

海水养殖技术资料汇编 第六十五辑

海水鱼类养殖 与疾病防治（十三）

中国科学院海洋研究所科技情报研究室

2001 年元月 青岛

目 录

我国海水鱼类养殖业的兴起同种质的关系	李思发 (1)
基因工程技术与我国的海水鱼类养殖	王宏田, 张培军 (4)
海水和半咸水主要养殖鱼类对营养物质的需要	王吉桥 (8)
日本海水鱼苗生产技术之现况及展望 (上) (下)	王静娴等 (14)
近海浮绳式网箱养鱼技术	李孔开等 (38)
摄食水平和饵料种类对 3 种海洋鱼类生长和生长效率的影响	孙 耀等 (54)
扇贝养殖区全封闭半浮式网箱养鱼技术	郭公法等 (49)
海水养殖鱼类疾病的防治	刘元刚等 (42)
网箱养殖海水鱼类疾病防治体系的建立	余德光等 (25)
养殖海水鱼类常见细菌病的防治技术	宋春华等 (23)
养殖海水鱼类之病毒性脑病及视网膜病或病毒性神经性坏死症	黄旭田 (27)
养殖海水鱼类之弧菌症	黄旭田 (32)
海水鱼类网箱养殖病害防治实用技术	林启哲 (36)
大弹涂鱼及其资源增养殖研究现状和开发前景	金彬明 (68)
浅谈大弹涂鱼的生物学特性及养殖与捕捞技术	彭国洪 (73)
大弹涂鱼寄生蛭治疗实验研究	洪万树, 张其永 (74)
大弹涂鱼滩涂养殖技术	薛祥朝 (102)
石斑鱼性控技术与育苗现状及产业化概述	邹记兴等 (78)
室内石斑养殖	郑石勤 (81)
石斑鱼的疾病防治	台湾龙门实业有限公司 (84)
印尼老鼠斑的繁殖与养殖简介	(88)
网箱养殖鲢点石斑鱼高产试验	王广军等 (93)
主要养殖鲟鱼的生物学及养殖前景	卢迈新等 (95)
鲟鱼仔、稚、幼鱼的生物学及苗种的培育	林小涛等 (103)
我国人工养殖鲟鱼的疾病防治	何 为, 陈 慧 (108)
养殖鲟鱼非寄生性疾病的诊断与控制	潘连德 (111)
珠江三角洲夏季培育鲟鱼苗注意要	刘 海 (114)
鲟鱼人工养殖和水质调控	何 力, 张 真 (115)
工厂化驯养鲟鱼病害防治技术	罗晓松等 (107)
俄罗斯鲟苗种培育技术	曹德福 (116)
俄罗斯鲟南移人工养殖试验	张 勇等 (118)
黑鲟网箱养殖技术	邹玉芹等 (50)
黑鲟鱼种越冬技术探讨	王为璋、牟道东 (133)
花尾胡椒鲟的人工繁殖	周仁杰等 (120)
花尾胡椒鲟早期幼鱼的生长与土池培育	梁仁杰等 (125)
真鲷网箱养殖的最佳放养密度	艾 红等 (129)
海水养殖新品种介绍——大菱鲆	雷霖霖 (134)
大菱鲆苗种培育应注意的问题	刘文善 (135)
大菱鲆育苗要点	刘文善 (137)
红鳍东方鲀养殖技术	孙中之, 袁庭柱 (143)

红鳍东方鲀越冬试验·····	孙中之等 (138)
一龄红鳍东方鲀的养殖技术·····	安树翔, 王宝明 (145)
提高红鳍东方鲀幼鱼存活率的新方法·····	葛慕湘等 (147)
红鳍东方鲀土池育苗简介·····	崔兆进等 (146)
美国红鱼生物学特性及人工繁殖技术·····	王广军, 黄学东 (149)
美国红鱼对环境因子及营养的需求·····	侯俊利, 刘存岐 (151)
温度和盐度的变化对美国红鱼受精卵孵化的影响·····	阮树会等 (154)
珠江口红拟石首鱼的池养生长与饲养·····	张邦杰等 (159)
眼斑拟石首鱼池塘养殖实用技术·····	杨 铭 (165)
海水网箱养殖鲈鱼皮肤溃疡病的流行病学研究·····	王国良等 (167)
海水网箱养殖鲈鱼的主要疾病与防治·····	金 珊等 (171)
鲈鱼淡水驯化鱼种培育试验·····	周之武等 (177)
网箱养殖鲈鱼病害综合防治技术应用试验·····	卓华龙等 (175)
影响鲈种网箱培育成活率的因素·····	王为璋等 (179)
海水网箱养殖鲈鱼皮肤溃疡病的防治药物·····	金 珊等 (185)
花鲈稚幼鱼的形态特征及其生态习性的研究·····	竺俊全等 (181)
花鲈亲鱼培育的关键技术·····	张美昭等 (193)
澳洲银鲈人工繁殖试验·····	许色明 (189)
牙鲆胚胎及其初孵仔鱼的盐度耐受力·····	王宏田等 (191)
牙鲆鱼工厂化养殖技术·····	王兴章等 (195)
牙鲆养殖的常见疾病及其防治方法·····	吴树群, 张 海 (199)
牙鲆鱼池塘养殖技术·····	杨家波等 (201)
影响牙鲆工厂化生长及成活的因素·····	常忠岳 (203)
牙鲆仔鱼肠道白浊病灭活菌苗的应用研究·····	唐远光等 (205)
工厂化养殖牙鲆鱼安全度夏之措施·····	王玉梅, 张建通 (207)
牙鲆养殖新技术试验·····	夏海敬等 (209)
暗纹东方鲀生物学及其养殖技术(一)(二)·····	华元渝, 顾志峰 (211)
暗纹东方鲀的养殖技术·····	周文玉等 (215)
暗纹东方鲀的人工养殖技术·····	胡亚丽 (224)
北方土池高效河鲀养成技术研究·····	田德纯 (221)
江滩网箱养殖河鲀技术·····	黄 平 (228)
暗纹东方鲀出血病防治技术·····	陈卫境 (232)
暗纹东方鲀室外大棚越冬技术操作规程·····	阳清发等 (233)
暗纹东方鲀温室养殖技术·····	孙 娟 (234)
河鲀越冬期管理及进出棚操作技术要点·····	阳清发等 (236)
褶皱臂尾轮虫对提高暗纹东方鲀鱼苗成活率的作用·····	张崇文, 姜仁良 (230)
大黄鱼亲鱼室内越冬的性腺培育·····	石志洲, 李斯春 (44)
大黄鱼人工育苗技术·····	朱振乐 (238)
大黄鱼网箱养殖技术初探·····	林国清 (241)
大黄鱼人工养殖技术进展·····	杨万喜 (243)
池塘养殖大黄鱼技术·····	伊祥华, 吴林忠 (245)
网箱饲养的大黄鱼病害防治·····	苏跃中, 游 岚 (247)
大黄鱼网箱养殖的科学用药·····	杨先乐 (251)
大黄鱼淀粉卵涡鞭虫病的防治·····	王昌各 (253)

大黄鱼的几种病害及防治.....金秀琴, 吴振明 (254)

海水网箱养殖高体鲷弧菌病药物治疗的实验研究.....吴后波, 潘金培 (45)

海水网箱养殖虹鳟试验.....马尚助等 (52)

中华乌塘鳢生物学特性及苗种生产技术.....竺俊权, 李星云 (58)

蜡状芽胞杆菌引起军曹鱼大批死亡的报告.....冯斯敏, 云金蕊 (197)

鳗鲡人工繁育“成功不成活”的奥秘有重大的突破发现.....陈惠彬 (61)

欧洲鳗的小瓜虫病及其防治.....袁定清 (65)

日本鳗鲡人工育苗的进展及存在问题.....吴善 (256)

虾池黑鲷养殖技术.....常忠岳 (255)

信息与简讯

网箱养殖大黄鱼秋季病害防治(4) 治愈暗纹东方鲀越冬水霉病(7) 利用育苗室养殖牙鲆鱼技术要点 (17)
中国养殖河鲀外销日本 (23) 泰国箱网养殖石斑出口利润看好 (23) 活鱼的“无水运输”最近在韩国研究成功 (25) 墨西哥试养纹眼鲷 (35) 石斑鱼长距离保活运输技术 (38) 石鲈鱼原种人工育苗获得成功 (42) 鲈鱼苗的运输 (43) 金鲈的国际市场需求 (43) 光合细菌净化养殖池水质效果明显 (43) 蓝对虾养殖试验在宁海获得成功 (48) 鲈鱼人工育苗难题告破 (57) 真鲷弧菌病的防治 (60) 广东掀起养殖名贵鲷鱼热潮 (77) 用于网箱上的离子肖洁机(82) 综合分析养殖鳊和野生鳊营养价值 (83) 鳊状黄姑鱼土池养殖技术简介 (85) 八里滩养殖场大力发展河鲀鱼养殖 (94) 昌黎县河鲀鱼养殖步入快车道 (110) 提高河鲀越冬成活率注意事项 (110) 梧州试养俄罗斯鲑鱼 (116) 日本鳗鲡与欧洲鳗的顽固性三代虫和拟指环虫病的防治 (119) 针灸催眠 活鱼运输 (124) 便携式水质测定仪 (124) 宽城海水鱼淡水养试验获得成功 (124) 几种常用鱼药施用新体会 (128) 一种创新的海水鱼仔鱼液态饲料 (132) 湛江地区海水鱼类网箱养殖存在的问题及建议 (142) 鱼用中草药及添加剂配方与应用 (148) 银鲈的人工繁殖在浙江奉化获得成功 (151) 深水网箱设备和养殖技术报告会在浙江海洋学院举办 (150) 吴郭鱼、虱目鱼主要外销美国及沙乌地阿拉伯 (150) 岱山发现万只网箱养殖基地 (158) 连续性冲气淋水式运输青虾的优点 (158) 对虾综合养殖突破中国对虾养殖可望走出低谷 (170) 石斑鱼苗标粗技术 (180) 海水鱼眼病的防治 (189) 中国鲈已被列入我国新的养殖对象 (198) 军曹鱼是一种极有养殖价值的经济鱼类 (198) 用于网箱上的离子肖洁机 (82) 青岛网箱养鱼突破万箱大关 (201) 牙鲆鱼育苗期纤毛虫病的防治 (206) 红拟石首鱼正逐渐成为一个新兴的热门养殖品种 (206) 网鱼(海鲻)难觅踪影 养殖前景广阔 (207) 大黄鱼仔、稚鱼发育的三个主要危险期 (208) 石鲈人工育苗获得成功 (208) 中华鲟在福建养殖获得成功 (209) 海鲈外销日本打出知名度 (212) 黑斑刺盖太阳鱼是一个优良的养殖品种 (214) 厦门大学研究鳊状黄姑鱼胚胎和仔鱼发育的实验生态获得新进展 (214) 中华鳖及鲟鱼仍是中国养殖热点 (227) 万余尾史氏鲟、匙吻鲟落户莱西 (232) 虾池养殖河鲀鱼技术要点 (250)

(以下资料可以来函复印)

2000 年蟹专题文献题录

我国鱼类引种研究的现状与对策/楼允东 (上海水产大学渔业学院) //水产学报-2000.24(2)-185~192
鱼类的性别及人工控制/钱国英 (浙江农村技术师范专科学校) //动物学杂志-2000.35(1)-47~51
鱼类生长激素生物活性和定量免疫测定技术的研究进展/肖东,林浩然 (中山大学生命科学学院水生经济动物研究所) //动物学杂志-2000.35(4)-3~
当前海水网箱养鱼突出的主要问题/李祥木 (福建省连江县海洋与水产局) //现代渔业信息-2000.15(11)-20~21
海水网箱养殖鲈鱼皮肤溃疡病及其病原菌的研究/王国良等 (宁波大学) //黄渤海海洋-2000.18(2)-85~89
鱼的条件致病菌种类、致病原因及控制对策/杨学军 (山东省郯城县水产局渔技站) //齐鲁渔业-2000.17(6)-10~11
乌鲢水库网箱养殖/祁庆学 (山东省莱芜市水产研究所) //齐鲁渔业-2000.17(6)-6
抗鳗弧菌单克隆抗体免疫保护作用的实验研究/夏永娟等 (第四军医大学组织学与胚胎学教研室) //海洋湖沼通报-2000.(3)-6~9
鱼粉真伪的鉴别技术/马广检 (河南省水利厅水产局) //水产养殖-2000.(6)-14
鱼类干扰素的研究进展/张义兵、俞小牧 (中国科学院水生生物研究所) //中国水产科学-2000.7(3)-97~100
重组酵母菌对牙鲆生长及血清激素含量的影响/王宏田等 (中国科学院海洋研究所) //海洋与湖沼

-2000.31(2)-135~137

斑鱼祭的雌雄同体观察/金彬明(浙江省海洋水产养殖研究所)//浙江海水养殖-1999.(28)-11~14

梭鱼出血性败血病原菌研究/梁德海等(中国科学院海洋研究所)//海洋科学集刊-2000.42-81~84

中华乌塘鳢对有关环境因子的耐受性及其生物学特性初步观察/竺俊全等(宁波大学海洋与水产业)//齐鲁渔业

-2000.(1)-10~12

北方温室养殖欧鳗几种主要疾病的防治方法/卢正臣,张月辉(河北唐山市陡河水库管理处)//河北渔业

-2000.(2)-18~19

若干环境因子对褐菖鲉由存活率的影响/吴常文(浙江海洋学院海洋科学研究所)//浙江海洋学院学报(自然科学版)-2000.19(1)-12~16

饵料维生素 C 对青石斑鱼的非特异性免疫调节作用/秦启伟等(中国科学院南海海洋研究所)//热带海洋

-2000.19(1)-58~63

国外鲟鱼类渔业生物学研究现状/龙华等(中国水产科学研究院长江水产研究所)//浙江海洋学院学报

-2000.19(3)-272~276

鲟鱼的养殖前景概述/朱天武,施高茂(顺德市农业发展局)//水产科技-2000.(5)-29~31

广东流水养殖鲟鱼的探讨/陈永乐等(中国水产科学研究院珠江水产研究所)//淡水渔业-2000.30(11)-3~5

鲟鱼养殖浅谈/李融(北京喜丰达渔业技术有限公司)//科学养鱼-2000.(5)-38~39

史氏鲟的生物学特性及其繁殖技术(一)/王云山等(黑龙江省特产鱼类研究所)//内陆水产-2000.(4)-35

欧洲七种鲟科鱼类的生物学资料/张民楷(淡水渔业研究中心)//科学养鱼-2000.(8)-17

花尾胡椒鲷幼鱼的生长率及生长耗能研究/王瑁,邱书院(厦门大学海洋学系)//海洋科学-2000.24(4)-9~11

温度和体重对花尾胡椒鲷幼鱼最大摄食量的影响/王瑁,邱书院(厦门大学海洋学系)//台湾海峡-2000.19(4)-484~488

花尾胡椒鲷仔稚鱼期消化酶活性的变化/蔡克瑕等(厦门大学生物系)//台湾海峡-2000.19(2)-201~203

饵料对花尾胡椒鲷仔鱼消化酶的影响/蔡克瑕等(厦门大学生物系)//海洋学报-2000.22(2)-142~145

花尾胡椒鲷早期发育阶段的摄食与生长特性/张雅芝等(集美大学水产学院)//台湾海峡-2000.19(1)-27~34

氨对真鲷幼鱼生长的危害/马爱军等(中国水产科学研究院黄海水产研究所)//海洋科学-2000.24(1)-14~15

真鲷的生长和生态转换效率及主要影响因素/孙耀等(中国水产科学院黄海水产研究所)//上海水产大学学报

-2000.9(3)-204~208

真鲷(*Pagrosomus major*)杆状病毒超微结构与细胞病理学初步研究/姜明等(青岛海洋大学测试中心)//黄渤海海洋-2000.18(1)-49~54

微生物多肽对黑鲷免疫和生长的促进作用/刘清海等(山东大学微生物技术国家重点实验室)//海洋科学-2000.24(5)-11~13

平鲷 *Rhabdosargus sarba* (Forsk.) 幼鱼耗氧率的初步研究/丁彦文,李加儿(中国水产科学研究院南海水产研究所)

//湛江海洋大学学报-2000.20(3)-8~11

真鲷营养需要量及饲料添加剂(上)/李丽等(河北大学生命科学学院)//科学养鱼-2000.(3)-38~39

花鲈种质资源的研究进展/楼东等(青岛海洋大学海洋渔业系)//浙江海洋学院学报(自然科学版)-2000.19(2)-162~167

花鲈配合饲料中鱼粉与豆粕适宜比例的研究/潘勇等(大连水产学院养殖系)//大连水产学院学报-2000.15(3)-157~163

水库网箱养殖暗纹东方鲀技术初报/邹卫华(武汉水产部中科院水库渔业研究所)//内陆水产-2000.(9)-33

牙鲆出血性败血病原的初步研究/郭青等(湛江海洋大学水产学院)//湛江海洋大学学报-2000.20(1)-9~14

河鲀之分类及有关知识/宋薰华//养鱼世界-1999.(11)-19~26;1999.(12)-67~74

暗纹东方鲀仔鱼早期发育阶段摄食和行为的初步研究/鲍宝龙等(上海水产大学渔业学院)//水产科技情报-2000.27(6)-265~269

养殖暗纹东方鲀鱼体粗蛋白与氨基酸的分析研究/沈美芳等(江苏省淡水水产研究所)//饲料研究-2000.(8)-5~7

国外开发使用的特殊饲料添加剂/友光//饲料研究-2000.(8)-7

从患红斑病的河鲀体内检出的两种细菌/王广和等(江苏省海安县卫生防疫站)//水利渔业-2000.20(1)-36

pH 影响暗纹东方鲀蛋白酶活性的研究/殷宁等(南京师范大学生命科学学院)//淡水渔业-2000.30(5)-21~22

生殖期河鲀卵巢肝脏变化规律的研究/韦众、鲍传和(安徽农业大学畜牧水产学院)//淡水渔业-2000.30(4)-42~43

野生与养殖暗纹东方鲀肌肉中矿物元素的组成分析/顾曙余等(南京师范大学生命科学学院)//水产养殖

-2000.(4)-30~31

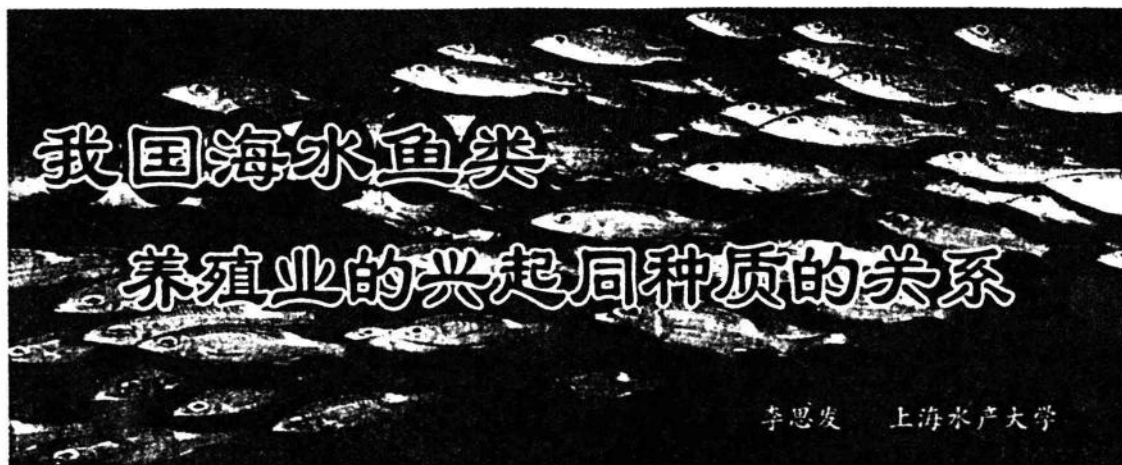
河鲀鱼犯错误饲料的选择和加工/张洪亮(舟山海洋渔业公司)//海洋渔业-2000.(4)-172~173

池塘养成虎河鲀种鱼采卵技术之开发/王映文//养鱼世界-2000.(5)-83~88

大黄鱼性早熟问题的研究 I. 网箱养殖鱼性腺发育状况/方永强等(国家海洋第三海洋研究所)//台湾海峡-2000.19(3)-354~359

大黄鱼性早熟问题的研究 II. 不同药物对性早熟的影响/方永强等(国家海洋第三海洋研究所)//台湾海峡-2000.19(4)-494~497

一种简易实用的活鱼运输方法——巨型尼龙袋充氧运输活鱼初探/李寒松(陕西省安康地区鱼种场)//中国水产-2000.(11)-50~51



我国海水鱼类

养殖业的兴起同种质的关系

李思发 上海水产大学

我国海水鱼类养殖业刚刚兴起,初步形成了北方以鲆类为主,南方以大黄鱼、石斑鱼为主的格局。某些地区十分火爆,无鱼可捕的渔民、渴望调整产业致富的农民、持款寻找新投资领域的企业家……纷纷卷进。预期在 21 世纪早期将形成可观的新兴产业。

一个优良种质,可以带来一个新产业,产生上百万吨的产量和相关的社会效益(就业和生活水平)及经济效益;而一个劣种,则可能败坏一个产业,并带来一系列社会及经济问题。淡水养殖业和海水养殖业里的养虾业和养贝业在这一方面既有成功经验,也有挫折教训。种苗是发展养殖业的先行官,量和质须并进。针对往往被忽视的种质问题,本文拟就这一问题呼吁各界的重视,期盼我国海水养殖业及时走上健康轨道。

1. 国内外发展趋势

自改革开放以来,人民物质生活和文化生活水平迅速提高,对水产品的要求已不再满足于数量,而越来越追求花样和质量。越来越多的野生种类正变成养殖对象。水产增养殖种类由 60 年代的 10 多种鱼类,数种贝类,数种藻类,增加到目前的 60 余种鱼类,10 余种贝类,10 余种虾蟹类,10 余种藻类。但在浩瀚的水生生物资源中,已被利用于养殖的极少。就鱼类来说,已养殖利用的种类数在全世界仅 166 种,占全世界鱼类种数的 0.7%,所以,有待开发利用于养殖的种类大有所在。丰富的水生生物多样性是我国过去成为世界养殖大国的物质基础,但种质资源远未有效利用。如果这一潜力被发掘和利用,将为我国和全世界人类在 21 世纪对食物和医药制品的不断增长的需求作出巨大贡献。

我国是世界上生物多样性最丰富的国家之一。如鱼类,世界海洋有 11967 种,我国有 3248 种,占 27%;世界淡水鱼类有 9966 种,我国有 800 多种,占 8%。丰富的水产生物多样性,是我国成为世界水产大国的物质基础。

80 年代末以来,我国新种类(品种)养殖迅猛崛起。对虾、扇贝养殖业先后大发展,打破了藻类和传统贝类在海水养殖上的垄断局面,并带动了相关的

饲料、加工及营销企业;随后,大黄鱼和牙鲆等也从传统的海洋捕捞对象变成养殖对象。然而,在短短的数年里,这些养殖新对象就已普遍出现了病害繁多、生长减慢、性成熟提前等严重情况。尤其是对虾、扇贝病的大面积暴发,使养殖生产及相关产业遭受严重挫折。而某些外来种的盲目引进,已使我国某些优良物种灭迹。

日本海洋栽培渔业发达。放流种类有鱼类 33 种、甲壳类 13 种、贝类 24 种,其他 8 种。主要为鲑、牙鲆、真鲷、斑节对虾、梭子蟹、蛤蜊及帆立贝等。鲑鱼的年放流量达 20 亿尾,耗资 100 亿日元,而回报为 500~800 亿日元;牙鲆年放流量约 2300 万尾;近年来海胆种苗生产与放流也逐年增长。但日本对水产种质的研究比较薄弱,放流鱼的遗传多样性的变化,其对野生鱼的基因的影响,亦被忽视。

挪威在大西洋鲑从海洋野生鱼家化、选育中,使之成为重要养殖产业取得了举世瞩目的成就,1970 年挪威水产养殖产量不足 100 吨,现已达 35 万吨,价值约 12 亿美元。人工选育的品种在养殖场占垄断地位。防病疫苗几乎全部取代了治病的抗菌素。养殖群体对野生群体的遗传影响受到严密的监控。

美国在 1997 年 10 月启动了水产养殖动物的基因组计划,涉及 5 种水产养殖动物。该计划的目标非常明确,就是通过制备 5 种水产养殖动物的 SSLP (simple sequence length polymorphism) 标记,建立遗传连锁图谱,进而把同重要经济性状(生长、抗病及抗逆)相关的数量性状基因定位在遗传连锁图谱上,再设计出数量性状基因的 DNA 分子标记辅助育种的技术路线。该计划的长远目标也设计了上述 5 种水产养殖动物的基因组的全序列分析。发达国家的一些大公司也开展了这方面的研究。

种质是养殖生产的首要物质基础。在这一激烈竞争中,海洋生物资源中优秀种质的鉴定和开发,以及抗病、抗逆育种研究将是海洋生物资源开发利用的关键和基础。

2. 我国海水养鱼业的热潮

(1) 我国海水养殖主要对象变化态势

我国海水养殖主要对象变化态势如表 1 所示。

表 1 我国海水养殖主要对象变化势态

时期	养殖特点
50年代	海带人工育苗和养殖技术突破
60年代	紫菜人工育苗和养殖技术突破
70年代	贻贝育苗和养殖技术
80年代	对虾工厂化育苗,扇贝引入并形成产业
90年代	鱼类工厂化育苗
21世纪初	鱼类

海水鱼类养殖长期落后于藻类、贝类及虾类养殖,但从20世纪90年代以来进展迅速,养殖规模越来越大,以网箱养殖为主的海基型养殖,和以水循环及水质控制为特色的养殖工厂为主的陆基型养殖,有了长足的发展;养殖种类越来越多,大黄鱼、牙鲆、大菱鲆及花鲈等人工繁殖和育苗技术先后突破,但鲷鱼类、石斑鱼类等种类的人工繁殖和苗种批量培育尚有许多难关,多数优良种类的苗种供不应求。在海洋鱼类资源枯竭,渔场面积收缩,海产鱼类日显短缺,而人们生活水平不断提高的情况下,海水鱼类养殖将成为我国21世纪海水养殖业的主要热点,乃至海洋产业的主要支柱之一。

(2)越来越多的海水鱼类从捕捞对象变成养殖对象

迄今我国海水养殖鱼类有20多种,其中有一定规模的种类仅十来种,如表2所示。

表 2 我国已具一定规模的海水养殖鱼类

名称		种质来源	
中名	学名	本国种	引进种
大黄鱼	<i>Pseudosciaenops crocea</i>	*	
2.花鲈	<i>Lateolabrax japonicus</i>	*	
3.牙鲆	<i>Paralichthys olivaceus</i>	*	
4.大菱鲆	<i>Scophthalmus maximus</i>		*
5.石斑鱼*	<i>Epinephelus</i> spp.	*	
6.尖吻鲈	<i>Lates calcarifer</i>		*
7.真鲷类*	<i>Pagrus</i> spp.	*	
8.笛鯛类*	<i>Lutjanus</i> spp.	*	
9.鰾鯛类*	<i>Acanthopagrus</i> <i>latus</i>	*	
10.鰺	<i>Mugil cephalus</i>	*	
11.梭鱼	<i>Liza</i> <i>larnatochoila</i>	*	
12.遮目鱼	<i>Chanos chanos</i>	*	
13.美国红鱼	<i>Sciaenops ocellatus</i>		*

* 包括许多种,不一一罗列

同我国的台湾省相比,在海水鱼类养殖种类方面,台湾养殖的多达30种,他们的繁殖和育苗技术均已不同程度地解决,大陆方面尚有较大差距。许多优良养殖种类(如几种石斑鱼、军曹鱼等)的自繁自给率严重不足,不得不依靠进口。大陆海岸线较长,南北跨度较大,种质资源更丰富,理应能发展更多更好的海水鱼类养殖。表3是台湾省养殖的海水鱼类,供参考。

表 3 台湾省养殖的海水鱼类

学名	大陆名	台湾名
1. <i>Epinephelus akaara</i>	赤点石斑	红点石斑
2. <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	棕点石斑鱼	老虎斑
3. <i>Epinephelus lanceolatus</i>	紫点石斑鱼,鞍带石斑鱼	龙胆
4. <i>Epinephelus malabaricus</i>	点带石斑鱼	石斑
5. <i>Oplegnathus fasciatus</i>	条石斑	黑点石斑
6. <i>Lethrinops</i> spp.	龙占面鱼	龙占面鱼
7. <i>Lethrinus</i> spp.	裸颊鲷	青嘴龙占
8. <i>Plectrochinchus cinctus</i>	花尾胡椒鲷	厚唇石斑
9. <i>Scatophagus argus</i>	金钱鱼	黑星银鱼
10. <i>Acanthopagrus latus</i>	黄鳍鲷	黄鳍鲷,乌宗
11. <i>Acanthopagrus schlegelii</i>	黑鳍鲷	黑鲷
12. <i>Siganus fuscus</i>	褐篮子鱼	臭鲷
13. <i>Marine trout</i>		海鲷
14. <i>Limanda herzensteini</i>	郭氏黄盖鲷	比目鱼
15. <i>Pomadasys kaakan</i>	点石斑	石斑星斑
16. <i>Lutjanus stellatus</i>	星点面鲷	白星面鲷
17. <i>Chanos chanos</i>	遮目鱼	遮目鱼
18. <i>Larimichthys crocea</i>	大黄鱼	黄花鱼
19. <i>Seriola dumerili</i>	杜氏鲷,高体鲷	红甘鱼
20. <i>Trachinotus blochii</i>	布氏鲷	红衫
21. <i>Polydactylus plebius</i>	多指马鲛	午仔
22. <i>Platax teira</i>	燕鱼	尖吻燕鱼
23. <i>Lutjanus argentimaculatus</i>	紫点面鲷	银点面鲷
24. <i>Lutjanus erythropterus</i>	红鳍面鲷	赤鳍面鲷
25. <i>Erynnis cardinalis</i>	长尾侧金鲷	真鲷
26. <i>Mugil cephalus</i>	鰺	乌鱼
27. <i>Lateolabrax japonicus</i>	花鲈	七星鲈
28. <i>Rachycentron canadum</i>	军曹鱼	海鲷
29. <i>Rhabdosargus sarba</i>	平鲷	黄嘴鲷
30. <i>Takifugu pardalis</i>	豹纹东方鲀	虎河鲀

据FAO(1997年)统计,全世界养殖的海水鱼类已在100种以上,其中产量超过1000吨的如表4所示。应当指出,许多新养殖对象可能尚未上报FAO而未能统计。

3. 种质研究和生产存在问题

(1)基础研究落后

几十年来,我国科技工作者对主要海洋经济动植物的渔业生物学、繁殖生物学及养殖生物学进行了大量研究,为捕捞生产和养殖生产提供了丰富依据,但对海洋生物种质遗传学的基础研究十分薄弱。在种质资源调查、种质鉴定技术及种质资源库的建立等方面严重滞后。例如,到1997年底,我国已研究和报道的鱼类染色体组型多达307种,其中海水鱼类仅有的50种,对如此重要的大黄鱼的染色体组型竟无报道。

(2)养殖种类全是没有选育的野生种

(3)驯养后退化现象迅速出现

如大黄鱼,原为我国海洋主捕四大对象之一。我国70年代年产量在12万吨左右,后资源枯竭,现已成珍稀鱼类。为挽救这一著名鱼类,1985年人工育苗成功,1987年人工培育亲鱼和催产成功,1997年育苗量达1.1亿尾,网箱养殖规模约5万只。可以认为,这一传统捕捞对象变成养殖对象的技术已基本成熟。但另一方面,在从野生种到养殖种的过程中,种质衰退迅速地突出出来,必须及时予以研究解决。

4. 解决种质问题的途径

(1)大力加强良种的人工选育,创造新的优异

表 4 全世界海水养鱼产量超过 1000 吨的种类

学名	中名	产量(1997 年,吨)		备注
		海水养殖	淡水养殖	
1. <i>Oreochromis mossambicus</i>	莫桑比克罗非鱼		32102	
2. <i>O. niloticus</i>	尼罗罗非鱼		29708	
3. <i>O. steichthys</i>			1358846	
4. <i>Oncorhynchus kisutch</i>	银大麻哈鱼	88431		淡水 712169 吨
5. <i>O. mykiss</i>	虹鳟	112307	13421	淡水 48374 吨
6. <i>O. tshawytscha</i>	大麻哈鱼		9424	
7. <i>Salmo salar</i>	大西洋鲑	9621	8302	
8. <i>Chanos chanos</i>	鳊鱼	976	345854	
9. <i>Lates calcarifer</i>	尖吻鲈	255	15839	
10. <i>Paralichthys Olivaceus</i>	牙鲆	34857		
11. <i>Psetta maxima</i>	庸鲽	2976		
12. <i>Acanthopagrus schiegeli</i>	鲷	16	4021	
13. <i>Dicentrarchus labrax</i>	舌鳎	23887	3293	
14. <i>Dapp</i>	鳎		6694	
15. <i>Epinephelus spp</i>	石斑鱼		3033	
16. <i>Lutjanus argentimaculatus</i>	紫红笛鲷	266	1392	
17. <i>Pagrus major</i>	真鲷	81272	154	淡水 4082 吨
18. <i>Sparus aurata</i>	金头鲷	30077	10702	
19. <i>Mugil cephalus</i>	鲻	46	20988	淡水 4582 吨
20. <i>Seriola quinqueradiata</i>	鲷	138536		
21. <i>Thunnus maccoyii</i>	兰鲷金枪鱼	2089		
22. <i>Osteichthyes</i>	其它硬骨鱼类		1279459	

种质。

在养殖业,优异种质的主要表型特征是生长快速,或抗病、抗逆力强,或性别可控等。

水产养殖业良种选育方面同农业和畜牧业差距极大。良种在农业增产中的作用是 1/3,在其科技贡献率中的比例是 1/3。粮食及肉类生产完全依靠人工培育的良种,生产上使用的良种平均五年就更新一次。生长速度、肉质、饲料转化率、产奶量、产蛋量大幅度提高,加之许多品种早已达到了较高的专门化和产业化程度,又大大提高了效益。

水产生产同种植业和畜牧业依靠为数不多的人工培育良种相反,水产养殖业现阶段的基本特色是对众多天然原种的驯化利用。以前,我国水产养殖结构的变化,与其说是品种的调整,不如说是种类的增加,即越来越多的野生种未经遗传改良,甚至遗传背景很不清楚就变成了养殖对象。

显然,要建立现代化的海水养鱼业,就必须大力提高种苗科技水平;选育良种乃是必由之路。而良种的育成绝非短期行为所能奏效,必须下决心及早攻关。使传统的育种技术和现代的生物技术结合,有可能在不太长久的时期内选育出新的优异种质。

(2)调查、发掘新的优异种质

我国海洋中生物多样性十分丰富。例如大黄鱼、牙鲆、鲷类种群众多,遗传多样性丰富。如能开展种质资源的调查和评估,相信可以发现优异的种质。同时,要努力保护好天然种质资源。

由于工业污染、水利建设及过度捕捞,水产生物资源不仅在量的方面遭到了前所未有的破坏,而盲目引种、移种,不适当的人工放流放养以及人繁群

体的逃逸则使水产生物资源在质量的方面遭到了深远的影响。在我国,20 世纪下半叶以来,已有 3 种淡水鱼类绝迹,97 种淡水鱼类濒危,更多的遭受遗传污染。我国有些种质或遗传资源出现了急剧的衰退,遗传改良所需的遗传基础不断缩小。他们很可能在人类还没有认识或科学利用前就消失。我国海水地方种类已有因引进种而消失的警示。种质资源一旦破坏或丧失,水产业的持续发展也就失去了物质基础。所以,种质资源的保护和不失时机的开发利用十分迫切。

(3)加强外来种引进工作的管理

引种须严格控制和管理。目前大菱鲆养殖业急剧膨胀,苗种供不应求,亲鱼短缺。各场家争相引种。产地有英国、丹麦、法国、西班牙等;规格有鱼卵、鱼苗、鱼种及成鱼等;连香港市场上的

商品鱼也被当做亲鱼买进。如此下去,我国大菱鲆养殖业的种质将很快乱杂。

(4)搞好水产种苗基地建设

1991 年农业部成立了全国水产原、良种审定委员会。在加强淡水养殖鱼类苗种生产的良种化、规格化、制度化和科学化等方面做了大量工作。先后制定了《水产种苗管理办法》、《淡水养殖鱼类原、良种场建设要点》、《水产原、良种审定办法》、《水产原、良种审定标准》等文件,使原、良种生产初步有章可循;1991-1995 年间批准了 26 个水产原良种场,1998 年批准了近 40 个储备项目,最近又批准了 5 个项目。至今已有 14 个原、良种场验收。还审定和公布了淡、海水养殖品种共 40 个。海水鱼类方面相对落后,迄今尚无国家级原、良种场,省级的也不多,有待加紧建设。

(5)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

经过多年的科技攻关的积累,我国已初步建立了淡水鱼、蟹、鳖类从形态、养殖性能、细胞遗传标志、到分子遗传的一整套种质鉴定技术。又经过 1991-1995 年淡水养殖鱼类种质标准参数研究,对青鱼、草鱼、鲢、鳙、团头鲂、鲤、鲫、镜鲤、尼罗罗非鱼、奥利亚罗非鱼等鱼类的种质标准参数作了进一步的系统研究。在此基础上制定的青鱼、草鱼、鲢、鳙、尼罗罗非鱼国家标准已颁布,中华绒螯蟹、中华鳖等的种质标准也在制定中。有关养殖鱼类的种质标准研究方法标准也在制定中。

我国海水养殖鱼类种质检测技术研究和种质标准制定严重滞后。必须尽快研制主要养殖对象的种质鉴定技术,制定种质标准,加强管理。

基因工程技术与我国的海水鱼类养殖*

GENETIC TECHNOLOGY AND CULTURE OF MARINE FISHES IN CHINA

王宏田 张培军

(中国科学院海洋研究所 实验海洋生物学开放研究实验室 青岛 266071)

基因工程应用于海水鱼类的养殖,其主要的目的在于:(1)增加海水鱼的产量,缩短其商品化的周期;(2)增强海水鱼抵抗不利环境的能力,尤其要提高海水鱼的抗病性;(3)鱼类新品种的培育。本文拟就这一技术在鱼类养殖中的应用现状给予概述,并着重介绍对于我国海水鱼类养殖具有潜在应用价值的新技术。

* 国家 863 计划全雄牙鲆遗传育种技术研究资助项目;中国科学院海洋研究所研究报告第 3807 号;实验海洋生物学开放实验室研究报告第 250 号。

收稿日期:1999-01-21;修回日期:1999-06-18

秋风送爽,水温渐降。网箱养殖大黄鱼流行于盛夏的各种细菌性常见病逐渐好转。养殖户纷纷抓住大黄鱼秋季生长黄金季节,恢复正常投饵,加餐加量以期增重增产丰收。但夏秋之交气候多变,前期发病的鱼虽症状大为减轻并基本停止死亡,然而病变器官尚未完全修复痊愈,一旦麻痹大意,掉以轻心,极易造成旧病复发或引起新的病害。现就如何搞好秋季病害防治谈点粗浅看法,以供参考。

一、投饵忌骤增、忌饱食

发病高峰期,采用减餐减量以及长时间停食,对控制饲料变质引起的中毒性病变及继发性细菌病有一定效果。但也会因此而造成鱼体消化功能减退。恢复投饵时应选用优质、新鲜的粉料先行诱食,并坚持少量多餐,逐渐加量的原则。在饲料中添加 0.5% 的鱼肝油、平肝解毒止血散、大黄鱼多维,能有效地预防肝、肾病复发。有的养殖户“求长心切”,一恢复投饵就投量骤增、过度饱食,结果造成肠炎病变或引起旧病复发,欲速则不达。

二、转换饲料要有过渡期

目前网箱养殖大黄鱼的饲料主要有两大类:一是冰、鲜鱼糜,二是人工配合颗粒料。养殖中常常通过转换饲料以达到营养互补,增强体质,这对预防营养性疾病有一定的作用。但在饲料转换时要有一个过渡期,过渡期约为 3~5 天。过渡期逐渐调整两种饲料的比例,如 3:1→2:1→1:1→1:2→1:

3→100%。否则,突然间转换饲料会引起鱼体消化功能紊乱,从而诱发肠炎等疾病,造成不必要的损失。在转换饲料时添加 0.5% 的安定宝、大黄鱼多维、大蒜素有增强消化、吸收,提高抗病力之功效。

三、本尼登虫病的防治

秋季仍为本尼登虫病流行高峰期。该虫繁殖力强、传播快,为本季度危害最大的一种寄生虫病。虫体多寄生于鱼体鳞片之下,初期不易发觉,发现时大多造成烂尾、烂鳍、红眼等损害,并出现死亡。其防治原则为重在预防,贵在坚持,治愈后未坚持预防的短时间内又可复发。防治方法有:淡水浸泡、驱虫药物挂袋和口服。其中以杀虫 1 号(蓝片)挂袋最安全有效,3×3 的网箱对角各挂 2 片(蓝片用网片包扎挂于水下 30 厘米处,下同);3×6 或 4.5×9.0 的,取三点(两边角、一对边中点),每点各挂 2 片;6×6 的 4 个角各挂 2 片。如有烂尾、烂鳍、红眼的,可加挂衣康宝 1 号片剂,用量为蓝片的一半,并内服溃疡灵 5 克/公斤料+大黄鱼多维 10 克/公斤料,加强杀菌消炎,促进伤口愈合,提高疗效。

四、台风期的病害防治

“台风过后病害多”,其原因一是大风浪冲击网箱,造成鱼体应激诱发疾病;二是混流浊浪使网箱区海底污泥残饵浮起,加重局部水体水质恶化,致使放养密度大、网目堵塞,严重的箱鱼发生暴发性缺氧死亡。因此,台风前期应经常投喂大黄鱼多维、鱼虾 5 号(添加量 1%),以提高鱼体的免疫功能和抗应激能力。尾重 150 克以上的大黄鱼要及时分箱稀养,每吨水体放养量控制在 20~30 尾。网箱要勤换勤洗,以防网目堵塞流水不畅,有条件的可安装气泵行箱内充氧。台风过后尚需停食 1~2 天,每吨水体泼洒 0.3 克二氯海因,每天 1 次,连续 3 天。

福建宁德地区水产技术推广站 汪长友
科学养鱼,2000(11):35 邮编 352100

网箱养殖大黄鱼秋季病害防治

1 转基因鱼技术

1985年,朱作言等人将人生长激素基因通过显微注射的方法注射到金鱼的受精卵中,并检测到外源基因已整合到金鱼的基因组中,从而开始了转基因技术在鱼类研究中的应用。后来,许多实验室将不同的目的基因,转移到不同种类的鱼体中,并获得了成功。但是转基因鱼的研究还只是局限于实验室里,并未大规模应用到水产养殖中,这一方面是出于对环境安全的考虑,另一方面是由于转基因技术本身的限制。

将外源基因转移到鱼体中,常用的方法包括显微注射法,电穿孔法,以及精子载附法。

显微注射法是最先采用的转基因方法,被广泛应用并取得了较好的结果。但这一方法操作步骤复杂,而且受到鱼卵受精膜组织结构的限制,因而难以应用于大规模的生产实践当中。相比之下,电穿孔法与精子载附法则更容易推广。

所谓电穿孔法,就是把细胞与外源DNA的混合液置于电极之间,利用一定的电压,按照一定的频率,电击宿主细胞一定的时间,从而瞬间干扰宿主细胞的细胞膜,在不破坏细胞膜的条件下,改变其渗透性,将外源基因导入宿主细胞中。不同的鱼类需要采用不同的实验条件,包括外源基因的浓度、电压、电脉冲频率、处理时间等。

外源基因转移的另一种方法为精子载附法,即把精子与外源基因混合于一定的溶液中,在一定的温度条件下,保留一定的时间,使精子携带有外源基因。当精子与卵子接合后,外源基因便会进入受精卵。鱼类的精、卵结合时,精子的个体(包括头部与尾部鞭毛)全部进入卵细胞中,精子携带外源基因进入卵细胞的机理有3种可能:(1)外源基因粘附在精子膜表面,随同精子一起进入卵细胞核中;(2)外源基因进入精子的细胞核里,与精核一起融入卵细胞核中;(3)上述两种机理同时存在。粘附于精子表面的外源基因,能否穿过卵细胞膜与卵细胞核膜进入卵核,还难以确证。针对斑马鱼所开展的实验证明,外源基因能够进入精子的细胞核,然后随精子一起与卵细胞融合^[1]。

电穿孔法与精子载附法最大的优点在于能够一次处理大批细胞,而且操作工艺简单,因而为转基因鱼技术由实验室走向产业化提供了可能。将两种方法联合使用,能够取得更好的效果。这一新方法的原理是,通过电穿孔法处理精子,改变精子膜的渗透性,可以使更多的精子携带更多的外源基因,因而能够大大提高基因的转移效率^[6]。

外源基因导入鱼卵之后能否表达,将最终决定转基因技术是否达到了预期的效果。外源基因进入到鱼类的卵细胞后,如果没有整合到鱼卵本身的基因组中,将很容易被卵细胞质中的核酸酶所降解,从而丧失其功能。只有那些整合到鱼卵基因组中的外源基因,才有可能表达。但并不是外源基因整合得越多越好。只有合适的整合位点和正确整合方向的外源基因能够表达,不正确的表达或过量表达会扰乱鱼胚胎的正常发育系统,导致鱼胚胎出现畸形、死亡。另外,外源基因与受体基因组的整合是随机和无方向性的,其频繁的掺入也势必造成宿主细胞染色体的损伤,即所谓的“毒性整合”。因此,外源基因导入鱼卵细胞后,如何使这些基因能够正确地表达出来,是一个亟待解决的复杂问题,有关研究虽然已取得了一些进展,但至今未获突破。

外源基因导入宿主细胞后,是否已整合进宿主细胞的基因组中,以及这些基因是否能够表达,都可以通过分子生物学常用的实验方法加以检测。这些检测手段通常包括PCR、点杂交、Northern-Blot杂交、原位杂交、Southern杂交、Western印迹法检测、免疫组化染色等,有时可以将两种或两种以上的方法结合起来应用,产生新的方法,如PCR与原位杂交细胞化学结合法。上述方法都可以在有关分子生物学实验的手册中查到,这里不再一一赘述。现在,世界上用于转海水鱼的比较常见的外源基因包括生长激素基因与抗冻基因。前者可以促进鱼的生长,后者可以帮助鱼抵抗寒冷的水温环境。现在虽然已有许多物种的生长激素基因被分离克隆,但作者认为使用鱼的生长激素基因更适宜。因为从理论上讲,低等动物的生长激素不会作用于高等动物,因此,使用鱼生长激素基因,即使鱼体内的生长激素含量增高,也不会因为长期食用而对人体产生副作用,这样会对人更安全些。但更严格的研究论证仍是必要的。对于我国北方的海水鱼养殖业而言,鱼的越冬问题颇为棘手,研制抗冻基因鱼很可能有利于这一问题的解决。

转基因鱼之所以没有能够形成产业化,除了技术因素的制约以外,还有对于环境安全的考虑。这种考虑基于以下两点:(1)转基因鱼的异常表型,有可能破坏现存生物界,尤其是海洋环境中各种生物的生态平衡,造成对于食物链及各级生产力的破坏,并最终影响到人类自身的生存与发展;(2)转基因鱼一旦进入自然环境中,与自然种群的海水鱼杂交,有可能改变自然界原有的生物基因组成——我们姑且将这种现象称之为“基因污染”,这种污染所形成的后果,作者尚难以把握。对于上述忧虑的一个行之有效的解决办法,是将转基因鱼限制在一定的饲养区域内,严防其外逸;转基因食物对人体的安

全问题,正引起人们的广泛关注,对这一问题的忧虑,同样阻碍了转基因技术的大规模应用。

2 基因工程技术在鱼类饵料中的应用

实验表明,通过浸泡、注射、投喂等方法,将外源生长激素引入鱼体,增加鱼体中生长激素的含量,能够有效地促进鱼的生长^[1]。在这些方法当中,最适合进行大规模应用的,是将外源生长激素混合到饵料中,然后进行投喂。若生长激素直接从鱼的脑垂体中提取获得,将需要大量的鱼,这对于生产实践而言是不现实的。利用基因工程技术,将外源生长激素基因导入大肠杆菌等工程菌中,使这些基因在其中表达产生出生长激素,将使生长激素的应用成为可能。投喂过程中存在的一个问题是,由于生长激素易被海水鱼的胃蛋白酶及胆汁破坏,从而降低了生长激素的生理功能。对这一问题的解决,可以采取用保护剂包埋的方法,将生长激素保护起来。另一种方法是把酵母菌作为载体,将生长激素基因转移到酵母菌中表达。这样做的优点是:一方面酵母菌是一种很好的鱼类饵料添加剂,另一方面,酵母菌的细胞壁能够起到保护剂的作用,防止生长激素在鱼的胃中被降解。但一个新的问题需要解决:被保护的生长激素随酵母菌或保护剂进入鱼的后肠之后,能否被吸收利用?其被利用的效率如何?这些问题还待于进一步实验研究。

3 基因工程疫苗的研制

海水鱼类在其生长发育的过程中,会受到各种疾病的困扰^[2]。随着海洋生态环境污染的加剧,这一问题会日趋严重。对这一问题的解决,一方面需要加强环境保护,改善鱼类生活的宏观环境;另一方面需要设法增强鱼本身抵抗疾病的能力,改善鱼体自身的微环境。

鱼类虽然是低等的脊椎动物,但它仍然具有较完善的免疫系统,具有类似哺乳动物的T淋巴细胞和B淋巴细胞^[3],这就为鱼类疫苗的应用提供了理论支持。利用基因工程技术生产疫苗是一种颇为有效的方法。现在已有多种鱼基因工程疫苗投放市场,而我国海水鱼养殖界在这方面的研究相对比较迟缓,今后有必要加大研究力度。

研制鱼用基因工程疫苗的时候,通常从两个方面着手:一是分离具有免疫原性的蛋白进行重组,二是改造致病基因,保持抗原性基因。这些技术已经比较成熟。以下两种新技术的应用,也许会给我们提供新的研究思路。

新技术之一是DNA免疫技术^[4],即用编码抗原蛋

白的质粒DNA进行免疫,可诱导抗体免疫应答和细胞介导的免疫应答。与其他免疫途径相比,DNA免疫具有显著的优点:(1)DNA接种载体(如质粒)的结构简单,提纯质粒DNA工艺较为简便;(2)将多种质粒DNA简便地混合,就可将生化特性类似的抗原(来源于相同病原菌的不同菌株),或将一种病原体的多种不同抗原结合成一种疫苗,从而增加了疫苗生产的灵活性;(3)DNA疫苗是热稳定性的,可冻干保存,在盐溶液中又可恢复原有的活性,因而便于运输和保存;(4)便于接种,一次免疫能产生持久的免疫保护。

基于上述优点,DNA免疫日益受到人们的重视,在小鼠、牛和其他动物体开展了很多研究。对这一技术尽管还存在有许多担心,但迄今没有证据表明在动物模型系统中有与DNA免疫有关的有害系统效应。如果将这一技术应用于海水鱼的免疫中,可以预料同样能够取得较好的效果。

另一种新技术是通过转基因植物生产动物疫苗^[5]。虽然植物不能识别动物基因转录的起始、终止和加工信号,然而用cDNA代替基因组编码序列,在植物中有作用的启动子和终止子调节下,来自动物的cDNA可以在植物中有效地表达。近几年来,这一研究在陆生植物中正被广泛开展,在转基因植物中已成功地表达了多种动物基因。在海洋藻类基因工程中,这一技术同样具有潜力。与传统的重组疫苗生产系统(如动物病毒、细菌等)相比,用海藻生产鱼类基因工程疫苗有很多优点:(1)筛选出高效表达的海藻后,只需增加栽培面积就可大规模生产;(2)将含有基因工程疫苗的海藻制成饵料,直接投喂鱼类,使用起来安全、方便;(3)能够极大地降低生产成本。

海水鱼基因工程疫苗的研制,对增强鱼类抵抗各种疾病的侵扰具有重要意义。我国水产界在这一领域的研究与应用中正面临新的机遇与挑战。

4 生物技术与我国的海水鱼养殖存在的难题和可能的解决办法

在历经了海藻、对虾、扇贝的养殖浪潮之后,海水鱼的养殖形成我国水产养殖的第四次浪潮。然而海水鱼养殖业的发展,依然面临着一些有待克服的难题。

在我国,主要的海水经济鱼类包括真鲷、黑鲷和牙鲆等,产品种类少,市场就容易趋向饱和,竞争就会加剧。要解决这一问题,只有增加海水鱼的养殖种类。一方面,需要引进新的养殖品种,实现更多海洋珍稀鱼类的人工养殖(这样做的时候,也会有利于保护海洋渔业

资源);另一方面,作者可以采用基因工程、细胞工程等现代生物技术,培育新的品种。在这一目标的实现过程中,可能会碰到一些新的理论问题,对于这些问题的解决,能够加深我们对生物基础理论的理解。

通常而言,经济类海水鱼从仔鱼到长成为可以出售的商品鱼,大约需要一年半左右的时间,这对我国北方养鱼者而言,涉及到海水鱼越冬的问题。海水鱼在冬季生长缓慢,甚至停止生长,如果采用加温技术,需要额外的设施与燃料消耗,无论如何都将提高养殖的成本。利用转基因技术,将抗冻基因转移到海水鱼中,增强这些鱼的抵抗寒冷的能力,将有助于这一问题的缓解。同时利用转生长激素基因等手段,提高鱼的生长速度,缩短其生长周期,也是一条有效的解决途径。

除了经济效益的影响外,鱼类的病害问题也成为海水鱼养殖的制约因素。基因工程疫苗和其他疫苗的应用,是一条有效的解决途径,但不是唯一的途径。海水鱼体内含有一种抗菌肽,能够增强鱼类抵抗病害的能力,如果能够将这种抗菌肽基因分离与克隆,再导入海水鱼体内,可能是一条同样有效的增强抗病能力的途

径。科研人员已从其他动物(包括无脊椎动物)的体内分离出能够增强动物抵抗力的多肽类物质,并且已分离出产生这种多肽的基因。如果将这类基因序列连接上适当的启动子,导入鱼体,也许会收到同样满意的效果。

将生物工程技术引入传统的水产养殖中,已经成为必然的发展趋势。在应用现有的生物技术的同时,还应当更加有效地开展研究工作,以开创新的,具有海洋特色的生物技术。

参考文献 海洋科学,2000,24(1):18-21

- 1 徐斌、张培军、李德尚. 鱼类生长激素的分子生物学和应用研究的进展. 海洋与湖沼, 1997, 28(5): 553-557
- 2 黄琪琰. 中国水产动物疾病学研究进展. 水产学报, 1996, 20(1): 51-57
- 3 聂品. 水产学报, 1997, 21(1): 69-73
- 4 王颖. 生物技术通报, 1997, 6: 19-23
- 5 范国昌、山松、钱凯先、沈桂芳. 遗传, 1998, 20(1): 42-44
- 6 Jawahar. G. Pail, and Hong Woo Khoo. J. Expt. Zool. 1996, 274: 121-129

治愈暗纹东方鲀越冬水霉病

暗纹东方鲀当年6、7月份放苗,至11月份由室外池移入越冬池。做好越冬期间疾病防治,提高越冬成活率,是养殖河鲀成败关键因素。在越冬期间,尤其以水霉病危害最大。笔者所在养殖公司,在11月份中旬将两池河鲀移入越冬池,发现河鲀体表均不同程度感染水霉。由于防治及时,措施得力,有效地治疗了水霉病。现把水霉病防治技术总结如下:

一、暗纹东方鲀水霉病发生原因

1. 进入11月份,当外界水温降低至20℃以下,水霉菌大量繁殖。若河鲀池口未采取保温措施,河鲀易诱发水霉病。
2. 由于拉网、运输、放养造成暗纹东方鲀鳍条间组织破裂、充血,以及相互之间咬伤为水霉菌打开寄生大门。
3. 有寄生虫病史,如锚头鳋寄生鱼体则易发病。

二、暗纹东方鲀水霉病病原及其症状、危害

1. 病原 病原体主要是水霉属和绵霉属。
2. 症状及病变 肤霉对鱼体寄生为继发性感染。霉菌初寄生时,肉眼看不出异状,当肉眼看到时,菌丝已在鱼体伤口侵入,向内外生长。外菌丝向外生长成棉毛状物,附着鱼体上的菌丝短象附着小块旧棉絮。由于水霉分解组织,使鱼体受刺激而急躁不安、行动异常,体表分泌大量粘液,患病鱼体伤口处腐烂加剧,且因负担过重,食欲减退,极度消瘦,失去平衡而死亡。此病危害大,死亡率高达90%以上,各种年龄的河鲀都可感染,特别在密养的越冬

池内最易发病。

三、暗纹东方鲀水霉病防治方法

1. 在进入越冬池前,切忌进行拉网锻炼。减少鱼体咬伤机会。
2. 在拉网、运输、放养过程中,动作要轻而快,尽量避免鱼体受伤。鱼种放养时用3%-4%食盐水浸洗15-30分钟。
3. 河鲀放入越冬池后,立即用0.3mg/L孔雀石绿全池泼洒,有一定疗效。
4. 越冬池用400mg/L食盐和小苏打泼洒,不仅抑制水霉效果良好,而且能促进鱼体伤口愈合。
5. 调节好越冬池温度,有条件可保持水温在25℃以上,连续3-4天水霉菌即可脱落。
6. 发现病鱼及时捞出隔离,用1%孔雀石绿软膏涂抹伤口。每天连续两遍,连续三天,伤口即可愈合。



江苏淮阴鑫源特种水产养殖有限公司

朱广祥 王成红

电话 (0517)3940510-3670

邮编 223300

海水和半咸水主要养殖鱼类 对营养物质的需要

王吉桥

(大连水产学院 养殖系, 辽宁 大连 116023)

摘要:综述了国内外有关尖吻鲈 (*Lates calcarifer*)、石斑鱼 (*Epinephelus* sp.)、遮目鱼 (*Chanos chanos* Forsskal)、蓝子鱼 (*Giganus* sp.) 和鲈类等主要养殖鱼类对蛋白质、脂类、维生素和矿物质等的需要量, 为科学配制饲料提供理论依据。

关键词:海水鱼类; 营养; 饲料

中图分类号: S963.16

文献标识码: A

目前, 蓬勃兴起的海水鱼类养殖多以鲜冻杂鱼拌加维生素和矿物盐为食, 成熟的配合饲料很少, 且价格昂贵, 应用不广。制约海水鱼类配合饲料发展的因素很多, 其中对海水鱼类对营养物质的需要量知之甚少是个重要原因。在本研究中作者综述了近年国内外海水和半咸水主要养殖鱼类对主要营养物质的需求量资料。

1 蛋白质和氨基酸

多数研究认为, 海水和半咸水主要养殖鱼类对饲料蛋白质的最适需要量变化在 45%~55% 之间 (表 1)^[1-16]。表 1 表明, 相近规格的鱼中, 肉食性鱼类对蛋白质的需要量比杂食性鱼类高, 更比草食性鱼类高 (草鱼为 23%~28%)^[17]; 同种鱼, 稚鱼对蛋白质的需要量高于幼鱼, 更高于食用鱼; 网箱或工厂化养殖同种鱼对蛋白质的需要量又高于土池塘粗养或半精养, 因为天然饵料起的作用不同^[18]。

在遮目鱼 (*Chanos chanos* Forsskal) 所需要的 10 种必需氨基酸中, 亮氨酸、赖氨酸和精氨酸可能是最主要的限制性氨基酸 (表 2)^[19-24]。同其它鱼类相比, 遮目鱼对苏氨酸、支链氨基酸 (亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸) 需要量高, 对赖氨酸需要量低, 对精氨酸、赖氨酸和组氨酸的需要量与其它鱼相近 (表 3), 这与其肌肉中氨基酸含量相一致。遮目鱼种 (60~475 g/尾) 对白明胶蛋白的消化率 (94%~99%) 最高, 对豆粉和鱼粉 (55%~70%) 次之, 对植物叶粉 (31%~39%) 最低^[25]。平均体重 68.2 g 的鲈对蛋氨酸和赖氨酸的需要量分别为干饲料的 1.11% 和 1.78%, 与莫桑比克罗非鱼和狼鲈相似, 而低于斑点叉尾鲷和尼罗罗非鱼^[26-27]。

收稿日期: 1999-10-25

作者简介: 王吉桥 (1950-), 男, 教授。

表 1 几种主要海水和半咸水养殖鱼类饲料蛋白质的最适含量

种 类	规 格 (g·尾 ⁻¹)	最适蛋白 质含量 w/%	资 料 来 源
尖吻鲈 <i>Lates calcarifer</i>	7.47	50	Sakaras 等 ^[1]
	食用鱼	40~45	Wong 和 Chou ^[2]
	0.29~4.64	40~50(池塘)	Erlinda 和 Ganzon-Naret(引自文献[3])
巨石斑鱼 <i>Epinephelus tauvina</i>	20.00~70.00	47~60	Boonyaratpalin ^[4]
	65.00~170.00	40	Boonyaratpalin ^[4]
蛙形石斑鱼 <i>Epinephelus salmonoides</i>	1.50	54	引自梁旭方 ^[5]
遮目鱼 <i>Chanos chanos</i>	0.04	40	Lim 等 ^[6]
	0.01~0.035	52~60	Boonyaratpalin ^[4]
	2.00~8.00	42.8	Coloso 等 ^[7]
点篮子鱼 <i>Siganus guttatus</i>	幼鱼	40	Parazo ^[8,9]
鲷鱼 <i>Seriola quinqueradiata</i>	鱼苗	55	Shepherd 和 Bromage ^[10]
	鱼种	45~50	李爱杰 ^[11]
	食用鱼	40~45	李爱杰 ^[11]
真鲷 <i>Pagrosomus major</i>	幼鱼	45	李爱杰 ^[11]
	幼鱼	50.19	刘镜格等 ^[12]
	幼鱼—食用鱼	45~55	Shepherd 和 Bromage ^[10]
黑鲷 <i>Sparus macrocephalus</i>	幼鱼	45	李爱杰 ^[11]
	食用鱼	40	李爱杰 ^[11]
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	1.24~1.56	52.78	张显娟等 ^[13]
大菱鲆 <i>Scophthalmus maximus</i>	鱼种—食用鱼	50~46	Danielessen 和 Hjertrnes ^[14]
鳎 <i>Pleuronectes platessal</i>		50	Cowey 等 ^[15]
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	25~35	43	孙伯伦等 ^[16]
	2.10	43.3 [*]	引自梁旭方 ^[5]
	98.00	45	引自梁旭方 ^[5]
	237.00	40	引自梁旭方 ^[5]
条纹狼鲈 <i>Morone saxatilis</i>	1.40	57	引自梁旭方 ^[5]
	9.00~16.00	52	引自梁旭方 ^[5]
眼斑拟石首鱼 <i>Sciaenops ocellatus</i>	35.00	37(加卤虫)	孙伯伦等 ^[16]

2 脂肪和脂肪酸

几种海水和半咸水主要养殖鱼类对脂类的最适需要量多在 10%~13% 之间。在相同条件下,海水鱼类的脂类需要量略高于半咸水鱼类;同种鱼在相近条件下,对脂类的需要量随规格的增大而逐渐减少。

鱼类对脂类的需要量与饲料中其它成分的种类、数量和比例有关。

(1)脂类与蛋白质 每尾重 9~62 g 的尖吻鲈摄食含脂类 16.9%、鱼粉 60% 的饲料时,饲料系数(0.89)与摄食含鱼粉 20%、脂类 13.4% 的相近^[28]。当饲料粗蛋白含量在 45% 和 50% 时,尖吻鲈鱼种的最适脂类需要量分别为 18% 和 15%^[1,29]。

(2)脂类与其来源 尖吻鲈鱼苗摄食含 4.5% 鳕肝油加 4.5% 豆油的饲料时比单一油类生长快,成活率高;单一喂椰子油的效果最差。由于亚油酸和亚麻酸能有效地促进遮目鱼苗种的生长和成活,因此,鳕肝油(富含亚麻酸)和玉米油(富含亚油酸)是遮目鱼的良好脂源。而乌贼肝油(富含 n-3 高度不饱和脂肪酸, HUFA)则是海水鱼的良好脂源。

表2 遮目鱼肌肉中的氨基酸组成和对氨基酸的适宜需要量

氨基酸	氨基酸需要量		肌肉氨基酸组成 ¹⁾	
	g/kg 蛋白	资料来源	g/kg 蛋白	A/E ²⁾
精氨酸	52.5(2.10/40) ³⁾	Borlong ^[19]	62.3	12.4
组氨酸	20.0(0.8/40)	Borlong 和 Coloso ^[20]	25.0	4.95
异亮氨酸	40.0(1.80/45)	Borlong 和 Coloso ^[20]	44.0	8.73
亮氨酸	51.0(2.3/45)	Borlong 和 Benitez ^[21]	79.4	15.8
赖氨酸	40.0(2.0/50)	Borlong 和 Coloso ^[20]	79.0	15.6
蛋+胱	25.0(1.0/40)和 7.5(0.3/40)	Sastrillo 和 Chiu - chen ^[22]	23.0 + 11.4 ⁴⁾	4.58 + 2.25
蛋+胱	27.0(0.98/36)和 7.8(0.28/36)	Sastrillo 和 Chiu - chen ^[22]		
蛋+胱	15.0(0.54/36)和 41.0(1.48/36)	Borlongan ^[23]		
苯+酪	42.2(1.90/45)和 10.0(0.45/45)	Borlongan ^[23]	43.5 + 30.6 ⁴⁾	8.62 + 6.08
苯+酪	28.0(1.26/45)和 26.6(1.20/45)	Borlongan ^[23]		
苏氨酸	45.0(1.80/40)	Coloso 等 ^[24]	46.9	9.31
色氨酸	6.3(0.31/49)	Borlongan 和 Coloso ^[20]	10.6	2.11
缬氨酸	35.5(1.60/45)	Borlongan ^[23]	48.1	9.55

注:1)资料来自 Coloso 等^[7];2)A/E 为每种必需氨基酸/总必需氨基酸(含半必需氨基酸);3)分母是用占饲料百分比表示的需要量,分子是占饲料蛋白的百分比;4)两种氨基酸的含量。

表3 遮目鱼和眼斑拟石首鱼对 10 种必需氨基酸需要量同其它主要淡水养殖鱼类的比较(占饲料蛋白的百分比)

氨基酸	遮目鱼 ¹⁾	日本鳗鲡 ²⁾	眼斑拟石首鱼 ³⁾	鲤 ²⁾	斑点叉尾鲷 ²⁾	大鲈大麻哈 ²⁾
精氨酸	5.2	4.5	3.7	4.3	4.3	6.0
组氨酸	2.0	2.1	1.7	2.1	1.5	1.8
异亮氨酸	4.0	4.0	2.9	2.5	2.6	2.2
亮氨酸	5.1	5.3	4.7	3.3	3.5	3.9
赖氨酸	4.0	5.3	4.4	5.7	5.1	5.0
蛋+胱	3.2	3.2	3.0	3.1	2.3	4.0
苯+酪	5.2	5.8	4.5	6.5	5.0	5.1
苏氨酸	4.5	4.0	2.8	3.9	2.0	2.2
色氨酸	0.6	1.1	0.8	0.8	0.5	0.5
缬氨酸	3.6	4.0	3.1	3.6	3.0	3.2

注:1)引自 Borlongan 和 Coloso^[20];2)引自 National Research Council^[29];3)引自 Moon Gatlin^[30]。

(3)脂类与脂肪酸 海、淡水鱼脂肪酸代谢途径不同,因此,它们的必需脂肪酸(EFA)种类不同。淡水或半咸水鱼类(包括遮目鱼)能将亚油酸(18:2n-6)、亚麻酸(18:3n-3)等转化成花生四烯酸(20:4n-6)和 22:6n-3 等高度不饱和脂肪酸(HUFA)。

海水鱼类不能有效地将 18:3n-3 等系列脂肪酸转化成 22:6n-3 等 HUFA,必须由饲料中的乌贼肝油直接提供。若鱼体内缺乏这些 n-3 系列 HUFA,就会患病(表4)。尖吻鲈鱼种对饲料中 n-3 HUFA 的最适需要量为 1.0%~1.7%。鲷、鲷和比目鱼对饲料中 n-3 HUFA 的最适需要量分别为 0.5%、2.0%和 1.1%~1.5%。

遮目鱼种摄食下列组合(占脂类%)的脂肪酸饲料时,生长最快,成活率最高[(5.0%

$18:0) + (1.0\% 18:3n-3) + (0.5\% 20:5n-3) + (0.5\% 22:6n-3)]$ 。n-3 系列脂肪酸(18:3n-3 和 n-3 HUFA)对遮目鱼的营养价值比 18:2n-6 更重要。在海水中饲养的遮目鱼磷脂含量(21%~26%)比在淡水中(13%~21%)高,其中鳃中的 HUFA 含量(72.5%)是淡水中(27.5%)的 2 倍多,而饱和脂肪酸正好相反。

(4)脂类与鱼的发育阶段 蓝子鱼仔、稚鱼摄食含 8%~10% 鳕肝油、总能为 16044~16328 kJ/kg 的饲料时生长迅速^[31];食用鱼阶段,摄食含 8% 脂类和 38% 糖的饲料较好,亲鱼摄食添加 10%~8% 鳕肝油饲料 13 个月内连续多次产卵,仔鱼成活率比摄食低脂类饲料的鱼高^[32]。在孵化后 10 d 的真鲷仔鱼饲料中添加 5% 大豆卵磷脂,能促进生长,提高成活率^[12]。

海水养殖鱼类多为肉食性,对糖的利用率低。一般认为,尖吻鲈和蓝子鱼等海水鱼饲料中糖含量为 20%~35% 较为合适。

3 维生素

在小杂鱼饲料中添加复合维生素能使尖吻鲈的生长速度增加近 2 倍,饲料系数降低一半^[4],足见在饲料中添加维生素的重要。但是,鱼类所必需的维生素依鱼的规格、性成熟阶段、生长速度、环境条件和饲料营养素之间的相互作用及加工方式而异。在尖吻鲈的普通饲料中无需添加胆碱、烟酸、肌醇、维生素 E、维生素 B₆ 和泛酸;但若不添加维生素 C,15 d 后生长停滞,出现维生素缺乏病(厌食、失去平衡、鳃出血、脊椎侧凸),45 d 后开始大批死亡(表 4)。在海水中饲养尖吻鲈鱼种,晶体维生素 C 的最低添加量为 500~1100 mg/kg 饲料^[4,33];而维生素 C-2 磷酸脂镁(ascorbyl-2-monomphosphate-magnesium, APM),则为 30 mg/kg^[34]、维生素 C 葡萄糖为 25 mg/kg。因此,鱼类对维生素 C 的需要量不仅与鱼的种类、规格、环境等因素有关,还与维生素 C 的剂型(即其特性)有关。

表 4 几种主要海水养殖鱼类的必需脂肪酸和维生素 C 缺乏症

缺乏项	鱼 类	症 状
脂肪酸	尖吻鲈	最初,皮肤和鳍发红,之后,眼异常,休克,厌食,生长缓慢,体肿胀,肝发白。
	遮目鱼	生长停滞,体内单烯脂肪酸含量增加,肝异常(如脂类渗入血管和肝细胞中),肿胀,烂鳍,上皮色素层变黑。
	鲷 鱼	生长缓慢,停滞,肝中脂肪含量增加,肌肉和肝脏中 22:6n-3 含量下降。
维生素 C	尖吻鲈	烂鳍,散乱游泳,脊椎变形,鳃的次生鳃小片上皮褶皱、增生,肾远端细胞内线粒体膨大融合和变形。
	巨石斑鱼	厌食,鼻短,鳃盖和鳃均溃烂,眼和鳍出血,眼球突出,腹部膨大,头骨畸形,脊椎前突或侧突。
	金 鲷	食欲减退,体色变黑,行动迟缓,皮肤溃瘍,鳞脱落,眼、鳍、肝和肠系膜出血,眼球突出水肿。肾内细胞坏死,嗜曙红颗粒增多,上皮细胞坏死,造血组织出现芽瘤。血液中酪蛋白含量增加。

维生素 C(抗坏血酸)的水溶液不稳定,易受热破坏或氧化,紫外线、加热和金属离子等尤甚。在饲料加工过程中,维生素 C 的活性损失 60%~70%,通常采用改进饲料加工方法和维生素 C 制造工艺等物理和化学方法加以保护^[35,36]。

目前采用的物理保护方法主要是用纤维素、油脂或硅酮等包膜材料制成维生素 C 微囊制剂。这种微囊制剂在鱼、虾、蟹消化道中的释放、消化和吸收及饲养效果尚待深入研究。化学保护法就是将维生素 C 中的活性羟基用酸加以酯化,形成较为稳定的维生素 C

衍生的,如维生素 C 的硫酸酯、单磷酸酯、双磷酸酯和多磷酸酯及葡萄糖等。有些研究认为,鱼、虾消化道上皮中缺乏硫酸酯酶,对维生素 C 的硫酸酯吸收利用差^[37],而国内有些研究者却得出了相反的结论^[38,39],认为几种剂型维生素 C 对中国对虾的效果依次为:0.417‰维生素 C 硫酸酯钾(美国辉瑞制药厂)>1.333‰维生素 C 多磷酸酯(瑞士罗氏饲料厂)>1.562‰维生素 C 三磷酸酯(北京饲料研究所)>0.435‰维生素 C 磷酸酯镁(江西黎明饲料厂)>0.2‰结晶维生素 C(上海第二制药厂)。国外在 80 年代前采用维生素 C 硫酸酯^[39],目前在斑点叉尾鲟^[40]、点带石斑鱼(*Epinephelus malabaricus*)^[13]、鲆^[41]、海鲈的维生素 C 需要量研究中,多采用 APM 或 APNa 或维生素 C 葡萄糖(3~4 g 重的非洲鲶杂交种 *Clarias gariepinus* × *Clarias macrocephalus* 对维生素 C 葡萄糖的最适需要量为 80 mg/kg 饲料^[42,43]),认为维生素 C 葡萄糖更好一些,因为其所含的磷和糖皆可作为鱼的营养。

据研究,尖吻鲈、巨石斑鱼、遮目鱼、鲆和鲽^[44]鱼种饲料中维生素 C(APM)的最适添加量约为 30~35 mg/kg;牙鲆(*Paralichthys olivaceus*)(3 g/尾)则为 60~100 mg/kg^[45]。缺乏维生素 C 时,鱼的初级和次级鳃小片的上皮细胞分离,增生,微血管和含氧水之间的距离增加,造成组织中缺氧,有害物质积累,细胞脆性增强而大批死亡。

除维生素 C 外,目前已知尖吻鲈还需要其它维生素:吡哆醇(维生素 B₆)5~10 mg/kg 饲料;泛酸 15~90 mg/kg 饲料;有关其它维生素的需要量目前尚未见报道。黑鲷幼鱼(2 g/尾)对饲料中维生素 B₁ 和 B₆ 的需要量分别为 50 mg/kg 和 40 mg/kg^[46-50]。Craig 和 Gatlin^[44]在盐度为 6 海水中,以含粗蛋白 40%、脂肪 7% 和胆碱 0.0744% 的饲料为基础,采用 2×2 双因子(大豆卵磷脂 0% 和 4%;酒石酸氢胆碱 3% 和 6%)设计研究发现,饲料中卵磷脂和胆碱对重 2~3 g 的眼斑拟石首鱼的生长无显著影响。但是,添加卵磷脂能使鱼的比肌肉重($MR = \frac{\text{总肌肉重(鱼片)}}{\text{鱼总重}} \times 100\%$)显著增加。添加卵磷脂和胆碱二者时,鱼

的比肝重($HSI = \frac{\text{肝重}}{\text{鱼总重}} \times 100\%$)低,而比腹腔内脂肪($IPF = \frac{\text{腹腔内脂肪重}}{\text{鱼总重}} \times 100\%$)无显著变化。添加高剂量胆碱时,鱼肌肉中脂肪含量高,而肝中脂肪含量却减少。当饲料中改用含 3% 的氯化胆碱时,添加 4% 卵磷脂能显著提高鱼的生长速度和饲料利用率,同时 MR, HSI 和 IPF 也增加;而添加胆碱的生长和饲料利用率无影响,只是肌肉中脂肪含量大幅提高,肝中脂肪含量减少。由此看出,胆碱似有将肝中脂类转移到肌肉中去的作用。

4 矿物质

大多数海水鱼类不喜欢摄食人工配制的饲料,因此,有关海水养殖鱼类对矿物质的需要研究得不多。海水养殖鱼类配合饲料多采用温水鱼用复合矿物盐。在鱼粉和酪蛋白为主的尖吻鲈基础饲料中加入 2% UPSⅪ 矿物盐,饲养效果较好。尖吻鲈和眼斑拟石首鱼对饲料中磷的需要量分别为 0.55%~0.65% (含 1.0% 磷酸钠)和 2.3%^[51,52]。综合现有资料,主要养殖鱼类对饲料中微量元素的需要量一般为:铁 30~170 mg/kg 干饲料;铜 1~5 mg/kg 干饲料;锰 2~20 mg/kg 干饲料;锌 15~40 mg/kg 干饲料或 119.2 mg/kg 干饲料;钴 0.05~1.00 mg/kg 干饲料;硒 0.15~0.50 mg/kg 干饲料;碘 1~4 mg/kg 干饲