

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20180810002

http://www.yykxjz.cn/

唐淑玮, 高瑞昌, 赵元晖, 曾名湧, 冯秋凤, 陈依萍. 鲟鱼鱼糜漂洗工艺优化及其对品质的影响. 渔业科学进展, 2019, 40(1): 155-160

Tang SW, Gao RC, Zhao YH, Zeng MY, Feng QF, Chen YP. Optimization of rinsing process for sturgeon surimi and its effect on the quality of productions. Progress in Fishery Sciences, 2019, 40(1): 155-160

鲟鱼鱼糜漂洗工艺优化及其对品质的影响*

唐淑玮¹ 高瑞昌² 赵元晖^{1①} 曾名湧¹ 冯秋凤¹ 陈依萍¹

(1. 中国海洋大学食品科学与工程学院 青岛 266003; 2. 江苏大学食品与生物工程学院 镇江 212013)

摘要 本研究以鲟鱼(*Acipenser sinensis*)肉为原料,通过正交实验对鲟鱼鱼糜的漂洗工艺进行了优化,对鱼糜漂洗前后的蛋白质含量及其组成、水分分布、凝胶性能等进行了研究。结果显示,鲟鱼鱼糜的最佳漂洗工艺为:水漂洗 1 次,盐水漂洗 1 次,盐的质量分数为 0.25%,漂洗时间为 1 min。鲟鱼鱼糜经漂洗后,其盐溶性蛋白比例显著升高($P<0.01$);鱼糜中的水分受到的束缚力增加,自由度减小,形成了更为致密的凝胶网状结构;破断力、凹陷距离、凝胶强度、持水力、白度等表征凝胶性能和鱼糜品质的指标明显提升。研究表明,采用恰当的漂洗工艺可显著提高鲟鱼鱼糜的品质。

关键词 鲟鱼; 鱼糜; 漂洗; 品质

中图分类号 TS254.7 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2019)01-0155-06

鱼糜是将鱼宰杀后,经过前处理(去头、皮、内脏),再经采肉、漂洗、脱水、擂溃等得到的肌原纤维蛋白的浓缩物(Liu *et al.*, 2014),是生产鱼香肠、鱼丸等制品的原材料。鱼糜制品属于低脂肪、高蛋白的营养健康食品,深受消费者喜爱。近年来,鱼糜产业发展迅速,需求量快速增长,原料鱼供应不足正逐渐成为限制产业发展的重要因素(朱琳等, 2018)。淡水鱼养殖产量高、供应有保障,是鱼糜加工的重要原料来源(宋迁红等, 2014)。淡水鱼作为鱼糜加工原料,不仅可以解决鱼糜加工原料短缺的问题,还能实现低值淡水鱼的高值化利用,因而成为科研工作者研究的热点(吴润锋等, 2014)。

鲟鱼(*Acipenser sinensis*)是一种经济价值较高的中大型淡水鱼。我国是世界鲟鱼养殖第一大国(许永安等, 2011),养殖产量已占到世界鲟鱼养殖总产量的

85%(周晓华, 2015)。然而,我国的鲟鱼加工水平总体上还处于初级阶段,加工品以鲟鱼籽酱为主,对鲟鱼肉的开发利用程度还较低(陈细华等, 2017; 林连升等, 2010)。鲟鱼鱼肉营养丰富,蛋白质含量高,所含的 8 种必需氨基酸评分均超过 WHO 推荐的成人氨基酸需求量模式,符合鱼糜加工的营养要求。另外,鲟鱼无肌间刺,可节省鱼糜加工中的粗滤和精滤步骤。而目前以鲟鱼肉为原料制备鱼糜的研究报道还较少。漂洗作为鱼糜加工的重要步骤之一,可在一定程度上去除鱼肉中的腥味、色素和水溶性蛋白质等成分,改善鱼糜的品质(方兵等, 2018)。如吴润锋等(2014)研究发现,漂洗前后四大家鱼鱼糜的品质得到了显著提高,其凝胶强度、折叠柔韧性、持水性能以及白度值显著上升,组织蛋白酶 H 几乎被完全漂洗去除。乔翠平等研究(2017)发现,用含有锌离子的漂洗液可

* 山东省重点研发项目(2017GHY15128)和现代农业产业技术体系专项资金(CARS-46)共同资助[This work was supported by Shandong Province Key Research and Development Project (2017GHY15128), and China Agriculture Research System (CARS-46)]. 唐淑玮, E-mail: tangshuwei@stu.ouc.edu.cn

① 通讯作者: 赵元晖, 副教授, E-mail: zhaoyuanhui@ouc.edu.cn

收稿日期: 2018-08-10, 收修改稿日期: 2018-08-14

以有效改善鲢鱼(*Hypophthalmichthys molitrix*)鱼糜的凝胶性能。

本研究以鲟鱼鱼肉为原料,通过正交实验优化鱼糜的漂洗工艺,同时,对漂洗前后鱼糜的蛋白质组成及其含量、水分分布状态、凝胶性能等指标进行分析,进而研究漂洗对鲟鱼鱼糜品质的影响,为鲟鱼鱼糜加工提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

实验所用鲟鱼为施氏鲟(*Acipenser schrenckii*)与西伯利亚鲟(*Acipenser baeri*)杂交品种,购于山东青岛市城阳区,体重为1500~2000 g,活体运输至实验室。

食盐、山梨醇、三聚磷酸钠均为食品级;KCl、CuSO₄·KNaC₄H₄O₆·4H₂O、NaOH均为分析纯(国药集团化学试剂有限公司);三羟甲基氨基甲烷为分析纯(Sigma公司,美国)。

1.2 仪器与设备

TJ12-H型绞肉机(广东恒联食品机械有限公司);SY-5型斩拌机(广州市善友机械设备有限公司);CV-600型恒温水浴锅(上海福马实验设备有限公司);LG10-3A型冷冻离心机(北京医用离心机厂);FJ-200型高速均质机(上海标本模型厂);NM2012型核磁共振成像分析仪(上海纽迈电子科技有限公司);TMS-PRO型质构仪(Food Technology公司,美国);WSC-S型色差仪(上海圣科仪器设备有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 鱼糜制备工艺 原料鱼→前处理(去头、骨、皮、内脏)→清洗→采肉→漂洗→脱水(保证水分含量在80%以下)→添加抗冻剂,混合(抗冻剂:0.25%三聚磷酸钠、4%山梨醇)→冻藏→半解冻(4℃放置过夜)→擂溃(先空擂2 min,再加2%的盐擂溃2 min)→成型(手工灌肠)→90℃水浴30 min→冰水冷却10 min→鱼糜样品(4℃放置过夜后测定指标)

1.3.2 鱼糜漂洗工艺的优化 以水漂洗次数、盐漂洗次数、盐浓度、漂洗时间为因素,采用4因素3水平L₉(3⁴)设计正交实验(表1),以凝胶强度为检测指标确定最佳漂洗工艺。

1.3.3 蛋白质组成及其含量的测定 粗蛋白含量的测定采用凯氏定氮法。鱼糜蛋白质组成及其含量的测定参考Sun等(2017)、卢涵(2017)的方法并略作修改。取10 g鱼糜,加入100 ml冰冷的去离子水均质

表1 正交实验因素水平
Tab.1 Orthogonal experiment design

水平 Level	因素 Factor			
	A 水漂洗 次数 Water rinse times	B 盐漂洗 次数 Salt rinse times	C 盐浓度 Salt concentration (%)	D 漂洗 时间 Rinsing time (min)
1	1	1	1	1
2	2	2	0.5	3
3	3	3	0.25	5

2 min,在4℃条件下搅拌30 min。匀浆液4℃条件下10000 r/min离心15 min,收集上清液。沉淀中加入100 ml Tris-HCl缓冲液(50 mmol/L KCl,20 mmol/L Tris-HCl,pH 7.0),均质2 min,4℃条件下,搅拌30 min,10000 r/min离心15 min,收集上清液。合并2次上清液作为水溶性蛋白溶液。沉淀加入100 ml Tris-HCl缓冲液(0.6 mol/L KCl,20 mmol/L Tris-HCl,pH 7.0),均质2 min,4℃条件下搅拌60 min,10000 r/min离心15 min,上清液为盐溶性蛋白溶液,用双缩脲法(Gornall *et al.*,1949)测定。

1.3.4 鱼糜中水分分布状态分析 参照Zhang等(2013)的方法,测定鱼糜样品T₂弛豫时间。测试条件为:质子共振频率为22.6 MHz,测量温度为32℃。采用仪器自带软件进行数据处理,选用CPMG序列,τ-值为100 μs,用指数衰减曲线进行反演,反演结果包括T₂弛豫时间对应的峰面积及峰宽度。

1.3.5 鱼糜凝胶强度的测定 将鱼糜样品于室温放置一段时间后,切成高为2.5 cm的圆柱状,用TMS-PRO质构仪测定其破断力及凹陷距离。测定参数:直径为5 mm的圆柱形探头;触发力为10.0 g;测试速度为60.0 mm/min;下压位移为15.0 mm。

1.3.6 鱼糜持水力的测定 参照Sánchez-González等(2008)的方法稍作修改。将样品切成5 mm的薄片,将薄片分成8等份,取1.5 g样品,记录质量m₁,将其用3层滤纸包裹放入50 ml离心管中,4℃条件下,5000 r/min离心15 min,迅速取出样品,记录质量m₂,按式(1)计算。

$$\text{持水力(Water holding capacity, \%)} = m_2 / m_1 \times 100 \quad (1)$$

1.3.7 鱼糜白度的测定 将样品切成约1 cm厚的薄片,室温下用测色色差仪测定。仪器采用标准白板校正,得到L、a*、b*值,按式(2)计算白度(Whiteness, W)(Zhang *et al.*,2015)。

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

式(2)中,L为样品亮度,a*为红绿偏向,b*为黄蓝偏向。

1.3.8 数据分析 使用 SPSS 19.0 软件对实验数据进行差异显著性分析, 采用 Origin 2016 软件作图。

2 结果与分析

2.1 鱼糜漂洗工艺参数

鲟鱼鱼糜漂洗工艺优化的正交实验结果见表 2。根据极差判定各因素影响鱼糜凝胶强度的主次顺序为: C(盐浓度)>D(漂洗时间)>B(盐漂洗次数)>A(水漂洗次数)。盐浓度对鱼糜凝胶强度的影响最大, 这与余永名等(2016)的研究结果类似。由直观性分析, 实验水平 5 的凝胶强度最大。将 4 个因素与每个水平下的平均凝胶强度对比, 可得出鱼糜漂洗最优水平组合

为 $A_1B_1C_3D_1$, 即鱼糜漂洗的最佳工艺为: 水漂洗 1 次, 盐漂洗 1 次, 盐浓度为 0.25%, 漂洗时间为 1 min。按此设计进行验证实验, 鱼糜凝胶强度为 5069.45 g/mm, 大于实验组各组数据, 证明正交实验结果是最优化的。

2.2 漂洗工艺对鱼糜品质的影响

2.2.1 漂洗对蛋白质含量及其组成的影响 在鱼糜生产过程中, 漂洗可除去鱼肉中的部分水溶性蛋白质、脂质、腥味物质、色素以及无机离子等, 从而改善鱼糜的品质(杨文鸽等, 2016)。漂洗前鱼糜样品粗蛋白含量为 14.74%, 而漂洗后的鱼糜样品粗蛋白含量为 18.07%, 表明漂洗可去除大部分杂质。

表 2 鱼糜漂洗工艺优化的正交实验结果
Tab.2 Results of orthogonal experiment for surimi rinsing

水平 Level	A 水漂洗次数 Water rinse times	B 盐漂洗次数 Salt rinse times	C 盐浓度 Salt concentration (%)	D 漂洗时间 Rinsing time (min)	凝胶强度 Gel strength (g/mm)
1	1	1	1	1	3294.58
2	1	2	0.5	3	3432.67
3	1	3	0.25	5	3527.22
4	2	1	0.5	5	3441.98
5	2	2	0.25	1	4074.49
6	2	3	1	3	1562.40
7	3	1	0.25	3	3521.30
8	3	2	1	5	2079.68
9	3	3	0.5	1	3594.94
K1	3418.15	3419.29	2312.22	3654.67	
K2	3026.29	3195.61	3489.86	2838.79	
K3	3065.30	2894.85	3707.67	3016.29	
R	391.86	524.43	1395.44	815.88	

鱼类肌肉蛋白质按其溶解性可分为水溶性蛋白、盐溶性蛋白和不溶性蛋白, 其中, 水溶性蛋白主要是肌浆蛋白(Tornberg, 2005), 而盐溶性蛋白则包括肌动蛋白、肌球蛋白等, 是形成凝胶的主要蛋白质。由图 1 可以看出, 鱼糜中的水溶性蛋白、不溶性蛋白经漂洗后, 比例明显下降, 盐溶性蛋白比例则明显升高, 这对提高鱼糜的凝胶性能具有重要作用。

2.2.2 漂洗对鱼糜中水分分布状态及持水力的影响

鱼糜中的水分与凝胶强度密切相关(杨文鸽等, 2016)。从图 2 可以看出, 鲟鱼鱼糜 T_2 弛豫时间分为 4 个区间: T_{21} (0.1~5.0 ms)、 T_{22} (6.0~15.0 ms)、 T_{23} (20~160 ms)和 T_{24} (200 ms 以上), 分别表征了鱼糜中不同状态的水。 T_{21} 和 T_{22} 为结合水, T_{23} 为不易流动水, T_{24} 为可以自由迁移的水, 即自由水。鱼糜经漂洗后, T_2 弛豫时间整体向左发生偏移, 表明鱼糜中的水分受到的束缚力增加, 自由度减小。 T_{23} 对应的是凝胶网络

结构中滞留的不易流动水, 是鱼糜凝胶水分中最主要的组成部分。 T_{23} 横向弛豫时间变短, 表明漂洗使得鱼糜的凝胶网状结构更加致密, 对水的束缚能力更强。

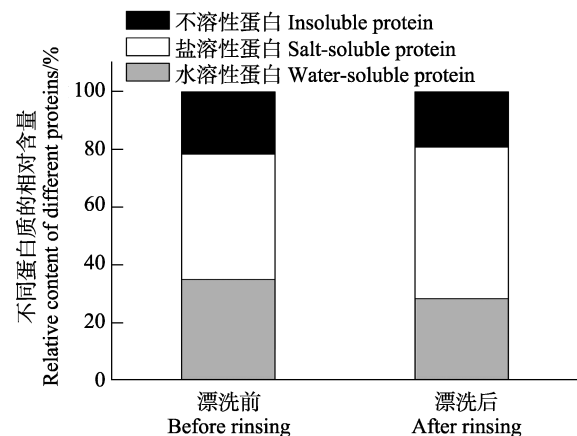


图 1 漂洗前后蛋白质组成的变化
Fig.1 Effect of rinsing on protein composition of surimi

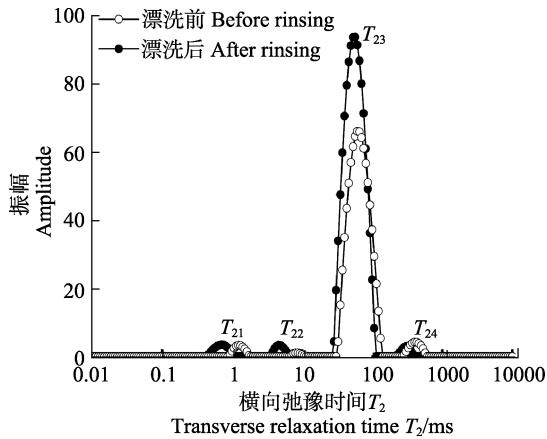


图2 漂洗前后横向弛豫时间 T_2 的分布变化
Fig.2 Effect of rinsing on transverse relaxation time T_2 distribution of surimi

持水力即鱼糜将水保留在凝胶组织中的能力 (Chaijan *et al.*, 2006), 与产品的质地、嫩度、弹性、口感等密切相关。从表3可以看出, 漂洗后鱼糜的持水力显著高于漂洗前 ($P < 0.01$), 说明鱼糜经漂洗后形成了更为致密的网状结构, 有效束缚住了凝胶结构中的水分。这一结果与 T_{23} 横向弛豫时间变短使凝胶结构对水的束缚力增大的结果相一致。

2.2.3 漂洗对鱼糜白度的影响 白度是影响鱼糜制品外观品质以及被消费者接受程度的重要因素。白度是亮度 (L 值)、红绿度 (a^* 值) 和黄蓝度 (b^* 值) 的综合体现, 与鱼糜凝胶的蛋白结构、是否变性以及所含散色粒子的大小等因素有关 (Kang *et al.*, 2007)。从表3可以看出, 鱼糜经漂洗后, 其白度值显著增加 ($P < 0.01$), 这与漂洗去除残留的血、可溶性杂质有关。另外, L 值也显著增加, a^* 值和 b^* 值显著降低, 说明漂洗除去杂质后, 有效提高了鱼糜的亮度, 降低了红绿度和黄蓝度, 提高了鱼糜的品质。

表3 漂洗前后鱼糜持水力、白度的变化
Tab.3 Effect of rinsing on WHC, whiteness of surimi

组别 Groups	持水力 WHC (%)	亮度 L	红绿度 a^*	黄蓝度 b^*	白度 Whiteness
漂洗前 Before rinsing	78.37	66.67	2.21	11.54	64.66
漂洗后 After rinsing	85.02**	68.43*	0.35**	9.60**	67.03**

*为差异显著 ($P < 0.05$); **为差异极显著 ($P < 0.01$), 下表同

*represents significant difference ($P < 0.05$); ** represents highly significant difference ($P < 0.01$). The same as below

2.2.4 漂洗对鱼糜凝胶性能的影响 凝胶性能是评价鱼糜制品品质特征与品质的重要指标 (郭培等,

2016; 王蒙娜等, 2017)。其中, 破断力反映的是样品的硬度, 凹陷距离反映的是样品的弹性, 而凝胶强度是破断力与凹陷距离的乘积 (Sakamoto *et al.*, 1995)。从表4可以看出, 漂洗前后鱼糜凝胶的破断力、凹陷距离和凝胶强度的变化。鱼糜经漂洗后, 其破断力、凹陷距离和凝胶强度均显著提高 ($P < 0.05$)。漂洗在一定程度上起到了浓缩肌原纤维蛋白的作用, 同时可以除去鱼糜中部分内源性组织蛋白酶, 有效防止鱼糜凝胶的劣化, 使凝胶强度增强。

表4 漂洗前后鱼糜凝胶性能的变化
Tab.4 Effect of rinsing on gel properties of surimi

组别 Groups	破断力 Breaking force (g)	凹陷距离 Deformation distance (mm)	凝胶强度 Gel strength (g/mm)
漂洗前 Before rinsing	426.50	6.74	2876.55
漂洗后 After rinsing	523.00*	9.70*	5069.45*

3 结论

鲟鱼鱼糜较优的漂洗工艺参数为: 水漂洗1次, 盐漂洗1次, 盐浓度为0.25%, 漂洗时间为1 min。鲟鱼鱼糜经漂洗后, 水溶性蛋白比例下降, 而盐溶性蛋白比例明显升高, 更有利于形成致密的凝胶网状结构, 表现为破断力、凹陷距离、凝胶强度、持水力等指标显著提高。同时, 漂洗去除了大部分杂质, 增加了鱼糜的白度值, 提升了产品的外观品质。本研究初步探究了鲟鱼鱼糜的漂洗工艺以及漂洗前后鱼糜的品质变化, 为鲟鱼产品的开发利用提供了理论参考。

参 考 文 献

- Chen XH, Li CJ, Yang CG, *et al.* Status and prospects of techniques in the sturgeon aquaculture industry in China. *Freshwater Fisheries*, 2017, 47(6): 108–112 [陈细华, 李创举, 杨长庚, 等. 中国鲟鱼产业技术研发现状与展望. *淡水渔业*, 2017, 47(6): 108–112]
- Chaijan M, Benjakul S, Visessanguan W, *et al.* Physicochemical properties, gel-forming ability and myoglobin content of sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi produced by conventional method and alkaline solubilisation process. *European Food Research and Technology*, 2006, 222(1–2): 58–63
- Fang B, Wang ZH, Shi WZ. Effects of rinsing times on the flavor compounds of bream surimi. *Science and Technology of Food Industry*, 2018, 39(1): 11–21 [方兵, 汪之和, 施文正. 漂洗次数对鳊鱼鱼糜风味物质的影响. *食品工业科技*, 2018, 39(1): 11–21]

- Gornall AG, Bardawill CJ, David MM. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, 1949, 177(2): 751–766
- Guo P, Li C, Shen XR, *et al.* Golden pompano fish and tilapia fish skin gelatin improving quality of tilapia surimi. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(S2): 406–411 [郭培, 李川, 申铨日, 等. 金鲷鱼肉和罗非鱼皮明胶改善罗非鱼碎肉鱼糜品质. *农业工程学报*, 2016, 32(S2): 406–411]
- Kang GH, Yang HS, Jeong JY, *et al.* Gel color and texture of surimi-like pork from muscles at different rigor states post-mortem. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 2007, 20(7): 1127–1134
- Liu Q, Kong BH, Han JC, *et al.* Effects of superchilling and cryoprotectants on the quality of common carp (*Cyprinus carpio*) surimi: Microbial growth, oxidation, and physiochemical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 2014, 57(1): 165–171
- Lin LS, Fang H, Pan YP, *et al.* Discussion on industrialization development of sturgeon caviar processing in China. *Progress in Fishery Sciences*, 2010, 31(5): 117–121 [林连升, 方辉, 潘咏平, 等. 我国鲟鱼籽酱加工产业化开发. *渔业科学进展*, 2010, 31(5): 117–121]
- Lu H. Protein oxidation, cathepsins activity and the quality changes of bighead carp (*Aristichthys nobilis*) during low-temperature storage. Doctoral Dissertation of China Agricultural University, 2017 [卢涵. 鲮鱼肉低温贮藏过程中蛋白氧化、组织蛋白酶活性与品质变化规律的研究. 中国农业大学博士研究生学位论文, 2017]
- Qiao CP, Yi SM, Yu YM, *et al.* Effect of zinc ions in rinsing solution on gel properties of silver carp surimi. *Food Science*, 2017, 38(19): 12–17 [乔翠平, 仪淑敏, 余永名, 等. 漂洗过程中锌离子对鲢鱼鱼糜凝胶特性的影响. *食品科学*, 2017, 38(19): 12–17]
- Song QH, Zhao YF. Analysis of freshwater fish processing industry in China. *Scientific Fish Farming*, 2014, 30(9): 12–14 [宋迁红, 赵永锋. 我国淡水鱼加工产业浅析. *科学养鱼*, 2014, 30(9): 12–14]
- Sun B, Zhao Y, Yu J, *et al.* The combined efficacy of superchilling and high CO₂ modified atmosphere packaging on shelf life and quality of swimming crab (*Portunus trituberculatus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 2017, 26(6): 655–664
- Sakamoto H, Kumazawa Y, Toiguchi S, *et al.* Gel strength enhancement by addition of microbial transglutaminase during onshore surimi manufacture. *Journal of Food Science*, 1995, 60(2): 300–304
- Sánchez-González I, Carmona P, Moreno P, *et al.* Protein and water structural changes in fish surimi during gelation as revealed by isotopic H/D exchange and Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, 2008, 106(1): 56–64
- Tornberg E. Effects of heat on meat proteins—Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 2005, 70(3): 493–508
- Wu RF, Zhao L, Yuan ML, *et al.* Quality change of surimi of four major chinese carps before and after rinsing. *Food Science*, 2014, 35(9): 132–136 [吴润锋, 赵利, 袁美兰, 等. 漂洗前后四大家鱼鱼糜品质的变化. *食品科学*, 2014, 35(9): 132–136]
- Wang MN, Xiong SB, Yin T, *et al.* Effects of wine grape pomace on sensory qualities and physical characteristics of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 2017, 35(5): 61–65 [王蒙娜, 熊善柏, 尹涛, 等. 白鲢鱼糜斩拌工艺参数优化研究. *食品科学技术学报*, 2017, 35(5): 61–65]
- Xu YA, Chen SP, Wu JN, *et al.* Study on extraction of chondroitin sulfate from Aumr sturgeon. *Progress in Fishery Sciences*, 2011, 32(3): 121–129 [许永安, 陈守平, 吴靖娜, 等. 鲟鱼硫酸软骨素的制备工艺研究. *渔业科学进展*, 2011, 32(3): 121–129]
- Yu YM, Li XL, Liu YT, *et al.* Effect of magnesium chloride concentration in washing water on the gel properties of silver carp surimi. *Science and Technology of Food Industry*, 2016, 37(7): 322–327 [余永名, 李晓丽, 刘宇彤, 等. 漂洗液中氯化镁浓度对鲢鱼鱼糜凝胶特性的影响. *食品工业科技*, 2016, 37(7): 322–327]
- Yang WG, Zhang W, Wang XF, *et al.* Effect of salt solution rinse on properties of hairtail surimi gel by low-field nuclear magnetic resonance. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2016, 32(7): 263–269 [杨文鸽, 张问, 王小飞, 等. 用低场核磁共振研究盐溶液漂洗对带鱼鱼糜凝胶品质的影响. *农业工程学报*, 2016, 32(7): 263–269]
- Zhu L, Jin DL, Li X, *et al.* Effect of rinsing by different solutions on the quality of fresh water fish surimi. *Food Science and Technology*, 2018, 43(1): 129–133 [朱琳, 金达丽, 李星, 等. 不同溶液漂洗处理对淡水鱼糜品质的影响. *食品科技*, 2018, 43(1): 129–133]
- Zhou XH. Status analysis of sturgeon caviar industry. *Chinese Journal of Fisheries*, 2015, 28(4): 48–52 [周晓华. 鲟鱼子酱产业现状分析. *水产学杂志*, 2015, 28(4): 48–52]
- Zhang LL, Xue Y, Xu J, *et al.* Effects of high-temperature treatment ($\geq 100^{\circ}\text{C}$) on Alaska Pollock (*Theragra chalcogramma*) surimi gels. *Journal of Food Engineering*, 2013, 115(1): 115–120
- Zhang T, Xue Y, Li ZJ, *et al.* Effects of deacetylation of konjac glucomannan on alaska pollock surimi gels subjected to high-temperature (120°C) treatment. *Food Hydrocolloids*, 2015, 43: 125–131

Optimization of Rinsing Process for Sturgeon Surimi and Its Effects on Production Quality

TANG Shuwei¹, GAO Ruichang², ZHAO Yuanhui^{1①},
ZENG Mingyong¹, FENG Qiufeng¹, CHEN Yiping¹

(1. College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266003;
2. College of Food and Bioengineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013)

Abstract The surimi was prepared with sturgeon as raw material. An optimal rinsing process suitable for sturgeon was obtained through orthogonal optimization experiments. Orthogonal experiments were carried out using water rinse times, salt rinse times, salt concentration, and rinsing time as factors and gel strength as the detection index. To determine the quality changes before and after rinsing of sturgeon surimi, in combination with the optimal rinsing process, the protein content (biuret method), moisture distribution (nuclear magnetic resonance), breaking force, deformation, gel strength (texture analyzer), water holding capacity, and whiteness (colorimeter) were measured. The results showed that the optimal rinsing process for the sturgeon surimi was as follows: rinse once in distilled water (1 min each), rinse once in 0.25% salt water (1 min each), and the sturgeon surimi gel had the best gel strength. After the optimal rinsing process, the salt-soluble protein content increased significantly, while water-soluble and insoluble protein content decreased. The relative increase in protein content indicated that extra impurities were removed and myofibrils proteins aggregated by rinsing. Breaking force, deformation, and gel strength all increased significantly after rinsing, indicating that the surimi after rinsing had better gelling properties. In addition, the sturgeon surimi had better water retention and whiteness after rinsing, which indicated that rinsing facilitated the formation of a dense network of surimi and removed some of the colored impurities. Concurrently, the NMR spin-spin relaxation time measurement results showed that the water distribution of the rinsed sturgeon surimi tended to have a stronger binding force and a smaller degree of freedom. This indicated that after the best process rinsing, the sturgeon surimi formed a dense gel network structure. In summary, rinsing could significantly improve the quality of sturgeon surimi. The research results provide references for improving the rinsing process of sturgeon surimi and enhancing the quality of surimi.

Key words Sturgeon; Surimi; Rinse; Quality

① Corresponding author: ZHAO Yuanhui, E-mail: zhaoyuanhui@ouc.edu.cn