

## 盐处理对冷冻扇贝肉糜制品性质的影响

王冰冰<sup>1,2</sup>, 张丽君<sup>1,2</sup>, 万雪<sup>1,2</sup>, 赵前程<sup>\*1,2</sup>, 李建伟<sup>1,2</sup>

(1.大连海洋大学 食品科学与工程学院,辽宁 大连 116023; 2.辽宁省水产品加工与综合利用重点开放实验室,辽宁 大连 116023)

**摘要:** 作者以鲜扇贝柱为原料,结合实际生产工艺,制备扇贝柱肉糜制品,通过添加磷酸盐、食盐及其组合,研究扇贝柱肉糜制品的品质和质量变化。结果表明:磷酸盐和食盐均可以减少解冻和蒸煮失水,且盐质量浓度越高,其蛋白质的水溶性和 TVB-N 值均越低,而其盐溶性增加。

**关键词:** 盐;冷冻;扇贝柱;肉糜制品;质量;影响

中图分类号:TS 254.4

文献标志码:A

文章编号:1673—1689(2012)03—1002—06

## Salt Treatment on the Quality of the Freezing Scallop Mince

WANG Bing-bing<sup>1,2</sup>, ZHANG Li-jun<sup>1,2</sup>, WAN Xue<sup>1,2</sup>, ZHAO Qian-cheng<sup>\*1,2</sup>, LI Jian-wei<sup>1,2</sup>

(1. College of Food Science and Engineering, Dalian Ocean University, Dalian 116023, China, 2. Key and Open Laboratory of Aquatic Products Processing and Utilization of Liaoning Province, Dalian 116023, China)

**Abstract:** During the frozen storage, water loss, protein denaturation, weight and nutrition loss of scallop products was caused. It could bring great economic loss and impede the economic development of local fisheries. Therefore, the development of new scallop products and the study of water holding technology was of great significance. In this paper, the fresh scallop adductor was used as raw materials, and the scallop adductor mince was prepared with the actual production process by adding phosphate, salt and combinations of salt and phosphate. The changes of quality and weight of minced products were studied. Results showed that mixture of salt and phosphate could effectively reduce the loss of cooking and thawing weight, protein water solubility and TVB-N were descended, but protein salt solubility was increased with salt concentration.

**Keywords:** salt, frozen, scallop adductor, minced products, quality, influence

水产品的品质一直受到国内外的广泛关注,随着我国水产加工业的发展,鱼糜制品产量不断增加<sup>[1]</sup>,因此鱼糜制品的质量控制尤为重要。将鱼经采

肉、漂洗、精滤、脱水搅拌冻结加工制成的产品被称之为冷冻鱼糜(鱼浆),将其解冻或直接由新鲜原料制得的鱼糜再经擂溃或斩拌、成型、加热和冷却工

收稿日期:2011-10-24

\* 通信作者:赵前程(1966—),男,辽宁大连人,工学博士,副教授,硕士研究生导师,主要从事水产品加工与贮藏、食品营养与安全方面的研究。E-mail:qczhao@hotmail.com

序制成的即为鱼糜制品。鱼糜是日本称剁碎的肉肉的术语,且鱼肉中大部分的肌浆蛋白被洗掉了。这些增加的肌原蛋白片段是传统鱼糜凝胶或者“kamaboko”的原料<sup>[2]</sup>。鱼肉在冻藏期间,肌原纤维蛋白变性或凝聚成非肌原纤维蛋白会造成质量变化<sup>[3]</sup>。水产品及其制品由于长期在低温冷冻条件下保藏,不但引起蛋白质变性,而且还引起营养与水分一起流失<sup>[4]</sup>。因此需要加入添加剂来改善鱼糜制品的品质。

磷酸盐常用于冷冻水产品,提高其保水性,并降低其解冻损失。通常判断冷冻产品质量的优劣往往取决于其解冻损失的大小。因此,磷酸盐的添加对冷冻产品起着至关重要的作用<sup>[5]</sup>。我国水产品主要出口欧盟和美国,欧盟和美国都允许多聚磷酸盐作为冷冻产品的保水剂添加保证产品质量,且要求鱼片中含量分别不高于0.5%和1%(以五氧化二磷计)。近年来,将磷酸盐、糖和食盐等混合用于鱼片,受到消费者的青睐<sup>[6]</sup>。有关研究也表明,混合盐的添加能降低鱼片的解冻失水,并提高其持水力<sup>[7]</sup>。B. MIN等<sup>[8]</sup>在鲶鱼糜中添加不同浓度的NaCl(1%和2%)和0.4%磷酸盐及其组合。结果表明:磷酸盐和食盐具有协同保水的作用。M. Kamal等<sup>[9]</sup>在对石首鱼加入不同浓度的食盐(质量分数0%、1%、2%、3%、4%、5%和6%),测定其在冻藏过程中的凝胶特性,其中质量分数为3%时效果较好,且同时加入4%山梨酸、4%蔗糖和0.3%磷酸盐凝胶效果更好。Laura Campo-Deaño等<sup>[10]</sup>在冷冻鱿鱼糜中加入质量分数为0.5%多聚磷酸钠、4%山梨醇、4%蔗糖及4%或8%海藻糖,测定其不同防冻剂对其在不同温度和时间下的理化和凝胶性的影响,证明加入0.5%多聚磷酸钠、4%山梨醇、4%蔗糖的样品具有较好的性质。Carmen Gómez-Guí等<sup>[11]</sup>在新鲜的沙丁鱼中同时添加质量分数0.2%磷酸盐和质量分数2.5%的食盐样品具有较好的凝胶特性。W. BIGELOW等<sup>[12]</sup>在鱼糜中加入山梨醇、钠盐、多聚磷酸盐,三者质量分数比为4%:6%:0.3%,来提高其持水性。

作者主要研究添加磷酸盐及不同浓度的食盐的冷冻扇贝肉糜制品在不同的冻藏时间里其品质和质量的变化。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验原料

鲜活扇贝:购于大连长兴市场。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 扇贝肉糜的制备** 分别加入质量分数为0.5%磷酸盐(0.5P)、1.5%食盐(Na)、0.5%磷酸盐+0.5%氯化钠(0.5PN)、0.5%磷酸盐+1%氯化钠(1PN)、0.5%磷酸盐+1.5%氯化钠(1.5PN)、0.5%磷酸盐+2%氯化钠(2PN)、0.5%磷酸盐+2.5%氯化钠(2.5PN)及对照组(不添加任何添加物,C),共制备出8个肉糜产品处理组合。然后采用平板机-24℃速冻3 h。用聚乙烯塑料袋分装,称重,放入-25℃的冰柜中进行冻藏,以备试验所用。分别于1、14、60、150 d进行取样。

**1.2.2 解冻失水率测定** 取经过-25℃冷冻后的样品称重 $W_1$ ,在4℃条件下解冻3 h后再称重为 $W_2$ ,解冻前后质量变化为 $C$ 。

$$C(\%)=(W_1 \times W_2)/W_2 \times 100$$

式中: $C$ 为解冻失水率,%; $W_1$ 为解冻前肉糜的质量,g; $W_2$ 为解冻后肉糜的质量,g。

**1.2.3 蛋白质溶解性的测定** 溶解性的测定根据I. Batista等<sup>[13-15]</sup>的方法,略有改动。每种样品分别取3 g,加入90 mL水或5%NaCl在匀浆机中匀浆90 s,然后再用均质机均质90 s,10 000 r/min下离心20 min,取上清液。用双缩脲法测定上清液蛋白质含量,微量凯氏定氮法测定样品总蛋白质含量。根据下式计算蛋白质的溶解性:

$$X(\%)=C_1 \times V_1/(C_2 \times m) \times 100$$

式中: $X$ 为蛋白质溶解性,%; $C_1$ 为蛋白质的溶解质量浓度,mg/mL; $V_1$ 为蛋白质的溶解体积,mL; $C_2$ 为蛋白质的总含量,%; $m$ 为样品质量,mg。

**1.2.4 蒸煮失重率测定** 将蒸锅洗净,加水,开始加热。每种样品中取出3个肉糜丸,称重( $W_1$ ),待水沸腾后放入蒸锅继续加热10 min,室温下放置冷却5 min,再称重( $W_2$ ),

计算蒸煮失重率:

$$X(\%)=(W_1 - W_2)/W_1 \times 100$$

式中: $X$ 为蒸煮失重率,%; $W_1$ 为蒸煮前肉糜的质量,g; $W_2$ 为蒸煮后肉糜的质量,g。

**1.2.5 挥发性盐基氮的测定** 将各个样品解冻后鱼肉糜取出10 g加入20 mL的7.5%的三氯乙酸(TCA),均浆过滤取上清液10 mL备用。将制备好的样液和2.4 mL的10%NaOH一起加入到蒸馏器反应室中,迅速盖盖,并加水以防止漏气。预先将盛有10 mL硼酸吸收液中加入2滴混合指示液的锥形瓶

置于冷凝管下端,并使其下端插入到锥形瓶内吸收液的液面下。通入蒸汽,蒸馏 4 min 即停止,吸收液用 0.01 mol/L 的盐酸标准溶液滴定,终点至蓝紫色。记录消耗的盐酸标准溶液的体积。

$$X=14 \times A \times B \times 30 / 10$$

式中:  $X$  为样品中挥发性盐基氮的质量分数, mg/100 g;  $A$  为消耗盐酸标准溶液的体积, mL;  $B$  为盐酸标准溶液的摩尔浓度, mol/mL; 14 为 1 mol/L 盐酸标准溶液相当于氮的质量, mg; 30 为 10 mL 样品+20 mL TCA。

## 2 结果与讨论

### 2.1 扇贝肉糜制品在不同冻藏时间里的解冻损失率分析

由图 1 可以看出, 0.5P 和 Na 的解冻失水率分别为 0.59% 和 0.43%, 加入混合盐的为 0.17%~0.53%, 均明显低于对照组 (2.27%) ( $P<0.01$ )。由于解冻质量损失在冻藏过程中变化不大, 因此取 4 次测定的平均值来分析。这一结果表明, 通过添加磷酸盐、食盐或者二者的混合物, 均能明显降低扇贝肉糜制品的解冻失水率。这与宋广磊等<sup>[16]</sup>研究的结果一致。结果表明: 经复合磷酸盐处理的冻贻贝与对照相比, 失水率明显降低 ( $P<0.01$ )。

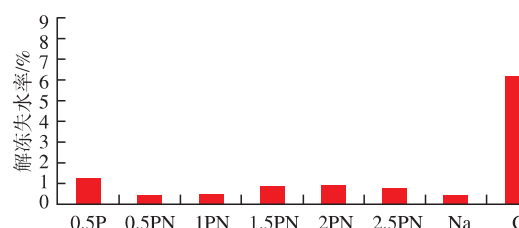


图 1 扇贝肉糜制品在不同冻藏时间里的解冻失水率

Fig.1 Thawing weight loss of the scallop adductor mince in frozen stored

### 2.2 扇贝肉糜制品在不同冻藏时间里的蒸煮失重率分析

从表 1 可见, 随着冻藏时间的增加, 扇贝肉糜制品的蒸煮失重率呈增加趋势。除 C 和 Na 组外, 肉糜制品在冻藏 60 d 内, 蒸煮失重率变化不大, 而在冻藏达到 150 d 时, 肉糜制品的蒸煮失重率迅速增加, 且随着食盐浓度的增加, 其蒸煮失重率减少, 表明添加食盐可降低肉糜的蒸煮失重率。利用 SPSS 软件, 计算得 14 d 和 150 d 的  $P<0.05$ , 差异显著。

李苗云等<sup>[17]</sup>在复合磷酸盐对肉制品加工中的保水性优化研究中提到, 复合的磷酸盐具有较好的减少蒸煮质量损失的作用。B. MIN 和 B.W.GREEN<sup>[18]</sup>在鲶鱼糜中添加不同浓度的 NaCl (1% 和 2%) 和 0.4% 磷酸盐及其组合, 并进行了蒸煮实验。结果表明: 盐浓度越高, 其蒸煮失水率越低。作者研究结果与其较为一致。

表 1 不同扇贝肉糜制品在不同冻藏时间里的蒸煮质量损失

Tab.1 Loss of cooking of the scallop adductor mince in different frozen stored

冻藏时间/d	0.5P	0.5PN	1PN	1.5PN	2PN	2.5PN	Na	C
14	23.07±1.23 <sup>b</sup>	27.36±0.24 <sup>a</sup>	23.85±1.14 <sup>b</sup>	24.12±1.10 <sup>b</sup>	20.44±0.83 <sup>c</sup>	18.56±0.67 <sup>c</sup>	21.38±2.36 <sup>b</sup>	25.67±0.62 <sup>a</sup>
60	24.50±2.13 <sup>b</sup>	27.72±1.09 <sup>a</sup>	25.16±2.30 <sup>a</sup>	25.03±1.25 <sup>a</sup>	21.47±1.23 <sup>b</sup>	18.06±0.75 <sup>c</sup>	19.33±2.31 <sup>c</sup>	26.11±1.58 <sup>a</sup>
150	27.49±2.15 <sup>a</sup>	29.28±1.32 <sup>a</sup>	27.21±2.19 <sup>a</sup>	25.14±1.52 <sup>b</sup>	26.96±2.03 <sup>a</sup>	24.83±1.40 <sup>b</sup>	22.15±1.25 <sup>c</sup>	26.67±1.12 <sup>a</sup>

### 2.3 扇贝肉糜制品在冻藏时间里的 pH 值变化分析

由表 2 可以看出, 肉糜制品在冻藏过程中其 pH 值变化较小, 但总体来讲, 随着冻藏时间的增加, 扇贝肉糜制品的 pH 值均有略微的升高。同一贮藏时间内, 各扇贝肉糜制品的 pH 值相差很小, 扇贝肉糜的本身 pH 值为 6.8, 因此, 加入磷酸盐和食盐对扇贝肉糜本身的 pH 影响很小。这与 Grzegorz Szczepanik 等<sup>[19]</sup>测定了在冷藏过程中鲱鱼的 pH 值变化相同, 其鲱鱼在冻藏 0~4 个月中, 变化幅度不大。

### 2.4 扇贝肉糜制品在冻藏时间里的 TVB-N 变化分析

从表 3 可知, 随着冻藏时间的增加。扇贝肉糜制品的 TVB-N 逐渐增加, 在 150 d 时, 肉糜制品的 TVB-N 值约为 14 d 时的 2~3 倍。在冻藏达到 150 d 时, 加盐量越高, 扇贝肉糜制品的 TVB-N 值增加的越小, 其中 2.5PN 组 TVB-N 值明显低于其他组。Kasem Nantachai<sup>[20]</sup>对鲶鱼在 0~18 d 的冻藏过程中其 TVB-N 进行了测定, 其结果为 15~45 mg/dL, 明显高于扇贝肉糜制品在冻藏过程中的 TVB-N 值。

表 2 不同冻藏时间对扇贝肉糜制品 pH 的影响  
Tab.2 Effect on pH of the scallop adductor mince by different frozen stored

冻藏时间/d	0.5P	0.5PN	1PN	1.5PN	2PN	2.5PN
14	6.71±0.01	6.78±0.06	6.72±0.01	6.76±0.01	6.85±0.01	6.80±0.01
60	6.82±0.01	6.86±0.00	6.87±0.01	6.84±0.01	6.85±0.01	6.82±0.01
150	7.05±0.02	6.94±0.04	6.97±0.03	6.92±0.01	6.90±0.01	6.86±0.01

表 3 不同扇贝肉糜制品在冻藏时间里的 TVB-N 值  
Tab.3 TVB-N of the scallop adductor mince after different frozen stored (mg/dL)

冻藏时间/d	0.5P	0.5PN	1PN	1.5PN	2PN	2.5PN	C
14	9.03±1.01a	8.61±1.11b	7.14±1.25c	8.82±1.06b	7.14±1.21c	9.66±1.14a	8.91±1.21b
60	8.90±1.14a	9.00±1.17a	8.00±1.11b	9.01±1.28a	8.19±1.07b	8.82±2.10a	9.22±1.91a
150	26.77±1.31b	30.24±1.87a	24.46±1.47b	16.38±1.44c	13.23±1.19c	11.90±1.08c	32.15±1.35a

## 2.5 扇贝肉糜制品在冻藏时间里的溶解性变化分析

**2.5.1 扇贝肉糜制品在冻藏时间里的水溶性分析**  
从图 2 中可以看出,扇贝肉糜制品在 0~60 d 的冻藏期内,蛋白质水溶性随着冻藏时间的增加呈下降趋势,在达到 150 d 时,除了 Na 和 C 外,其他处理组的蛋白质水溶性均升高,并且随着盐浓度的增加而下降;最高为 0.5P,2.5PN 最低,而 C 和 Na 的蛋白质水溶性在 1.5PN 到 2PN 之间变化,并且二者相差不大。

Benjakul 等<sup>[21]</sup>发现鱼肉蛋白在冻藏中易发生变性而使其溶解性下降,且溶解性的降低和蛋白质结构的变化有很大的关系。冻藏的鳕鱼糜是的聚集成型是由二级结构和二硫键组成的<sup>[22]</sup>。在冷冻期间,除双硫键的形成、组织结构、氢键、羟基产生聚集也会导致鱼糜中蛋白质的溶解性降低<sup>[23]</sup>。Srikarand Reddy<sup>[24]</sup>研究表明,在冷藏过程中边缘蛋白质的溶解性降低。并且发现在冷藏过程中牛奶鱼的盐溶性降低。Wousu 和 Hultni<sup>[25]</sup>认为,冷冻过程中不但肌原纤维蛋白发生变性,水溶性蛋白即肌浆蛋白也发生变性,并且肌浆蛋白在红鲮鱼肉组织结构的劣化中起重要作用。

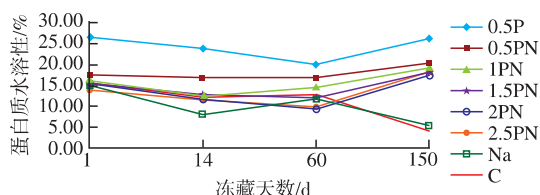


图 2 冻藏时间对扇贝肉糜蛋白水溶性的影响

Fig.2 Effect on water protein solubility of the scallop adductor mince by different frozen stored

**2.5.2 扇贝肉糜制品在冻藏时间里的盐溶性分析**  
从图 3 中可以看出,扇贝肉糜的盐溶性在整个冻藏过程中先下降,再上升,而后再下降。0.5P 组在整个冻藏过程中,蛋白质的盐溶性变化波动较大。从盐浓度来看,随着盐浓度的增加,蛋白质的盐溶性增加。但是加入 0.5~1.5%的氯化钠的处理组溶解性相差不大,而加入磷酸盐组的盐溶性均比 Na 和 C 组高。

曾有很多学者也得出了相似的结论。Reya<sup>[26]</sup>在 1933 年就报道了鱼肉在冷藏过程中变硬和蛋白盐溶性下降的现象。Connal 等<sup>[27]</sup>研究发现,随着冻藏时间的延长,鳕鱼鱼肉中的肌球蛋白的溶解度下降,而肌动蛋白的溶解度未变。作者认为这是由于肌球蛋白的不稳定所导致的。Awusu-Anasha 等<sup>[28]</sup>用 SDS-APGE 研究冻藏过程中红鲮水溶性和盐溶性蛋白质变化的结果表明,在肌浆蛋白中,相对分子质量为 102 000、82 000 和 73 000 的蛋白质容易变性。在盐溶性蛋白中,容易变性的蛋白为肌球蛋白重链、M-蛋白、原肌球蛋白、肌钙蛋白-I 和肌钙蛋白-C。

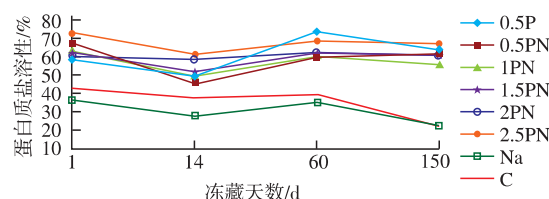


图 3 冻藏天数对扇贝肉糜蛋白质盐溶性的影响

Fig.3 Effect on salt protein solubility of the scallop adductor mince by different frozen stored



### 3 结 语

不同的盐组合和盐浓度对扇贝肉糜制品的解冻失水率、蒸煮失重率、蛋白质溶解性均有显著影

响。加入食盐和磷酸盐能显著降低扇贝肉糜的解冻失水率;随着食盐浓度增加,扇贝肉糜的蒸煮失水率、TVB-N、蛋白质水溶性逐渐增加,而蛋白质盐溶性逐渐降低。

### 参考文献:

- [1] 赵文秀, 潘海云, 王锡昌, 等. 用于分子溯源的鱼糜 DNA 随加工过程的质量变化分析 [J]. 食品与生物技术学报, 2011, 30(5): 767-773.  
ZHAO Wen-xiu, PAN Hai-yun, WANG Xi-chang, et al. Quality changes of DNA during processing to surimi used for traceability[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011, 30(5): 767-773. (in Chinese)
- [2] Suzuki T. Fish and Krill Proteins; Processing Technology[M]. London: Applied Science Publishers, 1981.
- [3] Shenouda S Y K. Protein: denaturation in frozen fish[J]. **Advances in Food Research**, 1980, 26: 275-311.
- [4] 赵前程, 谢智芬, 刘俊荣, 等. 磷酸酯淀粉对冷冻大菱鲆鱼肉保水效果的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(5): 65-68.  
ZHAO Qian-cheng, XIE Zhi-fen, LIU Jun-rong, et al. Effect of phosphate starch on water retention of refrigerated flesh of *Scopelogadus maximus*[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2008, 27(5): 65-68. (in Chinese)
- [5] Alex Augusto Goncalves, Barbara Trindade Rech. Quality evaluation of frozen seafood (*Genypterus brasiliensis* *Prionotus punctatus*, *Pleoticus muelleri* and *Perna perna*) previously treated with phosphates[J]. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2008, 3(3): 248-258.
- [6] Esaiassen M, Ostli J, Joensen S R, et al. Brining of cod fillets: effects of phosphate, salt, glucose, ascorbate and starch on yield, sensory quality and consumers liking[J]. **Lwt-Food Science and Technology**, 2005, 38: 641-649.
- [7] Thorarindottir K A, Gunmundsdottir G, Arason S, et al. Effects of added salt, phosphates, and proteins on the chemical and physicochemical characteristics of frozen cod (*Gadus morhua*) fillets[J]. **Journal of Food Science**, 2004, 69(4): 144-152.
- [8] Channarong Chomnawang, Kasem Nantachai. Chemical and biochemical changes of hybrid cat fish fillet stored at 4 °C and its gel properties[J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 420-427.
- [9] M Kamal, M Ismail Hossain. Effect of concentration and cryoprotectants on gel-forming ability of surimi prepared from queen fish (*Chorinemus Lysan*) during frozen storage[J]. **Pak J Boil Sci**, 2005, 8(6): 793-797.
- [10] Laura Campo-Deaño, Clara A Tovar, Javier Borderías. Effect of several cryoprotectants on the physicochemical and rheological properties of surimi gels from frozen squid surimi made by two methods[J]. **Journal of Food Engineering**, 2010, 97: 457-464.
- [11] Carmen Gomez-Guillen, Teresa Sola, Pilar Montero. Influence of added salt and non-muscle proteins on the rheology and ultrastructure of gels made from minced flesh of sardine (*Sardina pilchardus*) [J]. **Food Chemistry**, 1997, 3(58): 193-202.
- [12] W Bigelow and M Lee. Evaluation of various infused cryoprotective ingredients for their freeze-thaw stabilizing and texture improving properties in frozen red hake muscle[J]. **Journal of Food Science**, 2007, 72(1): 56-64.
- [13] I Batista, C Pires, R Nelhas. Extraction of sardine proteins by acidic and alkaline solubilization[J]. **Food Science and Technology International**, 2007, 13(3): 189-194.
- [14] M Geirsdottir, H Hlynisdottir, G Thorkelsson, et al. Solubility and viscosity of herring (*Clupea harengus*) proteins as affected by freezing and frozen storage[J]. **Journal of Food Science**, 2007, 72(7): 376-380.
- [15] Channarong Chomnawang, Kasem Nantachai, Jirawat Yongsawatdigul, et al. Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4°C and its gel properties[J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 420-427.
- [16] 宋广磊, 戴志远, 王宏海. 复合磷酸盐对粒冻贻贝失水率影响的研究[J]. 食品与发酵工业, 2006, (04): 27-30.  
SONG Guang-lei, DAI Zhi-yuan, WANG Hong-hai. Research on the effect of complex phosphates on the water loss rate of quick freezing (IQF) mussel[J]. **Food and Fermentation Industries**, 2006, (04): 27-30. (in Chinese)
- [17] 李苗云, 张秋会, 赵改名, 等. 复合磷酸盐对肉制品加工中的保水性优化研究[J]. 食品科学, 2009, 8: 80-85.  
LI Miao-yun, ZHANG Qiu-hui, ZHAO Gai-ming, et al. Optimization of compound phosphates on water holding capacity in processing of meat products[J]. **Food Science**, 2009, 8: 80-85. (in Chinese)

- [18] B MIN, B W GREEN. Use of microbial transglutaminase and nonmeat proteins to improve functional properties of low NaCl, phosphate-free patties made from channel catfish (*Ictalurus punctatus*) Belly Flap Meat [J]. **Journal of Food Science**, 2008, 73 (5): 218–226.
- [19] Grzegorz Szczepanik, Krzysztof Kryżka, Marta Ostrowska. Influence of method of packing on physicochemical and textural changes in atlantic herring during frozen storage[J]. **Acta Sci Pol, Technol Aliment**, 2010, 9(4): 425–441.
- [20] Channarong Chomnawang, Kasem Nantachai. Chemical and biochemical changes of hybrid catfish fillet stored at 4°C and its gel properties[J]. **Food Chemistry**, 2007, 103: 420–427.
- [21] Sootawat Benjakul, Wonnop Visessanguanb, Chutima Thongkaew. Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand[J]. **Food Hydrocolloids**, 2005, 19: 197–207.
- [22] Tejada M, Torrejon C P, DelMazo M L, et al. Protein extracts and aggregates forming in minced cod (*Gadus morhua*) during frozen storage[J]. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 1996, 44: 3308–3314.
- [23] Jiang S T, Hwang D C, Chen C S. Effect of storage temperature on the formation of disulfide and denaturation on milkfish actomyosin (*Chanoschanos*) [J]. **Journal of Food Science**, 1988, 53: 1333–1335.
- [24] Srikar N N, Reddy G V S. Protein solubility and emulsifying capacity in frozen stored fish mince[J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 1991, 55: 447–453.
- [25] Owusu-Ansah Y J, Hultin H. Effect of in situ formaldehyde production on solubility and cross linking of protein of minced red hake muscle during frozen storage[J]. **Journal of Food Biochemistry**, 1987, 11: 17–39.
- [26] Dyer W J. Protein denaturation in frozen and stored fish[J]. **Food Research**, 1951, 16: 522–526.
- [27] Connell J J. Changes in amount of myosin extractable from cod flesh during storage –14 °C [J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 1962, 13: 607.
- [28] Owusu-Ansah Y J, Hultin H O. Effect of in situ formaldehyde production on solubility and cross linking of protein of minced red hake muscle during frozen storage[J]. **Journal of Food Biochemistry**, 1987, 11: 17–39.

## 会议信息

### 1. 会议名称(中文): 2012年食品安全和产品真实性技术国际论坛

会议名称(英文): 2012 International Forum on Technologies Used in Food Safety and Product Authentication

所属学科: 分析化学, 动物食品科学

开始日期: 2012-11-14 结束日期: 2012-11-15

所在城市: 北京市 朝阳区 主办单位: 欧盟驻华使团 承办单位: 中国食品发酵工业研究院

摘要截稿日期: 2012-09-05 全文截稿日期: 2011-10-05

联系人: 钟其顶 陈楠楠 联系电话: 01064666533 传真: 010-64677607

E-MAIL: faitlabs@gmail.com 会议网站: [http://www.fait.com.cn/\\_d274437792.htm](http://www.fait.com.cn/_d274437792.htm)

### 2. 会议名称(中文): 2012年中国水产学会学术年会

所属学科: 农林基础, 水产学, 动物食品科学

开始日期: 2012-11-06 结束日期: 2012-11-08

所在城市: 河南省 郑州市 主办单位: 中国水产学会

[会务组联系方式] 联系人: 樊菲菲 联系电话: 010-59199608

E-MAIL: csfish@vip.163.com 会议网站: <http://www.csfish.org.cn/csf/showInfo.asp?id=762>