

湖南省淡水鱼加工产业现状及其发展路径

Current situation and development strategies of freshwater fish processing industry in Hunan Province

徐思敏 李 招 王建辉 黄寿恩

XU Si-min LI Zhao WANG Jian-hui HUANG Shou-en

刘永乐 王发祥 李向红 俞 健

LIU Yong-le WANG Fa-xiang LI Xiang-hong YU Jian

(长沙理工大学湖南省水生资源食品加工工程技术研究中心, 湖南 长沙 410114)

(Hunan Provincial Engineering Research Center for Food Processing of Aquatic Biotic Resources,
Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410114, China)

摘要:通过剖析湖南省淡水鱼产业加工现状,归纳总结制约湖南省淡水鱼加工产业健康发展的存在问题,并有针对性地提出淡水鱼加工产业发展的潜在路径,形成丰富湖南省淡水鱼加工产品种类、提高产品质量、满足消费者对多元化淡水产品的需求、增加湖南省水产品竞争力的有效措施,对推动湖南省淡水鱼产业的健康可持续发展具有重要参考意义。

关键词:湖南;淡水鱼;加工业;发展策略

Abstract: This paper discussed the current status of processing about freshwater aquaculture in Hunan province. The problems existing in processing was analyzed, which aims to find out the critical problem restricting the development of the aquaculture industry in Hunan Province. Then, some constructive suggestions were put forward to improving processing qualities of fishery resources to meet the consumers' demands for the diversification of freshwater fish products and increasing the competitiveness of fishery in Hunan Province so as to promote freshwater aquaculture healthy and sustainable development.

Keywords: Hunan Province; freshwater fish processing industry; current status; developing strategy

中国水产资源丰富,水产品在中国食品消费结构及出口贸易中均占有重要地位^[1],其中淡水产品产量居世界首位。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(编号:31301564);湖南省自然科学基金项目(编号:2015JJ2011);湖湘青年英才支持计划项目(编号:2015RS4051)

作者简介:徐思敏,女,长沙理工大学在读硕士研究生。

通信作者:王建辉(1980—),男,长沙理工大学教授,博士。

E-mail: wangjh0909@163.com

收稿日期:2017-05-04

湖南省水域面积广,气候条件适宜,水产资源丰富,共有鱼类资源 186 种^[2],含常见经济鱼类 40 余种^[3],是中国主要的水产养殖区之一。至 2015 年,全省淡水养殖总面积达 $4.677 5 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ^[4],仅次于湖北、江苏和安徽,淡水养殖产量为 $2.484 8 \times 10^6 \text{ t}$,仅次于湖北、广东和江苏。近年来,随着养殖面积和养殖产量的增加,全省淡水渔业产值及渔民人均纯收入皆呈逐年递增的趋势。“十二五”期间,湖南省淡水养殖总面积由 $3.939 8 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 增至 $4.677 5 \times 10^5 \text{ hm}^2$,增加 18.72%;淡水养殖产量由 $1.883 3 \times 10^6 \text{ t}$ 增至 $2.484 8 \times 10^6 \text{ t}$,增长 31.94%;渔业产值由 138.47 亿元增至 329.98 亿元,增加 138.30%;全省渔民人均纯收入由 5 800.00 元增至 15 248.01 元,增长 162.90%^[5]。由此可见,渔业已成为湖南省农业的重要组成部分,渔民的主要收入来源——渔业收入已占渔民家庭总收入的 76.66%,渔业产值占农林牧渔总产值的 6.50%。

淡水鱼养殖业的发展离不开加工产业的带动,只有当淡水鱼加工与养殖比例为 1:1 时,渔农的收入才不会受到影响^[10]。然而,当前湖南省淡水鱼产业“重养殖、轻加工”“鱼贱伤农”的现状问题依然突出,主要体现如下:

(1) 淡水鱼养殖量大。2015 年湖南省水产品总产量为 $2.593 8 \times 10^6 \text{ t}$,其中养殖产量 ($2.484 8 \times 10^6 \text{ t}$) 占 95.80%^[4]。养殖水体中,池塘养殖面积占比最大,为 $2.440 \times 10^5 \text{ hm}^2$,居全国第三,分别占全国和全省淡水养殖总面积的 3.97% 和 52.17%,养殖产量为 $1.896 8 \times 10^6 \text{ t}$,居全国第四,单产为 7.77 t/hm^2 ;主要养殖鱼种为草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼、青鱼、鳊鱼、鳊鱼、黄颡鱼和乌鳢,其中以草鱼产量为最,2015 年其产量达 $7.037 \times 10^5 \text{ t}$,占全国草鱼总量的 12.40%;鲢鱼产量位居第二,为 $4.378 \times 10^5 \text{ t}$,占全国鲢鱼

总量的10.05%；鲮鱼产量为 3.636×10^5 t，产量位居第三，占全国鲮鱼总产量的10.82%；鲫鱼和鲤鱼产量相差不大，分别为 1.969×10^5 t和 1.871×10^5 t，占全国鲫鱼和鲤鱼产量的6.76%和5.57%；而青鱼、鳊鲂、鲢鱼、鳙鱼、黄颡鱼和乌鳢年产量相对较少^{[4]27-62}。

(2) 加工比例较少。因淡水鱼水分含量高，内源酶活性强，在加工、储运过程中容易腐败变质，水产品的销售仍以鲜销或冷冻产品为主，其养殖产量与加工量严重不协调，湖南省淡水鱼加工比例仅为5.82%。就草鱼而言，4℃贮藏条件下货架期仅为6 d^[11]，新鲜鱼片自冷藏第5天时，脂质水解氧化加速^[12]，不饱和脂肪酸的相对含量逐渐减少，饱和脂肪酸相对含量逐渐增多^[13]，且光照对脂肪酸的降解具有显著影响^[14-15]，冷藏至9 d后，呈现明显的酸腐味和氨臭味^[16-17]，蛋白质自溶降解变性，水合能力减弱，鱼肉开始腐败劣变^[18-20]；再者，加工副产物尚未被利用或利用不全，导致水产资源浪费严重。

本文拟从湖南省淡水鱼产业资源现状入手，深入分析湖南省水产加工行业特点，全面剖析湖南淡水鱼加工产业发展现状，以期找出制约湖南水产行业发展的关键问题所在，并提出建设性意见，以期为推动湖南省淡水鱼加工业的健康可持续发展提供有效参考。

1 湖南省淡水鱼产业加工现状

1.1 湖南是中国淡水鱼养殖大省，但加工率极其低下

2015年中国水产品加工总量为 2.09231×10^7 t，占水产品总量的32.23%，较2010年增长28.11%，其中淡水加工品为 3.739×10^6 t，较2010年增长32.46%，占全国水产品加工总量的17.87%^{[4]23}。中国前10省份水产品加工总量占全国水产品加工总量的96.57%，其中山东、福建、辽宁、浙江、江苏5省水产品加工总量占全国水产品加工总量的77.57%^{[4]24-26}，是中国水产品加工的主要省份，东南沿海省份水产品加工率明显高于内陆省份（广西、海南除外）。较2010年，中国水产品加工比例略有增长，但仍处于较低水平，淡水产品加工量明显低于海洋水产品加工量。“十二五”期间，山东水产品加工量最大，且增速较快，2015年加工量为 6.7878×10^6 t，比2010年增加38.93%，加工比例达86.60%；湖南省水产品加工量远低于山东省，居全国第十三，加工率仅为5.83%。于淡水产品加工情况而言，“十二五”期间，湖北稳居第一（仅2012年下滑至第二），2015年淡水加工量为 1.00×10^6 t，加工比例为21.94%，加工产值为345.01亿元；湖南淡水产品加工量甚少，2015年加工量为 1.447×10^5 t，加工比例为5.83%，仅为湖北省的14.47%，加工产值为20.23亿元，仅为湖北省的5.86%，差距较大^{[4]95-97}。

1.2 产品种类不多，产品结构有待进一步优化

以2015年为例，湖南省冷冻淡水产品产量为 8.29×10^4 t，占全省水产加工量的57.29%，较2010年增长221.32%；鱼糜及干腌制品产量为 5.72×10^4 t，占39.51%，较2010年增长66.76%；无藻类加工品，仅2011和2012年

有加工90 t藻类产品；罐头制品为 3.20×10^3 t，占2.21%，较2010年增长100%；水产饲料为30 t，占0.02%，较2010年减少98.80%；2010年无鱼油制品，2011年实现鱼油制品从无到有的跨越，产量为 1.20×10^3 t，随后产量稳定，至2015年鱼油制品停产^{[4]97[5]97-99}。可见，湖南水产加工品种类不多，以冷冻产品和鱼糜及干腌制品为主，冷冻产品年增速较快，鱼糜及干腌制品年增速有所波动，但幅度不大，罐头制品增长缓慢，水产饲料逐年下降，藻类加工品和鱼油制品暂为空缺，优化空间较大。

1.3 规模以上水产品加工企业不多，整体加工能力落后

2015年中国共有水产品加工企业9892家，较2010年增长1.33%，水产品年加工能力为 2.81033×10^7 t，较2010年增长17.66%，规模以上加工企业2753家，较2010年增长5.92%。总体而言，中国水产品加工业发展缓慢，大部分省份企业众多，但其加工能力低，如浙江省共有水产品加工企业2112家，但水产品年加工能力仅为 2.585×10^6 t。2015年湖南省水产品加工企业共139家，较2010年增长43.30%，水产品年加工能力为 3.114×10^5 t，较2010年增长351.30%，但仅占全国水产加工能力的1.11%，规模以上加工企业虽较2010年增加了27.50%，但目前仍仅有51家^{[4]82[5]101}。可见，近年来，湖南省水产加工业发展较快，但水产加工能力仍处于落后地位，水产加工能力及规模以上加工企业均有待提升。

1.4 水产冷库数量少，冻结、冷藏、制冰能力较低

冷库对水产品的储藏及保鲜有重要影响。目前中国共有8654座水产品冷库，冻结能力为 9.192×10^5 t/d，单批次冷藏能力为 5.0066×10^6 t，制冰能力为 2.528×10^5 t/d；其中以山东水产品冷库数量最多，2015年共有2042座，且其冻结能力、冷藏能力、制冰能力均远高于其它省份，分别为 3.69×10^5 、 1.67×10^6 、 9.72×10^4 t/d；湖南2015年共有160座水产品冷库，冻结能力为 6.60×10^3 t/d，单批次冷藏能力为 5.36×10^4 t，制冰能力为 2.40×10^3 t/d，与山东相比，尚存在较大差距，其冻结能力、冷藏能力和制冰能力仅为山东的1.79%、3.21%、2.59%^{[5]101}。

1.5 水产品出口贸易占比较大，进口贸易极少

中国是世界上最大的水产品出口国，世界水产品的70%来自中国^[21]。近年来，中国水产品贸易金额和数量均呈逐年增加的趋势，但2015年有所降低，进口总量为 4.0813×10^6 t，进口金额达89.82亿美元，出口总量为 4.0603×10^6 t，出口金额为203.33亿美元。2010~2015年湖南水产品进出口总量排全国第20位。中国前10省份地区贸易总量为 7.5766×10^6 t，贸易总额为267.31亿美元，分别占全国水产品贸易总量的93.06%和91.19%。湖南水产品进出口贸易相对较少，2015年水产品进口产量为30 t，进口金额为15.96万美元，进口量和金额分别较2010年降低96.34%和89.55%；出口产量为 2.20×10^3 t，较2010年降低15.38%，出口金额为0.23亿美元，通过贸易结果调整，贸易金额较2010年增加了64.29%^{[4]95-97[5]102-104}，可见，通过水产品贸易提高湖南省渔业经济尚存在较大潜力。

2 湖南省淡水产品加工存在的问题

随着渔业的发展,居民生活水平的提高,水产加工品在市场上需求不断增加,水产品加工在湖南甚至全国的地位越来越重要。近年来,湖南省淡水鱼加工业取得了较快的发展,2015 年淡水产品加工量比 2010 年增加 124.34%^{[4]74[5]96},但目前湖南省水产品加工业还存在加工产品相对单一、深加工产品少、加工技术落后、加工废弃物综合利用水平低等现象。目前湖南省淡水养殖产品加工量为 1.447×10^5 t,仅占淡水养殖产品的 5.82%,比 2014 年还降低 5.73%^{[5]30-40[9]90-100},可见全省淡水产品加工业还有待进一步加强,重养殖、轻加工的失衡现状有待进一步改善。

2.1 加工产品相对单一,深加工产品少

中国水产品加工仍以鲜销和冷冻产品为主,主要生产速冻鱼片、鱼糜制品、罐头、鱼干、腌制品、鱼油等粗加工品^[22]。以 2015 年为例,湖南省冷冻产品产量占省内水产加工总量的 57.29%,鱼糜及干腌制品占 39.51%,罐头制品占 2.21%,水产饲料占 0.02%,鱼油制品暂为空缺^{[4]97-99}。可见,湖南省淡水鱼加工产品种类较为单一,深加工产品较少,高附加值产品缺乏,难以满足消费者需求。因而,需鼓励企业进一步开展创新创效研究,着力于高新产品研发,增加高附加值精深加工产品比例。

2.2 加工规模较小,技术相对落后

较 2010 年,湖南省 2015 年水产加工能力增长 351.30%,但仅为全国水产加工能力的 1.11%,水产品加工企业个数增长 43.30%,规模以上加工企业增长 27.50%,但规模较小,加工设备陈旧^[23],部分中小型企业仍以手工操作为主^[24],技术落后,加工工艺尚不完善,加工产品质量难以保证。湖南省水产品冷库数相对较少,冷藏、冻结和制冰能力较其它省份仍存在较大差距,水产品储藏保鲜及运输流通过程中的原料损失较大。湖南水产品总量逐年不断增加,然而水产品加工企业的加工水平和规模参差不齐,整体水平不高,导致水产品供过于求,压船、压港、压塘现象突出。

2.3 加工废弃物多,综合利用水平较低

淡水鱼鱼肉部分占鱼体的 50%^[25],其利用率相对较高,但加工副产物较多,其中鱼骨占 15%^[26],鱼头占 24%~34%,内脏占 10%,鱼鳞占 1%~5%^[27]。按 2015 年淡水鱼总产量的 50%计,中国淡水鱼副产物达 $1.645 0 \times 10^7$ t,湖南为 $1.296 9 \times 10^6$ t。由于淡水鱼水分含量高,组织酶活跃,导致淡水鱼及其副产物难以保存,加之,淡水鱼刺多,泥腥味重,蛋白易冷冻变性,严重制约了淡水鱼的精深加工与副产物的高值化利用^[28]。绝大部分副产物未能充分利用而被丢弃,造成极大的资源浪费和环境污染。随着淡水鱼年产量的不断增加,副产物将日益增多,淡水鱼精深加工技术已刻不容缓。

2.4 水产品的国际贸易以进口为主,且萎缩严重

国际贸易尤其是出口贸易对水产业的发展有着积极作用^[29]。然而湖南水产品进出口贸易颇少,2015 年水产品进口产量为 30 t,进口金额为 20 亿美元,出口产量为 2.20×10^3 t,出口金额为 0.23 亿美元,进、出口总量仅占山东的

0.002% 和 0.21%,进、出口金额分别占 0.008% 和 0.51%^{[4]102-104},且进、出口贸易均有降低的趋势,绝大部分水产品仅在国内市场流通,经济增加值较低。

2.5 渔业基础设施少,管理机构及技术推广人员文化程度偏低

2015 年湖南共有渔业基础设施 41 个,包括 1 个国家级水生野生动植物自然保护区,32 个国家级种质资源保护区,4 个渔港,4 个国家级水产原(良)种场,但其总量仅占湖北省的 49.40%^{[4]87}。全省有水产技术推广机构 1 451 个,居全国第一,其维持经费为 5 897.54 万元,仅占山东水产技术推广总经费的 39.63%^{[4]114-120}。水产技术推广人员为 2 893 人,居全国第二,但其文化程度偏低,大学本科及以上学历人员仅占省内技术推广人员总数的 12.92%,中专和大专学历人员占比分别为 50.85% 和 36.23%;其职称结构以初级为主,中高级为辅,高、中、初级比例分别为 2.65%, 27.56%, 69.79%。渔政管理机构共 157 个,其总数虽屡有增加,但整体偏少,其结构以事业单位为主,占机构总数的 49.04%,行政单位仅占 8.92%^{[4]116-117};其中渔政独立部门共 121 个,渔监部门 13 个,无独立船检部门设置,且渔政管理人员以大学专科及其以下人员为主,高学历人员仅占极小一部分,大学本科以上、大学本科、大学专科、大学专科以下人员所占省内渔政管理人员比重分别为 1.35%, 20.30%, 53.16%, 25.20%^{[4]107-109}。

3 推动湖南省淡水鱼加工产业发展的建议

针对淡水鱼贮藏保鲜难、加工率低的产业状况,湖南省多家科研院所开展了深入研究,如长沙理工大学淡水鱼精深加工研究团队依托湖南省水生资源食品加工工程技术研究中心,在国家和省级科技计划项目的支持及企业的积极参与下,通过 10 多年的技术攻关,在淡水鱼加工关键技术与设备及副产物的综合利用等方面开展大量研究,取得了系列成果^[11-20, 26, 30-35]。在此基础上就湖南省淡水鱼加工产业现状提出产业发展的建议,旨在进一步推动湖南省淡水鱼加工产业的发展。

3.1 加大科研力度,研发淡水鱼冷鲜(速冻)产品生产新工艺

全面推进产学研合作,充分发挥湖南省淡水鱼创新产业联盟的群策群力功能,加快建设渔业科技成果转化和科技创新平台建设,从蛋白质降解、脂肪氧化和微生物腐败等方面出发深入开展淡水鱼腐败劣变的分子机理机制研究,集成创新多靶栅栏技术、冷杀菌、绿色脱腥、生物保鲜等技术,攻克淡水鱼冷藏过程中鲜度下降、组织软化、腥味增加、鱼眼凹陷等技术难题,研究形成冷水暂养、运动放血、冷杀菌(电解式臭氧水、紫外线等有机组合)、雾化喷淋涂膜、气调包装等技术为一体的淡水鱼冷鲜(速冻)分割产品生产新工艺。

3.2 革新淡水鱼鱼糜、鱼肉重组产品生产设备和技

针对鱼糜制品加工设备落后,手工操作环节多等问题,研制鱼糜加工系列设备,实现鱼糜加工工序的全程机械化操作和自动化控制,降低生产成本和能耗;突破鱼糜生产过程中挤压与喷淋筛分、鱼糜脱腥、抗冷冻变性、抗氧化等关键技

术,攻克肌间刺分离、鱼糜提取率提高、凝胶强度增加等加工技术难题,革新或改进鱼糜采肉关键技术和设备,提高鱼糜采肉率,解决鱼肉肌间刺去除的技术难题;突破鱼糜脱腥、增白和凝胶强度增强关键技术,提高鱼糜白度和凝胶强度;研究纯鱼肉重组产品的物性提升和风味调理关键技术,解决纯鱼肉重组产品结构、口感、风味等技术难题,并适合工业化生产。

3.3 着力推进传统休闲鱼制品的工业化生产

通过研究进一步明晰淡水鱼鱼腥味产生机理、酶活性及肌肉组织结构在加工过程中的变化规律,突破复合脱腥、风味生成、皮肉分离、鱼肉韧劲保持等规模化工业生产的技术瓶颈,如利用冰水和盐醋水分步浸泡去腥去残留血液,同时加入腥味掩盖剂,实现淡水鱼及其制品的高效脱腥;在加工过程中合理采用低高温极端条件抑菌灭酶、分步干燥及非油炸入油入味方法,防止腥味物质生成和肌肉水解,保持鱼肉韧劲,创新建立传统休闲鱼制品工业化生产新工艺。

3.4 实现淡水鱼加工副产物的高值化利用

重视水产品加工副产物的高值化利用,如利用淡水鱼加工副产物通过采用复合和分步有限酶解、低盐发酵、活性成分提取、蛋白质分子改良和脱腥脱色、鱼骨物理和生物软化等技术,研制高纯度水溶性鱼蛋白粉(肽)、抗冻肽、胶原蛋白(肽)、低盐发酵鱼酱及鱼浆肽生物发酵饲料等产品,力争实现淡水鱼的“低废弃、低排放”加工生产。

3.5 落实和完善政策措施,提升渔业科技水平,加大水产品外销和出口

积极落实国家渔业发展的扶持政策,加大国家固定资产投资对渔业的支持,增加人员经费的投入,广纳高水平人才,切实提高技术、管理人员的整体水平。改造改变原料型商品出口模式,加大对原料消耗少、附加值较高的精品水产品的出口。同时,以减少个别市场波动给水产品出口带来的波动,要致力于多元化市场的建设,积极开拓新兴水产品出口市场。

参考文献

[1] 崔艳莉. 广西水产品加工业现状及发展对策[D]. 南宁: 广西大学, 2012: 24-25.

[2] 杨春英, 刘良国, 杨品红, 等. 湖南省鱼类 3 新纪录[J]. 四川动物, 2012, 31(6): 959-960.

[3] 张珊. 湖南现代渔业发展研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2013: 13-14.

[4] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2016 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2016.

[5] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2011 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2011.

[6] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2012 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2012.

[7] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2013 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2013.

[8] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2014 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2014.

[9] 农业部渔业渔政管理局. 中国渔业统计年鉴: 2015 年[Z]. 北京: 中国农业出版社, 2015: 3-123.

[10] 吴湘生. 2004 年水产品市场的回顾与展望[J]. 饲料广角, 2005

(3): 19-20, 24.

[11] 欧阳芳芳, 王建辉, 陈奇, 等. 草鱼贮藏期间肌肉 ATP 关联物及 K 值的动态变化[J]. 食品与机械, 2016, 32(3): 137-140.

[12] 王建辉, 刘永乐, 刘冬敏, 等. 冷藏期间草鱼鱼片脂肪氧化变化规律研究[J]. 食品科学, 2013, 34(6): 243-246.

[13] 刘冬敏, 王建辉, 刘永乐, 等. 草鱼肌肉脂肪酸组成及其在冷藏中的含量变化[J]. 食品科学, 2013, 34(2): 194-198.

[14] 王建辉, 刘冬敏, 刘永乐, 等. 自然光照对冷藏条件下草鱼肌肉脂肪酸组成及含量的影响[J]. 食品科学, 2013, 34(16): 336-340.

[15] 王建辉, 刘冬敏, 刘永乐, 等. 冷藏期间草鱼肌肉脂质降解的影响因素分析[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 276-279.

[16] 王建辉, 杨晶, 刘永乐, 等. 不同贮藏条件下草鱼肌肉挥发性成分变化分析[J]. 现代食品科技, 2014, 30(9): 297-303.

[17] 杨晶, 王建辉, 刘永乐, 等. 草鱼肌肉风味变化与品质间的关联[J]. 食品科学, 2015, 36(12): 82-86.

[18] 王建辉, 靳娜, 刘冬敏, 等. 冷藏过程中草鱼肌肉组织学特性研究[J]. 现代食品科技, 2014, 30(10): 19-23.

[19] 王发祥, 张付兰, 刘永乐, 等. 草鱼冷藏过程中肌原纤维蛋白的变化[J]. 食品工业科技, 2015, 36(18): 82-86.

[20] 李向红, 王发祥, 张付兰, 等. 冷藏过程中草鱼肌原纤维蛋白结构的变化[J]. 食品与发酵工业, 2015, 41(10): 177-181.

[21] ZOU Lei-lei, HUANG Shuo-lin. Chinese aquaculture in light of green growth[J]. Aquaculture Reports, 2015(2): 46-49.

[22] 何琳. 加快我国水产品加工业发展的技术及政策措施[J]. 现代农业装备, 2012, 1(2): 67-69.

[23] 张胜军. 湖南省现代渔业发展现状及对策[J]. 武汉商业服务学院学报, 2014, 28(1): 18-20.

[24] 赖锡军, 姜加虎, 黄群, 等. 三峡工程蓄水对洞庭湖水情的影响格局及其作用机制[J]. 湖泊科学, 2012, 24(2): 178-184.

[25] 张慜, 张骏. 国内外低值淡水鱼加工与下脚料利用的研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 25(5): 115-120.

[26] 王建辉, 刘冬敏, 刘永乐, 等. 淡水鱼鱼骨软化工艺条件的优化[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 109-111.

[27] 吴涛. 淡水鱼下脚料的研究与利用进展[J]. 长江大学学报, 2009, 6(3): 79-83.

[28] KAIMAKOUDI E, POLYMEROS K, BATZIOS C. Investigating export performance and competitiveness of Balkan and eastern European fisheries sector[J]. Economics and Finance, 2014, 9(14): 219-230.

[29] 王丽娟. 我国水产品出口贸易增长研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2009: 13-14.

[30] 成媛媛, 刘永乐, 王建辉, 等. 普鲁兰多糖在草鱼鱼肉保鲜中的应用[J]. 食品科学, 2012, 33(2): 272-275.

[31] 王满生, 刘永乐, 王发祥, 等. 响应曲面法优化草鱼肉冷杀菌工艺[J]. 食品科学, 2011, 32(20): 48-51.

[32] 李向红, 刘忠祥, 邓海萍, 等. 鲢鱼酶解产物在冷冻鱼糜中的抗冻性能研究[J]. 食品与机械, 2015, 31(3): 125-130.

[33] 邓海萍, 陈奇, 李向红, 等. 不同电荷多糖添加剂对鲢鱼鱼糜凝胶结构的影响[J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 25-28, 39.

[34] 张付兰, 陈奇, 王发祥, 等. 鲟鲢鱼肉香肠加工新工艺研究[J]. 食品工业科技, 2015, 36(1): 211-215.

[35] 陈铁壁, 刘冬敏, 鹿康, 等. 草鱼鱼鳞胶原蛋白酸酶分步提取工艺研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(8): 163-166, 219.