宁波大学——
鱼类应激的神经内分泌与神经递质响应机制综述
MDPI Fishes

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/40256.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

宁波大学——鱼类应激的神经内分泌与神经递质响应机制综述 MDPI Fishes。论文链接：https://www.mdpi.com/2410-3888/10/7/307

论文标题：Stress in Fish: Neuroendocrine and Neurotransmitter Responses

期刊名：Fishes

期刊主页：https://www.mdpi.com/journal/fishes

作者简介：

• 第一作者

姓名：袁明哲

机构：宁波大学海洋学院

研究方向：鱼类应激生理学、水产动物神经内分泌调控、水产健康养殖

• 通讯作者

姓名：陈姗

机构：宁波大学海洋学院

研究方向：水生生物生理与分子生物学、水产养殖环境适应性调控

• 作者

姓名：吕为群

机构：上海海洋大学水产与生命学院

研究方向：鱼类神经内分泌学、尾部神经分泌系统生理功能、水生生物环境适应机制

姓名：王旭波

机构：宁波大学海洋学院

研究方向：水产养殖生理生态学、养殖鱼类抗应激调控

姓名：方倩

机构：宁波大学海洋学院

研究方向：水产动物生理与分子生物学、鱼类应激响应机制

姓名：郝天伟

机构：澳门大学科技学院土木与环境工程系

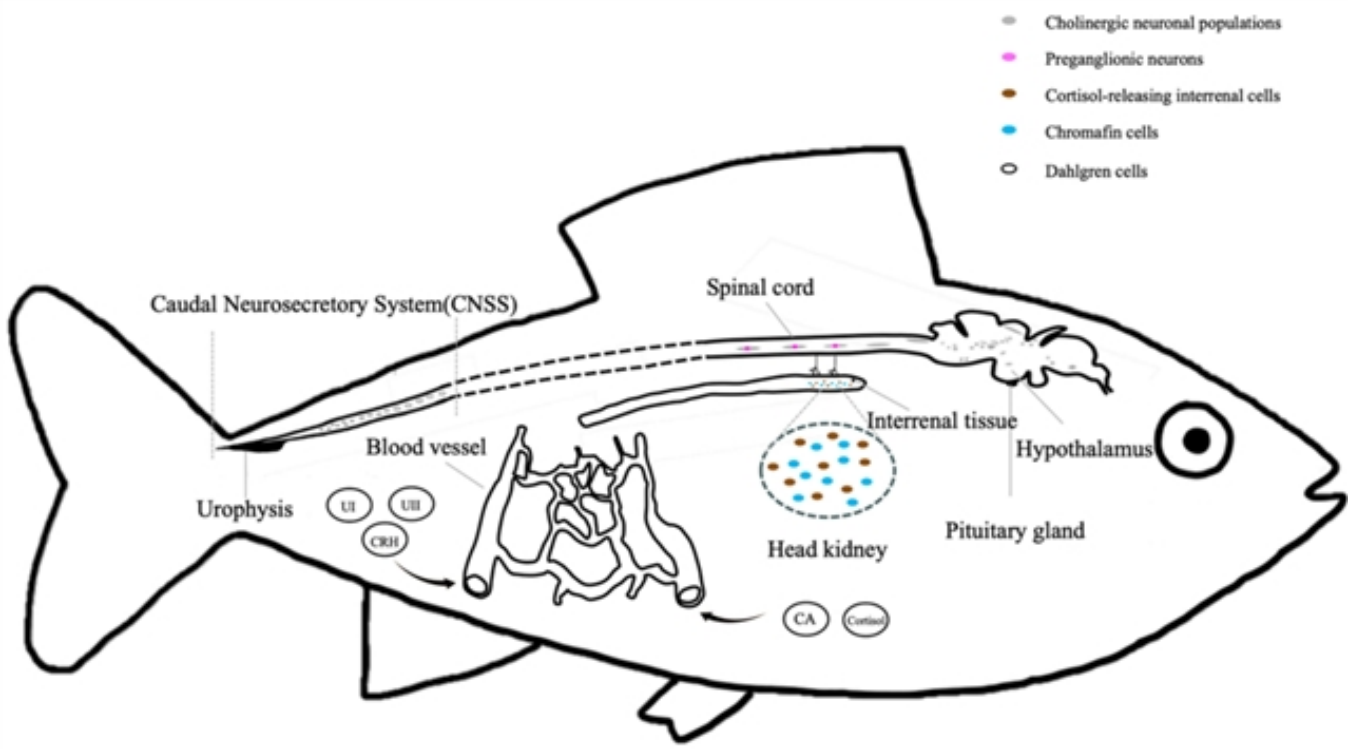
研究方向：环境污染物水生毒理效应、水生生物应激响应机制

姓名：钟昌明

机构：澳门大学中药质量研究国家重点实验室、中华医药研究院

研究方向：中药活性成分药理作用、水生生物抗应激药物研发

随着全球对鱼类蛋白需求的持续增长与居民饮食结构的变化，水产养殖产业实现了爆发式发展，但养殖过程中密集化养殖、环境波动、人为操作等各类应激源，持续挑战着养殖鱼类的生理稳态。急性与慢性应激不仅会导致鱼类生长受阻、繁殖轴紊乱、渗透压调节失衡，更会大幅提升鱼类病害易感性与死亡率，成为制约水产养殖产业可持续发展的核心瓶颈。深入解析鱼类应激响应的神经与神经内分泌调控机制，是开发养殖鱼类抗应激策略、提升养殖福利与生产效率的核心前提。来自宁波大学袁明哲副教授、陈姗副研究员团队联合上海海洋大学、澳门大学等机构的科研人员，在国际期刊Fishes上发表了题为《Stress in Fish: Neuroendocrine and Neurotransmitter Responses》的综述论文，系统梳理了水产养殖场景下鱼类应激的核心调控网络，为养殖鱼类抗应激管理提供了全面的理论框架与实践方向。该论文入选2026年ESI高被引论文。



鱼类的神经内分泌系统

研究过程与结果

作者团队围绕鱼类应激的神经与神经内分泌响应机制展开了全维度的系统综述，从应激源识别、核心调控通路解析到生产端缓解策略总结，形成了完整的研究体系，核心研究内容与结果如下：

一、系统分类水产养殖场景下的鱼类应激源，明确应激响应的核心诱因

作者团队首先基于来源与属性，将水产养殖中常见的应激源划分为物理、化学、生物、操作四大类，全面覆盖了水温、光周期、溶氧、pH、盐度、氨氮、重金属、农药、病原微生物、寄生虫、养殖密度、捕捞运输、投喂操作等养殖全流程的各类应激因素。

同时团队指出，养殖生产中应激源极少单独出现，具有显著的联合效应。例如水温升高不仅会提升鱼类耗氧需求、降低水体溶氧饱和度，还会增强氨氮、有毒微藻等有害物质的毒性，极易引发鱼类体内稳态失衡的级联效应。这一分类与风险分析体系，为水产养殖中应激风险的前置识别、精准监测与源头防控提供了清晰的参考依据。

二、全面解析鱼类应激响应的核心神经递质系统，阐明应激信号的初始调控机制

论文系统阐述了乙酰胆碱、谷氨酸与γ-氨基丁酸（GABA）、儿茶酚胺、5-羟色胺四大核心神经递质系统在鱼类应激响应中的合成、代谢通路与生物学功能，明确了不同神经递质在应激信号感知、传递与调控中的核心作用：

乙酰胆碱是应激响应的核心启动信号，由交感神经元释放后介导下游嗜铬细胞儿茶酚胺分泌与HPI轴激活，其相关酶活性与受体表达是评价鱼类胆碱能系统应激响应的核心标志物；

谷氨酸与GABA分别作为鱼类中枢神经系统最主要的兴奋性与抑制性神经递质，二者的动态平衡是鱼类应激生理适应的关键，失衡则会引发神经兴奋性毒性、不可逆神经元损伤甚至细胞死亡；

儿茶酚胺（多巴胺、去甲肾上腺素、肾上腺素）是鱼类战斗或逃跑急性应激响应的核心介质，可在应激发生后快速释放，实现机体能量动员与心血管功能的快速调控；

5-羟色胺深度参与鱼类慢性应激与社会应激的调控，应激会诱导其代谢亢进，其系统活性与鱼类不同的应激应对风格（主动/被动应对）直接相关。

三、构建鱼类应激响应的三大神经内分泌轴整合调控框架，揭示多系统间的互作网络

论文首次整合了鱼类应激响应中脑-交感神经-嗜铬细胞（BSC）轴、下丘脑-垂体-肾间组织（HPI）轴、尾部神经分泌系统（CNSS）三大核心神经内分泌系统的调控功能、响应特征与协同机制，明确了不同系统的分工与关联：

BSC轴是鱼类急性应激的最快响应系统，数秒内即可启动响应，通过儿茶酚胺释放实现血压、心率的快速提升，应激结束后可快速恢复稳态，是鱼类急性应激的第一道调控防线；

HPI轴是鱼类应激长期适应的核心调控系统，通过级联信号通路调控皮质醇的合成与分泌，进而调控机体代谢、免疫与渗透压调节，其终产物皮质醇是目前公认的鱼类应激水平核心评价指标；

CNSS是鱼类特有的神经内分泌系统，可通过分泌尿紧张素、促肾上腺皮质激素释放激素等多肽，对 HPI 轴的皮质醇分泌进行协同增效调控，实现渗透压、温度等特定应激源的针对性响应，是鱼类应激调控的重要补充体系。

同时，论文深入解析了四大神经递质系统与三大神经内分泌轴之间的交叉调控通路，阐明了不同系统间分布式协同的应激响应网络，填补了过往鱼类应激机制研究碎片化、单一通路解析的不足。

四、总结基于神经内分泌调控的鱼类应激缓解膳食补充策略，提供养殖生产实践方案

针对水产养殖生产中的应激防控实际需求，论文从营养型与非营养型两大类出发，系统总结了可通过调控神经内分泌与神经递质系统实现鱼类应激缓解的膳食补充剂，为养殖端绿色抗应激方案开发提供了全面参考：

营养型补充剂中，苯丙氨酸与酪氨酸作为儿茶酚胺的合成前体，可有效降低捕捞、密集养殖等应激下鱼类的皮质醇与儿茶酚胺水平，同时缓解氧化损伤；色氨酸作为5-羟色胺的合成前体，可显著缓解高温、高养殖密度带来的应激损伤，提升鱼类抗氧化能力与肠道免疫力；维生素C、维生素E可通过抑制类固醇合成，阻断应激下的皮质醇过量生成，保护鱼类免受高温、缺氧、操作应激的负面影响。

非营养型补充剂中，左旋咪唑可调控应激鱼类的血浆皮质醇水平，提升先天免疫能力；益生菌与益生元可通过提升鱼类脑内神经递质水平、调节肠道菌群，实现应激缓解；大黄素、姜黄等中草药活性成分，可通过降低血清皮质醇水平、增强机体抗氧化能力，有效缓解密集养殖、运输等场景下的鱼类应激。

研究总结

本综述系统构建了水产养殖场景下鱼类应激的神经递质-神经内分泌整合调控框架，全面阐明了四大核心神经递质系统与三大神经内分泌轴在鱼类应激响应中的功能、调控机制与互作网络，同时系统梳理了基于神经调控的鱼类应激缓解膳食干预策略。论文的核心创新贡献在于，首次将BSC轴、HPI轴、CNSS三大神经内分泌系统与神经递质系统进行整合关联，形成了完整的鱼类应激响应调控体系，弥补了现有研究对多系统协同机制解析不足的短板。

同时，论文也指明了未来鱼类应激响应研究的两大核心方向：一是深化多应激源互作效应、物种特异性神经内分泌响应规律、神经-内分泌交叉调控分子机制的基础研究；二是开发高效、低成本的水产饲料抗应激配方，深入解析其作用机制，推动集约化水产养殖中可持续应激管理策略的发展。该研究不仅为鱼类应激生理学领域提供了全面的理论参考，更为水产养殖产业中鱼类福利提升、抗应激精细化管理与绿色健康养殖发展提供了重要的实践指导。

期刊介绍

主编：Maria Angeles Esteban, University of Murcia, Spain

期刊主要发表鱼类和其他水生动物，以及渔业水产领域的前沿研究成果，涉及水生动物的生物学、生态学，水产动物养殖等各个方面。

2024 Impact Factor 2.4 2025 CiteScore 4.4 Time to First Decision 18.7 Days Acceptance to Publication 3.6 Days
来源：Fishes

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发