

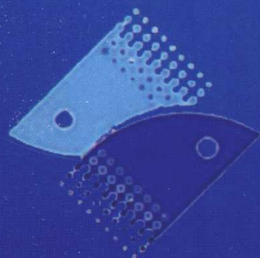
设施渔业

设施养殖 深水网箱 人工鱼礁

FISHERY OF FACILITIES

Aquaculture in Facilities, Submersible Cage System,
Artificial Reef

2004水产科技论坛论文集



中国水产科学研究院

目 次

集约化养殖

大规格优质成品对虾集约化养殖技术·····	文国樑等(3)
广东对虾养殖环境污染及防控对策·····	李卓佳等(8)
贝类健康化生产技术探讨·····	乔庆林(15)
压力式纯氧混合装置的工艺设计及吸收效率·····	谭洪新等(24)
水体溶氧量与水产养殖密度·····	龙 华(31)
水产工厂化养殖多环境因子的智能监控系统研制·····	刘星桥等(36)
我国工业化养殖大菱鲆的新起点和新方向·····	雷霖霖(44)
我国大菱鲆(多宝鱼)工厂化养殖现状、问题与发展方向·····	雷霖霖(49)
我国设施渔业的发展方向与任务·····	刘世禄(52)
试论设施渔业·····	王 武(58)

抗风浪深水网箱

鲆鲽类抗风浪网箱系统研制及市场前景分析·····	湛志新等(63)
HDPE“积木型”养殖网箱及其配套设施的开发研究·····	郭根喜等(70)
我国深海抗风浪网箱工程技术的研究与发展·····	关长涛等(74)
中国两种应用最广泛的抗风浪网箱的综合对比分析·····	黄 滨等(82)
新型顺流式网箱的研究·····	江 涛等(87)
浮绳式抗风浪网箱及养殖技术开发·····	陈 舜等(93)
深水网箱真空吸鱼泵的试验研究·····	叶燮明等(103)
抗风浪网箱 UHMWPE 复合绳的研究·····	马海有等(108)
深水网箱中纤维绳索的性能和选择·····	郭亦萍等(114)

近海网箱渔业产业化浅析·····	张 本(120)
深水网箱养鱼业的现状与发展趋势·····	徐君卓(125)
浙江省深水网箱养殖现状与发展分析·····	常抗美等(132)
网箱养鱼自动投饵机的设计与应用·····	周晓林等(139)

渔业水体处理

闭合循环水产养殖车间水处理核心单元的处理效率·····	罗国芝等(143)
陆基水产养殖系统水处理方案的研究·····	刘 芳(149)
浮球式生物滤器在鲟鱼工厂化养殖生产中的应用·····	蒋树义等(153)
三种不同模式的工厂化循环水养殖设施·····	宋德敬等(159)
冷水性鱼类工厂化养殖中臭氧催化氧化降解氨氮的研究·····	刘 永等(165)
水产养殖臭氧水处理系统的设计与应用·····	孙广明等(173)
低温下虹鳟工厂化养殖水体氨氮处理微生物数量的研究·····	陈中祥等(182)
管式鱼菜共生装置及生态养鱼模式研究·····	张明华等(190)
工厂化鱼类养殖水处理系统智能化研究·····	宋协法等(198)
水产养殖清洁生产理论与技术·····	刘长发等(206)
纳米科技(Nanost)养鱼新动向 ·····	丁永良(212)

人工鱼礁

人工鱼礁的研究进展·····	马海有等(217)
人工鱼礁模型对幼鲍、幼海胆行为影响的研究 ·····	吴晓郁等(222)

大规格优质成品对虾集约化养殖技术

文国樑 李卓佳 陈永青 杨莺莺 杨 铿

(中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东省渔业生态环境重点实验室, 农业部渔业生态环境重点开放实验室, 中国水产科学研究院 水产种质资源与养殖技术重点开放实验室, 广东 广州 510300)

摘要:从无公害养殖的宗旨出发,集成养殖生态环境调控、虾苗放养、饲料投喂、虾病防治、养殖废水处理等关键技术,渗入养殖安全管理理念,提出了大规格优质成品对虾集约化养殖技术,以期开展对虾无公害养殖生产提供借鉴。

关键词:对虾养殖;大规格;优质

The large-scale intensive culture technology of high quality product shrimp

Wen Guoliang Li Zhuojia Chen Yongqing Yang Yingying Yang Keng
(South China Sea fisheries Institute, CAFS, The Dept. of Marine Fishery Ecology
Environment, Agricultural Ministry, The Dept. of Marine Fishery Ecology
Environment of Guangdong, Fishery Resources of Germplasm and Proliferation &
Cultivation Division of CAFS, Guangzhou 510300, China)

Abstract: In the point of non-polluted culture view, the main technological measure of the large-scale intensive culture technology of high quality product shrimp is brought forward include: adjust and control ecological environment ecological environment; put shrimp seeding into pond; prevent and cure shrimp disease; manage cultural waste water innocuously; lead shrimp culture into secure management. In order to offer the use for reference development of non-polluted shrimp culture.

Key word: shrimp culture; large-scale; high quality

对虾是当前养殖面积最大、经济效益最明显、出口最多的水产品种,同时它在出口方面遭遇的问题也最多(如当前中美对虾反倾销案及欧盟对中国对虾进口所设置的技术壁垒等),因此很有必要探讨能规避这种出口风险的方法。优质的大规格对虾在国内外肯定大有市场,研究大规格优质成品对虾养殖技术也是势在必行。

大规格优质成品对虾集约化养殖技术,既适用于南美白对虾的大规格对虾养殖,也可作为其它养殖对虾种类大规格养殖技术的参考。大规格成品对虾集约化养殖技术所能达到的对虾规格为 50 尾/kg,对虾平均体长达 12.5 cm 以上。商品成虾的品质应达到这样一些要

求:良好无害的生长条件,优良感官要求, $\text{VBN} \leq 25 \text{ mg}/100 \text{ g}$,不得检出沙门氏菌、致泻大肠埃希氏菌、副溶血性弧菌,重金属、农药、抗生素不得超标^[1]。

1 对虾养殖场场址的选择

对所选择养殖场场址进行地质本底、水文水质、气象、生物等方面的综合调查,并注意周边环境可能存在的污染状况,在此基础上提出养殖场的设计方案,通过水产养殖专家组可行性论证后报渔业主管部门批准,并取得养殖生产许可证方可建场。对场址要素的调查结果,要作为养殖记录,以备后用。

1.1 地质本底

沿海风流较小的泥底或砂底的地方,需要进行科学的地质本底调查,以确保具有良好的产地、优良的水质和高质量的底质^{[2][3]}。

1.2 水文水质

调查该地区的潮汐状况、近 20 年最高水位、海区淤积、冲刷情况、台风情况、有无赤潮、海水周年的水质变化(主要是盐度与水温),选择潮流通畅、近几年无赤潮、海水盐度在 1~35 之间、水温在 18~35 °C 之间的时间应超过 120 d 的养殖周期。 pH 7.5~8.5,养殖过程中最好有淡水供应,水源应不受工农排污的影响,水域环境 $\text{BOD} \leq 4$;经过处理的养殖用水不得有异色、异臭、异味,大肠杆菌 $\leq 5\,000$,粪大肠杆菌 $\leq 2\,000$,常见重金属、农药、石油及挥发性酚不得超标^[5]。

1.3 气象

调查了解当地气温、水温的周年变化,台风情况(近 20 年的最大台风不应摧毁沙滤井和虾池),年降雨量,最大降雨量及经过该区域的能防洪防淤的集雨面积。

1.4 生物资源

调查该地区的生物组成状况,特别是敌害生物(尤其是可能引进赤潮的生物)的种类、数量、繁殖期和周年变化。

1.5 社会条件

应考虑交通、电力、淡水、劳动者素质和当地的养殖容量等条件及其他社会经济因素如市场容纳情况、附近有无水产出口加工厂。

2 养虾池设计

2.1 潮区的选择

因集约化养虾池建设成本很高,虾池应当处于比较安全的位置,主要是防台风、防大浪,因此应地处中高潮区之上。

2.2 沙滤井

因集约化养虾池对水质的要求很高,沙滤井应建于中低潮区(最好位于防风林间),也应防台风、防大浪,大小和深度应参照养殖场用水,一般 1 天最大抽水量应满足所有虾池进水 15~20 cm 水深。

2.3 防浪主堤

建于中高潮区的集约化养虾池,应修建防浪主堤坝,最好要有5~6 m宽的防风林。主堤坝应具有较强的抗风浪能力,其高程一般取当地近20年最高潮位1 m以上,堤坝宽应有3 m以上,迎海面坡度以1:3~1:5为宜,并用垒石或其它方法护坝(如植草种树),应注意防漏。

2.4 虾池

集约化养虾池的面积一般应在4.667 hm²左右,最大不宜超过8 hm²。虾池大小以养虾时通常水位的面积为准。虾池以长方形为佳,长宽比为3:1~4:1,池面水深1.8~2.5 m,池底向中央排污口应有0.2%的倾斜比例。池堤顶宽1.0~1.5 m,堤顶应高出设计水位0.6 m,池堤坡度视土质及有否护坡而定,一般可取1:2~1:3。粘土一般不用水泥护坡,可用聚乙烯薄膜,松散土质或长条池两端的堤坝一定要用水泥进行护坡。池底一般用水泥或聚乙烯薄膜来封底,再覆以5~8 cm的砂石。

虾池设进水闸与中央排污口。进水闸宽度0.4~0.6 m,闸底不低于设计最高水位0.2~0.4 m。中央排污口应位于虾池的中央,有8~12根排污管(排污管的细孔直径应在0.5~0.8 cm),中央排污口直径需根据池的大小及最高水位来确定,一般在0.2~0.5 m。

2.5 沙滤蓄水池

为使进入虾池的海水水质符合《NY 5051—2001 无公害食品海水养殖用水水质》的要求^[5],必须建沙滤井进行沙滤沉淀,有条件也可建沙滤蓄水池。

2.6 渠道

进、排渠道必须分别设立,排水口应远离沙滤井,尽量使排水与进水不混合。进水渠道的断面应根据水利学原理设计,符合水泵最大抽水量的流动,最好是封闭的。排水渠道务必开阔有深度,便于淤积吸污和污水处理。

2.7 扬水站

扬水站就是设置水泵,建沙滤水井。水泵的设置主要考虑水泵的功率及扬程应当满足养殖场用水的需要(即1天总抽水量应满足所有虾池能够进15 cm水深的水)。建议采用扬水量大、用电省的轴流泵。

2.8 增氧设备和水质分析仪

增氧设备应以水车式增氧机为主,辅以底喷式增氧机(最好是浮动底喷机),可起到增氧、池水交换、集污及池内物质交换的作用。一般每台0.75~1.5 kW的功率,一般每0.667 hm²配7台0.75 kW的水车式增氧机,池中央配1台1.5 kW浮动底喷式增氧机。也可采用其他增氧措施(如鼓风机充气)。

大型集约化对虾养殖场必须建立水质分析实验室,备有水温计、盐度比重计、pH计、透明度盘、氨氮分析仪、亚硝酸盐分析测定剂、DO分析测定仪、生物显微镜等,并准备好水质记录本进行日常监测。

3 放养前的准备工作

3.1 清污整池

上一茬虾收完之后,应及时将虾池内污物冲洗干净,清洗中央排污口和排污管;若是砂底则应反复冲洗,并曝晒5~7日。开春的第一茬虾,则应再处理1次。

3.2 沙滤消毒

进入虾池的养殖用水,必须经过沙滤黑暗(清除敌害生物、争食生物及致病生物)之后才能进入虾池;进入虾池后的海水,须经过消毒才能放苗。

3.3 培育优良水色(浅褐色或绿色)

在消毒后 3~5 天,将水色培育为浅褐色或绿色,海水进到 70~85 cm 的水深。根据海水的肥瘦状况施用肥料,施肥用熟化有机肥,应超过总施用肥的 50%,少量多次,酌量添加,硝酸盐含量 ≤ 400 mg/L^[7]。第 1 次进水,用充分发酵的有机肥和芽胞杆菌来肥水,每 0.667 hm²用 3~5 kg 有机肥,也可适当使用无机肥和含量为 1 kg 制剂含 20×10^8 的芽胞杆菌,以后每隔 10~12 d 使用含量为 20×10^8 的芽胞杆菌制剂 1 kg,在养殖后期酌情增添用量。

培育优良水色就是使硅藻或绿藻作为优势种,因为硅藻和绿藻稳定无毒,且适合于作幼虾的开口饵料(其营养价值高,含有多种氨基酸和丰富的蛋白质)。该藻类不易死亡,作为浮游藻类的优势种,有利于维持水色的稳定,利于对虾生长。

4 选择优质虾苗与运输虾苗

4.1 优质虾苗的选择

虾苗的选择,除了具有专业资质的虾苗场提供的健康证明外,还必须是全长 1 cm 以上、虾体肥壮、游动活泼有力、身体透明、不粘脏物^{[8][9]}。养殖场可用 PCR 进行自检,以保证无特异性病毒虾苗。虾苗入池前用抗菌抗病毒的药物进行浸泡(如 PV-I)。

4.2 虾苗的计数

虾苗的计数一般采用干量法,即用一个多孔的小勺,捞取一勺虾苗,计数虾苗数量,再以此勺作为量具,量出所需的虾苗数量。也可采用其它计量法(如无水称重法、带水称量法),但都有不可避免的缺陷,计算虾苗的数量应考虑各种因素。

4.3 虾苗的运输

虾苗的运输一般采用特制的薄膜袋,使用容量为 10 L,装水 1/3~1/2,装苗 2~3 万尾,充满氧气,盐度和水温与虾池的相差值不应超过 5,可经 10~15 h 的运输。也可采用帆布桶来运输,但较麻烦且需要充气泵增氧。

5 虾苗放养

5.1 中间培育

有条件的养殖场可进行中间培育,即把 1 cm 长的虾培育成 3 cm 左右的大规格虾苗。应注意以下问题:(1)中间培育池塘可用养成池,也可专门一个池,便于收捕虾苗,虾苗量可达到每 667 m²为 40~50 万尾;(2)日常管理主要是投入高营养的饲料(如虾片和卤虫卵),注意保持水环境的稳定;(3)虾苗体长达到 2.5 cm 左右时要及时准备移至成虾池。

5.2 放养条件

(1)虾池水深应达 65~85 cm,透明度在 30~40 cm;(2)虾池水温在 25 ℃以上为宜,不得低于 18 ℃,且与育苗或中间培育池水温相差不得超过 5 ℃;(3)虾池盐度最好在 15~25,与育苗池或中间培育池的盐度差不得超过 5;(4)使 pH 在 7.5~8.5。

5.3 放苗密度

集约化养虾池放养密度一般每 667 m² 在 6~9 万尾,最多不超过 12 万尾,对经过中间培育的大规格虾苗可适当减少放苗量。

6 日常管理

6.1 优质饲料与科学投喂

(1)优质饲料:饲料要选用名牌正规厂家对虾配合饲料,饲料必需符合《SC 2002—1994 中国对虾配合饲料》的要求,重金属和农药不超标,沙门氏菌不得检出,霉菌 $\leq 3 \times 10^4$ [10],不提倡使用鲜活饲料。(2)科学投料:全池均匀泼洒,每次在饲料蹲网内投放所投料量的 3%~5%,每天投料 3~4 次。投料量根据估测的全池对虾尾数、对虾肠胃饱满程度、饲料标签说明来调节投料量。

6.2 保持优良水质、底质

调节优良水质、底质的方法:(1)适时适当添换水:前期(对虾体长不到 4.5 cm)不换水只添水,中期(对虾体长在 4.5~8.5 cm)每隔 2 天添换 10 cm 左右水深的池水,后期每天添换 10 cm 左右水深的池水。(2)水质调控:整个养殖周期每隔 10~12 d 使用含量为 20×10^8 的芽胞杆菌制剂 1 kg,在养殖后期适当酌情增添用量,适当使用光合细菌、EM 菌,并适时适度使用物理化学水质调节剂,保持水质的稳定与新鲜。(3)增氧机的使用:前期开 1/3 d;中期白天开 1/3 d,晚上开 2/3 d;后期白天开 2/3 d,晚上全开(到了末期整天开增氧机),气候恶劣或水质恶化时要加开增氧机。

6.3 养殖污泥及废水处理

养殖中后期定期用吸污泵在中央排污口周围吸走污泥,曝晒后作为农用肥。养殖废水处理主要是在排水渠内进行综合生物生态处理,通过微生物制剂吸收和分解有毒有害物质,并转化为藻类能利用的物质,再被鱼类消化吸收,使养殖废水在排水渠内经过生物链式降解后,无残留有害物质排出,从而不污染养殖场周边养殖水域。

参考文献

- [1] NY 5058—2001,无公害食品 对虾[S]
- [2] GB/T 18406.4—2001,无公害水产品产地环境[S]
- [3] GB/T 18407.4,无公害水产品安全[S]
- [4] GB 11607—89,渔业水质标准[S]
- [5] NY 5051—2001,无公害食品 海水养殖用水水质[S]
- [6] NY 5071—2002,无公害食品 渔用药物使用准则[S]
- [7] NY/T 394,绿色食品肥料使用准则[S]
- [8] GB/T 15101.2,中国对虾养殖苗种[S]
- [9] NY/T 5059—2001,无公害食品 对虾养殖技术规范[S]
- [10] NY 5072—2002,无公害食品 渔用配合饲料安全限量[S]
- [11] NY 5070—2002,无公害食品 水产品中渔药残留限量[S]
- [12] NY 5073—2002,无公害食品 水产品中有毒有害物质限量[S]

广东对虾养殖环境污染及防控对策

李卓佳 陈永青 杨莺莺 杨 铿 文国樑 贾晓平

(中国水产科学研究院 南海水产研究所, 广东 广州 510300)

摘要:分析了对虾养殖生产的外源污染、内源污染及养殖废水(物)污染,从及时降解转化养殖代谢产物、减少饲料投喂污染、妥善使用安全的养殖投入品、养殖废水(物)无害化处理等方面提出了防控养殖环境污染的对策,为对虾的健康、安全养殖和持续发展提供借鉴。

关键词:对虾养殖;环境污染;对策

The prawn cultivates in Guangdong the environmental pollution and prevention and control countermeasures

Li Zhuojia ChenYongqing Yang Yingying Yang Keng Wen Guoliang Jia Xiaoping

(South China Sea fisheries Institute, CAFS, Guangzhou 510300, China)

Abstract: This article has analyzed that the prawn cultivates the other source pollution that is produced, endogenous and pollutes and cultivates the waste water (the thing) to pollute, from degrading and transforming and cultivating the super-session result in time, reduce the fodder and throw something and feed pollution, use safe respect of cultivating inputs , cultivating the harmless treatment of the waste water (the thing) etc. to put forward and prevent and control and cultivate the countermeasure of the environmental pollution properly, cultivate and develop continuously and offer reference for health , security that the prawn cultivates.

Key words: prawn culture; pollution of environment; counterplan

近年来,广东的对虾养殖业发展十分迅速,养殖技术与养殖模式不断创新。高位池养虾,循环水养殖,生态养殖,小面积高密度养殖,多级高位池养殖,半封闭式养殖,半封闭分段过塘养殖,“虾鱼”、“虾贝”“虾藻”混养,轮养和地膜式养殖等多种养虾模式并举,养殖面积和养殖产量大幅度增长。2003 年全省海淡水对虾养殖产量近 30 万 t,其中海水养殖对虾 151 729 t,淡水养殖对虾 148 952 t,居全国首位。对虾养殖业的发展带动了相关产业链的迅猛发展,“一条虾工程”为繁荣沿海农村经济和带动渔农群众脱贫致富作出了贡献,成为广东省水产养殖的支柱产业。

但是,对虾养殖业迅猛发展的同时,不可避免地产生了日益显著的环境污染问题,已经

基金项目:广东省重大科技兴渔项目(B200201A01);广东省重大科技专项(2004A30501001)

遏制了对虾养殖业的持续发展。本文从分析对虾养殖相关的外源污染、内源污染以及养殖废水排放污染入手,提出初步的对策,以供对虾养殖从业者参考。

1 对虾养殖的环境污染

1.1 对虾养殖的外源污染

广东对虾养殖呈现出养殖区域集中、集约化程度高、放养密度高、单位产量高的特点。养殖区域主要分布于沿海港湾和河口水域,这些水域是沿海陆源污染物和海上排污的主要受纳场所。随着经济的迅速发展,大量工业废水和生活污水排放流入河海,富含营养物质的农业污水也随地表径流进入沿河海水体,致使养殖水源水质恶化,生态平衡受破坏,对虾养殖受到影响。

1.1.1 富营养化与赤潮^[1]

20 世纪 80 年代后期以来,广东沿海无机氮的浓度呈显著增长趋势。1989 年后,历年无机氮的平均浓度均超过一类海水水质标准,一些年份甚至接近或超过三类海水水质标准(0.3 mg/dm^3)。其中,尤以珠江口、深圳湾、大鹏湾、湛江港等水域污染最为严重。1986 年以前,广东沿海活性磷酸盐的平均浓度远低于一类海水水质标准(0.015 mg/dm^3),以后逐年上升,至 1991 年活性磷酸盐平均浓度达到 0.014 mg/dm^3 水平,接近一类海水水质标准限定值。此后,广东沿海活性磷酸盐历年的平均浓度在 $0.011 \sim 0.014 \text{ mg/dm}^3$ 之间,珠江口及其附近水域是广东沿海活性磷酸盐浓度最高的区域。

广东沿海的珠江口、大鹏湾、深圳湾、大亚湾等重要的养殖水域已接近或达到富营养化程度,导致赤潮频繁发生。近年,广东沿海赤潮发生亦呈上升趋势,发生频率较高的水域为珠江口、大鹏湾、大亚湾、海南岛西北部等重要的养殖水域。

1.1.2 石油污染

石油污染一直是广东沿海水域最严重的污染问题之一,珠江口及其附近海域、北部湾东北部沿海和海南岛东侧沿海是石油污染较严重的水域。石油污染对沿海水产养殖的影响主要有:引起养殖生物急性中毒死亡,滞缓生物的生长发育,生物体内石油烃积累,水产品沾染异味。贾晓平^[2]、林庆礼^[3]、吴彰宽^[4]等人的研究发现,海水中的石油浓度显著影响对虾幼体的发育变态和生长,当石油烃积累到一定含量时,可使生物体带有异味,即为“油味生物”。广东沿海海水石油烃含量相对较高,珠江口、镇海湾、水东湾和湛江港水域均有油味生物出现。

1.1.3 重金属污染

广东沿海工业废水中汞、镉、铅、砷、铬、铜等主要重金属排放量总体呈下降趋势,但局部地区呈上升趋势,加上重金属不分解、易积蓄的特点,沿海局部水域的水体、底质和生物体中的重金属均存在不同程度超标现象。深圳湾、唐家湾、香洲湾、广海湾是重金属污染的重点水域,镉和铜是目前主要污染物。

当水体中重金属浓度达到一定程度时,对对虾各期幼体具有不同程度的影响。袁有宪等^{[5][6]}指出,痕量水平的离子态铜($10^{-10.80} \sim 10^{-8.80} \text{ mol/dm}^3$)对对虾卵子发育及无节幼体生长是必须的,但浓度大于 $10^{-7.8} \text{ mol/dm}^3$ 时会产生毒性。中国对虾(*Penaeus chinensis*)各期幼体对铜、锌、铅、镉离子的综合影响的敏感顺序为无节幼体>蚤状幼体>糠虾幼体>仔虾,当海水中上述 4 种重金属离子浓度各为 $15 \text{ } \mu\text{g/dm}^3$ 时,对无节幼体到蚤状幼体、蚤状

幼体到糠虾幼体的变态有抑制作用;而各离子浓度达 $60\text{ }\mu\text{g}/\text{dm}^3$ 时,对各期幼体都有明显危害。吴彰宽等^[7]的试验显示,海水中汞、铜和锌的浓度分别达到 $0.01, 0.10$ 和 $0.1\text{ mg}/\text{dm}^3$ 时就会极其明显地影响中国对虾受精卵的发育和无节幼体的成活率,仔虾对上述 3 种重金属的 96hLC_{50} 值分别为 $0.018, 0.17$ 和 $0.3\text{ mg}/\text{dm}^3$ 。陈碧鹏等^[8]和王安利等^[9]也报道了大体相似的结果。重金属铜、锌、镉、汞和铬对斑节对虾 (*Penaeus monodon*) 的急性毒性 (96hLC_{50} 值)分别为 $0.5710, 1.363, 0.019\ 75$ 和 $4.782\text{ mg}/\text{dm}^3$ 。

1.1.4 环境激素与农药

大量的人工合成化合物、化学物质和农药进入水体,导致水生生物和养殖对象体内分泌失调,这种内分泌失调的破坏者即是所谓环境激素。目前已初步认定的环境激素物质有 70 多种,如二噁英、多氯联苯和有机锡等。这些环境激素能干扰水生生物和人体内许多基本功能如新陈代谢、生长、发育、生殖和免疫功能。这些物质存在于广泛使用的工业、农业和生活用品中如油漆、清洁剂、润滑剂、化妆品、纺织品、杀虫剂、除草剂和塑料制品等之中,并通过排污、倾废、渗漏、径流等多种方式进入渔业水域,对渔业生态环境和水产品质量产生严重影响,并且日趋严重。

1.2 对虾养殖内源污染

目前,生产性对虾人工养殖系统(包括集约化、半集约化养虾池)采用的是单池养殖,基本不排污或少量排污的生产方式,养殖对虾的摄食、排泄、活动和代谢产物的分解转化在同一个池塘中进行,养虾池既是对虾的摄食场所,又是排泄场所,也是养殖代谢产物的分解转化场所。养殖过程中为了保障对虾的正常生长,必须往养殖池塘中投入大量的配合饲料以及肥料、消毒剂、治疗剂、调节剂、添加剂等,这些投入品势必造成养殖池塘的自身污染,并引起养殖生态发生变化,反过来影响对虾的正常生长。

1.2.1 代谢产物污染

为了保证养殖对虾的正常生长,必须在人工养殖系统中投喂高营养的配合饲料。根据广东省对虾养殖的普遍情况,在管理良好的集约化、半集约化养殖生产中,使用营养合理的配合饲料,饲料系数平均大约为 1.3,即养成 1 kg 对虾需要 1.3 kg 对虾配合饲料。

普遍而言,对虾配合饲料含干物质不低于 88% ,粗蛋白约 40% ,而养殖对虾含干物质约 26% ,粗蛋白约 20% 。以干物质计算,消耗 $1\ 144\text{ g}$ 饲料干物质(1.3 kg 对虾配合饲料),仅生产 260 g 对虾干物质(1 kg 新鲜对虾),饲料转化率实际只有 22.7% (粗蛋白质转化率为 38.5%),大部分饲料营养成分以对虾排泄物、残存饲料的形态进入养殖池塘,一部分转化为浮游微藻、浮游动物、原生动物、细菌等生物体进入再循环,一部分以溶解态和固态物质存留养殖水体和底质中。

广东省是我国主要的对虾养殖基地,近年来对虾养殖业不断发展。但对虾养殖业的自身污染程度也相当惊人,养殖 30 万 t 成品对虾,需要使用饲料 39 万 t ,即向养殖环境排入 26.53 t 各种代谢产物,其中氮为 1.536 万 t 。

根据对南美白对虾养殖过程中氮、磷排泄量及粪氮、磷排出量的室内试验研究^[10],当平均温度为 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,从体重 0.02 g 的南美白对虾虾苗育成至体重 20 g 的成虾,约需 110 d 。养殖期间的每个个体的累积氮排泄量 868.0 mg 、累积磷排泄量 37.9 mg ;累积粪氮排出量 218.3 mg ,累积磷排出量 190.8 mg 。

以此推算,2003 年广东省海水和淡水养殖对虾的产量约 30 万 t ,对虾养殖排入养殖环境的氮为 1.629 万 t ,磷为 0.343 万 t 。

1.2.2 其他投入品的污染

对虾人工养殖系统把大量生长基本同步的对虾圈养在一个有限的空间里。在这个空间里,环境负荷加大,环境自身净化能力不足以缓解环境负荷的压力,生态环境恶化以至引起对虾发病和死亡。为了使对虾健康生长,保障对虾养殖生产的效益,人们在养殖过程投入各种治疗剂、消毒剂、水质和底质改良剂、肥料及饲料添加剂,这些投入品可以起到一定的消毒灭菌,改善养殖生态环境,促进对虾生长的作用,但若使用不当,也会加重养殖生产的自身污染。

1.3 养殖废水的排放污染

近几年来,广东省的集约化、半集约化对虾养殖基本采用半封闭养殖模式,养殖过程的换水量逐渐减少,养殖用水的利用率提高,对环境的污染及病害的交叉感染等负面效应大幅度降低。但是,绝大多数养殖场(包括土池养殖和高位池养殖),不论是养殖过程中还是养殖结束后,养殖废水、废物都未经任何处理直接向养殖场周围排放,对养殖场及周边环境乃至大环境造成一定的污染。

据李纯厚等的研究^[11],广东对虾养殖池塘排放水中的 COD、无机氮、无机磷和悬浮物平均增量分别为 2.21 mg/L、61.9 $\mu\text{g/L}$ 、28.87 $\mu\text{g/L}$ 和 8.01 mg/L。2001 年虾池 COD、无机氮、无机磷和悬浮物排放量分别为 49.65、1.39、0.65 和 179.7 kg/t。长期下去,将导致近海和江河水域营养物质的负载增大,超过海区和江河的自净能力,引起养殖水源水质下降,也缩短了养殖场和养殖区域的使用年限。

2 对虾养殖环境污染防控对策

2.1 采取封闭与半封闭控水方式

池塘常规处理以后,进水、消毒,施放水产养殖专用肥料和有益微生物,以营造良好养殖生态。养殖前期 30~45 d 内基本不换水,视情况逐渐添水至水深 150~200 cm;养殖中期起,视养殖池塘的水质、水位状况和水源质量状况适量换水。

采用封闭或半封闭控水方式进行对虾养殖,水的利用率提高了,废水排放量大幅度减少。若养虾池平均水深 1.6 m,每茬养殖 120 d,养殖 35 d 起每隔 15 d 换水 10%,则 1 hm^2 养虾池平均水体为 16 000 m^3 ,全年养殖 2 茬,换水 12 次,收获时排干池水。据此,计算虾池养殖废水的年排放量为 51 200 m^3/hm^2 (即 $Q = 16\,000\, \text{m}^3 \times 2 + 16\,000\, \text{m}^3 \times 10\% \times 12$)。

2003 年广东省海淡水对虾养殖产量 $30 \times 10^4\, \text{t}$,全省单产均值 4.615 t/hm^2 。利用增量估算法,计算出每养殖 1 t 对虾,养虾池 COD、无机氮、无机磷和悬浮物的排放量分别为 24.521 kg、0.68 kg、0.32 kg、88.75 kg,与 2001 年相比,各因子的排放量降低了 103%。

2.2 及时降解、转化代谢产物,促进再利用

对虾是杂食性动物,在人工养殖系统中,对虾的主要食物来源于人工投喂的配合饲料,但也摄食有机碎屑和细菌团粒,在生长前期(体长 7~8 cm 以前)还摄食浮游动物和浮游微藻(如图 1、图 2)。所以,可以利用有益细菌的活动和浮游微藻——浮游动物食物链的作用降解、转化养殖代谢产物,使之进入物质再循环,降低自身污染程度。

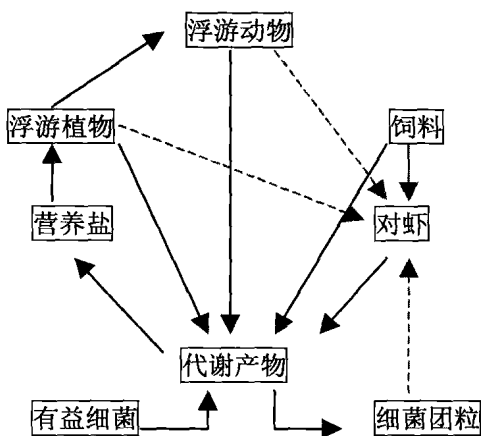


图1 养殖前中期虾池物质循环

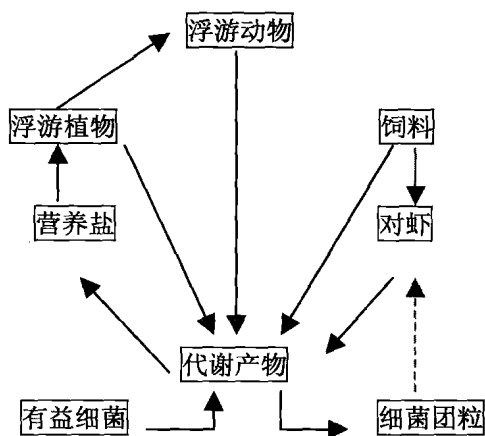


图2 养殖中后期虾池物质循环

2.2.1 养殖前中期培育良好浮游藻相和有益菌相

养殖前期,对虾除了摄食人工配合饲料,也摄食细菌团粒、有机碎屑、浮游动物、浮游微藻。养殖过程中产生的代谢产物,包括虾的排泄物、残存饲料、浮游动物和浮游微藻的尸体等,经过微生物的降解、转化,成为无机元素,促进浮游微藻繁殖生长,进而促进浮游动物的繁殖生长,同时微生物在降解有机物的过程中得以繁殖生长,形成细菌团粒。浮游微藻、浮游动物和细菌团构成了对虾食物来源的一部分,养殖系统的物质处于良性循环状态。所以,培育优良单细胞藻类和有益微生物种群是养殖早期营造良好养殖生态的关键。

优良的浮游单细胞藻类如硅藻、绿藻等,可以增加养殖水体的溶解氧,吸收有毒有害物质,营造良好水色和合适的透明度,抑制有害藻类的生长,使水质清爽。有益微生物能够快速降解对虾养殖生产中所产生的代谢产物,促进优良浮游单细胞藻类的繁殖,加速养殖环境中物质的良性循环,减少养殖生产自身污染,同时能够有效抑制病原菌和条件致病菌的滋长,抑制蓝藻等有害藻类的繁殖。

培育良好的浮游藻相和有益菌相用于养殖的投入品主要是水产养殖专用肥料(以大量元素肥料为主)和有益微生物(芽孢杆菌和肥水型光合细菌),具体措施依据养殖池塘的类型而有所不同。

底质干净的池塘,包括新挖池塘、沙底池塘、铺地膜池塘、水泥底池塘,由于底质有机物少,施肥时需要使用有机无机复合肥料,再加上芽孢杆菌制剂,也可酌情使用肥水型的光合细菌。

底质有机质丰富的池塘,包括已经用来养殖而未清淤的池塘、农田开发的土池,由于有一定的有机质,可以作为肥料源,施肥时使用无机复合肥料,再加上芽孢杆菌制剂即可。

2.2.2 养殖中后期维护有益细菌的菌群优势

养殖中后期,对虾基本上以人工配合饲料为食物来源,极少摄食浮游动物和浮游微藻,但仍摄食细菌团粒和有机碎屑。随着投入养殖系统的饲料量增大,对虾的排泄物和残存饲料增多,浮游生物得不到消耗而老化死亡,大量的代谢产物在养殖系统中累积,自身污染程度逐渐加重。而且,在污染严重的环境中,弧菌等条件致病菌容易大量繁殖,产生的细菌团粒被对虾摄食后易于引起对虾病害的发生。所以,维护养殖环境中有益微生物的菌群优势,

对促进代谢产物的再循环和抑制条件致病菌的繁殖有非常重要的作用。

养殖中后期的关键是保持水质的稳定,相关联的因子主要是水色、透明度、微生物、溶解氧、pH 值、氨氮、亚硝酸盐等,使用的投入品主要有芽孢杆菌、光合细菌、中微量元素肥料等,具体措施根据池塘生态特点而定。

(1) 养殖全过程定期使用芽孢杆菌制剂

对虾养殖过程产生很多代谢产物,包括对虾排泄物、残存饲料、浮游生物尸体等,芽孢杆菌能够快速将这些代谢产物分解、转化,所以在养殖过程中要定期定量使用,一般 7~15 d 使用 1 次。

在养殖前期,多使用以有机物为载体的芽孢杆菌制剂,以促进水体中的浮游单细胞藻类生长。养殖中期以后,养殖密度不大,池水比较清爽的,继续使用以有机物为载体的芽孢杆菌制剂;养殖密度大,池水富营养化的,可以使用以无机物为载体的芽孢杆菌制剂。

(2) 养殖过程不定期使用光合细菌制剂

光合细菌具有与浮游单细胞藻类相似的特性,在池塘水体浮游单细胞藻类繁殖正常的情况下,不一定需要频繁使用光合细菌,但在浮游单细胞藻类繁殖过度时,可以使用光合细菌,使其与浮游微藻争夺营养,使水质清爽。在阴天时可以使用光合细菌替代浮游微藻吸收利用氨氮、亚硝酸盐,保持良好水质;在池水混浊和“倒藻”时可以使用光合细菌吸收利用氨氮、亚硝酸盐,改善水质状况。

(3) 养殖过程视情况使用中、微量肥料和肥水型光合细菌

在养殖过程中往往出现浮游微藻突然死亡的情况,有可能是因为浮游微藻突变,大量繁殖利用营养,造成微量营养元素供应不足而引起的。此时,需要使用中、微量元素肥料和肥水型光合细菌,补充池水中的微量营养元素,促进浮游微藻繁殖,重新做好水色。

2.3 减少饲料投喂的污染

2.3.1 使用营养平衡、加工工艺优良的配合饲料

优质配合饲料应含有丰富的蛋白质和均衡的氨基酸、维生素、微量元素、高度不饱和脂肪酸、胆固醇、消化酶、有益微生物等物质,营养成分全面,外观整齐,颗粒均匀,粒度与虾的摄食能力相符,水中软化快,稳定性强,不易溃散,腥香味浓郁,适口性好。选择优质的配合饲料养虾,不仅虾的生长速度快,蜕壳正常齐整,蜕壳后复原迅速,虾体肥满结实,体色好,抗病力强,而且饲料利用率高,残存饲料和虾的排泄物等自身污染物少,减轻了对池塘环境的污染。

2.3.2 科学投喂

投喂饲料时宜全池均匀投撒,少喂多餐,每天投喂 3~4 餐,以投饲料后 1 h 食完,虾基本吃饱为度。为了准确掌握饲料的投喂量,在每口虾池设置 4~5 张饲料观察网,投饲料后 1 h 左右,根据网内的残存饲料情况调整投喂量。注意不要过量投料,以免加大饲料成本,加速虾池污染,危害对虾的健康生长。

2.3.3 使用益生菌

益生菌菌体本身含有丰富的营养物质,其粗蛋白含量高,富含多种维生素、氨基酸、钙、磷和多种微量元素、辅酶 Q 等机体所需的营养成分。此外,随着其在宿主消化道内的定植、繁衍、代谢,还可产生淀粉酶、脂肪酶和蛋白酶等消化酶物质,一方面促进机体消化系统对营养成分的消化和吸收,另一方面也促进肠道内正常菌群的生理作用,提高消化效率。

适合对虾饲喂的益生菌有芽孢杆菌、光合细菌、乳酸菌、酵母菌等。芽孢杆菌属菌株能

够形成内生孢子,耐受对虾饲料生产条件而存活,进入对虾消化道以后萌发,所以适合对虾饲料生产中直接添加使用。其他不能产生内生孢子的益生菌,则需采取特殊的加工工艺添加,或拌入饲料中投喂。

2.4 养殖废水、淤泥的无害化排放

欧美等发达国家对水产养殖废水处理已展开了一系列的研究,并建立了一整套排放标准;日本在渔场生态环境保护、养殖废水、养殖污泥处理等方面展开了广泛的研究,并取得了显著的成效。美国、加拿大、日本已先后开展了利用微生物降解技术处理石油污染的海岸、池塘、湖泊;日本用底栖生物吞食有机碎屑来修复增养殖场环境;泰国已建立了对虾养殖废水生态处理模式,通过在排放沟渠里吊养贝类,降低排放水的富营养化程度,经过红树林的净化,再排入海区。

国内已开始启动养殖废水无害化排放的研究。林继辉等在小水体中研究了翡翠贻贝、细基江蓠繁枝变种、活菌制剂对养殖废水中各种水质指标的影响效果^[12],陆斌等报道了采用软性填料床缺氧—好氧生物脱氮工艺净化罗氏沼虾养殖污水水质的研究^[13],贾晓平、李卓佳等进行了芽孢杆菌和光合细菌降解对虾粪便和排放废水的研究^[10];李卓佳等目前正在承担广东省重大科技专项《集约化对虾养殖废水(物)无害化生态处理技术研究》,已开展一系列研究。

今后要开展的研究内容包括:养殖废水再循环利用,包括封闭系统循环水利用和多品种、多层次养殖系统循环水利用、养殖废水无害化处理后排放。

参考文献

- [1] 广东省海洋与渔业局. 2002 年海洋环境质量公报. 2002
- [2] 贾晓平,等. 南海原油和燃料油对仔虾和仔鱼的急性毒性试验[J]. 热带海洋,1998
- [3] 林庆礼,等. 浅海滩涂石油勘探开发对渔业影响的评价. 黄海水产研究所研究报告,1991:81—109
- [4] 吴彰宽,等. 胜利原油对对虾受精卵及幼体发育的影响[J]. 海洋科学,1985,9(2):35—39
- [5] 袁有宪,等. 重金属离子对中国对虾幼体的影响及其消除方法的比较[J]. 海洋学报,1993, 15(3):80—87
- [6] 袁有宪,等. 中国对虾卵子孵化及无节幼体变态对海水环境中铜的需要[J]. 海洋学报,1995, 17(1):83—89
- [7] 吴彰宽,等. 二十三种有害物质对对虾的急性致毒试验[J]. 海洋科学, 1988, (4):36—39
- [8] 陈碧鹃,等. 汞、砷、铬、苯酚对东方对虾幼体急性致毒的实验研究[J]. 海洋科学,1990, (3):51—53
- [9] 王安利,等. 铜、锌、锰和铬对中国对虾仔虾的急性致毒及相互关系的研究[J]. 海洋科学,1992, 14(4):134—139
- [10] 贾晓平,李卓佳,等. 微生物工程技术在规模化养虾中的应用. 中国水产科学研究院南海水产研究所研究报告, 2003:119—141
- [11] 李纯厚,黄洪辉,等. 海水对虾池塘养殖污染物环境负荷量的研究[J]. 农业环境科学学报,2004,23(3):545—550
- [12] 林继辉,等. 养虾废水生物处理过程中营养负荷的动态变化[J]. 生态科学,2003,22(2):133—137
- [13] 陆斌,等. 水产养殖污水的净化与回用研究[J]. 华东工业大学学报,1997,19(1):54—58

贝类健康化生产技术探讨

乔庆林

(中国水产科学研究院 东海水产研究所, 上海 200090)

摘要:国内外在贝类健康化生产技术研究方面的二大核心技术:1、贝类养殖区分类管理技术;2、贝类净化技术。通过对主要技术参数进行研究和分析,提出了我国贝类养殖区的分类标准、贝类净化工艺与技术规范,初步建立了我国贝类健康化生产技术体系。

关键词:贝类;养殖区分类;净化

A study of healthy production technology on shellfish

Qiao Qinglin

Abstract: Two key technologies on shellfish healthy production in abroad and domestic are introduced: 1. Classification and control technology of shellfish aquacultural area. 2. Technology of shellfish depuration. We made study and analysis upon the key technological parameter, classification standard of shellfish aquacultural area, depuration procedures and technical specification of bivalve molluscs in China. Primarily set up the technology system of shellfish healthy production.

Key words: shellfish; classification of aquacultural area; depuration

我国地跨热带、亚热带和温带三个气候地带,有大小海岛 5 000 多个,岛岸线长达 1.4 万余公里,海岸线长约 1.8 万公里。广阔的滩涂和近岸水域为养殖各种贝类创造了良好的条件。据 2002 年统计,我国贝类总产量为 1 187.54 万吨,占我国渔业总产量 26.01%,其中海水养殖贝类产量 965.17 万吨,占全国海水养殖总产量的 79.58%,在我国渔业经济中占有极其重要的地位。

贝类不仅营养丰富,美味可口,而且富含牛磺酸,对各个年龄段的人都具有养生保健功能,深受国内外消费者的欢迎,每年都有大量的文蛤、菲律宾蛤仔和牡蛎等贝类远销世界各地,是我国主要出口水产品种之一。

但是贝类与游动的鱼类不同,它们的生长位置比较稳定,一旦遇到水质污染,较难回避,加上双壳贝类属于滤食性生物,通常每天要滤水几升到几十升,以摄食水中的饵料生物,但同时也会将饵料生物中积累的或水体中的有害物质富集于自己体内。由于人们在食用贝类时都不能去其内脏,所以食用污染的贝类往往会引起中毒,1987 年上海发生 30 万人因食用污染甲肝病毒的毛蚶而患病,就是明显的例子。

随着工农业生产的发展,我国海水养殖区不断遭到生活污水和工业废水的影响,水质变

差,超标率明显增加。某些海湾、河口及浅海的水体富营养化程度日趋严重,赤潮生物种类增加,发生频率日趋频繁,已严重危及贝类等水产生物的安全和卫生。据 2003 年农业部组织有关监测机构对我国沿海贝类污染情况的检测发现,贝类中重金属的积累,除个别地区外,大部分都符合食品的卫生要求,唯贝类中积累大肠杆菌的现象十分普遍,超标率为 77.86%,最高达到欧盟标准的 800 倍之多。主要原因是粪便对养殖水域的污染日趋严重。据报导,我国目前有较大规模的禽畜养殖场 6 000 余家,每年排放的排泄物有 3 亿多吨,加之星罗棋布的小型养殖场不计其数;我国又是一个人口大国,每年排放的各种粪便可能超过 10 亿吨,目前,我国对粪便的处理量不到总量的 20%,而每克粪便携带的大肠杆菌数以亿计。

鉴于上述情况,发达国家在大力整治水污染的同时,在上世纪 70~80 年代纷纷制定了贝类卫生规范,加强对贝类养殖水域的保护,专门制定贝类养殖水域分类标准和管理办法,加强对工业废水、生活污水尤其是粪便的处理,对贝类养殖水域和贝类卫生状况定期进行监测,并在贝类养殖区建立贝类净化工厂,对不符合卫生要求的贝类进行净化,达到卫生标准的贝类才能上市。比较有代表性的法规有欧盟的 91/492/EEC“关于活双壳贝类生产和投放市场的卫生条件规定”^[1]和美国的 NSSP“国家贝类卫生规范”^[2],其他国家如加拿大、新西兰、澳大利亚等国家也制定了相应的法规。91/492/EEC 规定,按贝肉中大肠杆菌含量将贝类养殖区分成三类:第一类为贝肉中大肠菌群 ≤ 300 个/100 g,在此养殖水体中捕捞的贝类可以直接上市;第二类为贝肉中大肠菌群 $\leq 6\,000$ 个/100 g,在此养殖水体捕捞的贝类必须经过净化,达到第一类区贝类标准后才能上市;第三类为贝肉中大肠菌群超过 6 000 个/100 g,这类养殖水体必须关闭,禁止生产。美国的 NSSP 将贝类水体按其粪大肠菌的数量大致分成四类,第一类:90%以上水体中粪大肠菌 ≤ 14 个/100 mL 为良好;第二类:90%以上水体中粪大肠菌 14~70 个/100 mL 为合格;第三类:90%以上水体中粪大肠菌 50~70 个/100 mL 为限制;第四类:90%以上水体中粪大肠菌 > 70 个/100 mL 为禁止。NSSP 规定,第一类水域的贝类可直接上市,第二类和第三类水域的贝类应净化后上市,第四类水域禁止贝类养殖。

1997 年底,中华人民共和国渔政渔港监督管理局参考欧盟 91/492/EEC 标准,制定了关于《贝类生产环境卫生监督管理暂行规定》,该规定要求将我国的贝类生产区域划分为三类,第一类区域:水环境质量和贝类卫生质量符合国家有关标准,该区域内养殖或捕捞的贝类可以直接投放市场供食用;第二类区域:水环境受轻度污染,贝肉中部分污染物超标,但区域内产出的贝类经过净化或暂养处理后,卫生质量可以达到国家有关标准;第三类区域:水环境和贝类均受到严重污染,区域内产出的贝类用目前的处理技术无法达到国家有关卫生标准,该区域内的贝类禁止供人类食用。但该规定没有提出具体划分指标和分类管理办法。

由于我国出口贝类发生过多起卫生质量问题,欧盟已于 1997 年 7 月 1 日起禁止中国贝类及其产品进入欧盟,至今没有解禁,使我国蒙受巨大的经济损失,造成不良国际影响。1997 年,为了使我国的消费者享用到卫生安全的贝类,并使我国的贝类重新打入国际市场,同时学习借鉴国外贝类卫生管理方面的先进技术,开展我国贝类健康化生产技术体系的研究,保障我国贝类养殖业的良性发展,国家财政部和农业部将东海水产研究所提出的《贝类健康化生产技术研究》列入 2001~2003 年度“农业科技跨越计划”项目。为此,我们将该项目分成二大部分开展研究:(1)贝类养殖区分类管理技术;(2)贝类净化技术。并制定了如图 1 所示的实验方案和技术路线。现将该项目的研究情况简介如下: