

海洋强国背景下我国发展现代海水养殖业路径分析

张守都,李友训,姜勇,田敬云,刘学庆,赵喜喜,马健,苏文,胡建廷

(山东省海洋科学研究院(青岛国家海洋科学研究中心) 青岛 266072)

摘要:海水养殖业是我国最重要的海洋支柱产业之一,在国民蛋白质供给、粮食安全保障和带动沿海经济社会发展等方面具有重要地位。发展现代海水养殖业是构建现代海洋产业技术体系,落实海洋强国战略的重要举措和有效途径。文章通过梳理世界海水养殖业发展轨迹,分析国外发达国家海水养殖业的产业发展现状和经验,厘清制约我国海水养殖业健康可持续发展的关键问题,提出了在当前建设海洋强国背景下推动我国海水养殖产业快速转型升级的路径对策建议,即加强产业顶层规划设计、构建完善法律法规体系、培育现代海洋种业、持续推动养殖模式升级和实施品牌化战略,提升产品附加值等。

关键词:海洋强国;海水养殖;转型升级;可持续发展;路径分析

中图分类号:P74; F326.4

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2021)11-0018-09

Pathway Analysis for Developing Modern Mariculture Under the Background of Oceanic Great Power Strategy

ZHANG Shoudu ,LI Youxun,JIANG Yong, TIAN Jingyun, LIU Xueqing,
ZHAO Xixi, MA Jian, SU Wen, HU Jianting

(Marine Science Research Institute of Shandong Province(National Oceanographic Center, Qingdao), Qingdao 266072,China)

Abstract:Mariculture, which is one of the most important marine pillar industries of China, plays an important role in national protein supply, food security and promoting economic and social development of coastal areas. Also, developing modern mariculture is an important measure and effective way to build modern marine industry technology system and even implement the strategy of Oceanic Great Power. In this paper, the trajectory of the world's mariculture industry was clarified, the current situation and experience of the mariculture industry of developed countries was analyzed, and the key problems which restricted the healthy and sustainable development of China's future mariculture industry were listed. At last, the pathway to promote the structural transformation and updating of China's mariculture was analyzed, the countermeasures and sug-

收稿日期:2020-11-20;修订日期:2021-10-09

基金项目:山东省软科学研究计划项目“基于大数据挖掘的山东海洋战略性新兴产业集群领域原始创新能力分析”(2018RKF01005);山东省软科学研究计划项目“现代生物技术预测与山东省关键技术领域选择、发展战略研究”(2019RZF01006)。

作者简介:张守都,副研究员,博士,研究方向为海水养殖研究和科技管理

通信作者:李友训,副研究员,博士,研究方向为海洋生物技术和科技战略研究

gestions under the background of Oceanic Great Power strategy were proposed, including strengthening the top-level planning and design of the industry, building and improving the system of laws and regulations, cultivating the modern marine seed industry, continuously promoting the upgrading of mariculture model, implementing the brand strategy, and improving the added value of products.

Keywords: Oceanic Great Power, Mariculture, Structural transformation and upgrade, Sustainable development, Pathway analysis

0 引言

人类在 3 000 多年前就已经有海水养殖的记载,海水养殖和海洋捕捞共同构成了当今海洋渔业的主要内容。近现代以来,随着繁育、养殖理论和技术的进步,海水养殖种类、面积和单产量都不断提高,海水养殖总产量也稳步提升,向人类社会提供了举足轻重的优质蛋白质,为世界经济健康发展做出了突出贡献^[1]。从 20 世纪 90 年代以来,作为重要水产品来源之一的海水捕捞业产量出现波动并长期增长乏力,海水养殖业被视为“能为全球食品安全和经济增长产生持续利益”的重要突破方向^[2],是未来确保人类蛋白质供应和拓展食物来源的不可替代的途径。

1 世界海水养殖发展概况

在 20 世纪 50 年代以前,西方主要国家的水产养殖技术较为先进,养殖产量和产业技术体系建设均居全球领先地位。但是,随着发达国家实现渔业捕捞现代化,以及受有关法律法规制约等影响,发达国家海水养殖业的规模在很长一段时间增长缓慢,海水养殖产量增加量并不高,而且占世界海水养殖总产量比重逐渐降低^[1]。但得益于完善的法律法规、先进的遗传育种技术和渔业设施工程技术以及成熟的产业发展理念,发达国家始终占据世界海水养殖产业科技发展高地,引领世界海水养殖产业发展。

20 世纪 50 年代以后,世界政治环境趋于稳定,发展中国家经济社会取得长足发展,为发展海水养殖业提供了良好的环境。其中,以中国取得成绩最为卓著,通过攻克海藻、对虾、扇贝、鱼类和海参重要养殖品种的繁育和养殖技术,先后掀起了海水养殖“五次浪潮”,并一举成为世界上第一个海水养殖

产量超过海洋捕捞量的国家和世界海水养殖产量最大的国家^[3]。近年来,随着世界贸易和经济全球化的深化,许多发展中国家海水养殖业不断兴起,并逐步发展成为本国的明星产业,例如厄瓜多尔的对虾养殖业、智利的三文鱼养殖业、印度尼西亚的海藻养殖业以及泰国、越南等国的对虾养殖业等,通过海产品养殖和出口为本国带来丰厚的外汇收入。

中国作为世界上最大的海水养殖国家,2019 年海水养殖总产量达 2 065.3 万 t,同比增长 1.68%,海水加工产品 1 776.1 万 t,同比增长 0.1%,出口创汇 200 亿美元以上,对全世界水产养殖发展格局具有重要影响作用^[4]。总结过去几十年我国海水养殖产业快速发展的原因主要有以下几点:一是政策的进步。改革开放以来,我国实行以养为主的水产政策,1985 年,党中央、国务院向全国发出《关于放宽政策、加速发展水产业》的文件之后,我国水产业有了明确的政策基础,进入了快速发展通道。二是科技进步。我国海洋生物学家以海洋生物分类学为起点,不断开展海洋经济动植物的生物学和人工养殖原理研究,先后攻克了海藻、对虾、大菱鲆、扇贝和海参等重要经济物种的人工繁育技术和养殖方法,为之后海水养殖的“五次浪潮”奠定了坚实的基础。三是养殖空间的不断拓展。随着养殖工程技术的不断进步和可养殖物种的增加,在潮间带和浅海开展养殖的配套工程技术也不断进步,形成了浅海浮筏养殖、围堰养殖、池塘养殖和工厂化养殖等养殖技术体系,极大扩展了海水养殖范围和空间,为海水养殖产量提升提供了空间保障。四是巨大的市场需求。随着我国社会主要矛盾的改变,我国居民对水产品的需求也不断提升,为海水养殖的

快速发展提供了巨大的市场基础。另外,随着海藻化工、水产品加工、保健品等行业的兴起,也加大了对海藻、水产品下脚料等原材料的市场需求,加速了我国海水养殖业的快速扩张。

虽然我国海水养殖产业取得了骄人的成绩,但是近年来随着经济社会发展和海水养殖产业自身快速扩张,我国海水养殖产业暴露了许多新问题。例如养殖结构不合理、养殖种质退化、养殖空间紧张和环境污染严重等,海水养殖产品的产量和质量都有所下降,产业的健康可持续发展受到严重威胁。在当前海洋强国战略背景下,要求既要注重提高海洋的开发能力,又要注重优化海洋开发格局,统筹陆海资源配置、经济布局、环境整治和灾害防治、开发强度与利用时序,以及近岸开发与远海空间的拓展,对海洋产业发展提出了全新的时代要求。因此,推动海水养殖产业全面转型升级既是产业健康可持续发展的必然要求,也是落实海洋强国战略的重要举措。

2 基于 CiteSpace 软件分析国内外海水养殖的研究现状

本研究以“Marine Aquaculture”和“Mariculture”为主题词,在 Web of Science 核心合集数据库中检索 2016 年 10 月到 2020 年 10 月的文献,共检索出 3 379 篇文献。按照国家或地区的文献发文量来看,中国累计发表 876 篇,占发表文献总量的 25.93%,排名居世界第一位,反映了近年来中国在海水养殖领域的科技创新活动较为活跃。紧随其后的国家分别是美国、西班牙、澳大利亚、挪威、意大利、加拿大、法国、英格兰和巴西,发表文章数量依次为 451 篇,267 篇,250 篇,230 篇,193 篇,188 篇,178 篇,149 篇和 143 篇,占该领域发文的比例依次为 13.35%,7.90%,7.40%,6.81%,5.71%,5.56%,5.27%,4.41%和 4.23%,同当今世界海水养殖强国基本一致。以上数据表明,发达国家依旧占据了世界海水养殖领域研究的前沿,而发展中国家虽然近年来海水养殖产业发展取得较大进步,但除了中国、巴西等新兴大国外,在海洋养殖科研领域的创新活动仍有待进一步加强。

按照研究方向的文献发文量来看,主要集中在

海洋与淡水生物学、渔业、环境生态学、生物技术和应用微生物学、海洋学、其他科技主体、兽医学、微生物学、工程和农业等学科,发表文章数量依次为 1 196 篇、1 072 篇、879 篇、269 篇、259 篇、204 篇、176 篇、161 篇、144 篇和 113 篇,占该领域发文的比例依次为 35.40%、31.73%、26.01%、7.96%、7.67%、6.04%、5.21%、4.77%、4.26%和 3.34%。从以上结果来看,海洋与淡水生物学和渔业作为海水养殖的基础学科,依旧是当今科学研究的主要内容和方向。环境生态学排名第三位,较高的研究热度一定程度上体现了近年来随着对环境保护越来越重视,对海水养殖的环境生态效应研究逐渐成为一个重要的研究领域。而生物技术和应用微生物学研究的兴起也反映了现代生物学和微生物学同海水养殖的学科交叉融合,也预示了未来生物技术和微生物技术的进步对海水养殖产业发展的潜在推动作用。另外,在兽医学、微生物学、工程等研究热点同海水养殖产业病害防控、养殖工程化等产业难点基本相对一致,一定程度上反映了海水养殖未来产业发展的特点和走势。

基于上述检索文献,利用 CiteSpace III 软件的“Time Line”功能进行了时间线图谱分析,描绘了海洋养殖领域的前沿和发展趋势,结果表明海底沉积物、抗生素耐药基因、海虱、三文鱼、微生物群落、海藻、海草和可持续性发展等是过去 5 年海水养殖领域的主要热点聚类标签,表明上述研究热点无论从基础研究到技术应用都对海水养殖的现状产生了较大影响和扩展。同时,从时间维度来看,海水养殖从 2016 年的生长、存活、养殖环境互作、抗病等更加关注养殖本身的传统研究方向,逐渐过渡到 2019 年的海洋微塑料、基因注释与预测、基因组学、微生物学、生态系统等新兴研究热点,根据上述研究热点发展轨迹,预示着海洋环境保护同海水养殖在未来会产生深度融合,并催生全新的科研热点和产业发展方向,为海水养殖科技产业未来的布局和发展提供了参考。

3 世界发达国家海水养殖产业发展现状

发达国家中海水养殖产业科技居世界领先地位的主要有挪威、日本、英国、法国、美国、加拿大和

以色列等国,养殖品种主要包括大西洋鲑、真鲷、牡蛎、金枪鱼、对虾和藻类等。上述国家海水养殖自然资源禀赋各异,产业发展各具特色,但产业发展普遍具有小而精,配套体系成熟完善,以及生态友好、高度集约、机械化和产业附加值高等共同特征,具有较强的可持续发展能力。具体总结有以下几个特点。

3.1 相关法律法规体系高度发达

发达国家法律法规体系整体相对完善,在水产养殖领域也构建了较为科学合理的法律体系,内容涵盖渔业资源保护、行业准入和水产品质量控制等多个方面,渔业机构执法严格高效,有效确保本国海水养殖产业依法有序发展^[5]。总结发达国家法律法规主要涵盖以下几方面内容:一是严格的市场准入和过程管理。发达国家普遍立法实行养殖许可证制度,政府严格按照水产养殖对环境影响的评估结果,合理确定养殖规模和容量,严格控制养殖许可证的发放数量。例如:从 20 世纪 80 年代开始,挪威陆续出台了《海水渔业条例》《水产养殖法规》《放牧法规》《防止污染的保护法规》和《港口和航道法规》等法规文件。根据这些法规,鲑鱼和虹鳟的海水养殖和海洋牧场都制定了严格的准入制度,国家通过严格发放许可证对海水养殖产业整体布局 and 调控^[6]。日本在制定众多渔业资源法基础上,针对水产养殖也制定了《养殖生产法》《持续性养殖生产确保法》《沿岸渔场开发法》等规范海水养殖行为的法律^[7]。二是严格的生态和环境保护要求。挪威针对养殖过程中环境影响和病害控制,制定了水产养殖设施操作和安装的规定,明确限制鱼类养殖中抗生素的使用和如何处理死鱼等。另外,1996 年,挪威启用了饲料配额许可证机制,通过限制海水养殖中饲料的最大使用量来实现对生产总量以及对环境影响和鱼类健康等问题的调控。1999 年,挪威渔业当局确立了冷水珊瑚礁的保护条例,禁止故意或无意破坏珊瑚,同时,渔业当局还与其他单位和环境局高度合作,揭示各种活动的有害影响,防止将有害物质丢进大海。2009 年实施的《海洋资源法》明确规定了生态系统方法作为挪威渔业管理的强制要求。日本于 1999 年制定了《可持续生产养殖确

保法》,该法明确要求各地区制订渔场改善计划,要求各渔场改善养殖环境,从而通过减少释放入海水中的有机物,减少渔场的环境负荷^[8]。2014 年,日本又出台了《内海渔业振兴相关法律》及实施细则,将恢复生态环境及渔业环境提高到国家立法层面^[7]。三是高度重视水产品质量安全。挪威的成功经验和惯例是严格实行欧盟的有关规定。根据欧盟的协定,按照欧盟有关食品加工业的卫生标准,挪威采用欧盟有关动物卫生问题法规和欧盟有关海产品生产的安全和质量的法规^[9]。1999 年以来,对进口欧盟地区外国家的水产品采用欧盟边界控制机制。挪威水产品加工业根据(国际)食品规范委员会建议的 HACCP 原则实行自检系统^[10]。日本从 2002 年开始着手建立水产品可追溯体系,水产品质量安全可追溯制度与 GAP(良好农业规范)、HACCP 和 ISO 22000 食品安全管理国际标准等规定有机结合,并在实施过程中不断加以完善,显著提高了水产品的质量控制效果^[8]。

3.2 海洋基础种业高度发达

强大的海洋苗种是海水养殖产业健康持续发展的根基。挪威、美国、日本等发达国家都把海水养殖遗传育种列为本国重点研究方向,通过对海洋种业长期系统的投入和建设,分别在不同养殖品种中取得了突破性成果,有些成果对本国甚至世界海水养殖产业产生了巨大影响。其中,挪威的大西洋鲑、美国的凡纳滨对虾具有较强的代表性。

挪威政府在 20 世纪 70 年代初启动了大西洋鲑和虹鳟的选育计划,政府投资建设了遗传研究中心,组织科研力量对这两个品种开展有关生长、营养和病害防治的遗传研究,研究计划取得了显著效果。经过选育的虹鳟养殖群体生长速度达到野生群体的两倍,同时喂养成本下降了 25%^[11]。20 世纪 80 年代中期,大西洋鲑和虹鳟的选育开始走向商业化,AquaGen 育种公司开始主要负责遗传改良的大西洋鲑和虹鳟的苗种生产,但政府继续对这个项目提供 50% 的资金支持。随着更多的私人育种公司开始育种计划,挪威的鲑鱼和鳟鱼育种产业投入更加多元化,社会化和商业化育种产业体系日益成熟^[12]。经过长期努力,挪威当前的鲑鱼和鳟鱼养殖

的良种覆盖率达到90%以上,对挪威乃至全世界的鲑鱼和鳟鱼产业具有决定性支撑作用。

美国对虾养殖产业并不发达,但美国拥有世界上最发达的对虾育种产业。为摆脱对虾病毒病的威胁,1989年美国农业部把无特定病原(SPF)和抗特定病原(SPR)虾苗作为优先资助项目。依托美国先进的海洋生物育种技术研究基础,SPF项目通过严格的检疫和隔离手段,培育出无特定病原的种虾和虾苗,并建立了系统的凡纳滨对虾SPF亲虾和苗种生产基地,为世界养殖企业提供高健康虾苗^[13]。从20世纪90年代开始,美国针对凡纳滨对虾的生长性能和桃拉综合征病毒(TSV)抗性开展了选择育种,经过多代选育后,SPR选育群体抗TSV的存活率达到92%~100%^[14]。通过多角度的科学实验,美国在对虾亲虾培育及育种领域都取得了卓越的研究进展,并将研究成果成功应用于生产,有效解决了全球性、灾难性的对虾病毒性疾病的威胁,建立起世界领先的对虾健康安全养殖技术体系。当前,美国基本垄断了世界凡纳滨对虾亲虾的市场份额,牢牢占据了对虾养殖产业链的上游,赚取了丰厚的经济回报。

3.3 路基循环水养殖先进高效

路基循环水养殖(RAS)最早兴起于欧洲,随着养殖工程技术和水处理技术的进步,在美国、日本、加拿大等国家都有较为广泛的应用。RAS养殖具有养殖效率高、环境影响小、人工成本低等优势,但建设成本较大,较为适合法律法规要求严格、海岸空间紧张和人工成本高的发达国家和地区。发达国家RAS工艺一般具有以下特征:①工艺流程多样化,不同的养殖对象和养殖规格所采用的养殖模式不一样。②养殖装备标准化,尤其是关键水处理技术大同小异。③操作管理规范,面对复杂的设备,生产操作流程日益规范化和标准化^[15]。

在欧洲,随着水处理技术的不断进步和前沿生物工程的运用,单位水体产量不断提高,投资成本和运营成本不断降低,工厂化水产养殖系统已经普及鱼、虾、贝、藻、软体动物的养殖。中北欧地区是最广泛应用RAS系统的地区之一,越来越多渔业养殖企业采用这种养殖方式,养殖品种涵盖大西洋

鲑、虹鳟、欧洲鳗、暗斑梭鲈、红点鲑、鲟鱼、罗非鱼和欧洲龙虾等品种,RAS已经成为当地主要的渔业生产模式之一。法国的大菱鲆苗种孵化和养殖几乎都采用循环水工艺,鲑鱼、欧洲鲈鱼的封闭循环水养殖也开始进行生产实践,其中,循环水养殖欧洲鲈鱼常规养殖产量 35 kg/m^3 ,最大产量可达 80 kg/m^3 ,日新水添加量小于总循环水的10%^[16]。西班牙Aquacria Arousa公司的大菱鲆工厂化养殖场的养殖效率高达 265 kg/m^3 ,被认为是欧洲RAS最成功的典型案例之一。2020年,Norcantabric公司开始建设西班牙的第一个三文鱼RAS系统,计划在面积 $25\ 000\text{ m}^2$ 的工厂中年产 $3\ 000\text{ t}$ 的三文鱼。

美国的工厂化循环水养殖的研究一直处于较高水平,根据不同的发展思路形成了两条风格迥异的研究技术路线,一种是高集成循环水养殖系统模式,主要是通过使用各种自动化设施对养殖用水进行处理,并通过高精度的水质监控反馈系统运行状态,大大降低工作人员的劳动强度,但建设和运营成本较高。另外一种经济型循环水养殖模式,通过简化的水处理设备,采用简单的处理方式以降低成本获取较高经济收益^[17]。从20世纪60、70年代开始,美国工厂化养鱼迅速发展,主要以利用冷流水养殖虹鳟和大规模工业化养殖条纹鲈、黑斑石首鱼为主。另外,美国还进行了其他养殖模式的探索,例如上面养菜下面养鱼的“鱼菜共生”养殖模式,亚利桑那州鱼菜共生系统每立方米水体可产罗非鱼 50 kg ,上面无土栽培生菜,一年可种十茬。工厂化养鱼因此也被美国政府列为“十大最佳投资项目之一”^[18]。近年来,美国在对虾养殖领域发展了跑道式封闭循环水养殖系统、三阶段养殖系统、基于微藻的循环水养殖系统和多层式循环水养殖系统等多种先进的对虾养殖系统,对虾单位养殖产量最高可达 20 kg/m^3 ^[19]。

日本从20世纪60年代开始路基工厂化循环水养殖系统的研究与实践。在鲑鱼和鳟鱼苗种培育研究中发现,同期鲑鱼幼苗在流水育苗系统中的体重为 $50\sim 70\text{ g}$,在循环水育苗系统中可达到 $140\sim 170\text{ g}$,循环水养殖苗种具有显著的生长优势^[18]。当前,日本大部分养殖品种苗种的孵化和育成都采

用了循环水工艺,完全取代传统的流水育苗模式。日本的封闭式循环水养殖系统代表了世界上最先进的设施装备系统,实现了海水养殖业像制造业中一样的流水作业,广泛使用大型机械和自动化、智能化设备,具有技术成熟、产量稳定,效益显著等优点,通过循环水养殖模式养殖鱼类、贝类和甲壳类海产品年产量达 120 万 t^[20]。

3.4 深远海网箱养殖模式逐渐成熟

深海网箱养殖拓宽了养殖海域,扩大了养殖容量,改善了养殖条件,优化了网箱结构,强化了抗风浪能力,有利于减轻海岸带养殖压力,恢复沿海原用于海水养殖的农田或湿地,减轻渔业捕捞力度,对保护海水养殖生态子系统具有重要的意义^[21]。自 20 世纪 70 年代以来,随着海洋工程装备自动化、信息化,环境监测、新能源等众多交叉学科知识进步,深远海网箱在抗风浪能力、科技水平和产量效益上得到了很大的提高,发达国家的深远海网箱养殖业得到快速发展,在美国、英国、日本、韩国、挪威、芬兰、瑞典、加拿大等国家得到了广泛的应用^[22]。当前发达国家的深远海网箱具有以下发展趋势:一是结构设计越来越合理,容积朝大型化发展。二是新材料广泛应用,综合抗风浪能力越来越强。三是信息化、智能化等科技集成度越来越高。四是向养殖工船等综合功能平台演变。例如,挪威设计并委托中集来福士海洋工程有限公司建造的 Hex Box 平台是最新开发的一个深远海渔业养殖综合体,平台直径 90 m,总高度 35.5 m,空船重量 5 400 t,养殖鱼量 200 万条,适用水深 100~200 m,综合考虑到了成本、重量、可操作性和灵活性,并基于混合动力解决方案和绿色能源生产,实现了最佳的功率效率,代表了在近海恶劣环境地区进行海水养殖的高水平技术。

4 我国海水养殖产业现状及存在问题

4.1 缺乏健全的政策法规体系

我国渔业领域立法工作起步晚、发展慢,法律法规体系总体上不健全。当前,我国的海水养殖生产活动主要依据《中华人民共和国渔业法》《水产苗种管理办法》等少数国家法规,以及地方省、市自行制定的渔业相关的法规,例如《山东省海洋渔业安

全生产管理规定》《辽宁省渔业管理条例》《江苏省渔业管理条例》等,有些海水养殖发达省份,例如山东省出台了《山东省浅海滩涂养殖管理规定》《山东省渔业养殖与增殖管理办法》等针对性较强的法规文件,对海水养殖具体内容进行了界定和约束。随着海洋牧场等新养殖业态的出现,有些地方也随之出台了相对应的法规文件,例如连云港市制定了国内第一部海洋牧场相关法规《连云港市海洋牧场管理条例》,山东省出台了《山东省海洋牧场观测网管理暂行办法》等政策文件。虽然我国海水养殖相关的法律体系不断进步和完善,但同发达国家相比,我国海水养殖相关法律法规数量依旧偏少,而且法律内容大多面向宏观渔业,针对海水养殖的法律法规极少,不同法律之间存在明显管理空白地带,通过法律法规约束指导海水养殖生产活动难度大。因此,我国渔业管理部门通常需要大量的行政命令或政策加以补充,行政命令或政策存在较大局限性和随机性,对执法部门造成较大执法难度。随着我国依法治国的不断深入,海水养殖领域也亟待构建完善的法律法规体系,加强对行业的规范和引导,加快推动海水养殖业进入法制时代。

4.2 水产种业不能有效支撑海水养殖业发展

强大的水产种业是海洋养殖健康可持续发展的基础。我国历史上“鱼、虾、贝、藻、参”5 次水产浪潮,无不是首先通过攻克相关苗种繁育推动实现了后期大规模养殖产业化。随着养殖空间挤压和种质资源的衰减,通过原种引进模式已不能有效推动产业进一步发展。为此,我国海水养殖领域科学家在主要海水养殖物种中开展了大量的育种理论和技术研究,累计培育了海水养殖新品种 100 余个,有效促进了我国海水养殖业的发展。但相对发达国家水产种业发展情况,结合考虑我国庞大海水养殖体量,我国水产种业尚不能有效支撑我国海洋养殖业的健康可持续发展。主要存在以下两个方面问题:①我国培育的海水良种产业化程度低,大多数停滞于推广示范阶段,后续市场化资金、人员等资源缺乏,存在较大产业化推广难度。②水产品种培育效率偏低。受我国科研体制的影响,水产新品种大多由科研院所或高校通过政府项目培育,市场导

向性明显偏弱,企业在良种培育过程中仅起到参与或辅助作用,整体技术研发基础与能力较发达国家相比存在很大差距。随着近海环境变化和海洋渔业转型升级压力不断加大,水产种业成为制约海水养殖业健康可持续发展的短板现象越来越明显,亟待构建完善高效的水产育种研发和生产体系,夯实我国水产养殖发展基础。

4.3 养殖模式亟待升级

养殖模式直接决定海水养殖产业发展空间和潜力。随着浅海筏式养殖、网箱养殖、离岸池塘养殖等技术的不断进步,我国海水养殖经历了从海岸带到近海的大规模扩张阶段,通过持续扩张,我国从南到北几乎开发了近岸所有的适养空间。在特定历史时期下,上述养殖方式为我国海水养殖产业的快速发展做出了重大贡献。随着我国沿海地区社会经济的快速发展,海水养殖产业同其他产业、海洋生态环境保护的矛盾日益尖锐,海水养殖的后续发展空间和潜力受到明显制约。通过增加养殖密度和养殖容量等方式不但不能显著提高产能,反而导致养殖环境恶化、生态失衡和病害频发,加剧了海水养殖产业矛盾的暴发。为改变上述产业困境,近年来,海水养殖科研工作者和从业者主动开展科技攻关,探索并形成了海洋牧场、深远海养殖、集约化工厂养殖等新的养殖理念和模式。例如好当家、中集来福士、明波水产、山东海洋发展集团等龙头企业纷纷开始布局深远海养殖领域,为海水养殖开辟了新的发展方向 and 空间。但是,受生产理念、技术水平和生产成本等多因素制约,新的养殖模式仍然没有得到很好的应用推广,产业仍然以粗放型传统养殖模式为主,产业发展的深层次矛盾未得到根本扭转,亟待通过科技创新和现代管理推动海水养殖模式全面迭代升级。

4.4 养殖产品附加值低

我国海水养殖从总产量到总产值长期居世界第一位,但同发达国家相比,我国海水养殖产品的价值普遍偏低。①由于我国海水养殖规模的不断扩张和养殖模式的固化,我国现行海水养殖品种结构不合理,养殖品种缺少合理规划和布局,养殖产品同质化严重,导致产品过度竞争,一定程度上拉

低了产品的经济价值;②随着我国工业化进程的不断深入,我国海岸带和近海环境污染问题非常突出,海水质量受到显著影响,海水养殖产品安全问题和隐忧较多,尤其是面对西方国家较高的产品检测标准,我国近海养殖产品出口西方国家时很难达标,在国际上形成了生产低端产品或不安全产品的整体形象,极大地制约了我国海水养殖产品的价值链的提升;③由于我国海水养殖产业尚处在发展初级阶段,产业中以不规范小型企业或养殖户为主,现代化大型企业偏少,导致产业整体不注重通过品牌战略和深加工战略提升产品价值,产品多以附加值低的初级产品直接供应市场,长期形成了我国海水养殖产量大而附加值偏低的总体局面。

5 产业升级路径对策建议

5.1 加强产业顶层规划设计

根据我国沿海经济社会生态发展总体要求和海水养殖的内在发展规律,制定我国海水养殖的发展总体规划和细分领域的专项规划,明确海水养殖的未来发展战略,从中长期发展目标、应用研究、关键技术、产业布局等方面统一部署。统筹传统养殖模式、新兴养殖模式、海洋生态环保以及同其他海洋产业的关系,组织实施“传统养殖模式提质增效+新型养殖模式推广”的双线升级行动,根据海岸带、近远海资源和生态环境特点,合理规划布局现代海水养殖示范区,大力推进休闲渔业、海洋牧场、深远海养殖、路基循环水养殖等新兴养殖模式,积极拓展产业发展空间和生产潜能。构建海水养殖生态补偿机制,推动海水养殖与环保产业、碳汇产业等新业态深度融合,推动海水养殖走环境友好型和社会友好型路线。

5.2 构建完善法律法规体系

加强对海水养殖业相关立法研究工作。同发达国家有关渔业法律法规相比,我国现有的海水养殖相关法规多采取末端控制、指令性控制,当产业发展出现问题后才采取相关补救或整改措施,对产业发展的引导或规范效果较差。要借鉴发达国家的经验,从推动产业健康发展的角度,从源头上梳理并完善鼓励支持绿色水产养殖的经济政策、科技政策、环境政策和税收政策,通过立法的方式,研究

制定适合我国国情的海水养殖专门法律法规,规范行业进入标准或门槛,提高产业发展过程控制水平,使法律法规能真正起到引导产业绿色健康发展的作用。围绕《中华人民共和国渔业法》等现有法律的普及推广工作,不同地方根据自身现实条件,从环境保护、规范产业发展秩序和提升产品质量等角度,着力研究制定海水养殖相关的地方性法规和地方政府规章制度,构建从宏观到微观健全的、各具特色的法律法规体系,为推动我国海水养殖走全面法制化道路提供坚实法律基础。

5.3 培育现代海洋种业

先进的海洋种业是海水养殖产业健康可持续发展的基础,也是有巨大发展潜力的海洋战略新兴产业。发展我国现代种业:①加强对海水养殖品种野生群体的保护。成立原种自然保护区,制定相关管理措施,防止过度捕捞、环境恶化以及养殖群体或外来种入侵等造成群体灭绝或种质退化,建设海洋生态牧场和科学放流相结合,积极保护和恢复生物群体多样性。②加强海洋生物育种核心技术攻关。基于市场需求,充分发挥现有科研机构科技优势,选择影响面广、经济和社会效益明显的“技术瓶颈”开展联合技术攻关,推动育种优势资源集成与共享,构建以市场需求为导向的海洋良种研发体系。③加快构建以企业为主体的“育、繁、推”海洋良种体系。鼓励企业与研究机构开展多方面灵活合作,共同开展商业化水产良种的研发计划。推动企业加大自身技术研发投入,建设企业原良种研发中心和原良种场,加强企业自身技术创新能力,主动开展水产良种的商业化技术研发工作,更多地承担苗种商品化生产、销售的下游产业任务。④保护海洋原良种知识产权。健全以新品种权为主的海洋良种知识产权保护体系,强化品种权执法,加强新品种专利保护和信息服务,加大对水产原良种的直接产权保护。

5.4 持续推动养殖模式升级

高度重视养殖模式升级可能带来的下一次海水养殖革命的可能性,统筹推进传统养殖模式改良和新兴养殖模式试验与推广。推动养殖模式升级主要包括以下几方面内容:①充分考虑浅海浮筏养

殖和池塘养殖等传统养殖模式存量基数大、采用范围广的现实情况,其牵涉的经济、社会、民生和生态等问题错综复杂,养殖模式的改变绝非一朝一夕,不能搞一刀切,需要结合生态环境保护,加强近海生态养殖理论与技术研究,提升近海养殖的工程化水平,推动海岸带立体养殖、前海多营养层级养殖、海洋牧场等新养殖模式渐进替代传统平面养殖,提升近海海水养殖生态效益和生产潜能。②加强对深远海网箱养殖、养殖工船、路基工厂化养殖等养殖关键技术的攻关与集成,通过科技创新提升养殖工艺,降低新兴养殖模式的生产成本,加大新兴养殖模式和业态的推广示范,加速开拓海水养殖未来战略发展空间。③探索在公海开展深远海养殖的法理基础,推动深远海网箱和养殖工船等新兴养殖模式同国防、环境监测等其他海洋事业相融合,拓展海水养殖在新时代历史条件下的功能和内涵。

5.5 实施品牌化战略,提升产品附加值

产品质量是产业转型升级的最终体现,产品附加值的高低决定了产业模式的含金量。针对我国当前海水养殖产品低经济价值、低附加值产品多的问题,当务之急要实施品牌化战略。梳理并筛选我国海洋渔业优势产品,基于市场机制推进品牌论证与定位,依托行业支柱企业,打造海水养殖业“名、优、特”品牌产品矩阵。研究构建品牌产品下沉销售渠道,以产品可溯源、政府信誉背书等措施对品牌产品实现赋能,提升海水养殖产品质量和附加值,拉开基层市场产品层次,规范市场竞争秩序,带动渔业高端市场发展。研究构建品牌效应的逆向回馈机制,提升海水养殖从业者的品牌意识,促进产品质量标准提升与多元化,推动海洋渔业全产业链条转型升级和高质量可持续发展。

参考文献

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nation. Global Aquaculture Production 1950—2019[EB/OL](2021—10—19) [2021—10—19].<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nation. The state of world fisheries and aquaculture 2014[M]. Rome: FAO, 2014.
- [3] 国家海洋局海洋发展战略研究所课题组. 中国海洋发展报告(2013)[M]. 北京: 海洋出版社, 2013.

- [4] 农业部渔业渔政管理局. 2020 中国渔业统计年鉴[M]. 北京: 中国农业出版社, 2017.
- [5] 方平. 海水养殖业发展的国外经验与启示[J]. 中国农业信息, 2012(18):7-9.
- [6] 周皓明, 谢营梁. 挪威渔业管理制度和运行体系[J]. 现代渔业信息, 2005, 20(11):13-17.
- [7] 石洋, 章颖. 中日渔业资源及相关法律比较研究[J]. 世界农业, 2015(1):86-90.
- [8] 王国华. 日本海水养殖鱼类可追溯体系建设[J]. 现代渔业信息, 2010, 25(9):13-15.
- [9] 陈洪大. 挪威水产品质量安全监管体系的调研报告[J]. 渔业信息与战略(11):15-17.
- [10] 孙娟娟. 挪威渔业的规制: 昨天、今天和明天[J]. 中国人大, 2018(7):52-54.
- [11] THODESEN J, GJEDREM T. Breeding programs on Atlantic salmon in Norway: lessons learned[J]. Working Papers, The WorldFish Center, 2006, 4(38744):22-26.
- [12] 胡红浪. 挪威大西洋鲑良种选育的发展历程[J]. 中国水产, 2003(6):64-65.
- [13] 王清印. 海洋生物技术在水产养殖动植物品种培育和病害防治中的应用[J]. 中国生物工程杂志, 1996, 16(6):41-48.
- [14] 桂建芳, 包振民, 张晓娟. 水产遗传育种与水产种业发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2006, 18(3):8-14.
- [15] 宋奔奔, 吴凡, 倪琦. 国外封闭循环水养殖系统工艺流程设计现状与展望[J]. 渔业现代化, 2012, 39(3):13-18.
- [16] 刘鹰. 欧洲循环水养殖技术综述[J]. 渔业现代化, 2006(6):47-49.
- [17] 刘晃, 张宇雷, 吴凡, 等. 美国工厂化循环水养殖系统研究[J]. 农业开发与装备, 2009(5):10-13.
- [18] 刘鹰. 海水工业化循环水养殖技术研究进展[J]. 中国农业科技导报, 2011, 13(5):50-53.
- [19] 刘晃, 倪琦, 顾川川. 海水对虾工厂化循环水养殖系统模式分析[J]. 渔业现代化, 2008, 35(1):15-19.
- [20] 高强, 余粮红, 郑珊. 美国和日本工业化海水养殖模式及借鉴[J]. 世界农业, 2017(12):50-57.
- [21] 余粮红, 郑珊, 高强. 国外海水养殖生态经济系统协调模式及其对中国的启示[J]. 世界农业, 2018, 471(7):112-120.
- [22] 闫国琦, 倪小辉, 莫嘉嗣. 深远海养殖装备技术研究现状与发展趋势[J]. 大连海洋大学学报, 2018, 33(1):123-129.