

文章编号: 1004-7271(2004)02-0164-06

·综述·

我国大陆海水网箱养鱼的主要问题和对策

Researches, problems and countermeasures of marine cage fish culture in China mainland

郑汉丰, 李家乐

(上海水产大学生命科学与技术学院, 上海 200090)

ZHENG Han-feng, LI Jia-le

(College of Aqua-life Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

关键词 海水网箱养鱼 问题 研究 对策

Key words marine cage fish culture problem research countermeasure

中图分类号 S967.3 S965.3 文献标识码: A

海水网箱养鱼采用高密度集约式的养殖方式, 养殖名、特、优鱼类, 具有可施行强化培育、养殖周期短、产量高、饲养管理和捕捞方便、收效快、经济效益高等特点, 是充分利用海洋资源发展养鱼的生产形式。我国拥有 300 多万 km² 的海洋国土, 18000km 多的海岸线, 港湾众多, 海水网箱养鱼有着广阔的发展前景。近年来海水网箱养鱼发展迅速, 但相关的研究相对滞后, 在环境、苗种、饵料、病害、市场效益等方面出现了许多问题, 影响网箱养鱼的进一步发展。本文针对这些存在的问题进行了探讨, 并提出了相应的发展对策。

1 我国海水网箱养鱼发展现状

1.1 传统网箱养鱼发展现状

我国大陆海水网箱养鱼始于 1979 年。广东省首先在惠阳、澳头等地试养石斑鱼获得成功, 1981 年扩大到珠海等地, 2002 年网箱总数已达 13 万余只。福建省的海水网箱养鱼略迟于广东省, 始于 1986 年, 自 1987 年真鲷 (*Pagrosomus major*) 养殖成功后, 得到迅速发展, 近年来随着闽东宁德地区大黄鱼 (*Pseudosciaena crocea*) 人工育苗及养殖技术的发展, 海水网箱养殖产业迎来了新的高潮。目前福建全省网箱总数已达 50 万余只, 居全国之首。浙江省从 1986 年起开展海水网箱养鱼试验, 1992 年进入推广阶段, 养殖网箱为 1032 只, 2002 年网箱总数已达 8 万余只。海南、山东、辽宁等海水网箱养鱼也相继发展, 且速度较快, 其中海南省 6 万余只, 山东省 4 万余只。

至 2002 年, 全国海水养殖网箱已达 100 万余只, 网箱养鱼产量超过 20 万吨, 主要分布在广东汕头的南澳、饶平, 惠州的惠东、惠阳, 珠海的万山, 深圳, 福建平潭的竹屿港, 福清的柯屿, 东山的百尺门, 厦门

收稿日期: 2004-03-09

基金项目: 上海市教委曙光计划项目(01SG42 标准)

作者简介: 郑汉丰(1979-), 男, 福建寿宁人, 硕士研究生, 专业方向为水产动物种质资源与遗传育种

通讯作者: 李家乐(1963-), 男, 浙江乐清人, 教授, 博士生导师。研究方向为水产动物种质资源及生态学。Tel: 021-65710017, E-mail: jlli@shfu.edu.cn

的火烧屿及连江、浙江宁波的象山港、玉环的漩门港、洞头的三盘港、海南的三亚、陵水、万宁等地^[1]。

目前海水网箱养殖种类主要为鲷科(Sparidae)、笛鲷科(Lutjanidae)、石首鱼科(Sciaenidae)、石斑鱼属(*Epinephelus* spp.)鱼类,包括大黄鱼、花鲈(*Lateolabrax japonicus*)、军曹鱼(*Rachycentron canadum*)、牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)、大菱鲆(*Scophthalmus maximus*)等 50 余种。同时各地还开展了人工配合饵料及投喂设备、抗风浪设施、苗种繁育及引进、病害防治、环境生态等方面的研究,对我国海水网箱养殖的发展起着积极的推动作用。

1.2 深水网箱养鱼发展现状

深水网箱也称“离岸网箱”或“离岸养殖”,是指在相对较深海域(海区深度 20m 以上)进行水产养殖的网箱。相对传统的网箱养殖,深水网箱具有抵御台风大浪侵袭、拓展养殖海域、减轻环境压力、改善养殖条件、自动化程度高等优点。发展深水网箱是改变网箱养鱼粗放、低效益、高污染现状的有效途径,在我国具有非常广阔的发展前景。近年来对深水网箱的引进和研究日益增多。

深水网箱技术在国外已经发展了近 20 年,其中以挪威为代表,成效最为显著,此外智利、苏格兰、加拿大、美国、澳大利亚等国也获得了较大成功。我国对深水网箱的引进和研究始于 1998 年,海南率先从挪威引进大型全浮式重力深水网箱系统,于临高示范点试养白鲟和军曹鱼。之后浙江普陀、广东深圳、山东荣成、威海、青岛及浙江瑞安相继引入该类网箱。在国产化方面,国内已有数家企业开始仿制 HDPE 重力全浮式网箱,台湾企业也在大陆制造该种网箱,但在材质、工艺上还有待完善提高。

2 海水网箱养鱼存在的主要问题

2.1 海洋环境保护问题

网箱养鱼的污染主要发生在网箱养鱼密集区,残余饵料、鱼类排泄物沉积等自身污染,加上日益严重的工业农业和生活污染,易导致水体富营养化、底质老化,海区生态系统遭受严重破坏。直接后果表现为赤潮发生呈明显上升趋势^[2],规模不断扩大,赤潮藻种不断出现,据不完全统计,2001 年我国遭受赤潮灾害 28 次,直接经济损失 15 亿元以上^[3]。

有关研究表明,不论养殖的品种如何,网箱养殖都会程度不同地增加水体的污染负荷^[4]。在目前海水网箱养殖模式和管理技术水平条件下,海水网箱养殖渔场在开始养殖 2~3 年后就出现不同程度水体营养指数偏高、底部沉积物堆积、养殖水体底层贫氧现象严重等老化特征^[4-10]。严重影响养殖成活率及经济效益。不合理的网箱养殖还会对海洋生物多样性、沿海滩涂、红树林等造成危害^[7]。

2.2 养殖技术问题

网箱养鱼的养殖学虽然已经积累了一定的经验,但还需进一步完善和提高,有关网箱养殖的许多基础理论方面的研究也有待加强。

2.2.1 苗种问题

目前我国海水鱼类人工繁殖和育苗已成功的有 40 多种,但大多数养殖种类国内育苗能力仍十分有限。许多具有市场前景的鱼类由于人工繁殖技术还未突破,只能依靠天然苗种或境外引进。

海水网箱养殖鱼类品种选育技术原理的研究比较少,未能形成养殖优良品种。而一些养殖种,由于长期小范围内近亲多代繁殖、与自然海区原种群分离,致使种质退化或混杂,养殖群体遗传多样性水平下降,优良性状衰退^[11]。养殖大黄鱼中还出现个体变小、性早熟现象严重等问题^[12]。海水鱼类杂交育种工作比较落后,仅见平鲷(*Rhabdosargus sarba*)为母本与真鲷为父本的杂交报道^[13],真鲷与黑鲷(*Sparus macrocephalus*)的正反杂交报道^[14],黑鲷与灰鳍鲷(*Sparus berda*)正反杂交报道^[15],鮟状黄姑鱼(*Nibea mitchthioides*)为母本与大黄鱼为父本的杂交报道^[16]等,结果均不理想。

到目前为止,全国还没有专门的海水鱼类良种选育设施和良种场,也没有一个经国家认定注册的优良新品种。因此鱼类的人工繁殖、选育仍是当前海水网箱养殖的一个大课题。

2.2.2 海水鱼类营养学研究及饵料问题

我国海水鱼类育苗中使用的轮虫、卤虫、桡足类等活饵料存在来源、大规模培养技术、营养缺陷等问题,可部分替代活饵料的微粒饵料则主要依赖进口。成鱼养殖的主要饵料是冰鲜小杂鱼,大量捕捞严重破坏海洋资源,投喂不当容易污染水质,同时小杂鱼饲料系数高,营养不平衡,养殖鱼容易患病。而国产成鱼配合饲料多为湿性颗粒饲料,稳定性与适口性差,大多配方混乱^[17]、质量不佳,养殖效果不明显,饲料系数水平多在4以上,残饵量较大,与挪威等渔业发达国家相比存在很大的差距^[18]。鱼类营养需求研究是饲料开发的基础,国内对石斑鱼、大菱鲆配合饵料中蛋白质等对生长的影响等进行过较为初步的研究^[19-20]。总的来说,国内海水鱼类营养研究比较薄弱,研究缺乏系统性,对微量元素、维生素的营养作用及其需要量缺乏深入了解,对消化生理、营养生理等应用基础研究重视不够。

2.2.3 病害防治问题

网箱养鱼是一种高度集约式养殖方式,一旦发生鱼病,感染很快,死亡率也很高,对网箱养鱼造成严重威胁。当前网箱养鱼的病害问题非常突出,现已查明的病害数十种,仅大黄鱼的病害就20多种^[21],严重危及海水鱼类网箱养殖的健康发展。在鱼类免疫学方面,近年来有较大的进展,包括使用胚胎囊细胞诱导产生鱼类干扰素并确定了一系列相关的基因^[22-24];部分鱼类免疫系统组织、器官组织学、细胞学研究及血清球蛋白克隆、纯化研究^[25];不同方法制备的三联疫苗在大黄鱼上的应用等^[26]。但对许多疾病的研究还停留在病原学、病理学研究阶段,尚无有效药物和治疗方法^[27],彻底摆脱病害的困扰还有待于进一步摸索和研究。

2.3 大规模发展经济效益问题

影响网箱养殖效益的因素包括:品种、养殖技术、科研成果转化、产量、产品质量、销售渠道、配套水平、深加工水平等。由于诸多方面相对落后,尽管我国海水鱼类养殖产量及网箱数目逐年上升,单位产量及效益却有下降趋势。

深水网箱的特点决定了养殖对象必须是经济效益高,适应深水、高流速海域的种类^[28]。目前国外的深水网箱以养殖鲑鳟类、鲆鲽类为主,国际消费市场也以该类产品为主。而国内则主要集中在大黄鱼、美国红鱼(*Sciaenops ocellatus*)、军曹鱼等种类。相比之下,养殖种类决定的经济效益与国外相比还有相当大差距。目前深水网箱养鱼产品以鲜活、冷冻鱼为主,一次性起网的产量较大,对市场冲击较大。加之缺乏必要的深加工以及现代化的销售链、营销手段等,养殖户抵御市场风险能力较差。如海南抗风浪近海网箱养鱼发展之前,军曹鱼单价为38元/kg,由于受深水网箱养鱼批量生产的冲击,市价降至20元/kg,养鱼效益骤降,影响了当地抗风浪近海网箱养鱼的发展^[29]。

2.4 基础、应用研究滞后问题

生物技术的应用对推动海洋产业发展,保证海洋生物资源可持续利用的重要性已成为国际上的共识。我国生物技术在水产养殖方面的应用相对滞后。海水鱼类性转变(雄性化或雌性化)仅在石斑鱼和黑鲷上取得部分成功^[30-33]。精液超低温冷冻保存研究在黑鲷上已取得成功,但未见应用上的报道^[34-35]。海水增养殖鱼类同工酶的生化遗传分析,只在真鲷、黑鲷、牙鲆等少数种类中有报道^[36-37]。海水鱼类染色体核型的研究报道也不多见,目前涉及增养殖的种类仅有10多种,分散而不系统^[38-42]。海水鱼类的多倍体育种研究刚起步,仅进行了黑鲷、牙鲆、中华乌塘鳢(*Bostrichthys sinensis*)三倍体和真鲷三、四倍体的研究,对牙鲆的雌核发育进行过探讨^[43-45],要达到应用于生产尚有一段距离。海水增养殖鱼类的种质资源保护管理和遗传育种都离不开准确可靠的遗传分析,国内利用RAPD、AFLP技术检测过鮟状黄姑鱼和大黄鱼养殖群体的遗传多样性水平^[11,46],我国淡水鱼类转基因技术已取得显著的成就,但海水鱼类的研究报道甚少。动物分子标记研究起步较晚,已有的研究成果主要集中于对遗传多样性的调查。

3 进一步发展海水网箱养鱼的对策

3.1 发展与环境保护并重,走可持续发展的道路

目前网箱养殖往往只重产量不顾可承受的养殖容量,对海洋环境造成较大的危害,也影响了自身的发展。要解决这个问题,只有坚持可持续发展的原则,强化政府和渔业主管部门的宏观调控与管理,在调查清楚养殖容量的前提下,做好海域功能区域的规划,实现海域的有序、有度利用,并严格控制“三废”的治理标准和排放量,最大限度降低养殖海区的外源性污染,才能提高养殖的经济效益和生态效益,使我国的海水网箱养殖业得到长远的发展。

养殖容量是养殖数量宏观控制的量化指标,可为政府和养殖业者的决策提供科学依据^[47]。国内的养殖容量研究起步较晚,主要对局部海域单一品种进行过养殖容量研究,如山东桑沟湾海带扇贝养殖容量估算,福建同安湾、东山湾贝类养殖容量研究等^[48-51]。海水网箱养鱼的养殖容量尚未见研究报道。可以通过相关研究建立海域养殖容量估算和预测模型,最终建立起养殖容量数据库和信息系统,为海区合理开发提供参考。按照养殖容量控制养殖数量的同时,应注意通过提高产品质量、商品率,改善生态环境,提高可利用的养殖容量以及产值产量,保持效益和发展速度。

深水网箱养殖业的发展,本身可减轻近海养殖对环境的压力。但如果大规模无序发展,也必将对深水海域造成污染。应该及早做好调查和规划,避免盲目发展给海洋环境造成更大的破坏。

对生态系统已遭破坏的养殖海域,可以采取海岸带综合治理措施进行恢复。加强网箱养殖渔场赤潮发生机理与机制研究,建立、健全养殖赤潮监测、预警、预报及应急处理网络体系。用宣传、教育等手段提高从业人员的环境保护意识和可持续发展观念。借鉴渔业发达国家经验,尽快制订有关海域环境保护、鱼病管理等条例法规和养殖许可证制度。从宏观调控的角度上保证网箱养鱼业健康、有序、高速的发展。

3.2 开展网箱养殖鱼类苗种繁育、种质研究

我国海洋鱼类多样性十分丰富,依据鱼类生物学特性和生态学原理,还有很多海水鱼类适合网箱养殖,然而目前作为网箱养殖的品种还不多^[52]。应进一步加强海水鱼类良种选育研究,突破人工育苗批量生产,加强种质检测技术研究,制定种质标准,使良种生产和推广有法可依,通过生殖和遗传操作,培育单性或多倍体鱼苗,培育高产、优质、抗逆新品种。

重视养殖鱼类群体的遗传保护,构建遗传多样性较高的种质资源库,并保护好天然种质资源。在重点产区建立原、良种鱼类基地,使优质种苗的供应得以保证。如福建官井洋已创建的国家级大黄鱼原种场还可以定期更换亲鱼群体,并定期引入野生群体,有助于保存原种群亲鱼的优良性状。对该地区大黄鱼养殖业的发展起到了重要的作用。

对于引进国外优良养殖品种,引种前应做好调查研究工作,注意对现有生态系统的影响,严格审批检疫制度,避免盲目、低效引种,并做好引进前、中、后的跟踪管理。

3.3 加强饵料及自动投喂技术设备的研究

海水网箱养鱼的迅速发展,导致蛋白质饵料的需求大幅度上升。为了保护低值鱼资源不受破坏、减少劣质饲料对环境造成的污染。有必要加强海水鱼类营养生理学研究,针对不同种类各生长发育阶段的营养需求,改进饵料配方,开发全价高效的海水鱼类人工配合饵料,注意研究饵料的营养强化,增强鱼类体质,提高抗病能力,重视饵料添加剂、诱食剂的研究,优选成本低、效益高的新配方,研究适宜海水鱼类鱼苗的开口饵料,筛选鱼苗适宜开口饵料(人工饵或活饵)种类,解决桡足类批量化生产问题,加强轮虫、桡足类的高产稳产技术和卤虫无节幼体的营养强化研究。同时探索开发人工微粒饵料适当引进相关技术设备,逐渐取代活饵料,才能真正做到大规模工厂化育苗。

研究养殖品种的不同生长阶段的生态研究、合理投饲率,以及适合我国国情的自动投饲系统,以改变我国网箱养鱼小规模、手工操作为主的状况,向大型集约化、工厂化方向发展。

3.4 加强病害防治研究、推行健康养殖

通过加强对海水养殖鱼类的病因、病原、病理、流行规律、鱼病快速诊断检测手段等研究,开发病原的商品化快速检测技术等。建立养殖鱼类重大病害检测系统,逐步实现对重大病害的预测和跟踪。加强鱼类免疫学及免疫技术研究,开发可用于生产的商品疫苗。建立渔药行业标准,制定渔药安全使用规范。控制养殖环境,推行健康养殖、标准化养殖,推行科学的渔药投用方式,规范病鱼、死鱼的处理,培育抗逆品种等手段,有效控制流行性、暴发性鱼病和易发性病害。

3.5 实现深水网箱系统全面国产化,提高机械化程度

开发研制切实适用于中国沿海条件的深水网箱系统和各种辅助设备,尽快实现深水网箱系统的全面国产化。同时注意由养殖带来的污染问题,加强有利于废弃物回收的网箱形式的研究及相应设备的开发。并加紧研究深水网箱的养殖品种、养殖技术、管理手段等新的课题。

目前网箱养鱼劳动强度大,效率低,成本高。在研究实现网箱养鱼换网、清洗、饵料加工、运输与生产操作过程机械化时,应当遵循降低成本,增加产量,提高劳动生产力的原则,逐步实现机械化和工厂化网箱养鱼。不断拓展网箱养鱼海域。

3.6 重视养殖效益

加强资金扶持和高新技术研究推广,培育发展大型养殖企业、深加工企业、贸易公司,以带动整个网箱养鱼业的快速发展。改变以往对产量的片面追求,重视单位效益的提高。重视养殖种类的多样化,减少单品种产量过高的市场风险。发展销路广、利润大的种类,努力打开国际市场,扩大出口品种。发展深加工,提高产品附加值。促进行业协会的发展和作用,加强信息的交流。做好市场分析、预测工作。

总之,我国海水网箱养鱼潜力很大,大有可为。只要我们针对存在问题,抓住增产增收的关键,同时注意环境资源保护,增加科研投入,积极改进提高技术,海水网箱养鱼定能推向一个新的发展阶段,成为一项能够创造巨大财富的新的海洋高技术产业。

参考文献:

- [1] 张雅芝.我国海水鱼类网箱养殖现状及其发展前景[J].海洋科学,1995(5):21-24.
- [2] 林永水.近海富营养化与赤潮研究[M].北京:科学出版社,1997.82-87.
- [3] 缪锦来,石红旗,李光友,等.赤潮灾害的发展趋势、防治技术及其研究进展[J].安全与环境学报,2002,2(3):40-44.
- [4] 刘家寿,崔奕波,刘建康.网箱养鱼对环境的影响研究进展[J].水生生物学报,1997,21(2):174-184.
- [5] 何国民,卢婉娟,刘豫广,等.海湾网箱鱼场老化特征分析[J].中国水产科学,1997,14(5):76-79.
- [6] 贾晓平,蔡文贵,林钦.我国沿海水域的主要污染问题及其对海水增养殖的影响[J].中国水产科学,1997,14(4):78-82.
- [7] 罗琳,舒廷飞,温琰茂.水产养殖对近海生态环境的影响[J].水产科学,2002,21(3):28-30.
- [8] 甘居利,林钦,李纯厚.柘林湾网箱养殖场不同区域环境因子的强度变化[J].浙江海洋学院学报(自然科学版),2000,20(1):18-22.
- [9] 林钦,李纯厚,林燕棠,等.柘林湾网箱养殖对周围海域环境的影响[J].华南师范大学学报(增刊),1998,36-46.
- [10] 何悦强,郑庆华,温伟英,等.大亚湾海水网箱养殖与海洋环境相互影响研究[J].热带海洋,1996,15(2):22-27.
- [11] 王军,全成干,苏永全,等.宫井洋大黄鱼遗传多样性的RAPD分析[J].海洋学报,2001,23(3):87-91.
- [12] 方永强,翁幼竹,周晶,等.大黄鱼性早熟问题的研究-I.网箱养殖鱼性腺发育状况[J].台湾海峡,2000,19(3):354-359.
- [13] 江世贵,李加儿,区又君,等.平鲷♀与真鲷♂的杂交研究[J].海洋科学,1997(5):33-38.
- [14] 单保党,洪万树.真鲷与黑鲷杂交与多倍体育种系列研究-I[J].海洋渔业,1999,21(1):14-15.
- [15] 林元烧,李丙林,崔雪森,等.黑鲷与灰鳍鲷杂交育种[J].海洋渔业,2001,23(2):69-70.
- [16] 马梁,王军,陈武各,等.鲧状黄姑鱼与大黄鱼人工杂交子代的胚胎发育[J].厦门大学学报(自然科学版),2002,41(3):378-382.
- [17] 宋志刚.海水鱼类人工配合饲料的营养与特性[J].饲料世界,2002(4):39-43.
- [18] 何中央.海水网箱养殖鱼类的饲料开发与应用[J].中国水产,2001(9):54-56.
- [19] 陈学豪.赤点石斑鱼人工配合饲料中蛋白质最适含量的研究[J].台湾海峡,1995,14(4):408-412.
- [20] 马爱军,陈四清,雷霖霖,等.饲料中主要能量物质对大菱鲆幼鱼生长的影响[J].海洋与湖沼,2001,33(5):527-533.

- [21] 周胜利, 陈 慧. 闽东大黄鱼人工养殖主要病害调查 [J]. 中国水产, 2002 (1): 52 - 54.
- [22] 张义兵, 王铁辉, 李戈强, 等. 鲫鱼囊胚细胞干扰素的诱导及部分特性 [J]. 中国病毒学, 2000, 15 (2): 163 - 169.
- [23] 张义兵, 张奇亚. 从灭活病毒诱导的培养细胞中鉴定鱼类抗病毒相关基因 [J]. 科学通报, 2003, 48 (5): 457 - 463.
- [24] 张义兵, 石耀华, 桂建芳. 鱼类培养细胞抗病毒基因差减 cDNA 文库的构建 [J]. 水生生物学报, 2003, 27 (2): 113 - 118.
- [25] 唐 玫, 马广智, 徐 军. 鱼类免疫学研究进展 [J]. 免疫学杂志, 2002, 18 (3): 110 - 116.
- [26] 吴志鹏, 王三英. 三联疫苗对大黄鱼常见细菌性疾病免疫保护的实验研究 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 2004, 43 (1): 115 - 118.
- [27] 黄琪琰. 中国水产动物疾病学研究进展 [J]. 水产学报, 1996, 20 (1): 51 - 57.
- [28] 徐君卓. 海水网箱养鱼综述 [J]. 中国水产, 2001 (8): 56 - 57.
- [29] 王衍亮, 杨子江. 论我国发展抗风浪深海网箱养鱼的几个技术经济问题 [J]. 农业技术经济, 2002 (2): 19 - 23.
- [30] 方永强, 林秋明, 齐 襄, 等. 17 α - 甲基睾酮对赤点石斑鱼性逆转的影响 [J]. 水产学报, 1992, 16 (2): 171 - 174.
- [31] 洪万树, 张其永, 公茂军, 等. 外源激素诱导赤点石斑鱼雄性化 [J]. 台湾海峡, 1994, 13 (4): 374 - 380.
- [32] 杨家驹, 黄增岳, 肖耀兴, 等. 人工诱导巨石斑鱼性逆转的研究 [J]. 热带海洋, 1996, 15 (4): 75 - 79.
- [33] 阮洪超, 黄瑞东. 己烯雌酚诱导黑鲷幼鱼性转换 [J]. 海洋科学, 1997 (6): 6 - 7.
- [34] 洪万树, 张其永, 许胜发, 等. 花鲈精子生理特性及其精液超低温冷冻保存 [J]. 海洋学报, 1996, 18 (2): 97 - 104.
- [35] 全成干, 王 军, 丁少雄, 等. 真鲷精液和精巢超低温冷冻保存 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 1996, 35 (5): 790 - 794.
- [36] 王可玲, 尤 锋, 徐 成, 等. 5 种海水鱼同工酶表达的组织特性及其电泳的初步分析 [J]. 海洋与湖沼, 1996, 27 (6): 626 - 631.
- [37] 尤 锋, 王可玲, 相建海, 等. 山东近海牙鲆同工酶的生化遗传分析 [J]. 海洋与湖沼, 1999, 30 (2): 127 - 133.
- [38] 洪满贤, 杨俊慧. 青石斑鱼染色体组型的研究 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 1988, 27 (6): 714 - 715.
- [39] 林加涵, 刘丽莎. 黄鳍鲷染色体组型的初步研究 [J]. 台湾海峡, 1989, 8 (2): 162 - 166.
- [40] 尤 锋, 刘 静, 徐 成. 美国红鱼 (*Sciaenops ocellatus*) 的核型研究 [J]. 海洋科学, 1998 (2): 51 - 53.
- [41] 王世锋, 王德祥, 苏永全, 等. 双棘黄姑鱼染色体组型分析 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 2003, 42 (5): 682 - 684.
- [42] 全成干, 王 军. 大黄鱼染色体核型研究 [J]. 厦门大学学报 (自然科学版), 2000, 39 (1): 107 - 110.
- [43] 尤 锋. 黑鲷三倍体的人工诱导研究 [J]. 海洋与湖沼, 1993, 24 (3): 248 - 254.
- [44] 尤 锋. 海产鱼类多倍体育种的研究 [J]. 海洋科学, 1997 (1): 33 - 37.
- [45] 刘 静, 尤 锋, 王新成. 人工诱导雌核发育牙鲆的染色体及核型证明 [J]. 海洋与湖沼, 1999, 30 (1): 68 - 71.
- [46] 丁少雄, 王 军, 全成干. 鮟状黄姑鱼养殖群体的遗传多样性 [J]. 科学通报, 1998 (4): 2294 - 2298.
- [47] 刘剑昭, 李德尚, 董双林. 关于水产养殖容量的研究 [J]. 海洋科学, 2000, 24 (10): 13, 28 - 29.
- [48] 方建光, 张爱君. 桑沟湾栉孔扇贝养殖容量的研究 [J]. 海洋水产研究, 1996, 17 (2): 18 - 31.
- [49] 方建光, 王兴章. 桑沟湾海带养殖容量的研究 [J]. 海洋水产研究, 1996, 17 (2): 7 - 17.
- [50] 杜 琦. 同安湾贝类的养殖容量 [J]. 上海水产大学学报, 2000 (1): 21 - 26.
- [51] 卢振彬, 杜 琦, 钱小明, 等. 东山湾贝类养殖容量的估算 [J]. 台湾海峡, 2001, 20 (4): 432 - 470.
- [52] 蔡国雄. 我国海水鱼类人工繁殖技术的发展及其趋势 [J]. 南海研究与开发, 1997 (2): 51 - 65.