



2008-2009

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



2008-2009

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

2008—2009 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,2009.4

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4951-5

I. 2... II. ①中... ②中... III. 渔业-科学技术-研究
报告-中国-2008-2009 IV. S9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 018539 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京凯鑫彩色印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:12.25 字数:286 千字

2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册 定价:37.00 元

ISBN 978-7-5046-4951-5/S·533

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

2008—2009
水产学学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN FISHERY SCIENCE

首席科学家 唐启升

顾问组成员 相建海

专家组成员 (按姓氏笔画为序)

王轶南	司徒建通	艾庆辉	孙 龙	吴凡修
李兆杰	李家乐	陈松林	陈恩友	麦康森
单秀娟	金显仕	赵金良	徐 皓	钱 冬
常亚青	廖小林	薛长湖		

学术秘书 李振兴

序

当今世界,科技发展突飞猛进,创新创造日新月异,科技竞争在综合国力竞争中的地位更加突出。党的十七大将提高自主创新能力、建设创新型国家摆在了非常突出的位置,强调这是国家发展战略的核心,是提高综合国力的关键。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。近年来,随着对“科学技术是第一生产力”认识的不断深化,我国科学技术呈现日益发展繁荣局面,战略需求引领学科快速发展,基础学科呈现较快发展态势,科技创新提升国家创新能力,成果应用促进国民经济建设,交流合作增添学科发展活力。集成学术资源,及时总结、报告自然科学相关学科的最新研究进展,对科技工作者及时了解和准确把握相关学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、渗透与融合,推动多学科协调发展,适应学科交叉的世界趋势,提升原始创新能力,建设创新型国家具有非常重要的意义。

中国科协自 2006 年开始启动学科发展研究及发布活动,圆满完成了两个年度的学科发展研究系列报告编辑出版工作。2008 年又组织中国化学会等 28 个全国学会分别对化学、空间科学、地质学、地理学、地球物理学、昆虫学、心理学、环境科学技术、资源科学、实验动物学、机械工程、农业工程、仪器科学与技术、电子信息、航空科学技术、兵器科学技术、冶金工程技术、化学工程、土木工程、纺织科学技术、食品科学技术、农业科学、林业科学、水产学、中医学、中西医结合医学、药学和生物医学工程共 28 个学科的发展状况进行了研究,完成了中国科协学科发展研究系列报告(2008—2009)和《学科发展报告综合卷(2008—2009)》。

这套由 29 卷、800 余万字构成的学科发展研究系列报告(2008—2009),回顾总结了所涉及学科近两年来国内外科学前沿发展情况、技术进步及应用情况,科技队伍建设与人才培养情况,以及学科发展平台建设情况。这些学科近两年产生了一批重要的科学与技术成果:以“嫦娥一号”探月卫星成功发射并圆满完成预定探测任务、“神舟七号”载人飞船成功发射为代表的一系列重大科技成果,表明我国的自主创新能力又有较大提高,在科研实践中培养、锻炼了一批

高层次科技领军人才,专业技术人才队伍规模不断壮大且结构更为合理,科技支撑条件逐步得到改善,学科发展的平台建设取得了显著的进步。该系列报告由相关学科领域的首席科学家牵头,集中了本学科广大专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出了学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的有关全国学会和科学家、科技专家研究智慧的结晶,也是这些专家学者学术风范和科学责任的体现。

纵观国际国内形势,我国仍处于重要战略发展机遇期。科学技术事业从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会使命,科学家也从来没有像今天这样肩负着如此重大的社会责任。增强自主创新能力,积极为勇攀科技高峰作出新贡献;普及科学技术,积极为提高全民族素质作出新贡献;加强决策咨询,积极为推进决策科学化、民主化作出新贡献;发扬优良传统,积极为社会主义核心价值观体系建设作出新贡献,是党和国家对广大科技工作者的殷切希望。我由衷地希望中国科协及其所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Chen Mofan, positioned above the date.

2009年3月

前 言

水产学主要研究开发利用水生生物资源,保证其可持续利用,为国家一级学科。水产产业为农业的重要产业之一,在促进农村产业结构调整、增加农民收入、保障食品安全、优化国民膳食结构和提高农产品出口竞争力方面发挥着重要的作用。

本报告立足于水产学快速发展、交叉融合的趋势,重点阐述了 2007—2008 年水产学科发展的新进展和新成果、国际比较和学科发展前景展望等三个方面,涵盖了水产生物技术、海水健康养殖、淡水健康养殖、水产动物营养与饲料、水产动物病害、渔业装备与渔业工程、水产品贮存与加工、渔业资源与环境等学科领域,力求做出全面、客观的阐述。

本报告以开放的视野,反映了国内外的水产学科发展的状况,同时也用发展的观点,预测了水产学科未来发展的需求与趋势。在总结 2007—2008 年水产学科发展成果的基础上,重在体现水产学科知识体系的发展,启发和引导水产科技工作者参照发展趋势,学习贯彻科学发展观,落实《国家中长期发展规划纲要(2006—2020)》,有选择有重点地开展水产学科的科学研究和科学技术创新,同时吸引更多不同学科的专家学者关注水产学科,更好地开展交叉与合作研究。

本报告由中国水产学会组织专家撰写、审改完成。为保证编纂出版质量,学会专门成立了编撰专家组以及由相关分支学科专家组成的编写组,历时 8 个月完成了本报告的编纂工作。本报告凝聚了众多专家、学者和科技工作者的心血。在此,谨向为编纂、出版工作付出辛勤劳动、作出贡献的所有人士表示诚挚的谢意!

由于时间和资料的局限,书中难免存在疏漏,敬请批评和指正。

中国水产学会

2008 年 12 月

目 录

序	韩启德
前言	中国水产学会

综合报告

水产学学科发展的现状分析与前景展望	(3)
一、引言	(3)
二、2007—2008 年水产学学科研究进展	(3)
三、水产学学科发展的国内外差距	(25)
四、水产学学科的发展需求、预测与展望	(32)
五、结语	(37)
参考文献	(37)

专题报告

水产生物技术学科发展	(43)
海水养殖学科发展	(59)
淡水养殖学科发展	(79)
水产动物疾病学科发展	(94)
水产品贮藏和加工学科发展	(123)
水产动物营养与饲料学科发展	(139)
渔业资源与环境学科发展	(156)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Report on Advances in Fishery	(173)
-------------------------------------	-------

Reports on Special Topics

Advances in Aquaculture Biotechnology	(179)
Advances in Mariculture	(179)
Advances in Fresh Water Aquaculture	(181)
Advances in Science for Aquatic Animal Diseases	(181)
Advances in Aquatic Product Storage and Processing	(182)
Advances in Aquaculture Nutrition and Feed Industry	(183)
Advances in Fishery Resource and Environment	(184)

综合报告

水产学学科发展的现状分析与前景展望

一、引言

2007—2008 年处于国家“十一五”计划发展的重要时期,我国水产业取得了较好发展,步入了以人为本,全面、协调、可持续发展的阶段。主要特点有:①国家对渔业的支持保护力度加大;②更加注重发展质量和产品安全;③更加注重资源养护;④更加关注渔民的民生问题。

我国渔业的发展与渔业科技成果的应用密不可分,我国渔业科技成果的贡献率越来越大。这些成果主要体现在以下 9 个方面:①水产生物技术取得重大突破,克隆了一批重要的功能基因,通过分子设计进行了选育,为水产养殖动物的良种培育奠定了基础;②人工繁育技术取得突破,为健康养殖提供了足够的苗种;③健康养殖、生态养殖技术取得突破;④水产动物营养的研究水平得到提高,为高效无公害饲料的推广提供了保障;⑤初步建立了疾病监测和防控体系,在一定程度上保证了水产动物的存活率;⑥渔业装备和工程迈上新台阶,工厂化养殖设施、抗风浪网箱、投饵设施的研制,拓展了养殖空间,推动了水产养殖业的快速发展;⑦渔业资源保护和可持续利用进一步加强,其中人工增殖取得显著成果;⑧渔业生态环境保护研究取得突破;在深入了解和认识我国近海生态系统的结构、功能及其受控机制基础上,持续健康地开发利用其生物资源,进行了海洋生态系统动力学的研究,为合理利用海洋生物资源提供了依据;⑨水产品质量与安全检测技术取得重要进展;水产品质量安全管理体系、可追溯体系及质量标准体系更加完善。

本报告综述了我国 2007—2008 年水产生物技术,海、淡水健康养殖,水产动物营养与饲料,水产动物病害,渔业装备与工程,水产品贮存与加工,渔业资源与环境等方面的研究进展,通过国内外的比较分析,找到差距,提出了我国在该行业的未来发展方向。

二、2007—2008 年水产学学科研究进展

(一)水产生物技术

1. 水产动物功能基因筛选与克隆研究

一些新的生长基因被克隆,如 Ma 等^[1]克隆了石斑鱼的两个生长激素受体基因,并对在繁殖季节在肝脏中的表达情况进行了研究。

2. 分子标记筛选与应用

近 2 年来国内对水产动物分子标记的开发非常重视。国内一些单位已经建立了多种不同水产养殖动物的微卫星、AFLP 和 ISSR、RAPD 等分子标记技术,并利用各种分子标

记技术研究了重要种类的遗传多样性,为渔业资源管理积累了重要的基础资料。在微卫星标记开发方面,国内外的研究人员通过以下几种方法如跨种扩增法、数据发掘法、构建小片段基因组文库法、构建基因组微卫星富集文库法等筛选了近 100 种水产动物的微卫星标记。黄海水产研究所陈松林利用数据发掘和构建基因组微卫星富集文库的方法开发了 23 种重要海水鱼类的微卫星标记,包括半滑舌鳎 (*Cynoglossus semilaevis*)、青石斑鱼 (*Epinephelus awoara*) 等,每种鱼类筛选出的多态微卫星标记在 10~150 个。在 AFLP 标记应用方面,分别对大黄鱼、半滑舌鳎、呼玛河哲罗鱼、牙鲆等进行了研究,得到了多态性位点多个。在 RAPD 标记应用方面,利用 RAPD 技术对连续选育的吉富品系尼罗罗非鱼、“黄海 1 号”、星斑川鲈等进行了研究,建立遗传标记。在开发水产动物 SNP 标记方面,彭敏等^[2] (2008) 利用 PCR 产物直接测序法,找到 9 个凡纳滨对虾 α -淀粉酶基因 SNP。

3. 性别相关分子标记及遗传连锁图谱构建

利用 RAPD、SSR 和 AFLP 等分子标记技术结合“拟测交”策略,对尼罗罗非鱼雌雄个体、中国对虾“黄海 1 号”、中国明对虾 (*Fenneropenaeus chinensis*) 单对杂交亲本 ($G\text{♀}$ 和 $G\text{♂}$)、印度合浦珠母贝 (*Pinctada fucata*) 等进行了研究,构建相关的遗传图谱。同时利用父、母本分离标记,分别构建了大黄鱼的雌性和雄性连锁图谱。Xu 等^[3] 利用 AFLP 标记和微卫星标记构建了第一张日本扇贝 (*Patinopecten yessoensis*) 的遗传连锁图谱。Wang 等^[4] 构建了尖吻鲈的 BAC 文库,并将 86 个 BAC 克隆定位到这张遗传连锁图谱上。Liao 等^[5] 以鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*) 为父本,鳙 (*Aristichthys nobilis*) 为母本,60 尾杂交后代为作图群体,利用 AFLP 标记和微卫星标记构建了鲢、鳙的遗传连锁图谱。鲢连锁图谱包含 271 个标记,分布于 27 个连锁群中;鳙连锁图谱包含 153 个标记,分布于 30 个连锁群中。18 个微卫星标记为两张图谱所共有。

4. 性别控制、单性苗种培育

水产动物性别控制研究具有重要的实用意义,国内主要通过激素处理,结合雌核发育技术,从 XY 雌鱼产生 YY 超雄鱼。在雌核发育研究领域,近年来,鱼类雌核发育研究得到了较大发展,在条斑星鲷、小体鲟、漠斑牙鲆、圆斑星鲷、平鲷、大黄鱼等相继获得成功,并研究了静水压对雌核发育诱导卵微管组织和细胞循环的影响。

5. 分子育种研究

分子育种包括分子标记辅助育种和候选基因辅助育种两种,一般均称为分子标记辅助育种 (MAS),前者主要利用众多的多态性分子标记与各性状的数量性状位点 (QTL) 进行连锁关联分析,后者则是利用与性状相关的一些功能基因的多态性与性状间的差异相关联而进行辅助育种的。由于分子育种的高效性及准确性,目前在水产动物中的研究已经在国内外广泛开展。主要水产养殖动物品种改良的目标性状包括生长速度、抗寒、耐温、抗病、耐盐碱等。目前国内学者利用分子辅助育种的方法已经针对上述某些性状在鲤鱼、牙鲆等中进行了研究。

6. 水产养殖动物胚胎干细胞培养和细胞库建立

近 2 年来,在海水鱼类胚胎干细胞培养和海水鱼类细胞库建立方面取得了明显进展。樊廷俊等建立大菱鲆细胞系,任国诚等以漠斑牙鲆囊胚期胚胎为材料建立漠斑牙鲆胚

胎细胞系,霍静等建立南方鲇肾细胞系(SMK-I),Hu等利用泛嗜性逆转录病毒获得一新的永生载体,并成功转入草虾细胞系中,Zhou等建立赤点石斑鱼吻端细胞系,Wen等利用斜带石斑鱼脑建立两个细胞系 GBC1 和 GBC4,Dong等建立鳊鱼鳍细胞系。

(二)健康养殖技术

1. 人工繁育技术

近2年来,淡水鱼类的人工繁育技术又有新的突破。蒙古红鲌(*Erythroculter mongolicus*)人工繁殖成功,为大水面的放流和增殖提供了条件,也为池塘养殖增加一个新品种,将产生较好的经济和社会效益。大鳞鲃(*Barbus capito*)为我国青海、新疆、内蒙等北方地区的盐碱湖泊缺乏半咸水大型经济鱼类,其繁殖生物学已进行了初步研究。大鳞鲃引入养殖和人工繁殖成功,将改善上述水域多年来鱼类种群数量少,生长速度慢,渔业产量低等问题,对充分发挥北方盐碱水域生产性能,丰富我国增养殖新品种具有重要意义。

哲罗鱼(*Hucho taimen Pallas*)是鲑科鱼类中个体最大也最易濒临灭绝的种类,也是我国名贵冷水鱼类,有极高的经济价值。近年来,系统地研究了池塘条件下哲罗鱼的性成熟及全人工养殖条件下哲罗鱼的繁殖、胚胎发育和仔鱼生长,实现了哲罗鱼稚鱼规模化驯化养殖及成鱼的规模化养殖,形成了从人工繁殖、稚鱼驯化培育到成鱼规模化培育等一系列全人工繁殖技术^[6]。滇池金线鲃(*Sinocyclocheilus grahami*)为国家Ⅱ级保护动物,被列入中国濒危动物红皮书、IUCN红色名录的珍稀鱼类。近来进行了种群保护、种群恢复、繁殖和可持续利用等一系列的研究工作。至2008年已成功繁殖出滇池金线鲃子二代鱼种10万余尾^[7]。齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)三峡库区特有鱼种,通过近3年努力,人工繁殖存活3000余尾,并已基本掌握该鱼种繁殖规律。人工繁殖成功,对保护这一濒临灭绝的鱼类有重要意义。淡水养殖种类人工繁育技术完善,不仅丰富了养殖品种,扩大了苗种来源,为淡水养殖产业的发展提供了源头。同时对濒危物种的保护起到了积极的作用。

近2年,在国家“973”、“863”和农业部“948”等计划的支持下,我国海水养殖育种工作迅速发展。国家水产原良种审定委员会已审定的“大连1号”杂交鲍、“黄海1号”中国对虾^[8]、“海大蓬莱红”扇贝等品种持续走向产业化、深开发的道路;海水养殖鱼类的繁育调控研究取得丰硕成果;刺参^[9]、海胆等特种养殖动物的遗传育种研究也取得了显著进展,为海水养殖良种化的持续健康发展提供了有力保证。

2. 种质资源与创新

在遗传背景研究方面,采用多种分子生物学技术分别对罗非鱼、鲤、鲫、鲢、草鱼、青虾、河蟹、三角帆蚌等品种进行了遗传背景分析,建立了上述品种的家系30个;研究了遗传标记与经济性状的相关性,并进行了杂交育种实验。在淡水鱼方面:已培育出“夏奥1号”奥利亚罗非鱼新品种1个;研究并完善了橙色莫桑比克罗非鱼与荷那龙罗非鱼的杂交制种技术,有效改善了罗非鱼品质。成功构建了建鲤F2代选育家系81个和对照家系19个。筛选出一个具有明显生长优势的银鲫个体,并经过多代雌核发育繁育扩群,获得1000尾500g左右繁育亲本,生长速度提高18%;初步获得了一个起捕率超过85%,抗寒

力强的一个鲤鱼新品系——易捕鲤,目前已繁殖到 F5 代;已培育出人工雌核发育二代鲢选育系 2 龄鱼,经过 145 天饲养,选育系鲢比普通鲢体重生长快近 20%。筛选了青虾优良杂交组合 1 个和育种材料 1 个,建立了 35 个家系。建立了河蟹类标准化鉴定技术,完成了 F3 代长江水系河蟹亲本 500 组选育,培育优质一龄蟹种 300 万只。建立了 5 个三角帆蚌选育家系,构建了三角帆蚌和池蝶蚌杂交配套系。

在育种技术及平台建设方面,进行多性状复合育种技术应用。为更快发挥多性状复合育种技术优势,2007 年,针对我国出口重要养殖品种斑点叉尾鲴种质严重退化的问题,全国水产技术推广总站启动了斑点叉尾鲴联合育种项目。目前,项目单位正按照斑点叉尾鲴联合育种方案紧锣密鼓地开展各项工作。

中国水产科学研究院黑龙江所承担的引进国际先进农业科学技术“水产主导品种分子标记辅助育种技术引进与水产育种技术平台的建立”项目的以分子标记指导镜鲤家系选育技术内容顺利通过农业部渔业局组织有关专家现场验收。研究显示:共显性分子标记指导的镜鲤家系选育是有效的,此结果对其他养殖鱼类开展类似研究将起到示范作用。大量开发养殖鱼类的共显性分子标记,并以分子标记为主结合鱼类的经济性状,建立分子标记指导的家系选育技术对提升我国养殖鱼类的育种水平具有重大意义。

在水产新品种方面,2007 年 4 月 24 日,农业部发布第 853 号公告,公布了经全国水产原种和良种审定委员会第三届第四次会议审定的 6 个水产养殖新品种:甘肃金鲫、“夏奥 1 号”奥利亚罗非鱼、津新鲤、“中科红”海湾扇贝和“981”龙须菜为适宜推广的养殖新品种,康乐蚌为适宜推广的杂交品种。其中,淡水品种 4 种,3 个为选育种,1 个为杂交种。

2008 年 1 月 10~11 日,第三届全国水产原种和良种审定委员会(以下简称“审委会”)第五次会议审定通过了 6 个水产新品种:萍乡红鲫(江西萍乡市水产科学研究所、南昌大学、江西省水产科学研究所)、杂交黄金鲫(国家级天津换新水产良种场)、异育银鲫“中科 3 号”(中科院水生生物研究所)、中华鳖日本品系(杭州萧山天福生物科技有限公司、浙江省水产引种育种中心)、杂交海带“东方 3 号”(国家级烟台海带良种场)和漠斑牙鲆(山东莱州市大华水产有限公司)。其中,淡水品种 4 个,2 个为选育种,1 个为杂交种,1 个为引进种。

在水产种质资源保护方面,我国水产种质资源分布广阔,类群众多,已查明的水生生物达 21000 多种。这些水产种质资源是我国水产生物育种、养殖生产和渔业可持续发展的重要物质基础。2007—2008 年期间,我国在水产种质资源保护方面所做的工作主要包括水产种质资源保护区的建立和国家级水产原良种场的建设。

3. 综合生态养殖模式

针对制约我国水产养殖产业集约化、无公害、健康协调发展的关键技术难题,围绕提高产业现代化水平、增加水产养殖经济效益和生态环境效益、实现可持续发展的总体攻关方向,农业部渔业局组织实施了科技部“十一五”国家科技支撑计划“优质高效淡水养殖技术与示范”重点项目,“水产集约化及健康养殖技术开发与示范”和“无公害水产养殖技术与示范”国家科技攻关计划项目。

提出了池塘和湖泊无公害养殖模式,优化了名特优水产品养殖产品质量全程控制技术体系,建立了鳊鱼、河蟹、罗氏沼虾等无公害养殖技术,初步建立了优质高效养殖模式和

规模化生产技术,产品质量达到无公害产品标准,为提高淡水养殖产品质量安全水平提供了重要的技术支撑。研发了湖泊鳊鱼无公害生态增殖技术,完善了湖泊鳊鱼增殖技术工艺,建立了以饵料生物和放养鳊鱼种群动态为基础的湖泊渔业管理模型,大幅度提高了湖泊渔业经济效益和环境效益。开发建立了池塘和湖泊河蟹无公害养殖技术,建立了池塘无公害河蟹养殖技术操作规程和湖泊网围“小区式”管理模式。建成河蟹池塘生态养殖示范区 1 万多亩(1 亩=666.66m²),示范区平均亩产优质河蟹 64kg,池塘河蟹无公害养殖推广应用达 20 万亩以上,产生显著的经济效益和生态效益。初步开展了水产无公害养殖渔药安全使用技术研究。建立了中华绒螯蟹、罗氏沼虾不同组织中恩诺沙星、环丙沙星、磺胺甲基异噁唑和氟苯尼考的测定方法学;制定了恩诺沙星等抗菌药物在中华绒螯蟹、罗氏沼虾中的合理给药方案,建立了安全使用技术规范。研究开发出了湖泊和池塘生态养殖技术模式,有效降低了病害发生率,建立无公害养殖示范区 15 个,示范面积 20.5 万亩,技术推广辐射面积 342.2 万亩,取得明显经济效益、生态效益和社会效益。开展了湖泊和水库渔业资源增殖和环境保护研究,提出了长江中下游湖泊“凶猛鱼类—鲴类—河蟹”混养的优质高效复合渔业模式,为湖泊和水库渔业研究探明了新的发展模式。

通过对池塘传统养殖模式的改造,开发出高效池塘水质调控微生物强化、固定化微生物修复等 7 项技术;建立了“人工湿地—池塘模式”、“鱼—稻”等复合养殖模式,在种苗选择、饲料投喂、水质调控等养殖全程实行电脑自动化管理,进一步提高了养殖产量及产品质量。淡水池塘生态工程化养殖技术达到国际先进水平。由中国水产科学院长江水产研究所,渔业机械仪器研究所应用生态工程学原理,设计和构建了包括综合生物塘、人工湿地、生态沟渠和养殖池塘的复合池塘养殖生态系统,开发建立了通风强化人工湿地、着生藻生态沟增氧技术、水质在线检测和安全调控技术,对养殖池塘中总悬浮固体物质和细菌、总大肠菌群以及藻类等去除率均在 80% 以上,有效改善了池塘养殖性能,可使试验池塘单位面积养殖产量提高 11.2%~32.5%。该成果通过构建以水流为能量载体的复合养殖生态系统,形成水循环利用,将相对独立的种、养有机结合,有效实现不同生物间的共生互利关系,突破传统池塘养殖方式,对提高养殖产品品质、节约水资源及有效解决废水排放等方面具有重要意义,实现了经济效益、生态效益和社会效益的统一。开展了淡水鱼工厂化节能节水养殖模式研究,研制开发出 7 种高效水质净化设备和低压增氧设备,初步建立了标准型工厂化循环水养殖和经济型工厂化循环水养殖模式,提高了我国淡水工厂化循环水养殖水平。

在水产标准化养殖与示范推广方面,农业部在 2006 年开展创建农业部水产健康养殖示范区活动的基础上,在 2007、2008 年开始了新的两轮创建活动,2007 年又批准了 227 家农业部水产健康养殖示范区。这些农业部水产健康养殖示范区在创建期间,大力推行水产健康养殖,示范生态养殖技术,改造养殖设备设施,加强技术服务培训,取得了良好的生态和社会效益,在发展资源节约、环境友好的现代水产养殖业方面发挥了重要示范带动作用。

2008 年农业部主推 8 种水产养殖品种,有南美白对虾:全国沿海地区均适合养殖。南美白对虾淡化后在内陆一些淡水流域也可以养殖,可以在盐碱荒地建塘养殖。斑点叉尾鲴:全国各地均可进行养殖。在池塘、稻田,以网箱和工厂化等方式养殖。河蟹:全国各地淡水池塘、水库、湖泊、河道、稻田和低洼盐碱地水域均可养殖。中国对虾“黄海 1 号”:

全国各地沿海池塘均可养殖。罗非鱼:罗非鱼是广盐性热带鱼类,正常生长繁殖的水温为 $16^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$,最适水温 $22^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$,水温适宜的淡水池塘、水库、湖泊、河道、稻田和低洼盐碱地水域及海水池塘、水汪均可养殖,还可工厂化流水养殖。水温低于 12°C 易发生冻伤死亡。团头鲂浦江1号:适宜全国淡水养殖地区。大黄鱼:适宜全国沿海地区。异育银鲫:适宜全国淡水池塘养殖地区。

2007年8月20日,广东省海洋与渔业局组织对中国水产科学研究院珠江所与高要市水产技术推广中心共同承担的《优良罗非鱼品种养殖示范与推广》项目进行了验收鉴定。该项目从2004年起开始实施,采取了技术培训、普及标准化生产技术、规范投入品使用及管理等措施推广选育的罗非鱼良种。自项目实施以来,高要市罗非鱼出口产品质量检测实现零事故,加工出口量和出口额逐年提高,从2004年的0.9万t、1亿元提高到2006年的3.2万t、4亿元,辐射带动从业人员从2004年的1.8万人增加到2006年的2.75万人,增幅达53%,取得了显著的社会经济效益,达到国内先进水平。

2008年上海通过改建推出30个标准化水产养殖场,即在原有养殖场基础上进行改造,并引导养殖户由分散养殖走向规模化生态型水产养殖场。标准化生态型水产养殖场具有三大特点:①创新型,水产养殖场的建设引入了事先设计理念;②生态型,在养殖场建设中留出一部分池塘或沟渠作为人工湿地,对养殖用水进行处理,以达到养殖用水内循环和养殖污水零排放的要求;③标准化,养殖场的建设过程严格按照《上海市标准化生态型水产养殖场建设规范》进行,标准化的池塘及沟渠将会使整个养殖场的环境更显优雅和整洁。标准化水产养殖场的建设一方面能够做好水产养殖业的“节能减排”,另一方面让市民吃上更安全的鱼虾等水产品。

4. 健康养殖、深水网箱和工厂化养殖发展迅速

国家“863”重点项目“工厂化海水养殖成套设备与无公害养殖技术”课题取得阶段性进展。开发了一批具有自主知识产权的海水封闭循环水养殖专用设施设备^[10],如海水专用微滤机、鱼类自需式自动投饵机、弧形筛过滤网、蛋白分离器等,部分产品的技术性能达到或超过国外同类产品。“集约化对虾养殖废水(物)无害化生态处理技术研究”课题在调查、监测集约化对虾养殖排放废水(物)的本底水质指标的基础上,确定以磷酸盐、无机氮、COD作为养殖废水的主要监测因子,提出了评价指标;筛选了芽孢杆菌、光合细菌、乳酸杆菌、细基江篱繁枝变种、罗非鱼、翡翠贻贝作为对虾养殖废水无害化生态处理的生物品种^[11];开展了单种生物、生物协同降解养殖废水(物)的研究。以无公害养殖理念为基准,建立了对虾集约化养殖基础生物学、养殖生态环境高效调控、养殖对虾营养免疫调控技术体系。国家“863”计划现代农业技术领域在网箱抗风浪理论方面获得了多项原创性创新成果,研制了一批海水设施养殖器材,大幅度提高了我国养殖器材的抗风浪能力和安全养殖容量、环境自净能力。工程化循环水养殖重大装备研发取得了阶段性成果。中科院东北振兴科技行动计划重点项目“重要海珍品健康苗种规模培育和高效清洁生产体系构建”,经过3年的研究试验和示范推广,实现了海水滩涂贝类、鲆鲽鱼类和海珍品苗种的规模化生产,创制了国内工程化养殖关键水处理设备,填补了国内空白。科技部公益专项“海水养殖鱼虾质量监控技术研究”、公益性基础调查项目“水产养殖动物药残监控”等课题取得快速进展。

(三) 水产动物营养与饲料

1. 构建主要代表种类营养需要量参数数据库平台

继续完善大量营养素(蛋白质、脂肪及碳水化合物)的需要量参数,并对三种大量营养素相互交互进行一定研究。近2年来,我国对主要养殖品种的微量营养素需要量进行研究。研究对象涉及大黄鱼、鲈鱼、军曹鱼、石斑鱼、黑鲷、皱纹盘鲍、凡纳滨对虾、草鱼、鲫鱼、罗非鱼及河蟹等。对卵形鲳鲹(*Trachinotus ovatus* Linnaeus)等新兴养殖品种的营养需要进行了研究^[12]。通过近几年大量的研究工作,基本构建了我国主要养殖品种营养需要量参数的数据库平台。

2. 主要代表种类对饲料原料生物利用率数据库平台构建

进一步完善大黄鱼、鲈鱼、石斑鱼、草鱼、鲫鱼、罗非鱼、草鱼及凡纳滨对虾对常用饲料原料消化率研究,并比较不同实验方法对消化率结果的影响,使消化率数据准确、可靠;首次进行了河蟹对主要动物性及植物性原料消化率的研究,得到河蟹对主要原料消化率的详细数据。

3. 主要养殖动物营养代谢与基因表达的研究

鉴于营养物质在水产动物体内的代谢路径尚未完全弄清楚,有关其转运、中间代谢、代谢途径、基因表达等研究相继开展。近年来主要研究了广盐性鱼类篮子鱼在不同盐度下脂肪酸的合成情况^[13]。研究了翘嘴红鲌在高脂肪饲料饲喂条件下,糖代谢相关的关键酶葡萄糖激酶、磷酸烯醇丙酮酸羧激酶以及葡萄糖-6-磷酸酶的活性及基因表达的影响。研究了凡纳滨对虾谷氨酸脱氢酶组织表达的特异性,结果发现对虾肌肉和鳃是理想的研究靶点,而肝胰脏则不适宜作为该基因表达的靶点。近2年主要对营养代谢相关的功能基因如草鱼脂蛋白脂酶(LPL)进行了克隆。对鲤鱼肠道碱性氨基酸转运载体 rBAT 的 cDNA 进行了克隆。

4. 替代蛋白源的研究

鱼粉紧缺一直是困扰我国水产饲料工业的重要问题之一。近年的研究主要集中于新型动物和植物蛋白源的开发。对现有蛋白源加工处理后再对其进行替代鱼粉的研究成为新的研究方向。这些加工处理方式包括膨化、发酵、酶解、脱壳等。加工处理后的蛋白源可有效降低抗营养因子的含量,提高饲料的适口性和利用率。近2年还进行了不同蛋白源对养殖动物蛋白质代谢、消化酶活力及相关基因表达的影响,提高水产养殖动物对替代蛋白源的利用率,开发新型蛋白源提供了有力的理论依据。

5. 饲料添加剂的开发

近年来,我国水产动物营养与饲料领域主要研究的添加剂包括:多肽和蛋白质、酶制剂、糖类、中草药、微生态制剂等。在多肽和蛋白类方面主要研究了谷胱甘肽对凡纳滨对虾、草鱼、奥尼罗非鱼等生长和免疫的影响。研究还发现乳铁蛋白能够提高大黄鱼稚鱼的耐干露能力、抗高盐能力及抗高温能力。酶制剂在近几年得到了广泛的关注。主要研究集中在非淀粉性多糖酶(木聚糖酶、葡聚糖酶、纤维素酶等)、植酸酶、蛋白酶等。中草药作