

申报2025年度福建省科学技术奖公示内容

一、项目名称：大刺鲃性别可塑性的基因组解析及其调控机制

二、提名奖种：省自然科学奖

三、提名专家：

(一)提名专家1

(1)姓名：桂建芳

(2)工作单位：中国科学院水生生物研究所

(3)职称：研究员

(4)学科专业：鱼类遗传育种与基础生物学

(二)提名专家2

(1)姓名：张积森

(2)工作单位：广西大学

(3)职称：教授

(4)学科专业：分子育种与基因组学

四、项目简介

性染色体起源与早期演化，是脊椎动物进化生物学的核心科学问题。硬骨鱼类性染色体系统呈现复杂多样特性，演化速率较快，因而成为解析该科学问题的重要模式类群。与

青鳉和斑马鱼等模式生物相比，大刺鲃与黄鳝（无性染色体）亲缘相近，已演化出年轻性染色体，且性别具有可塑性，是探索鱼类性染色体演化的理想材料。然而，大刺鲃遗传背景薄弱，基因组信息不完善，性别分化机制不明，这些因素制约了相关理论研究与育种实践的发展。本研究依托 1 项国家自然科学基金和 5 项省部级项目，在鱼类 T2T 级单倍型基因组解析、年轻性染色体演化和遗传 - 环境协同性别调控等方面取得原创性突破，为鱼类种质创新与性别精准调控奠定理论基础。主要研究成果如下：

1、发现大刺鲃存在间性群体的生物学现象，揭示性别可塑性的遗传机制。

跟踪不同发育阶段大刺鲃，系统阐明性腺分化时序规律与表型特征。首次发现大刺鲃存在间性群体，获得卵母细胞与精母细胞共存的细胞学证据。单细胞转录组测序分析结果显示间性个体生殖细胞中同时富集雌雄性别相关基因，明确了间性性腺双向分化潜能。并通过温度和芳香化酶抑制剂诱导试验，进一步验证了环境对大刺鲃生理性别的重塑效应。

2、系统揭示大刺鲃单倍型基因组特征，构建国际首个鱼类染色体单倍型（T2T）基因组图谱，阐述了年轻性染色体的

演化规律。

在国际上率先完成鱼类染色体单倍型基因组图谱的构建，攻克鱼类基因组高重复序列组装困难和同源单倍型精准拆分难等技术瓶颈，获得完整无间隙 Y 染色体序列，阐明年轻性染色体起源与早期分化特征。本研究建立的“T2T 组装 + 高精度单倍型分型 + SLR 精准定位与结构解析”研究体系，为其他鱼类高精度基因组研究提供了重要参考，推动鱼类性染色体演化研究进入全序列、高分辨率解析新阶段。

3、阐明了大刺鲃性别分化的调控机制

系统解析大刺鲃性别分化关键通路的基因功能和分子调控网络，筛选并验证 *dmrtb1*、*syce3*、*hmgn6* 等性别决定基因及靶向 miRNA 调控作用，阐明性别分化的多层级分子机制，填补了该领域研究空白，为大刺鲃单性育种与种质资源创新提供理论依据及核心分子靶点。

本项目研究成果相继发表在 *Genome Biology*、*Aquaculture*、*水生生物学报* 等国内外知名学术期刊，5 篇总影响因子 30.102，单篇最高影响因子 18.01，*NATURE ECOLOGY & EVOLUTION* 等他引 234 次，单篇最高他引 104 次。培养博士学位论文 1 篇和硕士学位论文 2 篇。研究工

作被国内外同行多次引用和正面评价，在国内外产生较大影响，得到学术界广泛认可，开启了鱼类T2T基因组学研究热潮。中国科学院院士桂建芳研究员、张积森教授通讯评议指出，本研究成果在大刺鲃性别可塑性基因组解析及其调控机制研究领域里达到国际领先水平。

五、主要完成单位：福建省淡水水产研究所，华中农业大学，云南农业大学

六、主要完成人及其贡献

1. 薛凌展

项目负责人，主要完成人，对重要科学发现中的第1,2,3项做出了创造性的贡献，是5篇代表论文的第一作者。负责项目总体研究思路设计，组织项目经费申请、实施和项目总结。在该项目研究中投入工作量占本人工作量的90%以上。

2. 李大鹏

对重要科学发现中的第1和2项做出了重要贡献，是代表性论文1和3的共同通讯作者和代表性论文2的参与者。参与项目总体研究思路设计，实施和项目总结。在该项目研究中投入工作量占本人工作量的70%以上。

3. 高宇

对重要科学发现中的第1和3项做出了重要贡献，是代表性论文3的共同通讯作者和代表性论文2的参与者。参与项目总体研究思路设计，实施和项目总结。在该项目研究中投入工作量占本人工作量的60%以上。

4.徐浩浩

对重要科学发现中的第2项做出了创造性贡献，是代表性论文2的共同通讯作者和代表性论文3的参与者。参与项目总体研究思路设计，实施和项目总结。在该项目研究中投入工作量占本人工作量的50%以上。

5.樊海平

对重要科学发现中的第1做出了重要贡献，是代表性论文1、2和3的重要参与者。参与项目总体研究思路设计，实施和项目总结。在该项目研究中投入工作量占本人工作量的50%以上。

七、主要知识产权及代表性论文专著等支撑材料目录

1.Lingzhan Xue#, Yu Gao, Meiyong Wu, Tian Tian,Haiping Fan, Yongji Huang, Zhen Huang*, Dapeng Li*, Luohao Xu*. Telomere-to-telomere assembly of a fish Y chromosome reveals the origin of a young sex chromosome pair, Genome Biology, 2021, 22(1): 1-10.

2.Lingzhan Xue#, Dan Jia, Luohao Xu, Zhen Huang, Haiping Fan, Bin Chen, Lingyi Yang, Zhongwei Wang, Dapeng Li*, Yu Gao*, Bulk and single-cell RNA-seq reveal the sexually dimorphic expression pattern of dmtrtbl in zig-zag eel (*Mastacembelus armatus*), *Aquaculture*, 2021, 545: 737194.

3.Ling-Zhan Xue#, Xin-Fen Guo#, Yu-Lin Zhou, Zhong-Wei Wang*, Hai-Ping Fan, Da-Peng Li, Jian-Fang Gui, Screening and characterization of sex-specific markers by 2b-RAD sequencing in zig-zag eel (*Mastacembelus armatus*) with implication of XY sex determination system, *Aquaculture* 2020, 528: 1-10.

4.薛凌展. 外源激素、温度和亲本规格对大刺鲃人工催产及孵化的影响. *水生生物学报*, 2018, 42(02): 333-341.

5.薛凌展. 大刺鲃胚胎发育观察.*淡水渔业*, 2014, 44(02): 101-104+108.