

# 复合微生物制剂在日本鳗鲡土池精养中的应用

江兴龙<sup>1</sup>, 耿英慧<sup>2</sup>, Pornlerd Chanratchakool<sup>2</sup>, 刘永光<sup>1</sup>, 熊萍<sup>3</sup>

(1. 集美大学, 福建 厦门 361021; 2. 诺维信生物公司, 上海 201100;  
3. 重庆三峡学院成人(继续)教育学院, 重庆 万州 404000)

**摘要:**2009年7月至2010年2月,对日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)土池精养池定期施用复合微生物制剂(Freshplus净水剂),监测处理组和对照组池塘的水温、pH、溶氧、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、COD、碱度等水质指标,并分析对比其养殖效果。结果表明,Freshplus净水剂的施用能显著降低鳗鲡土池水体氨氮浓度60.5% ( $P < 0.05$ ),显著提高其生长速度33.0% ( $P < 0.05$ ),降低饲料系数9.6% ( $a = 0.1, P < 0.1$ )。

**关键词:**微生物制剂;日本鳗鲡;土池精养

**中图分类号:**S965.233 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2012)01-0080-04

随着水产养殖集约化程度的提高,水质调控技术已引起养殖业者的高度重视。一般养殖鱼类仅能消化吸收投喂饵料中20%~25%的蛋白质,剩余的以氨氮、残饵和粪便形式存在于养殖水环境中(罗国芝等,2010);氨氮与亚硝酸盐浓度过高一直是养殖水质受限制的重要因素(刘艳红等,2004)。应用微生物制剂对养殖水体氨氮污染进行生物修复是一种比较有效的方式,在池塘内投加微生物菌剂已有规模性示范和应用报道(丁学锋等,2006;李卓佳等,2007;温丹等,2009;Gatesoupe,1999;Thimmalapuram et al,2002)。

微生物制剂主要有硝化细菌、光合细菌、芽孢杆菌、放线菌、乳酸菌、酵母菌、链球菌等,具有改良水质、增加溶氧、降低氨氮和亚硝酸盐、抑制致病菌生长、保持水环境生态平衡等功能(孙德文等,2002;陈永青等,2005)。目前,市场上已有大量用于水产养殖的微生物制剂专用产品销售,但由于目前在管理制度上的不完善,加上其质量检测对技术要求较高,造成此类产品良莠不齐(王雷等,2009)。本研究选用复合微生物制剂应用于日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)的土池精养试验,旨在探讨其净水功效及对养殖效果的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验采用的复合微生物制剂(Freshplus净水

剂)由丹麦诺维信生物公司研发,上海诺维信生物公司提供。该制剂含有效菌数 $\geq 2 \times 10^9$ 个/g,由7株芽孢杆菌和1株副球菌复合而成。试验鱼为日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)黑仔,由白仔鳗在水泥池中培育3个月后移出放养至土池。

### 1.2 方法

1.2.1 时间和地点 2009年7月至2010年2月,在福建省厦门同安养鳗场开展试验,选取水质与底质条件相似的4口池塘,每口池塘面积约2800 m<sup>2</sup>,均配备2台1.5 kW的增氧机,池塘水源为溪河水。

1.2.2 试验设计 4口池塘随机分成2组,设为对照组与处理组,每组2口池塘;养殖试验期间,处理组池塘均每周泼洒施用1次Freshplus净水剂,施用浓度均为0.1 g/m<sup>3</sup>,对照组池塘不施净水剂。池塘可从水面上注水及由底涵洞排水,除泼洒Freshplus净水剂的当天不换水外,池塘每天换水量为2%~6%。黑仔鳗(10~15 g/尾)的放养密度10~12尾/m<sup>2</sup>,于2009年6月放养入土池,待适应稳定后,于2009年7月开始本试验;饲喂商品专用鳗鱼粉料,按日本鳗鲡体重的2%投喂。起捕时间为2010年2月5日,养殖试验时间为30周。起捕收获时,分别记录每口池塘鳗的总重量,随机打样测定其规格,统计每口池塘鳗的平均体重、产量、成活率和饲料系数。

1.2.3 水样采集与检测 每2周测定1次池塘的溶解氧、pH和水温,于上午9点用溶氧仪和pH计测定。每2周采池塘水样1次(水下0.5 m)测定碱度、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N和COD<sub>Mn</sub>。溶解氧的测定用膜电极法,pH的测定用玻璃电极法,氨氮的测定用纳氏试剂光度法,硝酸盐氮测定用紫外分光光

收稿日期:2011-07-21

通讯作者:国家公益性行业(农业)科研专项(鳗鱼3-51号)。

作者简介:江兴龙,1968年生,男,博士,教授,研究方向为水质管理与水产养殖。E-mail: xinlongjiang@jmu.edu.cn

度法,亚硝酸盐氮测定用分光光度法,碱度测定用酸碱指示剂滴定法,COD<sub>Mn</sub>测定用高锰酸钾法(国家环境保护总局,2002)。

### 1.3 数据处理

应用 SAS 9.1 统计分析软件,对处理组与对照组的试验数据进行显著水平  $\alpha = 0.05$  的  $t$ -test 检验,  $P < 0.05$  为显著差异,  $P < 0.01$  为极显著差异。

## 2 结果

### 2.1 水质状况

养殖期间,处理组池塘普遍水色稳定、清爽,没有蓝藻水华出现;而对照池塘水色暗淡、变化较大,高温季节(8-9月)曾出现蓝藻水华。试验期间主要水质因子数据结果见表1。处理组总氨氮比对照组降低了60.5%,达到了显著差异( $P < 0.05$ ),其余因子均无显著差异( $P > 0.05$ ),但处理组的COD比

对照组平均低约6.7%。试验期间主要水质因子NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N和COD<sub>Mn</sub>等浓度的变化趋势情况见图1。

表1 处理组和对照组的水质因子变化

Tab. 1 Concentrations of water quality parameters in the control and treatment

水质因子	对照组	处理组
水温/°C	23.5 ± 6.7	23.4 ± 7.1
pH	6.85 ± 0.04	6.85 ± 0.03
溶解氧/mg · L <sup>-1</sup>	4.56 ± 1.27	4.61 ± 1.20
总氨氮/mg · L <sup>-1</sup>	0.30 ± 0.35	0.12 ± 0.08
亚硝酸盐氮/mg · L <sup>-1</sup>	0.58 ± 0.42	0.58 ± 0.44
硝酸盐氮/mg · L <sup>-1</sup>	4.78 ± 2.31	5.75 ± 3.00
碱度/mg · L <sup>-1</sup>	25.80 ± 10.80	25.60 ± 13.20
COD <sub>Mn</sub> /mg · L <sup>-1</sup>	6.85 ± 1.84	6.39 ± 1.82

注:仅总氨氮在处理组和对照组间达到显著差异( $P < 0.05$ );其余指标均无显著差异( $P > 0.05$ )。

Notes: Only TAN was significant difference between the control and the treatment ( $P < 0.05$ ), others did not differ ( $P > 0.05$ ).

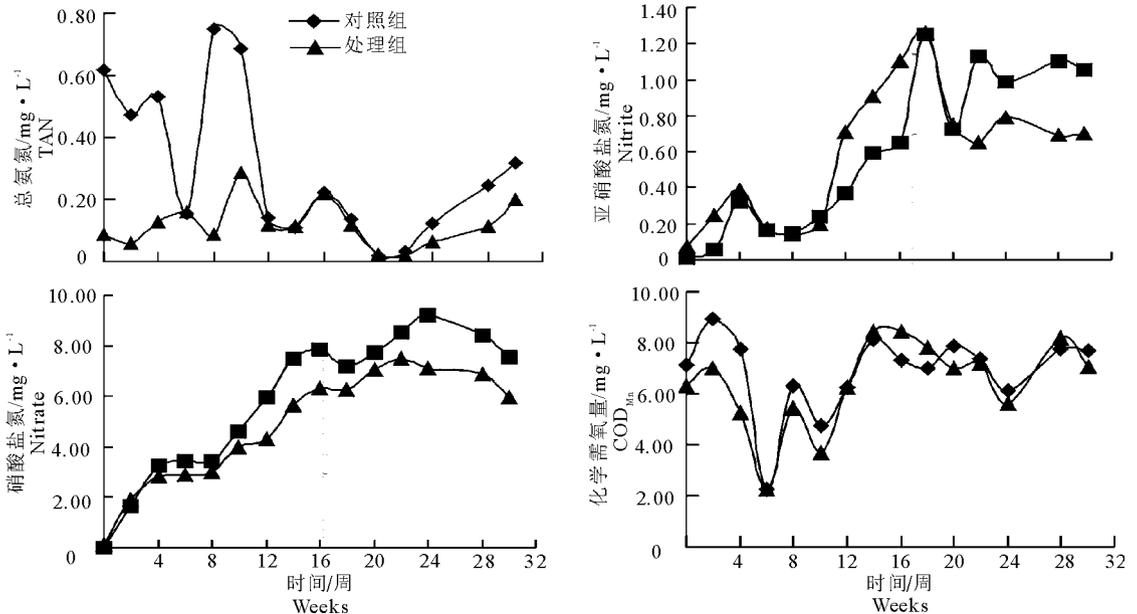


图1 处理组和对照组的水质因子变化

Fig. 1 Change of water quality parameters in control and treatment

### 2.2 养殖结果

处理组和对照组试验鱼的放养密度无显著差异( $P > 0.05$ )。试验结果表明,处理组鳗鲡的平均生长速度显著高出对照组33.0%,达到显著差异水平( $P < 0.05$ );处理组的饲料系数比对照组降低了9.6%,达到  $\alpha = 0.1$  水平的显著差异( $P < 0.1$ ),其余指标均无显著差异(表2)。

## 3 讨论

### 3.1 Freshplus 净水剂对养殖水质的影响

水环境调控方法包括物理、化学、生态和微生态

调控等;其中,利用微生物处理由于安全、高效、不破坏生态平衡等特点而倍受重视(王雷等,2009)。复合微生物制剂具有显著改良水质与预防鱼病的效果(沈煌华,2009);Kozasa(1986)首次用从土壤中分离芽孢杆菌(*Bacillus toyoi*)经培养后进行水质处理,降低了由爱德华氏菌引起的日本鳗鲡死亡。本试验对照组与处理组的pH值,试验期间均无显著差异( $P > 0.05$ ),表明该净水剂对土池水质的pH值影响不大。大多数微生物制剂在作用过程中均会消耗一定量的氧,因此溶氧量充足是微生物制剂正常作用的必要条件之一。然而,当溶氧达到水体分解各

表2 养殖情况统计

Tab.2 Production in the control and treatment

项目	对照组	处理组
放苗规格/g	12.3 ± 2.9	12.6 ± 3.4
放养密度/尾 · m <sup>-2</sup>	10.6 ± 1.0	10.8 ± 1.9
成活率/%	97.0 ± 0.0	97.0 ± 0.0
产量/kg · m <sup>-2</sup>	2.37 ± 0.27	2.95 ± 0.23
起捕规格/g	243.8 ± 1.7	295.4 ± 24.9
生长速度/g · d <sup>-1</sup>	0.94 ± 0.02	1.25 ± 0.02
饲料系数	1.56 ± 0.02	1.41 ± 0.05

注: 仅对照组和处理组日本鳗鲡的平均生长速度达显著差异 ( $P < 0.05$ ), 饲料系数在  $\alpha = 0.1$  水平达显著差异 ( $P < 0.1$ )。

Notes: Only average individual growth rate differed significantly between the control and treatment ( $P < 0.05$ ), and FCR differed significantly at the significant level of  $\alpha = 0.1$  ( $P < 0.1$ ).

指标浓度的需求后, 提高溶氧浓度对各指标的分解就没有明显的作用(杨莺莺, 2008)。由于试验期间每口土池均配备2台增氧机, 并每天定时开机, 因此处理组微生物制剂的施用对池塘中的溶氧没有明显影响。氨氮对养殖鱼类的危害很大, 降低水体中的氨氮浓度是使用微生态制剂的重要目的之一(朱正国等, 2008); 处理组的总氨氮比对照组降低了60.5%, 达到了显著差异 ( $P < 0.05$ ), 表明该净水剂的施用可显著降低养殖水体的氨氮浓度。虽然COD指标无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 但处理组的COD比对照组平均约低6.7%, 表明该净水剂可能对池塘水中的有机物具有一定的降解作用。据报道, 芽孢杆菌对于养殖水体中氨氮和有机物的分解作用比较明显(张庆等, 1999; 富丽静等, 2002; 胡菊香等, 2003; 苏跃朋和董双林, 2003; 冯俊荣等, 2005), 芽孢杆菌和假单胞菌等具有去除水中碳、氮、磷系化合物的能力, 并能转化硫、铁、汞、砷等有害物质, 产生硝化和反硝化作用(秦浩然和马魁英, 1989; 毕永红和王武, 2001; 孙德文等, 2002; 李士虎等, 2004)。

### 3.2 Freshplus 净水剂对养殖效果的影响

处理组和对照组的日本鳗鲡放养密度无显著差异 ( $P > 0.05$ ), 结果为处理组鳗鲡的平均生长速度高出对照组33.0%, 达显著差异水平 ( $P < 0.05$ ); 处理组的饲料系数比对照组降低了9.6%, 在  $\alpha = 0.1$  水平达显著差异 ( $P < 0.1$ ); 表明在日本鳗鲡土池精养殖池塘中施用 Freshplus 净水剂能显著提高其生长速度, 在一定程度上可降低饲料系数。使用微生物制剂后的水质比较肥、爽且稳定, 而对照池经常出现水色和透明度大起大落变化的现象, 容易对池中鳗鲡产生较大的惊扰, 对其正常摄食和生长有一定的影响(沈煌华, 2009)。由于野生日本鳗鲡习惯栖息于天然水体的土穴、石缝里, 具喜暗怕光的生态

习性, 因此其对外界环境因子变化的感应较敏感, 容易产生应激反应。如果日本鳗鲡在养殖过程中发生应激反应, 将消耗鱼体能量, 减缓其生长, 饲料系数增高(江兴龙和关瑞章, 2010)。本试验过程中, 处理组的水色较对照组稳定, 而对照池塘水色变化较大, 曾出现蓝藻水华, 表明 Freshplus 净水剂的施用使处理组水质总体较对照组稳定, 从而减少了养殖过程中鳗鲡的应激产生, 养殖结果表现为其生长速度的提高及饲料系数的降低。

### 参考文献

- 毕永红, 王武. 2001. 微生态制剂及其在集约式水产养殖业中的应用[J]. 水产科技情报, 28(1): 15-18.
- 陈永青, 林亮, 杨莺莺, 等. 2005. 微生态制剂在水产养殖中的应用[J]. 生态科学, 24(1): 80-83.
- 丁学锋, 蔡景波, 杨肖娥, 等. 2006. EM菌与水生植物黄花水龙联合作用去除富营养化水体中氮磷的效应[J]. 农业环境科学学报, 25(5): 1324-1327.
- 冯俊荣, 陈营, 付学军, 等. 2005. 微生态制剂对养殖水体水质条件的影响[J]. 海洋湖沼通报, (4): 104-108.
- 富丽静, 王雷, 宇文华. 2002. 复合微生物在高密度主养鲫鱼池塘中的应用[J]. 水产科学, 21(1): 23-25.
- 国家环境保护总局. 2002. 水和废水监测分析方法(第4版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社.
- 胡菊香, 吴生桂, 邹清. 2003. 生物水净化剂对养殖池塘水质的调控作用初探[J]. 水利渔业, 23(6): 40-41.
- 江兴龙, 关瑞章. 2010. 日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)精养殖水体生物膜原位修复低碳养殖技术的研究[J]. 海洋与湖沼, 41(5): 769-775.
- 李士虎, 阎斌伦, 徐加涛, 等. 2004. 三种微生物水质净化剂实验结果比较[J]. 水产养殖, 25(6): 37-39.
- 李卓佳, 林亮, 杨莺莺, 等. 2007. 芽孢杆菌制剂对虾池环境微生物群落的影响[J]. 农业环境科学学报, 26(3): 1183-1189.
- 刘艳红, 罗国芝, 朱学宝. 2004. 海水闭合循环系统生物滤器微生物特性研究[J]. 农业环境科学学报, 23(3): 540-544.
- 罗国芝, 朱泽闻, 潘云峰, 等. 2010. 生物絮凝技术在水产养殖中的应用[J]. 中国水产, (2): 62-63.
- 秦浩然, 马魁英. 1989. 浅谈硝化细菌及其在自然界的意义[J]. 生物学通报, 24(12): 1-3.
- 沈煌华. 2009. 微生物制剂在欧洲鳗海水土池养殖中的应用[J]. 福建水产, 6(2): 48-50.
- 苏跃朋, 董双林. 2003. 施加有机降解菌制剂虾池底质中有机碳和总氮的变化[J]. 海洋科学, 27(1): 61-64.
- 孙德文, 詹勇, 许梓荣. 2002. 微生态制剂在水产养殖中的应用[J]. 淡水渔业, 32(3): 54-57.

- 王雷,刘梅,王宝杰,等.2009.用于养殖环境调控的微生物制剂评价方法的研究[J].海洋科学,33(5):6-10.
- 温丹,张德民,初航.2009.网箱养殖海区底泥产芽孢细菌多样性[J].海洋与湖沼,40(5):615-621.
- 杨莺莺.2008.水产养殖如何科学使用有益微生物制剂[J].中国水产,(10):50-50.
- 张庆,李卓加,陈康德.1999.复合微生物对养殖水体生态因子的影响[J].上海水产大学学报,8(1):43-47.
- 朱正国,臧维玲,李三峰.2008.复合微生物制剂去除氨氮的效果[J].渔业现代化,35(5):5-8.
- Gatesoupe F J.1999.The use of probiotics in aquaculture[J]. Aquaculture, 180:147-165.
- Kozasam.1986.Toyocerin (*Bacillus stoyoi*) as growth promoter for animal breeding[J]. Microbiol Aliment Nutr, 4:121-135.
- Thimmalapura N D,Fatimah M Y,Mohamed S.2002.Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products[J]. Aquaculture, 206(34):245-256.

(责任编辑 万月华)

## Application of Complex Microbial Preparation to Intensive Aquaculture of *Anguilla japonica* in Earth-ponds

JIANG Xing-long<sup>1</sup>, GENG Ying-hui<sup>2</sup>, Pornlerd Chanratchakool<sup>2</sup>, LIU Yong-guang<sup>1</sup>, XIONG Ping<sup>3</sup>

(1. Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. Novozymes Biologicals Inc., Shanghai 201100, China;

3. Adult Education College, Chongqing Three Gorges University, Wanzhou 404000, China)

**Abstract:** The comparison trial was implemented on the microbial preparation, “Freshplus” water cleaning agent, which was applied regularly in the earth-ponds for Japanese eel (*Anguilla japonica*) intensive aquaculture. The water quality parameters in the control ponds and the treatment ponds, namely, water temperature, pH, dissolved oxygen, total ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, COD and alkalinity, were measured at intervals, and the breeding results were analysed. The results showed that: the treatment of “Freshplus” cleaning agent greatly reduced the concentration of total ammonium nitrogen in eel cultivation water, i. e. 60.5% ( $P < 0.05$ ) lower than the control, increased the eel growth rate, 33.0% ( $P < 0.05$ ) higher than the control, and decreased the feed conversion ratio, 9.6% ( $a = 0.1, P < 0.1$ ) lower than the control.

**Key words:** microbial preparation; *Anguilla japonica*; intensive aquaculture in earth-ponds