

5 种水生植物净化水质效果的研究

汪小将, 周辉, 马文举, 刘飞 (洛阳师范学院, 河南洛阳 471022)

摘要 [目的] 研究 5 种水生植物对富营养化水体的净化效果, 以期对富营养化水体的植物生态修复提供理论依据。[方法] 以对叶草、薄荷草、大柳、水白菜和宝塔草 5 种水生植物为试验材料, 通过对氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、活性磷(SOP)和化学耗氧量(COD_{Mn})等富营养化指标的测定研究 5 种植物对富营养化水体的净化效果。[结果] 5 种植物能有效去除富营养化水体中的氨氮和活性磷。20 d 氨氮去除率分别为 81.27%、78.97%、66.68%、63.24%、57.11%, 去除效果依次为对叶草 > 宝塔草 > 薄荷草 > 大柳 > 水白菜; 活性磷去除效果依次为宝塔草 > 大柳 > 薄荷草 > 水白菜 > 对叶草, 20 d 去除率均分别为 86.36%、86.31%、85.71%、77.82%、75.01%; 水生植物系统对有机物的去除效果前期明显, 前 10 d 水体 COD 去除率均超过 72%, 但后期却持续缓慢上升。[结论] 宝塔草和对叶草对富营养化水体的净化效果较好, 具有一定的推广应用价值。

关键词 水生植物; 富营养化; 水质净化

中图分类号 S181.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)04-241-02

Effect of Five Aquatic Plants on Water Purification

WANG Xiao-jiang, ZHOU Hui, MA Wen-ju et al (Luoyang Normal College, Luoyang, Henan 471022)

Abstract [Objective] The purification effect of five aquatic plants on eutrophic water was studied to provide theoretical basis for the plant ecological restoration of eutrophic water. [Method] The purification effect of five aquatic plants (*Pistia stratiotes*, *Lysimachia nummularia*, *Limnophila aquatica*, *Bacopa monnieri* and *Hygrophila corymbosa*) on eutrophic water was studied through determining ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$), soluble organic phosphorus (SOP) and chemical Oxygen Demand (COD_{Mn}). [Result] During the experiment period of 20d, the removal rates of $\text{NH}_3\text{-N}$ by planting *Bacopa monnieri*, *Limnophila aquatica*, *Lysimachia nummularia*, *Hygrophila corymbosa* and *Pistia stratiotes* were 81.27%, 78.97%, 66.68%, 63.24% and 57.11% respectively; the removal rates of SOP by planting *Limnophila aquatica*, *Hygrophila corymbosa*, *Lysimachia nummularia*, *Pistia stratiotes* and *Bacopa monnieri* were 86.36%, 86.31%, 85.71%, 77.82% and 75.01% respectively; the removal rates of COD_{Mn} was above 72% by five aquatic plants during the experiment period of 10d, but the growth of the COD_{Mn} increased consistently and slowly after 10 d. [Conclusion] The purification effect of *Limnophila aquatica* and *Bacopa monnieri* on eutrophic water was better with certain popularization value.

Key words Aquatic plants; Eutrophication; Water purification

由于人类活动(工农业、生活污水排放)导致大量营养物质输入而引发的水体富营养化问题越来越引起人们的关注, 进入水体中的氮、磷等营养盐的累积可提高水体的生产力, 促使水生生物特别是部分藻类的异常大量繁殖, 从而使水体环境不断恶化, 其主要表现为水质下降、有毒藻类的产生、食物链的改变、栖息地的减少^[1], 水体一旦进入富营养化阶段, 会在很大程度上影响水体生态环境, 在短时间内难以恢复, 对经济和社会的发展及人类健康均会产生重要的负面影响。

据统计, 当前我国 90% 以上的主要湖泊已处于中营养化或富营养化状态^[2]。在治理水环境过程中, 人们尝试应用各种物理和化学方法, 但收效甚微并有产生次生污染的风险。在根治排污的基础上, 辅以生物、生态措施改善水体水质的生态修复治理思路, 被认为是行之有效的^[3]。生态修复措施主要是通过建立生态净化系统, 利用水生生物吸收利用氮、磷等营养元素代谢活动达到去除氮、磷等营养物质。它最大的优点是投资省, 有利于建立合理的水生生态循环。人工构建水生植物生态封闭试验系统, 研究水生植物净化水质的效果, 以期对富营养化水体的植物生态修复提供理论参考, 也可为现代家庭水族箱植物合理配置提供有益借鉴。笔者以对叶草、薄荷草、大柳、水白菜和宝塔草 5 种水生植物为试验

材料, 通过对氨氮、活性磷和 COD_{Mn} 等富营养化指标的测定研究 5 种植物对富营养化水体的净化效果。

1 材料和方法

1.1 试验材料 选用水白菜 (*Pistia stratiotes*)、薄荷草 (*Lysimachia nummularia*)、宝塔草 (*Limnophila aquatica*)、对叶草 (*Bacopa monnieri*) 和大柳 (*Hygrophila corymbosa*) 5 种水生植物作为试验植物。挑选时以长势良好、性状相对较统一的植株作为试验材料, 模拟试验条件下适应培养 2 周。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。 模拟富营养化水体为添加 NH_4HCO_3 和 KH_2PO_4 的曝气自来水, 并加入部分池塘污泥(增加水中微量元素等)配置而成, 调节 pH 呈中性。将配好的培养液放入水族箱中加至 60 L, 用记号笔在水面处做标记。将预培养好的 5 种植物分别放入水族箱中, 试验设置为 5 种植物和空白对照, 共 6 个处理, 重复 3 次。试验中控制每试验组投放植物密度基本相等。试验期间控制水温稳定在 25 °C 左右, 试验开始后定期添加纯水补充因蒸发及取样等损耗的水分, 保持水体总量不变。室内采用日光灯补光, 每天 12 h, 试验周期 20 d。模拟富营养化水质 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、SOP 和 COD_{Mn} 初始值分别为 12.51、2.15 和 8.36 mg/L, 属劣 V 类富营养化水。

1.2.2 测定项目与方法。 试验期间每天取样一次, 每次取样前添加蒸馏水至水族箱水面标记处, 混匀后取样。分析测定氨氮($\text{NH}_3\text{-N}$)、活性磷(SOP)、化学耗氧量(COD_{Mn})等指标。氨氮采用奈式试剂法测定, 活性磷采用磷钼蓝法测定,

基金项目 河南省科技厅项目(122102310335)。

作者简介 汪小将(1977-), 男, 湖北黄冈人, 讲师, 硕士, 从事资源与环境教学与科研工作。

收稿日期 2014-12-22

COD_{Mn}用酸性高锰酸钾法测定。每种植物试验前及试验结束时各测量一次鲜重,测量时先用吸水纸轻轻吸除多余水分。

2 结果与分析

2.1 植物生长情况比较 5种供试植物在富营养化水体中生长良好。试验初期5种植物投放密度(每升水中植物鲜重)控制在3 g/L左右,上下浮动不超过0.1 g/L。20 d后水白菜、薄荷草、宝塔草、对叶草和大柳平均增重分别为0.37、0.27、2.15、1.69、0.49 g/L。

2.2 水体氨氮及活性磷去除效果比较 5种水生植物生态系统对富营养化水体均有较好的净化效果,效果依次为对叶草>宝塔草>薄荷草>大柳>水白菜,20 d处理对氨氮去除率分别为81.27%、78.97%、66.68%、63.24%和57.11%。5种植物对活性磷去除效果依次为宝塔草>大柳>薄荷草>水白菜>对叶草,20 d去除率分别为86.36%、86.31%、85.71%、77.82%和75.01%。试验期间对照组氨氮和活性磷含量基本保持不变。

2.3 水体COD_{Mn}去除效果比较 在试验前期10 d内,5种植物处理组COD_{Mn}下降明显,均超过72%,对照组仅略有下降。但10 d后COD_{Mn}值出现持续缓慢反弹。

2.4 水体氨氮和活性磷去除效率的比较 去除效率(增加1 g鲜重对氮磷的去除量)表征了该植物的净化能力。试验结果(表1)表明,薄荷草的去除效率最高,水白菜次之,宝塔草和对叶草的去除效率最低。

表1 5种水生植物对水体氮、磷的去除效率比较

植物	增加1 g鲜重对氮磷的去除量//mg/g	
	氨氮	活性磷
水白菜	17.77	4.52
薄荷草	28.43	6.83
宝塔草	4.23	0.86
对叶草	5.85	1.01
大柳	14.85	3.79

3 结论与讨论

研究表明5种水生植物生态系统能有效去除水体中的氨氮和活性磷,其去除效果与童昌华等的研究结果^[4]相似,

(上接第237页)

3.6 争取相关配套政策,发挥养殖废弃物的资源性特征 将畜禽废弃物转化为有机肥,可以改善土壤结构,增加土壤肥力,同时使废弃物得以充分利用。而当前的有机肥生产步伐缓慢,需要政府大力扶持并加大资金投入,使有机肥生产产业化,降低有机肥生产的运行成本。同时还要对有机肥商品进行补贴,使有机肥得到大力推广。

参考文献

- [1] 陈鹏,张蕾,张明亮. 天津畜牧业发展现状分析及对策建议[J]. 天津农业科学,2013(4):25-28.
- [2] 陈传斌,王明芳,陈传莲. 畜禽养殖业的环境污染与控制对策[J]. 中国

水生植物生长其氮源主要来自水体中可溶性氮,主要包括氨氮和硝态氮,因而能够有效去除水体中的氨态氮,植物生长的磷元素则主要靠直接吸水体中的正磷酸盐^[5]。总体上水生植物生态系统对磷的去除效果比氮好,去除速率也比氮快。试验中对对照组的磷下降了0.96%,这可能与磷的沉降吸附及微生物的生长消耗有关^[6-7]。

5种植物对有机物的去除效果前期较明显,水体的COD_{Mn}值下降迅速,但后期又出现持续反弹。植物生态系统对COD的去除主要是通过植物、微生物的吸收利用与代谢来完成的,试验前期COD_{Mn}下降明显可能是植物吸收了水体中的有机物,而后期植物和微生物的生物合成作用会产生部分有机物,从而导致水体中有机物含量上升,COD_{Mn}值持续缓慢增长。

植物的生理代谢活动直接关系到污染物的降解。同一种植物在不同的研究背景和试验条件下,表现出来的净化能力也有所不同^[8]。评价一种植物的净化效果,应以去除率为主,其代表了以植物为主的整个生物系统的综合作用效果,是最终能产生的净化效果;而去除率仅代表该种植物的净化能力,会受到环境条件、植物生长等因素的制约。

综合植物生长状况及对氨氮和活性磷等营养元素的去除效果,初步认为宝塔草和对叶草作为富营养化水体植物生态修复系统的植物成员具有一定的推广参考价值。

参考文献

- [1] JULIO A, CAMARGO, ALONSO A, et al. Eutrophication downstream from small reservoirs in mountain rivers of Central Spain[J]. Water Research, 2005,39(14):3376-3384.
- [2] 孙刚,盛连喜. 湖泊富营养化治理的生态工程[J]. 应用生态学报,2001,12(4):590-592.
- [3] 秦伯强. 富营养化湖泊开敞水域水质净化的生态工程试验研究[J]. 环境科学学报,2007,27(1):1-4.
- [4] 童昌华,杨肖娥,濮培民. 富营养化水体的水生植物净化试验研究[J]. 应用生态学报,2004,15(8):1448-1450.
- [5] 雷泽湘,谢贻发,徐德兰,等. 大型水生植物对富营养化湖水净化效果的试验研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(3):553-554.
- [6] 付彩中,肖瑜,高土洋. 模拟水生生态系统中沉水植物对水体营养物质消减的影响[J]. 环境污染与防治,2006,28(10):753-756.
- [7] 陈淑珠,钱红,张经. 沉积物对磷酸盐的吸附与释放[J]. 青海海洋大学学报,1997,24(3):413-417.
- [8] 钟云霄,胡洪营,钱易. 大型水生植物在水污染治理中的应用研究进展[J]. 环境污染治理技术与设备,2003,4(2):36.
- [9] 畜牧兽医文摘,2014(1):58-59.
- [3] 谢西京. 浅谈畜禽养殖业污染现状及污染防治对策[J]. 农家科技,2011(S1):15.
- [4] 李茹茹,靖新艳. 浅析畜禽养殖业污染现状及减排对策[J]. 中国人口·资源与环境,2014(S2):250-252.
- [5] 蔡志远,郭云峰,荣庆武,等. 天津市有机肥资源及产业化对策[J]. 天津农林科技,2008(1):34-36.
- [6] 刘金吉,朱孔颖. 畜禽养殖业对农村环境的污染及控制对策[J]. 环境研究与监测,2008(2):44-45,65.
- [7] 迟卫军. 集约化畜禽养殖场污染防治对策及粪污处理技术[J]. 承德民族职业技术学院学报,2005(1):98-100.
- [8] 廖静. 我国畜禽生态养殖发展对策[J]. 北京农业,2011(36):77-78.
- [9] 丁树谦. 畜禽养殖环境污染及其治理的基本途径[J]. 畜牧与饲料科学,2011(1):65-67.