

克氏原螯虾质量安全风险研究与分析

何力^{1,2}, 喻亚丽¹, 甘金华¹, 董立学¹, 彭婕¹, 陈建武¹, 韩刚^{2,3*}

(1. 中国水产科学研究院长江水产研究所, 农业农村部水产品质量安全风险检测实验室, 武汉 430223;
2. 农业农村部水产品质量安全控制重点实验室; 3. 中国水产科学研究院: 北京 100141)

摘要:克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)作为中国加工出口的重要水产品之一,其质量安全备受消费者的关注。本研究介绍了克氏原螯虾的质量安全总体概况,围绕苗种、渔药、养殖环境、饲料、非规范用药、重金属残留、寄生虫和水产品流通等环节,针对克氏原螯虾质量安全的现状和隐患进行了全面的分析,从而提出了保证苗种质量,加强饲料和非药品管理,完善行业标准、溯源体系等建议。本研究旨在促进克氏原螯虾质量的不断提升,为小龙虾产业的健康发展和消费者的安全食用提供技术保障。[中国渔业质量与标准,2020,10(1):01-12]

关键词:克氏原螯虾;质量安全;风险分析;重金属;苗种;溯源;现状;对策

中图分类号:S94 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-1833(2020)01-0001-12

克氏原螯虾(*Procambarus clarkii*)俗称淡水小龙虾,属甲壳纲、十足目、螯虾科、原螯虾属,是中国常见的四大淡水经济养殖虾类之一^[1]。其食性杂、生长速度快、适应能力强,肉质鲜美,营养成分丰富,深受大众喜爱。20 世纪 30 年代由日本引入中国沿海地区,后经繁衍发展和人工养殖利用,现已成为中国水产养殖重要的经济虾类。

据《中国小龙虾产业发展报告(2019)》显示,2007 年至 2018 年,小龙虾在全国的养殖产量由最初的 26.55 万 t 突破至 160 万 t。2017 年小龙虾总产量为 112.97 万 t,2018 年小龙虾总产量达 163.87 万 t,增幅为历年最高,达 45.1%;2018 年中国小龙虾全社会经济总产值 3 690 亿元,同比增长 37.5%^[2]。

近年来,小龙虾从加工产品出口和区域性食用逐渐走向大众消费,很多地区将小龙虾产业作为地方特色的主导产业进行打造,小龙虾产业化步伐进一步加快,产业发展水平得到进一步提升^[3]。由于小龙虾适应多种养殖模式,适合大众消费,市场需求较大,带动了养殖规模的扩大,近年来,其养殖产量和养殖效益得到明显提升,小龙虾产业在水产业中已具有不可取代的地位。在其带来市场价值的同时,受不同地区养殖技术水平的差异,以及小龙虾的环境适应性强、分布广以及养殖户片面追求高产等因素的影响,不可

避免地引发了消费者对食用小龙虾质量安全的担忧,主要表现为农药、兽药残留和重金属残留的问题。文章通过开展小龙虾质量安全风险研究,评估小龙虾养殖过程中可能存在的安全隐患,探讨解决质量安全存在的问题并提出对策建议,以求为小龙虾产业的健康发展和消费者的安全食用提供技术保障。

1 产品质量安全总体概况

1.1 产业总体概况

2018 年,中国小龙虾养殖面积突破 106.7 万 hm²,产量突破 160 万 t,经济总产值突破 3 600 亿元(未包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省的统计,下同)。

1.1.1 养殖产量

2018 年全国主产省份小龙虾养殖情况如表 1 所示。2018 年,全国小龙虾养殖总产量为 163.87 万 t,其中湖北省 81.24 万 t、湖南省 23.76 万 t、安徽省 21.75 万 t、江苏省 16.68 万 t 和江西省 11.02 万 t。上述 5 省份的小龙虾养殖产量共计 154.46 万 t,占全国总产量的 94.3%,其中湖北省产量最大,占全国的 49.58%。2018 年,全国小龙虾养殖产量前 30 名的县(市、区)中,包括湖北省 15 个、湖南省 5 个、安徽

收稿日期:2019-11-04;接收日期:2020-01-20

资助项目:现代农业产业技术体系专项资金(CARS-48)

第一作者:何力,研究员,研究方向为水产品质量安全与品质评价, heli28@sohu.com

通信作者:韩刚,副研究员,研究方向为水产品质量安全研究, hangang@cafs.ac.cn

省 4 个、江苏省 3 个和江西省 1 个^[2,4-5]。30 个县(市、区)的小龙虾养殖总产量为 101.28 万 t,占全国小龙虾养殖总产量的 61.81%。2018 年全国小龙虾产量前五省份的产量如图 1 所示。

1.1.2 产业产值

小龙虾产业从最初的“捕捞+餐饮”起步,逐步形成了集苗种繁育、健康养殖、精深加工、物流餐饮和文化旅游于一体的完整产业链。随着小龙虾养殖发展迅速,养殖面积逐年上升,养殖产量逐年增高,产品畅销,发展小龙虾产业成为农增收致富的重要途径。

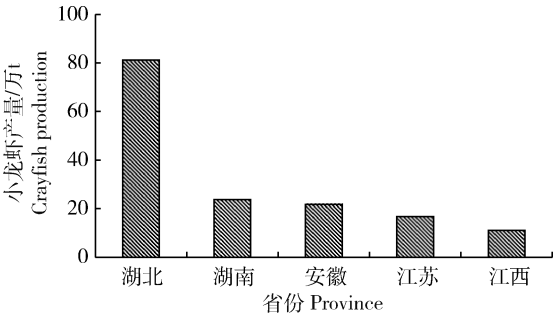


图 1 2018 年全国小龙虾产量前五省份
Fig.1 The production of crayfish in the top five provinces in 2018

表 1 2018 年全国主产省份小龙虾养殖情况
Tab.1 The cultivation situation of crayfish in the main production provinces in 2018

地区 Area	产量/t Production		增长值/t Growth value	增长率/% Growth rate
	2018 年	2017 年		
全国统计	1 638 662	1 129 708	508 954	45.05
湖北省	812 435	631 621	180 814	28.63
湖南省	237 591	135 719	101 827	75.06
安徽省	217 546	137 686	79 860	58.00
江苏省	166 777	115 354	51 432	44.58
江西省	110 214	74 387	35 727	48.16

2018 年全国小龙虾全社会经济总产值约 3 690 亿元,比 2017 年增长 37.5%。其中,养殖业产值约 680 亿元,以加工业为主的第二产业产值约 284 亿元,以餐饮为主的第三产业产值约 2 726 亿元,分别占全社会经济总产值的 18.43%、7.70% 和 73.87%。2018 年全国小龙虾一、二、三产业产值占比情况如图 2 所示。

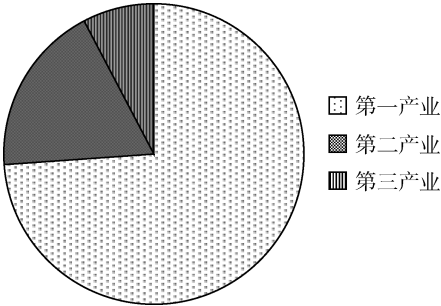


图 2 2018 年全国小龙虾一二三产业产值占比情况
Fig.2 The proportion of the output value of the crayfish industry in 2018

1.1.3 养殖规模

2018 年全国小龙虾养殖面积达 1 120 000 hm²,

较 2017 年增加 320 000 hm²。按养殖水域分,2018 年全国小龙虾稻田养殖面积为 840 666.7 hm²,占总养殖面积的 75.01%,池塘养殖面积约为 200 000 hm²,占总养殖面积的 17.85%,其他虾蟹混养、大水面增殖和莲(茭)田套养等混养面积约为 80 000 hm²,占总养殖面积的 7.14%(图 3)。2018 年全国小龙虾稻田养殖面积约占全国稻田养鱼面积 2 028 000 hm² 的 41.45%,较 2017 年减少了 6.29%。

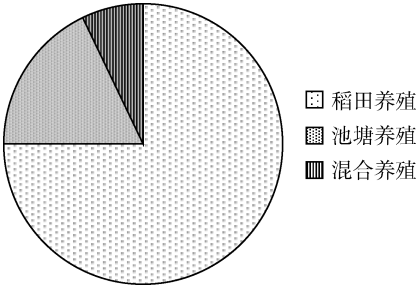


图 3 2018 年不同水域的养殖面积占比
Fig.3 The proportion of aquaculture area in different waters in 2018

2018 年主产省份小龙虾养殖面积如表 2 所示, 其中湖北省的小龙虾养殖面积最多,为 480 669 hm², 其次分别为安徽省 165 334 hm²、湖南省 140 000 hm²、江苏省 134 000 hm² 和江西省 68 667 hm²,且 5 省份的小龙虾养殖面积均呈逐年增长趋势(图 4)。

表 2 2018 年主产省份小龙虾养殖面积

地区 Area	面积/hm ² Area		增长值/hm ² Growth value	增长率/% Growth rate
	2018 年	2017 年		
湖北省	480 667	362 667	118 000	32.54
安徽省	165 333	98 667	66 666	67.56
江苏省	134 000	92 000	42 000	45.30
湖南省	140 000	80 000	60 000	75.00
江西省	68 667	39 333	29 334	74.58
合计	988 667	672 667	316 000	46.93

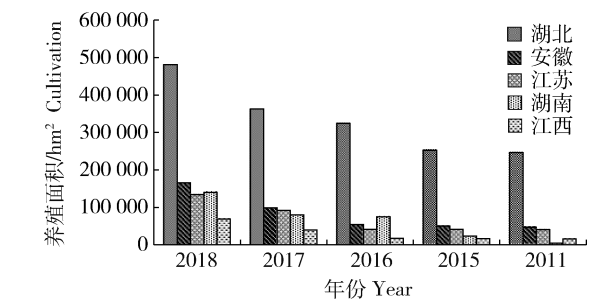


图 4 2014—2018 年主产省份小龙虾养殖面积变化
Fig.4 The changes of cultivation areas of crayfish in the main production provinces from 2014 to 2018

1.1.4 养殖模式

目前,小龙虾养殖模式主要有稻虾综合种养、池塘主养、莲藕(茭)田套养、河蟹池混养、大水面人工增养殖以及河道放养等。其中,稻虾综合种养为各地主要养殖模式,此模式又可细分为稻虾连作、稻虾连作+共作等模式。

1.1.4.1 稻虾模式

稻虾模式是利用稻田的浅水环境,既开展水稻种植业生产,又开展小龙虾养殖的“稻虾综合种养”模式,是近年来农业农业部大力推广的稻渔综合种养的形式之一。该模式发源于 20 世纪 80 年代的美国,通过对稻田进行必要的工程改造,营造水稻栽培期间允许小龙虾同时生长繁育的基本条件,实现“一水两用、一田双收”。随着中国小龙虾消费热潮的不断高涨,市场需求不断加大,小龙虾价格逐年走高,稻田已成为小龙虾市场供应的主要来源地^[6]。“稻虾共生”

模式可减少肥料、农药使用量,通过充分利用稻田综合生态功能,大幅度提高虾、稻产品质量安全水平。稻虾模式可以分为稻虾连作和稻虾连作+共作。

稻虾连作:以“中晚稻收割—投放亲虾或虾苗—养殖过程—虾苗成品虾的收获—水稻的种植—水稻收获”模式循环进行,让稻田充分得到利用,种一季中稻,养一季小龙虾。即在中晚稻收割以后,稻田会闲置到来年的 5 月份,利用这中间的空闲时间进行小龙虾的养殖。具体而言,就是每年 8—9 月中稻收割前投放亲虾,或 10—11 月水稻收割后投放幼虾,翌年 4—5 月收获虾苗和成虾,6 月整田插秧,种一季中稻,循环轮替。这种方式种稻养虾交替进行,小龙虾可摄食稻田里的杂草和水生生物,省去了稻田里除草的过程。此模式一般亩产小龙虾 100 kg、水稻 500 kg,亩均产值 4 500 元左右,亩均利润 2 000 元左右。

稻虾连作+共作:在传统稻虾连作模式的基础上略作修改,即养一季小龙虾后,在种植中稻的同时培育小龙虾亲本。具体而言,就是每年 8—9 月中稻收割前投放亲虾,或 10—11 月水稻收割后投放幼虾,翌年 4 月上旬至 5 月下旬收获成虾,6 月上旬整田插秧,种植中稻的同时培育亲虾,10 月至翌年 3 月繁育小龙虾苗种,循环轮替。此模式一般亩产小龙虾 150 kg、水稻 500 kg,亩均产值 5 500 元左右,亩均利润 3 000 元左右。

1.1.4.2 池塘主养模式

池塘主养模式:将池塘进行结构改造,种植多品种水草,保持水草常年覆盖率在 40% 左右,池塘需要种植多品种水草,适宜水草有轮叶黑藻、伊乐藻、苦

草、水花生和水浮萍等,水草移植时应做到搭配合理,分布均匀,水草的覆盖率应占池塘总面积的 60% 左右。栽植水草主要有以下 4 种作用:一是为虾提供植物性饵料,同时,水草多的地方还可吸引昆虫、小鱼等其他动物供虾捕食;二是为虾提供栖息、蜕壳和隐蔽场所,减少互相残杀现象;三是水草可以吸收水中氨、氮和无机营养盐类,减轻和淡化水的肥度;四是水草的光合作用可生产氧气,增加池水溶氧。该模式下可亩投小龙虾苗种 8 000 尾,投喂优质颗粒饲料,一般亩产小龙虾 150 ~ 200 kg,亩均利润 4 000 元左右。

1.1.4.3 虾蟹池塘混养模式

在传统小龙虾养殖池塘中进行虾蟹混养,除了移栽水草之外,还可投放适量螺狮,不仅可为虾蟹提供动物活饵,还可以起到净化水质的作用。该模式下可亩放小龙虾苗种 5 000 尾,一般可亩产小龙虾 100 kg,亩均利润 4 000 元左右。

此外,小龙虾养殖新模式也不断涌现,如浙江省的“菱-虾”模式、山东省的“藕-虾”模式、海南省的冬季养虾模式及湖北省和上海市的大棚反季节养虾模式等。

1.2 产品质量概况

近年来,从政府到行业到企业对小龙虾产业的养殖、流通、加工和餐饮等环节加大了质量监管力度。在养殖环节,小龙虾主产区相继出台了指导本地安全生产的小龙虾的健康养殖规范,通过各级水产技术推广部门专家、产业体系岗位专家、科技下乡特派员和饲料企业技术人员的点对点式现场指导,小龙虾养殖者的生态养殖技术日渐成熟,养殖产品质量得到良好保障^[7]。在小龙虾的流通环节,全国各地成规模的小龙虾产区也纷纷建立了小龙虾的集散中心和交易市场,对流通环节进行有效地规范和管理,销售商组织人员在现场剔除次品,对不同质量和规格的小龙虾进行分类分装,加入由自来水制成的碎冰降温,当天由低温运输车发往全国各地,保证了小龙虾的质量和品质。在小龙虾加工环节,各加工企业对小龙虾收购、清洗、冷冻和加工等环节都有一套成熟的标准化管理体系,以超声波代替了过去的洗虾粉洗虾,采用液氮极速冷冻等流程,保证小龙虾的原味口感和质量安全^[8]。

中国小龙虾的出口占有一定的比重,出口市场主要集中在美国和欧洲,其次是日本和俄罗斯等国,出口产品主要是冻煮小龙虾等,主要加工企业分布在湖北省、湖南省、安徽省及江苏省等小龙虾主产区,相关企业先后通过了欧盟 European Economic Community

(EEC)、British Retail Consortium (BRC)、Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) 和美国 American Institute of Baking (AIB) 等认证,以及美国 Food and Drug Administration (FDA) 和欧盟 Food and Veterinary Office (FVO) 机构的质量体系评审,从出库企业的小龙虾商品检验的指标分析,涉及的 20 多项指标全部符合出口要求,至今,没有小龙虾因为质量安全指标不合格而出口受阻或退货的报道。近几年来,受欧盟的关税调整和美国反倾销调查,以及原材料上涨等因素影响,小龙虾的出口量逐渐降低,出口企业将加工产品的销售重点转向国内市场。从市场监督管理部门对市场小龙虾加工产品的长期监测指标看,也没有出现产品不合格的报道。为保障小龙虾的食用安全,国家历年开展小龙虾的安全性监督检查,其中重金属为重要指标。2016 年,农业农村部水产品质量安全风险评估实验室(武汉)和中国水产科学研究院对小龙虾主产区进行了较全面的抽样检测,检测结果显示,不同产地小龙虾可食部分的重金属含量存在差异,但是其差异没有统计学意义,其检测值远低于国家标准的限量值。对小龙虾不同部位的重金属含量进一步检测,显示小龙虾中砷、铅和铜的含量由高到低是鳃 > 虾黄 > 肌肉;镉的含量由高到低是虾黄 > 鳃 > 肌肉 > 腹部肌肉。湖北省出入境检验检疫局对湖北省境内的 37 个出口小龙虾养殖备案水域进行抽查,发现小龙虾体内汞、铅、砷、镉及铬等重金属的检测结果均未超过中国和其他国家及组织规定的最大允许残留量,且平均残留水平相对较低,对人健康的风险较小,其他省份的检测结果基本一致。针对消费者对小龙虾农药残留的担忧,2016 年以来,农业农村部渔业渔政管理局连续 3 年组织开展了对全国稻田养殖小龙虾的农药残留的抽样监测,监测指标涉及所关注的多种农药,其检测结果大多低于仪器检测限,个别检出的农药残留量极低,仅为 10^{-6} 级。随着小龙虾成为水产大省的农业支柱产业,小龙虾的质量安全越来越受到重视,各级政府在产地的抽检工作计划中,都将本地产小龙虾列为重点的监测对象,检测指标包含了水产中常用的氯霉素、硝基呋喃类代谢物、喹诺酮类及己烯雌酚等多种兽药。从抽查检测的结果看,小龙虾产品合格率排在所有水产品的前位,约为 100%。

1.3 近十年该种类质量安全状况前后变化分析

2004 年,湖北潜江市的“稻虾连作养殖模式”成

为农民增收的重要手段,吸引了全国许多省市人员前来参观学习,使这一技术迅速在全国推广并不断丰富,从而促进了全国小龙虾产业的兴起并快速发展。近十年来,随着小龙虾出口量的加大和国内市场需求的急速增长,小龙虾养殖已经遍及全国20多个省、自治区和直辖市。目前小龙虾的市场供应已经摆脱了过去靠天然捕捞的历史,市场供应基本上以人工健康养殖的小龙虾为主,小龙虾质量安全管理基本处于可控可管状态。

2010年,原农业部开展了全国小龙虾产品质量安全普查,抽样地点为江苏省、安徽省、湖北省和湖南省,这4省小龙虾总产量占全国当时产量的90%,此次普查以重金属项目为主,检验指标为铅、镉、汞、无机砷和铜,普查检测结果总体合格率为95.9%,样品来源于交易市场,未区分人工养殖和天然捕捞样品。2009—2012年中国水产科学研究院和长江水产研究所先后在湖北省和江苏省的主要稻田养殖区,对小龙虾的农药残留进行了安全性调查与分析,检测了小龙虾中甲胺磷、毒死蜱、克百威、杀虫双、噻嗪酮、三环唑、吡虫啉、敌敌畏、氟氯氰菊酯、五氯酚钠、林丹、硫丹及DDT等14种农药残留,其中,个别样品检测检出呋喃丹和林丹,检出值分别0.149~1.843 mg/kg和0.042 2~0.045 4 $\mu\text{g/kg}$,在水稻种植和小龙虾养殖过程中没有使用呋喃丹和林丹^[9],因此小龙虾的农药残留主要来自于产地环境,而非水稻使用农药,且残留量低。

2008年前后,小龙虾受到消费者热宠,消费量急剧增加,为解决食用前小龙虾的清洗问题,出现了市场和餐饮加工前使用洗虾粉快速清洗小龙虾的现象,加上之后食用小龙虾的极少人员表现出肌肉溶血症的征状,引起了社会对食用小龙虾的安全性担忧,从防疫部门等机构的研究结果看,并没有得出肌肉溶血症与小龙虾有害物质残留相关的结论,但是,洗虾粉的使用会对人的肠胃有一定的影响^[10-13]。使用洗虾粉的原因是天然捕捞于水环境较差的小龙虾腹部附着有黑色物质,难以冲洗干净,而洗虾粉中的草酸成分具有较强的还原漂白作用。经过近十年的发展,小龙虾养殖已从过去的天然捕捞与人工养殖并主的模式,发展到了以人工生态养殖为主的模式,小龙虾的产品来源已发生了较大变化。多年来的研究结果显示,小龙虾在良好的水质条件下才能生长快、品质好,这一结论已得到养殖户的广泛认同。因此,生态健康养殖,即在养殖过程中通过多种方式保持水体环境良

好的养殖方式,已成为当前小龙虾养殖的主要模式。该模式下生产出来的小龙虾形态好、干净亮洁,食用前不需要用洗虾粉浸泡,家庭用毛刷,餐馆用超声波清洗,都能清洗干净^[14]。

针对小龙虾中重金属含量是否超标的问题,2017年中国水产科学研究院与农业部水产品质量安全风险评估实验室(武汉)对湖北省小龙虾主产区的20多个乡镇的人工养殖小龙虾进行抽样检测,结果表明,涉及的重金属指标在腹部肌肉部分的含量较低,远低于国家相关的食品安全标准值,相关省份近年在开展对小龙虾的抽检中,也没有出现重金属超标的情况。根据水稻田常用农药的毒理学试验结果,小龙虾对有机磷农药和菊酯类农药敏感,在稻虾养殖模式中,近年来,已逐渐淘汰了这几类农药的使用,转而选择了对小龙虾低毒的氯虫苯甲酰胺、噻虫嗪及烯啶虫胺等,通过几家水产品质量安全风险评估实验室的研究和评估,在现今稻虾养殖中可能使用的农药,在自然环境和虾体内代谢速率都较快,小龙虾体内的残留量极低^[15]。另外,稻虾养殖户将生产的水稻按照有机产品标准规范生产,稻虾养殖中的大米产品开展有机认证已成为一种趋势,这更进一步保证了所产小龙虾的质量安全。

过去,小龙虾的养殖密度小,病害发生很少,小龙虾出现兽药残留的问题也较少。但是,随着小龙虾养殖成为农民增收的重要途径,小龙虾的养殖面积日益增加,非技术养殖户也纷纷转入到小龙虾的养殖中来,小龙虾高密度养殖下的病害问题日渐突出,各类调水剂、清苔剂等投入品的广泛使用造成了其食品安全的隐患,这提示今后除关注小龙虾对环境物质的残留外,还需重点关注养殖投入品的安全性。

2 存在的主要质量安全隐患分析

2.1 苗种

小龙虾苗种无论是人工繁育,还是养殖场地自繁自育,都是在(仿)自然生态条件下进行的,无需人工药物催产。小龙虾为抱卵孵化,最佳孵化温度在25℃左右,这个时期卵粒很少发生水霉病,因此,不存在使用孔雀石绿等药物的现象。从卵粒孵化出来的小龙虾幼苗靠自身卵黄提供营养,不受外来物质影响,随着幼体成长,开始滤食水中的浮游生物和有机碎屑等,随后可以捕食水蚯蚓、螺蛳等底栖生物。因此,苗种阶段质量安全的风险主要来自于苗种繁育的

水体环境。小龙虾苗种繁育与培育地点大都选在水源充足、水质清新、溶解氧充足且水质符合国家颁布的渔业用水或无公害食品淡水水质标准的场地,利用稻田和池塘留存的种虾进行繁育,既能保证产品质量安全,也能极大程度地降低养殖成本,是当前养殖户采用的主要方式。但是,由于小龙虾对环境的适应能力强,在水质较差的沟渠和沼泽地等中也能完成繁育,市场交易中可能会有少量小龙虾苗种来自于这类自然水域,这类苗种是小龙虾苗种阶段质量安全的最大风险,其风险因子主要是环境有害物质。

虾苗选择主要通过观察活动能力、群体组成和体色,选择规格整齐、身体健壮、体表光滑而不带泥、游动活泼且身体饱满的虾苗。小龙虾是一种可以离水较长时间的水产品,只要保证体表有一定的湿度,即可利用鳃进行气体交换,维持较长时间不致死亡。个体为 1.5 ~ 2.0 cm 的虾苗,采取氧气袋运输,3.0 ~ 5.0 cm 的虾苗则采用干法运输,运输时可用泡沫箱或塑料筐装运,运输时间短,一般不能超过 2 h^[16]。如果采取低温保湿,虾苗运输时间可以延长到 30 h。成虾的运输一般采用干法运输,运输的工具比较简易,以蛇皮袋为最常见,其他还有蒲包、木桶、木箱及纸箱等,运输时,在运输容器上要盖上一些湿润的水草,放置一些碎冰,运输途中每隔 3 ~ 4 h 喷洒 1 次清洁水,以保证虾体的湿润。因此,小龙虾苗种及商品虾在运输环节一般不存在质量安全的风险,主要是存活率的问题。

为预防虾病,必须坚持每年清塘消毒,清塘消毒的方法多种多样,生石灰、漂白粉和茶籽饼等是常用的清塘药物,其中,生石灰、漂白粉效果最佳,消毒一般安排在亲虾或虾苗放养前 10 天左右,清塘消毒的主要目的是将池中的野杂鱼、蛙、蚂蝗及有害病原体等彻底清除。不排除极少数散户用五氯酚钠来清塘,而给小龙虾的质量安全带来一定风险。

由于小龙虾繁殖能力较强,在养殖池塘里种虾就能自繁自育,同时,小龙虾分批成熟抱卵孵化的特性,使得成虾和虾苗会同时存在于同一养殖场地,因此,小龙虾成虾的质量安全风险相同于苗种,均来自于环境和养殖投入品。小龙虾养殖中的病害主要是白斑综合征,其属病毒性病,具有较强传染性,易造成小龙虾规模性死亡,因此,防治白斑综合征的发生是确定养殖成败的关键因素。现今一般采取的措施是加强对引进苗种的检疫,采用中草药和聚维酮碘预防,尚未有其他的好办法。其他细菌性病害一般认为是条

件致病菌,如水质调节好,就不会发生细菌性病害,因此,对水质的控制成为小龙虾养殖的重中之重。从这种角度来分析,小龙虾养殖过程的质量安全风险主要不是来自环境的污染物,而是来自农药和养殖投入品,从农药残留的监测结果看,农药的残留量极低,风险较小。

在藕虾混养中,为防治藕的病害发生,会使用杀虫剂,这将是需要监控的指标。另外,在小龙虾的加工过程中,剥去外壳是手工操作,用于防治操作工手指感染的药物,也是需关注的风险指标。

2.2 渔药

在水质管理不好、养殖密度过大、营养不良和气候异常等情况下,小龙虾会产生多种疾病,除了白斑综合病毒病外,也会发生例如烂壳病、烂尾病、软壳病、黑鳃病、纤毛虫病及出血病等。一般情况下,大多使用生石灰、漂白粉和二氧化氯等物质治疗,结合一些调水剂、底质改良剂、微生态制剂、维生素和保肝剂等进行防治,对于出血病也会使用喹诺酮类药物,而纤毛虫病使用硫酸铜加硫酸亚铁合剂。通过对小龙虾病原嗜水气单胞菌进行的药物敏感性试验,认为盐酸土霉素、依诺沙星、美满霉素、四环素、氯霉素、强力霉素、阿奇霉素、氨苄青霉素、红霉素、庆大霉素、灭滴灵、环氟哌酸、氟哌酸、氟苯尼考及恩诺沙星均具有高度敏感性,调查结果显示,在小龙虾养殖中存在使用土霉素、氟苯尼考和恩诺沙星等限用药物的现象^[17]。

小龙虾养殖需要一定量的水草,水草对小龙虾尤为重要,可为小龙虾提供栖息,避害、遮光及蜕壳等有利环境。小龙虾池塘栽种的水草大部分是伊乐藻 (*Elodea canadensis* Michx.) 与轮叶黑藻 (*Hydrilla verticillata*)。伊乐藻属于低温沉水性植物,春季水温低适合其生长,且生长快速活力好,对线虫的抵抗力较强。但是轮叶黑藻却是一种喜阳高温期生长的水草,在轮叶黑藻生长早期,由于水温低,生长缓慢,活力差,且容易被青苔缠绕生长受阻,加之线虫可以在短时间内吃食大量的水草叶片,导致轮叶黑藻难以生长甚至消失,为小龙虾的养殖工作带来难题。因此,培育水草的过程中需要杀灭线虫,一般使用的药物是阿维菌素,同时,为防治青苔蔓延,有的养殖户没有采用生态控青苔的方法,而是使用“青苔净”等药物清除青苔^[18]。2019 年,在小龙虾主产区相继发生了因使用“青苔净”而造成小龙虾大面积死亡的事件,给养殖户带来较严重损害,“青苔净”的成分主要是特丁净、西草净及莠灭净等除草剂,这些药物可对小龙虾

的质量安全造成一定风险。据养殖户反映,采用过硫酸氢钾对养虾池进行底质改良,易造成鱼类和小龙虾死亡,其危害需进一步考证。

小龙虾渔药使用存在的问题是在治疗小龙虾疾病时,不能正确选择渔药或者过量使用渔药。从潜江市、监利县等县市的调研结果看,小龙虾养殖中只需使用生石灰、二氧化氯和聚维酮碘这3种药物用于防治细菌性病和病毒性病;使用菜籽饼进行清塘,就能达到很好的效果。而很多个体养殖户仍然使用较多的水质调节剂、底质改良剂、促生长剂和杀虫剂等,如此不仅增加了投入成本,而且也给小龙虾的质量安全带来隐患。另外,小龙虾养殖中,基本没有考虑休药期,这是因为不同规格的小龙虾都可以作为商品虾出售,10 g以上的小龙虾就可走上餐桌。虾农对同一养殖场地、不同生长时期的虾,也难以彻底分开,通常是边养殖、边出售。

2.3 养殖环境

小龙虾对环境的适应性较强,能在湖泊、池塘、河沟及稻田等多种水体中生长。小龙虾的生存能力是其养殖的一大优点,在较差的环境或天气状况下都能生存,因此,可在全国很多地方开展小龙虾养殖。不过,这也成为影响小龙虾质量安全的一大弊端。有研究结果表明,小龙虾体内的重金属含量与生长环境密不可分,若小龙虾生活的水体受重金属污染,其体内重金属含量也会显著增高^[19]。从对少数小龙虾的有害物质残留的种类看,主要是养殖环境中持久性有机物和农药,因此养殖环境的选择对小龙虾体内有毒有害物质的残留水平影响明显。小龙虾养殖场应选在远离化工厂、生活污水排放区、矿场和垃圾场等污染源的地方。

小龙虾的养殖环境以黏土壤为好,沙质土壤和硬质土壤不利于建立洞穴。温度对小龙虾幼虾发育和存活存在影响,30℃以上或5℃以下不宜生长;盐度超过千分之六时,其生理代谢受到抑制;小龙虾生长过程中溶解氧不应低于3 mg/L;适应的pH范围一般为6.5~7.5;水体氨氮含量可以影响小龙虾的蜕皮和生长;亚硝酸盐的安全质量浓度建议为1.52 mg/L。因此,在中国并不是所有的地方都适应养殖小龙虾,如在宁夏盐碱地小龙虾的暂养还没有取得成功,这同样说明小龙虾养殖需要良好的水质环境。

国内小龙虾的养殖模式以稻虾养殖和池塘养殖为主,相对于池塘养殖,稻虾养殖的环境存在更多的不确定性。稻田中,小龙虾生活的水体区域相对较小,沟道

较浅,水体环境易受到气候影响,水温变化较大,残饵和虾的代谢物易集于沟道中,导致水质变化较快,因此,调水是稻虾养殖过程中的重要工作^[20]。较为频繁地使用底质改良剂、微生态制剂和杀虫剂等,给小龙虾的质量安全带来一定风险。一般认为,池塘养殖的小龙虾个体大于稻田养殖的小龙虾个体,这也说明水质较为稳定的池塘更适合小龙虾的生长。但温度升高时,池塘种植的伊乐藻开始死亡腐烂,池塘底质逐渐变坏,对小龙虾的生长不利,另外,为保证轮叶黑藻等生长,需要清除青苔,而青苔死亡后,会分解出羟胺等有害物质,进而导致水体发臭、发黑,并使水中氨态氮含量升高^[21],影响小龙虾的生长。而且,清苔剂的使用,也会给小龙虾带来伤害,甚至导致死亡。

在选择小龙虾养殖场地时,通常主要考虑周边的可视环境和水质条件,较少对土质环境进行监测。而小龙虾属于杂食性,底栖生物也是其良好的食物来源,若土质受到污染,必然造成污染物向小龙虾体内的迁移,进而影响到小龙虾的质量安全。如部分地方利用废弃的矿地或种植地养殖小龙虾,其安全性有待考证,需对此进一步加强监控。选择良好的养殖环境,定期处理淤泥,曝晒池底,用生石灰进行消毒,杀死病菌,去除有毒有害物质,是小龙虾养殖中的周期性工作^[22]。

2.4 饲料

小龙虾属杂食性,饵料来源较广,有机碎屑、腐殖质、水草、浮萍、水蚯蚓、螺蛳、河蚌和水生昆虫等均是虾苗喜欢摄取的饵料,人工饵料有豆粕、菜粕、麸皮、菜叶、动物内脏和颗粒饲料等。在小龙虾养殖热潮日益高涨的今天,许多生产其他饲料的企业转而生产小龙虾饲料,一些小型企业和个体户也纷纷建厂生产小龙虾饲料。由于目前对小龙虾营养需求和专业饲料配方的研究相对还较少,大多数成品饲料照搬了其他水产品的配方,各类营养成分的含量并不能完全匹配小龙虾的最佳需求,这是影响小龙虾体质、抗病力,进而产生质量安全风险的重要原因。

从小龙虾抽样检测的情况看,大多数厂家生产的饲料并没有添加违禁药物,但是,部分饲料中检出了一些限用药物的成分,例如磺胺类药物、喹诺酮类和阿维菌素等^[23]。

从调查结果看,大多小龙虾养殖户采取自繁自育的方式,小虾、种虾和商品虾都在同一养殖场地,随着小龙虾的繁殖、捕捞和销售,虾池或稻田中的存有量在不断发生变化。因此,养殖户对饲料的使用量难以

准确把握,可能投喂不足,也可能过量投喂,而残饵量的多少会影响养殖的水质环境。有的养殖户为了提高产量,过量投喂饲料,造成小龙虾营养过剩、体质下降,甚至引发病害,从而增加了药物使用的风险,这些过程都需要开展科学研究和应用指导。

2.5 非规范用药

在小龙虾养殖中,存在“低温水难肥”“青苔真难治”“蓝藻真泛滥”“疾病真无耐”等现象,给各类非规范类药物提供了巨大市场。3 月后,随着小龙虾逐步进入生产旺季,各种肥水控苔产品和小龙虾动保产品开始大范围使用。目前,应用于小龙虾的这些产品中,除少数药品外,绝大部分为非国标产品,也称非药品。这类产品没有生产批号,没有成分的标注,而直接标明为非药品,种类繁多。从功能看,有底质改良的、有水质改良的、有促生长的、有诱食的、有解毒素的和保肝护肝的等,这些非药品物质通过各种途径进入养殖户的虾池。在调查中发现,养殖户只是关注这些非药品的使用效果,并不在意生产企业是否通过国家认证,产品是否有批号,更不关注是否有违禁成分,此类现象的发生是造成小龙虾质量安全隐患的重要因素。由于小龙虾产业发展迅速,养殖需求十分巨大从而导致小龙虾的非药品种类如此众多。制药厂家为降低企业认证和药物审批成本,同时也不愿错过市场的高需求时期,通过标注非药品,将产品快速推入养殖市场,获取经济利益。

虽然,小龙虾的养殖要坚持“全面预防、积极治疗”的方针,强调“防重于治、防治结合”的原则,采取消灭病原体、切断传播途径、推广健康养殖技术及改善养殖水体生态环境等措施控制疾病发生,发现病症应及时携带病虾送检,按照病防机构出具的处方使用药物等。但是,一些虾农并没有遵循这些原则,不是主动采用生态调控的方法,减少药物的使用,而是根据口口相传的经验,盲目跟从,极易出现非规范使用药物的现象。正确做法是根据药物的理化性质科学选择和使用药物,以避免药害事故发生。选择药物时应严禁使用有机磷类(如敌百虫、辛硫磷等)和菊酯类(如氯氰菊酯、氰戊菊酯等)杀虫剂,在小龙虾的繁殖期间禁止使用阿维菌素、伊维菌素等杀螨剂,以防对受精卵孵化产生不良影响等,而一些新的养殖户并不能真正了解药物的使用方法。

一些电商将“氰戊菊酯”这种果蔬农药改名为“捕虾灵”在网上销售,价格便宜,捕虾效果好,2 mL 的药水可以覆盖 50 m² 的水域,造成小龙虾和环境的

农药污染。药捕的情况多发生在沟渠、沼泽地等自然水域中。

2.6 重金属残留

国内外专家研究发现,小龙虾对重金属有很强的富集特性,其体内重金属污染物浓度可能高于周围环境数倍,引起了社会对小龙虾重金属残留的关注。为了摸清情况,中国在多个地区进行了小龙虾重金属残留的监测和研究,总体来看,小龙虾肌肉部分的重金属残留量较低,远低于国家食品标准限量值,但在不同的地区,其结果存在部分差异。2009 年前,曾报道部分地区小龙虾有铜、砷、镉和铅含量超标的现象,但在其后的各项检测中,小龙虾的肌肉部分并没有出现重金属超标的情况。本实验室研究表明,小龙虾鳃、肝的重金属含量较高,且部分超标,而肌肉部分均未超出,小龙虾体内不同组织的残留规律为: Pb 含量,鳃 > 肝脏 > 尾部 > 腹肌肉 > 螯足肌; Cd 含量,肝脏 > 鳃 > 肌肉; As 含量,鳃 > 肝脏 > 肌肉。有研究表明,小龙虾体内重金属残留量与生活水体的重金属污染程度有相关性,受污染的水体,其重金属残留量较高,受重金属污染越严重,虾体各组织富集重金属的量就越多^[24]。随着清水驯养小龙虾时间的延长,重金属释放率逐渐增加,其肝胰、鳃和肌肉均能释放重金属离子,肌肉释放各种重金属离子的能力最强,鳃次之,肝胰最弱;而从释放单一离子能力看,肌肉的释放率仍为最高^[18]。因此,小龙虾体内重金属残留量取决于养殖环境受重金属污染的程度,食用小龙虾肌肉部分的安全性较高。当今,小龙虾的养殖大多采用以调节水质为主的生态养殖模式,养殖水体符合养殖用水的要求,这大大降低了小龙虾重金属残留的安全风险^[25]。另外,小龙虾能将摄入的重金属大部分转移到身体外壳,随着不断生长和脱壳,这些重金属也在不断地被移出体外^[26],从而维持体内重金属处于较低的水平。

2.7 生物危害—寄生虫

小龙虾的寄生虫常见于肺吸虫。小龙虾是很多脊椎动物寄生虫(如肺吸虫)的中间宿主。肺吸虫,也称卫氏并殖吸虫,是一种能够感染人类和动物的寄生虫,它在人类身上主要寄生在肺部,同时也可以寄生于大脑、肌肉等部位。它的幼虫和成虫在人体内移动和寄居时可以对人体造成伤害。当肺吸虫定居在人体的肺部时,患者可能出现胸痛、咯血等症状。当它们移动到大脑时,可以引起剧烈的头痛、癫痫、视力下降,甚至可造成偏瘫、失语症。肺吸虫在高温条件

下会被杀灭,食用未加工熟的小龙虾有感染肺吸虫的可能性,因此,制作小龙虾食品一定要高温加热,确保小龙虾熟透。

2.8 水产品流通

小龙虾的捕捞工作一般是在夜间进行,清晨收集到交易市场,现场分级并分装,装箱前冲洗小龙虾,撒上碎冰,加盖封箱,物流公司进行冷链运输,在运输过程中,用空调保持车厢内恒温在 $1\sim 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这是小龙虾主产区采用的主要流通方式,此过程不需添加任何化学药物,不存在对食用产生的质量安全风险^[27]。但是,少数小型集市和部分小餐馆在加工小龙虾前,会用“洗虾粉”清洗小龙虾,去除小龙虾腹部的黑色物质,提升小龙虾的卖相,同时节省人工成本。洗虾粉的主要成分是柠檬酸或草酸,草酸是工业领域普遍使用的一种除锈剂,其酸性为醋酸的10 000倍,对人体存在一定危害^[9]。

目前,小龙虾的加工产品已从出口的冷冻调味虾、虾仁等转向国内生产的小龙虾系列食品产品,例如冻生龙虾肉、冻生龙虾尾、冻生整只龙虾、冻熟龙虾虾仁、冻熟整只龙虾、冻虾黄和水洗龙虾肉等,多家知名电商介入物流环节和餐饮消费环节,交易市场保持增长态势,冷链配送与物流体系建设快速发展^[28]。但是,在加工流通中也存在一定质量安全风险,以小龙虾的加工为例,剥虾工人的手由于长间接接触含有氯的消毒水,会出现手部发痒、甚至溃烂的现象,而氯霉素是一种抗生素类药,价格低廉,对治疗手部发痒和溃烂有非常好的效果,因此,剥虾的工人非常愿意使用这种药。氯霉素通过工人皮肤转移到小龙虾上,造成加工中的质量安全风险^[29]。

3 对策和建议

3.1 管理政策措施建议

保证苗种质量:虾农将大部分养殖的小龙虾出售,自留一部分作为种虾进行繁殖育苗,从养殖成本考虑,进行良种选育的意愿还不强烈,长期自繁自育将造成小龙虾的种质退化,商品虾个体越来越小,抗病力减弱。从调研结果分析,仅有个别企业开展了良种收集、保存和繁育工作,一般规模较小,并不能满足养殖的需要。部分省份建立了小龙虾良种选育繁育中心,人工繁殖技术初步成熟,但其影响力有限,至今还没有具有生产性能优势的小龙虾新品种,也没有国家级的小龙虾良种繁育基地,这在一定程度上影响了

对小龙虾苗种质量的管理和引导。

加强虾用饲料管理:小龙虾饲料企业众多,产品质量层次不齐,由于对小龙虾饲料的研究相对滞后,没有统一的饲料产品标准,在小龙虾饲料的监管方面还有待加强。另外,部分饲料中违规添加药物的问题时有发生,也给小龙虾的安全质量造成风险。因此,需加大小龙虾饲料的安全执法管理力度,强化饲料质量监督检查工作,在小龙虾饲料生产环节推行 HAC-CP 管理制度。

加强非药品管理:相对其他水产品种,小龙虾的养殖过程中出现的非药品种类多,使用较为频繁,有些产品从标示上看可以归为非药品,但其真实为药品,有些产品应归为药品,却标示为非药品,意图逃避行业的监管。因此,加强规范非药品管理,将是杜绝这些违规行为的有力措施,将有利于减少小龙虾产品的质量安全风险。

加强小龙虾产业标准化和溯源体系建设:国家相关部门应整合多方意见,出台小龙虾产业链各环节的标准和技术规范,并配合相应的技术指导支持和质量监管措施,结合稻虾养殖质量安全风险评估的成果,制定产地和产品标准,解决小龙虾产品认证标准缺失的问题,推动小龙虾生产从合格产品向绿色食品的过渡^[30]。另外,物联网、大数据及区块链等高新技术日渐成熟,也为小龙虾食品安全溯源体系的建设提供了坚实的基础,产业链上下游应该积极引入智慧农业、实现信息互联,合理打造从虾苗、养殖、加工、运输到终端消费环节的食品安全溯源体系,保障产品质量,明确责任归属。

3.2 需重点研究解决的问题建议

需加快小龙虾规模化苗种繁育技术研究,构建以企业为主体的商业化育种体系,建设真正意义上的小龙虾苗种场。支持企业联合科研院校,培育具有自主知识产权的优良品种,加快提升良种自主研发和供给能力。鼓励和支持小龙虾苗种场建设和相关科研工作。

近年来,小龙虾白斑综合征病毒病等养殖病害呈上升趋势,给养殖户带了较大损失,且没有有效的治疗方法,制约了小龙虾养殖业的健康发展。目前,急需解决小龙虾白斑综合征病毒病的防治问题,亟待建立小龙虾病害绿色防控体系,养殖用药规范化管理也有待加强。

严格规范小龙虾养殖业。无论是池塘养殖,还是稻田养殖,应当走“清洁养殖”“绿色种养”的发展之

路,绝不能不顾产品品质与生态环境而盲目追求产量和效益。要加强健康养殖标准化操作规程制定,逐步推行小龙虾养殖的标准化、规范化及规模化。积极开展安全高效人工配合饲料和小龙虾病害绿色防控技术的研发。加强质量安全监管,严格减药减量,建议农药减量 60% 以上、化肥减量 50% 以上^[31]。提倡使用生物农药和有机肥料,严禁使用禁药。大力扶持合作社、家庭农场等新型经营主体,切实为小龙虾养殖者提供产前、产中、产后全方位服务。

要加强产前、产中、产后的质量安全监控,逐步做到质量安全可追溯。做实做强虾稻综合种养模式下安全优质的“有机稻”“生态渔”品牌,保障产业的可持续发展。鼓励龙头企业或专业合作社开展绿色、有机水产品与稻米产地认定和产品认证,打造名副其实的有机、绿色品牌。同时开展稻谷和小龙虾精深加工销售,发展订单生产,利用互联网+电子商务,拓宽销售渠道。

3.3 应急预案储备

根据小龙虾养殖产地环境条件、养殖中易发生的病害、当地虾农使用药物的种类,以及检测机构的抽样结果等,确定本区域小龙虾质量安全风险因子,围绕风险因子明确其应急预案措施^[32]。建议成立应急指挥小组应对小龙虾质量安全风险事故,负责小龙虾质量安全事故应急处置工作,协同有关部门研究解决小龙虾质量安全事故应急处理工作中的具体问题,必要时采取有关控制措施。组织专家开展技术鉴定,综合分析和评价检测数据,查找事故原因,评估事故发展趋势,预测事故后果及可能造成的危害,为制定现场处置方案提供依据。维护小龙虾产业安全,做好舆论引导工作,经主管部门审定后,发布新闻事实,澄清事实,消除疑虑^[33]。

3.4 前瞻性建议

小龙虾产业是水产业乃至整个大农业中的一个不可多得的朝阳产业,特别是“虾稻综合种养”实现了“一水两用、一田双收、稳粮增效、粮渔双赢”,同时还拓展了水产业的发展空间,推动了大农业转型升级、提质增效,保障了粮食安全、食品安全和生态安全。发展虾稻综合种养,既保障了“米袋子”又丰富了“菜篮子”,既鼓起了“钱袋子”又确保了“舌尖上的安全”,还有效地破解了“谁来种地”和“如何种好地”的难题,是一条“催生农业现代化、保护农业环境和生态”的现代农业发展之路。建议把虾稻综合种养作为农业转方式、调结构和乡村振兴战略的重要抓

手强力推进。

进一步完善小龙虾养殖技术,耦合稻田综合种养技术;开展养殖模式的相关技术参数的量化和标准化等研究,加快小龙虾养殖技术规范的制定,推行“养繁分离、精准养殖”技术,提高小龙虾的养殖规格;积极开展小龙虾饲料营养学研究,加快小龙虾专用配合饲料研发与推广;加强质量安全监管力度,建立小龙虾养殖可追溯体系,加强投入品管理,严禁使用违禁药品。加强疫病监测和防控,完善疫病应急方案,重点开展小龙虾白斑综合征防控技术研究,加快病害防控技术的应用。

积极开展小龙虾良种选育工作,构建以企业为主体的商业化育种体系,联合科研院校培育具有自主知识产权的小龙虾优良品种,加快提升良种自主研发和供给能力。开展多种模式的规模化繁育技术研发,培育一批大型小龙虾苗种生产企业,加快良种繁育体系建设,科学布局,尽快建设由良种场、良种繁育场及良种繁育点组成的三级良种繁育体系,扩大良种繁育规模,不断提高良种覆盖率。同时,加强小龙虾种质资源保护,建立种质保护区。

加强质量安全监测体系建设,加强小龙虾种苗质量管理工作,建立小龙虾养殖的水域环境监控网络,采取有效措施避免养殖水域污染,预防和控制小龙虾养殖病害和疫情的发生蔓延;建立小龙虾质量安全数据库和信息管理系统,推行小龙虾质量安全可追溯制度;推进小龙虾质量安全突发事件预警机制,加强小龙虾质量监管的规范性和长效性。

加快产地小龙虾专业批发市场建设,实现产地和销地市场有效对接。加强冷链物流建设,依托国内大型物流集团构建全程冷链配送体系,加强运输、保鲜和包装等技术研究,保证终端产品的质量安全。

参考文献:

- [1] 田娟,许巧情,田罗,等. 洞庭湖克氏原螯虾肌肉成分分析及品质特性分析[J]. 水生生物学报, 2017, 41(4): 870-877.
- [2] 农业农村部渔业渔政管理局,全国水产技术推广总站,中国水产学会. 中国小龙虾产业发展报告(2019)[N]. 中国渔业报, 2019-09-02(A04).
- [3] 赵萌. 潜江市小龙虾出口问题研究[D]. 武汉:湖北大学, 2012.
- [4] 马达文,汤亚斌. 2018 湖北小龙虾产业发展报告[EB/OL]. (2018-06-13) [2020-01-05]. http://www.shuichan.cc/news_view-361770.html.

- [5] 陈焕根,张朝辉,黄春贵,等. 2018 江苏小龙虾产业发展报告[EB/OL]. (2018-06-13)[2020-01-05]. http://www.shuichan.cc/news_view-361771.html.
- [6] 蒋秀梅. 基于小龙虾养殖的“虾稻共生”关键技术[J]. 水产养殖, 2019, 40(2): 18-21.
- [7] 徐飞,师伟,任康,等. 水产品安全问题现状及检测技术的研究进展[J]. 兽医导刊, 2010(12): 50-52.
- [8] 吴林海. 2017 年中国水产品质量安全状况研究报告[N]. 中国社会科学报, 2018-12-27(010).
- [9] 刘巧荣,黄磊,黎玉林,等. 稻田养殖水产品农残安全性调查与分析[J]. 中国渔业质量与标准, 2013, 3(3): 8-13.
- [10] 陈旭锋,黄培培,康健,等. 群发性横纹肌溶解症 23 例临床分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2010, 19(10): 1062-1065.
- [11] 谢国祥,郭宝福,陈洋,等. 食用小龙虾致横纹肌溶解综合征事件的流行病学调查[J]. 现代预防医学, 2012, 39(20): 5239-5240.
- [12] 宗雯琦,甄世祺,袁宝君,等. 2012—2014 年江苏省小龙虾相关横纹肌溶解综合征流行病学调查分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(10): 4258-4261.
- [13] 钟文. 破解小龙虾三大谣言[J]. 江苏卫生保健, 2016(15): 37.
- [14] 张卫兵. 中国水产品质量安全事件 10 年回顾与思考[J]. 中国卫生标准管理, 2010, 1(5): 57-61.
- [15] 中国水产科学研究院. 加强水产药理学研究,促进海水养殖安全用药[EB/OL]. (2006-11-28)[2020-01-05]. <http://www.cafs.ac.cn/info/1051/20500.htm>.
- [16] 高光明,陈昌福. 小龙虾健康养殖问答(7)[J]. 渔业致富指南, 2018(20): 65-70.
- [17] 熊战之,陈香华. 常用农药对稻田养殖小龙虾的影响浅析[J]. 南方农业, 2019, 13(6): 142-143.
- [18] 畜牧水产. 无公害水产品养殖中渔药使用准则与病害预防[J]. 科学养鱼, 2007(5): 80.
- [19] 生态环境部. 2017 中国生态环境状况公报[J]. 环境经济, 2018(11): 10-11.
- [20] 魏文燕,唐洪,杨马,等. 稻虾共作生态健康养殖高产关键技术[J]. 渔业致富指南, 2018(11): 44-47.
- [21] 程建平,文玲梅,杨涛,等. 增施微生物营养料对稻虾共作养殖水体水质及小龙虾产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2018(23): 121-123.
- [22] 赵新文. 小龙虾从池塘到餐桌全程质量控制措施[J]. 渔业致富指南, 2010(21): 39-41.
- [23] 邢玉秀. 动物性食品兽药残留的来源、危害与控制措施[J]. 河南农业科学, 2004(7): 79-80.
- [24] 何志刚,王冬武,李金龙,等. 克氏原螯虾对重金属的富集及脱除研究进展[J]. 江西饲料, 2017(2): 1-4.
- [25] 何志刚,王冬武,黄向荣,等. 克氏原螯虾质量安全现状与发展对策[J]. 湖南饲料, 2012(2): 25-27.
- [26] 朱玉芳,崔勇华,戈志强,等. 重金属元素在克氏原螯虾体内的生物富集作用[J]. 水利渔业, 2003, 23(1): 11-12.
- [27] 倪治明. 浙北地区餐饮业小龙虾重点危害因子调查及风险评估[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [28] 楼明. 我国水产品在水流过程中存在的质量安全问题及控制[J]. 江苏商论, 2010(2): 32-34.
- [29] 曾义,刘宝荣,袁少飞,等. 淡水小龙虾氯霉素残留的危害分析和预防控制措施[J]. 检验检疫科学, 2006(2): 51-53.
- [30] 刘芳. 浅谈我国水产养殖过程中的环保问题与对策[J]. 商品与质量·建筑与发展, 2014(4): 1108.
- [31] 胡凯. 潜江小龙虾产业高质量发展研究[D]. 武汉: 武汉轻工大学, 2019.
- [32] 刘训猛,赵宜清,陈静. 我国克氏原螯虾病害及防治技术研究进展[J]. 中国水产, 2013(10): 64-66.
- [33] 王龙根,成强,陈红燕,等. 稻田养殖克氏原螯虾重金属监测分析[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(22): 103-104.

Study and analysis on quality and safety risk of crayfish

HE Li^{1,2}, YU Yali¹, GAN Jinhua¹, DONG Lixue¹, PENG Jie¹, CHEN Jianwu¹, HAN Gang^{2,3*}

(1. Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences; Ministry of Agriculture Laboratory of Quality & Safety Risk Assessment for Aquatic Product Wuhan 430223, China; 2. Key Laboratory of Control of Quality and Safety for Aquatic Products, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Beijing 100141, China; 3. Chinese Academy of Fishery Sciences, Beijing 100141, China)

Abstract: *Procambarus clarkia* is one of the important export of aquatic products in China, and the quality and safety of crayfish gets more attention in the whole society. This study introduced the general situation on the quality and safety of crayfish, and comprehensively analyzed the quality and safety as well as potential risk of crayfish from the per-

spectives of seedling, fishery drugs, cultivation environment, fodder, non-standard medication, heavy metal residue, parasite, and the circulation of aquatic products. Besides, some suggestions were put forward including guaranteeing the quality of seeding, strengthening the administration of fodder and non-drugs, and improving industrial standards and traceability systems. This study aimed to promote the constant improvement in the quality of crayfish, and provide technical support for the healthy development of the crayfish industry and the food safety for consumers. [Chinese Fishery Quality and Standards, 2020, 10(1):01 – 12]

Key words: *Procambarus clarkia*; quality and safety; risk assessment; mental; seedling; traceability; situation; countermeasure

Corresponding author: HAN Gang, hangang@cafs.ac.cn

(责任编辑:李晔)



《水产学杂志》征订启事

《水产学杂志》是中国水产科学研究院黑龙江水产研究所主办的综合性的水产学期刊,双月刊,国内外公开发行。

价格:《水产学杂志》每本订价 12 元,全年 72 元/份。

汇款方式:

1. 邮局汇款

地址:哈尔滨市道里区河松街 232 号。

单位及收款人:黑龙江水产研究所《水产学杂志》编辑部,邮编:150070

2. 银行汇款

开户银行:中国农业银行哈尔滨市汇金支行

帐号:08 – 068201040020169

户名:中国水产科学研究院黑龙江水产研究所

注:从银行汇款的订户请务必在汇款单的正确位置上注明单位或电话号码,并汇款后及时与水产学杂志联系。

E – mail:zazhi2000@126.com

电 话:0451 – 84861626

传 真:0451 – 84604803

网 址:www.scxzz.net