

白晓龙,杨春和,顾卫兵,等.不同植物人工湿地净化模拟生活污水效果[J].江苏农业科学,2014,42(4):326-328.

不同植物人工湿地净化模拟生活污水效果

白晓龙^{1,2},杨春和¹,顾卫兵¹,邹永平³,唐 晔¹,郑沁沁¹

(1.南通农业职业技术学院环境与资源系,江苏南通 226007; 2.中国矿业大学环境与测绘学院,江苏徐州 221116;

3.南通环境工程设计院有限公司,江苏南通 226008)

摘要:研究鸢尾、吊兰、马蹄莲 3 种不同植物模拟人工湿地系统对模拟生活污水的净化效果。结果表明:3 种植物湿地系统对模拟生活污水中 COD、NH₄⁺-N、TP 去除效果均较好,其中鸢尾湿地系统对模拟生活污水的净化效果最好。

关键词:植物;人工湿地;生活污水;净化效果

中图分类号: X703 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)04-0326-03

人工湿地是由基质、植物、微生物组成的通过物理、化学、生物作用对污水进行处理的人工生态系统。湿地植物是人工湿地的重要组成部分,湿地植物的筛选对湿地系统除污效果起着非常重要的作用^[1]。目前,众多学者对人工湿地植物的筛选及除污机理等方面开展了深入细致的研究,筛选出诸如芦苇、菖蒲、美人蕉、水葫芦等一系列湿地植物^[2-4]。湿地植

物通过吸收、吸附、富集、拦截等方式实现污水处理^[5-6]。湿地植物的筛选除了要考虑其污水处理能效外,还要综合考虑其地域性、环境适应性、经济性、生态安全性等^[7]。本研究选取了马蹄莲、吊兰、鸢尾等 3 种植物,监测这几种植物对模拟生活污水中污染物的去除效果,旨在为选出合适的湿地植物提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验装置

模拟人工湿地试验装置如图 1 所示,装置为 PVC 材质,直径为 40 cm,高 60 cm,该装置的底层铺设厚 5 cm 的碎石,中层铺设厚 50 cm 的沙子,上层铺设厚 5 cm 的土壤,装置底部有出水检测口。

收稿日期:2013-08-09

基金资助:江苏省农村环境污染防治工程技术研究开发中心项目(编号:HJZX2012003);江苏省南通市社会事业科技创新与示范项目(编号:HS2013034)。

作者简介:白晓龙(1980—),男,山东莒县人,博士研究生,讲师,从事水处理技术及环境化学教学与科研工作。E-mail:waitting2001@163.com。

酵母膏为主要原料优化紫云英根瘤菌发酵培养基。微生物生长受多种外界因素的影响,如营养条件、pH 值等,其中碳源、氮源是微生物生长需要最多的营养成分。在微生物发酵生产时,提供适量碳源、氮源,既能达到生长量,又不造成资源浪费。pH 值是影响微生物生长的主要因素之一,发酵生产时,对初始 pH 值的控制尤为重要。本研究通过单因素试验确定碳源(蔗糖)浓度、氮源(酵母膏)浓度、初始 pH 值后,进一步采用响应曲面设计法进行优化。

响应曲面设计法是一种寻找多因子系统中最佳条件的数学统计方法,通过对函数响应面等高线的分析,能够精确研究各因子之间的关系,从而获得最优工艺参数^[12]。本研究借助 Design Expert 8 软件进行响应面试验的设计和数据分析,在紫云英根瘤菌发酵培养基优化过程中取得良好的效果,并获得二次回归模型,得到最佳培养基为:蔗糖浓度 2.19%,酵母膏浓度 0.9%,初始 pH 值 6.89,该条件下根瘤菌活菌数为 20.533 亿 CFU/mL。通过 3 次平行试验验证表明,该模型合理可靠,能够较好地预测紫云英根瘤菌实际发酵情况,为紫云英根瘤菌工业化发酵生产提供了技术支持。

参考文献:

[1]陈 坚,张 辉,朱炳耀,等.紫云英 SSR 分子标记的开发及在品种鉴别中的应用[J].作物学报,2011,37(9):1592-1596.

- [2]沈生元,莫美英,赵洪祥,等.氮磷肥单施和配施对紫云英产量及耕地质量的影响[J].江苏农业科学,2010(5):131-132.
- [3]王 华,黄 宇,阳柏苏,等.中亚热带红壤地区稻-稻-草轮作系统稻田土壤质量评价[J].生态学报,2005,25(12):3271-3281.
- [4]林新坚,曹卫东,吴一群,等.紫云英研究进展[J].草业科学,2011,28(1):135-140.
- [5]陈海荣,郭照辉,魏小武,等.根瘤菌肥对紫云英生长的影响研究[J].现代农业科技,2012(10):260-261,264.
- [6]李青盛.紫云英接种根瘤菌剂的效果[J].农技服务,2010,27(7):856.
- [7]刘 英,郭熙盛,王允青,等.紫云英根瘤菌应用效果研究[J].安徽农业科学,2012,40(24):12046-12047.
- [8]陈海荣,郭照辉,刘前刚,等.紫云英根瘤菌培养基的选择与优化[J].湖南农业科学,2011(1):13-15.
- [9]曾晓希,周洪波,柳建设,等.脱氮细菌 *B. mucilaginosus* Lv1-2 的培养条件研究[J].现代生物医学进展,2006,6(9):5-7.
- [10]迟玉成,Fan T Q,樊堂群,等.慢生型花生根瘤菌培养基优化研究[J].花生学报,2007,36(4):25-28.
- [11]刘保平,周俊初.根瘤菌菌剂研究[J].湖北农业科学,2006,45(1):57-61.
- [12]Vadde K K,Syrotiuk V R,Montgomery D C. Optimizing protocol interaction using response surface methodology[J]. IEEE Transactions on Mobile Computing,2006,5(6):627-639.

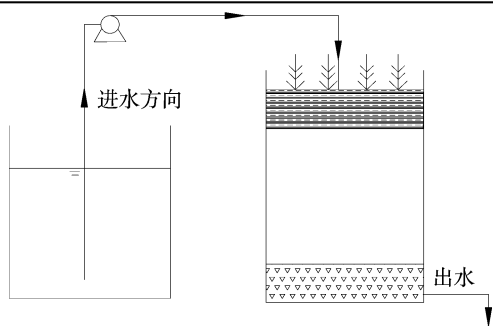


图1 模拟人工湿地试验装置

1.2 方法

将已长出幼苗的马蹄莲、吊兰、鸢尾分别移栽到试验装置中,密度均为 8 株/ m^2 ,每个装置设 1 个重复,稳定 1 周后,采用间歇进水方式进水,每次进水前将装置内污水排空,进水量为 4 L/d,水力停留时间为 1 d。试验周期约 30 d,同时监测进、出水水质变化情况。采用重铬酸钾消解分光光度法检测化学需氧量(COD),采用过硫酸钾消解-钼锑抗分光光度法测定总磷含量(TP),采用纳氏试剂分光光度法测定氨氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)含量。

2 结果与分析

2.1 不同湿地植物对 COD 的去除效果

人工湿地的显著特点之一是对有机污染物有较强的降解能力,污水中的不溶性有机物通过湿地的沉淀、过滤作用,可以很快被截留,进而为微生物所利用。污水中的可溶性有机物可通过植物根系生物膜的吸附、吸收作用及生物代谢降解过程而被分解去除^[8]。由图 2 至图 4 可知,鸢尾、吊兰、马蹄莲 3 种植物对模拟生活污水 COD 的去除效果均较好,3 种植物构成的模拟人工湿地系统对 COD 的净化过程基本相同。鸢尾系统出水 COD 值基本稳定在 10 mg/L,吊兰、马蹄莲系统出水 COD 值均基本稳定在 20~30 mg/L。鸢尾系统的净化效果最好,COD 平均去除率达 90.2%,其次是吊兰、马蹄莲,分别达 87.8%、86.5%。

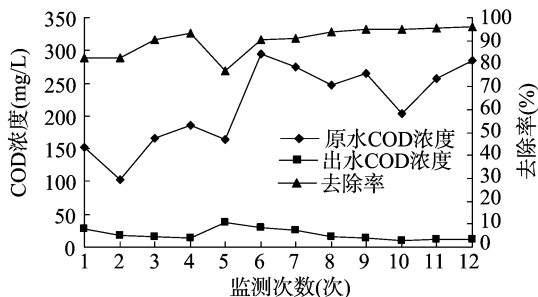


图2 鸢尾对模拟生活污水COD的净化效果

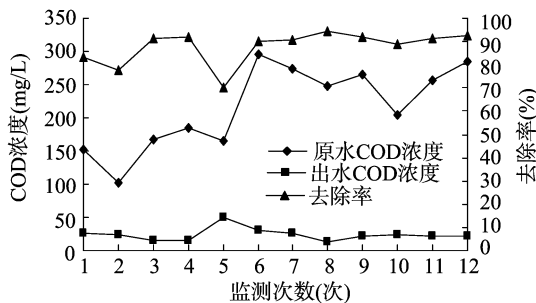


图3 吊兰对模拟生活污水COD的净化效果

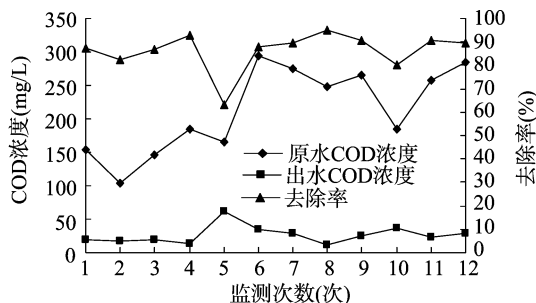
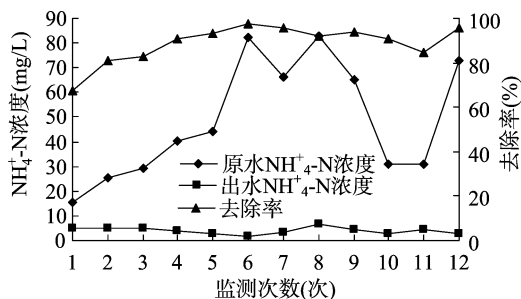
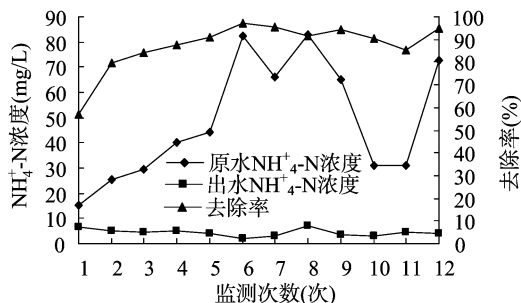


图4 马蹄莲对模拟生活污水COD的净化效果

图5 鸢尾对模拟生活污水NH₄⁺-N的净化效果图6 吊兰对模拟生活污水NH₄⁺-N的净化效果

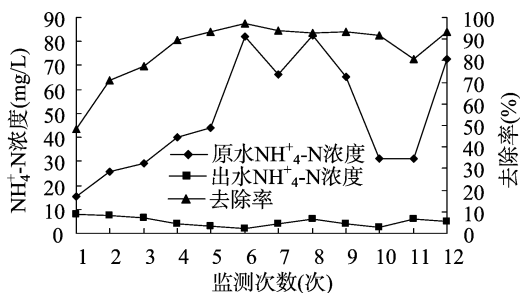
2.2 不同湿地植物对 NH₄⁺ - N 的去除效果

氮元素是植物生长繁殖的必需元素之一,湿地植物在生长过程中通过根系从污水中吸收氮素,另外,湿地植物根系的输氧功能为湿地中的微生物提供了硝化环境条件,连同湿地基质间的反硝化环境条件,促进了污水脱氮反应的进行,从而去除污水中的氮^[9]。由图 5 至图 7 可知,鸢尾、吊兰、马蹄莲 3 种植物模拟人工湿地系统对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率随着系统运行时间的增加而增加,系统运行后期鸢尾湿地系统出水

$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的浓度稳定在 5 mg/L 以下,鸢尾系统对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的平均去除率达 88.8%,吊兰、马蹄莲系统对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率分别达 87.3%、85.3%。

2.3 不同湿地植物对 TP 的去除效果

人工湿地对磷的去除方式包括化学吸附、物理过滤、层积物形成、微生物同化、植物吸收等^[10]。有学者指出,湿地系统中基质对磷的去除速度最快,水生植物最慢^[11]。有人认为,植物根际微环境以及植物与微生物的耦合作用对人工湿地除

图7 马蹄莲对模拟生活污水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的净化效果

磷有重要作用^[12]。植物床人工湿地对污水中磷的去除效果明显优于无植物的人工湿地^[13-14]。由此可见,植物在人工湿地系统对污水磷的去除有重要作用。由图8至图10可知,3种不同植物湿地模拟系统对TP的去除效果均较好,其中鸢尾湿地系统对TP的去除效果最好,平均去除率达90.4%,系统运行湿地系统后期出水TP浓度稳定在0.5 mg/L以下,其次是吊兰、马蹄莲湿地系统,平均去除率分别达88.6%、87.3%。

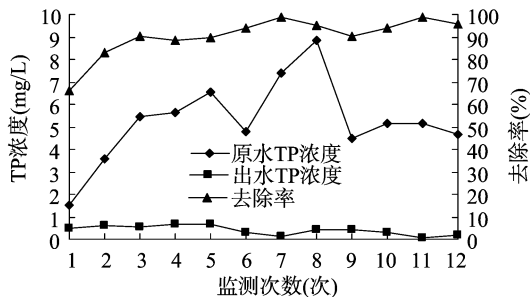


图8 鸢尾对模拟生活污水TP的净化效果

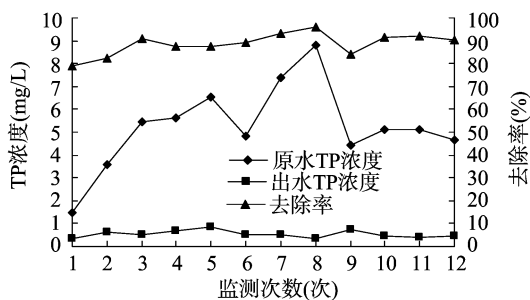


图9 吊兰对模拟生活污水TP的净化效果

3 结论

本研究表明,鸢尾、吊兰、马蹄莲3种不同植物人工湿地系统对模拟生活污水净化效果均较好。3种植物中对 COD 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP去除效果最好的是鸢尾,其次是吊兰、马蹄莲。在系统运行后期,鸢尾系统出水 COD 稳定在10 mg/L左右,

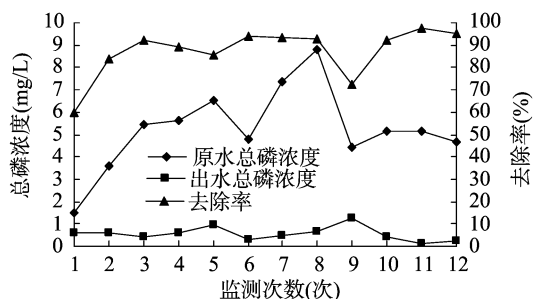


图10 马蹄莲对模拟生活污水TP的净化效果

$\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP的出水浓度分别稳定在5、0.5 mg/L以下,达到了GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准。从环境适应性以及美化效果来看,3种植物均适宜在本区域栽培。

参考文献:

- [1] 吴树彪,董仁杰. 人工湿地污水处理应用与研究进展[J]. 水处理技术,2008,34(8):5-9,21.
- [2] 张岩,李秀艳,徐亚同,等. 8种植物床人工湿地脱氮除磷的研究[J]. 环境污染与防治,2012,34(8):49-52.
- [3] 奉小忧,宋永会,曾清如,等. 不同植物人工湿地净化效果及基质微生物状况差异分析[J]. 环境科学研究,2011,24(9):1035-1041.
- [4] 谢云成. 三种人工湿地植物对城镇生活污水的处理[J]. 湖北农业科学,2011,50(22):4586-4589.
- [5] 马安娜,张洪刚,洪剑明. 湿地植物在污水处理中的作用及机理[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2006,27(6):57-63.
- [6] 汤显强,黄岁樑. 人工湿地去污机理及其国内外应用现状[J]. 水处理技术,2007,33(2):9-13.
- [7] 何云晓,陈娟,艾明. 农村污水治理中人工湿地植物系统的研究[J]. 江苏农业科学,2010(5):498-500.
- [8] 李晓东,郎咸明,师晓春. 不同人工湿地组合净化生活污水效果研究[J]. 环境保护与循环经济,2009,7(7):24-25,38.
- [9] 何蓉,周琪,张军. 表面流人工湿地处理生活污水的研究[J]. 生态环境,2004,13(2):180-181.
- [10] Seo D C, Cho J S, Lee H J, et al. Phosphorous retention capacity of filter media for estimating the longevity of constructed wetland[J]. Water Research,2005,39(11):2445-2447.
- [11] 熊飞,李文朝,潘继征,等. 人工湿地脱氮除磷的效果与机理研究进展[J]. 湿地科学,2005,3(3):228-234.
- [12] 李晓东,孙铁珩,李海波,等. 人工湿地除磷研究进展[J]. 生态学报,2007,27(3):1226-1232.
- [13] 李旭东,李广贺,张旭,等. 沸石床处理农田暴雨径流氮磷中试研究[J]. 环境污染治理技术与设备,2003,4(9):22-26.
- [14] 蒋跃平,葛滢,岳春雷,等. 人工湿地植物对观赏水中氮磷去除的贡献[J]. 生态学报,2004,24(8):1720-1725.