

Research on the Mechanism of Increasing Production and Efficiency on Application of Probiotics Combined with Oxygen-Increasing and Water-Flowing Machine in Puffer Farming

Rongfu Li¹, Zhenglong Guo², Longsheng Sun³, Yanling Liu⁴, Tingting Chang¹, Xianxiang Yang⁵, Shouhong Wang⁶, Ruikui Yu⁴, Weilun Qin²

¹Yangzhou Society of Fisheries, Yangzhou Jiangsu

²Nantong Longyang aquatic products co., LTD., Nantong Jiangsu

³College of Animal Science and Technology of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

⁴Yangzhou Lubao biological technology co., LTD., Yangzhou Jiangsu

⁵Yangzhou Fisheries Technical Guidance Station, Yangzhou Jiangsu

⁶Ecological Agriculture and Engineering Technology Research Center of Jiangsu Province, Yangzhou Jiangsu

Email: 13615252160@163.com

Received: Dec. 4th, 2017; accepted: Dec. 21st, 2017; published: Jan. 2nd, 2018

Abstract

Deterioration of water quality results in aquatic disease, quality and safety risk of aquatic products and other issues in recent years. Dissolved oxygen is a core water quality index and a key factor in aquaculture. For the purpose of exploring modern ecological aquacultural technology, we applied oxygen-increasing and water-flowing machine which was considered as low-energy consumption and high-efficiency increasing oxygen combined with probiotics on puffer farming. It had achieved a highly efficient energy saving and no residue way to clean pond water, balanced dissolved oxygen, eliminating "oxygen debt", and solving the problem of poor-oxygen in the bottom of pond on sunny daytime, night and rainy days. Furthermore, this comprehensive application expanded aquaculture space, extended farming time, accelerated matter-energy circulation in pond water, inhibited the outbreak of blue algae, prevented aquatic disease happened, as a result, it elevated feed utility efficiency and aquatic animal growth performance, improved aquatic products taste, accomplished the target of reducing costs, improving quality as well as increasing yield and improving productivity. The results indicated that: compared with control pond, the fish production in trial pond raised 65.4 kg/mu by 23.4%. The feed coefficient in trial pond was 1.61 which was decreased by 0.15. The farming cost in trial pond was 37.53 yuan/kg which was lower than control pond around 4.33 yuan/kg. The output value reached 50284 yuan/mu in trial pond which was higher than control pond 5354 yuan/mu by 11.92%. The net profit was made as 26874 yuan/mu in trial pond which was increased 5635 yuan/mu by 26.53% compared to control pond, During this farming period, no drug was applied, the quality and safety level as well as the flavor of aquatic products promoted significantly due to the better water quality.

Keywords

Probiotics, Oxygen-Increasing and Water-Flowing Machine, Flowing Water, Oxygen Deficit

微生物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

李荣福¹, 郭正龙², 孙龙生³, 刘艳玲⁴, 常婷婷¹, 杨显祥⁵, 王守红⁶, 于瑞奎⁴, 秦巍仑²

¹扬州市水产学会, 江苏 扬州

²南通龙洋水产有限公司, 江苏 南通

³扬州大学动物科学与技术学院, 江苏 扬州

⁴扬州绿保生物科技有限公司, 江苏 扬州

⁵扬州市水产生产技术推广站, 江苏 扬州

⁶江苏省生态农业工程技术研究中心, 江苏 扬州

Email: 13615252160@163.com

收稿日期: 2017年12月4日; 录用日期: 2017年12月21日; 发布日期: 2018年1月2日

摘要

水质恶化是引发水产病害、水产品质量安全风险等问题的主要原因, 溶氧是养殖水质的核心指标和水产养殖关键因子。为了探索现代水产生态养殖技术, 我们开展了将低能耗活水与高效率增氧的增氧活水机与微生物制剂配合使用应用于河豚养殖的试验研究, 实现了高效节能和无残留净化养殖水质, 均衡溶氧, 消除“氧债”, 解决了长久以来困扰养殖水体晴日白天底层缺氧、夜晚缺氧和阴雨天缺氧的问题, 扩大了养殖空间, 延长养殖时间, 加速水体物质能量循环, 抑制了蓝藻爆发, 预防了水产病害, 从而达到了提高饲料利用效率和水产动物生长速度, 改善水产品品质, 实现了降本增效、提质增效和增产增效。试验池比对照池亩增产65.4千克/亩, 增产23.4%; 饵料系数1.61, 比对照塘降低0.15; 养殖成本为37.53元/千克, 比对照塘低4.33元/千克; 亩产值50284元, 亩增5354元, 增加11.92%; 亩净利润26874元, 亩增5635元, 增加26.53%。并且由于水质改善, 基本未使用药物, 养成水产品质量安全水平和风味明显提升。

关键词

微生物制剂, 增氧活水机, 活水, 氧债

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

溶氧是水产养殖的核心水质指标和限制因子, 表现为晴日白天底层缺氧, 夜晚和阴雨天全水体缺氧,

最大的潜在风险为“氧债”。增氧活水机是笔者与刘海平合作发明的新型水产养殖机械与水质净化设备(专利号 ZL 2001 2 0099781.6) [1]。其根据流体力学原理,发挥水体“粘性”和“惯性”优势,以极低能耗在静水水体制造生态“活水”,使水体全方位(上下、左右、前后)处于微速循环流动状态,促进了水体“水-气”和“水-土”双界面物质交换。结合微孔增氧补充水体溶氧,使养殖水体溶氧和营养物实现“四维”(时间和空间)均衡输送,满足了水生生物溶氧的稳定需求,避免了水体底层“氧债”(有毒有害物质)积累,保障了水体物质循环和能量转化高效运行,使水体生态系统处于良性循环状态,解除或降低了水产养殖“泛塘”和病害风险。

“微生态制剂与增氧活水机配合应用”试验,借助增氧活水机传输作用,使有益微生物由“静”变“动”,也使其对水体有机物与“氧债”转化(氧化分解)作用化“被动”为“主动”,提高了其水质净化效率,加速了水体物质循环,避免了“氧债”累积,为水体植物光合作用均衡提供营养,增加了溶氧来源,提升了水体生态效率和养殖容量。其核心机理是:以机械(物理)“活水”(微速循环流动),促进了化学“活水”(物质交换与化学反应),带动了生物“活水”(植物和微生物获得了“主动”获取营养物和净化有机物能力),实现了全水体生态“活水”。

水产动物喜爱的是江河湖泊原生态“活水”。所有静水中水产动物一遇“活水”便欢快随之逃走。“微生态制剂与增氧活水机配合应用”造就的生态“活水”,溶氧等各类水质因子均满足水产动物要求,有利于水产养殖节饵节肥、防病促长、提质增效。笔者从 2009 年起,开展了增氧活水机开发与应用研究。先后承担了扬州市农业科技攻关项目(SGG 2010020079)和江苏省水产“三新”工程——“增氧活水机在池塘养殖中的推广应用”项目(项目编号 S2012-2) [2],在池塘罗氏沼虾、鳊鱼、黄颡鱼及常规鱼等品种养殖中开展了试验,取得了良好应用效果,在同等苗种放养和饵料投入的情况下,增产 12.4%~13.6%,增效 23.6%~73.1% [2] [3] [4]。河豚是底层水产动物,水体底层溶氧状况及其他水质因素直接决定河豚摄食与消化吸收效率和生长速度。“微生态制剂与增氧活水机配合应用”造就的生态“活水”,对河豚日常栖息的底层水质状况改善最为明显,为其健康成长提供了最佳环境,从而促进了河豚增产增效。

2016 年,我们在南通龙洋水产有限公司开展了微生态制剂与增氧活水机对河豚养殖增产增效机理的研究,取得节能节本、增产增效的试验结果。

2. 试验材料与方法

2.1. 试验塘条件

试验池塘选在位于海安县黄海之滨的南通市龙洋水产有限公司河豚养殖基地。试验池为该养殖基地 206 号池塘,对照池为 106 号池塘,东西相邻,面积均为 10 亩(6667 m²),水深 2.5 米,池塘走向为东西走向,养殖用水为经曝气沉淀消毒的海水,水质达海水养殖水质标准。进排水系完善,电力配套,交通便利。

2.2. 增氧活水机配置与使用方法

试验池和对照池原先均配套有 4 台增氧机,其中 3 台为 3 KW 的叶轮增氧机,1 台为 1.5 KW 的叶轮增氧机,这是该公司河豚养殖池的标准配置。试验塘自 7 月 26 日后开始安装了 1 台 825 W(即 0.825 KW)的增氧活水机,9 月 7 日又加装了 1 台增氧活水机。该公司所有河豚养殖池塘增氧机正常使用方法是晴天中午开机 3 小时左右,夜晚开机 12 小时(20:00~次日 8:00),对照塘严格执行了上述使用方法。试验塘安装增氧活水机后,减少了 2 台叶轮增氧机,采取活水机部分 24 小时连续开机,叶轮增氧机白天不开机,微孔增氧夜晚(20:00~次日 8:00)开机,如阴雨天微孔增氧部分全天开机。试验共进行 104 天。

2.3. 苗种放养

试验池与对照池采用基本一致的放养结构，具体情况见附表 1。

2.4. 投饵方法

日常投喂饵料为该公司自配的河豚专用饲料，日投喂 2 次，日投喂量为在塘鱼体重的 3%~5%，每日上、下午各投喂 1 次。并观察摄食状况，及时调整投喂量。

自 7 月下旬开始，在试验池(206 号)投喂饲料中拌入水产“双益素”微生物饲料添加剂，主要成分包括高活性瘤胃益生菌 - 屎肠球菌作为主导菌，与植物乳杆菌合理调配而成，该产品有效总活菌数 ≥ 50 亿/克。投喂前按饲料量 5/10,000 的比例调配，加水稀释后均匀拌入渔用饲料后投喂。

2.5. 微生态制剂选择与使用方法

微生态制剂选自于扬州大学 - 扬州绿保生物科技有限公司校企联盟共同研发的益生菌水质生物调水剂。共两类产品：

一是水菌灵高效生物调水剂。用法是将该产品 1 Kg 加入 40 Kg 池水与 500 g 红糖搅拌均匀，活化 3~4 小时后均匀泼洒于养殖水体中。10 亩用量为 4 Kg，每隔 7~10 天使用一次。

二是复合乳酸菌高效生物调水剂。用法是将该产品 1 Kg 加入 30 Kg 池水，并和入 500 g 糖红糖活化 6~8 小时，上午活化，下午泼洒。10 亩用量为 4 Kg，每隔 7~10 天泼洒一次。

2.6. 水质检测

在日常养殖季节，该公司有专人负责养殖池塘水质检测，主要检测水下 40 cm 左右的水温和溶氧两个指标，溶氧检测包括水体表层和底层。项目组聘请扬州大学动物科技与技术学院水产系有关师生对有关指标进行了检测。

2.7. 有益微生物数量检测

在使用微生态制剂后数日内对主要微生物数量进行检测，以反映微生态制剂使用后繁殖速度和浓度及其对有关水质指标的影响。该项检测委托扬州大学在读博士和扬州绿保生物有限公司生产技术部进行定量检测，采用平板菌落计数法进行细菌分类计数。

Table 1. The situation of seed stocking in probiotics and improved oxygen-increasing machine trial

表 1. 微生态制剂与增氧活水机试验苗种放养情况统计表

池塘编号	品种	规格(克)	数量(尾)	重量(公斤)	放养时间
对照池(106)	河豚	150	18,500	2775	2016 年 3 月底
	鲢鱼	250	180	45	
	鳙鱼	400	120	48	
	合计		18,800	2868	
试验池(206)	河豚	150	18,600	2790	2016 年 3 月底
	鲢鱼	250	180	45	
	鳙鱼	400	120	48	
	合计		18,900	2883	

3. 结果与讨论

1) 增氧活水机科学运转, 解决了溶氧空间分布的不均匀性和增氧与耗氧时间上的不同步性, 消除了池底有机物沉积和“氧债”过多积存, 改善了水质环境, 扩大了养殖空间, 延长了养殖时间, 消除了养殖风险。

在自然状态下, 水中溶氧主要来源于浮游植物光合作用。由于溶氧比重小, 其运动方式是单向移动的, 即“气往高处走”, 氧气总是向水体上层、表层转移, 当表层溶氧过饱和时, 则向空气中扩散, 造成溶氧这种养殖水体中最珍贵、最紧缺的资源浪费。科学使用增氧活水机形成的微速循环流水, 使溶氧由单向运动转变为双向循环移动, 同时在夜晚或阴雨天气启动其增氧部分, 实现了溶氧空间上均匀分布和时间上均衡供给, 可以实现养殖水体全水层、全时段、全天候养殖。

试验池配置使用了增氧活水机, 活水机 24 小时连续运转, 全水体处于微速循环流水状态, 将高氧高温的优质表层水源源不断运送到养殖水体下层、底层, 提高了溶氧与水温在空间和时间分布上的均衡性。据我们 2016 年对仪征清水湾水产养殖场黄颡鱼池塘使用增氧活水机试验检测分析, 试验池塘表层和底层溶氧中午到傍晚溶氧差约 0.2 mg/l, 水温差约 0.3℃~0.4℃。这与水科院渔机所顾海涛等 2010 年的检测结果一致。从表 2、图 1、图 2、图 3 可以看出, 试验池在 18:00 和 22:00 两个时间段溶氧水平低于对照池, 但溶氧波动幅度比对照池小得多。从图 4 与图 5 则可以看出, 增氧活水机制造了“活水”, 使试验期间水温波动幅度小, 稳定性高, 高温季节促进水温下降, 白天水温平均下降 0.7℃, 凌晨降温 0.2℃。增氧活水机造就了试验池缓慢匀速循环流水, 充足而稳定的溶氧与稳定的水温, 有利于水产动物栖息生长, 防止应激反应和发生病害。

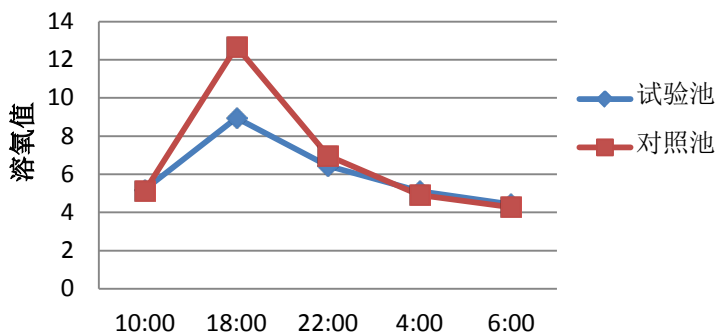


Figure 1. Changing of dissolved oxygen throughout the day with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine in August

图 1. 微生态制剂与增氧活水机配合使用 8 月份全天溶氧变动规律

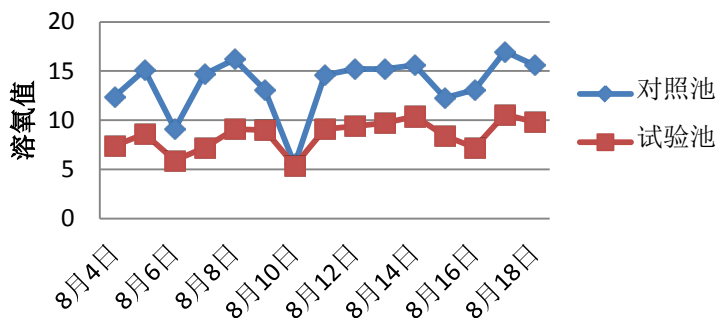


Figure 2. The curve of dissolved oxygen at 18:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 2. 新型微生态制剂与增氧活水机配合使用傍晚(18:00)溶氧曲线

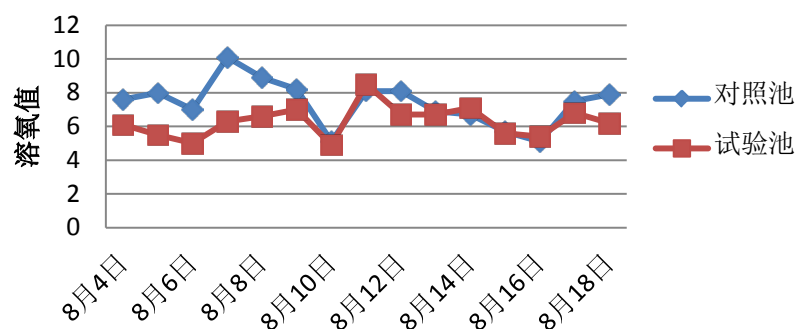


Figure 3. The curve of dissolved oxygen at 22:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 3. 新型微生物制剂与增氧活水机配合使用夜间(22:00)溶氧曲线

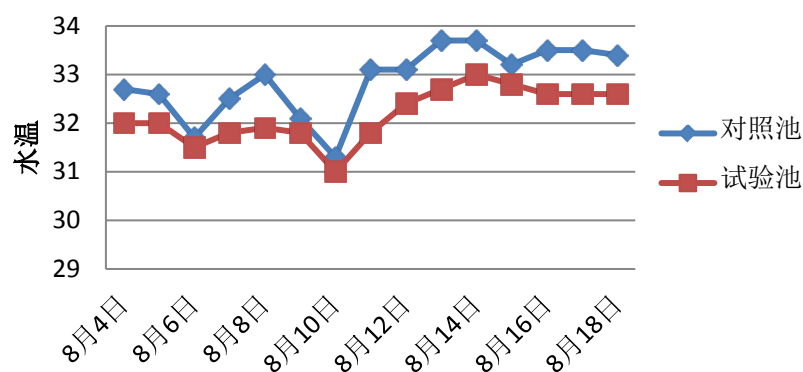


Figure 4. The curve of water temperature at 18:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 4. 新型微生物制剂与增氧活水机配合使用傍晚(18:00)水温曲线

Table 2. Dissolved oxygen analysis in puffer farming with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine (mg/l)

表 2. 微生物制剂与增氧活水机配合应用于河豚养殖溶氧分析(单位: mg/l)

检测时间	池塘编号	8月份		9月份		7-10月份	
		平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
4:00	试验池(206)	5.11	0.78	5.93	0.94	5.65	0.77
	对照池(106)	4.91	0.81	5.74	0.92	5.78	0.96
6:00	试验池(206)	4.42	0.51	5.14	0.77	4.99	0.61
	对照池(106)	4.27	0.6	4.97	0.46	5.10	0.7
10:00	试验池(206)	5.2	0.51	5.36	0.85	5.42	0.58
	对照池(106)	5.11	0.64	5.36	0.51	5.65	0.71
18:00	试验池(206)	8.95	2.13	8.35	2.13	8.57	2.23
	对照池(106)	12.69	3.67	11.02	3.72	11.21	3.67
22:00	试验池(206)	6.44	1.76	6.67	1.24	6.65	1.44
	对照池(106)	6.97	1.47	6.95	1.32	7.35	1.72
总平均	试验池(206)	6.02	1.14	6.29	1.19	6.25	1.12
	对照池(106)	6.79	1.44	6.81	1.39	7.02	1.55

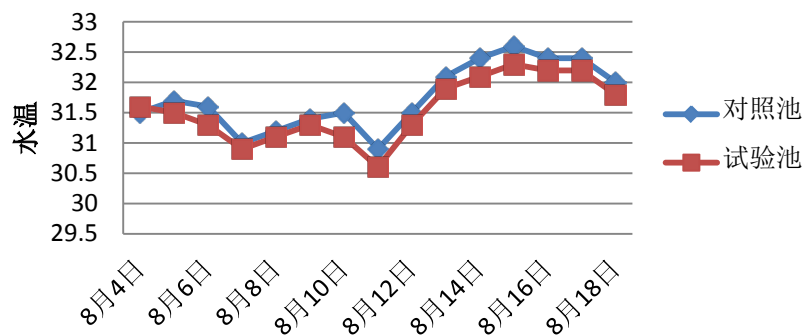


Figure 5. The curve of water temperature at 4:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 5. 新型微生态制剂与增氧活水机配合使用凌晨(4:00)水温曲线

表 2 是试验期间(7~10 月)溶氧检测分析结果。对照池试验期间 18:00 平均溶氧量为 11.21 mg/l, 标准差为 3.67 mg/l; 试验池 7~10 月 18:00 平均溶氧量为 8.57 mg/l, 标准差为 2.23 mg/l。证明了使用增氧活水机降低了水体溶氧波动幅度。更为重要的是试验池在生产季节(夏秋)的晴日白天, 由于增氧活水机打破了水体分隔、分层现象, 将水体表层因过饱和而可能逸出到空气的氧气转移到最为缺氧的水体底层, 避免了“氧债”产生, 又减少了溶氧浪费。同时, 因全水体溶氧均匀分布, 使试验池溶氧总量比对照池多出 1/2 至 1 倍[5]。

图 1 是对 8 月份全天 5 个时段试验池与对照池溶氧检测结果的对比分析。一般养殖水体白天从日出开始, 在光合作用推动下溶氧迅速上升, 到 18:00 表层溶氧达到全天最高值; 试验池由于增氧活水机连续运转, 将表层丰富的溶氧运送到水体全水层, 因此, 试验池在 18:00 到 22:00 对照池; 但对照池在 18:00 到 22:00 溶氧降低 4.56 mg/l, 试验池同一时段降低 1.92 mg/l, 对照池溶氧下降速度为试验池 2.38 倍, 这主要是对照池白天上下水层缺少交流, 积存了大量的“氧债”, 进入夜晚后, 表层水温降低和增氧机的作用, 实现了上下水层交流迅速偿还“氧债”, 造成溶氧快速大量消耗所致。但 22:00 对照池和试验池溶氧分别为 6.44 mg/l 和 6.97 mg/l, 对照池溶氧仍略高于试验池。当到次日凌晨(4:00)和清晨(6:00)时, 对照池和试验池溶氧分别为: 4.91 mg/l 与 5.11 mg/l、4.42 mg/l 与 4.27 mg/l, 试验池溶氧均高于对照池。这主要是使用增氧活水机后, 试验池“氧债”随借随还无积存, 不会在夜晚或因雷阵雨等突发天气, 在短时间内快速偿还“氧债”而爆发性耗氧, 引发“浮头”“泛塘”事故。因此, 在养殖池塘使用增氧活水机, 活水机在生产季节 24 小时连续运转, 微孔增氧夜晚或阴雨天连续运转, 实现了养殖水体溶氧空间分布上的均匀性和增溶氧与耗氧时间上的同步性, 消除了“氧债”积存, 根除了突发性“浮头”“泛塘”风险。

2) 增氧活水机“活水”功能为微生态制剂有益菌创造了最佳生活和增殖环境, 有利于加速有益菌增殖, 并长时间维持较高浓度。枯草芽孢杆菌竞争性强于乳酸菌, 乳酸菌稳定性和安全性好于枯草芽孢杆菌, 并对蓝藻和病菌有抑制作用。

增氧活水机能造就全水体、全时段“活水”(微速循环流水状态), 可以在较短时间内将微生态制剂有益菌、水体表层丰富的溶氧和沉积在水体底(下)层的有机物运送到全水体(全方位、全水层), 扩大了微生态制剂分布和繁殖空间, 延长了作用时间。因此, 有益菌可以在较短时间(1 昼夜)内达到峰值(见表 3 和图 6), 并在长时间维持高浓度。

由表 4 及图 7 可知, 在罗氏沼虾养殖池微生态制剂与增氧活水机配合使用 1 天后, 试验组乳酸菌和枯草芽孢杆菌数量均大幅上升, 并形成优势菌群, 枯草芽孢杆菌数次日达 1270 个/克, 且在高水平上维持稳定, 有利于高效调控水质。但以使用增氧活水机试验池增殖最快速, 并维持在最高水平, 比对照池高出 60 多倍, 这主要是增氧活水机的连续使用, 一方面使池水下层和底泥表面沉积的有机物被源源不断

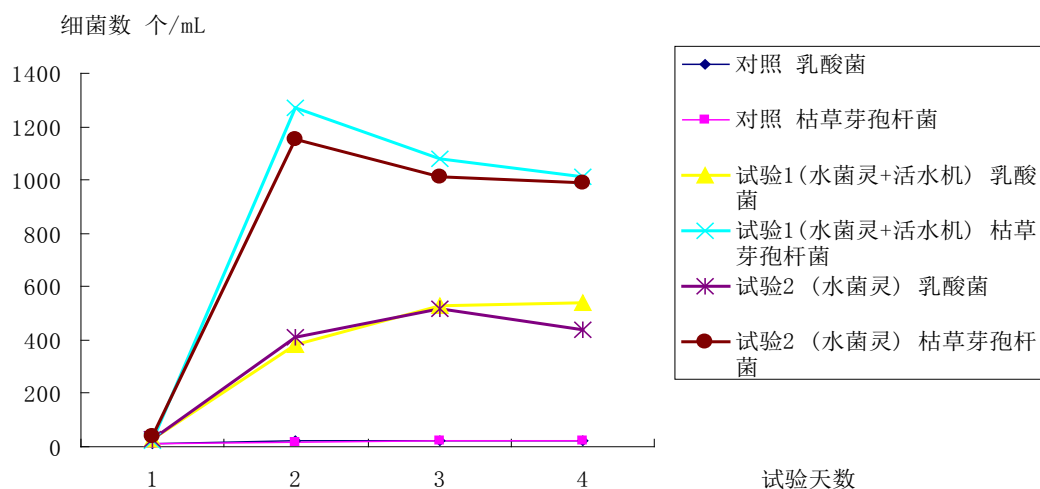


Figure 6. Dynamic changes of live bacteria in puffer farming water with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 6. 微生态制剂与增氧活水机配合使用河豚养殖试验水体活菌数量变化

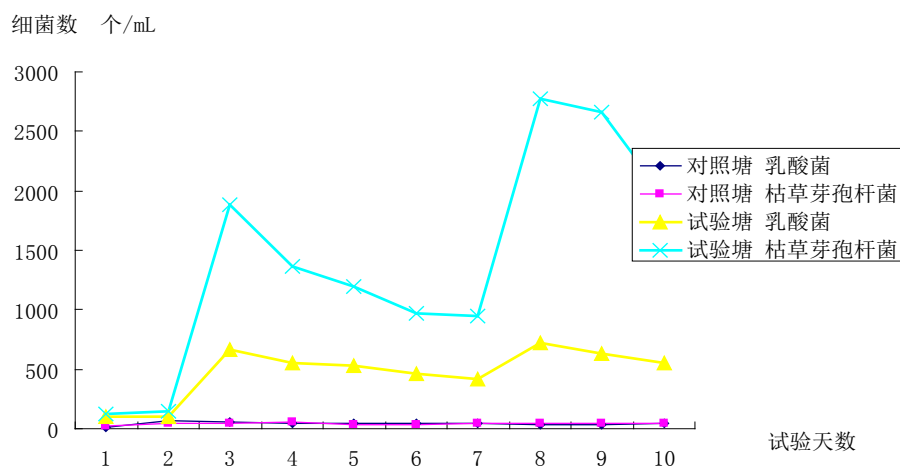


Figure 7. Dynamic changes of live bacteria in *Macrobrachium* farming water with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 7. 微生态制剂与增氧活水机罗氏沼虾养殖试验水体活菌数动态变化

Table 3. Dynamic changes of live bacteria in puffer farming water with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

表 3. 微生态制剂与增氧活水机配合使用试验河豚养殖试验水体活菌数动态变化

日期		8.4	8.5	8.6 早晨	8.6 下午
对照池(106)	乳酸菌	10	20	20	25
	枯草芽孢杆菌	10	15	25	20
试验 1 (水菌灵 + 活水机) (206)	乳酸菌	30	380	530	540
	枯草芽孢杆菌	20	1270	1080	1010
试验 2 (水菌灵) (316)	乳酸菌	30	410	520	440
	枯草芽孢杆菌	40	1150	1010	990
备注		8月4日下午16点试验塘各泼洒水菌灵一次			

Table 4. Dynamic changes of live bacteria in *Macrobrachium* farming water with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine**表 4.** 微生态制剂与增氧活水机配合使用试验罗氏沼虾养殖水体活菌数动态变化

日期		7.9	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14	7.15	7.16	7.17	7.18
对照塘	乳酸菌	10	65	55	50	40	50	45	35	38	40
	枯草芽孢杆菌	20	45	40	55	30	30	47	50	46	45
试验塘	乳酸菌	100	100	660	550	530	460	420	720	630	550
	枯草芽孢杆菌	120	150	1880	1360	1190	970	950	2780	2660	1950
备注	试验塘配置了 3 台增氧活水机，7 月 10 日和 7 月 16 日上午 11 时各泼洒 1 次水菌灵。										

运送到水体上层，为有益微生物提供丰富的原料，另一方面，增氧活水机形成的“活水”（微速循环流水状态），将表层丰富的溶氧和有益菌运送到水体下层和淤泥表面，使每天沉积残饵、粪便及各类生物尸体等有机废物及时分解和还原，增加了好氧有益菌净化有机物的机率，扩大了好氧有益菌作用空间，延长了作用时间，保证了有益菌在养殖水体维持较高水平。

试验表明，增氧活水机或叶轮增氧机的配置与使用对微生态制剂发挥效用具有重要作用。表 4 和图 7 反映的是罗氏沼虾养殖池塘进行的微生态制剂与增氧活水机罗氏沼虾养殖试验水体活菌数动态变化情况，在整个 10 天的试验期间，对照池乳酸菌和枯草芽孢杆菌数量一直处在很低水平；试验池使用水菌灵一昼夜后，乳酸菌和枯草芽孢杆菌浓度分别呈 50 度和 80 度直线上升，这与河豚养殖试验池结果一致。试验池第 7 天又补加泼洒了一次水菌灵，次日枯草芽孢杆菌数量暴增到 2780 个/ml，乳酸菌也达到近 800 个/ml 的高水平。但在养蟹池有益菌增殖速度缓慢，高邮市湖畔水产专业合作社的养蟹池未安装增氧机或活水机，在使用微生态制剂后，有益菌增长速度和密度均低于河蟹养殖池和河豚养殖池（见图 8）。这是因为有益菌自身没有运动能力，必须依靠活水机或增氧机使用过程中产生的水流实现位置移动，才能充分发挥作用。

在菌种增殖速度与活力竞争性上，枯草芽孢杆菌强于乳酸菌。从表 4 中可以看出，初期投入到试验池的枯草芽孢杆菌和乳酸菌分别为 20 个/ml 和 30 个/ml，次日分别达 1270 个/ml 和 410 个/ml，枯草芽孢杆菌和乳酸菌的次日增殖倍数分别达 63.5 倍和 16.7 倍，枯草芽孢杆菌增殖速度为乳酸菌的 2.8 倍。在罗氏沼虾养殖池试验结果也极为相似，枯草芽孢杆菌和乳酸菌的次日增殖倍数分别达 12.5 倍和 6.6 倍，枯草芽孢杆菌增殖速度为乳酸菌的 1.89 倍。并且，两种养殖水体试验，枯草芽孢杆菌在养殖水体的种群数量维持在乳酸菌 2 倍以上。

但乳酸菌快速繁殖会产生大量乳酸菌素，对原核生物有抑制作用，而蓝藻和致病菌大多为原核生物。乳酸菌在晴天能快速降解有机物，降低 PH 值，改变了蓝藻爆发的生态环境，可从生态学角度抑制蓝藻，这在 2016 年我们在高邮市少游水产合作社进行的试验中得到了证实，使用乳酸菌制剂的罗氏沼虾养殖试验池蓝藻密度明显小于周边虾池，这是解决当前各地虾蟹养殖水体普遍蓝藻暴发的新的有效途径，并且避免了使用化学药剂杀灭蓝藻的安全风险。尤其应该提倡在本试验中采用的在水产动物饲料中添加乳酸菌的方法，既能促进饲料吸收，其排泄物中含有丰富的乳酸菌和其他活性物质，又能有效改善水质，综合效能更为明显。

3) 增氧活水机与微生态制剂配合使用，以机械(物理)活水带动生物活水和化学活水，以生物活水促进化学活水，达到理、化、生全效“活水”，促进养殖水体物质循环，综合改善水质，提高生态效率。

在自然状态下，水中微生物和浮游生物基本是静止物，运动能力极其有限或基本没有运动能力，只有在夜晚和风雨发生时，才能实现水体上下交换及水平移动。增氧活水机带动整个水体微速循环流动，

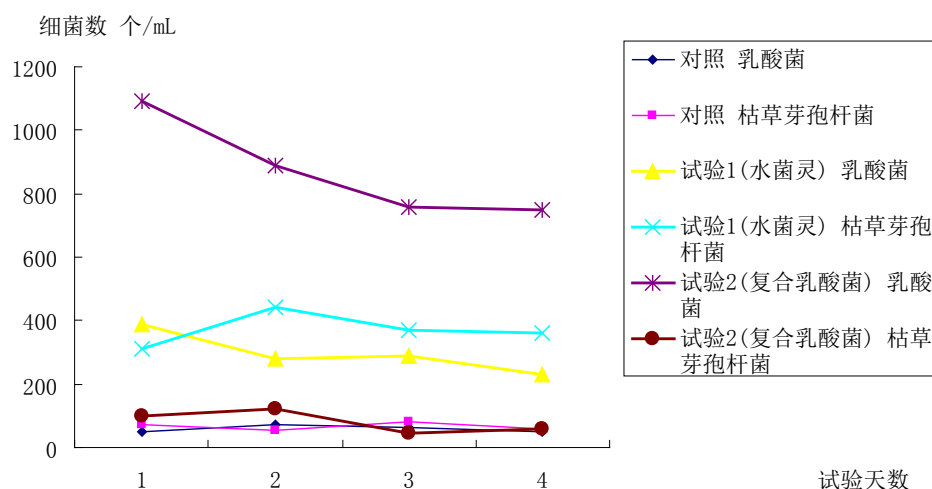


Figure 8. Dynamic changes of live bacteria in crab farming water with the application of probiotics
图 8. 微生态制剂在河蟹养殖池试验活菌数动态变化

形成全水体“活水”，使微生态制剂有益菌化静为“动”，由守株待兔转为“主动”降解和转化有机物，带动了全水体物质转化与能量传递，加速水体物质能量循环，促进水体新陈代谢，实现“流水不腐”。具体作用体现在以下几方面：

首先是增氧活水机实现了全水体机械(物理)“活水”(微速循环流水)状态，以机械(物理)“活水”带动了化学“活水”：机械(物理)“活水”带动表层溶氧持续运送到全水体，实现均匀分布，使全水体有机物在全时段、全天候氧化还原，分解转化为浮游植物、水生维管束植物及有细菌可以利用的简单有机物和无机物，不会因为夜晚的来临和阴雨天气而中断停止，避免了水底有机物的沉积和氧化还原不彻底产生中间产物——“氧债”[4]。其次是机械(物理)“活水”与化学“活水”促进生物“活水”：好氧型有益菌完成水质净化有两个重要前提，一是有益菌及时而全面与有机物接触，二是水中溶氧充足。机械(物理)“活水”将微生态制剂有益菌及上层溶氧带到水体下层、底层，使有益菌对下层、底层水和淤泥表层的残饵、粪便及生物尸体等沉积有机物及时充分分解和氧化还原，并将分解和氧化还原形成的营养物质运转到水体中上层，促进了上层浮游植物与有益菌增殖繁衍。同时，“活水”还将沉积在水底的有机物带到水体上层分解与氧化还原，促进上层水有益菌增殖繁衍。最后是以生物“活水”促进化学“活水”：微生态制剂使用加速了水体有机物快速降解，并及时为水生植物和浮游植物提供营养物，促进光合作用，提升水体初级生产力，增加溶氧，反过来又加速了氧化还原反应速度。从而实现了物理活水、化学活水和生物活水的有效衔接，并相互促进，达到全能全效“活水”，扩大了养殖空间，延长了养殖时间，提升了水体养殖性能和养殖容量。

源源不断的溶氧供给是保障枯草芽孢杆菌类好氧菌高效净化水质的前提条件，也是防范好氧菌使用风险的关键措施。枯草芽孢杆菌在阴雨天和夜晚溶氧不高时使用存在“浮头”“泛塘”风险，在扬州河蟹养殖池中曾因使用枯草芽孢杆菌发生河蟹缺氧上岸，青虾“泛塘”死虾现象。图9、图10反映的使用微生态制剂后河豚养殖池凌晨和清晨溶氧检测结果。由于8月4日是第1次使用以枯草芽孢杆菌为主的微生态制剂，在增氧活水机和微生态制剂双重作用下，池塘底部长期沉积的有机物迅速氧化还原而大量耗氧，8月4日至8月9日，试验池凌晨和清晨的池塘溶氧明显低于对照池。随着长期沉积的有机物降解和“氧债”消除，试验池耗氧源逐步减少，从8月10日起，试验池溶氧曲线均在对照池之上。因此，首次使用芽孢杆菌类微生态制剂应全面启用增氧活水机或增氧机，既有利于有益菌快速增殖，快速发挥净水作用，又防范使用风险。

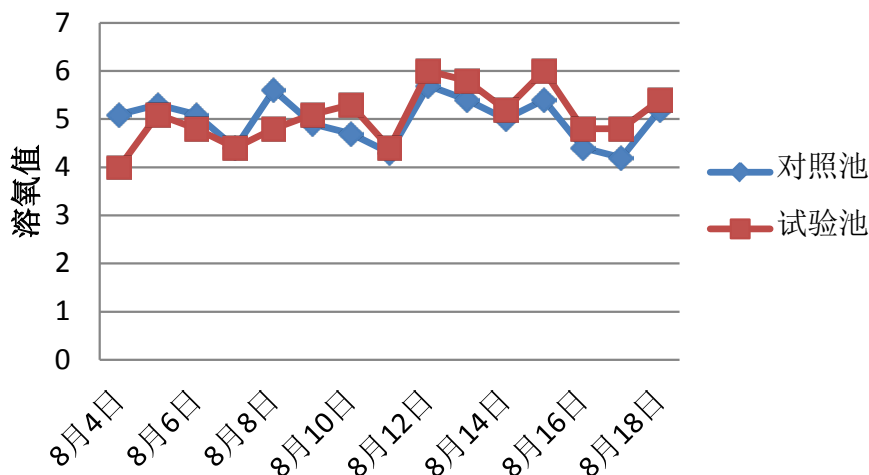


Figure 9. The results of dissolved oxygen determination at 4:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 9. 新型微生态制剂与增氧活水机配合使用凌晨(4:00)溶氧测定结果

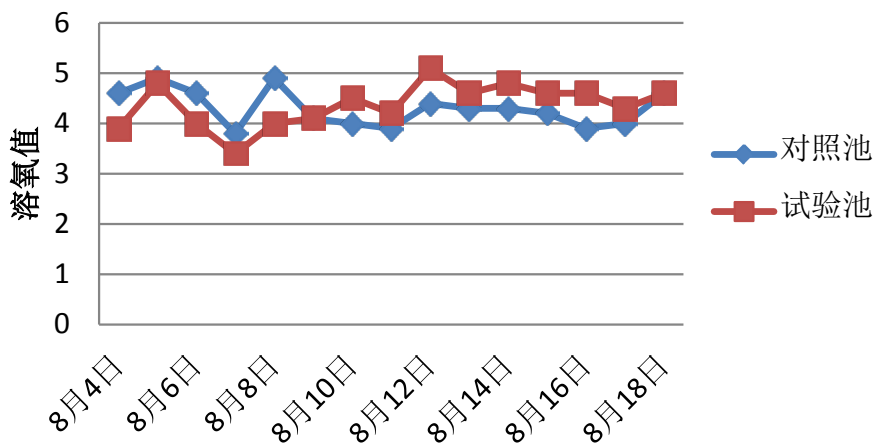


Figure 10. The results of dissolved oxygen determination at 6:00 with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

图 10. 新型微生态制剂与增氧活水机配合使用清晨(6:00)溶氧测定结果

4) 微生态制剂与增氧活水机配合使用提高了溶氧时空分布的均衡性, 提高饵料摄食率、利用率和转化率, 促进生长, 降低疾病, 增产效果显著。

微生态制剂与增氧活水机配合使用将微生态制剂有机物和有毒有害物质降解转化功能和增氧活水机的活水、增氧、匀氧功能有机结合, 实现微生态制剂与增氧活水机两类净水方法功能效用最大化。从而提高了池塘溶氧及水温等水质因子的稳定性和时空分布的均衡性, 从而可以实现池塘水体溶氧全水体、全时段、全天候满足水产养殖动物生长需要, 改善了养殖水质环境, 提高了池塘养殖水体的舒适性, 又扩大了养殖空间, 延长了养殖时间, 即实现了养殖水体量质双升, 时空双增, 增产便成为顺理成章的结果(见表 5)。由于试验池改善了生态环境, 抑制了有害菌繁衍预防了病害, 试验期间未发生任何病害。

从表 5 中可以看出, 试验池共产商品河豚 6238 公斤, 比对照池增产 669 公斤。亩净产 344.8 公斤, 比对照池亩增产 65.4 公斤, 增产 23.4%。试验池商品河豚规格达 354 克, 每尾商品河豚比对照池多增重 37 克, 生长速度比对照池快 22.2%。商品河豚规格的提升有利于提高销售价格, 实现提质增效。

5) 微生态制剂与增氧活水机配合使用节能节电节水, 实现节能降耗, 提质增产增效。

增氧活水机是最节能(85 W)的活水方式(慢速与匀速运转,利用了水粘性强、惯性大和摩擦力小的特性)和**最高效的增氧方式**(微孔增氧效率是传统增氧方式增氧功效的 3~5 倍)有机结合,实现了自然溶氧和机械增氧利用的最大化;其与微生态制剂配合使用,使有益菌效用最大化和使用风险最小化,达到水质最优化,从而实现节电节饲料节水,降低成本;养殖环境改善,有利于提升水产动物体质和产品质量,实现提质增效;同时,扩大了养殖空间,延长了养殖时间,实现增产增效。本试验改善了养殖生态环境,提高了饵料效率,节省了饵料,减少了耗电,提高了效益。从表 5 与表 6 数据计算获得,试验池(206)饵料系数为 1.61,比对照池低 0.15,节省饵料 8.52%。尽管试验池保留部分叶轮增氧机,试验池公斤商品河豚耗电量由 11.3 度,减少到 5.86 度,降低近一半。饵料系数的降低,用电量的节约和产量的增加,使河豚养殖成本下降,公斤鱼成本为 37.53 元/kg,比对照池降低 4.33 元/kg,节本 10.34%。从表 6 计算得出,试验池平均亩产值 50,284 元,比对照池增加 5354 元,增加 11.92%;试验池实现亩净利润 2874 元,比对照池增加 5635 元,增加 26.53%。尽管试验池前半期仍按该公司常规饲养管理方法,但试验池商品河豚规格比对照池大 37 克,销售价格仍按对照池同样价格计算。并且试验池水质环境改善,商品鱼品味应好于对照池,可以优质优价,实现提质增效。因此,如全程使用微生态制剂与增氧活水机,并实行优质优价,提升养殖效益仍有很大潜力。

Table 5. The reward in puffer farming with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine
表 5. 微生态制剂与增氧活水机配合使用河豚养殖试验收获情况统计表

池塘编号	品种	规格(克)	数量(尾)	产量(公斤)	净产(公斤)
对照池(106)	河豚	317	17,550	5569	2794
	鲢鱼	1500	170	255	125
	鳙鱼	1500	112	168	120
	合计		17,732	5992	3039
试验池(206)	河豚	354	17,600	6238	3448
	鲢鱼	1500	170	255	125
	鳙鱼	1500	112	168	120
	合计		17,882	6661	3693

Table 6. The accounting of input-output in puffer farming with the application of probiotics and improved oxygen-increasing machine

表 6. 微生态制剂与增氧活水机配合使用河豚养殖试验投入产出核算表

池塘编号	总产值(元)	总成本(元)	净利润(元)	苗种支出			饲料支出		
				数量(kg)	单价(元/kg)	金额(元)	数量(kg)	单价(元/kg)	金额(元)
106	449,297	233,105	212,391	2775	50	138,750	4911.5	10	49,115
206	502,841	234,106	268,735	2790	50	139,500	5562.5	10	55,625
续表	池塘编号	渔药(元)	机械折旧		电力消耗		水费(元)	工资(元)	其他(元)
			数量(台)	折旧额(元)	数量(度)	金额(元)			
	106	3000	4	2000	31,500	22,995	4745	10,500	2000
206	3000	4	4000	20,200	14,746	4735	10,500	2000	

4. 结论

4.1. 增氧活水机与微生态制剂配合使用能提高有益菌净水效率

溶氧主要积存在水体表层、上层，饱和后即会向空气中散发。微生态制剂与增氧活水机配合使用改变了养殖水体中溶氧“气往高处走”的单向传输方式，转变为双向循环传输，高效利用了光合作用产生的氧气，避免了午后溶氧逸出到空气中造成浪费。同时，也使浮游生物与微生态制剂中有益菌化“静”为“动”，变被动为“主动”净化水质。同时增氧活水机造就的溶氧均衡分布使以枯草芽胞杆菌为代表的好氧菌实现全水体、全时段全速净化水质，提高了有益菌增殖速度和水质净化效率。在增氧活水机作用下，枯草芽胞杆菌和乳酸菌 24 小时内即达峰值，维持高浓度达 7~10 天。

4.2. 增氧活水机与微生态制剂配合使用避免“氧债”积存，消除养殖风险

“氧债”是养殖水域最大的潜在风险。活水机连续运转，并与微孔增氧科学配合，解决了养殖水域溶氧与耗氧在空间分布上的不均衡性和时间分布上的不同步性，解决了养殖水体白天底层缺氧、夜晚缺氧、阴雨天缺氧问题，消除了水体下层有机物积存而滋生 H_2S 、 CH_4 、 NH_3 、 NO_2 等有毒有害物质，预防了“氧债”积存和病害发生，实现健康安全养殖。

4.3. 增氧活水机与微生态制剂配合使用能提高水体养殖性能和养殖产量

活水机养殖全周期连续运转，造就了机械(物理)“活水”(微速循环流水状态)，其与微孔增氧组合成的增氧活水机与新微生态制剂配合使用，实行养殖水体理、化、生三法综合生态“活水”，达到全方位、全水层、全时段、全天候、全功能全效生态“活水”，促进了水体物质能量循环，扩大了养殖空间，延长了养殖时间，提高了水体生产性能和养殖容量，增产 10% 以上。

4.4. 增氧活水机与微生态制剂配合使用能实现节能减排，无残留调节水质

增氧活水机是最节能的活水设备——活水机与最高效的增氧方式——微孔增氧设备有机结合，节能降耗效果显著，比普通增氧机节能 60%~80%。与微生态制剂配合使用，是物理方法与生物方法有机结合净化水质，属高效生态净水、活水，无化学残留和毒副作用。

4.5. 增氧活水机与微生态制剂配合使用能减少水中有毒有害物质，抑制有害菌和蓝藻，实行生态防病

微生态制剂与增氧活水机配合使用，使养殖水体溶氧保持高水平，预防了 H_2S 、 NH_3 、 CH_4 和 NO_2 等有毒有害物质的产生。乳酸菌在养殖饲料添加或在水体中使用，其代谢产物中酸性物质、乳酸菌素、过氧化氢和 CO_2 等衍生物能抑制病原菌繁殖，故乳酸菌又被称为绿色环保、无副作用的“光谱抗菌药”。另外，有益菌快速繁殖形成优势种群和乳酸菌素等有益物质产生和扩散，可压制有害致病菌繁殖，抑制蓝藻爆发，实现了生态防病，试验池未发生病害。

4.6. 增氧活水机与微生态制剂配合使用是生态养殖的重要措施，实现提质增产和节本增效

微生态制剂与增氧活水机配合使用，造就了良好水质环境，提高了饵料效率，促进了水产动物快速健康成长，有利于实现节本增效、增产增效和提质增效。增效 20% 以上，经济效益十分显著。

参考文献 (References)

- [1] 李荣福, 刘海平. 一种增氧活水机[P]. 中国, 2001 2 0099781.6. 2011-04-07.

-
- [2] 李荣福, 张家宏. 增氧活水机在池塘养殖中的推广应用[Z]. 江苏省水产三新工程项目验收材料, 2015(7).
- [3] 杨显祥, 李荣福, 等. 活水机应用于罗氏沼虾养殖的初步研究[J]. 科学养鱼, 2013(3): 75-76.
- [4] 李荣福, 杨显祥, 等. 耕水机在罗氏沼虾池塘养殖中的使用效果[J]. 渔业现代化, 2012, 39(5): 32-37.
- [5] 王武, 主编. 鱼类增养殖学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-8010, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: wpt@hanspub.org