

doi: 10.3969/j.issn.2095-0780.2013.02.013

· 综述 ·

## 中国贝类前处理加工技术研究进展

徐文其, 沈建

(农业部渔业装备与工程重点开放实验室, 国家水产品加工装备研发分中心(上海),  
中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, 上海 200092)

**摘要:** 贝类清洗、分级、净化等前处理加工是贝类生产的重要组成部分, 通过这一工艺可以大幅提升贝类品质与食用安全性。文章简要介绍了中国贝类前处理加工的现状, 回顾了贝类前处理加工技术的研究进展, 阐述了目前中国贝类加工产业链上所存在的一些问题, 并提出今后的发展建议。

**关键词:** 贝类; 前处理; 清洗; 分级; 净化

**中图分类号:** S 985.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-0780-(2013)02-0076-05

## Research progress in shellfish pre-processing techniques in China

XU Wenqi, SHEN Jian

(Key Lab. of Fishery Equipment and Engineering, Ministry of Agriculture; National R&D Branch Center for Aquatic Product Processing Equipment (Shanghai); Fishery Machinery and Instrument Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** The shellfish pre-processing, such as cleaning, grading and depuration, etc., is important shellfish production, improving shellfish quality and food safety greatly. The paper briefly introduces the current situation of shellfish pre-processing, reviews the research progress in its techniques and expounds the existing problems as well as future development orientation in the shellfish industry of China.

**Key words:** shellfish; pre-processing; cleaning; grading; depuration

贝类广泛存在于地球的各类水体中, 是大自然赐予人类的宝贵资源。其不仅肉质鲜嫩, 营养丰富, 又较易捕获。因此早在渔猎时代就已经成为人类利用的对象<sup>[1]</sup>。贝类种类繁多, 至今记载的已超过  $11.5 \times 10^4$  种, 现存  $1.1 \times 10^4$  种左右, 属软体动物门中的瓣鳃纲(或双壳纲)<sup>[2]</sup>。目前已有超过百余种贝类可实现人工养殖<sup>[3]</sup>, 其中中国已开展增、养殖或试验性生产的主要经济贝类有 60 余种, 包括皱纹盘鲍(*Haliotis gigantean*)、虾夷扇贝(*Patinopecten yessoensis*)、紫贻贝(*Mytilus edulis*)、近江牡蛎(*Crassostrea rivularis*)、波纹巴非蛤(*Paphia undulate*)、文蛤(*Meretrix meretrix*)、杂色蛤仔(*Ruditapes variegata*)等<sup>[4]</sup>。截止 2010 年, 中国的贝类

总产量为  $1.224 \times 10^4$  t, 占渔业总产量的 23%, 约占世界贝类产量的 68%<sup>[5]</sup>, 因此, 贝类在中国渔业经济中占有十分重要的地位。

近年来, 随着国民经济持续平稳发展, 城乡居民消费结构也随之提升。人们对食品安全意识也逐渐增强, 对天然无公害、无污染食品的需求也越来越多。同时对贝类这种鲜活水产品的需求也逐渐从量化向质化转变, 不再简单满足于吃到某种贝类, 已向吃得放心与安全过渡<sup>[6]</sup>。为了避免质量安全问题制约贝类产业发展, 国内的研究方向不仅侧重于贝类养殖环境卫生与初、深加工过程的安全方面<sup>[7-8]</sup>, 也逐渐致力于贝类前处理加工技术的研究<sup>[9]</sup>。

收稿日期: 2012-08-16; 修回日期: 2012-09-04

资助项目: 国家高技术研究计划(863 计划)项目“新型水产品加工装备开发与新技术研究”(2011AA100803); 现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-48-08B)

作者简介: 徐文其(1981-), 男, 助理研究员, 从事水产品加工技术装备的研究。E-mail: xuwenqi@fmiri.ac.cn

通信作者: 沈建, E-mail: shenjian@fmiri.ac.cn

笔者所属团队近年来通过对中国国内主要经济贝类产地推广站与加工企业走访调研,了解到加工企业在贝类前处理阶段加工技术相对薄弱,工艺陈旧落后,其中清洗、分级等环节仍依靠人工操作,缺乏专用设备,质量稳定性差,处理后的原料仍存在一定的卫生安全隐患。销售市场上的贝类产品也鱼龙混杂,由不洁贝类引发的食品安全问题时常见于媒体<sup>[10-12]</sup>。由此笔者希望通过对贝类前处理加工现状与现存问题的简述,使更多人了解与关注贝类前处理加工,以促进中国贝类产品卫生安全的稳步发展。

## 1 概况

### 1.1 贝类前处理加工

贝类前处理加工从广义上讲,就是在鲜活贝类上市销售前或者对贝类进行产品化加工前所进行的预处理加工。主要包括贝类捕获后对原料进行壳体清洗、除去杂质、分离死(杂)贝、分级筛选、暂养净化。在实际贝类加工过程中,一般会由于贝类种类与加工产品不同而有所差异。如对蛤类前处理加工多进行清洗、去杂、分级筛选;对鲍、扇贝类则重点进行清洗<sup>[13]</sup>。同时对所有贝类根据养殖水域水体等级进行吐沙净化、消毒净化或者暂养。通过这一系列的加工流程,不仅可以清除原料表面从养殖环境中携带的杂质、泥沙,隔绝了后续加工中二次污染的产生,而且去除杂贝与死贝后的洁净产品无论是运输上市销售或者进行再加工,其品质都大幅提高。净化暂养加工则可最大程度降低贝类在其生长海域中积累富集的有害物质,如致病菌、贝毒、农兽药残留等,可保证贝类产品的食用卫生安全。由此可见前处理加工是贝类生产过程中不可或缺的重要环节。

### 1.2 国内加工现状

中国沿海的辽宁、河北、山东、江苏、浙江、福建和广东等省是贝类水产品养殖、加工、出口的主要基地。据统计,现有以贝类加工为主的专业厂家近100家,笔者所属团队通过走访调研发现,由于受国内传统习惯的影响,加工企业对贝类前处理环节普遍漠视,且存在工艺简易、装备落后等问题。多数企业以人工作业为主,很少使用专用设备进行加工<sup>[14-15]</sup>。此环节已经成为制约贝类产业链延伸与升级的瓶颈。1)贝类清洗加工环节,嵊泗县华利水产有限责任公司设计开发了贝类滚筒自摩擦式清洗设备,利用贝类在滚筒中互相摩擦与碰撞作用实现壳体清洁;南通昌华水产食品有限公司采用了喷淋式贝类清洗设备,利用冲击水流进行清洗。但都存在原料损伤率高,清洗不净与不彻底的问题。2)贝类分级加工环节,南通国兴水产食品有限公司采用震动和滚筒分级设备替代人工抖动筛板进行分级加工,利用合理的筛面倾角及筛网孔径来实现贝类的分级。但由于贝类在加工过程中会受到强烈的冲击及撞击,不仅分级效果差,且加工后贝类的破损率也很高,直接影响销售收入,导致企业更倾向于人工摇动筛盘的分级方式。

3)贝类净化加工环节,目前能够进行正规化净化暂养的贝类加工企业屈指可数。其中大连獐子岛渔业集团投资人民币 $1.2 \times 10^8$ 元,开发建立了亚洲最大的海洋贝类净化车间,其可实现对捕捞的扇贝进行集中规模化净化加工和消毒处理生产<sup>[16]</sup>。但净化的贝类品种单一,工艺无法满足其他贝类的净化要求。

### 1.3 国外技术现状

国外对主要经济贝类前处理技术的研究开展得较早,其工艺成熟,加工流程和管理体系完善<sup>[17-19]</sup>。荷兰、日本及美国等发达国家均成功研制了贝类前处理加工专用设备,可实现不同品种贝类的机械化前处理加工,自动化程度高,清洗分级效果好<sup>[20-21]</sup>。1)前处理加工设备方面,以日本为例,国广株式会社研发了专用于蛤类的清洗分级设备。其使用的双滚筒分级机按贝类厚度和直径进行分级,分级准确率高达98%以上,不仅提高了生产效率,而且对产品的稳定性起到至关重要的作用。并针对杂质、死贝的选别则设计了落差式输送设备,依靠贝类自由下落时的冲击力来甄别死贝和小的非金属异物,再由人工从输送操作段分拣出来;贝类中的金属、石块等则由下落式金属检测设备分离出来,准确率近100%。2)贝类净化暂养方面,欧盟的(EC)853/2004号规章<sup>[22]</sup>与美国的《国家贝类卫生计划》(NSSP)<sup>[23]</sup>分别将其国内的贝类养殖水体划分为3个与5个等级。贝类加工企业严格按照相应法规条款进行对应的净化、暂养、加工后再投放市场<sup>[24]</sup>。据不完全统计,各贝类主产国均建立了相应规模的净化工厂。目前,澳大利亚有贝类净化工厂300多家,东盟国家(马来西亚、泰国、菲律宾、新加坡和印尼等)共有紫外线消毒海水净化工厂12家,每年的贝类净化、保活加工量为 $280 \times 10^4$ t。西班牙有63家,年净化加工量为 $34.5 \times 10^4$ t。意大利有50多家,最大一家工厂每个批次的净化、保活加工能力已经达到 $200 \text{ t}$ <sup>[25]</sup>。

## 2 研究进展

针对中国贝类前处理加工的现状,笔者认为应从技术层面上实现技术突破,才能促使贝类加工业在前处理加工环节实现革命性升级换代。目前,国内科研机构已经在部分研究方面取得了较有成效的进展<sup>[26]</sup>。

### 2.1 超声波清洗工艺的引入

贝类多数生长于海底沙石与暗礁崖壁间,被捕获贝类被大量泥沙所裹挟。其壳体又非光滑表面,表面的纹路以及存在的凹凸与不规则空隙更是水体附着杂质甚至微生物的栖所。传统清洗工艺无法有效清除深层污垢,造成清洗效果极差。中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所通过理论分析与实验探索,引进采用了针对贝类壳体深层清洁的超声波清洗工艺技术<sup>[27-28]</sup>。主要是利用超声波在液体中的空化作用、加速度作用及直流流作用于顽固性污物之上,使污物层被分散、乳化、剥离而达到清除目的<sup>[29]</sup>。在实现

深层清洗效果的同时,研究团队还考虑到超声波产生的温升作用以及对被清洗贝类活性影响等因素,并进行了工艺优化。采用超声波 26 kHz 低频作用 5 min,对贝类壳体的深层顽固性污垢有极好的清洗作用,同时对部分细菌微生物也有良好的灭菌作用<sup>[30]</sup>。

## 2.2 多元复合清洗工艺模式

通过清洗试验发现,传统的流水漂洗、射流喷淋冲洗能清除壳体表面附着泥沙与寄生藻类<sup>[31]</sup>。采用机械化的旋转刷辊与气泡水浴式清洗可以清除壳体纹路内的大部分附着淤泥与杂质<sup>[32-33]</sup>,但对于顽固性附着污垢效果仍十分有限。而超声波清洗则可解决壳体深层洁净问题。由于贝类品种多样,其壳体形式与结构也多种多样,养殖水体环境差异、污垢附着沾染程度也千差万别。沈建等<sup>[34]</sup>针对不同贝类清洗所需程度的不同,创新研发了多元复合清洗工艺模式。如蛤类清洗加工,由于其多生于滩涂,污垢主要是体表泥沙,只需采用喷淋与滚筒漂洗即可洗净;而扇贝由于养殖于近海潮间带,壳体扁平且大,易受到藻类等小型海洋寄生物大面积附着,清洗过程中可采用高压水射流喷淋与旋转刷辊洗刷的双重清洗模式;而牡蛎由于其壳体表面不规则,且生活于沿岸海底,体表受微生物侵蚀寄生现象严重,则需多种清洗模式协同动作。采用高压水射流配合刷辊清洗去除壳体表面附着泥沙与杂物,超声波清洗使得壳体顽固附着物松动脱落,气泡清洗产生气蚀与空穴作用协助去除深层松脱寄生微生物与死角杂质,清洗效果明显。

## 2.3 蛤类分级清洗一体化装备

蛤类前处理加工中分级一直由人工完成,传统工艺采用人工手摇筛盘对蛤类进行逐级筛检,不仅大量耗费人工与时间,且蛤类在反复筛选过程中出现大量壳体破损,直接导致了产品成活率与产品品质的直线下降。沈建等<sup>[35]</sup>在吸收改进日本贝类分级设备的基础上,开展了贝类跌落冲击力与堆砌摩擦力的可控性研究,通过对加工工艺参数的调整,以及在加工过程中加入浸泡减伤系统,设计开发了一款蛤类分级清洗一体化设备,使蛤类在分级加工中的破损程度得到极大改善,同时完成清洗加工,显著提高了产量。

蛤类分级清洗一体化设备采用多级变直径漏孔式滚筒分级、小倾角接料等技术方法,滚筒由三段不同孔径的网筒构成,安装在 4 只托轮上,工作时由链条带动滚筒旋转。滚筒内壁装有空心螺旋,工作时机架水槽内的水浸至螺旋空心处。贝类从前道工序提升进入滚筒内,在螺旋的推动下沿轴方向前进,按照自身宽度的差异在不同孔径的清洗分级段落下,由滚筒下方的料斗收集、输送带输出,从而完成分级。滚筒外侧附设压辊,在拉紧弹簧及自重作用下与滚筒紧密贴合,可有效防止工作中贝类堵塞网眼,确保分级效果。机架水槽内的水既可使贝类得到浸泡清洗,又可缓冲贝类之间、贝类与设备之间的冲撞摩擦。安装于滚筒前段的射流喷淋装置,进一步提高了清洗效果。蛤类分

级清洗一体化设备分级准确率达 98% 以上、破损率低于 1%;其组合了贝类清洗和分级两道工序,简化了生产工艺,产量较人工操作提高 10 倍以上;集成蛤类前处理加工关键设备、有效衔接各工艺段,实现了蛤类连续式机械化前处理加工。

## 2.4 多种类贝类净化技术

在前处理净化暂养技术方面,国内研究对象已发展为多元品种贝类以及不同水质水域贝类,净化技术也从简易快速吐沙净化向轻度污染水质养殖贝类的消毒净化以及中度污染水质养殖贝类的中、长期自体代谢净化暂养技术发展<sup>[36-37]</sup>,如波纹巴非蛤<sup>[38]</sup>、菲律宾蛤仔(*R. philippinarum*)<sup>[39]</sup>、僧帽牡蛎(*Saccostrea cucullata*)<sup>[40]</sup>、青蛤(*Cyclina sinensis*)<sup>[41]</sup>以及泥蚶(*Tegillarca granosa*)与牡蛎<sup>[42]</sup>等的净化技术研究。同时,研究领域还涉及贝类体内致病菌净化去除效果、贝类净化前后主要营养成分的变化情况与成活率的研究,如虾夷扇贝中大肠杆菌的累积及净化技术<sup>[43]</sup>、花蛤(*Meretrix*)净化前后主要营养成分及鲜味氨基酸的比较<sup>[44]</sup>、臭氧净化对近江牡蛎的成活率和主要营养成分的影响<sup>[45]</sup>等。

## 3 存在问题

近几年中国在贝类加工前处理领域虽然也取得了一定的进展,但同国外相比,研究成果较少,研究范围较窄,研究深度不够,应用也不广<sup>[46]</sup>。笔者认为国内贝类加工前处理方面存在的主要问题包括:1) 市场监管不足,消费者认知不够。中国早在 20 世纪 90 年代初期由卫生部制定的《中国人民共和国水产品卫生管理办法》中就明确针对贝类提出了安全卫生要求,后续又制定完善了大量政策法规,规范贝类生产加工的各环节技术要求<sup>[47-48]</sup>。但由于销售与贩卖过程中监管力不足,大量未经前处理清洗与净化的产品大量充斥市场,而大部分消费者仍旧认为,家庭烹煮前贝类一样要经过清洗与吐沙暂养,清洗净化加工的贝类只是变相加价的产物。顾客对净化效果认知的缺乏,加上净化使得生产成本增加导致销售价格提高等因素,直接造成其对产品的购买欲下降。由于消费者对净化后的贝类产品食用安全性认识不足,造成消费市场对净化贝类认可度不高,福建省一度曾有 5 家贝类净化工厂产品滞销而相继停产。2) 加工企业缺技术,研究成果少推广。如前文中所指,在大部分贝类加工企业中前处理加工环节的缺失与落后相当普遍。大多以人工作业为主,前处理工艺简单粗放。由于前处理技术与机械化装备的缺失,造成工作效率低下,原料损耗较大,而原料卫生品质提高却有限的尴尬局面。近年来,由于产品质量无法满足国外对贝类的卫生要求,中国的双壳贝类被限制出口到欧盟市场。2009 年欧盟公布的欧盟进口第三国名单最新列表中,中国仍未获准出口双壳贝类产品。由此有些企业才开始认识到其根源就在于前处理环节失控,使得贝类原料存在卫生隐患,造成产品质

量不稳定<sup>[49]</sup>。但是缺乏完善工艺与成熟装备也是一种无可奈何的事实。现有的贝类前处理研究成果还相对不成熟或者仅处于推广初期, 还需要通过一定时期的示范性生产论证优化其工艺, 改进其装备功能。企业与科研单位之间还欠缺互相沟通的平台, 科研落后于企业需求, 成果不适用于企业应用的现象还普遍存在。

## 4 建议

贝类前处理加工技术在欧、美、日等发达国家早已得到了广泛应用。随着国内对该技术能提升贝类品质与食用安全认识的提高, 其在贝类加工中的应用将有更广阔的空间。要从根本上提高加工贝类的品质与卫生安全, 取得国际市场的认可需从多方面入手。

1) 加大市场监管力度与认知宣传广度。中国作为一个贝类养殖大国, 同时也是一个消费与出口大国, 应加大对贝类产品卫生安全监控的投入, 不仅着重于对出口产品的品质监管, 也应对国内市场现状整顿改进, 形成一种重视食品卫生安全的良性市场氛围。同时也应利用发达的传媒资讯, 权威性的在各主流媒体介绍发布前处理加工对提高贝类品质与食用安全性的认知常识, 使消费者逐渐认识与接受选购净化清洁贝类的习惯, 逐渐改变态度, 形成消费氛围。例如, 建立针对贝类水产品的可溯源查询系统平台。引入物联网与互联网技术, 将贝类养殖捕捞以及前处理加工环节的生产信息汇总至一个信息平台。相关管理部门实现各环节监管的同时, 系统还具有实时信息发布的功能。消费者亦可使用个人电脑在互联网或在市场所设立的终端上查询所购买贝类产品的各项信息, 直白的感官信息发布不仅加大了宣传效果, 同时普及了知识。

2) 加强工程化研究力度。在技术研究上建议将现有研究重点从基础研究向应用型工程研究转移。就贝类净化加工而言, 目前研究力量多集中于生物学、营养学以及水质检测方面, 今后可将研究重点转移至净化水池、水处理池布局与结构等整体工程设计、新型纳米材料对水体过滤与微生物吸附净化技术<sup>[50]</sup>、循环水体综合处理在线监控技术以及低碳节能型净化水循环制冷新技术等实际生产中亟待解决或缺乏科学设计的工程问题。

3) 加大多元化成果推广广度。在成果推广上应以市场多元需求为导向, 走坚持服务强化大中企业前处理加工实力, 同时扶持推进小型企业进行前处理技术装备革新的道路。建议在产、学、研三结合的基础上将推广重点由少数大中型加工企业向主产地的小微企业进行全面辐射。使前处理加工技术与装备广泛应用于贝类加工产业, 完善目前贝类加工领域的缺失环节, 实现贝类前处理加工水平的整体提升。

## 参考文献:

[1] 蔡英亚, 张英, 魏若飞. 贝类学概论[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1979: 21-23.

- [2] 陈德牛, 张国庆. 中国动物志(无脊椎动物, 软体动物门, 瓣鳃纲)[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 1-2.
- [3] 邓陈茂, 蔡英亚. 海产经济贝类及其养殖[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007: 10-14.
- [4] 富惠光, 李豫红, 袁春营, 等. 贝类标准化生产技术[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003: 190-191.
- [5] 农业部渔业局. 2010 中国渔业年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010: 165.
- [6] 高翔, 高健. 上海市鲜活贝类流通市场的初步调研[J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(6): 592-596.
- [7] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 2010[M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2010: 36-69.
- [8] 刘亚, 章超桦, 张静. 贝类功能性成分的研究现状及其展望[J]. 海洋科学, 2003, 27(8): 34-38.
- [9] 郑晓伟, 沈建. 贝类前处理加工质量控制技术初探[J]. 中国渔业质量与标准, 2011, 1(3): 38-40.
- [10] FAUCONNEAU B. Health value and safety quality of aquaculture products[J]. Bordeaux Aquac, 2011, 153(5): 331-336.
- [11] 穆迎春, 马兵, 宋怿, 等. 主要贸易国对贝类产品安全卫生控制的化学污染项目和限量规定[J]. 中国水产, 2010(2): 74-75.
- [12] 乌梦达. 生蚝的安全困境[J]. 农产品市场周刊, 2011(40): 20.
- [13] 李乃胜, 薛长湖. 中国海洋水产品现代加工技术与质量安全[M]. 北京: 海洋出版社, 2010: 452-453.
- [14] 沈建, 林蔚, 郁蔚文, 等. 我国贝类加工现状与发展前景[J]. 中国水产, 2008(3): 73-75.
- [15] 李里特. 中国产地农产品初加工的现状与建议[J]. 农业工程学报, 2012, 28(1): 7-10.
- [16] 陈辅利, 高光智, 巩晓东, 等. 金贝广场贝类暂养净化的初步研究[J]. 大连水产学院学报, 2006, 21(1): 90-94.
- [17] MURCHIE L W, CRUZ-ROMERO M, KERRY J P, et al. High pressure processing of shellfish: a review of microbiological and other quality aspects[J]. Innov Food Sci Emerg Technol, 2005, 6(3): 257-270.
- [18] 李晓川, 王腾. 欧洲双壳贝类的安全监控[J]. 中国水产, 2005(4): 15-17.
- [19] 浙江省标准化研究院编. 欧盟食品安全管理基本法及其研究[M]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 21-32.
- [20] 施鲲编译. 荷兰贝类加工技术概况[J]. 渔业现代化, 2000, 27(6): 33-34.
- [21] 日本水产学会. 水产加工食品の保全[M]. 东京: 恒星社厚生阁, 1980: 106-107.
- [22] MEULEN B. European food law handbook[M]. New York: Wageningen Academic Publishers, 2008: 549-592.
- [23] 蔡友琼, 宋怿, 刘新中. 美国贝类质量安全管理[J]. 中国渔业质量与标准, 2011, 1(1): 9-11.
- [24] OTWELL W S, RODRICK G E, MARTIN R E. Molluscan shellfish depuration[M]. Boston: CRC Press, 1991: 47-143.
- [25] LEE R, LOVATELLI A, ABABOUCHE L. Bivalve depuration: fun-

- damental and practical aspects[R]. Rome: FAO, 2009: 66 - 68.
- [26] 励建荣, 徐辉海. 海水双壳贝类的质量控制研究进展[J]. 食品科学, 2005, 26(1): 128 - 134.
- [27] LAMMINEN M O, WALKER H W, WEAVERS L K, et al. Mechanisms and factors influencing the ultrasonic cleaning of particle-fouled ceramic membranes[J]. J Membrane Sci, 2004, 237(1/2): 213 - 223.
- [28] OULAHAL-LAGSIR N, MARTIAL-GROS A, BOISTIER E, et al. The development of an ultrasonic apparatus for the noninvasive and repeatable removal of fouling in food processing equipment[J]. Lett Appl Microbiol, 2000, 30(1): 47 - 52.
- [29] 项文生. 新型果蔬超声波清洗设备的研究与开发[J]. 农业装备技术, 2012(2): 13 - 15.
- [30] 张敬峰, 费星, 沈建, 等. 牡蛎超声波清洗工艺的初步研究[J]. 食品工业科技, 2011, 32(2): 199 - 200, 204.
- [31] 王莉, 丁小明. 淹没水射流方式清洗蔬菜的探索研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(12): 124 - 130.
- [32] LI Yunfei, ZHANG Qin, QIAN Lili, et al. Effects of vegetable cleaning strengthened by air flow[J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2001, 17(1): 101 - 104.
- [33] MULUGETA E, GEYER M, OBERBARNSCHEIDT B. Developing washing jets for more efficient vegetable cleaning[J]. Landtechnik, 2002, 57(4): 220 - 221.
- [34] 沈建, 张超桦, 秦小明. 牡蛎清洗试验研究与清洗设备设计[J]. 渔业现代化, 2011, 38(4): 45 - 48, 69.
- [35] 沈建, 郑晓伟, 林蔚, 等. 文蛤分级试验研究与分级设备设计[J]. 渔业现代化, 2007, 34(6): 39 - 42.
- [36] LI Xiuchen, ZHANG Guochen, ZHANG Ming. Zero-discharge model of combined biofilters in recirculating abalone culture system[J]. Trans Chin Soc Agric Eng, 2007, 23(1): 173 - 178.
- [37] 杨华, 娄永汀. 贝类净化现状及净化技术研究进展[J]. 中国水产, 2004(5): 72 - 73.
- [38] 王学娟, 秦小明, 林华娟, 等. 波纹巴非蛤净化关键技术研究[J]. 食品科技, 2008(7): 101 - 104.
- [39] 秦小明, 张超桦, 林华娟, 等. 菲律宾蛤仔净化技术初步研究[J]. 食品工业科技, 2008(3): 103 - 105.
- [40] 许永安, 位绍红, 吴靖娜, 等. 净化僧帽牡蛎肉低温保鲜效果研究[J]. 渔业现代化, 2009, 36(6): 46 - 49.
- [41] 徐根峰, 杨瑞金, 闻芳青, 等. 青蛤净化工艺研究[J]. 食品工业科技, 2006(3): 114 - 117.
- [42] 陈坚, 柯爱英, 洪小括. 泥蚶与牡蛎净化工艺优化初探[J]. 上海海洋大学学报, 2012, 21(1): 132 - 138.
- [43] 夏远征, 辛丘岩, 李冬梅, 等. 虾夷扇贝中大肠杆菌的累积及净化技术研究[J]. 食品与机械, 2010(3): 72 - 75.
- [44] 黄高凌, 王衍庆. 花蛤净化前后主要营养成分及鲜味氨基酸的比较[J]. 食品科学, 2006(10): 477 - 480.
- [45] 费星, 秦小明, 林华娟, 等. 臭氧净化对近江牡蛎的存活率和主要营养成分的影响[J]. 食品工业科技, 2009(7): 91 - 93.
- [46] 汪之和, 陈述平, 于斌, 等. 我国水产品加工科技现存的问题与发展方向[J]. 渔业现代化, 2005, 32(4): 8 - 9.
- [47] 国家质量监督检验检疫总局. 贝类卫生控制指南[M]. 北京: 中国海洋大学出版社, 2005: 140 - 248.
- [48] 王联珠, 陈远惠. 水产品加工质量管理规范(SC/T 3009 - 1999)[J]. 北京水产, 2002(6): 42 - 44.
- [49] 刘俊荣, 张超桦, 蒋海山, 等. 欧盟食品安全管理体系给中国贝类产业健康发展的启示[J]. 大连海洋大学学报, 2010, 25(5): 442 - 448.
- [50] 杨菁, 丁永良, 胡伯成, 等. 纳米材料净化海水育苗水体的实验研究[J]. 水产科技情报, 2005, 32(6): 252 - 255.