

## 山泉流水养殖鱼类健康管理关键技术研究

林衍峰<sup>1</sup>, 魏泽能<sup>2</sup>, 汪翔<sup>3</sup>, 李正荣<sup>3</sup>, 刘冕<sup>4</sup>, 崔凯<sup>3\*</sup>

(1. 安徽省休宁县水产站, 安徽休宁 245400; 2. 安徽省水产技术推广总站, 安徽合肥 230601; 3. 国家特色淡水鱼产业技术体系合肥综合试验站/安徽省农业科学院水产研究所, 安徽合肥 230031; 4. 安徽省南陵县许镇镇农业综合服务中心, 安徽南陵 241306)

**摘要** 介绍了山泉流水养殖鱼类健康管理关键技术, 即在流水养鱼生产中, 采用新材料、新工艺优化改进流水鱼池和水质净化方法, 维持充足的水体溶氧和良好的流动水质环境, 稳定和提高养殖产品品质; 选择适宜的养殖品种和养殖密度, 减轻应激反应, 降低发病率、死亡率; 投喂优质、新鲜的专用饲料, 适当补充天然饵料; 消除或抑制引发病害的因素, 保障鱼体健康。

**关键词** 流水养鱼; 健康管理; 生态预防

**中图分类号** S96 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)21-0113-03

**Key Technology of Health Management of Fish Cultured by Mountain Spring Flowing Water**

**LIN Yan-feng<sup>1</sup>, WEI Ze-neng<sup>2</sup>, WANG Xiang<sup>3</sup> et al** (1. Aquatic Station of Xiuning County, Anhui Province, Xiuning, Anhui 245400; 2. Anhui Aquatic Technology Extension Station, Hefei, Anhui 230601; 3. Hefei Comprehensive Test Station of National Characteristic Freshwater Fish Industrial Technology System, Hefei, Anhui 230031)

**Abstract** The key technology of health management of fish cultured by mountain spring flowing water was introduced. In the production of aquaculture, new material and new technology were used to optimize the fishpond and water purification methods, maintain sufficient water dissolved oxygen and good mobile water quality environment, stabilize and improve the quality of aquaculture products. Select appropriate breeds and breeding density to reduce stress response and reduce morbidity and mortality. Feed high-quality, fresh special feeds and appropriately supplement natural bait. Eliminate or inhibit the factors that cause diseases and ensure the health of fish.

**Key words** Flowing water fish culture; Health management; Ecological prevention

流水养鱼是利用或模拟水体的流动性开展淡水养殖的生态型工程技术系统, 在研究和应用中形成了池塘内循环流水、池塘工程化循环水、山区梯级式流水养殖和受控式集装箱, 结合生态沟、生态塘、生态床、多级人工湿地以及鱼菜轮作等不同净化系统的养殖模式。其中国家农业重要遗产——山泉流水养鱼是一种因地制宜的开放式生态养殖模式, 发源于安徽南部以休宁为主的山区, 已传承千年<sup>[1]</sup>。利用山涧溪流养殖淡水鱼类, 既是自然与人文的传承, 又是契合现代生态学理念的典范。它的可持续性发展亟待健康管理关键技术给予支撑。

池塘内循环流水养鱼(IPA)是由美国奥本大学设计, 2013年进入我国的1种低碳高效半封闭式循环水生态养殖方法<sup>[2]</sup>。山泉流水养鱼系统与其在流水利用、系统结构、功能区分、优质化养殖、环境控制、生态化追求等方面具有相互兼容、相互借鉴的一致性。笔者以休宁县山泉流水养鱼健康管理为例, 探讨在适度高产、规模养殖、低碳循环的技术经济目标前提下, 吸收IPA等模式的现代理念, 提高技术适宜性、适用性和先进性。

**1 养殖环境**

**1.1 养殖池改造** 传统山泉流水鱼池具有较高的经济意义、生态功能和美学价值<sup>[3]</sup>, 在山区村落及其附近, 缘溪两侧, 凿石筑池, 鱼池按水流落差设进出水口, 利用山泉清澈的水质, 投喂专用人工饲料, 辅助投喂天然植物性饲料。通过水陆相互作用, 形成了以“森林-村落-田园-溪流-流水池-

池鱼”为要素的农业生态系统, 实现了物质和能量多层次利用, 充分体现了我国“三才”生态哲学思想。截至2017年底, 休宁县17个乡镇、4000多农户(占全县山区农户1/5)从事山泉流水养鱼, 筑池4903口、面积64256 m<sup>2</sup>, 规模化流水养鱼场9个, 苗种繁育场4个, 珍稀水生动物研究所1个, 年产苗种5000万尾、商品鱼近1000 t, 注册泉水鱼商标9个, 年销售收入1.2亿元, 养殖户年均增收3500元以上。但是, 池塘布局分散, 空间逼仄, 自然资源环境利用处于“原生态”, 存在以下问题: ①池壁池底岩石或石块凹凸显著, 棱角锐利, 易伤鱼体; ②水体流速流量难以控制, 溪流水量季节性差异大, 在池内进排水交换量较小的时间段, 池底积累残饵粪污仅靠流水携带难以清除, 废弃物外排不畅; ③单体养殖池面积小, 总体产量效益难以提升; ④携带废弃物和鱼类粪便的养殖尾水直接排放。根据山区土地资源和水文特点, 需要对传统山泉流水养鱼系统进行针对性的改造。

优化设计的做法是: ①山泉流水养鱼系统原位改造。就地取材, 利用卵石覆盖池壁池底, 使之表面光滑; 或在水泥池壁涂抹薯类淀粉, 灌水浸泡, 使之着生藻类, 达到保护鱼体的目的; 又或直接覆盖养殖膜。②池型和面积改造提升。调整池塘面积为10~15 m<sup>2</sup>, 水深0.6~1.0 m, 池形由不规则多边形或四边形改为抹角正方形、正多边形或圆形, 池底微凹。水流从池壁一侧进入, 形成连续的稠密空间边界, 继而呈圆周型漩涡运动(vortex motion), 漩涡运动核心的每个外圈的向心力总是大于相邻内圈的向心力, 重力加速度形成不断收紧的内旋力, 使全部物质向心集中, 达到水体交换均匀无死角, 流量流速可控。开启阀门, 数分钟内即可排出池水的20%~30%, 正中排水除污, 达到池底无鱼粪淤泥沉积的效果。③养鱼系统现代化升级。采用玻璃钢、不锈钢、PVC养殖膜等新型环保材料和活动式微孔增氧管网等

**基金项目** 国家现代农业产业技术体系专项(CARS-46); 安徽省农业科学院重点及新兴学科培育项目(17A0514)。

**作者简介** 林衍峰(1969—), 男, 安徽休宁人, 正高级工程师, 从事淡水养殖和渔业生态保护研究。\*通讯作者, 研究员, 硕士, 从事淡水养殖和产业经济研究。

**收稿日期** 2018-06-12

技术,利用IPA原理优化设计,改造和新建养殖池,避免混凝土池壁表面粗糙、微孔增氧管网凸出、钢制拦鱼栅腐蚀,露出尖锐棱角,造成鱼体擦伤的缺陷<sup>[4]</sup>,构建集约式设施化山泉流水养殖模式。④山泉流水资源的梯级利用。在土地较为开阔的地方建筑规模化养殖小区,对养殖池进行梯度设计,修建生态引水渠(管),利用山涧溪流自然落差或机械提水,引水进入养殖区,对山泉流水资源进行梯度利用,节约提水的动力耗费。⑤配套建设集污池和稻田等类型湿地。在养殖场区配套建设集污池和稻田等类型湿地,处理养殖尾水中的排泄物、残饲等废弃物,实现异位净化和物质能量的循环利用。

经由系列优化改造,在继承传统山泉流水养殖的精髓和合理成分的基础上,彻底改变传统山泉流水养鱼“小农经济”色彩,而赋予其现代渔业的发展风貌。

## 1.2 环境因素调节

**1.2.1 水环境差异性调节。**农户家庭分散式山泉流水鱼池水体昼夜温差大,水温在18~28℃,水质相对稳定,水源溶氧量7~9 mg/L, pH 5.5~6.5,呈弱酸性。为了减少酸性水质对鱼类生长的影响,每隔15~20 d 施放氧化钙(CaO)5~10 kg,可以维持水质稳定性和浮游生物多样性。

**1.2.2 水文参数调节。**山泉流水养鱼需要调节进水流量,特别需要控制流速,养殖鱼类既要保持一定的游动状态,又要避免因过度游动而消耗体能,建议10~20 m<sup>2</sup>的养殖池,流速设为30~45 cm/s,流量为0.014~0.018 m<sup>3</sup>/s;夏季,可以适当调高流量与流速,鱼池上方设置遮阳网或依照传统方式栽种葡萄、南瓜、山芋、丝瓜等藤蔓类植物,使其茎叶覆盖池塘上方,以控制鱼池水体温度,保持溶解氧≥5 mg/L。养殖过程中,山泉流水鱼池内水质应不低于《渔业水质标准》(GB11607)和《无公害食品之淡水养殖用水水质》(NY 5051—2001)要求。

**1.2.3 规模化养殖小区水质调节。**新设计建造的规模化养殖小区,水质变化规律表现出与IPA的相似性。通常说“养鱼先养水”,水中溶解氧是一池好水的根本。水中溶解氧保持在一个稳定、均衡的水平上,则有利于好氧菌生长并促进硝化细菌繁殖,进而降低主要由饵料和其他有机物腐烂后产生的氨氮、亚硝酸盐、硫化氢等有害物质。反之,氨氮、亚硝酸盐、硫化氢偏高,就会造成总量越来越高的溶解盐类挤占水分子中的空隙,加之不断发生的无机和有机氧化还原反应消耗溶解氧多于对它的补偿,溶解氧愈发降低,与此同时,pH下降。同样,在矿化度较高的山泉流水鱼池里,鱼类需要消耗更多的水中溶解氧和营养物质来保持体内酸碱及渗透压的平衡,而高矿化度水质将会损害鱼鳃的表皮组织,鱼类呼吸交换和消化代谢受到影响,进而影响免疫力和抗病力,所以水中溶解氧表达的是水体自净能力。规模较大的养殖小区通过物联网自动控制,于池塘底部铺设曝气或其他增氧设施,维持溶解氧水平。

**1.2.4 废弃物收集与尾水处理。**采用平面鱼粪沉淀区设计,配合水下吸尘器提高鱼粪收集率,净化区30%水域面积

栽种沉水、浮叶和挺水植物,在生态浮床上栽培陆生蔬菜或饲草,放养鲢、鳙、鲫、螺蚌等滤食性品种。沿水体循环流动方向设置多台气体式增氧推水设备,促进水体内循环,必要时使用有益微生物菌剂以分解有机物并培养有益菌相,饲料拌微生物制剂或维生素投喂以增强鱼类体质。适量控制藻类,投放石灰、贝壳粉、硫酸钙或氯化钙平衡总碱度。山泉流水养殖池水漩涡流动,每隔4~6 h 底排污1次,污物排入集粪池或稻田湿地循环利用。养殖尾水经沉淀和生物净化后符合《淡水池塘养殖水排放要求》(SC/T9101)的一级标准排放,通过溪流自净和复氧功能,保持溪流水质达到GB3838规定的Ⅱ类水质标准。

## 2 鱼种放养

**2.1 养殖品种** 山泉流水养殖产量适度,营养来源主要依赖人工饲料投喂,根据市场需求,在养殖品种选择上,既要考虑地方性土著品种,又要考虑引进养殖品种。市场接受度、养殖适应性、生长性能、群体产量是衡量一个品种是否适宜流水养殖的主要指标。目前,主要养殖品种有光唇鱼、倒刺鲃、斑点叉尾鲴、鳊结鱼、大口黑鲈、鲟、黄颡鱼等。同池流水养殖以单一品种同规格为主,也可考虑不同品种生物习性和生态共生性,同池养殖不同品种。

**2.2 放养密度** 养殖密度是根据水源溶氧量、水温、鱼类耗氧率、适宜流速、品种集群性等来确定的。养殖密度可以参考如下基本关系式: $Q = ([O_2(aq)]_{\text{进水}} - [O_2(aq)]_{\text{最低需氧}}) \cdot W \cdot E/R$ ,式中: $Q$ 为最大收容量(kg/m<sup>3</sup>); $[O_2(aq)]_{\text{进水}}$ 为进水溶氧量(mg/L); $[O_2(aq)]_{\text{最低需氧}}$ 为鱼类最低需氧量(mg/L,一般为3~5 mg/L); $W$ 为最大进水量(L/h); $E$ 为水体交换效率系数(一般为0.7); $R$ 为鱼类活动耗氧量[mg/(kg·h),一般为250~300 mg/(kg·h)]。由此,设计养殖光唇鱼、黄颡鱼规格60~80尾/kg,放养密度1.0~1.5 kg/m<sup>2</sup>;倒刺鲃、鳊结鱼、斑点叉尾鲴、大口黑鲈、鲟鱼规格0.2~0.3 kg/尾,放养密度5~8尾/m<sup>2</sup>。考虑主导品种抢食能力,适时调节鱼池水流速度和底部增氧的曝气量,始终保持池水溶氧水平为5.0~5.5 mg/L。

**2.3 鱼种投放** 为了减轻鱼种放养时的应激反应、保障苗种成活率,需要选择在当地专池培育的鱼种或就近采购以流水方式培育的大规格鱼种,也可购自IPA流水槽生产的鱼种。外购鱼种须经检验检疫合格,要求解剖检查无病症、无寄生虫感染,肝胆胰脾大小、颜色、形态正常,体质健康强壮。斑点叉尾鲴、黄颡鱼等无鳞鱼种放养适宜水温为22~25℃,其他鱼类为5~20℃。

鱼种捕捞前应停食3~7 d,使鱼种消化道排空,避免运输途中鱼体排粪污染水质。使用网目细小而柔软的尼龙网具捕捞,起吊称重直接装入运输容器内,每袋不超过50 kg,操作中避免损伤鱼体。运输用水采用清洁的山泉水或井水,水体中添加适量食盐可有效减轻撞壁、擦伤掉鳞等强烈的应激反应<sup>[5]</sup>。运输夏花鱼种水温与鱼池温差≤2℃,冬片鱼种≤2℃。鱼种下塘前用2%~3%食盐温水浸浴消毒5~15 min,入池后保持静水或微流水状态,鱼池上方搭盖遮蔽物,以防陆生动物或鸟类活动使鱼种受惊。

### 3 健康管理

**3.1 营养管理** 鱼种入池后尽早开始投喂,使鱼种恢复体力,较快适应新的流水养殖环境。流水养鱼应选用优质、新鲜的专用配合饲料,并定期补充一部分天然饵料,日总投饵量控制为2%~6%。大口黑鲈、黄颡鱼、鲟鱼饲料蛋白质含量 $\geq 38\%$ ,且动物蛋白含量 $\geq 15\%$ ,粗纤维含量 $\leq 5\%$ ,斑点叉尾鮰、光唇鱼、倒刺鲃、瓣结鱼饲料蛋白质含量 $\geq 32\%$ ,且动物蛋白含量 $\geq 10\%$ ,粗纤维含量 $\geq 8\%$ 。光唇鱼、瓣结鱼可补充投喂少量浮萍,倒刺鲃可投喂水生或陆生饲草,满足其对纤维素的需求,避免肝胆综合征的发生。养殖中后期适量添加复合维生素、钙、磷等微量元素,能使皮肤结实、鳞片紧缩<sup>[6]</sup>,提高抗应激能力,减轻起捕运输造成的损伤。

**3.2 运动管理** 鱼类栖息在流水养鱼池中流水环境下,为保持身体平衡,长期处于逆水流的运动状态中,糖类和脂肪消耗较多,体质健壮,是低脂高蛋白、肌肉弹性好、咀嚼口感佳的优质水产品<sup>[7]</sup>。在山泉流水鱼池中通过调整进水角度控制流速,在池塘循环流水鱼池中通过调节曝气量控制流速,在适应流速状态下水体溶氧不足时,应开启池内微孔增氧,冲洗排粪时的流速应小于鱼的极限流速。

**3.3 病虫害的生态预防** 消除或抑制引发病害的因素,是保障鱼体健康的重要手段。每次鱼体销售后,放干池水,用生石灰或漂白粉清池。养殖过程中,常用生石灰提高水体pH,保持水体溶氧 $\geq 5 \text{ mg/L}$ 。用大蒜、马齿苋、地锦草、紫苏、艾蒿等新鲜中草药打浆拌饲投喂,可以避免常见细菌性疾病的发生。小型寄生虫引起的疾病是山泉流水养殖品种多发疾病,针对其发生规律,提前将菖蒲、楝树果叶、松针、枫杨叶、桑叶等中草药捆扎放于水体中沤汁,能有效驱杀小瓜虫、斜管虫、指环虫、三代虫、中华鲩、车轮虫病等,必要时泼洒或内服商品驱虫中草药。在流水鱼池内泼洒外用药,应停水曝气24 h以上。发生小瓜虫病也可降低池水水位,然后加大水流流量和速度,向养殖池中冲水,使鱼池换水频率 $\geq 3 \text{ 次/h}^{[8]}$ ,对小瓜虫具有显著的驱除效果。

**3.4 质量安全管理** 在推广区域内,养殖户、养殖企业在养殖过程中尽可能不用药物,或尽量使用中草药,必要时选择低毒、低残留、疗效确切的鱼药,严格执行休药期规定,推行养殖生产日志和用药记录制度,结合农资打假和规范用药科普下乡活动,监督执行。在多年的生产实践和科学研究基础上,技术推广部门和养殖企业获得了《山泉流水养鱼尾排水净化方法》《养殖香味草鱼的方法》《一种瓣结鱼与光倒刺鲃池塘微流水养殖方法》《一种瓣结鱼与鲢鳙鱼山塘流水养殖方法》等多项发明专利,修订了《山泉流水养鱼操作规范》《山泉流水养殖光唇鱼技术操作规范》《山泉流水养鱼质量安全电子植入操作规程》《水产品质量安全追溯技术规程》,

并进行了多项“三品一标”认证,有效提升了山泉流水养殖产品质量可追溯和质量安全管理水平。

### 4 讨论

同种鱼类因水温、水质、光照、饵料等因素的变化,生长速度有很大的差异。一般情况下,随着养殖密度升高,养殖鱼类的生长性能呈下降趋势<sup>[9]</sup>,通过控制投喂和适当增加养殖密度,能有效地调节鱼体生长速度。在养殖生产中,人们总是希望通过加快生长速度来增加经济效益。研究表明,用配合饲料养殖的倒刺鲃、光唇鱼、瓣结鱼、鲈鱼、斑点叉尾鮰等,在温度适宜的情况下,生长速度已经超过野生鱼4倍以上。养殖条件下鱼体过快的生长速度往往会超出鱼体本身健康的生理承受能力,造成体质肥胖而虚弱,体大而肉松,活力弱,免疫力差。因此,将流水养鱼生长速度控制为野生条件下鱼体生长速度的2.0~2.5倍是较为适宜的。

山泉流水是安徽省主推的集约化养殖技术,是省领导关注的山区精准扶贫项目,适宜于皖南、皖西山区,为国内其他同类型环境提供了示范样板。它的应用与乡村民俗和休闲旅游结合,利于城市寻味乡愁、山村脱贫致富,保障优质渔获物面市。然而,生产中养殖者多照搬传统池塘养鱼经验,盲目追求生长速度和产量,鱼种采购于江西、湖北等地的池塘,过量投喂饲料与滥用药物,鱼种体质差,加上粗犷的捕捞运输操作,导致鱼种应激反应严重,免疫力下降,2018年春季普遍出现严重的细菌性疾病和肝胆综合症并发症,鱼种死亡率高,损失大。因此,①从鱼种本地化或以IPA定向培育入手,消除引发鱼种应激和病害的因素;②应以鱼体健康为本,改善养殖环境和营养水平,根据鱼类生理需求健康投喂;③加强研究,查清病原,弄清发病机理,按照药敏试验结果精准、规范用药;④加强监督,做好全方位服务,是提升流水鱼品质、保障流水鱼质量安全的重要手段。

### 参考文献

- [1] 朱生东,朱国兴. 休宁山泉流水养鱼系统文化价值及保护利用[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版),2016(3):72-77.
- [2] 陈文华,夏家凯,闫磊,等. 低碳高效池塘循环流水养殖草鱼新技术试验总结[J]. 科学养鱼,2014,30(10):20-22,30.
- [3] 林衍峰,刘峻. 休宁县传统山泉流水养鱼池的微观生态与美学价值[J]. 中国渔业经济,2016,34(3):74-77.
- [4] 唐燕高. 池塘循环流水养殖存在的问题及其技术措施[J]. 安徽农学通报,2016,22(21):83-84.
- [5] 徐钢春,杜富宽,聂志娟,等. 10‰盐度对长江刀鲚幼鱼装载和运输胁迫中应激指标的影响[J]. 水生生物学报,2015,39(1):66-72.
- [6] 游文章,黄忠志. 鱼类对钙、磷的需要[J]. 淡水渔业,1987(5):43-46,20.
- [7] 刘杨,陈晔,魏泽能. 安徽省低碳高效池塘循环流水养殖技术推广[J]. 中国水产,2017(9):75-77.
- [8] 甘成叙,林衍峰. 流水养殖光唇鱼小瓜虫病的防治对策[J]. 科学养鱼,2015,31(12):56-57.
- [9] SHELBOURN J E, BRETT J R, SHIRAHATA S. Effect of temperature and feeding regimes on the specific growth rate of sockeye salmon fry (*oncorhynchus nerka*) with a consideration of size effect[J]. Fish Board Can, 1973,30(8):1191-1194.

(上接第108页)

- [5] 向仲怀. 中国蚕种学[M]. 成都:四川科学技术出版社,1995:456-487.
- [6] 中国农业科学院蚕业研究所. 中国养蚕学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1991:364-370.
- [7] 谌伦富,柏红梅. 防止蚕种不良卵发生的主要措施[J]. 蚕学通讯,2012,

32(3):44-46.

- [8] 李开平,马秋宜,江华. 浅析温差与生种的发生和控制[J]. 广东蚕业,2001,35(4):11-12.
- [9] 刘叔. 蚕桑试验设计与统计方法[M]. 杭州:蚕桑通报编辑室,1983:37-41.