

鱼糜加工过程中凝胶性能的影响因素研究进展

黄国宏^{1,2}, 沈要林²

(1. 广西职业技术学院, 广西 南宁 530227) (2. 华南理工大学轻工与食品学院, 广东 广州 510640)

摘要: 鱼糜凝胶性能是鱼糜制品品质的一个重要指标, 在鱼糜的加工过程中, 如何有效提高凝胶强度是目前鱼糜的加工过程中面临的一个焦点问题。本文分析了鱼糜加工过程中影响鱼糜凝胶性能的不同因素, 阐述了如何在加工过程中提高鱼糜凝胶强度的方法, 提出了鱼糜制品加工应该注意的问题。

关键词: 鱼糜; 加工; 凝胶强度

中图分类号: TS254.1; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)01-0107-04

Advances in Research of Influence Factors of Gel Properties in Surimi Processing

HUANG Guo-hong^{1,2}, SHEN Yao-lin²

(1. Guangxi Polytechnic College, Nanning 530227, China)

(2. College of Light Industry and Food Sciences, South China Univ. of Tech., Guangzhou 510640, China)

Abstract: The gel properties of surimi are an important factor for evaluating the character of surimi products. How to improve the gel properties in surimi processing is a research issue nowadays. The influential factors of gel properties in surimi processing were analyzed and the methods to improve the gel properties were also mentioned in this article.

Key words: Surimi; Process; Gel properties

我国是一个渔业资源非常丰富的国家, 渔业总产量居世界第一位。但是在这些鱼种中, 低值鱼所占比例超过一半。人们利用淡水鱼和海水低值小杂鱼加工成鱼糜制品, 形成食用方便、口感佳和烹调简单的鱼肉型食物而深受消费者的喜欢。随着人民生活水平的不断提高, 对鱼糜品质的要求也越来越高。衡量鱼糜制品的品质的主要指标有凝胶强度、口味、质地和形态等, 而凝胶性能是影响鱼糜品质的重要指标, 直接影响到鱼糜制品的商品价值。本文通过查阅文献, 阐述鱼糜凝胶性能的影响因素和提高鱼糜凝胶性能的方法, 以指导鱼糜制品新产品的开发和提高产品的质量。

1 鱼糜蛋白质凝胶形成的过程

目前的研究认为鱼糜蛋白质凝胶的形成主要经过三个阶段: 凝胶化、凝胶劣化和鱼糕化。凝胶化主要指肌球蛋白和肌动蛋白分子在 50℃ 前形成一个比较松散的网状结构, 由溶胶变成凝胶。当蛋白质凝胶化后, 在一定的蛋白质浓度、pH 值和离子强度下, 鱼肉的肌球蛋白分子的 α -螺旋会慢慢解开, 蛋白质分

收稿日期: 2006-09-05

作者简介: 黄国宏, 广西职业技术学院讲师, 主要从事食品加工与保藏研究

子间通过疏水作用和二硫键相互作用。当温度达到 50~60℃ 时, 凝胶形成断裂的网状结构, 出现凝胶劣化现象。如果在升高温度, 凝胶会变成有序和非透明状, 凝胶强度明显增大, 此时出现鱼糕化^[1]。蛋白质的凝胶性能是决定鱼肉制品的质量优劣的关键因素, 因为它直接影响着鱼肉制品的组织特性、保水性、粘结性以及产品的得率^[2]。

2 鱼糜凝胶性能的影响因素

鱼糜的加工过程包括鱼肉的采集、添加一些辅料混合和加热形成凝胶的过程。因此, 有效控制鱼肉的加工过程有利于提高鱼糜的凝胶性能。

2.1 鱼肉的漂洗对鱼糜凝胶性能的影响

漂洗是鱼糜加工过程非常重要的步骤。它有利于除去鱼肉中残余的血污、有色物质、无机盐和脂肪以及腥臭成分, 同时能除去一些鱼肉中的水溶性蛋白质(含有防止凝胶形成的酶和诱导凝胶劣化的活性物质), 提高肌原纤维蛋白的浓度和鱼肉蛋白凝胶的凝胶强度, 改善产品的色泽等各项感官指标。不同的漂洗方法对鱼糜凝胶性能有影响。

齐凤生^[3]在研究漂洗工艺对海水鱼鱼糜质量的影

响实验中,采用不同的漂洗用水量、水温、漂洗时间和漂洗次数对鱼糜质量的影响。结果表明漂洗用水量越多,时间越长,鱼糜的色泽、口感、弹性、硬度等会得到改善,但由于会流失过多的水溶性氨基酸、无机盐和维生素等营养和呈味物质,会使其鲜度、香味等下降。同时鱼肉由于吸水过多、难于脱水。漂洗温度越高,水溶性蛋白质的溶解和杂志的除去越多,但同时会使肌动球蛋白的三、四级结构发生改变,降低鱼糜的凝胶性能。因此,对于利用低值鱼类生产鱼糜制品,漂洗温度在 10 °C 以下,用碱盐水漂洗,水量取鱼肉质量的 4 倍,漂洗时间为每次 3~4 min,漂洗 2~3 次效果最好。

汪之和^[4]等人研究不同的漂洗液对鱼糜凝胶特性的影响液表明,用 NaHCO₃、柠檬酸和 CaCl₂ 溶液对几种西非鱼鱼糜进行漂洗可明显提高鱼糜制品的硬度和凝胶强度。不同漂洗液对不同种类鱼糜凝胶特性的影响主要表现为增加其硬度而对弹性影响不明显。

王利琴等^[5]研究不同漂洗温度对青鱼、草鱼、鲢、鳙、鲫 5 种淡水鱼凝胶强度的影响研究中发现,鱼肉经漂洗后凝胶强度均随漂洗水温上升而降低,并且在水温高于 15 °C 时有一个加速下降的转折点。鲫鱼蛋白质受漂洗水温影响最小,即热稳定性最好。草鱼、青鱼、鲢、鳙蛋白质热稳定性依次降低。

杨贤庆^[6]等对鲢鱼鱼糜的研究中表明,鲢鱼鱼肉漂洗一次可提高凝胶强度将近一倍,漂洗两次其凝胶强度可提高将近 2 倍,漂洗三次又有所提高,但提高幅度不大。

2.2 添加辅料混合对鱼糜凝胶性能的影响

2.2.1 防冻剂对鱼糜凝胶性能的影响

鱼糜在经过冷冻或冷藏过程中,会引起鱼糜蛋白质的变性,蛋白质的盐溶性、Ca²⁺-ATPase 活性及巯基含量下降,同时导致凝胶性能的降低。因此添加一些防冻剂能防止鱼糜蛋白质的冷冻变性,提高鱼糜凝胶强度。防冻剂主要有蔗糖、山梨醇、复合磷酸盐和低聚糖等。蔗糖、山梨醇的-OH 基团能与鱼糜肌原纤维蛋白周围的水分子形成稳定结构,复合磷酸盐能调整鱼肌的 pH 值,防止鱼糜蛋白质的变性。

日本学者山口敦子等^[7]的研究结果表明,鱼糜中同时添加聚磷酸盐和山梨醇冷藏,能提高凝胶强度,并且比单独使用山梨醇好,如再加入复合磷酸盐(三聚磷酸钠、焦磷酸钠、六偏磷酸钠等)可提高鱼糜的持水能力,防止水分及呈味物质的流失。

汪学荣等^[8]利用复合磷酸盐对新鲜白鲢鱼糜制品的保水效果的研究表明,复合磷酸盐能很好地改善鱼

糜的凝胶性能,而且复合磷酸盐(三聚磷酸钠:焦磷酸钠:六偏磷酸钠)的最佳配比为 2:2:1,用量为 0.5% 时,能得到很好的保水效果,同时能明显改善鱼糜制品的色泽、风味和质地。

汪之和等^[9]研究防冻剂对几种西非鱼鱼糜的凝胶特性的影响的结果表明,加入 4% 蔗糖、4% 山梨醇、0.1% 三聚磷酸钠、0.1% 焦磷酸钠和 0.5% 蔗糖脂肪酸酯时,能明显改善这几种鱼糜的凝胶特性,最高能提高 153.8%。

由于防冻剂中添加了蔗糖等一些甜味物质,鱼糜制品的风味会受到一定的影响,因此非甜味的防冻剂的研究正受到越来越多的关注。

2.2.2 添加凝胶增强剂对鱼糜凝胶性能的影响

在鱼肉形成凝胶化之前添加一些凝胶增强剂,可以提高鱼糜制品的凝胶强度。凝胶增强剂的种类很多,如钙盐、转谷氨酰胺酶(TGase)、淀粉、非肌肉蛋白质和一些还原剂等。它们都各自具有不同程度的凝胶性能的增强作用。

钙离子对鱼肉蛋白凝胶强度有重要的作用,在鱼肉蛋白凝胶过程中由钙离子激活鱼肉中转谷氨酰胺酶,然后催化谷氨酸残基中的 γ -羧基酰胺基团与其它氨基酸残基发生交联作用,通过共价键形成更牢固的网状结构^[7]。

周爱梅等^[10]研究表明,添加乳酸钙、葡萄糖酸钙两种钙盐能提高鳙鱼鱼糜凝胶性能,添加量分别 0.1% 和 0.05% 时,鱼糜的凝胶强度能提高 1.77 和 1.42 倍,而且对鳙鱼鱼糜的颜色和白度都不会产生不利影响。

何松等^[11]对钙盐的添加对鱼糜凝胶性能的影响的研究中发现,浓度为 60 mmol/kg 的 CaCl₂ 在 40 °C 下可以明显提高鱼糜的凝胶强度,而在 90 °C 和 60 °C 下的效果不明显。当 CaCl₂ 的浓度增加一倍时,效果并没有显著提高。另外,加入 EDTA 会导致鱼糜凝胶强度的下降。

转谷氨酰胺酶(TGase)是一种可以催化转酰胺反应的酶,能促使鱼肉蛋白质间产生架桥重组作用,其机理主要是转谷氨酰胺酶(TGase)能催化谷氨酸 Gln 残基 γ -羧基酰胺基与赖氨酸 Lys 残基 ϵ -氨基发生交联作用,在分子内部或分子之间产生 ϵ -(γ -Glu)Lys 的架桥粘合作用,形成交叉结合的蛋白质结构。在鱼肉中添加转谷氨酰胺酶(TGase)有利于提高凝胶强度。

Tsai 等^[12]在利用转谷氨酰胺酶(TGase)制备碎鲮鱼产品的研究中发现,当添加量为 0.34 活力单位/g 肉时,获得的凝胶强度是空白组的 3.9 倍,但是当添加量进一步增加时,凝胶强度并没有持续增加,因为当

添加量增加时,产品的硬度增加了,但是弹性下降。

孙京新等^[13]研究转谷氨酰胺酶对带鱼鱼糜制品品质的影响时表明,随着酶制剂添加量的增大,对照组与各处理组之间制品质构特性包括硬度、弹性均显著增加,即凝胶强度(硬度×弹性)增加,而且当添加量为0.9%时,凝胶强度达到最大值。

对于某些鱼种,单独使用转谷氨酰胺酶效果不明显,如果联合其他添加剂使用则可显著提高鱼糜凝胶强度。如 Jiang 等^[14]研究带鱼鱼糜凝胶强度时发现配合添加0.1% NaHSO₃和0.01 mmol的E-64作为蛋白酶抑制剂使用时能显著提高带鱼鱼糜的凝胶形成能力。

在鱼肉中添加淀粉可以对凝胶强度起到一个补充作用,由于淀粉的填充作用,能改善组织结构,有利于分子间网状结构的组成,不同种类的淀粉对凝胶强度的影响不同,支链淀粉含量高的淀粉凝胶结合力强,弹性大又能增加保水性,降低成本。但是添加过多会影响鱼糜制品的风味和口感。

同时,在鱼糜中添加一些非肌肉蛋白质可以有效地提高鱼糜凝胶强度。目前,鸡蛋清蛋白、乳清蛋白和大豆浓缩蛋白是使用最多的三种蛋白质,因为它们能增加产品的粘着性和持水性。有研究表明,加入非肌肉蛋白质对两种沙丁鱼糜制成的凝胶的流变学特性的影响,表明在高质量的鱼糜中加入任何非肌肉蛋白质都会降低其凝胶特性,但在低质量的鱼糜中加入蛋青、大豆蛋白能显著改善凝胶强度。增加乳清蛋白浓缩物的含量(6%~10%)会增加凝胶强度和保水性。

另外,在鱼糜中添加一些氧化剂如铬酸钾、过氧化氢、胱氨酸、脱氧抗坏血酸等物质能促进弹性凝胶体的形成,主要是因为这些物质能使蛋白质的巯基发生氧化,在分子之间形成S-S桥键,即二硫键,强化网状结构。有研究表明,在鱼肉肌球蛋白充分溶出后加入氧化剂可促进二硫键的形成,从而增加其凝胶强度(增加4%~18%)。

2.2.3 鱼肉播溃条件对凝胶强度的影响

播溃或斩拌是鱼糜制品生产中重要工序之一,鱼糜播溃方式对鱼肉蛋白凝胶强度的影响也比较显著。播溃过程分为空播、盐播和调味播溃三个阶段,空播使鱼肉的肌肉纤维组织进一步破坏,为盐溶性蛋白的充分溶出创造良好的条件,盐播使鱼肉在稀盐溶液作用下盐溶性蛋白质充分溶出,形成粘性很强的鱼糜糊溶胶,调味播溃使加入的辅料、调味料及凝胶增强剂与鱼糜糊溶胶充分混合均匀。播溃过程应控制播溃时间、播溃温度、加盐量等参数,以保证鱼糜制品弹性。

陈申如等^[15]研究播溃条件对鱼糜制品品质影响时发现,以冷冻鱼糜为原料进行播溃时,播溃各因素对鱼糜制品弹性的影响程度从大到小依次为:播溃pH值>播溃温度>播溃时间。最佳的播溃条件为播溃温度6~10℃、播溃时间25 min、播溃时鱼糜pH值为7。

2.2.4 加热条件对鱼糜凝胶强度的影响

鱼糜加热的目的有二:一是将蛋白质变性凝固,使鱼糜凝胶化;二是杀灭细菌和霉菌。加热对鱼糜流变学性质有很大影响。不同的加热条件对鱼糜凝胶强度的影响不同。目前对于加热条件的研究主要集中在加热温度、加热时间和加热方式上。

罗永康等^[16]研究不同的加热条件对鲢鱼鱼糜蛋白质凝胶特性时发现,鲢鱼鱼糜在60℃时达到较理想的色泽(白色),较佳凝胶条件为:先经过35~40℃、60 min的凝胶化,再经85℃、30 min加热。在50℃加热时出现凝胶劣化现象。

汪之和等^[17]研究了不同的加热温度、加热时间和加热方式对8种西非鱼糜冻藏后凝胶特性的影响。结果显示这些鱼糜基本上在40℃加热时具有较强的凝胶强度,60~70℃为凝胶劣化温度段。采用40℃加热20 min后再在90℃加热40 min的二段加热方式,可使鱼糜制品具有较高的硬度、弹性和凝胶强度。此外,马鲛鱼、竹荚鱼和花鲷具有较强的抗蛋白质冷冻变性的能力,并具有较高的凝胶强度。

在加热方式方面,有研究表明采用微波加热能起到快速形成凝胶的作用,而且对产品的风味、色泽等方面的影响较其他方式好^[18]。另外,采用高压与热处理结合的方法也能得到比典型热处理样品表现出更好的质构特性^[19]。

由于各种鱼糜基本上在40℃左右具有较强的凝胶形成能力,让其低温凝胶,然后直接加热到使其快速通过凝胶劣变温度地带能显著提高凝胶强度。因此,目前对于鱼糜加热常采用二段加热法。

3 结论与展望

鱼糜凝胶强度是鱼糜制品品质的一个非常关键的因素。在加工过程中,我们应该控制加工的不同阶段不同条件对鱼糜凝胶强度的影响,通过添加不同的增强凝胶强度的添加剂和采取有效的加工方法来提高鱼糜凝胶强度。同时,我们还应该考虑不同的鱼种,不同的季节以及不同的地区的影响。不同的鱼种,鱼肉蛋白质的组成有所不同。不同的捕获季节的鱼肉的凝胶强度也不同。另外,在鱼肉的保藏方面也应该注意。冷藏条件的不同对鱼肉肌肉细胞,肌球蛋白以及

转谷氨酰胺酶活性都有所影响。因此,在鱼糜加工过程中,我们应该根据不同的原料来源选择合适的加工方法,以提高鱼糜的品质。

参考文献

- [1] 陈艳,丁玉庭,邹礼根,殷亚峰.鱼糜凝胶过程得影响因素分析[J].食品研究与开发,2003,24(3):12-15.
- [2] Hermansson A M. Gel Characteristics-Structure as Related to Texture and Waterbinding of Blood Plasma Gels [J]. Journal of Food Science,1982,47(6): 1965-1972.
- [3] 齐凤生.漂洗工艺对鱼糜质量的影响[J].河北渔业,2002,3: 9-10.
- [4] 汪之和,陈明洲,顾红梅,范秀娟.漂洗工艺和抗冻剂对几种西非鱼鱼糜凝胶特性和色泽的影响[J].中国水产科学,2001,8(2): 80-84.
- [5] 王利琴,汪之和,龚蓉珠.漂洗水温对淡水鱼鱼糜蛋白质热变性的影响[J].上海水产大学学报,2002,11(2): 134-137.
- [6] 杨贤庆,李来好,周婉君等.提高鲮鱼鱼糜弹性的方法[J].湛江海洋大学学报,2003,23(4): 25-29.
- [7] 何阳春,洪咏平.鱼糜制品弹性与鱼肉凝胶特性研究进展[J].水产科学,2004,23(6): 41-44.
- [8] 汪学荣,周维禄.复合磷酸盐对鱼糜制品的保水效果研究[J].食品科技,2002,9: 50-51.
- [9] 汪之和,陈明洲,等.漂洗工艺和抗冻剂对几种西非鱼鱼糜凝胶特性和色泽的影响[J].中国水产科学,2001,8(2): 80-85.
- [10] 周爱梅,潘珂,黄文华等.几种添加剂对鲮鱼鱼糜凝胶特性的影响[J].食品科学,2004,25(8): 50-55.
- [11] 何松,孙远明,孟凌华等.钙与热处理对鱼糜凝胶强度的影响[J].食品科学,2000,21(2): 30-33.
- [12] Tsai GJ,Lin SM,Jiang ST.Transglutaminase from *Streptococcus lactis* and Application to Minced Fish Product[J]. Journal of Food Science,1996,61: 1234-1238.
- [13] 孙京新,徐幸莲等.转谷氨酰胺酶制剂对带鱼鱼糜制品品质特性的影响[J].中国食品学报,2004,4(1): 35-38.
- [14] Jiang ST,Hsien JF,Ho L.Combination Effects of Microbial Transglutaminase,Reducing Agent,and Protease Inhibitor on the Quality of Hairtail Surimi[J]. Journal of Food Science,2000, 65(2): 241-245.
- [15] 陈申如,刘阳,李燕杰.擂溃条件对鱼糜制品弹性的影响[J].大连轻工业学院学报,2004,23(3): 194-197.
- [16] 罗永康,沈慧星,潘道东等.鲢鱼鱼糜蛋白质凝胶特性的研究[J].食品与发酵工业,2001,28(1): 23-26.
- [17] 汪之和,范秀娟,顾红梅等.加热条件对几种西非鱼种鱼糜凝胶特性的影响[J].食品与生物技术.2002,21(1): 33-38.
- [18] Cao Yan,Cheng Yudong,Wang Xichang et al.Effects of Heating Methods on Gel-Forming Ability of Silver Carp(*Hypophthalmichthys Molitrix*) Surimi[J]. Journal of Shanghai Fisheries University,2003,12: 78-85.
- [19] 郝磊勇,李汴生,阮征等.高压与热结合处理对鱼糜凝胶结构特性的影响[J].食品与发酵工业,2005,31(7): 35.

广东省食品学会第五届会员代表大会暨“科技创新与食品安全”学术研讨会胜利召开

广东省食品学会第五届会员代表大会暨“科技创新与食品安全”学术研讨会于2007年1月27日在华南师范大学隆重召开。来自省内各高校、科研单位,食品企业的会员代表共200多人出席大会。中国食品科学技术学会、北京、上海、天津、山西等八个地方食品学会及省营养学会等兄弟学会发来贺电、贺词,祝贺大会胜利召开。广东省科协副主席汤世华,华南师范大学党委副书记陈潮光分别致辞,发表了热情洋溢的讲话。

会议期间,第四届理事会理事长曾庆孝教授代表第四届理事会作了“工作报告”,副理事长廖森泰研究员作“广东省食品学会章程修改报告”,常务理事周发茂高级讲师宣读“广东省食品学会”章程,秘书长芮汉明副教授作了“第五届理事会候选人推选工作汇报”。经过民主表决,与会代表一致通过了“学会工作报告”,“章程”和“理事候选人”。第五届理事会召开了第一次会议,选举产生了第五届理事会常务理事及领导机构,曾庆孝教授当选第五届理事会理事长,芮汉明副教授当选第五届理事会秘书长。新一届理事会理事73人,常务理事44人。学会还聘任一些与学会工作相关的政府领导、专家作为学会顾问、名誉副理事长,以加强对学会工作的指导。

学会还表彰了一批对广东省食品学会工作和广东省食品行业工作的发展做出突出贡献的老同志,授予苗田奋、张力田、彭志英、姚汝华、李锐、江兆基、张坤泉等七位教授专家“突出贡献专家”荣誉称号的决定并给予奖励。

在“科技创新与食品安全”学术研讨会上,广东省质量及时监督管理局食品监督处长张欣处长作了《加工食品的安全与监督》,华南农业大学食品学院院长杨公明教授作了《农业现代化与我们的责任》,广州出入境检验检疫局蔡纯处长作了《检验检疫监督管理电子化与食品安全》,广州中医药大学教授黄兆胜作了《中国保健食品的现状与发展对策》的报告。上述报告给会员提供新的科技信息以及在食品工业发展中要认真对待的问题。