

郭丽芸,周国勤,王 庆,等.一种原籍菌株微生态制剂对池塘工业化生态养殖系统水质的净化效果[J].江苏农业科学,2019,47(23):313-315.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.074

# 一种原籍菌株微生态制剂对池塘工业化生态养殖系统水质的净化效果

郭丽芸<sup>1</sup>,周国勤<sup>1</sup>,王 庆<sup>1</sup>,茆建强<sup>1</sup>,储卫华<sup>2</sup>

(1.江苏省水域生态环境微生物修复技术研究中心/南京市水产科学研究所,江苏南京 210036;

2.中国药科大学生命科学与技术学院,江苏南京 210009)

**摘要:**针对目前微生态制剂活菌难以在养殖池塘中成为优势菌的问题,以池塘原籍细菌为出发菌株,研制而成一种高效有机质降解菌粉。为了解该菌粉在池塘工业化生态养殖系统中水质的净化效果,选取 3 个池塘进行试验,结果表明,池塘施用该菌粉后,溶解氧明显升高,氨氮、亚硝态氮、总氮含量和化学需氧量都有明显降低,水体 pH 值更加稳定,水质得到明显改善。水质净化效果在施用菌粉 1 周内最好,菌粉有效性可持续约 3 周,明显长于市售微生态制剂。

**关键词:**高效有机质降解菌粉;池塘工业化生态养殖系统;微生态制剂;水质净化效果

**中图分类号:** S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0313-03

养殖水体中有机质及氨氮、亚硝氮等含量过高已成为制约水产养殖业发展的重要因素<sup>[1]</sup>。池塘工业化生态养殖系统采用集排污装置及时将残饵和鱼粪吸出,该模式下有机质含量明显低于普通池塘,鱼类对饲料的转化率也更高,因此具有广阔应用前景<sup>[2-4]</sup>。目前,已有多个养殖品种在池塘工业化生态养殖系统养殖试验中取得显著经济效益<sup>[5-7]</sup>。微生态制剂是目前普遍认为的一种高效生物修复方法,具有显著改善水质的作用,其活菌能有效分解水体中的有机物质,减少氨氮、亚硝态氮等有害物质在水体中的含量<sup>[8-10]</sup>。但目前水产用微生态制剂活菌进入池塘后受水体各种环境因子的影响,往往不能迅速适应池塘环境成为优势菌种,因而微生态制剂起效迟缓,且持续时间短。因此,采用池塘原籍细菌研发微生态制剂,成为近年来微生态制剂研发的主要方向。

本研究采用的高效有机质降解菌粉是在江苏省各市不同底质和水质的鲫鱼养殖塘口采样后,对菌群结构进行分析,筛选出能高效降低水体有机质的原籍细菌作为出发菌株<sup>[11-12]</sup>并结合其他菌株复合研发而成。通过在南京市水产科学研究所禄口基地 26.67 hm<sup>2</sup>、周岗基地 20 hm<sup>2</sup> 养殖水域中应用,发现该菌粉改善养殖塘水质效果显著。现选取其中池塘条件相似的 3 个池塘工业化生态养殖系统对水质情况进行进一步研究,以期明确该菌粉对水质净化的效果及其持续时间。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验池塘选择

本研究在南京市水产科学研究所基地 3 个池塘工业化生态养殖系统中进行,1 号塘为对照塘(CK),2 号、3 号塘为试

验塘。池塘工业化生态养殖系统示意图 1,系统包括养殖区和净化区,养殖区前端有推水设备,保证水体处于流动循环状态,图 1 箭头为水流方向。养殖区后端有集排污设施对养殖鱼类的粪便、残饵进行收集和净化处理。净水区种有一定面积的水生植物或搭配一定的水生动物。养殖过程中无换水排水,根据池塘水体蒸发情况进行补水,保持水量。试验期间,菌粉仅应用于 2 号、3 号塘养殖区,其他养殖管理均相同。试验于 2019 年 5 月 17 日开始,为期 1 个月。5 月 17 日施用菌粉 1 次,每隔 1 周采样进行水质分析。

### 1.2 菌粉

高效有机质降解菌粉为自主研发,通过在江苏省各市不同底质和水质的鲫鱼养殖塘口进行采样,提取 DNA 后进行高通量测序,找出不同养殖环境中的共同优势菌,分离得到能高效降解有机质的原籍细菌作为出发菌株发酵生产而成。产品为灰黄色粉末,主要成分为有机质降解菌,菌含量  $\geq 5 \times 10^8$  CFU/g。用量按说明书,用池水稀释后全池泼洒。

### 1.3 水体环境因子的检测分析

水质监测分析内容包括水温、pH 值、溶解氧、总氮含量、氨氮含量、亚硝态氮含量、化学需氧量。水温、pH 值、溶解氧采用美国哈希 pH 分析仪、溶解氧分析仪现场测量,其他理化指标在实验室采用国标方法测定。

### 1.4 数据分析

采用 Sigmaplot 12.0 进行数据分析和图表处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 水体 pH 值的变化

试验期间,3 口池塘水体 pH 值的变化见表 1,该指标为现场测量。pH 值在施用菌粉后 1 周基本无明显变化,2 周后 2 号、3 号 2 口试验塘略有升高,差异明显。第 3、4 周内 pH 值回落。试验期间 2 号、3 号塘的 pH 值标准差小于 1 号塘,说明施用菌粉后,试验塘 pH 值变化幅度比对照塘更小,水体 pH 值更稳定。

收稿日期:2019-09-16

基金项目:江苏省水产三新工程(编号:D2017-2-1、Y2017-40)。

作者简介:郭丽芸(1981—),女,山东沂水人,博士,助理研究员,主要从事环境微生物与资源利用研究。E-mail:lyguo801@163.com。

通信作者:周国勤,硕士,研究员,主要从事水产品质量控制和微生态研究。E-mail:fishnj@126.com。

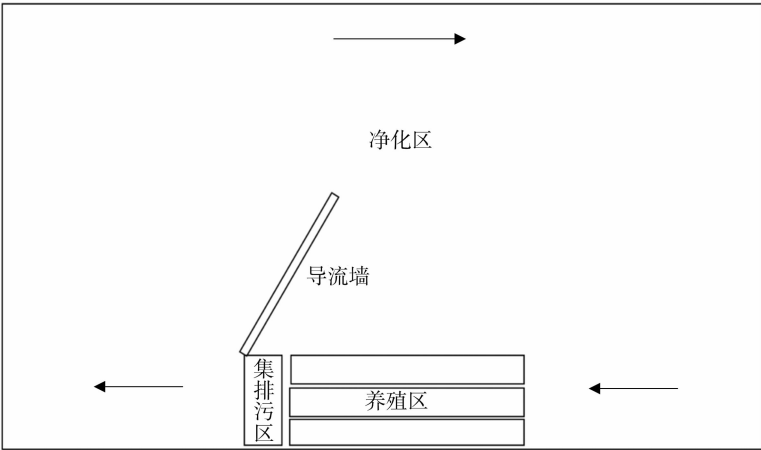


图1 池塘工业化生态养殖系统示意

表 1 不同处理水体 pH 值变化

检测日期 (月-日)	pH 值		
	1 号塘 (CK)	2 号塘	3 号塘
05-17	7.23	7.50	7.45
05-24	8.43	8.86	8.37
05-31	7.58	8.05	7.68
06-10	6.85	7.59	7.43
06-17	7.20	7.85	7.30
平均值±标准差	7.458±0.61	7.970±0.54	7.646±0.43

2.2 水体溶解氧的变化

试验期间水体溶解氧变化见表 2,在试验前,2 号、3 号试验塘溶解氧分别为 1 号对照塘的 96% 和 99%,差异不大。施用菌粉 1 周后,2 号、3 号试验塘的水体溶解氧相比同期的 1 号对照塘均有升高,2 周后约升高 22%~25%。3 周后溶解氧继续升高,2 号塘溶解氧约为对照塘的 142%,3 号塘为对照塘的 153%。第 4 周溶解氧开始降低。

2.3 水体氨氮的变化

从图 2 可以看出,在施用菌粉 1 周内,水体的氨氮即迅速

表 2 不同处理水体溶解氧的变化

检测日期 (月-日)	1 号塘 (CK) 溶解氧含量 (mg/L)	2 号塘		3 号塘	
		溶解氧含量 (mg/L)	与同期对照塘 比例 (%)	溶解氧含量 (mg/L)	与同期对照塘 比例 (%)
05-17	5.91	5.69	96	5.83	99
05-24	12.13	13.08	108	12.72	105
05-31	8.74	10.69	122	10.93	125
06-10	5.40	7.67	142	8.25	153
06-17	5.42	6.61	122	7.12	131

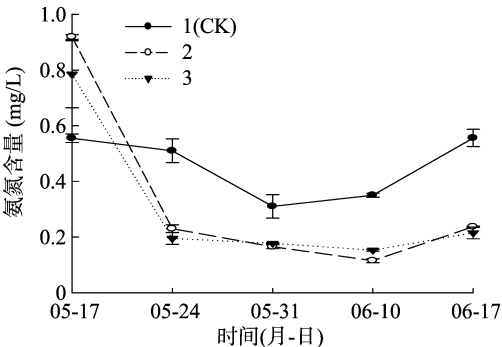


图2 不同处理水体氨氮降解的变化

降低,试验塘氨氮由 0.9~1.0 mg/L 降低至 0.2~0.3 mg/L,随后 1 周降解速度减慢。第 3 周试验塘氨氮降解速度较为平缓,相比对照塘其变化幅度较小,基本维持稳定趋势。4 周后试验塘氨氮含量相对于第 3 周有所上升,但同期 1 号对照塘氨氮含量也有较大幅度上升,因此试验塘氨氮含量的升高原因可能为菌粉效果降低,也可能是由于当天池塘工业化生态

养殖系统集排污不及时,导致水体残饵及鱼类粪便较多,污染较重。但试验塘总体水质仍优于对照塘。

2.4 水体亚硝态氮的变化

从图 3 可以看出,试验期间水体的亚硝态氮含量变化趋势同氨氮基本相同,施用菌粉 1 周内 2 号、3 号试验塘亚硝态氮由 0.5~0.6 mg/L 降低至 0.2~0.3 mg/L,降低 50% 左右,随后 1 周内亚硝态氮含量基本稳定。而 1 号对照塘在同期内亚硝态氮含量一直处于上升状态。第 3 周试验塘亚硝态氮降解仍较明显。第 4 周 3 口塘亚硝态氮含量略有上升,与水体氨氮的变化趋势一致。

2.5 水体总氮的变化

试验期间总氮变化情况见图 4,施用菌粉 1 周后 2 号、3 号试验塘总氮含量由 4.0~4.5 mg/L 降低至 2.0~2.5 mg/L,随后 1 周降解速度变得较为平缓。第 3 周降低幅度仍较大。1 号对照塘总氮含量变化不大,保持在 3.5~4.0 mg/L 左右。第 4 周 3 口塘总氮含量略有上升。

2.6 水体化学需氧量的变化

自施用菌粉后,试验塘水体化学需氧量一直处于下降状

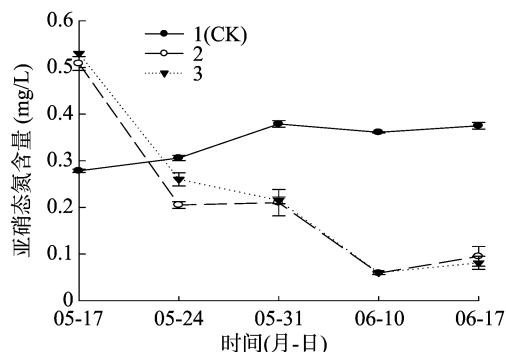


图3 不同处理水体亚硝态氮降解的变化

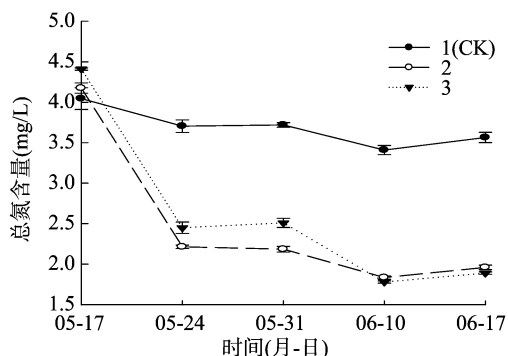


图4 不同处理水体总氮降解的变化

态,2周时间内由7.5~8.5 mg/L降低至6.0~6.5 mg/L,相比对照塘水质净化效果明显(图5)。第3周水体化学需氧量变化不大,2号、3号塘略有下降,可能因为水体中有机质已达到平衡状态,说明该菌粉对水体有机质的降解效果持续时间可达15 d以上。第4周3口塘化学需氧量略有上升。

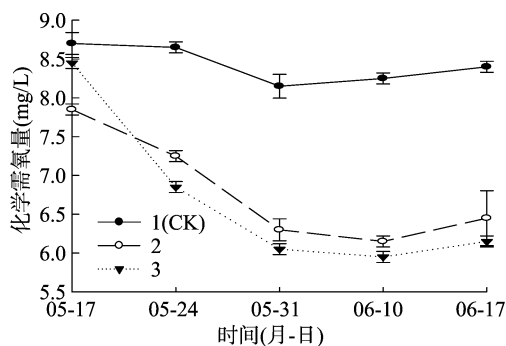


图5 不同处理水体化学需氧量的变化

### 3 讨论与结论

溶解氧、氨氮、亚硝态氮和化学需氧量是水产养殖中备受关注的几个水质指标,氮及有机物主要来源于水生生物饲料残饵及排泄物。养殖水体中氨氮及亚硝态氮浓度过高,可对鱼类产生毒性,增加水生生物对疾病的易感性,降低生长速度和生殖能力。水体中的溶解氧更是对鱼类等水生动物至关重要,足够的溶解氧能够抑制有毒物质的生成,同时对有机物腐烂产生的氨和硫化氢进行转化和分解。因此,如何降低水体有机质、氨氮、亚硝态氮,以及如何提高水体溶解氧,是目前养殖水环境修复的主要课题。

池塘工业化生态养殖系统相对普通养殖池塘,增加了推水增氧装置和集吸污装置,每天按时将水体中的残饵、粪便等

吸出水体,阻止了残饵、粪便中氮等有机质向水体的输出,水质优于普通养殖池塘<sup>[13]</sup>。但溶解态有机质仍存在于系统中,仍需定期使用微生态制剂调控水质。本试验菌粉使用1周内,氨氮、亚硝态氮等有机质含量迅速降低,说明该菌粉进入水体后能迅速起效,对有机质的降解效率很高。1周后降解速度开始变得较为缓慢,3周内水体中有机质含量仍能降低或保持在低浓度的状态。目前常见的市售微生态制剂一般施用10 d左右后,随着活菌的退化,微生态制剂效果基本消失,需要再次追加施用。若微生态制剂的菌种不能很好地适应池塘环境,进入水体后便很难大规模繁殖,成为优势菌<sup>[14-15]</sup>。因此,本研究从江苏当地不同底质和水质的鲫鱼养殖塘口进行采样,对菌群结构进行分析,选取各地池塘共同的优势菌后,再筛选出能高效降低水体有机质的原籍细菌作为出发菌株制备微生态制剂。结果表明,该微生态制剂进入池塘水体后,能够迅速繁殖,很快起到水质调控作用,且由于活菌即为池塘原籍细菌,能够较长时间保持活性,从而有效延长了微生态制剂的有效时间,约为3周左右。但由于养殖过程中不断产生残饵、粪便等污染水体,池塘工业化生态养殖系统吸污只能吸走固形物中的有机质,因此仍需定期使用微生态制剂以保持系统水体处于优质状态,本研究所用高效有机质菌粉推荐施用周期为15~20 d。

### 参考文献:

- [1] 李卓佳,杨 铿,冷加华,等. 水产养殖池塘的主要环境因子及相关调控技术[J]. 海洋与渔业,2008(8):29-30.
- [2] 美国大豆出口协会. 池塘循环流水养殖系统基本原理(上)[J]. 中国水产,2019(6):86-87.
- [3] 许晨旭,倪建忠,杨正兵,等. 池塘工业化养殖系统养殖试验[J]. 科学养鱼,2016(4):21-22.
- [4] 郭丽芸,王 庆,周国勤,等. 池塘工业化生态养殖系统水质净化及增产增效分析[J]. 科学养鱼,2018,352(12):81-82.
- [5] 诸葛燕,张茂友,叶金明,等. 池塘工业化生态养殖鳊鱼技术总结[J]. 科学养鱼,2017(12):39-40.
- [6] 王明华,姜虎成,陈校辉,等. 斑点叉尾鲷池塘工业化生态养殖模式经济效益及评价[J]. 水产科技情报,2018,45(6):10-13.
- [7] 王 庆,周国勤,茆建强,等. 池塘工业化生态养殖系统兴凯湖白鱼养殖试验[J]. 科学养鱼,2018,352(12):45-46.
- [8] 王亚敏,王印庚. 微生态制剂在水产养殖中的作用机理及应用研究进展[J]. 动物医学进展,2008,29(6):72-75.
- [9] 吴 伟,余晓丽,李咏梅. 不同种属的微生物对养殖水体中有机物质的生物降解[J]. 广东海洋大学学报,2001,21(3):67-70.
- [10] 孙德文,詹 勇,许梓荣. 微生态制剂在水产养殖中的应用[J]. 淡水渔业,2002,32(3):54-57.
- [11] 储卫华,周淑鑫. 一种降解有机质蜡样芽孢杆菌及其应用:201810794551.8[P]. 2018-11-02.
- [12] 储卫华,周淑鑫. 一种水产用乳酸菌制剂及其制备方法:201811315958.4[P]. 2018-07-19.
- [13] 张茂友,诸葛燕,徐雪英,等. 池塘工业化生态养殖系统鱼虾共养模式试验[J]. 水产养殖,2017,38(3):20-22.
- [14] 郭丽芸,周国勤,茆建强,等. 微生物制剂在养殖水体修复中的应用及展望[J]. 水产养殖,2015,36(7):36-40.
- [15] 马硕利. 提高微生态制剂在水产养殖中的有效性[J]. 河北渔业,2016(1):75-76.