 83-86.
- [13] PARK J W. Functional protein additives in surimi gels[J]. J Food Sci., 1994, 59(3): 525-527.
- [14] GOMEZ-GUILLEN M C, BORDERIAS A J, MONTERP P. Rheological properties of gels made from high- and low-quality sardine mince with added non-muscle proteins[J]. J Agric Food Chem, 1996, 45: 746-750.
- [15] PARK J W. Surimi and surimi seafood[M]. New York: Marcel Dekker Inc, 2000. 364-367.
- [16] WEERASINGHE V C, MORRISSEY M T, AN H. Characterization of active components in food-grade protease inhibitor for surimi manufacture[J]. J Agric Food Chem, 1995, 44: 2 584-2 590.

【责任编辑 李晓卉】