



2014—2015

水产学 学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN
FISHERY SCIENCE

中国科学技术协会 主编 中国水产学会 编著



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

2014—2015

水产学

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES
IN FISHERY SCIENCE

中国科学技术协会 主编
中国水产学会 编著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

2014—2015 水产学学科发展报告 / 中国科学技术协会
主编; 中国水产学会编著. —北京: 中国科学技术出
版社, 2016.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-7086-1

I. ① 2… II. ① 中… ② 中… III. ① 水产养殖业—学
科发展—研究报告—中国—2014—2015 IV. ① S9-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 025828 号

策划编辑	吕建华 许 慧
责任编辑	高立波
装帧设计	中文天地
责任校对	刘洪岩
责任印制	张建农

出 版	中国科学技术出版社
发 行	科学普及出版社发行部
地 址	北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编	100081
发行电话	010-62103130
传 真	010-62179148
网 址	http://www.cspbooks.com.cn

开 本	787mm × 1092mm 1/16
字 数	359 千字
印 张	16.75
版 次	2016年4月第1版
印 次	2016年4月第1次印刷
印 刷	北京盛通印刷股份有限公司
书 号	ISBN 978-7-5046-7086-1 / S · 594
定 价	68.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)



2014—2015

水产学学科发展报告

首席科学家 贾晓平

专 家 组

组 长 贾晓平 黄硕琳

成 员 (按姓氏笔画为序)

王玉堂	王秀华	王清印	艾庆辉	冯东岳
司徒建通		任鸣春	刘 慧	刘其根
关长涛	麦康森	李 健	李兆杰	李来好
李灵智	李家乐	杨 健	杨文波	杨宁生
励建荣	吴凡修	邱高峰	邹曙明	沈新强
陈 萍	陈松林	陈雪忠	昌鸣先	金显仕
单秀娟	孟宪红	聂 品	徐 皓	徐文腾
栾 生	黄旭雄	黄洪亮	蒋增杰	谢海侠
谭洪新	熊善柏	樊 伟	薛长湖	

学术秘书 刘富林 杨清源

党的十八届五中全会提出要发挥科技创新在全面创新中的引领作用，推动战略前沿领域创新突破，为经济社会发展提供持久动力。国家“十三五”规划也对科技创新进行了战略部署。

要在科技创新中赢得先机，明确科技发展的重点领域和方向，培育具有竞争新优势的战略支点和突破口十分重要。从2006年开始，中国科协所属全国学会发挥自身优势，聚集全国高质量学术资源和优秀人才队伍，持续开展学科发展研究，通过对相关学科在发展态势、学术影响、代表性成果、国际合作、人才队伍建设等方面的最新进展的梳理和分析以及与国外相关学科的比较，总结学科研究热点与重要进展，提出各学科领域的发展趋势和发展策略，引导学科结构优化调整，推动完善学科布局，促进学科交叉融合和均衡发展。至2013年，共有104个全国学会开展了186项学科发展研究，编辑出版系列学科发展报告186卷，先后有1.8万名专家学者参与了学科发展研讨，有7000余位专家执笔撰写学科发展报告。学科发展研究逐步得到国内外科学界的广泛关注，得到国家有关决策部门的高度重视，为国家超前规划科技创新战略布局、抢占科技发展制高点提供了重要参考。

2014年，中国科协组织33个全国学会，分别就其相关学科或领域的发展状况进行系统研究，编写了33卷学科发展报告（2014—2015）以及1卷学科发展报告综合卷。从本次出版的学科发展报告可以看出，近几年来，我国在基础研究、应用研究和交叉学科研究方面取得了突出性的科研成果，国家科研投入不断增加，科研队伍不断优化和成长，学科结构正在逐步改善，学科的国际合作与交流加强，科技实力和水平不断提升。同时本次学科发展报告也揭示出我国学科发展存在一些问题，包括基础研究薄弱，缺乏重大原创性科研成果；公众理解科学程度不够，给科学决策和学科建设带来负面影响；科研成果转化存在体制机制障碍，创新资源配置碎片化和效率不高；学科制度的设计不能很好地满足学科多样性发展的需求；等等。急切需要从人才、经费、制度、平台、机制等多方面采取措施加以改善，以推动学科建设和科学研究的持续发展。

中国科协所属全国学会是我国科技团体的中坚力量，学科类别齐全，学术资源丰富，汇聚了跨学科、跨行业、跨地域的高层次科技人才。近年来，中国科协通过组织全国学会

开展学科发展研究，逐步形成了相对稳定的研究、编撰和服务管理团队，具有开展学科发展研究的组织和人才优势。2014—2015 学科发展研究报告凝聚着 1200 多位专家学者的心血。在这里我衷心感谢各有关学会的大力支持，衷心感谢各学科专家的积极参与，衷心感谢付出辛勤劳动的全体人员！同时希望中国科协及其所属全国学会紧紧围绕科技创新要求和国家经济社会发展需要，坚持不懈地开展学科研究，继续提高学科发展报告的质量，建立起我国学科发展研究的支撑体系，出成果、出思想、出人才，为我国科技创新夯实基础。

A large, bold, black handwritten signature in cursive script, reading '韩寿平' (Han Shouping).

2016 年 3 月

>>>> 前言

2012—2015 年正值我国“十二五”渔业规划中期和末期，是加快现代渔业建设和转变发展方式的重要时期，渔业经济保持平稳健康发展，水产品供给充足，水产品质量安全、渔业安全生产在较高的水平上稳步提高，生产区域布局更趋合理，产业结构进一步优化，水生生物资源养护事业全面深入推进，渔民收入持续较快增长，现代渔业的产业体系和支撑保障体系初步建成，形成生产发展、产品安全、渔民增收、生态文明、平安和谐的现代渔业发展新格局，部分渔业发达地区率先实现渔业现代化。

本报告重点阐述了 2012—2015 年水产学科发展的新进展和新成果、国内外比较和学科发展前景等。本报告涵盖了水产生物技术、海水养殖、水产动物疾病、水产动物营养与饲料、渔业资源保护与利用、水产捕捞、渔业装备、水产品加工与贮藏、渔业信息等学科领域，力求做到全面、客观和权威的阐述，在总结学科发展成果的基础上，体现学科知识体系的发展，预测学科未来发展需求和趋势。

本报告由中国水产学会组织专家撰写、审定修改完成。为保证编撰出版质量，成立了由水产相关学科专家组成的编写组，从 2014 年 7 月开始至 2015 年 10 月，历时 16 个月完成编撰和研讨。报告凝聚了专家们的心血和汗水，在此谨向为报告编写付出辛劳、做出贡献的所有人士致以诚挚的感谢！

由于时间和资料的局限，书中难免存在疏漏和不足，敬请批评指正。

中国水产学会

2015 年 10 月 31 日

序 / 韩启德

前言 / 中国水产学会

综合报告

水产学学科发展研究 / 3

一、引言 / 3

二、研究进展 / 4

三、国内外发展水平比较 / 22

四、发展趋势及未来研究重点 / 28

参考文献 / 34

专题报告

水产生物技术学科发展研究 / 39

海水养殖学科发展研究 / 54

淡水养殖学科发展研究 / 70

水产动物疾病学科发展研究 / 84

水产动物营养与饲料学科发展研究 / 97

渔药学科发展研究 / 118

捕捞学科发展研究 / 132

渔业资源保护与利用学科发展研究 / 144

生态环境学科发展研究 / 161

水产品加工与贮藏工程学科发展研究 / 180

渔业装备学科发展研究 / 199

渔业信息学科发展研究 / 214

· ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report / 229

Advances in Fishery Science / 229

Reports on Special Topics / 235

Advances in Aquaculture Biotechnology / 235

Advances in Mariculture / 236

Advances in Freshwater Aquaculture / 237

Advances in Disease Research in Aquaculture / 239

Advances in Aquaculture Nutrition and Feed / 240

Advances in Fishery Drugs / 243

Advances in Discipline of Piscatology / 244

Advances in Fishery Resources Conservation and Utilization / 245

Advances in Fishery Eco-environment / 246

Advances in Aquatic Products Storage and Processing / 250

Advances in Fishery Equipment / 251

Advances in Fishery Information Science / 252

索引 / 253

综合报告



水产学学科发展研究

一、引言

“十二五”以来是我国渔业发展最好的时期之一。2014年全国水产品总产量 6461.52 万吨,已经连续 25 年世界第一;其中:养殖产量 4748.41 万吨,捕捞产量 1713.11 万吨,海水产品产量 3296.22 万吨,淡水产品产量 3165.30 万吨。全国渔民人均纯收入 14426.26 元,全国水产品人均占有量 47.24 千克,是全世界人均占有量的 2 倍多;水产品进出口总量 844.43 万吨、进出口总额 308.84 亿美元,其中,出口量 416.33 万吨、出口额 216.98 亿美元,中国水产品出口额已经连续 14 年居世界首位。

2013—2014 年我国渔业发展的特点是:加强现代渔业建设,大力推动渔业发展方式转变,构建集约化、专业化、组织化、社会化相结合的新型经营体系;坚持保障供给与提高质量并重。在确保水产品有效供给的基础上,将质量安全摆在更加突出的位置,努力推动渔业生产由数量为主向数量和质量并重方向转变;突出重视生态文明建设,坚持生产发展与生态养护并重,在发展生产的同时,更加注重生态保护,协调推进生产发展和生态养护,合理开发和利用渔业资源,发挥渔业的生态服务功能,做大做强水生生物资源养护事业,促进国家生态文明建设;着力加强渔业基础设施和装备建设,增强科技对产业的支撑能力,建立健全渔业公共服务体系,努力促进渔业产业整体素质的提升。

这些成绩的取得,与我国渔业科技的发展密不可分。渔业发展特点的形成,需要不同学科、不同技术领域研究工作的支撑。近三年来,渔业科技的发展主要体现在以下几个方面:

(1) 我国在水产生物技术领域的某些方面有了长足的进展,在某些研究方向甚至处于国际领先地位。

(2) 在养殖生物的基因组测序和分子标记辅助育种、多营养层次的综合养殖、工厂化循环水和池塘养殖工程技术等方面开展了广泛而深入的研究工作,取得大量成果、论文和

专利,技术推广进一步扩大,有力地推动了产业发展。

(3) 在淡水养殖生物的遗传育种、养殖与工程设施技术、池塘养殖和工厂化模式等方面开展了广泛而深入的研究工作,有力地推动了淡水养殖产业发展。

(4) 水产养殖动物疾病学科的研究水平得到了进一步提高,对一些重要病原的致病机理的研究取得了可喜的成绩,在疫苗和健康养殖管理方面也取得了良好的成绩。

(5) 水产动物营养与饲料研究蓬勃发展,取得了一系列重要的研究成果。

(6) 渔药学科体系建设和渔药研发工作异常活跃,新产品、新技术、新工艺不断涌现。

(7) 捕捞学科在负责任捕捞技术、远洋渔业新资源开发和促进我国捕捞业可持续发展方面开展了大量研究工作,在服务保障、技术支撑、人才培养和成果创新等方面取得了较大的研究进展。

(8) 渔业资源保护与利用学科以生态文明建设的国家需求为导向,着力解决产业发展中的科学问题,不断为行业发展提供科技支撑和技术保障,推动了我国渔业资源保护与利用领域研究的全面快速发展。

(9) 渔业生态环境学科围绕生态环境的监测与评价、渔业水域污染生态学、渔业生态环境保护与修复技术和渔业生态环境质量管理技术开展了一系列研究,取得了部分重要的研究进展和成果。

(10) 水产品加工与贮藏工程学科在推动国家食物从“量”的安全向“质”的安全稳定转变,进一步优化居民膳食结构、推动渔业产业结构升级方面做了大量工作,取得可喜成绩。

(11) 渔业装备科技围绕着现代渔业建设及生产方式转变,得到了长足的发展,与国际先进水平的差距正在缩小,一些领域的技术水平已经达到国际先进或领先水平,支撑着渔业产业的发展。

(12) 渔业信息领域开展了渔业信息技术的专题研究,构建了一批信息服务平台,解决了水产信息应用中的一些关键技术,推出了一批技术成果。

这些研究工作使我国渔业科技支撑力不断增强。渔业科技持续进步,渔业科技贡献率从2010年的55%上升至2015年的58%。本报告涵盖了2013—2015年水产养殖、捕捞技术、渔业资源保护与利用、水产品加工与贮藏工程、渔业生态环境、高新技术等领域的研究进展,通过国内外比较研究,探明水产科技发展的热点与差距,预测水产学科未来发展的需求与趋势。

二、研究进展

(一) 水产养殖领域

最近两年来,我国水产养殖领域取得了显著进展。在养殖生物的基因组测序和分子标记辅助育种、多营养层次的综合养殖、工厂化循环水和池塘养殖工程技术等方面开展了广

泛而深入的研究工作,取得大量成果、论文和专利,技术推广进一步扩大,有力地推动了产业发展。

1. 水产养殖动植物遗传育种

在淡水、海水水产育种基础研究方面,基因组测序计划在国际上后来居上,已取得重要进展。半滑舌鳎全基因组测序和精细图谱绘制,研究揭示了基于ZW同源基因推测的半滑舌鳎性染色体形成时间约为3000万年前;完成了大黄鱼全基因组测序,成功解析了其先天免疫系统基因组特征;获得了高质量凡纳滨对虾和中国明对虾基因组测序数据,并开展了比较基因组研究。鲤鱼、草鱼的基因组测序和装配工作已经完成,鲫鱼、团头鲂等的基因组计划也在进行中。开展了中华绒螯蟹、罗氏沼虾基因组学研究,构建了中华绒螯蟹、罗氏沼虾基因组文库,目前已经完成了中华绒螯蟹高密度连锁图谱和全基因组测序及组装工作。

“十二五”是前期技术积累和育种工作成果凸显的5年,全国水产原种和良种审定委员会共审定56个海水、淡水水产新品种,占全部(156个)水产新品种的35.9%。仅2013—2014年就有40个水产新品种通过了审定,占全部水产新品种的25.6%(表1)。2015年我国水产育种研发技术主要包括选择育种技术、杂交育种技术、细胞工程育种技术和分子育种技术。研究最多、使用最广泛的是群体选择技术。进一步优化水产动物多性状复合育种技术体系,建立了以REML和BLUP法为核心的水产动物多性状遗传评估技术,突破了多个性状复合选择的技术难题。该育种技术及软件应用至20个育种项目,直接或间接培育出凡纳滨对虾“壬海1号”、日本对虾“闽海1号”等新品种10多个,生长速度、抗病性、抗逆性和养殖存活率等性状得到了显著改良。建立了高通量SNP标记开发和分型技术,可同时对全基因组的SNP进行筛查和基因分型,准确度比RAD技术提高20%以上,成本只有芯片技术的十分之一。利用高通量SNP分型技术,相继构建了半滑舌鳎、大菱鲆、栉孔扇贝、凡纳滨对虾、日本对虾、斑节对虾、中华绒螯蟹等高密度遗传连锁图谱。建立并优化全基因组选择育种平台,实现了全基因组育种值(GEBV)快速准确地估计。

在淡水养殖生物遗传育种方面,在国家“十二五”科技计划,尤其是国家大宗淡水鱼类产业技术体系的支持下,草、青、鲢、鳙、鲤、鲫、鲂等大宗淡水鱼类育种取得了一批具有良好发展前景的重要成果。在淡水名特优鱼类中,2013—2014年以来培育出吉富罗非鱼“中威1号”、中华绒螯蟹“长江2号”、乌斑杂交鳢、吉奥罗非鱼、杂交翘嘴鲂、秋浦杂交斑鳊、斑点叉尾鲴“江丰1号”、翘嘴鲂“华康1号”、易捕鲤、津新鲤2号、津新乌鲫等11个水产新品种,选育的翘嘴鲂、斑鳊的杂交种后代在人工饲料利用方面表现出显著的杂交优势,正在开展龟鳖大鲵系统的育种技术研究。截至2014年,共有水产养殖品种156个,其中淡水养殖动物新品种近90个,81.4%的淡水养殖动物新品种都是由科研机构和水产院校研制而成,为我国淡水养殖产业做出了巨大的贡献。近年来企业参与程度增加,水产类企业培育良种29个,占18.6%。

表 1 经全国水产原种和良种审定委员会审(认)定通过的水产良种名录(2011—2014 年)

年份	培育种	杂交种及其他良种	合计
2011 年	松浦红镜鲤、瓯江彩鲤“龙申 1 号”、中华绒螯蟹“长江 1 号”、中华绒螯蟹“光合 1 号”、海湾扇贝“中科 2 号”、海带“黄官 1 号”(6)	鳊鲴杂交鱼、马氏珠母贝“海优 1 号”、牙鲆“北鲆 1 号”(3)	9
2012 年	凡纳滨对虾“桂海 1 号”、三疣梭子蟹“黄选 1 号”、“三海”海带(3)	尼罗罗非鱼“鹭雄 1 号”、坛紫菜“闽丰 1 号”、杂交鮠“先锋 1 号”、芦台鲂鮈(4)	7
2013 年	大黄鱼“东海 1 号”、中国对虾“黄海 3 号”、三疣梭子蟹“科甬 1 号”、中华绒螯蟹“长江 2 号”、长牡蛎“海大 1 号”、栉孔扇贝“蓬莱红 2 号”、文蛤“科浙 1 号”、条斑紫菜“苏通 1 号”、坛紫菜“申福 2 号”、裙带菜“海宝 1 号”、龙须菜“2007”(11)	北鲆 2 号、津新乌鲫、斑点叉尾鮰“江丰 1 号”、海带“东方 6 号”(4)	15
2014 年	翘嘴鲌“华康 1 号”、易捕鲤、吉富罗非鱼“中威 1 号”、日本囊对虾“闽海 1 号”、菲律宾蛤仔“斑马蛤”、泥蚶“乐清湾 1 号”、文蛤“万里红”、马氏珠母贝“海选 1 号”、华贵栉孔扇贝“南澳金贝”、海带“205”、海带“东方 7 号”、裙带菜“海宝 2 号”、坛紫菜“浙东 1 号”、条斑紫菜“苏通 2 号”、刺参“崆峒岛 1 号”、中间球海胆“大金”(16)	大菱鲆“多宝 1 号”、乌斑杂交鳢、吉奥罗非鱼、杂交翘嘴鲌、秋浦杂交斑鳊、津新鲤 2 号、凡纳滨对虾“壬海 1 号”、西盘鲍、龙须菜“鲁龙 1 号”(9)	25

2. 养殖与工程设施技术

淡水养殖注重绿色、可持续性,稻田养殖发展迅速。2013 年以来,我国淡水池塘养殖行业坚持以科学可持续化养殖为方向,逐渐形成符合现代渔业建设要求的养殖生产设施技术、生态化养殖模式、节水减排模式技术与水质调控技术等,对池塘养殖生产方式转变起到积极的领导作用。在养殖技术及养殖模式方面取得一系列进展,如“团头鲂清洁高效养殖技术”“池塘单体生态低碳高效养殖模式”“鱼菜共生生态养殖技术”和“微孔增氧技术和稻田综合种养技术”等。大宗淡水鱼类固氮和固碳效果显著,滤食性(鲢、鳙)、草食性(草鱼、团头鲂)和杂食性(鲤、鲫)鱼类综合养殖模式已成为淡水水域减轻富营养化的有效途径。近年来,我国“稻—渔”耦合养殖快速发展,稻田养殖技术也得到了较大的提高,2015 年“稻—渔”耦合养殖正在向着集约化、规模化、专业化和产业化的方向发展。

在淡水生物工厂化育苗、循环水养殖研究方面,取得了较好的进展。我国在淡水养殖动物工厂化育苗方面处在世界前列,实现了养殖鱼类、淡水虾蟹蚌等淡水养殖对象的工厂化繁苗,苗种生产基本满足养殖需要。研究建立了“基于太阳能与种养结合的鳊鱼人工饲料可控养殖新技术体系”“低碳高效池塘循环流水养鱼”“设施渔业和生态渔业有机耦合创建高效循环养殖技术”“鳊鲴新品种的开发鳊鲴新品种及其规模化养殖关键技术的开发与示范”和“罗非鱼和花鳊工厂化养殖系统”。2015 年,我国循环水设施设备已全部实现国

产化。淡水名特优鱼类肉质好,养殖经济效益高,非常适合工厂化和集约化养殖,有望培育成新兴产业,有效解决我国水产品的需求与水产养殖水质性缺水的局面。

多营养层次综合养殖(integrated multi-trophic aquaculture, IMTA)目前正成为国际上学者们大力推行的养殖理念,实行IMTA是减轻养殖对生态环境压力,保证海水养殖业健康可持续发展的有效途径之一。我国学者在注重IMTA产业化的同时,也陆续开展了相关基础理论研究,包括双齿围沙蚕—牙鲆网箱综合养殖模型碳、氮收支以及海湾扇贝和海带混养实验,获得了品种搭配的适宜比例。我国已经成功进行产业化的两种典型的IMTA模式包括:“浅海鲍—参—海带筏式综合养殖模式”和“大叶藻海区底播综合养殖模式”,已分别在桑沟湾海域构建实施,并获得了显著的经济效益。

工厂化养殖是在室内海水池中采用先进的机械和电子设备控制养殖水体的温度、光照、溶解氧、pH值、投饵量等因素,进行全年高密度、高产量的集约化养殖方式。2015年主要有流水养殖和循环水养殖(recirculating aquaculture systems, RAS)两种主要模式。其中循环水养殖是集工程化、设施化、规模化、标准化和信息化于一体的现代化养殖生产新模式,具有高效、安全等特点,是现代海水养殖产业的重要发展方向。我国的海水工厂化养殖起始于20世纪90年代,随着大菱鲆的引种及“温室大棚+深井海水”养殖模式的开发,我国的海水工厂化养殖进入快速发展期。2013年,全国海水工厂化养殖规模达到2172万立方米,养殖总产量达17.74万吨。我国2015年应用循环水养殖技术的企业已达80多家,养殖水体70万立方米,其中,天津、山东等地区海水循环水养殖规模在国内居于领先地位,养殖品种以大菱鲆、半滑舌鳎、石斑鱼、大西洋鲑和河鲀等名贵海水鱼类为主。

我国在淡水养殖动物工厂化育苗方面处在世界前列,实现了养殖鱼类、淡水虾蟹蚌等淡水养殖对象的工厂化繁苗,苗种生产基本满足养殖需要。除了鱼类之外,已经越来越多地将此种养殖模式应用于虾类、刺参、贝类等品种。

近两年,优质淡水鱼类养殖业已逐渐形成了完整的产业链,我国池塘养殖的集约化、工程化水平较高,但小规模、大分散的池塘特点决定了现有的养殖条件与集约化养殖设施的实施有较大的距离。

在凡纳滨对虾池塘养殖过程中,研制了适合高、中、低盐度的池塘水体和底质改良的生物技术产品4种和理化型环境改良剂产品7种,建立了产品的使用方法及配套应用技术。生物絮团养殖技术是通过向养殖系统中添加一定量碳源,利用水体中的氮源培养异养有益微生物,以达到改善养殖生态环境,提高饲料蛋白利用率,增强养殖动物免疫力,减少养殖用水量的一项新的养殖技术。国内学者针对生物絮团的上述功能,开展了生物对虾养殖过程中氨氮变化规律的研究,确定了絮团养殖对虾中对氨氮、硝基氮的去除效果。检测了生物絮团养殖对虾过程中病原弧菌动态变化,确定了应用生物絮团技术养殖对虾对弧菌病的控制效果。“海水池塘高效清洁养殖技术研究与应用”成果获得了2012年国家科技进步奖二等奖。此外,还建立了中国对虾养殖为主的“虾蟹贝鱼生态养殖模式”“凡纳滨对虾工厂养殖模式”,有效地提高了对虾养殖成活率,取得了较好的经济和社会效益。

3. 水产动物疾病研究

(1) 寄生虫病研究。寄生虫病方面的研究主要集中在粘孢子虫、小瓜虫、刺激隐核虫、单殖吸虫等引起的病害方面,推动了对寄生虫发病规律的认识和病害防治水平的提高。鱼类寄生虫的区系研究在一些地区得以持续开展。对粘孢子虫的研究,主要集中在我国淡水养殖品种异育银鲫寄生粘孢子虫的种类组成、流行病学、生活史、危害机制与粘孢子虫病的控制等方面,更有学者完成了粘孢子虫的基因组测序工作。在multi小瓜虫病的防治方面做出了有益的尝试,取得了一定的成效,但离实际应用尚有相当长的距离。对海水养殖鱼类刺激隐核虫的研究呈现可喜的发展态势,在鉴定刺激隐核虫生活史不同阶段的蛋白组成、筛选可能的疫苗候选抗原、鉴定抗刺激隐核虫的有效分子及其作用机制,以及宿主对刺激隐核虫感染的免疫反应等研究方面都取得良好的进展。

(2) 细菌性疾病的研究。主要在病原菌的鉴定与检测、致病机理、弱毒株构建、保护性抗原筛选、鱼类肠道微生物等方面取得了良好的进展。在迟缓爱德华氏菌致病机理、预防迟缓爱德华氏菌感染的疫苗和免疫增强剂以及迟缓爱德华氏菌抗生素抗性机理的研究方面均取得重要进展。对嗜水气单胞菌的研究工作主要集中在诊断方法与鉴定、毒力基因分析与分型、感染机制、外膜蛋白的致病性与保护性抗原的筛选、菌苗的应用等方面。对鳃弧菌的研究主要聚焦其VI型分泌系统,以及引起的免疫反应研究。近年来,对溶藻弧菌的一些重要生理功能基因的鉴定,以及对一些毒力因子的致病性的研究成为热点。对溶藻弧菌的一些代谢相关的基因也进行了比较系统的研究。此外,研究人员还开展了溶藻弧菌、哈氏弧菌、副溶血弧菌三种弧菌的交叉保护性抗原的鉴定以及保护性效果评价工作。对无乳链球菌开展的研究主要包括快速诊断、流行病学调查、致病机理、保护抗原筛选等。特别值得指出的是研究人员发展了适合于无乳链球菌的基因缺失突变技术,并成功地研究了密度感应系统的关键酶编码基因的功能,有望实现对无乳链球菌毒力基因进一步研究,并在此基础上对该细菌进行改造。对柱状黄杆菌的研究主要集中在利用构建遗传操作系统开展了硫酸软骨素酶、几丁质酶和胶原酶的研究工作。

近年来,还从一些生产养殖的种类和观赏养殖种类中,分离到以前较少甚至是没有报道的病原。如,从乌鳢患有体表充血溃疡,腹部膨大腹水,脾、肾、肝等内脏有大量白色结节的个体中分离的诺卡氏菌科的种类、从斜带髯鲷幼鱼死亡病例进行病原学方面的检验,分离鉴定到鱼肠道弧菌。有学者更是从草鱼腹水中分离出一株致病菌,经鉴定为肺炎克雷伯菌。

(3) 病毒性疾病的研究。在病毒病的防治方面,从疫苗接种的免疫防治和养殖系统的管理两方面都取得了显著的成绩。在草鱼出血病方面的研究进展主要体现在三个方面:①对我国养殖的草鱼出血病毒的检测和三种不同基因组的草鱼出血病毒的发现;②对病毒的入侵、组装以及感染机制的研究;③利用病毒的衣壳蛋白或者毒株发展的疫苗研究和应用。

鲤疱疹病毒2型(CyHV-2)是一种感染金鱼、鲫及其变种的高致病性双链DNA病毒;鲤疱疹病毒3型(CyHV-3)则可造成鲤鱼和锦鲤大规模发病死亡。对CyHV-2的研