

微生态复合菌制剂在对虾养殖中的应用研究

侯树宇¹, 张清敏¹, 多 森¹, 王 兰¹, 钟 欢², 任富海²

(1. 南开大学环境科学与工程学院, 天津 300071; 2. 天津兴欣融实业有限公司, 天津 300062)

摘 要:以芽孢杆菌和乳酸菌为主体菌,并辅以放线菌组成的微生态复合菌制剂用于对虾养殖中,探讨了它们对养殖水体理化因子、生物因子和对虾生长的影响。模拟试验结果表明,投加微生态复合菌制剂后,试验池 6 d COD_{Cr} 去除率高达 84.7%;迅速矿化有机氮,有效加强硝化 – 反硝化作用,控制 NH₄ – N 在一定水平,NO₂ – N 去除率高达 81.5%;pH 稳定在 8.0 ~ 8.3 之间,DO 保持在 5 mg · L⁻¹ 的较高水平。虾池长期监测结果表明,试验池水质各项指标均优于对照池,无任何大规模虾病发生;未出现“耍食”现象。试验池比对照池增产近 1 倍,成本降低近 80%。

关键词:微生态复合菌制剂; 水产养殖; 芽孢杆菌; 乳酸菌; 放线菌

中图分类号:X835 **文献标识码:**A **文章编号:**1672 – 2043(2004)05 – 0904 – 04

Application of a Preparation of Micro – Ecological Probiotics in Cultivation of Prawns

HOU Shu-yu¹, ZHANG Qing-min¹, DUO Miao¹, WANG Lan¹, ZHONG Huan², REN Fu-hai³

(1. College of Environmental Science & Engineering, Nankai University, Tianjin 300071, China; 2. Tianjin Xingxinrong Co, Ltd., Tianjin 300062, China)

Abstract: A preparation of micro – ecological probiotics, in which *Bacillus* sp. and *Lactobacillus* are chief microbes and associated with Actinomycetes, was applied in cultivation of prawns. The number of living microbes was discovered to be 10¹² cells · g⁻¹ with a dosage of mg · L⁻¹. The results of the simulated experiment showed that: after six days since bacteria preparation was put into the prawn ponds, COD_{Cr} of experimental ponds was reduced by up to 84.7% compared with control one; while organic nitrogen was rapidly mineralized to NH₄ – N. We also found that nitrification – denitrification was effectively intensified; the concentration of NH₄ – N was controlled at a relatively low level and the concentration of NO₂ – N was reduced by up to 81.5% compared with the control pond; pH was stabilized at 8.3 ~ 8.5; DO was maintained at a comparatively high level of 5 mg · L⁻¹. Our long – term monitoring results showed: in the experimental ponds, all kinds of indicators were superior to those of control pond. In addition, there were few diseases and no phenomenon so called “none – eating food”. The yields from the experimental ponds were almost enhanced by approximately one fold and the cost was reduced by approximately 80%.

Keywords: micro – ecological probiotics, preparation; aquaculture; *Bacillus* sp.; *Lactobacillus*; Actinomycetes

随着我国集约化或半集约化的养殖模式的形成,水产养殖规模迅猛扩大。在养殖过程中,因残存饵料腐烂、生物代谢以及生物残体沉积,致使养殖水体理化环境和生态环境恶化,不仅影响了养殖生物的生长、发育和产品质量,而且对周围的水体造成严重污染。改善养殖生态环境,消除有害病菌的滋生场所,降低养殖品种的发病率,少使用或不使用化学药品,对于促进水产养殖业的可持续发展以及保证水产品质量和降低成本都具有非常重要的意义。利用微生态复

合菌制剂能够促进养殖水中有机污染物的降解、能量转化,还具有调节、净化水质的作用。利用微生态复合菌制剂改善水环境还具有高效、无污染、低成本的特点。高效微生态复合菌制剂将在“无公害”水产品的生产、开发和生态环境保护中发挥重要作用^[1~9]。本研究以芽孢杆菌和乳酸菌为主体制备成高密度的微生态复合菌制剂,并针对对虾养殖中易发的病菌加入适量的放线菌,探讨了它们在对虾养殖中的上述作用,为其广泛应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

收稿日期: 2004 – 03 – 16

基金项目: 天津市科技攻关项目;南开大学学生创新基金

作者简介: 侯树宇(1979—),男,河北唐山人,硕士研究生,从事环境生物技术研究。E – mail: shuyu_hou@126.com

1.1.1 菌种

微生态复合菌制剂所用有效菌为本试验室自养虾池底泥层分离得到的菌株。主要由芽孢杆菌 (*Bacillus* sp.)、乳酸菌 (*Lactobacillus*) 和放线菌 (*Actinomycetes*) 组成,经扩大培养后按适当比例混合,固定化于小麦麸上,制备成高密度高活性的菌制剂,每克菌制剂有效活菌数高达 10^{12} 个。

1.1.2 水样

自制模拟养殖水。

1.2 试验方法

1.2.1 微生态菌制剂的活化

称取 0.3 g 微生态菌制剂,置于 500 mL 锥形瓶中,并加入 300 mL 蒸馏水,于 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下, $120\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 摇床振荡培养 60~100 min,其浓度为 $1\text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$ 。

1.2.2 实验室模拟养殖水环境

分别在 3 个 20 L 鱼缸中加入 17 L 自制模拟养殖水样,其中两个缸作为平行试验组,分别加入 17 mL 活化后的菌悬液,其最终浓度为 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$;另一个缸不加菌悬液,作为对照组;三个缸中全部放养鲫鱼数条,间歇曝气,室温放置。

1.2.3 虾池中微生态复合菌制剂的投放

采用 5 个均没有进水闸门的土池为试验池塘,1~4 号池为试验池,5 号池为对照池。每个池塘面积近 $2\text{ }000\text{ m}^2$,平均水深为 1.8 m。分别配备增氧机。采用“封闭半封闭内循环养殖模式”,即在整个养殖过程中,只添加一定量的水,以补充蒸发和渗漏所损失的水分,从而保持虾池的固定水位和盐度。虾池水温平均为 $17\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,盐度为 2%~2.1%。

投入菌制剂用量:第一次投入剂量 $18\text{ }000\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$,即 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,以后每 2 周投入一次,投入剂量为 $4\text{ }500\text{ g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。微生态复合菌制剂外观为粉末状,使用前需在水桶内加入 20 倍池水搅拌浸泡 60~100 min,用以有效地活化菌株,然后均匀泼洒入池塘中。

在对虾整个养殖季内,试验池只加入微生态复合菌制剂,不添加抗生素和其他药物。对照池不加微生态复合菌制剂,按照常规养殖。

1.2.4 水化学指标测定

定期检测下列指标: COD_{Cr} (化学需氧量)、 NH_4-N (氨态氮)、 NO_2-N (亚硝酸盐氮)、温度、DO (溶解氧)、pH 值。其中 COD_{Cr} 用重铬酸钾法检测, NH_4-N 用纳氏试剂法检测, NO_2-N 用 N-(1-萘基)-乙二胺光度法检测^[10]。

2 试验结果

2.1 微生态复合菌制剂对 COD_{Cr} 的影响

根据 1.2.2 方法,以 $1\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的剂量向试验组中投加经活化处理的微生态复合菌制剂,测定一周内水质 COD_{Cr} 的变化 (见图 1)。结果表明,对照组 COD_{Cr} 有所上升;而试验组施放微生态复合菌制剂后, COD_{Cr} 明显下降,相对试验组去除率高达 84.7%。显然,微生态复合菌制剂可显著降低养殖水的 COD_{Cr} ,使水质处于一种良好的状态 (图 1 中试验组数据为两个平行缸的平均值)。

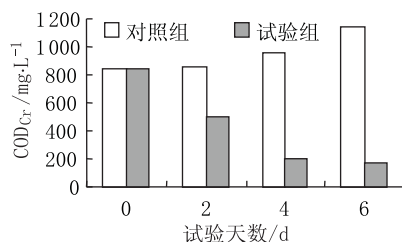


图 1 微生态复合菌制剂对 COD_{Cr} 的影响

Figure 1 Effects of micro-ecological probiotics on COD_{Cr}

2.2 微生态复合菌制剂对 NH_4-N 和 NO_2-N 的影响

根据 1.2.2 方法,测定加入微生态复合菌制剂后水的 NH_4-N 和 NO_2-N 的变化。如图 2 所示,由于鱼的排泄物及饵料的积累,对照组 NH_4-N 逐渐增加;试验组加入微生态复合菌制剂后, NH_4-N 先增加后减少,其原因为复合菌制剂在池中大量繁殖,同时分泌蛋白酶,分解有机氮成为氨态氮,故开始阶段 NH_4-N 快速升高,其后由于硝化-反硝化作用的加强, NH_4-N 逐渐降低,最终控制在较低水平。

如图 3 所示,对照组 NO_2-N 快速升高并维持在很高的浓度;试验组 NO_2-N 有所升高,但一直维持在很低的水平,相对试验组 NO_2-N 的去除率高达 81.5% (图 2 和图 3 中试验组数据均为两个平行缸的平均值)。

2.3 虾池 NH_4-N 和 NO_2-N 含量变化的长期监测

按照 1.2.3 方法,定时定量投放微生态复合菌制

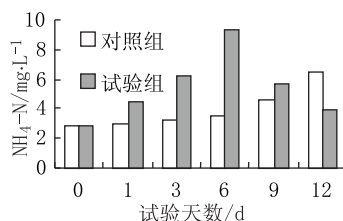
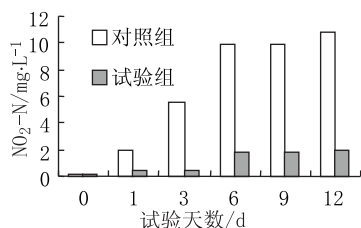
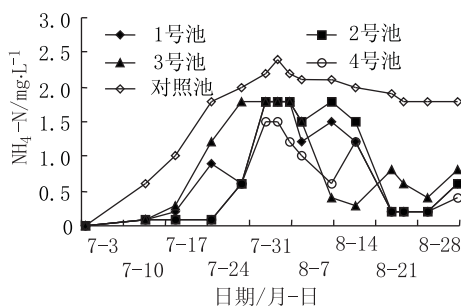
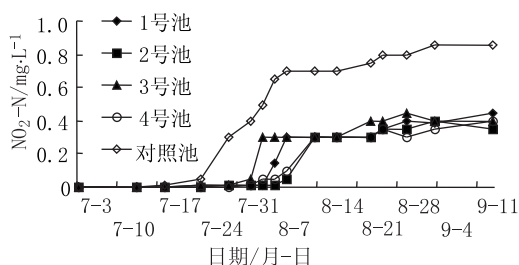


图 2 微生态复合菌制剂对 NH_4-N 的影响

Figure 2 Effects of micro-ecological probiotics on NH_4-N

图3 复合微生物制剂对 NO₂-N 的影响Figure 3 Effects of micro-ecological probiotics on NO₂-N

剂。自 2003 年 7 月至 2003 年 9 月,定期取样测定虾池中 NH₄-N 和 NO₂-N,长期监测投加微生态复合菌制剂后水质的变化趋势(见图 4 和图 5)。结果表明,试验池中 NH₄-N 和 NO₂-N 的含量明显低于对照池,由于气温变化等原因的影响,NH₄-N 和 NO₂-N 的含量有一定的起伏,但总体上试验池水环境各项指标一直优于未加微生态复合菌制剂的对照池。

图4 NH₄-N 监测记录Figure 4 Monitoring records of NH₄-N图5 NO₂-N 监测记录Figure 5 Monitoring records of NO₂-N

2.4 微生态复合菌制剂对水体 DO 和 pH 的影响

在养殖季内,随虾体的成长、残饵和排泄物的增加,以及天气的逐渐炎热等原因,水体的 DO 和 pH 必将发生变化,但虾池投放复合菌制剂后,DO 和 pH 值均比较稳定,DO 一直维持在 5 mg·L⁻¹ 左右,pH 在 8.0~8.3。

2.5 微生态复合菌制剂对虾进食及疾病防治的影响

进入 8 月下旬后,常规养殖的虾摄食量下降很大,甚至只吃鲜活饵料,不吃颗粒饵料,这种现象俗称“要食”;但投放菌制剂的实验池,一直到 9 月 22 日出

虾,还每天正常喂养颗粒饵料,未出现要食现象。

自投苗至易发白斑病(WSV)时期,由于投苗前进行病毒检测,加之自始至终投放菌制剂,因此水环境好,无任何大规模虾病发生。而在这一时期,常规养殖易于爆发白斑病,造成大量死虾。

由此可见,复合菌制剂可以改善肠道内环境,增加进食,抑制有害菌群的繁殖,还能有效抑制虾病毒的生长。

3 结论

3.1 微生态复合菌制剂的作用机理

以芽孢杆菌和乳酸菌为主体的微生态复合菌制剂,其作用机理主要为:(1)由于芽孢杆菌具有多种胞外氧化酶系,能降解水中有机废物,迅速矿化为无机物,有效促进养殖水体的良性循环^[11];(2)乳酸菌,是兼性厌氧菌,利用其自身的特点,在进入虾体后可以激活虾免疫系统、增强免疫功能,改善肠道内环境,使肠道内的有益菌数目增加,抑制有害菌群(大肠杆菌、拟杆菌等)的繁殖,还能有效抑制虾病毒的生长^[12];(3)针对虾养殖中易发的病菌,在微生态复合菌制剂中加入了适量的放线菌,与乳酸菌共生协同进一步增强虾免疫力,抑制有害病菌的滋生。

虽然芽孢杆菌和乳酸菌等不是养殖水体的优势菌群,但可以通过定期或不定期的使用高密度高效菌制剂,使其在养殖水体中形成优势菌群,有效抑制藻类和病原微生物的繁殖与滋生,改善水体中的微生态结构,为养殖生物营造一个良好的水生环境。

3.2 微生态复合菌制剂对养殖水体理化因子的影响

试验结果表明,微生态复合菌制剂能有效降低水体中 COD_{Cr}, 6 d COD_{Cr} 去除率高达 84.7%;矿化有机氮,将其转化为 NH₄-N,并有效促进硝化-反硝化作用,控制 NH₄-N 在一定水平,NO₂-N 去除率高达 81.5%;稳定 DO 和 pH 值,使 DO 维持在 5 mg·L⁻¹ 左右,pH 在 8.0~8.3。虾池长期监测数据表明:即使在夏季最炎热的天气,试验池的 NH₄-N 和 NO₂-N 也能维持在较低的浓度,整个养殖过程,水质明显优于对照池。

3.3 成虾收获产量对比与成本核算

收获时,对照池收获成虾产量为 5 400 kg·hm⁻²,而试验池平均产量为 10 500 kg·hm⁻²,增产将近 1 倍,极大地提高了成虾的单位产量。

从虾苗放养到 9 月成虾收获,对照池投放治病、防病药物的费用高达 2 500~3 000 元,而试验池未使

用任何化学药物,投放菌制剂的费用仅为 600 元,缩减了开支近 80%,大大降低了养殖对虾的成本。利用高效微生物制剂净化养殖水具有广阔的应用前景,既有经济效益,也有环境效益。

参考文献:

[1] 吕军仪,孙燕燕,李秉记,等. 有益微生物在大海马健康养殖中的应用研究[J]. 中国水产科学,2003,10(1):46-50.

[2] 任保振,王广军. 应用有益微生物改善温室养鳖池水质的研究[J]. 水产科技情报,2002,29(1):27-30.

[3] 杨美兰,李卓佳,王增焕,等. 有益微生物对水质因子的调控效应[J]. 湛江海洋大学学报,2003,23(4):73-77.

[4] 陈家长,简纪常,胡庚东,等. 利用有益微生物改善养殖生态环境的研究[J]. 湛江海洋大学学报,2002,22(4):33-36.

[5] David J W Moriarty. The role of microorganisms in aquaculture ponds [J]. *Aquaculture*, 1997, 151: 333-349.

[6] Austin B, Day J G. Inhibition of prawn pathogenic *Vibrio* spp. By a commercial spray-dried preparation of *Tetraselmis suecica*[J]. *Aquaculture*, 1990, 90: 389-392.

[7] 吴 伟. 应用复合微生物制剂控制养殖水体水质因子初探[J]. 湛江海洋大学学报,1997,17(1):16-20.

[8] 李卓佳,张 庆,陈康德. 有益微生物改善养殖生态研究 I:复合微生物分解有机底泥及对鱼类的促生长效应[J]. 湛江海洋大学学报,1998,18(1):5-8.

[9] 莫照兰,徐怀恕. 益生菌在水产养殖中的应用[J]. 海洋科学,1998(6):6-9.

[10] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京:中国环境科学出版社,2002. 243-286.

[11] 孙 刚,国际翔,王振堂,等. 对虾杆状病毒暴发式大流行的生态机理初步研究[J]. 生态学报,1999,19(2):283-286.

[12] 王 刚. 微生态制剂在水产养殖上的应用[J]. 水产科学,2002,21(3):34-36.