

混合植物人工浮岛修复富营养化水体试验

方媛媛

(江西省水利科学研究院;江西省鄱阳湖水资源与环境重点实验室,江西 南昌 330029)

摘要:为了探究不同比例混合植物对富营养化水体的净化效果,选取黄菖蒲和美人蕉组合混合植物人工浮岛在相同的条件下进行室外静态模拟试验。结果表明,在静态条件下,各人工浮岛对 TN、TP、COD_{Mn} 的平均去除率分别为 83.23%、84.12%、67.76%;不同混合比例植物的浮岛中,以菖蒲:美人蕉=3:1 的去除效果最好。

关键词:黄菖蒲;美人蕉;人工浮岛;富营养化

中图分类号:X52 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-4701(2017)04-0251-03

0 引言

富营养化是指过多的氮(N)、磷(P)等营养物质进入河口、湖泊、海湾等流动较缓的水体,引起水中藻类和浮游生物大量繁殖,造成水体大面积污染的现象^[1,2]。人工浮岛技术因有占地面积小、运行成本低、可操作性强、处理效果好等优点而广泛应用于富营养化水体的修复。人工浮岛净化机理是通过植物根系对水中营养物质进行吸收以及附着在根系周围生物膜的降解和根系分泌酶的利用,达到净化水质、修复水体并美化环境的效果^[3-6]。近年来,人工浮岛的研究与应用越来越深入和广泛,不同形式的浮岛相继出现,如混合植物浮岛、组合浮岛等等。有研究表明^[7,8],混合植物浮岛的净化效果要好于单一植物浮岛。本研究在混合植物浮岛的基础上,进行不同混合比例的植物浮岛试验,分析混合植物人工浮岛对富营养化水体的净化特点,旨在为人工浮岛植物的选择及优化植物配比提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验浮岛植物选用黄菖蒲和美人蕉,2种植物的幼苗均购自江苏南通,试验前培养在试验研究场地,待生长稳定后移栽入人工浮岛中。本次试验人工浮岛为有

框式浮岛,长×宽×高=30 cm×20 cm×25 cm,体积为15 L;其四周和底部打满小孔,每个浮岛装置内由亲水无纺布做内衬放置混合填料(陶粒+火山岩+沸石),浮岛四周捆绑塑料瓶以提供浮力。

试验用水取自北京昆玉河,为了模拟富营养化水体,向其内添加一定药品以满足处理的水质要求,试验用水的理化性质见表1。

表1 试验用水的理化指标

水质指标	TN/(mg/L)	TP/(mg/L)	COD _{Mn} /(mg/L)	pH
浓度范围	21.00~22.85	0.94~1.12	20.00~29.83	7.2~9.1

1.2 试验仪器

试验仪器包括美国 Hach 公司分光光度计 DR5000 和 DR2800、YSI 多参数水质测量仪、电热恒温水浴锅(北京中兴伟业仪器有限公司)、高压锅(合肥华泰医疗设备有限公司)、电子分析天平(美国丹佛仪器公司)和 PVC 塑料水箱(55 cm×45 cm×43 cm)。

1.3 试验方法

挑选预先栽培的2种试验植物美人蕉和菖蒲,高度为30~40 cm;植物浮岛按不同植物比例设置3个处理水平以及1个空白对照样:0号——空白样;1号——菖蒲:美人蕉=3:1;2号——菖蒲:美人蕉=1:1;3号——菖蒲:美人蕉=1:3;2种植物每列固定2株植物(共4株),长势基本一致。

收稿日期:2017-05-07

作者简介:方媛媛(1992-),女,硕士,助理工程师。

试验从 2015 年 10 月 12 日开始到 11 月 17 日止, 共计 36 天。试验开始前, 先将河水注入塑料箱内, 约 70 L, 并添加一定量的药品, 测定每个水箱中初始水样的总氮(TN)、总磷(TP)、高锰酸钾指数(COD_{Mn}); 之后每 3 天同一时间用烧杯采样 200 mL, 并测定水样中的各项理化指标。每次取样时, 加入一定量的去离子水, 保证每个水箱的水位不变。

1.4 指标测定

试验水样的各项水质指标参照国家标准方法进行测量, 具体的分析方法和仪器见表 2。

表 2 各指标测定方法

水质指标	分析方法或仪器	执行标准	测量范围/(mg/L)
温度	YSI 多参数水质测量仪		
pH	YSI 多参数水质测量仪		
TN	碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法	GB11894-89	0.05~4.00
TP	钼酸铵分光光度法	GB11893-89	0.01~0.60
COD _{Mn}	滴定法	GB11892-89	0.50~4.50

2 结果与分析

2.1 不同混合植物比例的 TN 去除效果

浮岛试验中, TN 进水浓度范围为 21.00~22.65 mg/L, 经过人工浮岛处理后出水浓度降至 3.63~3.83 mg/L, 空白对照的出水浓度为 11.10 mg/L。经过 36 天的试验, 3 个处理水平下的人工浮岛对 TN 的去除率均达到 80% 以上, 平均去除率为 83.23%, 远远超过空白对照组的 47.14%, 说明组合型人工浮岛对富营养化水体中 TN 的去除作用较强。

从图 1 可以看出, 各人工浮岛在试验前 15 天时对 TN 的去除率都迅速增加, 而后缓慢增加, 到 27 天后去除率几乎不再变化。分析其原因, 可能是由于氮为植物生长的必要元素, 在静态条件下, 美人蕉和菖蒲为维持自身的生长通过根系作用不断吸收水中的氮, 加之混合填料对氮的吸附作用、微生物的硝化和反硝化作用、部分有机氮的物理沉淀, 使得试验初期 TN 的去除率增加明显; 后期随着微生物的降解, 水中有机氮被分解为可溶性氮又溶解回水中, 且植物部分叶子枯萎掉落水中也会释放一定的营养物质, 导致 TN 的去除率增加变缓直至不再变化; 空白对照组中氮减少的原因主要则是水中微生物的分解。

在 3 种不同的混合比例植物中, 菖蒲和美人蕉 3 种

比例混合栽种对 TN 的去除率相差不大。菖蒲:美人蕉=3:1 时对 TN 的去除率要稍高于其 1:1 和 1:3 的试验组。

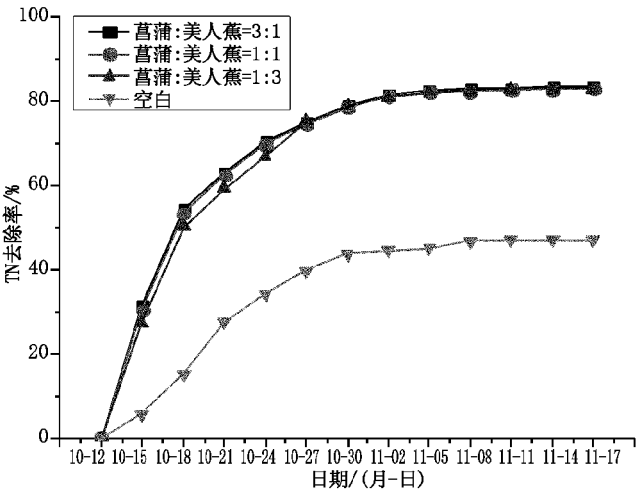


图 1 混合植物人工浮岛对 TN 的去除效果

2.2 不同混合植物比例的 TP 去除效果

浮岛试验中, TP 进水浓度范围为 0.94~1.12 mg/L, 人工浮岛处理后其出水浓度降至 0.05~0.21 mg/L, 远远小于空白对照出水浓度的 0.50 mg/L。经过 36 天的试验, 3 个处理水平下的人工浮岛对 TP 的去除率均达到 79% 以上, 平均去除率为 84.12%, 高于空白对照组的 46.70%, 表明人工浮岛对 TP 的去除效果较明显。

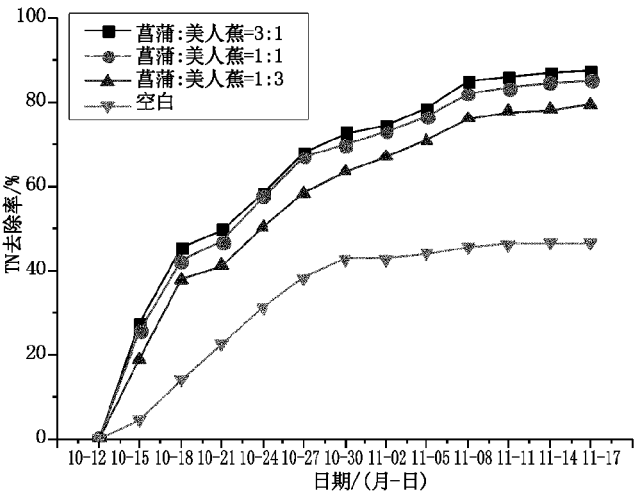


图 2 混合植物人工浮岛对 TP 的去除效果

从图 2 可见, 人工浮岛对 TP 的去除作用随时间的变化与 TN 相似, 在前期 TP 的去除率增加较快, 试验后

期增加缓慢直至几乎不再变化。磷和氮均为植物生长的必需元素,在静态条件下,美人蕉和菖蒲为维持自身的生长不断吸收水中的磷,加之混合填料对磷的吸附作用以及部分有机磷的沉降作用,使得试验初期 TP 的去除率增加较快;后期随着微生物的降解,水中有机磷被分解为可溶性磷溶解回水中,且此时填料对磷的吸附已达到平衡,部分植物出现枯叶掉入水中也会带来一定影响,因此试验后期人工浮岛对 TP 的去除作用呈缓慢增加至逐渐平稳的状态;空白对照组中磷减少的原因则是部分有机磷的沉降以及水中微生物的分解。

在3种不同的混合比例植物中,以菖蒲:美人蕉 = 3:1 时对 TP 的去除效果最好,其次为菖蒲:美人蕉 = 1:1,菖蒲:美人蕉 = 1:3 时的效果最差,与菖蒲:美人蕉 = 1:1 时的去除率相差 5% 左右。

2.3 不同混合植物比例对 COD_{Mn} 的去除效果

浮岛试验中, COD_{Mn} 进水浓度范围为 20.00 ~ 29.83 mg/L,经过人工浮岛处理后出水浓度为 7.80 ~ 14.41 mg/L,空白对照的出水浓度为 10.30 mg/L。各人工浮岛对 COD_{Mn} 的去除率为 60% ~ 70%,平均去除率为 67.76%;而空白对照组的 COD_{Mn} 去除率达 48.48%。由此可见,人工浮岛对 COD_{Mn} 去除效果较弱。

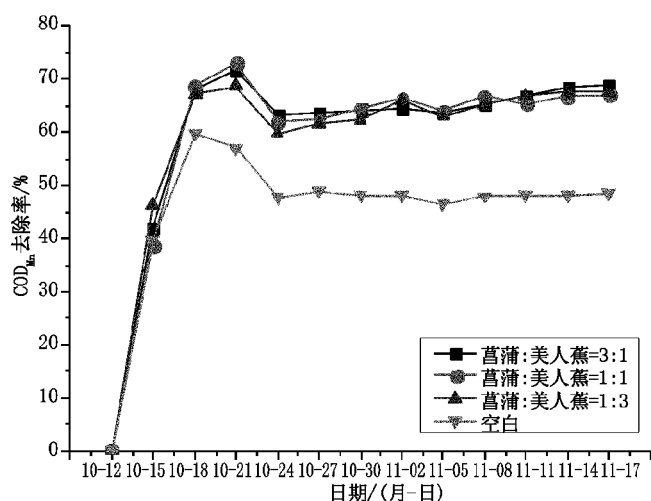


图3 混合植物人工浮岛对 COD_{Mn} 的去除效果

从图3可以看出,人工浮岛对 COD_{Mn} 的去除率在试验初期上升较快,之后逐渐减少至平衡状态,各人工浮

岛的相对去除率均较低。这可能是因为浮岛植物本身不会吸收 COD_{Mn} ;其对 COD_{Mn} 不产生直接作用;水中 COD_{Mn} 的去除主要依靠填料吸附、自然沉降、微生物或酶的降解等作用。因此,整体上各人工浮岛对 COD_{Mn} 的去除效果并不明显。

不同混合比例植物中,菖蒲:美人蕉 = 3:1 时对 COD_{Mn} 的去除率稍高于其 1:1 和 1:3 的试验组,故 3 种不同的混合植物比例中,以菖蒲:美人蕉 = 3:1 时人工浮岛对 COD_{Mn} 的去除效果最好。

3 结 论

(1)人工浮岛对富营养化水体修复有明显的作用。整体上来看,各浮岛对 TN 和 TP 都有明显的去除效果,平均去除率分别为 83.23% 和 84.12%;对 COD_{Mn} 去除效果相对较差,平均去除率只有 67.76%。

(2)不同比例的混合植物人工浮岛对污染物的去除效果存在一定差异。结合浮岛对各营养盐的去除率可知,当菖蒲:美人蕉 = 3:1 时,混合植物人工浮岛对 TN、TP、 COD_{Mn} 的去除效果最好。

参考文献:

- [1] 万蕾. 我国湖泊富营养化问题与治理现状[J]. 生态经济(学术版), 2011(1):378~381,389.
- [2] 韩永和,李敏. 植物—微生物联合修复技术治理水体富营养化[J]. 水处理技术,2012,38(3):1~6,11.
- [3] 胥丁文,陈玲娜,马前. 生态浮床技术的应用及研究新进展[J]. 中国给水排水,2010,26(14):11~15.
- [4] Yeh N, Yeh P, Chang Y H. Artificial floating islands for environmental improvement[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2015(47): 616~622.
- [5] Zhu L, Li Z, Ketola T. Biomass accumulations and nutrient uptake of plants cultivated on artificial floating beds in China's rural area[J]. Ecological Engineering, 2011, 37(10):1460~1466.
- [6] Zhao F, Xi S, Yang X, et al. Purifying eutrophic river waters with integrated floating island systems[J]. Ecological Engineering, 2012(40):53~60.
- [7] 李希,铁柏清,彭陵文,等. 混合型植物人工浮岛处理生活污水的试验研究[J]. 安全与环境工程,2009,16(2):48~51.
- [8] 田雄,葛大兵,袁博,等. 不同植物人工浮岛在净化富营养水体中氮磷的效果研究[J]. 湖南农业科学,2014(3):50~52.

编辑:张绍付

(下转第271页)