

水产养殖及水产品质量安全影响因素研究

王志威¹, 侯博^{1,2}

(1. 安徽科技学院, 安徽凤阳 233100; 2. 江南大学 江苏省食品安全研究基地, 江苏无锡 214000)

摘要:水产养殖业正在取代捕捞渔业在全球供应膳食蛋白质,然而水域污染问题日益严峻,影响了水产养殖业的可持续发展和水产品的质量安全。研究总结了近年来国内外有关水产养殖与环境影响的传导路径,分析了影响水产品质量安全的各主要因素,以期提升水产品质量安全等方面的研究提供新的视角和思路。

关键词:水产品;水产养殖;质量安全;环境危害

中图分类号:S931;TS201.6

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2014)07-0114-05

近年来,水产养殖业扩张迅速,人工养殖水产品占世界市场水产品总份额的一半以上^[1]。我国是世界养殖产量第一的水产大国^[2],有着丰富的渔业资源以及悠久的渔业养殖历史。海水养殖自身在需要清洁水源的同时,养殖废水的排放却导致了近岸水域的污染^[3]。同时近年来沿海岸带的航运、旅游及捕捞等活动与海水养殖业的矛盾也日益严峻。水域环境的恶化影响了水产品的质量安全以及水产养殖业的可持续发展。因此,准确把握水产养殖与环境影响间的规律性,通过有效途径降低水产品安全生产的主要影响因素等,就成为水产养殖业可持续发展最现实、最有效的实现路径。该文对近年来国内外有关水产养殖与环境影响的传导路径进行总结,进而具体分析影响水产品质量安全的各主要因素,以期提升水产品质量安全等方面提供有更具针对性和前瞻性的研究思路。

1 水产养殖与环境危害路径分析

1.1 外源污染对养殖水体环境的影响日益严重

水产养殖的生产和发展需要清洁的、未污染的水域环境。而当前大量工业废水排入江河湖海中,人畜排泄物和农药化肥等农用生产资料也随雨水汇聚到水域环境中,造成水产养殖环境的污

染,进而也影响了水产品的质量与安全^[4-5]。李世杰等对近 10 多年来我国 67 个主要湖泊的水质和富营养化污染状况进行了研究,发现大约有 80% 以上的湖泊受到污染,有近 3/4 的湖泊已达富营养程度^[6]。

1.2 水体恶化导致水产病害的频繁发生

水底营养物的有氧降解过程造成了养殖区底部的缺氧环境,进而使得以好氧菌为主的菌群结构逐渐转向以厌氧菌为主。随后,营养物的厌氧降解过程中所产生的硫化氢和氨等有毒有害气体导致了水产病害的发生^[7]。此外,近年来伴随着我国水产养殖业的集约化发展,养殖密度和布局的不合理以及养殖技术水平的低下等问题日益凸显,由此也造成了水产病害的频繁发生。卢东等研究表明,我国水产养殖中常见的病害多达 100 余种,主要是由病毒、霉菌、细菌和寄生虫等病原性因子以及非生物因子所引起的^[8]。

1.3 水产病害的频发导致渔药滥用问题突出

水产养殖过程中投放的饵料、消毒剂、抗生素和其它药物,也是水体污染源的一部分。池塘养殖过程中农户为提高养殖产量,降低养殖成本,在防治过程中使用一些高毒、高残留的禁用渔药,造成对养殖水体的污染^[9]。有些养殖户随意提高使用剂量或药物浓度,长期使用后诱发了耐药菌株的产生,使药效下降,进而发生更大量用药、更多残留的恶性循环,严重威胁水产品质量和消费者健康^[10]。

1.4 水产养殖对生态环境的反向负面影响

水产养殖需要清洁的水域环境,但养殖废水的排放又会对生态环境造成污染,这也制约了水

收稿日期:2014-03-16

基金项目:教育部青年基金资助项目(11YJC790057);安徽科技学院科研资助项目(SRC2014382)

第一作者简介:王志威(1986-),男,河南省许昌市人,在读硕士,从事农产品质量安全与农产品加工研究。

通讯作者:侯博(1986-),女,安徽省宿州市人,在读博士,讲师,从事农产品质量安全与农产品贸易研究。E-mail:houbo0451@126.com。

产养殖业的进一步发展。首先,富集在底泥的残饵和生物粪便导致了水体的富营养化^[11]。杨正勇等运用物料平衡法测算了“十五”期间上海淀山湖沿湖三镇主要水产养殖业总氮污染的排放情况,研究表明,仅饵料的投放就产生了 4 t 的总氮污染,同时给水源保护区及上海带来了近 5 亿元的环境污染成本^[12]。其次,水产养殖废水的未处理排放对周边水质及沉积物产生污染^[13]。再次,运输和各种养鱼机械设备的使用,产生了大量的碳排放,从而加剧了温室效应。刘晃等研究了我国水产养殖过程中的碳排放量,结果表明,我国水产养殖中的碳排放总量约为 98 万 t,其中 73.8% 的碳排放量为淡水池塘养殖^[14]。金书秦等对我国 12 个省(市)水产养殖的直接能耗和碳排放进行了测算,结果表明,陕西和广东属于高能耗、高排放序列,湖北、安徽和江苏则属于低能耗、低排放序列^[15]。

2 危及水产品质量安全的主要因素

自 2001 年中国加入世贸组织以来,我国已成长为世界市场上最大的水产养殖品出口国,水产养殖量占世界总量的 70%^[16]。但近年来,水产饲料被检出三聚氰胺,出口鱼虾因抗生素残留而被进口国拒收等食品安全事件,使得我国的水产品出口贸易国际形象受到严重损害。因此,从多角度研究提升出口水产品内在品质安全的工作已迫在眉睫。作为水产养殖可持续发展的研究范畴,影响水产品质量安全的因素多而复杂,对国内外的研究成果进行梳理发现,水产品安全生产的影响因素主要集中在 8 个方面。

2.1 饲料

水产养殖的模式多样性决定了水产饲料种类的多样性。随着水产养殖业和饲料工业的迅速发展,各种各样的饲料添加剂,被广泛用于配合饲料中,这类物质的滥用现象十分严重^[17],对饲料安全构成了巨大的威胁^[18]。涂杰峰等对福建主要水产饲料及原料中铅、汞、无机砷、镉和铬等重金属污染状况进行了研究,结果表明,福建部分水产饲料中汞、无机砷、镉和铬等重金属质量分数超标,存在重金属污染的风险^[19]。此外,价格低且饵料系数高的饲料是很多渔民的首选,但这不仅造成了饲料的严重浪费,而且由于生物排泄物的增多,导致池塘水体的恶化,进而危及水产品的质

量安全^[20]。

2.2 养殖模式

当前,很多淡水池塘的经营规划缺乏系统性和可持续性考虑。不仅承包周期不合理,而且清淤工作常被人忽视,造成了养殖废物和淤泥的常年堆积,其中有毒有害物质直接威胁着水产品的质量^[21]。董双林在对我国水产养殖业发展的路径的探讨中指出,高度集约化的养殖模式,比如海水鱼和虾的养殖,呈现出高能耗、高排污以及过分依赖鱼粉等弊端。而低营养层次的藻类、滤食性或草食性动物的养殖不仅不用投饲料,而且还可净化水体环境^[22]。

2.3 渔药使用

由于渔民对用量、用药次数以及停药期的忽视,造成了药物在水产品中残留,进而对公众的健康和水域环境造成了潜在危害^[23]。残留于水产品中的残留渔药被人摄入后,能使部分人产生过敏反应和变态反应,导致耐药菌株的产生,体内菌群失调及激素作用。当浓度达到一定量时,便会对人体产生致畸、致癌和致突变作用^[24]。抗生素防治养殖鱼类病害的做法普遍,Cabello 等研究表明抗菌剂的滥用致使 80% 的药量进入到了水域及周边环境中,将对水产品、动植物和人类的健康带来潜在的巨大威胁^[25]。针对目前水产养殖规模飞速扩增以及病害日趋严重的客观现实,成本低、效果好的渔用疫苗的研制与应用理应成为水产病害防治研究的重点^[26]。

2.4 相关从业人员的素质

Bergquist D A 对斯里兰卡和菲律宾的水产养殖进行了体制和社会经济因素等方面的对比研究,发现当地农户的参与度、农户的养殖经验和文化实践影响着周边环境以及水产养殖的技术推广^[27]。王世表等对中国广东省 3 个区县不同发展水平的水产养殖企业进行实证调研,研究结果表明,高达 1/3 的养殖企业从业人员不了解滥用渔药的负面环境效应。由于渔民的受教育程度偏低、质量安全意识淡薄以及缺少有效的信息获取途径等原因,导致了生态保护意识的缺乏^[28]。此外,水产技术推广服务体系是国家农业支持保护体系的重要组成部分。李洪进等研究总结了江苏省金湖县水产技术推广工作实际调研情况,结果表明县级以上的水产技术推广机构的队伍状况相

对较好,而县级以下的队伍状况令人担忧,县技术人员专业素质较低,严重影响了我国水产技术推广工作的质量^[29]。

2.5 农药残留

由于农药的大量喷施,土壤、空气中的农药残留随地表径流进入水域环境,工业废水的超标排放、石油开发过程中大量的原油和钻探过程中的污水污染及船舶污水的排放等因素成为养殖水产品中出现农药残留的直接原因^[30]。农药在水体中的残效期长且具有蓄积性^[31],50%的瑞士农业区地下水样中发现了农药残留^[32]。西班牙东北地区的埃布罗河流域的水样中也检测出较高浓度的三嗪、有机磷农药和农药助剂磷酸三丁酯。不仅如此,其土壤样本中也发现壬基苯酚和农药助剂烷基酚的普遍存在^[33]。更严重的是,由于食物链的富集作用,不仅鱼体内检出了残留的有机氯农药,人食用后,在其肌肉、肝脏和脂肪中也能检出残留^[34-35]。

2.6 食源性致病菌

水产养殖业在全球范围内迅速发展,微生物存在于水产品生产加工过程的每一个环节^[36]。鱼类、生活在近海和淡水中的鱼虾贝类的表面和体内易携带致病菌,故水产养殖中的产品感染霍乱弧菌、沙门氏菌和副溶血性弧菌等致病菌的概率也在增大^[37]。王燕梅等对江苏省13个市的水产品样品进行沙门氏菌、单增李斯特菌、大肠埃希菌 O157、弯曲菌和副溶血性弧菌进行检测,鲜冻水产品 and 生食水产品的检出率分别为17.78%和14.78%^[38]。因此,水产品中食源性致病菌污染比较严重,生食水产品直接入口,可能导致较高的食源性疾病风险。近年来,热带海洋养殖虾业成为亚洲和拉丁美洲生产国农村生计和扶贫开发的重要产业,同时也对发达国家的水产食品供应做出越来越大的贡献,然而由于水生病原菌肆虐而导致的对虾的产量损失多达40%,每年超30亿美元^[39]。美国是我国水产业的主要出口国,但是1996~2007年被FDA拒绝入境的水产品批次多达1364货轮次。其中大约1/6批次的拒绝原因是由于水产品中沙门氏菌等病原菌造成的食源性污染^[40]。致病菌的存在成为我国水产养殖业可持续发展的主要障碍,为了帮助水生生物对抗致病菌等环境压力, β -葡聚糖等免疫增强剂及非

致病性和无毒的益生菌等被视为水产养殖预防管理的有效工具^[41-42]。

2.7 重金属

含有重金属等多种污染物的工业废水被直接排入江河湖海中,严重污染和破坏了水生生态系统。夏天翔等对北京4个主要水产市场的5种海水与2种淡水贝类部分元素含量进行检测,结果表明,北京市场食用贝类体内铜和铅均处于轻度污染水平,硒和锌处于中等污染水平,镉处于重污染水平^[43]。陈海仟等研究表明,重金属镉在华南、华东、华中及东北各区域的水样和水产品中均普遍存在^[44]。Taravati S等对伊朗南部沙德甘湿地和阿扎德干水产养殖场内野生和养殖的鲃属 sharpeyi 鱼肌肉、肝脏和鳃中的铅、汞和镉浓度进行了测定,结果表明,在不同的组织中重金属含量均高于WHO标准^[45]。此外,基于生物沉积物富集因素,杂食性鱼类和浮游动物比肉食性鱼类积累了更多的重金属元素^[46]。

2.8 气候

水产养殖业正在取代捕捞渔业在全球供应膳食蛋白质,Leung等研究表明,水产疾病在低纬度地区的发展更迅速,所以热带国家遭受更大的损失比例,进而导致由鱼虾提供主要膳食蛋白的赤道国家的食品生产和安全危机^[47]。气候变化可能会增加寄生虫等重要病原体的易感性^[48]。周兴华等研究表明,不良气候的影响、过度捕捞和海洋环境的污染、生态环境的破坏等,导致了作为水产动物蛋白饲料来源的全球鱼粉供应量持续下降^[49]。朱凝瑜等研究了气候对浙江省水产养殖病害的影响,冰雪寒冷天气、“倒春寒”“大麦黄”与“白露瘟”、干旱、梅雨、暴雨洪水灾害以及台风等不良气候与水产养殖病害的频繁发生有相关关系^[50]。

3 结论

随着中国经济的迅速发展,我国的水产养殖和加工业也进入了一个新阶段。然而,中国的水产品安全现状令人堪忧,水产养殖与环境间的相互影响阻碍了水产业的可持续发展。当前我国自上而下的农产品质量安全监管体系更多的关注产业链的终端而非生产源头控制^[16]。现有研究忽视了我国农业生产主要以家庭为基本单位的国情,而基于这一特征的分散渔民安全养殖方面的

研究较少;此外,水产养殖过程中水产品安全的影响因素众多,且渔民的水产养殖的认知和行为也会随外部政策和舆论环境发生动态变化,所以借助计量模型从综合视角全面研究渔民安全水产养殖行为的影响因素或者对渔民的水产养殖行为分层次、分阶段的深入考察等方面的研究都将是有意义的探索。更重要的是,在水产业为全球提供膳食蛋白方面的重要性不断提升的背景下,如何通过政府引导与市场机制相结合的组合措施来规范渔民和企业的安全生产行为将是这一领域未来研究的重点。

参考文献:

- [1] Freeman S, Vigoda-Gadot E, Sterr H. Public attitudes towards marine aquaculture: A comparative analysis of Germany and Israel [J]. *Environmental Science and Policy*, 2012(22):60-72.
- [2] 董醇海,李有根,黄平,等. 浅谈生态水产养殖[J]. *江西水产科技*, 2008(3):4-7.
- [3] 李纯厚,王学锋,王晓伟,等. 中国海水养殖环境质量及其生态修复技术研究进展[J]. *农业环境科学学报*, 2006(25):310-315.
- [4] Trang D, Molbak K, Cam PD. Helminth infections among people using wastewater and human excreta in peri-urban agriculture and aquaculture in Hanoi, Vietnam[J]. *Tropical Medicine and International Health*, 2007,12(2):82-90.
- [5] 邓衍军,田兴国,蒋艳萍,等. 广东水产品质量安全的影响因素及科技需求[J]. *广东农业科学*, 2011(23):158-160.
- [6] 李世杰,窦鸿身,舒金华,等. 我国湖泊水环境问题与水生态系统修复的探讨[J]. *中国水利*, 2006(13):14-17.
- [7] 董双林,潘克厚. 海水养殖对沿岸生态环境影响的研究进展[J]. *青岛海洋大学学报*, 2000,30(4):575-582.
- [8] 卢东,席运官,肖兴基,等. 中国水产品质量安全与有机水产养殖探讨[J]. *中国人口、资源与环境*, 2005,15(2):85-88.
- [9] 李玉东,秦战营. 养殖水环境污染现状及对策[J]. *河南水产*, 2012(2):36-37.
- [10] 战文斌,刘洪明,王越. 水产养殖病害及其药物控制与水产品安全[J]. *中国海洋大学学报*, 2004,34(5):758-760.
- [11] 王春晓. 我国水产养殖节能减排问题分析[J]. *农业经济与管理*, 2012(5):87-91.
- [12] 杨正勇,朱晓莉,梁文静,等. 水产养殖业总氮污染及其环境成本研究[J]. *生态经济*, 2007(10):3-86.
- [13] Lalonde BA, Garron C, Ernst B. Toxicity testing of freshwater sediment collected near freshwater aquaculture facilities in the Maritimes, Canada[J]. *Journal of Environmental Science and Health*, 2013,48(11):1318-1324.
- [14] 刘晔,车轩. 中国水产养殖二氧化碳排放量估算的初步研究[J]. *南方水产*, 2010,16(4):77-80.
- [15] 金书秦,陈洁. 我国水产养殖的直接能耗和碳排放研究[J]. *中国渔业经济*, 2012(1):73-82.
- [16] Edward I, Broughton, Damian G, et al. Policies and practices for aquaculture food safety in China[J]. *Food Policy*, 2010(35):471-478.
- [17] Mohapatra S., Chakraborty T, Kumar V. Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2013, 97(3):405-430.
- [18] 林建斌,李金秋,宋国华,等. 水产饲料安全与水产品质量[J]. *水利渔业*, 2008,28(2):112-114.
- [19] 涂杰峰,罗钦,伍云卿,等. 福建水产饲料重金属污染研究[J]. *中国农学通报*, 2011,27(29):76-79.
- [20] 余智杰,杨凤梅. 水产病害及无公害养殖[J]. *江西水产科技*, 2003(4):13-15.
- [21] 张连英. 浅谈水产品质量安全[J]. *食品研究与开发*, 2011, 32(7):172-174.
- [22] 董双林. 高效低碳—中国水产养殖业发展的必由之路[J]. *水产学报*, 2011,35(10):1595-1600.
- [23] 杨先乐. 水产品药物残留与渔药的科学管理和使用[J]. *中国水产*, 2002(10):74-75.
- [24] 陈昌福. 抗菌素渔药的使用问题与水产品质量安全[J]. *饲料工业*, 2009,30(4):1-5.
- [25] Cabello FC, Godfrey HP, Tomova, et al. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health[J]. *Environmental Microbiology*, 2013,5(7):1917-1942.
- [26] 窦海鸽,黄捷,王秀华,等. 鱼类实验动物研究概况及在水产动物病害研究上的应用[J]. *海洋湖沼通报*, 2006(4):78-85.
- [27] Bergquist DA. Sustainability and local people's participation in coastal aquaculture: Regional differences and historical experiences in Sri Lanka and the Philippines[J]. *Environmental Management*, 2007,40(5):787-802.
- [28] 王世表,阎彩萍,李平,等. 水产养殖企业安全生产行为的实证分析[J]. *农业经济问题*, 2009(3):21-27.
- [29] 李洪进,涂桂萍,毛国庆. 基层水产技术推广体系面临的问题及其对策[J]. *中国水产*, 2011(8):72-73.
- [30] 宁凌. 广东省水产品生产与贸易的现状、问题与对策[J]. *中国渔业经济*, 2009,3(27):64-73.
- [31] 张小英,高燕,刘承兰,等. 农药残留及其生物降解研究现状和展望[C]//第一届全国农业生物资源与环境调控学术研讨会:农业生物资源与环境调控. 厦门:2006:35-41.
- [32] 林艳. 瑞士在水中发现农药残留[J]. *农药科学与管理*, 2004,25(1):10.
- [33] Hildebrandt A, Lacorte S, Barcelo D. Assessment of priority pesticides, degradation products, and pesticide adjuvants in groundwaters and top soils from agricultural areas of the Ebro river basin [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2007(4):1459-1468.
- [34] Munshi AB, Detlef S-B, Schneider R, et al. Organochlorine

- concentrations in various fish from different locations at Karachi Coast[J]. *Mar Pollut Bull*,2004(49):597-601.
- [35] 苏秋克,祁士华,吴辰熙,等. 洪湖特色水产品对湖水及沉积物中有机氯农药的积累模式[J]. *地质科技情报*,2007,26(7):85-90.
- [36] Murray, Alexander G. Epidemiology of the spread of viral diseases under aquaculture[J]. *Current Opinion in Virology*,2013,3(1):74-78.
- [37] 沈晓盛,于慧娟,唐鸟林. 氧化电解水对水产食品中病原菌的抑菌效果比较[J]. *食品与发酵工业*,2010,36(3):51-54.
- [38] 王燕梅,乔昕,符晓梅. 江苏省2008-2009年肉类和水产品食源性致病菌监测[J]. *中国公共卫生*,2011,27(5):39-54.
- [39] Stentiford GD, Neil DM, Peeler EJ. Disease will limit future food supply from the global crustacean fishery and aquaculture sectors[J]. *Journal of Invertebrate Pathology*,2012,110(2):141-157.
- [40] Woodall P. Chinese seafood imports: safety and trade issues[C]//Testimony before the US-China economic and security review commission. US Congress, Washington, DC;2008.
- [41] Mohapatra S, Chakraborty T, Kumar V. Aquaculture and stress management: a review of probiotic intervention[J]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*,2013,97(3):405-430.
- [42] Meena DK, Das P, Kumar S. Beta-glucan: an ideal immunostimulant in aquaculture(a review)[J]. *Fish Physiology and Biochemistry*,2013,39(3):431-457.
- [43] 夏天翔,熊飞,姚力,等. 北京水产市场食用贝类部分元素含量调查[J]. *环境与健康杂志*,2010,27(6):535-537.
- [44] 陈海仟,吴光红,张美琴,等. 我国水产品重金属污染现状及其生物修复技术分析[J]. *科学养鱼*,2010(3):3-5.
- [45] Taravati S, Sary A A, Baboli M J. Determination of lead, mercury and cadmium in wild and farmed *Barbus sharpeyi* from Shadegan Wetland and Azadegan Aquaculture Site, South of Iran[J]. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*,2012,89(1):78-81.
- [46] Cheng Z, Man Y B, Nie, et al. Trophic relationships and health risk assessments of trace metals in the aquaculture pond ecosystem of Pearl River Delta[J]. *China Chemosphere*,2013,90(7):2142-2148.
- [47] Leung, Tommy L F, Bates, et al. More rapid and severe disease outbreaks for aquaculture at the tropics: implications for food security[J]. *Journal of Applied Ecology*,2013,50(1):215-222.
- [48] Stentiford G D, Neil D M, Peeler E J. Disease will limit future food supply from the global crustacean fishery and aquaculture sectors[J]. *Journal of Invertebrate Pathology*,2012,110(2):141-157.
- [49] 周兴华,向泉,陈建. 鱼粉替代物在水产饲料中的应用[J]. *中国饲料*,2002(4):23-25.
- [50] 朱凝瑜,贝亦江,孔蕾,等. 气候对浙江省水产养殖病害的影响分析[J]. *科学养鱼*,2012(5):54-55.

Study on Influence Factors of Aquaculture and Safety of Aquatic Products

WANG Zhi-wei¹, HOU Bo^{1,2}

(1. Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100; 2. Food Safety Research Base of Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214000)

Abstract: Capture fisheries is being replaced by aquaculture to supply dietary protein in global, however, the water pollution is more and more serious which affected the sustainable development of aquaculture, as well as the quality and safety of aquatic products. The conduction path about aquaculture and environmental impact currently at home and abroad were summarized, and the main factors affected the safety in production of aquatic were analyzed, so as to provide new perspectives and ideas for improving quality and safety of aquatic products.

Key words: aquatic products; aquaculture; quality and safety; environmental hazards