

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.05.014

EM 投加量与曝气量对净化养殖废水的影响

徐佳佳¹,邵孝侯¹,谈俊益^{1,2},毛欣宇¹,朱福新²,张小会³,任 亮³

(1. 河海大学水利水电学院,江苏 南京 210098; 2. 江苏生久环境工程公司,江苏 东台 224235;
3. 水利部综合事业局,北京 100053)

摘要:采用控制变量法,通过实验室模拟试验,测定不同 EM 投加量与曝气量组合条件下废水中 COD_{Mn}、TN、NH₃-N、TP 的质量浓度随处理时间的变化特征,探索 EM 投加量与曝气量对养殖废水净化效果的影响。结果表明:EM 的最佳投加量为 0.5×10⁻⁵ (V_{原液}/V_{废水}),去除 TN 效果最佳的曝气量为 0.5 L/min;EM 对养殖废水的净化处理效果尽管受到诸多因素的影响,但最直接的影响因素是投加量与曝气量。

关键词:EM 技术;投加量;曝气量;养殖废水;废水净化

中图分类号:X522 文献标志码:A 文章编号:1004-6933(2013)05-0069-04

Influence of EM dosage and amount of aeration on purification of aquaculture wastewater

XU Jiajia¹, SHAO Xiaohou¹, TAN Junyi^{1,2}, MAO Xinyu¹, ZHU Fuxin², ZHANG Xiaohui³, REN Liang³

(1. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;
2. Shengjiu Environmental Engineering Company, Dongtai 224235, China;
3. Bureau of Comprehensive Development, Ministry of Water Resources, Beijing 100053, China)

Abstract: Through laboratory simulation tests, the control variable method was used to measure the variation characteristics of COD_{Mn}, TN, NH₃-N, and TP in wastewater under combined conditions of different EM dosage and aeration amounts with different treatment times, and to explore the influence of EM dosage and aeration amount on the purification of aquaculture wastewater. The test results show that the optimal dosage of EM was 0.5×10⁻⁵ (V_{EM}/V_{wastewater}), and the optimal aeration quantity for removing TN was 0.5 L/min. Although the purification effect of aquaculture wastewater using EM was influenced by many factors, the most direct influencing factors were the dosage and aeration amount.

Key words: effective microorganism (EM); dosage; amount of aeration; aquaculture wastewater; wastewater purification

EM (effective microorganisms) 是由日本琉球大学比嘉照夫教授经多年潜心研究而开发出的新型微生物活性菌剂,具有组成复杂、结构稳定、功能广泛、不含任何化学有害物质、无毒害作用、不污染环境等作用^[1]。EM 中各种微生物在其生长过程中通过代谢出抗氧化物质,生成稳定而复杂的生态系统,抑制

有害微生物的繁殖生长,激活水中具有净化水功能的原生动植物及微生物活性,从而达到净化废水的目的^[2-3]。目前,EM 主要应用于农业、畜牧业、养殖业、环境净化等方面,而在养殖废水应用方面研究较少。笔者试验研究 EM 在养殖废水净化处理过程中投加量及曝气量对水中氮、磷及 COD 去除效果的影

基金项目:国家自然科学基金(51179054);国家科技支撑计划(2012BAB03B00-05);水利科技推广与标准化项目(1261121610035)
作者简介:徐佳佳(1986—),女,硕士研究生,研究方向为水环境治理。E-mail:xjj19860727@163.com
通信作者:邵孝侯,教授,博导。E-mail:shaoxiaohou@163.com

响,旨在将该技术应用于沿海开发和美丽村镇建设中的水资源保护工作中。

1 材料与方法

1.1 试验材料

采用葡萄糖为碳源、硫酸铵为氮源、磷酸二氢钾为磷源配置原水,污水的 COD、NH₃-N 和 TP 的质量浓度按模拟水产养殖废水实测质量浓度的高值确定,分别为 100 mg/L、4.0 mg/L 及 0.4 mg/L。

EM 原液来自日本 EMRO 公司,试验所用 EM 复壮液采用 EM 原液 4% 的接种量,即 4 mL EM 原液和 4 g 糖蜜混合用去离子水定容至 100 mL,密闭 5 d 后使用。

1.2 试验设计

试验装置采用 6 个同样尺寸,有效容积为 20 L 的柱状 SBR 反应器,用小型曝气泵向反应器中曝气,利用空气流量计控制曝气量。

a. EM 投加量对废水净化效果的影响。设定 6 组不同的投加量于反应器中,1 号~6 号投加量 ($V_{\text{原液}}/V_{\text{废水}}$,下同)分别为 0、 0.5×10^{-5} 、 1.5×10^{-5} 、 2.5×10^{-5} 、 4.0×10^{-5} 、 5.0×10^{-5} [4-5],6 个反应器中加入相同体积的自配原水,并由气体流量计计曝气量 (0.8 L/min),每天 8:00 定时取样,检测反应器中养殖废水的 COD、NH₃-N、TN、TP 的质量浓度,分析 EM 不同投加量对废水净化效果的影响。

b. 曝气量对 EM 净化废水效果的影响。在 5 个反应器中放置同样体积的自配原水,EM 复壮液的投加量为 1.5×10^{-5} ,每天上午 8:00—10:30 曝气,1 号~5 号反应器的曝气量依次为 0、0.3 L/min、0.5 L/min、0.8 L/min、1.0 L/min,每日 8:00 定时取样,检测反应器中废水的水质,分析反应器中污染物的降解过程和规律,探讨曝气量对 EM 净化废水的影响(推广运用时所需曝气量可按气水比进行转换)。

1.3 试验方法

COD_{Mn} 采用高锰酸钾法测定,TN 采用过硫酸钾消解紫外分光光度法测定,NH₃-N 采用纳氏试剂比色法测定,TP 采用钼酸铵分光光度法测定。

2 结果与分析

2.1 不同 EM 投加量对废水净化效果的影响

2.1.1 COD_{Mn}

由图 1 可见,1 号、2 号反应器中 COD_{Mn} 质量浓度持续 8 d 保持下降,而后趋于稳定,而 3 号~6 号反应器中 COD_{Mn} 质量浓度均表现为第 1—2 天短暂上升,而后持续下降,最后趋于稳定。这主要是由于试验初期刚加入大剂量的 EM (EM 的 COD_{Mn} 质量浓

度为 20 000 mg/L),导致水中有机物质量浓度骤然增加,使得加入较高浓度 EM 的处理测出的 COD_{Mn} 质量浓度短暂上升。而 1 号、2 号反应器中 COD_{Mn} 质量浓度有比较明显的降低,主要是由于反应器中水样存放过程中有氧气进入,促进了水中有机物的分解。从曲线斜率看出,6 组反应器均表现为第 2—3 天 COD_{Mn} 单日去除率最大,第 8 天之后,COD_{Mn} 质量浓度基本保持不变,这表明 EM 的投加周期保持在 7 d 较合理。

从图 1 还可见,不同 EM 投加量下 COD_{Mn} 达到最大去除率的时间为 6—7 d 时,1 号~6 号中 COD_{Mn} 的去除率分别为 75.7%、83.7%、84.6%、79.6%、81.0%、81.2%。综合以上分析,投加量为 1.5×10^{-5} 对 COD_{Mn} 的去除能力最强,因此,以 COD_{Mn} 为主要去除目标时,可选择 3 号反应器的投加量 1.5×10^{-5} 为最优投加量。

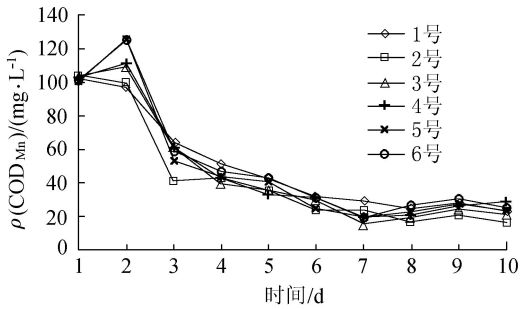


图 1 不同 EM 投加量下养殖废水中 COD_{Mn} 随时间变化曲线

2.1.2 TN 和 NH₃-N

由图 2 可看出,6 组反应器中的 TN 质量浓度在加入 EM 后总体呈先小幅度下降、后回升的趋势,试验时段内 TN 质量浓度变化不大。

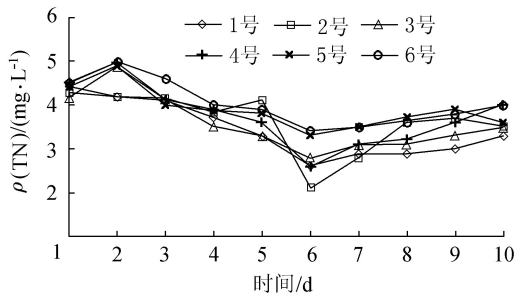


图 2 不同 EM 投加量下养殖废水中 TN 随时间变化曲线

由图 3 可见,各组废水中 NH₃-N 质量浓度在投加 EM 后均大幅下降,在第 3 天达到最小值,随后逐步上升,第 10 天已基本恢复到初始值,其中投加 EM 组的 NH₃-N 下降幅度比不投加组大,这表明投加 EM 对废水中 NH₃-N 的削减有促进作用,这种促进作用主要是通过促进反应器中的氨化细菌消耗 DO,将 NH₃-N 转化为 NO₃⁻-N 和 NO₂⁻-N 来实现的 [6]。

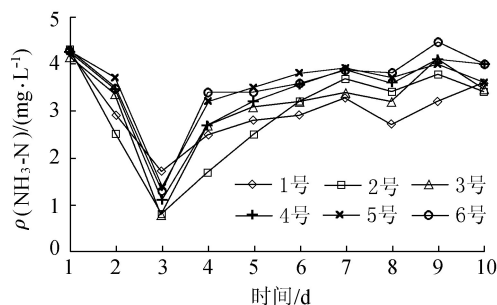


图3 不同EM投加量下养殖废水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 随时间变化曲线

综合分析不同EM投加量下各形态氮素的变化规律,在以TN质量浓度为主要削减目标时,2号反应器中的 0.5×10^{-5} 的投加量对TN的削减作用最好,故选其为最优投加量。

2.1.3 TP

由图4可见,废水中TP的质量浓度呈现循环降低一升高一降低的情况,这主要是与EM去除水中磷的机理有关,通常除磷是微生物细胞将磷储存起来,EM除磷是通过聚磷菌在厌氧条件下将贮存的聚磷酸盐以 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 等形式释放出来,在好氧条件下,再将其从水中脱除^[1,7],即废水中加入EM后,聚磷菌在好氧条件下吸收水中的磷,并进行氧化分解反应;一段时间后,水中呈现厌氧条件,聚磷菌则向水中释放磷。如此反复,形成图4中TP随反应时间的变化规律。由此可见,EM投加量的变化对水中TP的去除最终没有较大影响。

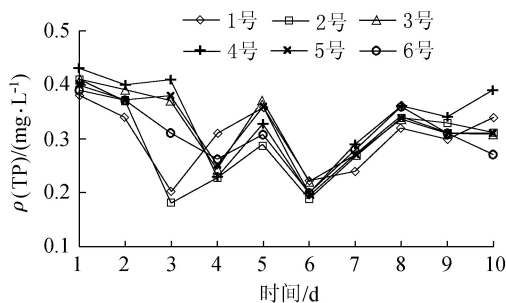


图4 不同EM投加量下养殖废水中TP随时间变化曲线

2.2 不同曝气量对废水净化效果的影响

2.2.1 COD_{Mn}

由图5可见,随着曝气量的增加,废水中 COD_{Mn} 质量浓度逐渐降低,这是因为曝气量的增大,使水中的DO浓度随之增加,促使EM中好氧微生物的活性增强,从而加快了其降解有机物的速率, COD_{Mn} 的去除速度加快。在反应初期,1号、2号、3号反应器中的 COD_{Mn} 浓度出现一定幅度的增加,其原因也是因为EM本身存在一定量的有机物,而4号、5号反应器中 COD_{Mn} 质量浓度呈现下降趋势,这是由于低曝气量下好氧微生物的活性低于高曝气量下的反应器之故。

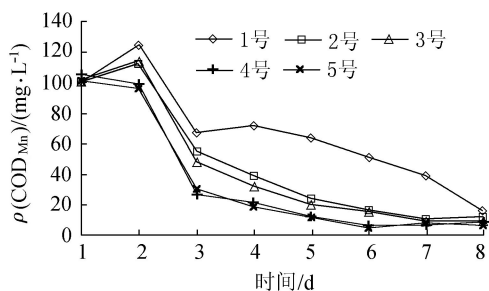


图5 不同曝气量下养殖废水中 COD_{Mn} 随时间变化曲线

2.2.2 TN和 $\text{NH}_3\text{-N}$

由图6可见,前3d TN下降速度随着曝气量的增大而加快。但自第4天起,水体中的TN开始逐渐上升。出现这一现象的主要原因在于经过3d的降解,水中EM所需的碳源出现了短缺,水体中的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 由于缺少电子供体,使得脱氮无法进行, $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 累计后造成了TN去除率不升反降的局面。

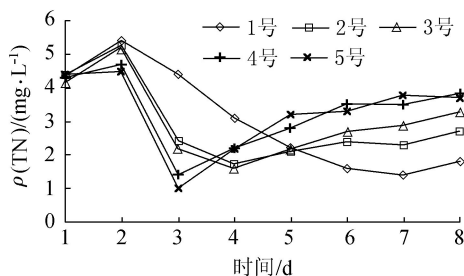


图6 不同曝气量下养殖废水中TN随时间变化曲线

由图7可见,前3d $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度随着曝气量的增加而降低,并且5组反应器皆出现 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度大幅下降的情况,而后又回升,在末期,5组反应器中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 质量浓度基本相同。

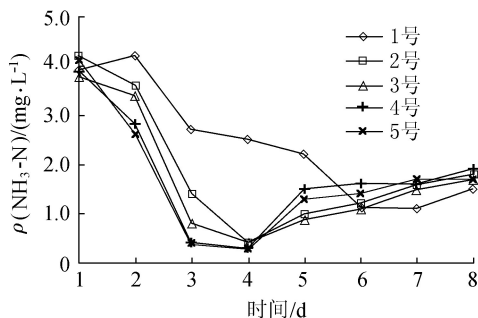


图7 不同曝气量下养殖废水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 随时间变化曲线

综合分析不同曝气量对氮素质量浓度的影响,若以TN质量浓度为主要削减目标,则曝气量为 0.5 L/min 时,对TN的去除能力最强。

2.2.3 TP

由图8可见,曝气较之未曝气,对TP的去除有着更为明显的效果。而随着曝气量的增加,对磷的去除效果没有明显变化。出现这一现象的原因,在磷的去除主要是来自细胞合成所需利用的营养元

素,加之原水中 TP 的浓度偏低,在一定程度上掩盖了 TP 去除率之间的差异。

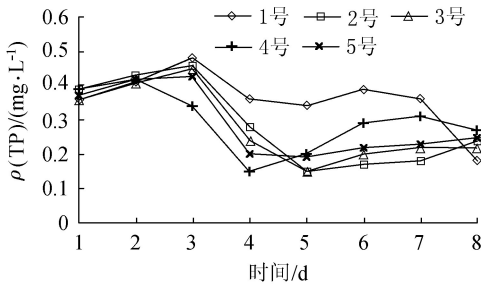


图8 不同曝气量下养殖废水中 TP 变化曲线

3 结 语

此次试验研究了 EM 不同投加量与不同曝气量对 COD、TN、NH₃-N、TP 的去除作用,结果表明,模拟的水产养殖废水中的 EM 最优投加量为 0.5×10⁻⁵,这时 COD 和 TN、TP 的去除率较高,不同 EM 投加量下 COD 达到最大去除率的时间为第 6—7 天。分析了曝气量对上述各水质指标的影响,结果表明曝气量对废水中 COD、TN、NH₃-N、TP 的去除作用有较大的影响,去除 TN 效果最佳的曝气量为 0.5 L/min。试验结果对水产养殖废水的净化处理具有重要的实际指导作用。

需要指出的是,该试验是在反应器中进行的,环境因素可控,EM 菌液可以完全与废水混合反应,若实际应用于养殖废水处理时,则必须考虑到水力停留时间等因素的影响。为保证 EM 菌液可以与养殖废水中污染物有足够的接触反应时间,可以在水中放置生物填料,为微生物附着生长提供场所,增加微生物在水中的停留时间,以提高污染物去除率^[8]。

参考文献:

[1] 邵孝侯,刘德有,朱亮,等. 有机污水回用于农业灌溉的 EM 处理技术展望[J]. 水利水电科技进展,2001,21(1):16-17. (SHAO Xiaohou, LIU Deyou, ZHU Liang, et al. Prospcet of EM treatment techniques of organic waste water for agricultural irrigation[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources,2001,21(1):16-17. (in Chinese))

[2] 乔俊婧. EM 技术在污水处理中的应用[J]. 资源开发与市场,2008,24(11):968-970. (QIAO Junjing. Application of effective micro-organisms technology in wastewater treatment[J]. Resource Development & Market,2008,24(11):968-970. (in Chinese))

[3] 邵青. EM 除磷效果初探[J]. 工业水处理,2001,21(2):16-18. (SHAO Qing. Study on removing phosphorus of domestic wastes with EM[J]. Industrial Water Treatment,2001,21(2):16-18. (in Chinese))

[4] 朱亮,汪翔,朱雪诞,等. EM 菌富集培养及降解污水试验研究[J]. 河海大学学报:自然科学版,2002,30(2):6-8. (ZHU Liang, WANG Hui, ZHU Xuedan, et al. Experimental study on EM enrichment cultivation and wastewater degradation [J]. Journal of Hohai University: Natural Sciences,2002,30(2):6-8. (in Chinese))

[5] 王平,吴晓芙,李科林,等. 应用有效微生物群(EM)处理富营养化原水试验研究[J]. 环境科学研究,2004,17(3):39-43. (WANG Ping, WU Xiaofu, LI Kelin, et al. Study of preliminary test with utilization of effective microorganisms (EM) in algae-type eutrophical water treatment[J]. Research of Environmental Sciences,2004,17(3):39-43. (in Chinese))

[6] 邵青,庄艳峰,王洪涛,等. EM 脱除氨氮效果试验研究[J]. 武汉大学学报:工学版,2001,34(2):77-80. (SHAO Qing, ZHUANG Yanfeng, WANG Hongtao et al. Experimental research on effect of effective microorganisms on removal of ammonia and nitrogen [J]. Engineering Journal of Wuhan University,2001,34(2):77-80. (in Chinese))

[7] 程晓如,陈永祥,孙迎霞. EM 菌强化 SBR 脱氮除磷的试验研究[J]. 重庆环境科学,2002,24(5):55-57. (CHENG Xiaoru, CHEN Yongxiang, SUN Yingxia. Experimental research on effect of effective microorganisms enhancing the removal of TP and N in SBR process[J]. Chongqing Environmental Science,2002,24(5):55-57. (in Chinese))

[8] 马占青,顾宏余,温淑瑶. 有效微生物废水处理动态实验研究[J]. 环境污染与防治,2001,23(4):195-196. (MA Zhanqing, GU Hongyu, WEN Shuyao. Dynamic experiment study on wastewater treatment by application of effective microorganisms [J]. Environmental Pollution & Control,2001,23(4):195-196. (in Chinese))

(收稿日期:2013-03-18 编辑:徐 娟)

