1674-7070(2015)03-0247-07

苏北[1,2]　徐德福[1,2]　魏驰原[1,2]　田浩[1,2]

不同人工湿地系统中植物的生长特征及净化能力差异

摘要

以美人蕉、芦苇、香蒲、黄色鸢尾、水葛蒲、茭白为供试植物,以河沙和青砂为供试基质,通过模拟不同的人工湿地系统研究了植物生长特征及其人工湿地净化能力的变化.结果表明:与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理和河沙+青砂+蚯蚓处理中美人蕉的株高分别增加了 42%和 47%,叶长分别增加了 36%和 49%,株径分别增加了 28%和 20%;同样地,黄花鸢尾的株高分别增加了 33%和 23%,叶长分别增加了 39%和 29%,且水葛蒲的株高分别增加了 53%和 32%.与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中水葛蒲的 SPAD 值分别增加了 20%和 30%,黄花鸢尾的 SPAD 值分别增加了 59%和 65%,美人蕉的 SPAD 值分别增加了 18%和 11%.与对照人工湿地(CK)相比,人工湿地Ⅰ(河沙+植物)、人工湿地Ⅱ(河沙+植物+蚯蚓)和人工湿地Ⅲ(河沙+青砂+植物+蚯蚓)对 COD 的去除率分别增加了 20%,24%和 26%,对 TP 的去除率分别增加了 14%,15%和 19%,对 NH_4-N 的去除率分别增加了 17%,23%和 21%,对 TN 的去除率分别增加了 5%,15%和 12%.人工湿地Ⅱ中茭白、芦苇、水葛蒲和黄花鸢尾的密度高于人工湿地Ⅲ.粒径较小的河沙有利于植物的生长和氮的去除,而粒径较大的青砂对磷有较高的去除率.

关键词

人工湿地系统;基质;水生植物;生长;SPAD 值;净化能力

中图分类号 X703

文献标志码 A

收稿日期 2013-11-12

资助项目 江苏省高等学校大学生实践创新训练计划(N1885013076);江苏省自然科学基金(BK20141477);教育部留学回国人员科研启动基金;国家自然科学基金(40901257)

作者简介

苏北,男,硕士生,研究方向为污染水体生态修复.354073723@qq.com

徐德福(通信作者),男,博士,教授,主要从事人工湿地在污水净化方面的研究工作.defuxu1@163.com

1 南京信息工程大学 大气环境与装备技术协同创新中心,南京,210044

2 南京信息工程大学 江苏省大气环境监测与污染控制高技术研究重点实验室,南京,210044

0 引言

植物在人工湿地中具有重要作用.植物具有吸收储存水体营养物、净化污染物、抑制低等藻类生长、促进其他水生生物代谢的作用[1].N、P 是植物生长的必须元素,废水中的 N 和 P 均可被人工湿地植物吸收,合成植物的蛋白质,最后通过收割植物的方式将 N 和 P 从废水中去除.另外,水生植物还能吸附、富集一些有毒有害物质,如 Zn、Cu、Mn、Pb、Cd、Hg、As、Cr、Ni 等,从而将有毒有害物质从水中去除.此外,植物还有传递氧的作用,湿地植物通过其发达的通气组织,有利于 O_2 在根区的传递,这不仅可以满足植物在无氧环境的呼吸的需要,而且可以促进根区的氧化还原反应和好氧微生物的活动[2].植物根系巨大的表面积使得大量微生物附着其上,创造利于各种微生物生长的微环境.不同植物在人工湿地中的功能不同.不同植物根区的微生物数量不同,其湿地净化效果也不同,例如,芦苇根际比香蒲更适合亚硝酸细菌的生长[3-4].植物根系分布会间接影响有机污染物的降解,水生植物根系主要分布在湿地基质上层 25 cm 区域,湿地中有机污染物的降解也主要发生在 20 cm 以上的基质区域[5].由此可见,促进植物在人工湿地中的生长具有重要意义.

人工湿地的净化能力也受基质的影响.王振等[6]研究了 4 种基质对 P 的吸附量,并发现 4 种基质对 P 的理论饱和吸附量存在差异,其大小顺序依次为海砺壳>废砖块>火山岩>沸石.刘学功等[7]报道在相同进水水质和水力负荷条件下,页岩填料对 COD、TN、TP 去除效果最好,其次为页岩与粗砾石组合填料,麦饭石去除效果较差.张翔凌等[8]发现无烟煤、圆陶粒、砾石具有较好去除有机物的能力,对 COD 的去除率达到 50%以上;钢渣和无烟煤对 BOD 的去除率达到 70%以上;沸石和陶瓷滤料对总氮和氨氮的去除率达到 70%以上;高炉钢渣和无烟煤具有较好去除 P 的能力,高炉钢渣对总磷和总溶解性磷的去除率达到 90%以上,无烟煤对总磷和总溶解性磷的去除率达到 60%~70%.陈丽丽等[9]认为 4 种基质对 P 的吸附量顺序依次为红泥>陶瓷滤料>炉渣>水洗砂.因此,不同基质及其组合可对人工湿地的净化能力产生影响,但有关不同基质对植物的生长影响鲜见报道.为此,本文以不同基质、植物和蚯蚓组合形成不同的人工湿地系统以研究不同人工湿地系统中植物的生长及其人工湿地的净化能力,以期为高效人工湿地的设计提供理论指导.

1 材料与方法

1.1 供试材料

选取美人蕉(*Canna indica*)、芦苇(*Phragmites Australis*)、香蒲(*Typha angustifolia*)、黄色鸢尾(*Iris pseudacorus* L.)、水菖蒲(*Acorus calamus* L.)、茭白(*Zizania caduciflora*)为供试植物.选取河沙、青砂和有机质为供试基质,以人工养殖的赤子爱胜蚓为供试蚯蚓.实验用水采用模拟的生活污水,所配水质如表1所示.

表1 实验进水水质

Table 1 Water quality of inflow effluent

水质指标	质量浓度/(mg/L)
COD_{cr}	134.6 ~148.2
氨氮	6.8~7.4
TP	2.3 ~2.5
TN	13.1 ~ 14.9

1.2 人工湿地系统的建立

本实验在南京信息工程大学生态园实验大棚进行.模拟建造下列4种垂直流人工湿地系统:1)河沙与有机质(体积比93:7)混合作为基质(CK);2)河沙和有机质混合作为基质,并种植植物(人工湿地Ⅰ);3)河沙和有机质混合作为基质,然后种植植物,并加入蚯蚓(人工湿地Ⅱ);4)河沙与青砂(按体积比1:1)混合,再与有机质(按体积比93:7)混合作为基质,然后种植植物,并加入蚯蚓(人工湿地Ⅲ).每个人工湿地系统由高低2个水泥池组合而成,高池为进水池,其池长60 cm、宽60 cm、高90 cm;低池为出水池,池长60 cm、宽60 cm、高60 cm.进水池和出水池底部通过2个直径为5 cm的PVC管相连接,在出水池外侧自上而下安装4个排水阀.人工湿地系统进水池中种植美人蕉、黄花鸢尾、水菖蒲,出水池中种植芦苇、茭白、香蒲.人工湿地的水力负荷为0.06 $m^3/(m^2 \cdot d)$.

1.3 分析方法

2013年6月测定植物的株高、叶长、株径和密度,同时测定植物的叶绿素值(SPAD).叶片的SPAD值采用SPAD-502测定,具体方法为选取植物的第3或第4片叶测定,随机测每片叶的4个位置,然后计算平均值代表植物的SPAD值.同时取水样测定水质,水质测定总氮(TN)、总磷(TP)、化学需氧量(CODcr)和氨氮4个指标,总氮用过硫酸钾氧化、紫外分光光度计法测定,具体操作参照《水和废水监测分析方法》[10],氨氮、CODcr和TP采用连华科技5B-2H型便携式水质测定仪测定.

1.4 数据分析与处理

采用DPS统计软件进行数据统计与分析,并采用邓肯多重极差对不同处理间差异进行显著性检验,显著性水平为$P=0.05$.

2 结果与讨论

2.1 人工湿地系统进水池中植物生长状况

人工湿地系统进水池中植物的生长如图1所示.在进水池中,河沙+蚯蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中美人蕉的株高和叶长显著高于无蚯蚓的处理($P<0.05$).与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理和河沙+青砂+蚯蚓处理中美人蕉的株高分别增加了42%和47%,叶长分别增加了36%和49%,株径分别增加了28%和20%(图1a).人工湿地系统进水池中黄花鸢尾的生长状况如图1b所示,河沙+蚯蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中黄花鸢尾的株高和叶长显著高于无蚯蚓的处理($P<0.05$).与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理和河沙+青砂+蚯蚓处理中黄花鸢尾的株高分别增加了33%和23%,叶长分别增加了39%和29%,但黄花鸢尾的株径未存在显著差异.人工湿地系统进水池中水菖蒲的生长状况如图1c所示,河沙+蚯蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中水菖蒲的株高和叶长显著高于无蚯蚓的处理($P<0.05$).与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理和河沙+青砂+蚯蚓处理中水菖蒲的株高分别增加了53%和32%.

2.2 人工湿地系统出水池中植物生长状态

人工湿地系统出水池中植物的生长状况如图2所示.与人工湿地Ⅰ中河沙处理相比,人工湿地Ⅱ中河沙处理的香蒲的株高、叶长有降低趋势,但未达到显著水平(图2a).人工湿地Ⅰ和人工湿地Ⅱ中河沙处理中茭白和芦苇的株高、叶长和株径无明显变化(图2b—d).人工湿地Ⅱ中河沙处理和人工湿地Ⅲ中河沙+青砂处理中香蒲和茭白的株径有降低趋势,且香蒲的株径显著降低($P<0.05$)(图2d).

2.3 植物的SPAD值

人工湿地系统进水池中植物的SPAD值如图3a所示.在进水池中,河沙+蚯蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中美人蕉、黄花鸢尾和水菖蒲的SPAD值显著高于河沙处理($P<0.05$).与河沙处理相比,河沙+蚯

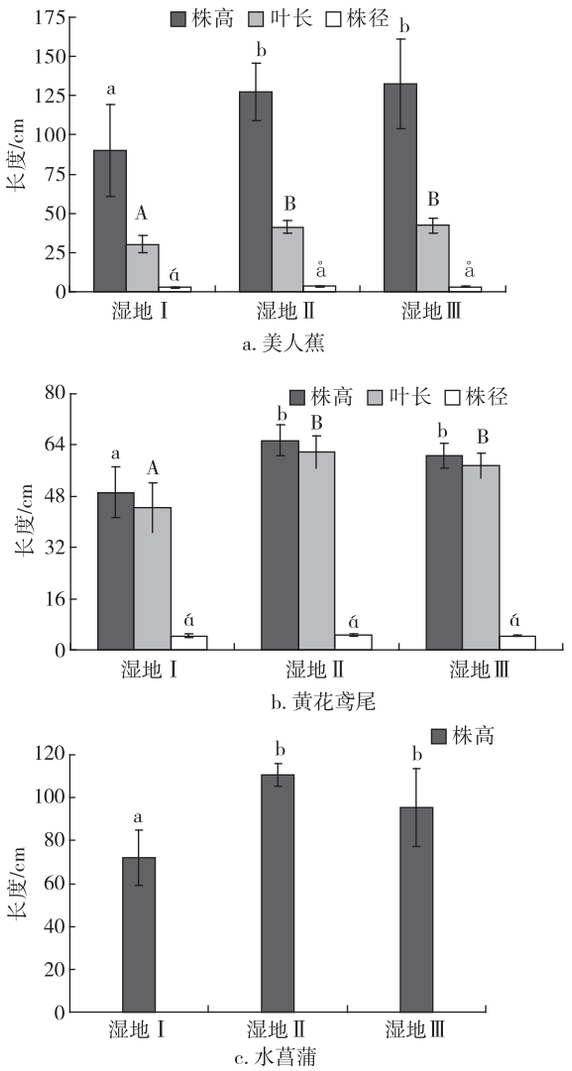


图1 不同植物在人工湿地系统进水池中的生长状况
(图中不同字母表示不同处理间存在显著差异($P<0.05$)

Fig. 1 Comparison of growth characteristics of wetland plants at inflow outlet of different constructed wetland systems.The different letters represent significant difference between treatments($P<0.05$)

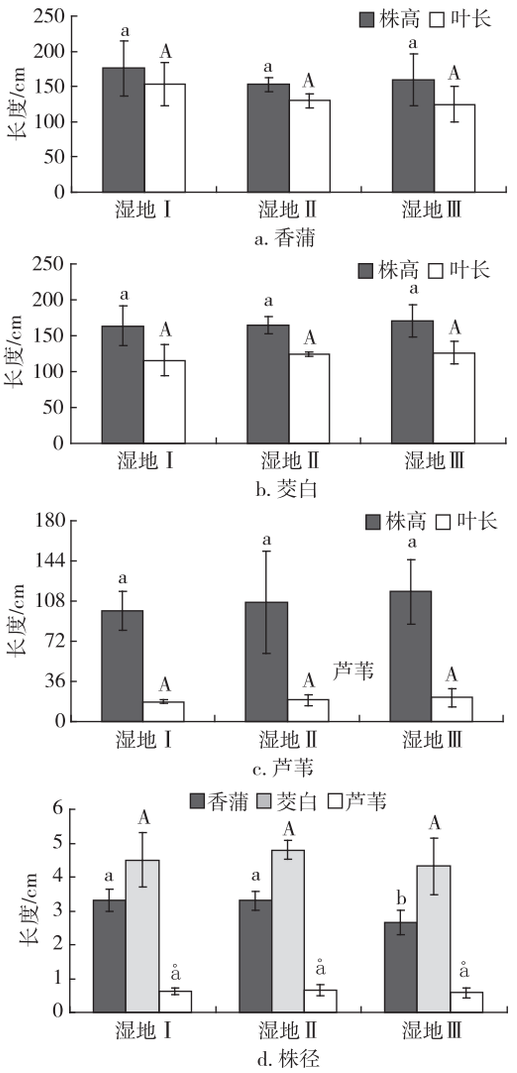


图2 不同植物在人工湿地系统出水池中的生长状况
(图中不同字母表示不同处理间存在显著差异($P<0.05$)

Fig. 2 Comparison of growth characteristics of wetland plants at drainage outlet of different constructed wetland systems.The different letters represent significant difference between treatments($P<0.05$)

蚓处理,河沙+青砂+蚯蚓处理中水菖蒲的SPAD值分别增加了20%和30%,黄花鸢尾的SPAD值分别增加了59%和65%,美人蕉的SPAD值分别增加了18%和11%.人工湿地系统出水池中植物的SPAD值如图3b所示,可以看出,不同处理间3种植物的SPAD值未达到显著差异.

2.4 植物的密度

人工湿地Ⅱ中茭白、芦苇、水菖蒲、黄花鸢尾的密度分别是42、42、67和83株/m^2,人工湿地Ⅲ中茭白、芦苇、水菖蒲、黄花鸢尾的密度分布是25、33、42和58株/m^2,因此,与人工湿地Ⅲ相比,人工湿地Ⅱ有利于茭白、芦苇、水菖蒲和黄花鸢尾的分蘖.人工湿地Ⅱ以河沙为基质,人工湿地Ⅲ以河沙和青砂1∶1混合作为基质,其粒径大小分布如表2所示.从表2可以看出,人工湿地Ⅲ较人工湿地Ⅱ的基质粒径大,基质粒径较大,可能影响了茭白、芦苇、水菖蒲、黄花鸢尾的生长,导致其密度低于人工湿地Ⅱ.

2.5 湿地对污水的净化能力

人工湿地系统对污水的净化能力如图4所示.与对照人工湿地(CK)相比,人工湿地Ⅰ,人工湿地

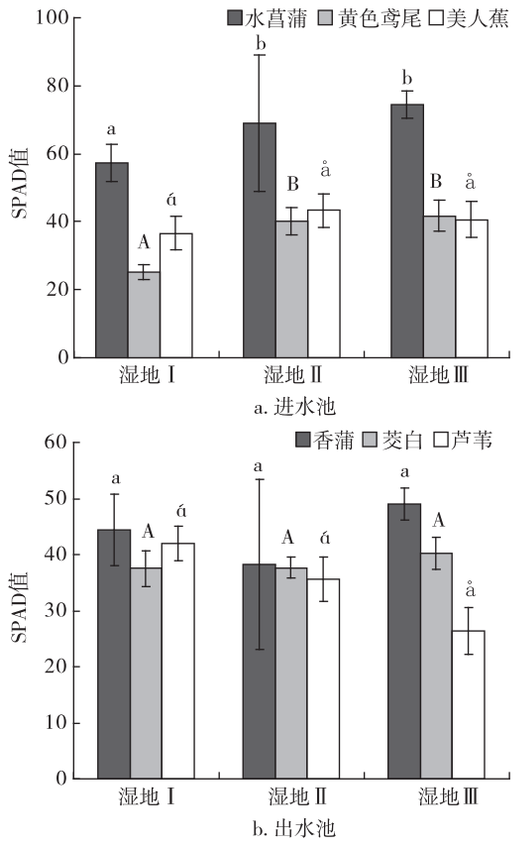


图 3　不同植物在人工湿地系统中的 SPAD 值

Fig. 3　The SPAD values of different plants in constructed wetland systems

Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 COD 的去除率分别增加了 20%、24%和 26%,因此在人工湿地中加入植物增加了 COD 的去除率,其原因可能是与植物光合作用产生氧气,然后氧气在植物根际泌氧,导致湿地中氧气含量增加,有利于好氧微生物的生长,从而提高了有机物的去除.与人工湿地Ⅰ相比,人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 COD 的去除率分别增加了 3%和 4%,这可能与蚯蚓加入湿地后促进植物生长,增加植物光合,促进植物根际泌氧有关.苑丹丹等[11]分别以小石子(填料Ⅰ)和粉煤灰(填料Ⅱ)的人工湿地对污水的净化实验表明,填料Ⅰ、填料Ⅱ对 COD 净化效率无显著性影响.其原因可能与 COD 的去除与微生物活性有关,当填料对微生物的生长无显著影响时,填料对 COD 的去除率影响不大.在本研究中,人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 COD 的去除率相差不大,可能与人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ中填料对微生物的影响无显著有关.与对照人工湿地相比,人工湿地Ⅰ,人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 TP 的去除率分别增加了 14%、15%和 19%,这与人工湿地中植物对磷的直接吸收有关.与人工湿地Ⅰ相比,人工湿地Ⅲ对 TP 的去除率增加了 4%,这也可能与蚯蚓促进植物生长,增加磷的吸收有关.与对照人工湿地相比,人工湿地Ⅰ、人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对氨氮的去除率分别增加了 17%、23%和 21%,对 TN 的去除率分别增加了 5%、15%和 12%,这可能与植物直接吸收 N 有关.与人工湿地Ⅰ相比,人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 NH_4-N 的去除率分别增加了 5%和 4%,对 TN 的去除率分别增加了 9%和 7%.徐德福等[12]认为,蚯蚓在人工湿地中的挖掘、穿插作用,增加了人工湿地中的孔隙度,从而为微生物创造了良好的生存环境,可以提高微生物对有机物的分解能力;另外,蚯蚓能促进植物的生长,增加植物对 N 的吸收量,提高 N 的去除率.

人工湿地Ⅱ和人工湿地Ⅲ对 TN 和 TP 的去除存在差异,人工湿地Ⅲ对 TP 的去除高于人工湿地Ⅱ,但对 TN 的去除则正好相反.这说明以河沙为基质的人工湿地对 TN 的去除率高,但以河沙+青砂为基质的人工湿地对 TP 的去除率高.Strang 等[13]研究也发现填料中金属离子(如 Ca、A1 和 Fe 等)的化学形态是人工湿地除磷的重要影响因素.填料中的钙易与磷酸根生成磷酸钙盐,特别是在碱性条件下,钙极易与磷酸根离子生成难溶于水的钙磷,从而将磷从湿地中永久性去除[14].与河沙相比,青砂可能还有较高的 Ca、Mg 等物质,从而导致以河沙+青砂为基质的人工湿地对 TP 的去除率较高.N 的去除主要靠人工湿地中微生物的硝化/反硝化过程[15],植物吸收也起到一定的作用,可以占 N 去除总量的 3%~5%(质量分数)[16].人工湿地中含氧量越高,越有利

表 2　基质粒径百分比

Table 2　Percentage of substrates with different particle sizes　%

人工湿地系统	基质	粒径/mm				
		<0.1	[0.1~0.5)	[0.5~1.0)	[1~2.0)	≥2.0
人工湿地Ⅱ	河沙	4.50	25.30	38.76	7.88	23.55
	青砂	0.33	1.36	9.59	5.14	83.57
人工湿地Ⅲ	1∶1混合(河沙+青砂)	4.34	18.06	24.00	6.51	47.09

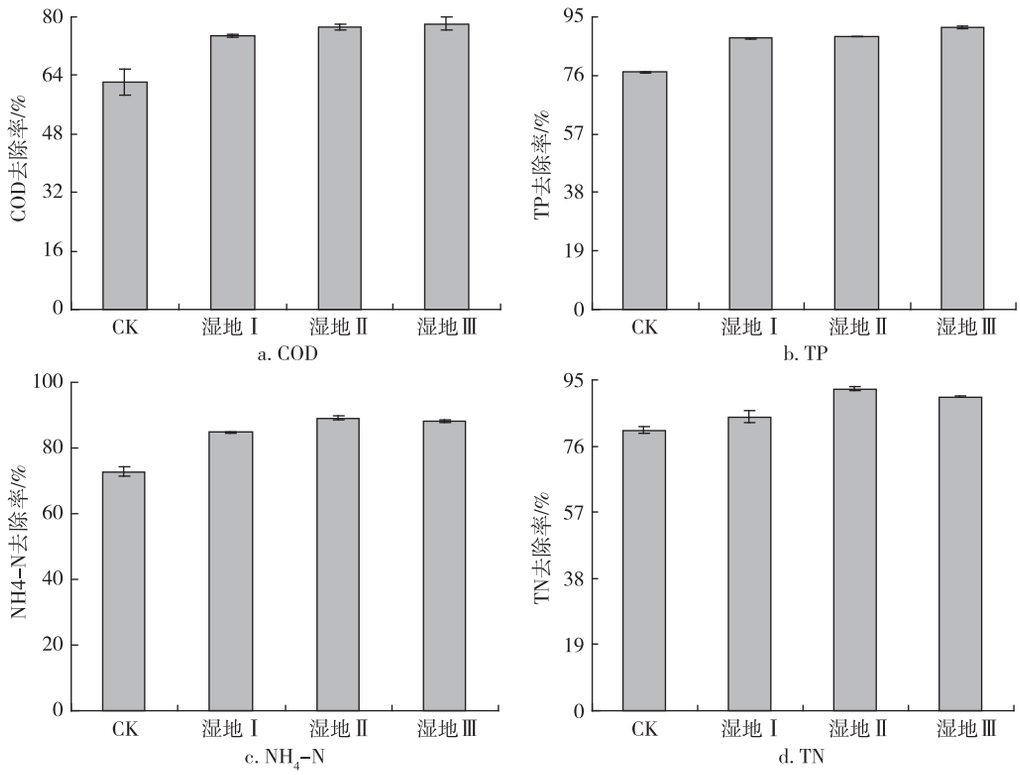


图4 人工湿地系统对污水的净化能力

Fig. 4 Purifying capacity comparison of different constructed wetland systems

于硝化过程的进行,而人工湿地植物的释氧量与其活性根的数量和长度有密切的关系[17].活性根较长且数量多的植物,其释氧量较大.另外植物根系释氧量与植物地上部分的生物质量也有密切关系.在根系植物量相似的条件下,地上部分生物量越大,植物释放的氧气量越大[18-19].因此,人工湿地Ⅱ对TN的去除率比人工湿地Ⅲ高可能与其以河沙作为人工湿地有关.从表2可以看出,青砂的粒径较大,河沙粒径较小,河沙可能更适合植物的生长.因此,人工湿地Ⅱ中植物生长较好,可能导致更多的氧气在根际释放,有利于氮的去除.

3 结论

1)人工湿地系统中加入蚯蚓能促进植物的生长.与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理和河沙+青砂+蚯蚓处理中美人蕉的株高分别增加了42%和47%,叶长分别增加了36%和49%,株径分别增加了28%和20%;黄花鸢尾的株高分别增加了33%和23%,叶长分别增加了39%和29%;水菖蒲的株高也分别增加了53%和32%.蚯蚓也增加了植物的SPAD值.与河沙处理相比,河沙+蚯蚓处理、河沙+青砂+蚯蚓处理中水菖蒲的SPAD值分别增加了20%和30%,黄花鸢尾的SPAD值分别增加了59%和65%,美人蕉的SPAD值分别增加了18%和11%.本实验采用人工配置污水模拟人工湿地净化效果,其实验条件和实际处理污水水质相差较大,蚯蚓在人工湿地中的实际应用效果有待进一步研究.

2)不同人工湿地系统对污水的净化能力存在差异.与对照人工湿地(CK)相比,人工湿地Ⅰ(河沙+植物)、人工湿地Ⅱ(河沙+植物+蚯蚓)和人工湿地Ⅲ(河沙+青砂+植物+蚯蚓)对COD的去除率分别增加了20%,24%和26%,对TP的去除率分别增加了14%、15%和19%,对NH_4-N的去除率分别增加了17%、23%和21%,对TN的去除率分别增加了5%、15%和12%.人工湿地Ⅱ中茭白、芦苇、水菖蒲和黄花鸢尾的密度高于人工湿地Ⅲ.蚯蚓能促进植物的生长,粒径较小的河沙也有利于植物的生长和氮的去除,粒径较大的青砂对磷有较高的去除率.

参考文献

References

[1] 鞠瑾,张志扬,唐运平,等.不同植物湿地系统对高盐再生水的除氮能力比较[J].中国给水排水,2006,22

(19):56-58
JU Jin,ZHANG Zhiyang,TANG Yunping,et al.Nitrogen removal performance of different aquatic macrophytes wetland in reclaimed river channel[J].China Water & Wastewater,2006,22(19):56-58

[2] Reddy K R,Angelo E M.Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetland[J].Water Science and Technology,1997,35(5):1-10

[3] 梁威,吴振斌,詹发萃,等.人工湿地植物根区微生物与净化效果的季节变化[J].湖泊科学,2004,16(4):132-137
LIANG Wei,WU Zhenbin,ZHAN Facui,et al.Seasonal variation of macrophytes root-zone microorganisms and purification effect in the constructed wetland system[J].Journal of Lake Science,2004,16(4):132-137

[4] 项学敏,宋春霞,李彦生,等.湿地植物芦苇和香蒲根际微生物生物特性研究[J].环境保护科学,2004,30(4):35-38
XIANG Xuemin,SONG Chunxia,LI Yansheng,et al.Microorganism features of Typha Latifolia and Phragmites Australis at rhizosphere[J].Environmental Conservation Science,2004,30(4):35-38

[5] 白晓慧,王宝贞,余敏,等.人工湿地污水处理技术及其发展应用[J].哈尔滨建筑大学学报,1999,32(6):88-92
BAI Xiaohui,WANG Baozhen,YU Min,et al.Development of constructed wetland wastewater treatment technology and its application in China[J].Journal of Harbin University of Civil Engineering & Architecture,1999,32(6):88-92

[6] 王振,刘超翔,董健,等.人工湿地中除磷填料的筛选及其除磷能力[J].中国环境科学,2013,33(2):227-233
WANG Zhen,LIU Chaoxiang,DONG Jian,et al.Screening of phosphate-removing filter media for use in constructed wetlands and their phosphorus removal capacities[J].China Environmental Science,2013,33(2):227-233

[7] 刘学功,李金中,李学菊.人工湿地填料结构对水质净化效果影响研究[J].海河水利,2008(4):40-43
LIU Xuegong,LI Jinzhong,LI Xueju.Study on water purification of different stuffing structure for constructed wetlands[J].Haihe Water Resources,2008(4):40-43

[8] 张翔凌,张晟,贺锋,等.不同填料在高负荷垂直流人工湿地系统中净化能力的研究[J].农业环境科学学报,2007,26(5):1905-1910
ZHANG Xiangling,ZHANG Sheng,HE Feng,et al.Effect of different filter media on the treatment performances of vertical flow constructed wetlands at high hydraulic loading[J].Journal of Agro-Environment Science,2007,26(5):1905-1910

[9] 陈丽丽,赵同科,张成军,等.不同人工湿地基质对磷的吸附性能研究[J].农业环境科学学报,2012,31(3):587-592
CHEN Lili,ZHAO Tongke,ZHANG Chengjun,et al.Phosphorus adsorption properties of different substrates in constructed wetland[J].Journal of Agro-Environment Science,2012,31(3):587-592

[10] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].4 版.北京:中国环境科学出版社,2002
Ministry of Environmental Protection of PRC.Water and wastewater monitoring and analysis methods[M].4th Ed.Beijing:China Environmental Science Press,2002

[11] 苑丹丹,付为国,李萍萍.不同配置人工湿地系统农村生活污水处理效果[J].工业安全与环保,2010,36(8):1-7
YUAN Dandan,FU Weiguo,LI Pingping.Treatment of rural domestic sewage in different compound constructed wetlands[J].Industrial Safety and Environmental Protection,2010,36(8):1-7

[12] 徐德福,李映雪,方华,等.蚯蚓对人工湿地系统优化分析[J].南京信息工程大学学报:自然科学版,2010,2(3):242-247
XU Defu,LI Yingxue,FANG Hua,et al.Earthworm's optimizating function in constructed wetland system[J].Journal of Nanjing University of Information Science & Technology: Natural Science Edition,2010,2(3):242-247

[13] Strang T J,Wareham D G.Phosphorus removal in a waste-stabilization pond containing limestone rock filters[J].Journal of Environmental Engineering Science,2006,5(6):447-457

[14] 李培培,郑正.人工湿地填料的磷吸附特性研究[J].河南科学,2008,26(1):88-91
LI Peipei,ZHENG Zheng.Phosphorus adsorption characteristics of four materials for use as substrates in constructed wetland[J].Henan Science,2008,26(1):88-91

[15] Seo D C,Cho J S,Lee H J,et a1.Phosphorus retention capacity of filter media for estimating the longevity of constructed wetland[J].Water Research,2005,39(11):2445-2457

[16] 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
LI Xiaodong,SUN Tieheng,LI Haibo,et al.Current researches and prospects of phosphorus removal in constructed wetland[J].Acta Ecologic Sinica,2007,27(3):1226-1232

[17] Wiebner A,Kuschk P,Stottmeister U.Oxygen release by roots of Typha latifolia and Juncus effusus in laboratory hydroponic systems[J].Acta Biotechnologica,2002,22(1/2):209-216

[18] Bendix M,Tornbjerg T,Brix H.Internal gas transport in Typha latifolia L.and Typha angustifolia L.1.Humidity-induced pressurization and convective throughflow[J].Aquatic Botany,1994,49(2/3):75-89

[19] 翟旭,邱凌,吴树彪,等.人工湿地植物氧传输作用与研究进展[J].农机化研究,2010,32(8):204-208
ZHAI Xu,QIU Ling,WU Shubiao,et al.The effect and development of oxygen transport by plant in constructed wetland[J].Journal of Agricultural Mechanization Research,2010,32(8):204-208

南京信息工程大学学报:自然科学版,2015,7(3):247-253
Journal of Nanjing University of Information Science and Technology:Natural Science Edition,2015,7(3):247-253

Plant growth characteristics and purification capacity in different constructed wetland system

SU Bei[1,2] XU Defu[1,2] WEI Chiyuan[1,2] TIAN Hao[1,2]

1 Collaborative Innovation Center of Atmospheric Environment and Equipment Technology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 Jiangsu Key Laboratory of Atmospheric Environment Monitoring and Pollution Control, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

Abstract The growth characteristics and purification capacity of wetland plants in different constructed wetlands was studied by simulating different wetland system with six tested wetland plants (Canna indica, Phragmites Australis, Typha angustifolia, Iris pseudacorus L., Acorus calamus L. and Zizania caduciflora) and two substrates (sand and green sand). Results show that earthworms in the constructed wetland can promote the growth of plants. Compared with plants in sand substrate, plants in treatment of sand plus earthworm or sand plus green sand and earthworms grow better in terms of plant height, leaf length, and plant diameter, especially for plant Canna indica, Iris pseudacorus L., and Acorus calamus L.. The chlorophyll content, measured by term SPAD (Soil and Plant Analyzer Development) is also improved by earthworm. The adding of substrate (sand or green sand) combined with plant and earthworm increases the purification capacity of the simulated wetland, in terms of removal efficiency of COD, TP, NH_4-N, and TN. Sand of mall particle size is beneficial to plant growth as well as nitrogen removal, while green sand with relatively large particle size has higher capacity to remove phosphorus.

Key words constructed wetland system; substrate; wetland plant; growth; SPAD value; purifying capacity