

水产养殖投入品应用现状及规范管理

邓建朝^{1,2}, 贾博凡^{1,3}, 赵永强^{1,2}, 马海霞^{1,2}, 岑剑伟^{1,2},
陈胜军^{1,2*}, 杨贤庆^{1,2}, 李来好^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院南海水产研究所, 农业农村部水产品加工重点实验室, 国家水产品加工技术研发中心, 广州 510300; 2. 大连工业大学, 海洋食品精深加工关键技术省部共建协同创新中心, 大连 116034;
3. 上海海洋大学食品学院, 上海 201306)

摘要: 水产品的质量安全问题关系到广大人民的生命健康和生活质量, 在水产养殖和加工的过程中, 投入品的合理使用, 对于改善水质、预防疾病、提高水产品质量都具有重要作用。然而由于投入品种类繁多、成分复杂等原因, 导致许多投入品生产与使用不当的现象, 严重威胁了水产品的质量安全。因此, 必须严格规范使用水产养殖投入品, 着力构建出完整的适用于投入品的生态安全评价与监管体系, 减少投入品对水产品质量安全的负面影响。本文阐述了投入品使用现状和主要存在的问题, 以及对水产品质量的影响。同时介绍了选择性育种等国际关注的新型研究方向, 并提出相关管理建议和改善措施, 帮助构建水产养殖投入品市场的良好秩序, 推进水产养殖业未来的可持续性健康发展。

关键词: 水产品; 投入品; 质量安全

Application status and standard management of aquaculture inputs

DENG Jian-Chao^{1,2}, JIA Bo-Fan^{1,3}, ZHAO Yong-Qiang^{1,2}, MA Hai-Xia^{1,2}, CEN Jian-Wei^{1,2},
CHEN Sheng-Jun^{1,2*}, YANG Xian-Qing^{1,2}, LI Lai-Hao^{1,2}

(1. Key Laboratory of Aquatic Products Processing, National Research and Development Center of Aquatic Products Processing Technology, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300, China; 2. Collaborative Innovation Center of Marine Food Intensive Processing Technology, Dalian Polytechnic University, Dalian 116034, China; 3. College of Food Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

ABSTRACT: The quality and safety of aquatic products is related to the health of the people. In the process of aquaculture and processing, the rational use of inputs plays a positive role in improving water quality, preventing diseases and improving the quality of aquatic products. However, due to the variety and complex composition of the inputs, the improper production and use of many inputs have seriously threatened the quality and health of aquatic products. Therefore, it is necessary to strictly regulate the use of aquaculture inputs, strive to build a complete ecological safety evaluation and supervision system applicable to inputs, and reduce the negative impact of inputs on the quality

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-50)、中国水产科学研究院基本科研业务费资助项目(2020TD73)、广东省现代农业产业技术体系创新团队建设专项(2023KJ151)

Fund: Supported by the Modern Agricultural Industrial Technology System Construction Special Project (CARS-50), the Basic Research Fund of Chinese Academy of Fishery Sciences (2020TD73), and the Special Project for the Construction of Modern Agricultural Industrial Technology System Innovation Team of Guangdong Province (2023KJ151)

*通信作者: 陈胜军, 博士, 研究员, 主要研究方向为水产品加工与质量安全。E-mail: chenshengjun@scsfri.ac.cn

*Corresponding author: CHEN Sheng-Jun, Ph.D, Professor, South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, No.231 Xingangxi Road, Guangzhou 510300, China. E-mail: chenshengjun@scsfri.ac.cn

and safety of aquatic products. This paper pointed out in detail the application status of inputs and the main existing problems, as well as the influence on the quality of aquatic products, then introduced new research directions of international concern such as selective breeding and proposed improvement measures to help build a good order of aquaculture inputs market and promote the sustainable development of aquaculture industry in the future.

KEY WORDS: aquatic products; inputs; quality and safety

0 引言

我国是渔业捕捞和水产养殖的大国,水产品作为人体重要的动物蛋白来源之一,不仅口感鲜美,还富含微量元素和不饱和脂肪酸等营养物质,一直以来广受消费者的喜爱。水产投入品是指在水产品生产过程中的种苗、渔药、饲料等物质,是水产养殖中必需的重要物质基础,具有促进水生动物生长、提高机体抵抗能力、防虫除害、净化水质等功能,其质量好坏与使用状况直接关系到水产养殖业的稳定发展,对水产品质量、水域卫生、生态安全有重要影响。随着新的培养体系和各种微生物疾病的出现,水产药物的广泛应用得到了进一步加强。然而,投入品的使用给水产品和水域环境也带了一定的负面影响,很多化学物质在实现自身功能的同时也会带来副作用,抑制某些水生生物的正常生长,对环境也具有不同程度的毒害作用^[1]。除此之外,生产和应用市场上也乱象横生,例如饲料和兽药中违规添加禁用药物、兽药产品成分标识不明或不属实等现象^[2]。还有某些商家企图用“非药品”等其他名义来掩盖其生产的产品,将本应按照饲料、渔药管理的药物刻意地进行重新包装,以此躲避监管人员的检测。有的厂家甚至在商品生产过程中掺假使假,这些现象都对水产品质量与生态环境造成了严重的安全隐患。

近年来为减少水产投入品的违规生产和不当使用,强化对水产养殖用兽药、饲料和饲料添加剂等投入的管理,农业农村部每年均组织开展水产养殖用兽药及其他投入品的安全隐患排查工作^[3],相关部门愈加重视构建水产投入品从生产到使用的良好秩序,同时开始实施投入品使用的白名单制度^[4],即将获得生产许可的企业生产出的合格饲料、渔药等纳入投入品的白名单之内,严厉打击使用假劣兽药或白名单之外的投入品,逐步整治各个地区的投入品违法生产、使用现象。农村农业部对各地的监管部门提出明确要求,定期按时发布当地水产投入品的监督、检测情况以及水产品质量卫生的现状,对可能出现或潜在的水产品安全风险采取及时的信息警示。这在一定程度上划清了投入品合理与违规使用的界限,让某些不法生产商家与养殖户不再有可趁之机,也为水产养殖业者提供了一份安全可靠投入品清单。

本文从我国目前水产投入品使用现状、对水产品的质量影响等方面阐明了水产投入品的基本情况,重点揭

露了投入品从生产至应用各个环节中的违规现象以及对水产品质量安全的不利影响,从水产养殖业的不同角度分析投入品存在问题并分别提出管理建议与改善措施,旨在为促进未来投入品在水产品中进一步规范应用提供理论指导,也为投入品保障水产品质量安全提供参考。

1 水产养殖的投入品使用现状

1.1 水产投入品基本情况

在水产养殖的各个环节中,例如鱼苗繁育、鱼池消毒、物流运输、产品保藏等过程均有投入品的参与,以投入品的用途和管理模式将其主要分为种苗、饲料及添加剂、渔药。

1.1.1 种苗

种苗是指用于繁育、增殖养殖、生产的遗传育种材料,也是最基本的投入品。我国现阶段的种苗投入又主要分为淡水鱼苗、海水鱼苗、虾苗等^[5]。如今我国养鱼面积仍在继续扩大,因此对种苗的需求也在持续性上涨。目前,全国水产品种 550 多种,拥有 300 多种实现了全人工繁育的水产养殖经济品种,年提供苗种已达 6 万亿尾以上,2021 年水产品产量超 6575 万 t^[6]。

1.1.2 饲料及添加剂

饲料及其添加剂是水产养殖最常用的投入品之一,主要为水生生物提供生长所需的蛋白质和能量,其生产与使用的数量随着种苗数量和种类的增加呈上升趋势,据中国饲料工业协会统计,2021 年我国水产饲料产量已达 2293 万 t,同比增长 7.98%,尽管受到疫情影响,2022 年 1~8 月中国水产饲料产量已完成 1803 万 t。新型饲料品种和微量物质添加剂也随之更加多变,其中少量的添加剂成分以其特定目的和功效被加入饲料之中,例如酸化剂可用于提高鱼类性能,提高饲料的消化率或抵抗营养物质的负面影响^[7];益生菌^[8]、益生元、植物成分添加剂^[9]对鱼群肠道的改善。

1.1.3 渔药

渔药是指在水产养殖的过程出于预防病害、净化水域、清理病菌等目的而投入的药物,其应用对象主要是水产养殖动物,其次是水生植物和水域环境^[10]。渔药种类繁多,根据其用途,主要可分为抗菌药^[11]、消毒类药、抗寄生虫药^[12]、抗病毒药^[13]、环境改良剂^[14]、调节代谢和促生长药物、免疫增强剂^[15]以及中草药等^[16]。例如氟苯尼考、柳氮磺胺甲噁啉等抗生素可短期应用于治疗鱼群感染的细菌性病毒^[17];淡水鱼群中寄生虫的感染率高,包括单细胞

原生动、甲壳类动物和节肢动物等^[18], 可用氟喹诺酮类等药物辅助治疗寄生虫感染。渔药是我国渔业生产者现阶段防治水产动植物病害的首选途径, 市场对渔药的需求量也越来越大, 渔药的生产仍将呈发展趋势。据统计, 我国专业性渔药企业可生产 500 余种渔药, 其中消毒剂约占 35%, 抗菌药、中草药以及其他类渔药只占 20%左右; 总产值在 4 亿元以上。

1.2 投入品生产、应用及管理乱象

1.2.1 药物滥用, 分类笼统

目前市场上的水产投入品繁多且不断有新品种涌现, 其中许多产品冠有相同名称, 而成分与效果各异; 还有的成分相同或相近, 而名称却不相同。同时在投入品的使用中, 滥用现象始终频繁出现^[19]。当水产养殖动、植物病害发生时, 水产养殖业者大多选择盲目增大药物用量, 反复使用某些药物, 如福尔马林的消毒浓度从每立方水体几十克增长至几百克, 抗生素类药物的消毒浓度从每立方水体几克增至十几克, 甚至挺而走险使用某些违禁药物企图挽回局面。更有养殖户在疾病未发生前, 就在水产动物饲料中添加抗生素类药物。这些药物的滥用即使在短时间能取得一定成效, 但从长远的角度看, 不仅不利于水生物对病害的抗逆性和健康生长, 还容易导致养殖水体发生污染、水体生态结构遭到破坏等^[20]不良后果, 威胁水产品的质量安全。

1.2.2 质量存疑, 标准过简

由于不同地方的投入品存在不同标准, 市面上的产品质量参差不齐, 很多投入品同时缺乏有效的药理学试验和安全性评定, 对其有效范围和使用条件的了解并不清楚。而且有些生产厂家对产品标注过于简单, 并未准确标明产品的成分, 看不出具体是何种成分在起作用。这就会导致同性质同类别的药物连续使用的现象, 也无法根据其有效成分对症下药。甚至还有不法商家盗用他人的生产许可证, 将不符合规定或过期失效的劣质产品重新包装上市。这些都使养殖户在市场上繁多的投入品中, 很难正确筛选和识别质量有保证的产品。

1.2.3 产品说明不准确, 养殖户合理使用存疑

从渔药市场买到的水产投入品的说明书, 大部分都写着类似的功能, 例如调节水质, 降低水中的氮和氨, 减少亚硝酸盐。根据某些药物说明书描述, 这些投入品在解决水产养殖问题上甚至是万能的^[21], 这显然不切实际。由于这些药物的说明过于简单, 而我国大部分水产养殖户的专业知识储备仍有待提高, 这就进一步导致了药物的滥用和错用。例如将粉末剂加水后就直接喷洒, 细菌液体简单稀释后就直接喷洒等^[22]。很多商家为了追求利益, 在说明书的指导上夸大了药物的作用与安全性, 并没有提及副作用, 甚至为了提高产量而诱导养殖户加倍的使用该药物, 容易导致水生物的生物多样性失调, 不但提高了养殖户的养殖成本, 还给他们带来潜在的养殖风险。

1.2.4 生产水平参差不齐, 管理机制存在漏洞

一方面, 我国目前许多投入品的小型生产厂家技术水平偏低, 科技含量不高, 生产过程中存在众多安全隐患, 如基础设施和生产条件落后、管理不规范、投入品制定标准滞后等现象, 生产出来的投入品没有经过有效的试验和监管部门的检测便投入市场并应用于养殖中。另一方面, 相关监管部门众多, 但管理职能却存在有重复或空白的领域, 缺乏权威机构的主持鉴定和裁决^[23]。在投入品的纠纷事件中, 利益受到损害的养殖户维权途径烦琐且困难, 走常规的司法程序对于养殖户的时间成本往往会消耗很高, 这就导致了某些养殖户选择通过低价处理一些质量存在问题的水产品来弥补一定的经济损失, 但却给水产品市场带来了质量安全上的重大风险。

2 投入品对水产品质量安全的影响

2.1 苗种影响

苗种是渔业的生产资料, 鱼苗的质量好坏对其存活率、生长速度以及抗逆性都起到重要的影响。优质鱼苗通常生长速度快、抗逆性强、存活率高, 而劣质鱼苗则相反。一方面, 近亲繁育与繁殖季节后期所产的鱼苗体质相对较弱, 种质退化容易得病, 生长缓慢且死亡率高^[5]; 另一方面, 某些苗种场内部的质量安全和卫生指标不合格, 在生产过程中未严格按照国家标准进行培育, 甚至存在违规用药现象。这些劣质鱼苗生长缓慢, 存活率一般低于 30%, 且容易感染疾病, 甚至会影响优质鱼苗的正常生长, 导致水产养殖的整体回报率降低^[24]。劣质鱼苗培育出的水产品往往体型更小且体表缺乏光泽, 常有畸形个体, 其鲜嫩程度、营养效果与口感等品质也远不如优质鱼苗所培育出的水产品, 且体内更易携带病菌, 影响水产品市场的质量安全。

通过选择性育种来改良鱼苗的遗传特性的研究, 近年来饱受国际关注, 这不但可以提高水生生物的存活率和水产品生产的效率, 还可减少对饲料等资源的消耗, 这就意味着经过选择性繁育的苗种可以更好地利用有限的资源^[25]。选择性育种计划在国内外已经纷纷展开了实验, 根据遗传变化的记录进行调整和制定方案, 使用了多种测量遗传变化程度的方法, 取得了不同程度的成功^[26]。据统计, 大多数选择性繁育的水生物种生长速率的遗传增益每代在 10%~20%之间。在实践中, 这也就意味着有可能在四到七代内将增长率翻一番。其他经济上重要的性状也获得了遗传增益, 例如抗病性、性成熟年龄和产卵日期等^[27]。

2.2 饲料影响

饲料是渔业的物质基础, 优质的水产饲料不但会供给水生、植物生长所需的营养成分, 还具有净化水域、提高水产动物抵抗力等功能, 保障了水域生态安全与水生动物的健康生长。饲料的实际生产过程需要经过烦琐的流

程,包括农作物的采集与加工、饲料的运输与保存等,任何环节出现问题都会影响最终的饲料成品质量。例如,饲料的生产原料或者产品饲料在运输、保存的过程中由于不利的环境因素影响,容易滋生黄曲霉菌、赤霉菌等微生物,造成生物性污染。同时由于饲料原料大部分源自于农作物,而有的农作物在种植过程中大量使用了化肥、农药等化学物质,这些化学物质残留难以检测,并容易存在于饲料产品中。另外,人类目前对转基因的研究还不够透彻,因此转基因农作物制作的饲料也增加了水产养殖的风险^[28]。如果将这些含有化学药物或有害物质的饲料喂给水产动物,则会在体内残留有毒物质,影响其健康生长以及最终水产品的质量安全。

各个养殖品种在不同生长阶段所需饲料的营养要求都不尽相同,幼鱼对饲料中的蛋白质需要量一般为40%~48%,成鱼为28%~33%。如果养殖户不经过合理配比投喂饲料,依然会起到负面的影响。例如投喂过少会导致水生动物缺乏营养,体质变差,生长减慢;而投喂过多可能会导致水域的富营养现象,造成鱼体肝脏脂肪积累,破坏肝功能。还可能对水质的pH产生影响,造成局部水域的酸度过高,严重时会增加生物的死亡率^[29]。饲料中非法掺入添加剂的现象同样值得注意,例如饲料中的三氯氰胺^[30]、抗生素类药物、高剂量重金属^[31]等,不能企图借此短期内提高水生生物的生长能力。水生生物对重金属有较强的富集作用,会使鱼的免疫功能、呼吸强度等基本生理特征受到不同程度的损伤^[32],不但会降低水生动物的存活率,还会与其他残留药物通过食物链进入消费者的体内威胁人体健康^[33]。而新型功能性绿色饲料添加剂的不断研发和改良,对降低水产养殖成本、增强水生生物抗病能力和生长速率等作用在未来仍具有强大潜力^[34]。

2.3 渔药影响

水产品中渔药投入的初衷是为了促进生物的健康成长,预防常见疾病和改善水域生态环境^[35],但由于其不规范使用所造成的养殖环境和水产品质量问题日益突出,药物残留超标现象严重影响到我国水产品的内销和出口。据数据统计,2022年1~4月中国罗非鱼被检测出药物残留导致美国食品药品监督管理局拒绝进口共29批次,较去年同期剧增3倍。首先,养殖水产品在喷洒药物后,药物的代谢物质会残留在水域环境中,这些难以降解的化学残留物会发生转移或积蓄在水生动、植物体内,不利于其健康生长。据研究表明,鱼类的生活史及其生理特征可能会使它们更容易受到药物和化学物质的影响^[36]。其次,抗生素类药物的长期使用,很容易增加菌株的耐药性,导致水域中对药敏感的种群数量减少^[37],更容易引发生动、植物的耐药菌株感染。而一旦水生动物体内对药物产生了一定的耐药性,则会导致后续用量越来越大,同类药物对于该种病情的效果会越来越差,进一步扩大了病害的程度,提高了治疗成本。而长期含有药物残留的水域会引起水产品整体生长速度减慢,

生长周期缩短,繁衍能力也会下降^[38]。在这种情况下,水产品很难保证良好的生长态势,经济效益也会显著下滑。

化学药物在水产品体内的积累使其质量骤降,大大减弱了其原有的医疗功效和营养品质,也导致了鱼类消费者无形的食用抗生素,可能诱导人体体内的某些耐药菌株萌发,降低机体免疫能力。药物残留一旦在人体浓度积蓄到一定量时,则会对人体器官造成损害。例如链霉素等氨基甙类抗生素的积蓄会损伤听觉神经及肾功能;四环素类抗生素的积蓄会抑制幼儿牙齿发育和骨骼的生长^[39];磺胺类则会对肾脏造成损害;氯霉素能引起再生障碍性贫血和颗粒性细胞缺乏症,导致白血病等^[40]。

细菌的抗生素耐药性和抗生素残留的增加,已经成为了全球关注的问题。在水产养殖中有必要开发针对细菌病原体的替代疗法。其中,接种疫苗是预防传染病的理想方法^[41],但不能针对现有感染的疾病,且在水产养殖领域,目前市售疫苗非常有限。另一种替代治疗的来源是精油^[42],它是来自植物的天然成分,通常被认为是安全物质。由于它们的抗菌特性,这些油可能成为水产养殖中的替代预防和治疗剂。此外,噬菌体治疗因其在预防和控制病原体感染方面的优势而备受关注^[43],自1999年以来,噬菌体已成功应用于水产养殖设施中。

3 水产投入品的规范使用和管理

3.1 从养殖户的角度出发

想要控制好投入品的合理使用,保证水产品的质量安全,养殖户必须承担其相应的责任,树立起规范使用投入品的意识,主动学习与水产养殖相关的专业知识,降低人为因素引起的水产品质量安全风险。首先,池塘的前期准备是提高鱼类产量的第一步。在苗种选择过程中把好源头关,找正规、有生产许可证明的苗种生产厂家选购优质鱼苗,保证全部苗种质量的可追溯^[44]。除了苗种的选择,鱼苗下塘前也应做好充分准备,例如利用密眼网对培育池塘进行拉网处理,对池塘内的杂鱼、蛙卵、杂草、昆虫等进行有效清除^[45];在池底铺洒生石灰,完成对池塘内部有害细菌和寄生虫的清除^[46];同时做好抗应激处理可以有效提高鱼苗活力,保证种苗在新的养殖环境中顺利生长。而饲料也应该根据环境、温度以及水生生物的具体生长情况等科学、合理的投饵,以免造成不必要的浪费或对水域环境的污染^[47]。

养殖户在药物的使用中应严格秉持正确原则:不可威胁人体健康以及水域环境的生态稳定;坚持“防治结合”的原则去预防和治理虫害、疫病^[48];严格使用获得生产许可证以及执行证的药物并仔细了解药物的使用方法与时机;不可盲目用药或增大用药剂量与次数,这不仅会造成药物残留,进一步恶化水质。甚至会产生病菌、寄生虫越杀越多、越杀越难杀的现象,或者造成水生生物的慢性中毒,带来更大的经济损失。当水域发生病害或其他极端条件时,

可向当地的水生动物疫病预防控制机构寻求帮助,借助专业人员的分析,对病害做出合理科学的应对措施,更加高效快速地根除病害。同时由于水域在养殖过程中会产生大量的残饵、鱼类代谢物和药物残留,以及受到工业和生活污水的污染,池底淤泥增厚,硫化氢、非离子氨等各种有害物质滋生^[49],威胁整片水域环境的稳定发展。应定期使用生物制剂养护水生植物并清理池塘,定期在饲料中混合微生物饲料添加剂,注重营养的消化和吸收,改善池塘的水质、鱼体微生物环境,从源头上根除病害适宜的生存环境。作为养殖户,应始终以培育出健康的水生动物作为自身最高的目标指向,而数据统计安全性也正是消费者购买水产品决策的最重要因素。

3.2 从生产者的角度出发

水产养殖用投入品的质量保证是水产养殖中的关键环节,作为投入品的生产者更应主动承担起应有社会责任,积极响应国家不断推行的新型管理政策,抵制投入品生产中的不正当违法行为,配合监管部门的管理和检查,对于行业中他人出现的违法行为应主动予以举报,维护行业名誉。开办生产兽用生物制品的企业,必须先由所在省或自治区、直辖市农业厅同意,再报农业部审核批准,严格遵循农业部制定的《兽药生产质量管理规范》^[50]进行管理企业。根据农业农村部发布的《关于加强水产养殖用投入品监管的通知》^[51],任何水产养殖用的投入品,都必须按照渔药、饲料及添加剂的标准进行监管,不论冠以任何其他名称,都要在获取了生产许可证和产品批准文号后才可进行生产和上市。同时对水产养殖用投入品开始实施白名单制度,生产者想要上市的产品需要通过安全性评定、稳定性试验等一系列法定检测程序,验证了该产品在质量、卫生、成效等各方面都合格,符合政府的强制性标准,才批准进行生产。不可按照仅有自行声明的产品企业标准,严格遵循农业农村部对产品的安全性评价和临床试验,合法生产白名单内的投入品。根据《兽药管理条例》^[52]最新修订,研制新兽药,应当在临床试验前向临床试验场所所在地人民政府兽医行政管理部门备案,并附具该兽药实验室阶段安全性评价报告及其他临床前研究资料。只有不断加强企业自律,提高企业诚信,完善质量管理体系,以信誉取信于社会,服务于人民,才是生产者长久发展、走向成功的唯一捷径。

3.3 从消费者的角度出发

消费者作为整个水产品加工、生产、出售链的终端,保证消费者的安全和满意是水产品质量安全管理的最终目的。消费者对水产品的满意程度、挑选倾向以及相关意见对整个水产养殖业都具有重要的指向作用,消费者自身具备的食品安全防范意识和实践也会大大提高水产品质量管理的效用。在购买水产品时尽可能发挥消费者的安全意识,主观选择安全、放心、经过国家权威认证的绿色水产品。

学会发挥消费者安全意识的监督作用,对水产品生产及销售整个流程都有着依法监督的权利,成为水产品安全监督体系中的组成成分和有生力量。随着我国水产品质量的不断增加,以及市场经济的发展完善,消费者在供求双方中逐渐处于主导和支配地位,消费者的行为对水产品企业行为乃至企业的生存发展起着愈加重要的作用。消费者应利用法律赋予的权力,如我国消费者权益保护法赋予消费者的安全权、知情权、选择权等来维护其自身利益^[53],从消费者的角度保护水产品的质量与卫生。

3.4 从管理者的角度出发

管理是保证整个行业高效运行所必不可少的条件,想要保证投入品从生产到使用的各个环节不出差错,就必须建立起完整且科学的水产品质量安全管理体系。目前水产养殖投入品的监管涉及部门多,行业管理跨度大,执法主体多头,监管未能有效统一。对此政府主管部门应当制定一整套针对性强、可操作性高的法律法规以及投入品生态安全评价体系,使水产养殖整个过程的监管有法可依,并明确不同部门的分工。对于政府监管不全、企业自我监督不足的地方,可通过行业协会等第三方的参与,以此更好地弥补政府治理的缺陷。行业协会可以扩大公众的参与,并为政府制定水产品质量安全监管政策提供充足有效的信息^[54]。精确法规中对于“农业投入品”的涵义,将除农药、兽药、饲料、肥料等之外的其他农业投入品纳入监管范围之内。完善投入品的产品标签标识管理办法,禁止使用“非药品”等引入歧义、存在虚假宣传的标识内容,规范产品标识管理。根据农业农村部畜牧兽医局等相关机关研究制定的《依法应按兽药管理的水产养殖用物质类型清单》^[55],对水产养殖用的投入品种类进行了严格的监控,未经审查批准,不得生产、经营或进出口。

还应强化对行业中违规违法行为的惩治手段,避免出现违法成本低,违法者不惧罚的现象。根据2022年《兽药管理条例》^[52]最新修订,新增了对开展兽药临床试验应当备案而未备案的处罚,给予警告并处5万元以上10万元以下罚款,给他人造成损失的,依法承担赔偿责任。除此之外,提高业内人员的总体素质水平也尤为重要。目前我国渔业工作者总体素质水平仍不高,同时养殖户大多缺乏组织性,仍然采用分散生产经营的传统模式,集约化程度相对落后。政府职能部门应采取相关措施,注重对这些分散养殖户的普法宣传教育和健康养殖理念培训,帮助他们建立起良好的水产养殖安全意识。安排专业的技术人员向其传播科学规范的用药技术和使用方法,引进先进的养殖手段和优良苗种。从基层上全面提高水产养殖业工作者的职业素质和能力、法律意识和安全意识,使他们懂得规范生产、守法生产以及有法必依、违者必究的道理^[56]。管理者也应根据水产养殖实践中反映出的问题,不断开展有针对性的讨论研究和改善措施。

4 总结与展望

水产投入品的管理是影响水产品质量安全的重要因素,想要保证整个水产投入品体系的合理合法运转需要生产者、养殖户、消费者以及管理者的共同努力,任何一个环节出现差错都可能使最终的水产品质量大打折扣,甚至影响整片水域的生态环境,这也关系到消费者群众的切身利益和生命安全。目前,药动学、药效学等基础理论研究水平还相对薄弱,继续深化这方面的研究是促进投入品全面安全使用的基础。加强水产药理学、水产养殖种质和遗传育种等方面的研究,培育出更加优质、抗逆性强的高产苗种,尽可能减少投入品对环境的负面影响。通过对新型技术和药物的不断研发和引入,进一步巩固投入品在水产养殖业中的安全使用。水产养殖业在未来仍然具有很大潜力,投入品的相关应用也会持续增加,望科学进步与公众意识的提高相同步,共同促进水产养殖的可持续发展。

参考文献

- [1] BRAUSCH JM, CONNORS KA, BROOKS BW, *et al.* Human pharmaceuticals in the aquatic environment: A review of recent toxicological studies and considerations for toxicity testing [J]. *Rev Environ Contam T*, 2012, 218: 1–99.
- [2] 封永辉, 牛建功, 蔡林刚, 等. 渔用药物使用乱象的思考[J]. *当代水产*, 2019, 44(4): 66–67.
FENG YH, NIU JG, CAI LG, *et al.* Discussion on the use disorder of fishery drugs [J]. *Contemp Aquatic*, 2019, 44(4): 66–67.
- [3] 本刊讯. 农业农村部进一步加强水产养殖用投入品监管[J]. *中国水产*, 2021, (2): 23–24.
Newsletter. The Ministry of Agriculture and Rural Affairs further strengthens the supervision of aquaculture inputs [J]. *China Fish*, 2021, (2): 23–24.
- [4] 农业农村部. 实施水产养殖用投入品使用白名单制度工作规范[J]. *水产科技情报*, 2021, 48(4): 237.
Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Implementation of the white list system for aquaculture inputs [J]. *Fish Sci*, 2021, 48(4): 237.
- [5] 张祥国. 加强对养殖投入品的监管确保水产品质量安全[J]. *今日科苑*, 2014, (5): 114.
ZHANG XG. Strengthening the supervision of aquaculture inputs to ensure the quality and safety of aquatic products [J]. *Mod Sci*, 2014, (5): 114.
- [6] 本刊讯. 中国水产种业发展报告(1949年~2019年)[J]. *中国水产*, 2020, (9): 11–21.
Newsletter. Report on the development of Chinese aquaculture seed industry (1949—2019) [J]. *China Fish*, 2020, (9): 11–21.
- [7] LÜCKSTÄDT C. The use of acidifiers in fish nutrition [J]. *CABI Rev*, 2008. DOI: 10.1079/PAVSNR20083044
- [8] MONICA KS, JAYARAJ EG. Review on probiotics as a functional feed additive in aquaculture [J]. *Int J Fish Aquatic Stud*, 2021, 9(4): 201–207.
- [9] CAIPANG CMA, MABUHAY-OMAR J, GONZALES-PLASUS MM. Plant and fruit waste products as phyto-genic feed additives in aquaculture [J]. *Aquac Aquar Conserv Legisl*, 2019, 12(1): 261–268.
- [10] 丁瑞敏. 论中国渔药的发展现状和发展趋势[J]. *渔业致富指南*, 2018, (17): 55–59.
DING RM. On the development status and trend of fishery medicine in China [J]. *Guid Fish Prosp*, 2018, (17): 55–59.
- [11] DEFOIRD T, BOON N, SORGELOOS P, *et al.* Alternatives to antibiotics to control bacterial infections: Luminescent vibriosis in aquaculture as an example [J]. *Trend Biotechnol*, 2007, 25(10): 472–479.
- [12] SHINN AP, BRON JE. Considerations for the use of anti-parasitic drugs in aquaculture [J]. *Infect Dis Aquac*, 2012. DOI: 10.1533/9780857095732.2.190
- [13] RENAULT T. Controlling viral diseases in aquaculture: New developments [Z]. 2009.
- [14] ZHAO X, WANG H, TANG Z, *et al.* Amendment of water quality standards in China: Viewpoint on strategic considerations [J]. *Environ Sci Pollut R*, 2018, 25(4): 3078–3092.
- [15] WANG W, SUN J, LIU C, *et al.* Application of immunostimulants in aquaculture: Current knowledge and future perspectives [J]. *Aquac Res*, 2017, 48(1): 1–23.
- [16] 胡升翔. 常用渔药分类[J]. *渔业致富指南*, 2012, (3): 54–55.
HU SX. Classification of common fishery drugs [J]. *Guid Fish Prosp*, 2012, (3): 54–55.
- [17] SINGH M, SINGH P. Drugs and chemicals applied in aquaculture industry: A review of commercial availability, recommended dosage and mode of application [J]. *J Entomol Zool Stud*, 2018, 6(6): 903–907.
- [18] WOO PTK. Fish diseases and disorders [Z]. 2006.
- [19] SHAO Y, WANG Y, YUAN Y, *et al.* A systematic review on antibiotics misuse in livestock and aquaculture and regulation implications in China [J]. *Sci Total Environ*, 2021, 798: 149205.
- [20] HE Z, CHENG X, KYZAS GZ, *et al.* Pharmaceuticals pollution of aquaculture and its management in China [J]. *J Mol Liquid*, 2016, 223: 781–789.
- [21] HU D, HAN Q, XU JS, *et al.* Application of organic acids in aquaculture [J]. *Mod Agric Sci Technol*, 2018, (17): 130.
- [22] 邱稀木, 朱晓华, 边文冀, 等. 水产用非药品存在的问题及解决建议[J]. *水产养殖*, 2021, 42(2): 71–73.
QIU XM, ZHU XH, BIAN WJ, *et al.* Problems and solutions of non-pharmaceutical products for aquatic products [J]. *J Aquac*, 2021, 42(2): 71–73.
- [23] 宋菊梅. 渔药对水产品质量安全的影响[J]. *中国渔业经济*, 2015, 33(4): 39–42.
SONG JM. Effects of fishery medicine on quality and safety of aquatic products [J]. *Chin Fish Econ*, 2015, 33(4): 39–42.
- [24] 马从丽, 黄永汉, 王桃新. 加强水产品质量安全管理提高水产品竞争力[J]. *中国农业信息*, 2015, (15): 70.
MA CJ, HUANG YH, WANG TX. Strengthening aquatic product quality and safety management and improving aquatic product competitiveness [J]. *Chin Agric Inform*, 2015, (15): 70.
- [25] GJEDREM T, ROBINSON N, RYE M. The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: A review [J]. *Aquacult*, 2012, 350–353: 117–129.
- [26] RYE M, GJEDREM T. Measuring genetic change [Z]. 2005.
- [27] GJEDREM T, BARANSKI M. The success of selective breeding in aquaculture [J]. *Select Breed P Aquacult*, 2009, 1: 13–23.
- [28] 花素静. 刍议畜牧养殖中饲料安全影响因素与对策[J]. *中国畜禽种业*, 2019, 15(3): 37.
HUA SJ. Influence factors and countermeasures of feed safety in animal husbandry [J]. *Chin Livestock Poult Breed*, 2019, 15(3): 37.
- [29] 李鹏, 王金雨. 水产饲料对水环境的影响[J]. *食品界*, 2017, (4): 32–33.
LI P, WANG JY. The influence of water quality on water quality [J]. *Food World*, 2017, (4): 32–33.

- [30] KARUNASAGAR I. Melamine in fish feed and implications for safety of aquaculture products [J]. *FAO Aquac News*, 2009, 42: 29–31.
- [31] 张秀成, 熊芳园, 李长举, 等. 浅谈水产饲料中的重金属污染[J]. *当代水产*, 2015, 40(10): 94–95.
ZHANG XC, XIONG FY, LI CJ, *et al.* Study on heavy metal contamination in aquatic feed [J]. *Contemp Aquatic*, 2015, 40(10): 94–95.
- [32] 蔺丽丽, 刘洪健, 袁海延, 等. 重金属污染对鱼类的影响[J]. *河南水产*, 2018, (1): 2–4.
LING XR, LIU HJ, YUAN HY, *et al.* Effects of heavy metal pollution on fish [J]. *Henan Fish*, 2018, (1): 2–4.
- [33] 李敏. 影响饲料安全的因素以及解决对策[J]. *现代畜牧科技*, 2021, (4): 40–41.
LI M. Factors affecting feed safety and countermeasures [J]. *Mod Anim Husb Sci*, 2021, (4): 40–41.
- [34] OGUNKALU O. Effects of feed additives in fish feed for improvement of aquaculture [J]. *Eurasian J Food Sci Technol*, 2019, 3(2): 49–57.
- [35] 许海东, 区又君. 鱼类养殖用药解析[J]. *中国水产*, 2008, (6): 67–69.
XU HD, QU YJ. Analysis of fish culture drugs [J]. *China Fish*, 2008, (6): 67–69.
- [36] ERICKSON RJ, NICHOLS JW, COOK PM, *et al.* Bioavailability of chemical contaminants in aquatic systems [J]. *Toxicol Fish*, 2008, (9): 54.
- [37] RASUL MG, MAJUMDAR BC. Abuse of antibiotics in aquaculture and its effects on human, aquatic animal and environment [J]. *Saud J Life Sci*, 2017, 2(3): 81–88.
- [38] 田洁莉. 浅析淡水养殖药物残留对水产品质量的危害[J]. *黑龙江水产*, 2018, (3): 47–48.
TIAN JL. Analysis on the harm of drug residues in freshwater aquaculture on aquatic product quality [J]. *North Chin Fish*, 2018, (3): 47–48.
- [39] 赵强, 王世伦, 巩志峰. 水产养殖中渔药的选择与使用技术[J]. *现代农业*, 2011, (6): 89.
ZHAO Q, WANG SL, GONG ZF. Selection and application of fishery medicine in aquaculture [J]. *Mod Agric*, 2011, (6): 89.
- [40] 吴学军, 姜爱兰, 颜怀宇. 影响水产品质量安全的因素[J]. *渔业致富指南*, 2009, (2): 11–14.
WU XJ, JIANG AIL, YAN HY. Factors affecting the quality and safety of aquatic products [J]. *Guid Fish Prosp*, 2009, (2): 11–14.
- [41] PRIDGEON JW, KLESIOUS PH. Major bacterial diseases in aquaculture and their vaccine development [J]. *CABI Rev*, 2012, (2012): 1–16.
- [42] YAP PSX, YIAP BC, PING HC, *et al.* Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance [J]. *Open Microbiol J*, 2014, 8: 6.
- [43] KORTRIGHT KE, CHAN BK, KOFF JL, *et al.* Phage therapy: A renewed approach to combat antibiotic-resistant bacteria [J]. *Cell Host Microb*, 2019, 25(2): 219–232.
- [44] 翟双旦, 陈静, 周春霞, 等. 水产养殖中常见问题的分析与管控策略[J]. *渔业致富指南*, 2021, (1): 64–67.
ZHAI SQ, CHEN J, ZHOU CX, *et al.* Analysis and control strategy of common problems in aquaculture [J]. *Guid Fish Prosp*, 2021, (1): 64–67.
- [45] 郑晓新. 论常规鱼苗培育的技术要点与常见病害的处理[J]. *今日畜牧兽医*, 2022, 38(4): 56.
ZHENG XX. Discussion on the technical key points of conventional fry culture and the treatment of common diseases [J]. *Anim Husband Vet Med*, 2022, 38(4): 56.
- [46] 郭志文. 常规淡水养殖鱼类水花标粗技术要点[J]. *渔业致富指南*, 2018, (14): 34.
GUO ZW. Technical key points of water spray marking in conventional freshwater culture fish [J]. *Guid Fish Prosp*, 2018, (14): 34.
- [47] 张克鑫, 翁晓琼, 虞耀土, 等. 关于水产养殖中投入品使用管理的几点建议[J]. *科学养鱼*, 2018, (2): 58.
ZHANG KX, WENG XQ, YU YT, *et al.* Some suggestions on the use and management of inputs in aquaculture [J]. *Sci Fish Farm*, 2018, (2): 58.
- [48] 傅建勇. 加强投入品管理推进水产品质量安全[J]. *国际公关*, 2019, (8): 212.
FU JY. Strengthening the management of inputs and promoting the quality and safety of aquatic products [J]. *Int Pub Rela*, 2019, (8): 212.
- [49] 王世丰. 加强渔业环境保护 促进渔业可持续发展—玉山县水产养殖病害状况分析及对策[J]. *江西农业*, 2013, (3): 44–45.
WANG SF. Strengthening fishery environment protection and promoting fishery sustainable development: Analysis and countermeasures of aquaculture diseases in Yushan County [J]. *Jiangxi Agric*, 2013, (3): 44–45.
- [50] 兽药生产质量管理规范(一)[J]. *畜牧产业*, 2020, (7): 19–29.
Veterinary drug production quality management standard [J]. *Anim Agric*, 2020, (7): 19–29.
- [51] 农业农村部. 关于加强水产养殖用投入品监管的通知[Z]. 2021. Ministry of Agriculture and Rural Affairs. Notice on strengthening supervision of inputs for aquaculture [Z]. 2021.
- [52] 兽药管理条例[J]. *饲料与畜牧*, 2019, (1): 18–25.
Regulation of veterinary drug administration [J]. *Anim Agric*, 2019, (1): 18–25.
- [53] 孙志敏, 邵征翌. 消费者选择与水产品安全[J]. *中国渔业经济*, 2007, (6): 52–53.
SUN ZM, SHAO ZY. Consumer choice and aquatic product safety [J]. *Chin Fish Econ*, 2007, (6): 52–53.
- [54] ZHOU J, YAN Z, WANG Y. Improving quality and safety of aquatic products: A case study of self-inspection behavior from export-oriented aquatic enterprises in Zhejiang Province, China [J]. *Food Control*, 2013, 33(2): 528–535.
- [55] 曾昊. 农业农村部启动 2019 年国家产地水产品兽药残留监控等三项计划[J]. *中国水产*, 2019, (4): 7.
ZENG H. The ministry of agriculture and rural affairs launched the three plans of national aquatic products veterinary drug residue monitoring in 2019 [J]. *China Fish*, 2019, (4): 7.
- [56] 平星. 浅析水产养殖投入品现状及及管理对策[J]. *科学养鱼*, 2012, (6): 3–4.
PING X. Analysis of the present situation and management countermeasures of aquaculture inputs [J]. *Sci Fish Farm*, 2012, (6): 3–4.

(责任编辑: 于梦娇 张晓寒)

作者简介



邓建朝, 博士, 副研究员, 主要研究方向为水产品加工与质量安全。

E-mail: djc9801@foxmail.com



陈胜军, 博士, 研究员, 主要研究方向为水产品加工与质量安全。

E-mail: chenshengjun@scsfri.ac.cn