

水生实验动物

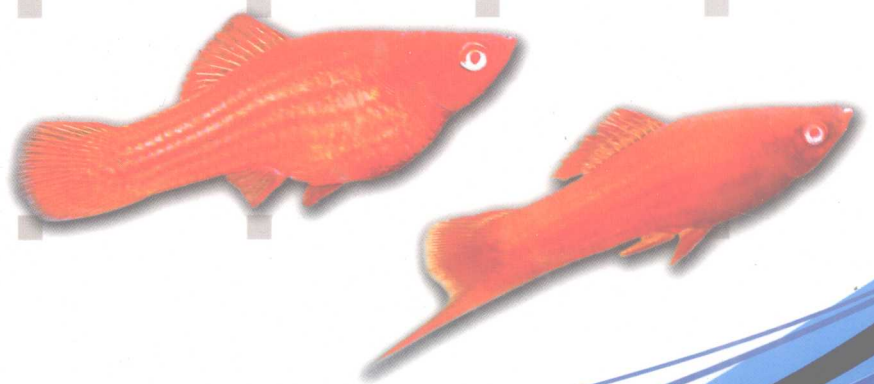
AQUATIC LABORATORY ANIMAL

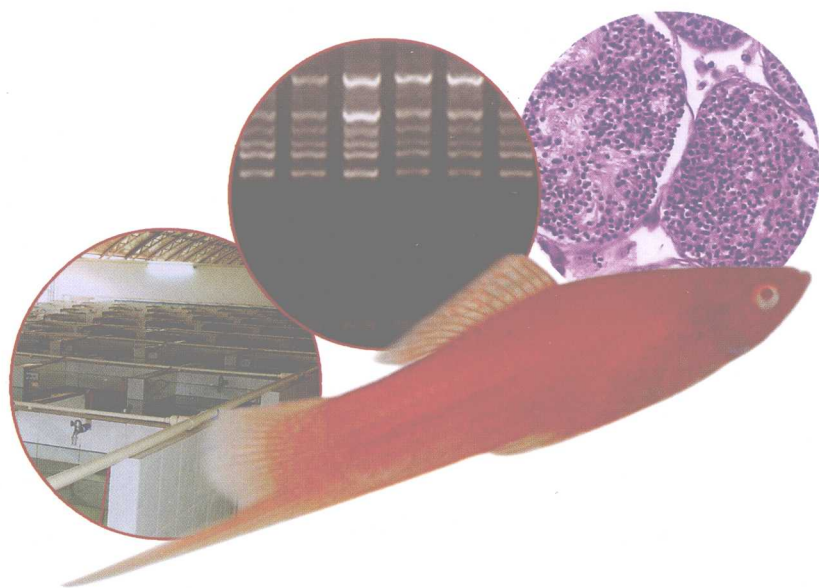
— 剑尾鱼

SWORDTAIL FISH

(*Xiphophorus helleri*)

吴淑勤 黄志斌等 著





水生实验动物——

AQUATIC LABORATORY ANIMAL

剑尾鱼

SWORDTAIL FISH (*Xiphophorus helleri*)

吴淑勤 黄志斌等 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水生实验动物——剑尾鱼 / 吴淑勤等著. —北京: 中国农业出版社, 2005.6

ISBN 7-109-09941-5

I. 水... II. 吴... III. 实验动物: 鱼类
IV. Q95-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 063247 号

中国农业出版社出版
(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)
(邮政编码 100026)
出版人: 傅玉祥
责任编辑 林珠英

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 889mm × 1194mm 1/16 印张: 8

字数: 180 千字 印数: 1~3 000 册

定价: 120.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

序 一

生命科学的迅猛发展与实验动物学的进步密切相关。生命科学中的许多研究领域依赖于实验动物，借助于实验动物，我们可以开展有关生命现象及其本质的许多研究。

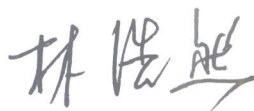
水生生物具有资源丰富，品种繁多，绝大部分体外受精、体外发育和材料易得等特点，在生命科学基础研究以及生物医学研究领域发挥着重要的作用。国内外科学家利用水生生物作为实验材料，在生理学、发育学、遗传学和环境监测等方面开展了大量研究工作，并取得了重要进展。水生生物作为水域污染的“监测器”，对于环境中的污染物质的监测以及是否会通过食物链对人造成影响等方面的研究是很重要的材料；发育生物学、遗传学和分子生物学研究，以鱼类为代表的水生实验动物是常用的实验材料；在以水体为主要传播途径的人体流行病学研究中，水生实验动物也可充当某一环节研究的重要角色。

实验动物的标准化程度，直接影响生命科学领域中研究成果的确定以及研究水平的高低。水生实验动物以其在水环境污染监测等领域具无可替代的特点已愈来愈受关注。培育我国特色的水生实验动物并加以推广应用，加强我国水生实验动物学科建设和提高科研人员对水生实验动物的认识，并应用于实际，是我国水生生物学研究面临的迫切任务之一。及时全面了解我国水生实验动物的研究概况及

进展，是相关科技工作者的迫切需要。

有鉴于此，中国水产科学研究院珠江水产研究所吴淑勤研究员带领科研人员率先在国内系统开展剑尾鱼的定向培育和相关的实验动物化研究工作。培育的剑尾鱼RR-B系已通过了全国水产原良种审定委员会的审定，并由农业部第348号公告公布。RR-B系为我国首个通过审定的鱼类实验动物品系，填补了国内无水生实验动物的空白。为及时总结我国水生实验动物培育的经验及成果，研究者出版了这本《水生实验动物——剑尾鱼》专著。我相信本书的出版，对广大科技工作者，特别是从事水生实验动物开发与应用研究的科研人员一定会有很大的帮助，对实验动物科学的发展也将会起到重要的推动作用。

中山大学教授
中国工程院院士



2005年4月8日于广州

序 二

实验动物作为生物医学、药学和整个生命科学的重要研究基础和支撑条件,受到各国政府和科学家的广泛关注。实验动物科学的发展程度,已是衡量现代生命科学研究水平的重要标志之一。

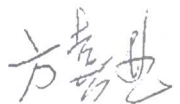
经人工培育的实验动物具有遗传背景明确、来源清楚,可对其携带的微生物、寄生虫实行人工控制后用于科学实验等特点,可确保动物实验的准确性、敏感性和重复性。实验动物、仪器设备、科技信息、化学试剂是生命科学实验研究不可缺乏的基本要素。水生动物生活在水环境中,许多品种繁殖力强、世代周期短、易于饲养、与人类关系密切,已应用于生态学、生理学、胚胎学、遗传学、毒理学、基因工程学和环保、医学等实验研究领域,尤其是在肿瘤病学和环境可疑致癌物探索等研究中,具有陆生动物难以替代的特点,应用前景十分广阔。水生实验动物已成为实验动物中具特色的重要组成部分。鱼类作为实验动物,已经渗透到整个生物学包括人类疾病和生命科学研究的各个领域。

在水生生物学研究中,实验材料的标准化十分重要。国外水生实验动物的研究、开发已取得显著成绩,建立了虹鳉、亚马孙花鳉、青鳉、新月鱼和斑马鱼等纯系水生实验动物,并且已建立了一些用于人类疾病研究的实验动物模型。

我国水生实验动物标准化研究尚存在很多空白。值得欣慰的是近10多年来中国水产科学研究院珠江水产研究所科研工作者坚持不懈地对这一领域进行了深入探索和研究,在所长吴淑勤研究员的带领下,科研人员率先在国内系统地开展了剑尾鱼作为水生实验动物的培育研究工作,从近交培育、营养需求与饲料、环境生态、遗传和微生物控制等方面进行系统研究,并获得了突破性研究成果,剑尾鱼RR-B系已纯化培育到第26代。从形态特征、同工酶、RAPD等分析,整个种群具有较好的遗传均一性,并已经应用于多个研究领域。目前,鱼群培育设施和饲养管理做到了标准化、规范化,保证了试验材料反应一致性和可重复性。剑尾鱼是国内率先进行实验动物化的鱼类,从而为其他鱼类实验动物化研究提供了可借鉴的宝贵经验。

《水生实验动物——剑尾鱼》专著以剑尾鱼纯化培育为主线,系统地介绍了剑尾鱼生物学特性,全面阐述了剑尾鱼近交系培育、水生实验动物标准、营养学、环境生态学、遗传学、微生物学控制等技术规范。该书是我国第一部介绍水生实验动物成果的专著,颇有特色,学术严谨,图文并茂,内容系统,编排新颖,可读性强,可供从事水生实验动物研究、科教人员和科技管理工作参考。相信该书的出版,对我国水生实验动物科学的发展将产生积极的影响,故乐于为之作序。

中国实验动物学会名誉理事长



2005年4月8日于北京

前 言

实验动物是生物医学、药学和生命科学研究的基础和重要支撑条件。近年来,鱼类实验动物开始成为众多研究者关注的热点。鱼类目前已广泛应用于毒性试验、水污染监测、发育生物学、生态学、生理学和遗传学等研究。在进行针对水域环境污染物质的生物试验时,必须使用可靠性高、重复性强的实验用鱼。鱼类作为常用的实验材料,至关重要的是实验材料的标准化,从而提高研究成果的可信度。当前,开展野生鱼类实验动物化的研究,科学地培育鱼类实验动物和建立鱼类实验动物模型具有非常重要的科学价值和实践意义。

在实验鱼品系培育方面,目前国际上已培育成纯系的鱼类有虹鳟、亚马孙花鳟、新月鱼、青鳉和斑马鱼等,其中超过50代纯合性的鱼类近交系有新月鱼、斑马鱼和孤独拟胎鳟等。我国在鱼类实验动物化方面的研究还处于开拓阶段,落后于国际水平。正因如此,在某些领域中较严重地影响了我国的研究水平。

值得欣慰的是,近10多年来我国科研工作者坚持不懈地对这一领域进行探索和研究,并取得了一定的成果。国家对鱼类实验动物研究给予极大的重视和支持,1987年,由农业部首次组织开展水生实验动物的开发与应用研究。剑尾鱼(*Xiphophorus helleri*)作为实验动物研究是其中一例。剑尾鱼由于体型小、繁殖周期短、繁殖力强和易于在实验室饲养,对多种农药、重金属等毒物较敏感,对某些鱼类病原体敏感性高,个别品系出现盲眼、畸形等诸多突变性

状,适合作为动物模型。因此,中国水产科学研究院珠江水产研究所率先在国内系统开展剑尾鱼水生实验动物化的研究,先后承担并完成了国家“八五”攻关、国家科技部社会公益研究专项和广东省“九五”重点项目“剑尾鱼水生实验动物化”等研究项目,从剑尾鱼近交培育、生物学基础、遗传和遗传纯合度检测、水环境与人工生态、营养需求与人工饲料、疾病普查和监控、管理规范以及应用等各方面进行系统研究。现在已建立了三个不同体征剑尾鱼近交系,其中RR-B(红眼红体)系达到了第26代。目前,培育的环境设施和饲养管理做到了标准化、规范化,保证了试验材料反应的一致性和可重复性。剑尾鱼RR-B系已通过了全国水产原良种审定委员会的审定,并由农业部第348号公告颁布。实验证明,经过培育的水生实验动物——剑尾鱼,可作为水环境监测、水产药物安全性评价、化学品毒性检测、动物疾病检验模型及遗传生物学研究等领域的实验材料,具有良好的应用前景。剑尾鱼是我国首个通过审定的鱼类实验动物,填补了国内无水生纯系实验动物的空白。剑尾鱼实验动物化的研究成果,为其他鱼类实验动物化研究提供了宝贵经验。

水生实验动物学研究日新月异,为与广大科技界同行交流水生实验动物剑尾鱼相关成果及应用价值,作者根据18年来所开展的剑尾鱼纯化培育的相关研究结果,撰写了这本《水生实验动物——剑尾鱼》专著,供学术界同仁参考。

在从事对剑尾鱼作为水生实验动物进行纯化培育过程中,得到了科技部、农业部、广东省科技厅和中国水产科学研究院的项目研究资助。此外,何君慈副研究员和余瑞兰副研究员在剑尾鱼纯系培育工作的早期发挥了骨干作用;邹为民副研究员参与了剑尾鱼部分毒理学研究;林文辉副研究员参与了剑尾鱼水生态净化研究;叶建华和孙付根等参与了剑尾鱼纯化培育工作。剑尾鱼纯化培育工作的

新进展,引起了国内众多研究机构的关注。多个单位的研究人员利用培育的剑尾鱼进行了相关的应用研究,国家环保局化学品登记中心沈英娃、卢玲和王宏等开展了剑尾鱼对壬基苯酚的环境雌激素效应以及酚类、烷基苯类、硝基苯类化合物和环境水样的毒性监测应用研究;南京农业大学动物医学院陆承平、熊清明等开展了剑尾鱼作为迟缓爱德华菌胞外产物的细胞毒性和动物致病性研究中动物模型研究;广东省实验动物监测所黄韧、程树军进行了剑尾鱼作为石油开发污染物毒性监测的实验生物筛选的应用研究;华南师范大学生命科学院方展强、张凤君等研究了多氯联苯暴露对剑尾鱼肝脏、卵巢及鳃组织中 Na^+/K^+ -ATPase活性的影响等等。上述多家单位进行的剑尾鱼相关应用研究,拓宽了在不同领域中良好的应用范围。中国工程院院士、中山大学林浩然教授和中国实验动物学会名誉理事长方喜业教授在百忙中欣然为本书作序。对上述单位及个人的支持谨表诚挚谢意。

我国鱼类实验动物开发研究尚处于初级阶段,许多技术上难题尚需不断探索。由于笔者水平有限,遗漏不妥之处,敬请读者批评指正。

著 者

2005年8月

于中国水产科学研究院珠江水产研究所

主著人员

吴淑勤 黄志斌 石存斌

李凯彬 潘厚军 常藕琴

参著人员

白俊杰 孔小明 李霞 叶星

内容提要

本书以剑尾鱼纯化培育为主线,介绍了剑尾鱼水生实验动物化相关的遗传、生态、营养、疾病控制、规范化管理以及应用等内容。本书共分10章,包括水生实验动物研究概况;剑尾鱼的分类和生物学特性;剑尾鱼近交系培育;剑尾鱼的遗传学特性及遗传质量控制;水生态环境因子对剑尾鱼的影响作用;剑尾鱼的营养需求及饲料;剑尾鱼的常见疾病及控制;剑尾鱼的规范化管理和剑尾鱼的应用研究。

本书是国内首部系统介绍我国培育的水生实验动物成果的专著,颇有特色,学术严谨,图文并茂,内容系统,可读性强,可供从事水生实验动物研究与应用的科研、教学和监测机构等相关人员参考。

Abstract

This book focuses on the systematical inbred cultivation of swordtail fish, *Xiphophorus helleri*, a kind of aquatic laboratory animal. The book comprised of 10 chapters: (1) the introduction of aquatic laboratory animal; (2) the taxonomy and biology of swordtail fish; (3) the inbreeding of swordtail fish; (4) the genetic characters and genetic quality control of swordtail fish; (5) the impacts of hydro-ecological factors on swordtail fish; (6) the nutrition demands for swordtail fish; (7) the prevention of the common disease for swordtail fish; (8) the standard regulation for swordtail fish and (9) the application of swordtail fish in relative fields of life science.

As the first book about aquatic laboratory animal published in China, the authors have tried their best to provide a scientifically strict and understandable book with lots of illustrations to the readers, who are engaging in the fields such as aquatic laboratory animal research, education and monitor departments etc.

目 录

序一	
序二	
前言	
第一章 水生实验动物研究概况	1
一、水生实验动物研究的重要性	1
二、国外水生实验动物的研究现状	1
三、国内水生实验动物的研究现状	3
四、水生实验动物的发展前景	4
第二章 剑尾鱼的分类地位及生物学特性	6
一、分类地位及地理分布	6
二、形态特征	6
三、解剖学特征	9
四、组织学结构特征	10
五、生理学特征	27
六、生长与密度	32
第三章 剑尾鱼近交系培育、近交衰退及克服措施	33
一、近交系培育	33
二、RR-B系培育系谱图	35
三、近交衰退及控制措施	36

第四章 剑尾鱼的遗传学及遗传质量监控	37
一、体征遗传	37
二、染色体	39
三、生化遗传	40
四、分子遗传	40
五、遗传纯合度检测	42
第五章 水生态环境因子对剑尾鱼的影响作用	51
一、水温	51
二、溶氧	52
三、pH	54
四、亚硝酸氮	55
五、非离子氨	56
第六章 剑尾鱼的营养需求及饲料	57
一、蛋白质需求	57
二、维生素需求	59
三、人工饲料替代天然活饵	61
四、日投饵频次	63
五、人工配合饲料的制备	63
第七章 剑尾鱼的常见疾病及微生物、寄生虫质量监控	65
一、常见疾病	65
二、疾病监测	75
三、疾病发生频度分析	87
四、纯系培育剑尾鱼的疾病控制	88

第八章 剑尾鱼的规范化管理	90
一、设施与器具	90
二、规范化饲养管理	91
第九章 剑尾鱼的应用研究	93
一、在环境污染物评价和监测中的应用	93
二、在水产动物疾病及药物安全性评价研究中的应用	98
三、在比较医学应用研究上的探讨	105
第十章 附录	109
附录1 剑尾鱼RR-B系品种标准	109
附录2 剑尾鱼RR-B系通过国家级审定	112
附录3 剑尾鱼饲养管理条例	112
主要参考文献	113

第一章



水生实验动物研究概况

一、水生实验动物研究的重要性

实验动物是医学、生命科学研究和重要支撑条件。实验动物科学是研究实验动物及其培育和应用的学科，已经发展成为综合性和覆盖性很广的应用学科。

鱼类因其终生生活在水中，绝大部分具体外受精、体外发育，材料易得等特点，已成为毒性试验、水污染监测、发育生物学、生理学、生态学和遗传学等研究常用的实验材料。

近年来，国外科学家利用鱼类作为材料在生理学、发育学、遗传学、环境监测等领域开展了大量研究工作。以分子生物学、基因工程为代表的前沿学科的研究急需脊椎动物模式种，而鱼类可能是最佳的研究对象之一。水生实验动物已成为实验动物中的重要组成和特色。

由于水环境污染的日益严重，迫切需要加强对各种药物、化学物质、农药等对人和环境影响的研究，而生活在水中的鱼类作为其中的一个环节，备受注目。鱼类作为环境污染，特别是水域污染的“活监测器”，对于环境中的污染物质被富集后，是否会通过食物链对人造成影响等方面的研究中是很重要的材料。

鱼类实验动物除可用作上述研究之外，在生物医学研究领域中有重要的应用价值。鱼类能为包括哺乳动物在内的其他脊椎动物的某些疾病的防御机理的研究提供观察材料。

鱼类的某些疾病也与人体健康相关联，如近年来大规模暴发流行的主要养殖鱼类败血症病原菌之一嗜水气单胞菌 (*Aeromonas hydrophila*) 是人一畜一鱼共患的疾病病原菌，医学界报道的人体胃肠炎与某些水产动物如草鱼体内的病菌 (香港海鸥型菌) 感染有关。在以水体为主要传播途径的人体流行病研究中，鱼类实验动物也可能充当某一环节的重要角色。国外把鱼类应用于医学研究已经取得很多成果，已有不少用于人类疾病研究的鱼类动物模型。鱼类作为实验动物不仅可用于人类疾病研究，而且可以涉及生物医学研究的一切领域。

在生物学研究中，至关重要是实验材料的均质化和标准化，从而使研究成果的可信度得到提高。在进行针对水域环境污染物质的生物试验时，最大的问题就是难以得到可靠性高、重复性强的鱼类品种。“用于实验的鱼类 (实验鱼)”与“作为实验动物的鱼类 (鱼类实验动物)”是有着不同含义的两个概念。从这一点来看，“作为实验动物的鱼类”的研究工作，还处于起步阶段。因此，选育和培育作为实验动物的鱼类是十分必要和有意义的。

二、国外水生实验动物的研究现状

国外利用鱼类作为实验材料已开展了大量的工作。在环境毒理学方面，因水环境污染问题日趋严重，如因各种工业废水、生活污水而引起的水域生态的严重破坏和生物资源的衰竭。以鱼类为代表的水生实验动物的研究和应用，对于水环境污染的研究与检测监控是必不可少的。日本等国家已将鱼类

作为农药毒性、水环境污染检测的重要实验材料。在发育生物学研究中,斑马鱼、青鳉、金鱼、鲤、鳊等常被作为实验材料,其中,斑马鱼作为脊椎动物发育生物学的模式动物,在胚胎发育分子机制研究、基因研究等多个领域成为研究者的宠儿。在生理学和内分泌学方面,鱼鳃、鱼肾被用于研究膜生理学,金鱼眼被用来研究视觉器官结构与功能,鲫的M细胞作为模型被用来研究神经元突触生理,有灵敏电感觉的鲇被用于研究电生理等。在药理学方面,斗鱼是研究药物抑制本能行为的敏感动物。鱼类作为实验动物已涉及生物医学研究包括人类疾病研究领域。把鱼类应用于医学研究已取得丰硕成果,且有益于人类疾病研究的鱼类动物模型问世。如鲤营养性糖尿病模型、金鱼白化病模型、鱧肝肿瘤模型、鲷乳头状瘤模型、白斑狗鱼淋巴瘤模型、新月鱼和剑尾鱼的黑色素瘤模型等。

标准化实验动物最显著的特点之一是遗传背景的均一性,以其进行的试验结果具有较好的重复性和反应的一致性,试验结果可信度高、可比性强。国外常用的实验鱼,包括斑马鱼(*Danio rerio*)、青鳉(*Oryzias latipes*)、黑头软口鲮(*Pimephales promelas*)、秀体底鳉(*Fundulus diaphanus*)、虹鳟(*Salmo gairdneri*)、大西洋鲑(*Salmo salar*)、银大麻哈鱼(*Oncorhynchus kisutch*)、红大麻哈鱼(*Oncorhynchus nerka*)、三棘刺鱼(*Gasterosteus aculeatus*)、金鱼(*Carassius auratus*)、鲤(*Cyprinus carpio*)、蓝鳃鱼(*Lepomis macrochirus*)、虹鳉(*Poecilia reticulata*)、剑尾鱼(*Xiphophorus helleri*)等种类,其中黑头软口鲮、斑马鱼、蓝鳃鱼、青鳉和虹鳉是国际标准化组织(ISO)20世纪80年代推荐的毒性试验材料鱼。从实验动物科学的角度来看,在鱼类方面并不乏实验动物方面的研究工作,但在对实验动物本身的研究,特别是在遗传纯化品系选育方面却远远落后于其他类群。无论是我国常用的鲤、鲫(包括金鱼、银鲫)、四大家鱼、泥鳅等鱼类,还是国外常用的虹鳟、银大麻哈鱼、蓝鳃鱼等,严格地讲,都不能称为鱼类实验动物。其中,虹鳟曾是使用最广的实验鱼,但从实验动物科学的角度来看,由于虹鳟鱼类受实验装置和饲养条件的限制,而难以成为理想的鱼类实验动物。美国明尼苏达州Duluth环境研究实验室的黑头软口鲮或许可以称为封闭群常规动物或杂种常规动物。鱼类实验动物的研究与其他动物相比是比较落后的,但近20年来国外科学家在实验鱼品系培育方面也有了长足的进步,到目前为止已育成虹鳉、亚马孙鳉、新月鱼、青鳉、斑马鱼和剑尾鱼的纯系,这是为数不多的标准化鱼类实验动物。其中超过50代的纯合性的鱼类近交系有新月鱼和孤独拟胎鳉(*Poemelas monacha*)等。

在标准化水生实验动物应用方面,青鳉是产自于东亚的一种小型鱼类,易于饲养,因为有突变个体存在,最早被作为研究材料用于遗传学的分析工作。日本对青鳉的形态解剖、繁殖、发育、饲养管理、实验操作技术、遗传纯化和毒性试验方法等进行了系统的研究,不但培育了近交系,还对饲养管理和实验操作进行了规范化。1994年,青鳉作为脊椎动物的代表被送上太空,完成了从受精到个体的整个发育过程,实现了真正意义的“太空育种”。青鳉早已启动基因组计划,也有基因数据库供查询和下载。另一国际通用的标准材料斑马鱼,由于个体小,养殖花费少,能大规模繁育,且具许多优点,吸引了众多研究者的注意。斑马鱼经历了30多年的研究应用和系统发展,已建立若干纯系和突变系,成为脊椎动物发育研究中常用的模型动物,被誉为“脊椎动物中的果蝇”。斑马鱼的细胞标记技术、组织移植技术、突变技术、单倍体育种技术、转基因技术和基因活性抑制技术等已经成熟,且有数以千计的斑马鱼胚胎突变体,使斑马鱼成为研究胚胎发育、基因调控与功能的优良材料。以斑马鱼作为实验材料,德、美两家实验室在曾被认为在脊椎动物中不可呈现的饱和诱变突变体筛选上取得了突破性进展,Science和Nature分别以Catch of the Decade和Zebra Fish Hit the Big Time为题发表讨论,认为斑马鱼已完全具备作为脊椎动物分子发育生物学甚至人类基因组计划模式种的条件。此外,在1930年,Gordon和Kosswig分别发现花鳉科剑尾鱼属新月鱼和剑尾鱼杂交后代易产生黑色素瘤,便开始剑尾鱼属鱼类研究的热潮。剑尾鱼的杂交黑色素瘤模型在肿瘤研究中是经典的模型,研究表明其形成与多个基因相关,对肿瘤形成的分子机制研究意义重大。剑尾鱼属有23个种,大部分已被收集。很多脊椎动物进行属内杂交时会出现后代不育或产仔少的现象,剑尾鱼属杂交后代没有这种现象,加上属内的鱼

有不同表型，体色各异，所以通过杂交、回交等手段可进行基因遗传连锁研究。剑尾鱼在行为学和进化的研究比较深入，也是神经研究的常用材料。

总之，国外水生实验动物研究与开发已取得世人瞩目的成绩，建立了虹鳟、亚马孙鲮、新月鱼、青鲮、斑马鱼、剑尾鱼等纯系标准化实验动物。水生实验动物应用范围，涉及环境毒理学、胚胎学和发育生物学、生理学和内分泌学、药理学、生物医学等方面。当今，水生实验动物开发和研究备受世界各国的重视，预示着水生实验动物科学又进入了一个新的发展阶段。发达国家的多个实验室正在建立斑马鱼各种性状的模型动物库，其中包括俄勒冈州立大学的斑马鱼国际资源中心和德国的全基因组突变斑马鱼实验动物库，这些实验室已建立较为完善的水生实验动物研究基础设施。

三、国内水生实验动物的研究现状

我国科学工作者曾利用四大家鱼、鲤、泥鳅等作为实验材料，在动物实验方面开展了大量的工作。这些涉及到鱼类生物学、发育学、生理学、遗传学、毒性试验和饲养管理等每个领域的研究，为筛选和培育实验鱼和鱼类实验动物奠定了基础。特别是我国应用人工雌核发育和性别转化等技术，自行培育了鲤、鲫等几个纯系，并在此基础上进行了大量遗传学分析和细胞遗传学、发育遗传学、分子生物学研究，使我国鱼类遗传学的某些方面处于国际领先地位。

我国标准水生实验动物的开发研究起步较国外晚，经过近十多年的努力，在剑尾鱼、稀有鮎鲫和红鲫的实验动物化研究方面取得了可喜的成绩。

剑尾鱼 (*Xiphophorus helleri*) 是热带亚热带小型鱼类 (图 1-1)，对多种农药、重金属较敏感。1987 年，中国水产科学研究院珠江水产研究所开始了剑尾鱼的定向培育和相关的实验动物化研究工作，在水生实验动物剑尾鱼的纯系选育研究方面已进行了 10 多年，在对剑尾鱼部分品系的纯系培育工作中，不断摸索和积累了一些经验，建立了剑尾鱼纯化选育基地；课题组从剑尾鱼近交培育、生物学基础研究、遗传和遗传纯合度检测、水环境与人工生态、营养需求与人工饲料、疾病普查和监控、日常管理规范、应用等各方面进行系统研究，目前主要有三个不同体征剑尾鱼近交系 (群)，其中 RR-B (红眼红体) 系达第 26 代，RW-H (红眼白体) 达第 14 代，BY-F (黑眼橘红体) 达第 14 代。经多年培育，剑尾鱼群体间具较高的遗传均一性，加上饲养过程的营养标准化和管理规范化，使得在应用中有良好的反应一致性和可重复性，保证了结果的准确性、可信度和可比性，从而提高其应用领域的研究水平。剑尾鱼 RR-B 系已通过了全国水产原良种审定委员会的审定，确认剑尾鱼 RR-B 系为适用于水环境监测、水产药物安全性评价、化学品毒性检测、动物疾病模型等领域的水生实验动物。应用研究发现，剑尾鱼在环境监测等领域有好的应用前景。中国环境科学研究院进行了剑尾鱼在生态毒理学中应用研究；

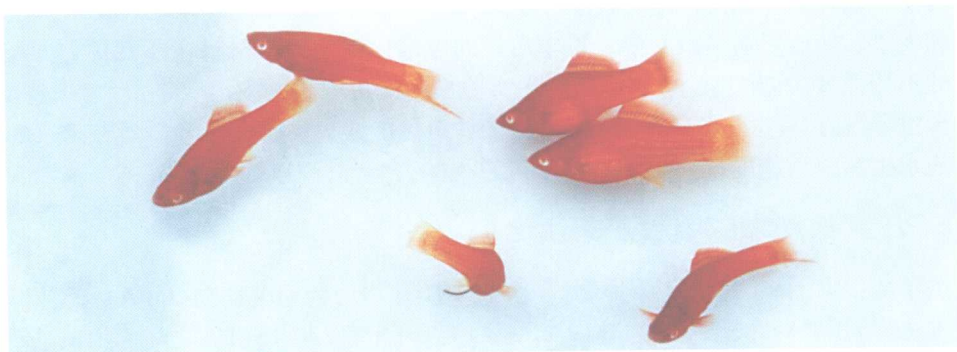


图 1-1 剑尾鱼 (*Xiphophorus helleri*)

Fig. 1-1 Swordtail fish