

我国盐碱地养殖海水鱼类研究进展与发展思路

刘建伟¹, 曹 坤¹, 马振华^{1,2,3*}, 杨 蕊^{1,2}

¹中国水产科学研究院, 海南创新研究院, 海南 三亚

²三亚热带水产研究院, 海南省深远海渔业资源高效利用与加工重点实验室, 海南 三亚

³中国水产科学研究院, 南海水产研究所, 广东 广州

收稿日期: 2025年12月13日; 录用日期: 2026年1月3日; 发布日期: 2026年1月15日

摘要

发展盐碱地水产养殖是拓展渔业发展空间、促进盐碱地综合利用和落实“大食物观”的重要途径。在梳理我国盐碱地与盐碱水资源分布及其环境特征的基础上, 本文系统总结了盐碱水高盐度、高碱度、高硬度以及离子组成复杂等特征及其与海水鱼类养殖适宜性的关系, 概述了耐盐碱鱼类在渗透调节、离子转运、酸碱平衡和氨氮代谢等方面的生理与分子适应机制, 为筛选与培育耐盐碱海水鱼类品种提供理论支撑。综合分析表明, 目前盐碱地海水鱼养殖仍面临资源本底调查与渔业适宜性评价不足、耐盐碱专用品种匮乏、水质与工程调控成本偏高以及标准规范和产业链支撑体系不完善等问题。本文提出加强盐碱水渔业资源本底调查与适宜性评价、加快耐盐碱海水鱼良种选育与种业体系建设、集成推广“以渔降盐治碱”的渔农综合利用模式和绿色工厂化养殖技术, 以及完善标准规范与政策支持体系等发展思路, 以期为我国盐碱地海水鱼养殖产业的规划布局和技术攻关提供参考。

关键词

盐碱地, 盐碱水, 海水鱼类, 水产养殖, 以渔降盐治碱

Advances and Prospects of Marine Fish Culture in Saline-Alkaline Lands in China

Jianwei Liu¹, Kun Cao¹, Zhenhua Ma^{1,2,3*}, Rui Yang^{1,2}

¹Hainan Innovation Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Sanya Hainan

²Key Laboratory of Efficient Utilization and Processing of Deep-Sea Fisheries Resources in Hainan Province, Sanya Tropical Fisheries Research Institute, Sanya Hainan

³South China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou Guangdong

Received: December 13, 2025; accepted: January 3, 2026; published: January 15, 2026

*通讯作者。

Abstract

Developing aquaculture in saline-alkali land is crucial for expanding fisheries, utilizing such land, and implementing the “greater food approach”. This paper reviews the distribution and features of saline-alkali water in China, summarizing its elevated salinity, alkalinity, hardness, and complex ion composition, and their impact on mariculture suitability. It outlines the physiological and molecular adaptation mechanisms of salt-tolerant fish in osmoregulation, ion transport, acid-base balance, and ammonia metabolism, offering theoretical support for breeding such species. Analysis shows that current saline-alkali mariculture faces challenges including insufficient resource surveys and suitability evaluations, a lack of specialized salt-tolerant breeds, high costs for water and engineering management, and incomplete standards and industrial support systems. This paper proposes strengthening resource surveys, accelerating the breeding of salt-tolerant fish and seed industry development, promoting integrated aquaculture-agriculture models and green industrialized farming technologies, and improving relevant standards and policy support. These suggestions aim to guide the planning and technological development of saline-alkali mariculture in China.

Keywords

Saline-Alkaline Land, Saline-Alkaline Water, Marine Fish, Aquaculture, Fish-Based Desalination and Alkalinity Control

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

盐碱地是指可溶性盐分含量较高或碱性较强、已对作物生长构成明显不利影响的一类土壤类型，主要存在土壤盐碱、板结、偏碱性、有机质含量低、养分失衡和生物活力低等特征[1]。我国盐碱地主要分布于东北松嫩平原、华北平原和西北内陆盆地等地区，同时在部分河口三角洲和滨海滩涂也广泛存在，是区域农业生产和乡村发展的重要限制因子之一[2]。然而，从资源视角看，盐碱地及其伴生的盐碱水体又是具有较大开发潜力的后备耕地和水产养殖空间。

长期以来，我国盐碱地治理以工程排盐、合理灌排、石膏改良和种植耐盐作物等措施为主，治理周期长、投资大、见效慢，综合效益受自然条件和管理水平影响较大[3]。随着淡水资源约束日益凸显，传统淡水养殖在部分地区面临水源紧张和环境容量趋紧的双重压力，开发利用盐碱水资源、发展盐碱水渔业逐渐受到关注[4]。近年来，围绕盐碱地综合利用和贯彻落实“大食物观”，我国先后提出“以渔降盐治碱”等新模式，将水产养殖嵌入盐碱地改良与农业生产体系，实现“治碱”和“增效”协同。

从水化学组成看，盐碱水中 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等主要离子占比较高，离子比例与近岸海水具有一定相似性，为在盐碱地发展海水鱼类养殖提供了环境基础[5]。与传统淡水鱼类相比，许多海水鱼具有广盐性和一定的耐碱潜力，产品附加值较高，适合向内陆和盐碱地拓展。与此同时，海水鱼养殖与盐碱地改良可实现多目标耦合，在一定条件下达到“养鱼 - 集盐 - 脱盐 - 复耕”的综合利用效果。基于上述背景，梳理盐碱地养殖海水鱼类的研究进展，分析存在问题并提出发展思路，对指导盐碱地水产养殖实践和相关政策制定具有重要意义。

2. 盐碱地资源与盐碱水环境特征

盐碱地和盐碱水体的形成既有自然因素，也有明显的人为驱动[6]。原生盐碱地多由母质含盐量高、地下水位浅和蒸发强烈等自然因素形成，盐分在土壤中不断积累并上升至耕作层；次生盐碱地则主要与不合理灌溉、排水不畅和地下水位抬升等人为因素有关，灌溉水和地下水中的盐分在土壤中富集，最终导致盐渍化和碱化[3]。与盐碱地伴生的盐碱水体，多分布在低洼地、灌区积水区和围垦滩涂残余水体中，水体盐度、碱度和硬度差异较大，从近似淡水的微咸水到高盐、高碱水体均有分布[2]。

盐碱水体普遍呈现高盐度、高碱度、高硬度和离子组成复杂等特征。部分滨海盐碱水甚至可接近或超过海水水平；碱度和 pH 是其与一般咸水显著区别之处，碳酸盐型水中 HCO_3^- 和 CO_3^{2-} 含量较高。在硬度方面，一些盐碱水体 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 含量较高，总硬度远高于普通淡水。离子组成的复杂性体现在不同水型之间 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等离子比例差异巨大：氯化物型水以 NaCl 为主，硫酸盐型水中 SO_4^{2-} 占比较高，而碳酸盐型水则以碳酸盐和重碳酸盐为主导离子。这些水化学特征与水生动物的渗透调节、酸碱平衡及毒理效应密切相关[7]。

从渔业利用角度看，盐碱水的适宜性评价需要综合考虑水型、盐度、总碱度、pH 以及主要离子组成，同时结合氨氮、亚硝酸盐和溶解氧等常规水质指标。高 pH 会显著提高水体中非离子态氨的比例，加重氨氮毒性，离子比例异常亦可能对鱼类产生特异性胁迫[7]。因此，在开展盐碱水渔业开发前，应通过系统的监测与评价，将盐碱水按水型、盐度等级和渔业适宜性进行分区分级，为海水鱼类品种选择和养殖模式设计提供科学依据[2][5]。一般认为，氯化物型和部分硫酸盐型盐碱水在稀释与离子配比调控后更易用于构建“人工海水”环境，而以碳酸盐和重碳酸盐为主的碳酸盐型盐碱水则更适合在中低盐度条件下发展广盐性鱼类养殖[5]。

3. 海水鱼类在盐碱水环境下的生物学基础

海水鱼类长期生活在高渗透压的海水环境中，其体液渗透压通常低于外界水体，需要通过主动排盐和保水维持内环境稳态。在盐碱水环境中，海水鱼不仅要应对较高的盐度，还要面对碱度高、pH 偏高以及离子比例异常等多重胁迫[4][7]。渗透调节与离子转运是鱼类适应盐碱水环境的核心生理过程。鳃、肾和肠道是主要调节器官，鳃上氯细胞富含 Na^+/K^+ -ATPase、 $\text{Na}^+/\text{K}^+/2\text{Cl}^-$ 协同转运体等离子转运蛋白，通过能量依赖的离子转运实现多余 Na^+ 和 Cl^- 的主动排泄；肠道通过吸水和离子转运完成水分的再吸收与离子调节，肾脏则在排出二价离子和代谢产物方面发挥重要作用[4]。研究表明，在盐度升高或盐碱胁迫条件下，多数耐盐碱鱼类鳃、肾及肠道组织中 Na^+/K^+ -ATPase 和 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ -ATPase 活性显著提高，相关转运蛋白基因表达上调，从而增强渗透调节能力和离子平衡能力[4][7]。

酸碱平衡调节是耐盐碱鱼类适应高碱度环境的另一关键过程。碳酸盐型盐碱水中碱度和 pH 较高，会改变水体和鱼体内碳酸盐平衡，影响 CO_2 的排出和 H^+ 的分布。以达里诺尔湖的瓦氏雅罗鱼为代表的典型盐碱鱼类，在湖河洄游过程中需要在弱碱性河水和强盐碱湖水间往返，其血浆离子含量、相关激素水平以及鳃、肠和肾中 ATPase 活性均表现出显著的环境可塑性，反映出其在渗透调节和酸碱平衡方面的高度适应性[8]。在高碱环境下，鱼体通过调节碳酸酐酶、 H^+ -ATPase 等关键酶系活性以及血浆 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ 平衡，维持体液 pH 在较窄范围内波动，同时通过增强谷氨酰胺合成、尿素循环和 Rh 蛋白介导的氨转运过程，加快氨的转化和排泄，减轻氨毒性[4][7]。

在耐受性方面，多数广盐性海水鱼在中等盐度、适度碱度的盐碱水中表现出较好的生长和饲料利用性能。当环境盐度或碱度发生急剧变化时，鱼体往往出现摄食下降、渗透压失衡和氧化应激水平升高反应[9][10]。相关实验表明，通过在中等盐度条件下进行预驯化，可以显著提高大黄鱼等海水鱼对盐度

突变的耐受性，其血清抗氧化酶活性和非特异性免疫指标得到改善[10]。此外，针对碳酸盐碱度的渐进驯化试验表明，适当控制碱度升高速度有助于提高尼罗罗非鱼的长期存活率和生长表现[11]。上述结果共同表明，海水鱼类在盐碱水环境中的适应依赖于多器官、多通路协同调节机制，且渐进式盐碱驯化是提高养殖成活率和生产性能的有效途径。

4. 盐碱地养殖海水鱼类的主要品种与模式

在盐碱地发展海水鱼类养殖，首先需要合理匹配品种与水环境条件。罗非鱼作为典型广盐性淡水鱼类，可在较宽盐度范围内保持良好生长，一些品系在盐度 0~25 g/L 条件下均有较好表现，在沿海低盐碱地已形成池塘养殖和工厂化养殖模式[11]。鲈鱼等鲈形鱼类在氯化物型盐碱水中表现出较高的生长潜力，但对水质和溶氧要求较高，通过离子配比调控和增氧设施配置，可在盐碱池塘和工厂化系统中实现稳定养成[12]。大黄鱼是我国重要海水养殖鱼类之一，近年来在人工海水工厂化养殖和内陆盐碱水工厂化循环水系统中的试验取得进展，通过盐度和碱度的分阶段驯化，可实现从海水环境向盐碱水环境的过渡，成活率和生长性能达到生产应用水平[10]。

在模式方面，盐碱池塘养殖与工厂化循环水养殖是目前应用较多的两种模式。在滨海盐碱地，常通过“抬田 - 挖塘”形成“上田下池”格局，池塘集中蓄咸集盐，上部田块种植耐盐作物或牧草，构建“鱼 - 虾 - 粮(草)”综合利用模式[1] [13] [14]。池塘中可单养凡纳滨对虾，也可与罗非鱼、鲈鱼等鱼类混养；上部田块可利用经一定净化的养殖尾水灌溉，实现水、肥、盐的综合调控。在内陆盐碱区，尤其是氯化物型盐碱水较丰富地区，通过淡水稀释和补充 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 等离子，可将盐碱水改良为接近海水离子比例的养殖用水，用于罗非鱼、鲈鱼等广盐性或海水鱼类养殖，部分地区还探索了与特色土著鱼类和贝类的混养模式[2]。

在水资源紧缺、盐碱度高且季节波动大的地区，工厂化循环水和“人工海水”养殖模式具有明显优势。该模式以当地盐碱水为基础水源，通过淡水稀释和海盐或无机盐补充，精确调控 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与 K^+ 等离子比例，结合生物滤池、物理过滤、气提和臭氧消毒等水处理单元，形成封闭或半封闭循环系统。在此基础上，可为大黄鱼、石斑鱼等高价值海水鱼提供接近天然海水的养殖环境，且用水量低、尾水排放少，便于与盐碱地灌溉及生态修复工程衔接。

此外，一些干旱半干旱盐碱区探索了渔农牧一体化综合利用模式，如“池塘养殖 - 人工湿地 - 牧草”和“鱼塘 - 林网 - 农田”等，通过养殖尾水经人工湿地净化后灌溉牧草和树木，牧草又部分回流为饲料或有机肥，实现水、肥、盐的循环利用。在这些模式中，海水鱼类多作为高附加值水产品，与对虾、贝类和农牧板块协同发展，整体提升盐碱地利用效益。

5. 盐碱地海水鱼养殖关键技术

水质改良与调控是盐碱地海水鱼养殖的基础。针对不同水型和养殖对象，需要从盐度调节、离子配比、碱度与 pH 控制以及水体微生态调控等方面综合施策。在盐度与离子配比方面，应根据目标海水鱼对盐度和离子组成的需求，对盐碱水进行淡水稀释和离子补偿，使 Na^+ 、 Cl^- 占优势并适当提高 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 含量，构建接近海水的“人工海水”环境[9]。在硫酸盐比例偏高的水体中还应关注 SO_4^{2-} 对鱼类渗透调节和组织结构的潜在影响，部分研究利用凡纳滨对虾低盐度条件下不同 $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 比例试验，发现高 SO_4^{2-} 条件会改变其肝胰腺和鳃的组织结构及抗氧化酶活性，需要通过控制 $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 比例来降低风险。

碱度和 pH 调控方面，碳酸盐型盐碱水常需要施用石膏等化学改良剂以降低可交换钠和碱度，同时通过部分换水、引入酸性水源或使用适量酸化剂等方式，将 pH 控制在 9.0 以下，以减轻高碱度对鱼体酸碱平衡和氨氮毒性放大的影响[5] [11]。在此基础上，通过接种小环藻、小球藻等微藻以及优势益生菌，改

善藻相结构和微生物群落，提高水体透明度和自净能力，抑制蓝藻暴发，从而稳定池塘生态系统。在西北盐碱区凡纳滨对虾养殖池塘的研究表明，适时接种绿藻类可有效抑制蓝藻优势，显著降低养殖风险。

苗种盐碱驯化与放养管理是盐碱地海水鱼养殖顺利启动的关键环节。一般应遵循“先盐后碱、梯度递增、缓慢过渡”的原则，避免盐度和碱度的骤变。海水鱼苗通常先在常规海水或低碱度水体中培育，当体质较为健壮时开始逐步提高盐度，之后在盐度基本稳定条件下缓慢提高碱度和 pH，直至接近生产池水水平[10][11]。驯化后期宜直接采用养殖池水进行 3~5 d 过渡，使苗种在投放前完成对综合水质条件的适应。期间应通过观察摄食、游动和呼吸等行为变化，辅以适量生化指标检测，动态优化驯化速度和梯度设置[4][7][10]。

在饲料营养与健康养殖方面，盐碱环境会增加鱼体渗透调节等维持功能的能量消耗，需要在饲料配方中加以考虑。研究表明，在满足蛋白质基本需求的前提下适度提高能量水平，并适量提高维生素 E、维生素 C 和有机硒等抗氧化营养素的添加，可有效减轻盐碱胁迫下的氧化损伤[4][9][10][15]。此外，适度补充 Ca、Mg、K 等矿物元素有利于维持离子平衡和骨骼发育；应根据品种和生长阶段合理添加益生菌、寡糖和植物提取物等功能性添加剂，以改善肠道微生态和提升非特异性免疫功能。在养殖管理上，应根据水温、水质和鱼体生长动态调节放养密度和投饵量，避免过高密度和过度投饵导致水质恶化和病害风险上升。

病害综合防控贯穿盐碱地海水鱼养殖全程。高盐、高碱环境对部分病原微生物具有抑制作用，但也可能改变其他病原的致病力或削弱鱼体免疫防御，特别是在高密度条件下更易诱发应激性病害[9][16]。有关研究表明，在不同盐度下河豚等海水鱼类的非特异性免疫和抗氧化系统对盐度变化较为敏感，高盐处理会在一定时期内提高溶菌酶和抗氧化酶活性，但长期高盐会抑制其免疫功能[9]。因此，盐碱地海水鱼养殖应坚持“预防为主、防治结合”的原则，从苗种检疫、水源处理、生物安全隔离和日常管理等环节减少病原输入，优先采用疫苗、免疫增强剂和益生菌等绿色防控技术，合理规范使用药物，严格执行休药期制度，降低药物残留风险[15]。

6. 盐碱适应性的分子与微生物生态学基础

鱼类对盐碱环境的适应涉及复杂的分子机制与微生物生态互作。在分子层面，耐盐碱鱼类通过上调关键基因表达来应对胁迫。当面临盐度增加或盐碱环境压力时，许多具备耐盐碱特性的鱼类，其鳃、肾脏以及肠道组织内的 Na^+/K^+ -ATP 酶和 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ -ATP 酶活性会明显增强，与此相应的离子转运蛋白基因表达也随之升高，这有效提升了机体维持渗透压稳定和离子平衡的生理功能。同时，为应对高碱环境，鱼体会调节碳酸酐酶、 H^+ -ATPase 等关键酶系活性以及血浆 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$ 平衡，并增强谷氨酰胺合成、尿素循环等过程以减轻氨毒性。耐盐碱性状遗传基础复杂，因此有必要加强关键性状的功能基因和标记筛选，探索传统家系选育与分子标记辅助选择、全基因组选择等技术的结合路径。

在微生物生态层面，环境与肠道微生物扮演着关键角色。养殖中通过接种小环藻、小球藻等微藻以及优势益生菌，可以改善藻相结构和微生物群落，抑制蓝藻暴发，从而稳定池塘生态系统。例如，适时接种绿藻类可有效抑制蓝藻优势，显著降低养殖风险。肠道微生物则直接与宿主互作，帮助应对胁迫。适度补充益生菌、寡糖和植物提取物等功能性添加剂，可改善肠道微生态和提升非特异性免疫功能。整合分子生物学与微生物生态学方法，从系统角度阐明适应通路，将为开发绿色养殖技术和选育新品种提供新思路。

7. 主要问题与发展思路

总体来看，我国盐碱地养殖海水鱼仍处于起步与探索阶段，区域发展不均衡，技术模式和产业体系

尚不成熟，主要存在以下几个方面的问题。

1) 面向渔业利用的盐碱水资源本底调查和适宜性评价体系尚不完善。现有盐碱地调查多聚焦于土地资源与农业生产，对盐碱水体的水化学类型、季节变化及生态状况缺乏长期、系统的监测[2]。不同地区在水型划分和适宜性评价方法上标准不一，制约了海水鱼养殖的精细化布局。下一步应在典型盐碱区建立一批盐碱水渔业观测点或监测站，系统跟踪水位、水化学和生态结构变化，构建覆盖主要水型的盐碱水渔业资源数据库和适宜性评价指标体系，为养殖品种与模式匹配提供决策支撑[1]。

2) 耐盐碱海水鱼良种选育和种业体系建设相对薄弱。目前盐碱地海水鱼养殖多采用沿海常规养殖品种，缺乏专门面向盐碱环境的品种或品系。耐盐碱性状往往由多条代谢通路和多个组织器官协同调控，遗传基础复杂，仅依赖短期生产性筛选难以获得稳定的耐盐碱品系[3][7]。因此，有必要在已有广盐性海水鱼和耐盐碱鱼类研究基础上，加强渗透调节、酸碱平衡和氨氮代谢等关键性状的功能基因和标记筛选，探索传统家系选育与分子标记辅助选择、全基因组选择等技术的结合路径，开展罗非鱼、鲈鱼和大黄鱼等主养品种的耐盐碱定向选育，并配套建设原种场、良种场相衔接的种业体系。

3) 工程与水质调控成本偏高、技术服务体系建设有待完善。盐碱水环境复杂多变，工厂化循环水和“人工海水”模式在前期基础设施建设和后期运行维护中的投资较大，对中小养殖户构成一定门槛。部分地区存在重工程、轻管理和轻技术服务的现象，导致系统运行不稳定、能耗偏高和尾水处理水平有限。针对这一问题，应在优势区域通过“龙头企业 + 合作社 + 农户”等模式或园区化建设模式，统一规划取排水和尾水处理设施，分摊基础设施成本，同时通过技术推广机构和企业技术服务团队，向养殖户提供水质监测、系统维护和病害防控等社会化服务，提升整体技术水平[17]。

4) 标准规范和产业链支撑体系仍不健全。当前有关盐碱地水产养殖的标准法规多处于框架性层面，针对盐碱地海水鱼养殖的水质标准、技术规程、环境评价和产品质量安全标准等尚不系统完整，产品品牌建设和冷链物流等环节也相对薄弱[5]。为保障产业有序发展，需要加快制定和完善盐碱水养殖用水标准、海水鱼在盐碱水环境下养殖技术规范以及尾水达标排放和生态修复相关标准，推动盐碱地海水鱼养殖纳入绿色养殖和生态环境监管体系。同时，应鼓励龙头企业联合科研院所和地方政府，在典型地区打造从良种繁育、健康养殖到精深加工、冷链物流和品牌营销的完整产业链，形成具有地域特色和市场竞争力的“盐碱地海水鱼”品牌[17]。

面向未来，盐碱地海水鱼养殖的发展思路应以科技创新为核心驱动力，以模式集成与标准化为重要抓手，以产业链协同与政策支持为保障。一是开展跨学科的综合研究，强化盐碱水资源调查、鱼类盐碱适应机制解析和工程生态学研究的协同，为产业发展提供系统解决方案；二是依托重点实验室、现代农业产业技术体系和盐碱地综合利用重大工程，集成示范一批适应不同水型和区域条件的养殖模式；三是通过财政奖补、金融支持和保险工具等方式，引导社会资本参与盐碱地海水鱼产业发展，鼓励各地探索“渔业 + 农业 + 文旅”等多业态融合发展新路径[18]-[20]。

8. 结论与展望

盐碱地海水鱼养殖是在我国盐碱地综合利用和现代渔业高质量发展大背景下涌现出的新方向，也是落实“大食物观”和保障水产品供给安全的重要抓手之一。现有研究和实践表明，在充分掌握盐碱水资源本底和水化学特征的基础上，通过合理选择广盐性或耐盐碱海水鱼品种，优化盐碱水质调控和苗种驯化技术，集成生态健康养殖模式，可以在部分盐碱地实现海水鱼的稳定养成，并兼具“以渔降盐治碱”的生态效应和良好的经济效益。

未来，随着耐盐碱海水鱼良种选育、人工海水工厂化循环水技术以及渔农牧一体化模式的不断完善，盐碱地海水鱼养殖有望在更大范围内推广。建议在国家和地方层面持续加强顶层设计，将盐碱地渔业纳

入盐碱地综合利用总体规划和现代渔业发展战略，强化科技创新与产业政策的协同，构建“资源 - 技术 - 产业 - 生态”一体化推进机制。通过在典型区域形成一批可复制、可推广的示范样板，逐步带动不同类型盐碱地因地制宜发展海水鱼养殖，推动盐碱地由“限制因子”转变为渔业和农业增量空间的重要支撑。在相关政策和标准体系逐步完善、科技创新成果不断转化以及市场对绿色优质水产品需求持续增长的共同作用下，盐碱地海水鱼养殖有望成为我国渔业新的增长极，为实现农业农村现代化和生态文明建设作出积极贡献。

基金项目

国家自然科学基金(32460927); 中国水产科学研究院南海水产研究所中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(2023TD58)。

参考文献

- [1] 赵耕毛, 杨梦圆, 陈硕, 等. 我国盐碱地治理: 现状、问题与展望[J]. 南京农业大学学报, 2025, 48(1): 14-26.
- [2] 刘永新, 方辉, 来琦芳, 等. 我国盐碱水渔业现状与发展对策[J]. 中国工程科学, 2016, 18(3): 74-78.
- [3] 赵作章陈劲松彭尔瑞, 等. 土壤盐渍化及治理研究进展[J]. 中国农村水利水电, 2023(6): 202-208.
- [4] 常玉梅, 梁利群. 耐盐碱鱼类的生理和分子机制研究进展[J]. 水产学报, 2021, 45(5): 798-812.
- [5] 梁利群, 任波, 常玉梅, 等. 中国内陆咸(盐碱)水资源及渔业综合开发利用[J]. 中国渔业经济, 2013, 31(3): 138-145.
- [6] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008(5): 837-845.
- [7] 王萍, 刘济源, 么宗利, 等. 水生动物盐碱适应生理学研究进展[J]. 长江大学学报(自然科学版), 2015, 12(5): 44-47.
- [8] 高珊, 常玉梅, 赵雪飞, 等. 不同 NaHCO₃ 碱度对瓦氏雅罗鱼鳃组织结构的影响[J]. 水生生物学报, 2020, 44(4): 736-743.
- [9] 边平江, 邱成功, 徐善良, 等. 盐度对暗纹东方鲀生长、非特异性免疫和抗氧化酶活力的影响[J]. 水生生物学报, 2014, 38(1): 108-114.
- [10] 张惠, 曾霖, 熊逸飞, 等. 盐度驯化改善大黄鱼盐度胁迫耐受性的作用机制[J]. 中国水产科学, 2023, 30(3): 334-343.
- [11] 王艳玲, 赵岩, 陈铭, 等. 尼罗罗非鱼对碳酸盐碱度耐受性研究[J]. 南方水产科学, 2021, 17(5): 71-78.
- [12] 王永利, 赵蓓, 于金山, 等. 宁夏地区大口黑鲈高效养殖模式及关键技术[J]. 宁夏农林科技, 2023, 64(8): 46-48.
- [13] 刘龙腾, 么宗利.“白色荒漠”上的“鱼米绿洲”耕耘者[J]. 中国农村科技, 2018(12): 78-79.
- [14] 张晓敏. 黄河三角洲荒碱地“上农下渔”开发模式探索[J]. 河北农业科学, 2008, 12(6): 116-117.
- [15] 王明华, 钟立强, 俞雅文, 等. 沿海低盐碱地斑点叉尾鮰“江丰 1 号”苗种培育试验[J]. 水产养殖, 2025, 46(8): 19-21.
- [16] 王小燕, 周胜杰, 汪迎港, 等. 海水酸化胁迫对黄鳍金枪鱼幼鱼抗氧化和免疫能力的影响[J]. 南方水产科学, 2024, 20(3): 85-91.
- [17] 武迎飞, 薛美玲, 魏文硕. 盐碱地治理技术探索研究[J]. 现代盐化工, 2025, 52(1): 9-11.
- [18] 王建波, 张振东, 邵东宏, 等. 低洼盐碱地渔农综合利用模式简析[J]. 渔业信息与战略, 2019, 34(3): 188-193.
- [19] 杨真, 王宝山. 中国盐渍土资源现状及改良利用对策[J]. 山东农业科学, 2015, 47(4): 125-130.
- [20] 高岩, 李韶慧. 盐碱地综合利用现状及对策[J]. 现代农业科技, 2025(15): 67-71.