

Study on the Cultivation of *Coilia nasus* Seedlings in “Ecological Living Water”

Wenjing Cao¹, Rongfu Li^{2*}, Xiangming Kou³, Shuxin Gu¹, Longsheng Sun⁴, Shouhong Wang³, Shuguang Wang², Leiming Wu³

¹Zhenjiang Zhiyuan Fishery Technology Co., Zhenjiang Jiangsu

²Yangzhou Fisheries Society Ltd., Yangzhou Jiangsu

³Jiangsu Lixiahe Agricultural Science Research Institute, Yangzhou Jiangsu

⁴College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Email: *lrf62@163.com

Received: Mar. 18th, 2020; accepted: Apr. 16th, 2020; published: Apr. 23rd, 2020

Abstract

In order to improve the ecological cultivation level of *Coilia nasus*, the experiment of cultivating *Coilia nasus* seedlings with "ecological living water" was carried out. The experiment shows that "ecological living water" can improve the ecological environment of the pond, accelerate the growth of *Coilia nasus* seedlings, improve the survival rate, realize energy conservation and consumption reduction, reduce costs, improve quality, increase production and income. The average yield per 667 square meters of *Coilia nasus* was 19.06 kg and 20.2 kg respectively, 23.0% and 30.5% higher than that of the control pond. The net benefits of the test tank per 667 square meters are 8130 yuan and 8294 yuan respectively, which are 1.08 times and 1.13 times higher than those of the control tank per 667 square meters.

Keywords

Ecological Living Water, *Coilia Nasus*, Seedlings, Cultivation

长江刀鲚(*Coilia nasus*) “生态活水” 育种研究

曹文景¹, 李荣福^{2*}, 寇祥明³, 顾树信¹, 孙龙生⁴, 王守红³, 王曙光², 吴雷明³

¹镇江江之源渔业科技有限公司, 江苏 镇江

²扬州市水产学会, 江苏 扬州

³江苏里下河地区农业科学研究所, 江苏 扬州

⁴扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州

Email: *lrf62@163.com

收稿日期: 2020年3月18日; 录用日期: 2020年4月16日; 发布日期: 2020年4月23日

*通讯作者。

文章引用: 曹文景, 李荣福, 寇祥明, 顾树信, 孙龙生, 王守红, 王曙光, 吴雷明. 长江刀鲚(*Coilia nasus*)“生态活水”育种研究[J]. 水产研究, 2020, 7(2): 69-76. DOI: 10.12677/ojfr.2020.72010

摘要

为提高刀鲚生态养殖水平,开展了刀鲚“生态活水”育种试验。试验表明,“生态活水”能全面改善池塘生态环境,加快刀鲚苗种生长,提高成活率,实现节能降耗节本和提质增产增收。试验池刀鲚鱼种平均亩产量分别为19.06 kg和20.2 kg,分别比对照池高出23.0%和30.5%。试验池亩平纯效益分别达8130元和8294元,比对照池亩平纯效益3893元分别提高1.08倍和1.13倍。

关键词

生态活水, 刀鲚, 苗种, 培育

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长江刀鲚俗称刀鱼,是传统名贵水产品——“长江四鲜”之一[1]。随着环境污染加重和捕捞强度加大,刀鲚资源逐渐衰退,价格暴涨而成为奢侈品。刀鲚对生态环境要求极高,往往“离水即死”,是极难养殖的名贵水产动物[2]。近年来,随着刀鲚“离水即死”、人工繁育等技术难题的突破,刀鲚正成为长江中下游地区新兴名贵养殖鱼类[3]。尤其是在苗种培育阶段,因其由主要摄食浮游动物转变为其他饵料阶段,是刀鲚人工养殖的关键期[4]。为了提高长江刀鲚育种效果,2019年镇江江之源渔业科技有限公司参加了“生态活水调节养殖水质技术开发与应用”项目[江苏省渔业科技项目(Y2018-11)]实施,开展了“生态活水”培育刀鲚鱼种试验,取得了极为显著的应用效果。本次试验从放养到出池共112天,其中试验池安装使用增氧活水机和使用微生态制剂的时间分别为8月28日和8月29日,即实际试验时间为83天。2个试验池刀鲚苗种培育成活率分别达77.9%和78.2%,比对照组分别提高7.7个和8.0个百分点,试验池刀鲚鱼种平均亩产量分别为19.06 kg和20.2 kg,分别比对照池高出23.0%和30.5%。试验池亩平纯效益分别达8130元和8294元,比对照池3893元分别提高1.08倍和1.13倍。

2. 材料与方法

2.1. 池塘条件与准备

试验在镇江江之源渔业科技有限公司进行,试验池和对照池规格及设施条件一致。面积均为7.5亩,水深1.8~2.0 m,长宽比约2:1,池底淤泥较少。池塘进排水分开并设置进排水设施,进水口网套规格为60目(孔径为250 μm)的过滤筛绢网袋。排水口设有一道30目(孔径为600 μm)的拦网。7月初用生石灰100~200 kg/亩或者漂白粉20~30 mg/L清塘,进行全塘泼洒,清除野杂鱼,杀灭有害生物等感染源,消毒后干塘曝晒。在刀鲚鱼种下池10天前进水,水深1 m,并开始培水,随着水色浓度升高而加大水深至1.8 m,并在放养前一天,用解毒调水剂对养殖水体进行处理,为“生态活水”育种做好准备工作。

2.2. 机械设备安装与使用

试验池-1和试验池-2均于8月28日各安装了1台和2台增氧活水机(图1),增氧活水机活水机部分为85瓦,为生产季节全时段、全天候开机,日耗电2度(千瓦时)左右,微孔增氧部分为370瓦,晴好天

气一般无需开机，主要在阴雨天气或凌晨开机[5]。对照池为安装了1台1500瓦水车式增氧机(图2)，为下午开机2~3小时，以及在阴雨或闷热天气夜晚开机。



Figure 1. Water agitator and aerator for breeding pool installation
图 1. 育种试验池安装使用的增氧活水机



Figure 2. Water cart type aerator installed in the breeding pool
图 2. 育种对照池安装使用的水车式增氧机

2.3. 设置防鸟网

在池塘两边横向的塘埂上每隔 30 cm 插一根木桩，总共插 30 根，池塘纵向的塘埂上每个 20 cm 插一根木桩，总共插 40 根。然后用反光防鸟线分别在横向纵向拉直拉紧。

2.4. 刀鲚苗放养

放养时间 2019 年 8 月 1 号。为晴天上午太阳光弱时搬运刀鲚鱼种，搬运工具选择 300 升蓝色塑料方桶，加培育池水至 2/3 处，配以 0.5%~1.0% 的盐度，每个桶装运刀鲚苗 800~1000 尾。运输桶上方应设置遮阳网。运输刀鲚苗的桶内水温调整到与待放养池塘水温温差 1℃ 以内放养。在运输到养殖池塘后，应先将运输桶漂浮在养殖池塘水中，慢慢掺入养殖池塘水，直至水温接近，再缓慢将刀鲚鱼苗放入池水中。放养情况见表 1。

Table 1. Breeding situation of *Coilia nasus*

表 1. 刀鱼苗放养情况

试验组	面积(亩)	规格(尾/kg)	数量(万尾)	密度(尾/亩)	体长(cm)	体重(g)
试验池-1	7.5	2564	2.2	2933	4.6	0.39
试验池-2	7.5	2777	2.3	3066	4.3	0.36
对照池	7.5	2857	2.2	2933	4.3	0.36

2.5. 饵料投喂

刀鲚鱼种培育阶段前期饵料主要以浮游动物为主,如轮虫、裸腹藻、桡足类等。后期投喂人工饵料。

2.5.1. 活饵料培育

刀鲚鱼种培育阶段前期饵料一般按照鱼种培育池 1:3 比例安排饵料生物培育池。饵料生物培育池在清塘后加水 40 cm,按 100~150 kg/亩投放腐熟的有机肥(鸡粪),并将鸡粪分成数个点堆放在水中。饵料生物培育的高峰期一般出现培育的第 7~10 天,可采用人工拉网或饵料生物采集器收集。饵料生物塘须分 2~3 个批次发塘,第一批发塘饵料生物开始的第 7 到 10 天,第二批饵料生物塘就要着手培育,这样第二批饵料生物高峰期就能衔接到第一批饵料生物的高峰期,以保证刀鲚苗的饵料生物的均衡供给。

2.5.2. 活饵料投喂

刀鲚鱼种培育阶段前期活饵料投喂量可按存塘鱼体重的 15%~25%测算投喂量。一般每个刀鲚鱼种培育池每天投喂一次,按每亩鱼种培育池 750~1000 g 饵料生物量进行投喂。或根据培育池中剩余饵料生物密度推算出在塘刀鲚苗种每天的摄食量补充投喂。并随着天气和刀鲚苗种生长适度增减[1] [4]。

2.6. 微生态制剂使用

本试验采用水菌灵 - 生物调水 1 号和水菌灵 - 生物调水 2 号配合使用,正常用量为每亩刀鲚鱼种培育池各使用 50 克,使用前须用糖水激活。在首次使用或在使用过各类消毒剂、杀菌剂和抗菌素等药物毒性消制失后,用量应加倍,即上述两种微生态制剂每亩刀鲚鱼种培育池各使用 100 克。每隔 20~30 天按正常用量使用一次。

2.7. 日常管理

每天坚持做好日常巡塘工作,早中晚池塘注意水色变化,观察刀鲚鱼种的活动情况,如刀鲚活动是否正常,有无病鱼、死鱼,进排水口过滤网和闸网是否损坏,以便采取相关措施。鲚种培育池以投喂饵料生物为主,水色变清变淡时,试验池可以通过及时注入新水、换水等措施来实现浮游植物品种更新和新老交替,或是使用单胞藻培育水色。同时定期检测氨氮、亚硝酸盐等指标,以利于对养殖水体水质进行及时调控。

4. 结果与讨论

4.1. “生态活水”全面持续改善池塘生态环境

刀鲚是天然活水中栖息生长发育的名贵水产动物,对水质要求极高。一般栖息于水体中上层,并具有一定趋光性,但白天光线强烈时,则栖息于水体下层[3]。因此,在人工养殖情况下,下层水质好坏直接影响刀鲚生长发育和成活率,调控底层水质是刀鲚养殖成败的关键。“生态活水”是具有“微生态系统”的微速循环流水。“生态活水”培育刀鱼种继承了中国传统池塘养鱼“三塘(养鱼塘、育饵塘和氧化塘)合一”技术特色[5],将增氧活水机与微生态制剂配合使用造就“生态活水”,形成具有自我物质循环功能的“微生态系统”[6] [7]。这个“微生态系统”相比自然池塘,投放了含有高活力有益菌的微生态制剂,形成了有益菌的活力优势和密度优势,同时增氧活水机造就的高溶氧微速循环流水,保持养殖水体上下水层持续垂直交流,一方面不断让因“水”“气”比重差异巨大而不断上浮的溶氧持续送达水底,另一方面又让有益菌由“守株待兔”式消极等待净化污染物,转变为“主动出击”式深入废弃污染物沉积的水底和底泥表层进行氧化分解,从而使生产季节池塘水质净化过程由局部空间与部分时间(晴天白天在上层,凌晨和阴雨天气在下层)转变为全时空循环进行,由割裂、分离的间隙性过程转变为整体、连贯

的持续性过程,使有益菌、溶解氧持续高效作用于水底淤泥中有机污染物,既提升了养殖水体下层溶氧,又加快了有机污染物降解速度[6][7],并为浮游植物光合作用持续均衡提供丰富的N、P、C等营养盐类,在提高初级生产力的同时,增加培育池水中溶氧的供给,并持续运送到水体底层,全面持续改善池塘生态环境。在养殖水体中,尤其以氨氮和亚硝酸盐等对苗种生长发育阶段影响较大。试验期间对试验池和对照池上述两项水质指标进行了检测。结果显示:在试验初期,试验池-1、2与对照池的水质指标是一致的。在试验中期,试验池-1、试验池-2水质均好于对照池。其中氨氮指标试验池-1与对照池一致,试验池-2则比对照池低50%;亚硝酸盐则分别比对照池低83.3%和86.7%。在试验后期,水质改善更为明显,其中氨氮指标试验池-1、2分别比对照池低75.0%和87.5%,亚硝酸盐指标分别比对照池低87.5%和90.0%(见表2)。刀鲚鱼种培育池水质的改善,有利于促进刀鱼苗种摄食和生长。

同时,“生态活水”的交换、运送和净化作用,使养殖水体中“氧债”及时产生及时偿还,防范了“氧债”累积,抑制了黑臭淤泥沉积,全面改善养殖水质环境和底质环境。因无氧债累积,因而避免了养殖池塘在凌晨或突发雷雨时发生爆发性耗氧,彻底消除了“浮头”“泛塘”风险[8][9][10][11],预防了疾病发生。

Table 2. Water quality of “ecological living water” cultivation pool for *Coilia nasus* seedlings

表 2. 刀鱼种“生态活水”培育池水质状况

检测水体	氨氮(mg/L)			亚硝酸盐(mg/L)		
	试验初期	试验中期	试验后期	试验初期	试验中期	试验后期
试验池-1	0.00	0.1	0.1	0.000	0.025	0.025
试验池-2	0.00	0.05	0.05	0.000	0.02	0.02
对照池	0.00	0.1	0.4	0.000	0.15	0.20

4.2. “生态活水”促进生物活饵料繁育和苗种生长

刀鲚苗种阶段主要食物是鲜活浮游动物,在苗种池中主要靠人工培育提供[1]。在本试验中,“生态活水”培育刀鲚苗种,在投入有益菌快速繁殖后,不仅加快净化了池水中和底泥表层的有机污染物,转化成浮游植物生长繁殖所必需的N、P、C等营养元素,持续运送到水体上层,促进浮游植物光合作用,并为浮游动物提供丰富的食物来源[12][13],而且水中悬浮的有机物、大量繁殖的有益菌及其菌团(絮团),也是轮虫、枝角类、桡足类等浮游动物的适口饵料,从而将有废弃机污染物转化为有益营养性食物[14],另外,增氧活水机造就的微速循环流水,将淤泥表层沉积的部分有机物运送到水体中上层,这些有机物中部分也能成为浮游动物的食物来源[15][16],从而多途径增加了刀鲚苗种生物活饵料来源,减少人工饵料投喂。故试验池-2人工饵料投喂量仅为对照池投喂量的1/8的情况下,反而比对照池增产30.5%。

由于“生态活水”快速改善并稳定维持养殖水体良好生态环境,实现了养殖水体“四维”全时空利用,从而扩大了养殖空间,延伸了养殖时间,提升了养殖容量,提高了饲料效率,促进了水产动物健康成长,提高了养殖苗种规格质量和单位面积产量[9]。试验结果表明,在同等池塘和减少投喂等情况下,2个试验池刀鲚鱼种平均体长分别为15.4 cm和15.6 cm,比对照池快10.8%和12.2%;体重分别达8.34 g和8.43 g,分别比对照池快10.9%和12.1%。尤其是试验池-2,在放养密度比试验池-1高出4.5%,入池体重比试验池-1低出7.7%的情况下,出池体重却比试验池-1高出1.1%。群体净增重倍数差异更为明显,试验池-1比对照池高出20.4%,试验池-2更高出32.8%(见表3)。由此可见,“生态活水”对于加速刀鲚苗种快速成长具有显著作用。

Table 3. Feed input and growth rate of *Coilia nasus* pond cultivated with “ecological living water”
表 3. “生态活水” 培育刀鱼种饵料投入与生长速度

试验水体	饵料投入(元)	平均全长(cm)	平均体重(g)	个体净增重倍数	群体净增重倍数
试验池-1	580	15.4	8.34	20.38	15.66
试验池-2	220	15.6	8.43	22.42	17.31
对照池	1780	13.9	7.52	19.89	13.03

4.3. “生态活水” 能预防疾病，大幅度提高育种产量

水产动物病原体大多是条件致病生物，水产动物发病往往与生态环境密切相关，尤其是与亚硝酸盐、硫化氢、氨氮等有毒有害物质含量有关[17]。微速循环流动的“生态活水”使溶氧和有益菌均匀分布并处于“运动”状态，均衡降解有机污染物，抑制亚硝酸盐、硫化氢、氨氮等有毒有害物质产生，避免了刀鱼种发病，有利提高成活率。同时，“生态活水”有利于促进浮游动物的持续快速繁殖[9]，而浮游动物含有大量活性物质，有利于促进刀鱼苗种快速健康成长，并提高培育成活率，故试验池-2和试验池-1均高于对照池。试验池刀鱼苗种成活率分别达 77.9% 和 78.2%，比对照组分别提高 7.7 个和 8.0 个百分点(见表 4)。

Table 4. Test results of cultivating *Coilia nasus* seedlings with “ecological living water”
表 4. “生态活水” 培育刀鱼种培育试验结果

试验组	数量(尾)	亩均(尾)	成活率(%)	总产量(kg)	亩产量(kg)	亩成本(元)	亩产值(元)	亩均纯效益(元)
试验池-1	17,138	2285	77.9	142.93	19.06	26157	34,276	8130
试验池-2	17,986	2398	78.2	151.62	20.22	27677	35,972	8294
对照池	15,444	2059	70.2	116.14	15.49	26319	30,888	3893

“生态活水” 试验池苗种生长速度和成活率全面提高，提高了单位面积产量。试验池刀鱼种平均亩产量分别达 19.06 kg 和 20.22 kg，分别比对照池高出 23.0% 和 30.5% (见表 4)。尤其是试验池-2 安装了 2 台增氧活水机，使长宽比较大的试验池形成了全时空(全水层、全时段和全天候)微速循环流动的“生态活水”，水质明显好于对照池，也好于仅安装 1 台增氧活水机的试验池-1。试验池-2 比对照池增产 30.5%，比试验池-1 增产 6.1% (见表 4)，增产效果十分显著。由此证明，对于长方形池塘来说，每台增氧活水机负担 7.5 亩水面显然不足，根据水面长宽比例，每台以承担 3-5 亩水面水质调控为宜。

4.4. “生态活水” 培育刀鱼种节能降耗和节本增效

用于制造“生态活水”的增氧活水机为节能机械，活水机部分仅 85 W，一般 24 小时开机仅耗电 2 度(千瓦·时)；微孔增氧部分也仅 370 W，仅在阴雨天气开机。试验池分别比对照池节能 81.4% 和 62.8% (见表 5)，节能效果显著。同时，因为“生态活水”净化了水质，试验池生态环境良好，刀鱼苗种处于健康成长状态，而且促进了生物饵料繁育，并且很少注水换水，用药也很少。药物成本(包括微生态制剂)仅为对照池的 75.4% 和 32.3%。加上人工投喂饵料减少，从而使“生态活水”培育刀鱼苗种的成本明显降低，kg 鱼种成本试验池-1 和试验池-2 分别为 1372.55 元和 1369.07 元，分别比对照池节本 19.2% 和 19.4% (见表 5)。因此，“生态活水”培育刀鱼种节电、节水、节省饵料，全面降低生产成本[8]。

Table 5. Cost analysis of cultivating *Coilia nasus* seedlings with “ecological living water”**表 5.** “生态活水”培育刀鱼种成本分析(单位: 元)

试验水体	总成本	亩成本	kg 鱼种成本	苗种	饵料	渔药	机械折旧	耗电	塘租	工资
试验池-1	196,179	26157	1372.55	176,000	580	980	800	319	7500	6800
试验池-2	207,578	27677	1369.07	184,000	220	420	1600	638	7500	6800
对照池	197,396	26319	1699.64	176,000	1780	1300	500	1716	7500	6800

由于“生态活水”能促进刀鲚苗种健康成长,提高了苗种规格质量,显著增加产量,有利于提高销售价格,增加销售额,可以取得更高的经济效益。在产值计算中,表中苗种单价均按每尾 15 元计算,并未因为试验池刀鲚苗种规格质量好于对照池,按更高价格计算,即只计算了成活率提高带来的经济效益。试验池亩均纯效益分别达 8130 元和 8294 元,比对照池分别高出 1.08 倍和 1.13 倍。充分证明,生态活水培育刀鲚鱼种具有显著的技术优势。

5. 结论

“生态活水”是处于微速循环流动的微生态系统,能够持续快速净化富营养化水质和底泥污染,消除“氧债”累积,全面改善养殖水体生态环境,是流动性的高质量“活水”,并及时将底层水和底泥中的有机污染物多途径转化为刀鲚鱼种适口的生物活饵料——浮游动物,高度契合了刀鲚苗种喜欢天然活水和生物活饵料的生物学习性,促进刀鲚苗种快速健康成长,提高刀鲚苗种培育成活率和规格质量,实现了节本增产增收。公斤鱼种成本分别比采用常规培育方法的对照池节本 19.2%和 19.4%,单位面积产量分别增产 23.0%和 30.5%,单位面积纯效益比常规培育方法提高 1.08 倍和 1.13 倍,综合效益十分显著。

基金项目

江苏省渔业科技创新与推广项目(Y2017-39);江苏省渔业科技项目(Y2018-11)。

参考文献

- [1] 顾树信,等. 长江刀鲚标准化生态养殖[M]. 北京: 中国农业出版社, 2018.
- [2] 赵春来, 陈文静, 张燕平, 等. 刀鲚的生物学特性及资源现状分析[J]. 江西水产科技, 2007(2): 21-23.
- [3] 赵永锋. 长江刀鲚的研究进展及人工养殖前景[J]. 科学养鱼, 2015, (10): 13-16+94.
- [4] 徐钢春, 徐跑, 顾若波, 等. 池养刀鲚鱼种的摄食与生长[J]. 生态学杂志, 2017, 30(9): 2014-2018.
- [5] 王武, 主编. 鱼类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [6] 孙龙生, 李荣福, 寇祥明, 等. “生态活水”治水理论与战略价值的研究[J]. 水资源研究, 2019, 8(6): 592-602.
- [7] 李荣福, 孙龙生, 李章林, 等. “生态活水”治理黑臭水体的研究[J]. 环境保护前沿, 2019, 9(5): 1-12.
- [8] 李荣福, 王守红, 孙龙生, 寇祥明, 吴雷鸣. “活水”理论在水产养殖中应用方法(上)[J]. 科学养鱼, 2019(11): 18-19.
- [9] 李荣福, 王守红, 孙龙生, 等. “活水”在水产养殖中应用研究[J]. 水产研究, 2019, 6(2): 42-52.
- [10] 李荣福. 活水基本理论与养殖水质调控[J]. 水产研究, 2018, 5(2): 21-29.
- [11] 李荣福. “氧债”基本理论与养殖水质调控[J]. 海洋科学前沿, 2018, 5(1): 1-8.
- [12] 何志辉. 淡水生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1985.
- [13] 刘建康. 高级水生生物学[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [14] 董济军, 段登选. 浮动草床微生态制剂调控养殖池塘水环境技术[M]. 北京: 海洋出版社, 2017.

- [15] 李荣福, 郭正龙, 孙龙生, 等. 微生态制剂与增氧活水机配合应用于河豚养殖增产增效机理的研究[J]. 水污染及处理, 2018, 6(1): 24-37.
- [16] 李荣福, 王守红, 孙龙生, 等. “活水”应用于富营养化污水净化的研究[J]. 世界生态学, 2019, 8(3): 172-181.
- [17] 汪建国. 鱼病学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2013.