

菖蒲对污水中氮及磷的净化效应

周世玲¹, 房 岩², 孙 刚², 都兴莉², 胡子祎²

(1. 长春教育学院 继续教育研究室, 吉林 长春 130061; 2. 长春师范学院 生命科学学院, 吉林 长春 130032)

摘 要:使用打有孔洞的泡沫板作为栽培定植板,研究了菖蒲对3种不同浓度污水中氮、磷的净化效应。结果表明:试验进行30 d后,菖蒲对低、中、高浓度污水的总氮(TN)去除率分别为60.3%、67.9%、73.9%,对低、中、高浓度污水的铵态氮(NH_4^+-N)去除率分别为65.1%、68.2%、75.6%,对低、中、高浓度污水的总磷(TP)去除率分别为52.8%、60.0%、62.6%。菖蒲对高浓度污水中总氮、铵态氮和总磷的去除率最高,可用于污染水体的生物/生态修复。

关键词:菖蒲;氮;磷;净化效应;生物/生态修复

中图分类号:S 181;X 592 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)10-0051-03

污染水体的生物/生态修复是全球性的研究热点。水生维管束植物对水污染具有很好的抗性,在室内和现场试验中表现出对有机污染物、农药和部分重金属元素的净化能力,同时还可以吸收 CO_2 、释放 O_2 ,有较高的美化环境价值,易为社会所接受。目前普遍认为利用水生植物治理和修复污染水体具有最优的综合效果^[1-5]。菖蒲是天南星科(Araceae)的多年生挺水植物,最适生长温度为20~25℃,10℃以下停止生长,冬季以地下茎潜入泥中越冬。菖蒲叶丛翠绿,端庄秀丽,散发香气,适宜水景岸边及水体绿化,也可作盆栽观赏或布景用。叶、花序可作插花材料,茎、叶可入药。现利用浮床技术,研究了菖蒲(*Acorus calamus*)在不同浓度污水中对氮、磷的净化效果,以为污染水体的植物修复提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菖蒲植株采自长春市南湖,挑选生长健康、大小基本一致、无枯黄叶的植株,洗净后在自来水中进行4 d

的适应性培养。移栽时株高平均43.7 cm。根据生态学原理,建立污水的生物/生态净化系统,应尽可能选用当地物种。菖蒲分布很广,可生长于整个温带和部分亚热带地区,我国南北各地均有分布,这是选择菖蒲作为研究对象的重要原因。

供试水样由伊通河排污口的生活污水与自来水混合配制而成,设低、中、高3种浓度处理(表1)。根据“地表水环境质量标准”(GB3838-2002),3种浓度污水的指标中除pH值、重金属含量外,其它均超出地表V类水标准。

1.2 试验方法

在容积为6 L的玻璃缸中装上5 L的污水,以30 cm×30 cm、厚5 cm、打有孔洞的聚苯乙烯泡沫板作为栽培定植板,将菖蒲移栽至孔洞中进行水培,每缸6株。每个处理设3次重复。每7 d补充一定量的蒸馏水以弥补蒸腾、蒸发损失的水分,保持缸内水体积恒定。自7月28日移植菖蒲开始,持续30 d,取样测定各指标。植物生长指标包括株高、根长、根数、新根数、鲜质量、干质量等,按常规方法测定^[6]。总氮(TN)采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法测定; NH_4^+-N 采用纳氏试剂光度法测定;总磷(TP)采用钼锑抗分光光度法测定^[7]。结果以3次重复的平均值计。

2 结果与分析

2.1 菖蒲对氮的去除作用

菖蒲移栽后,在3种浓度供试污水中均能正常生长,第6天左右先后生出新根。在试验期间,株高、根长、根数、鲜质量均有所增加,在高浓度污水中的生长指标高于低浓度和中浓度,说明菖蒲对高浓度的污水具有较强的耐受能力。试验进行30 d后,3种浓度污水中的总氮(TN)、 NH_4^+-N 浓度均较初始浓度有所降低(表2)。

第一作者简介:周世玲(1965-),女,吉林长春人,硕士,副教授,现主要从事人文地理学和地理教学法等研究工作。

责任作者:孙刚(1969-),男,辽宁大连人,博士,教授,现主要从事环境学和生态学等研究工作。E-mail:sungang@nenu.edu.cn

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31070421);教育部留学回国人员科研启动基金资助项目(教外司留2005-546);人力资源和社会保障部留学人员科技活动择优资助项目(人社厅发2008-86);吉林省人才开发基金资助项目(吉财行指2007-259);吉林省自然科学基金资助项目(201115163);吉林省环境保护科技资助项目(吉环科字第2010-19号);吉林省教育厅科技计划资助项目(2012218;2010150;2009435);长春师范学院自然科学基金资助项目(2009002)。

收稿日期:2013-01-21

表 1

供试水样的水质指标

mg/L

处理	pH 值	总氮 TN	铵态氮 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$	总磷 TP	化学需氧量 COD_{Cr}	铜 Cu	锌 Zn	铅 Pb	镉 Cd
低浓度 (25%污水+75%自来水)	7.66	6.42	2.38	0.36	38.66	0.03	0.04	未检出	未检出
中浓度 (50%污水+50%自来水)	7.48	11.35	3.90	0.65	87.56	0.07	0.09	0.01	未检出
高浓度 (100%污水)	7.62	28.63	7.04	1.47	185.11	0.09	0.15	0.03	0.0014

低浓度污水的 TN 浓度由 6.42 mg/L 降低至 2.55 mg/L,去除率为 60.3%;中浓度污水的 TN 浓度由 11.35 mg/L 降低至 3.64 mg/L,去除率为 67.9%;高浓度污水的 TN 浓度由 28.63 mg/L 降低至 7.48 mg/L,去除率为 73.9%。低浓度污水的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度由 2.38 mg/L 降低至 0.83 mg/L,去除率为 65.1%;中浓度污水的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度由 3.90 mg/L 降低至 1.24 mg/L,去除率为 68.2%;高浓度污水的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度由 7.04 mg/L 降低至 1.72 mg/L,去除率为 75.6%。菖蒲

对高浓度污水中 TN 和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率最高,均超过了 70%。

2.2 菖蒲对磷的去除作用

试验进行 30 d 后,低浓度污水的 TP 浓度由 0.36 mg/L 降低至 0.17 mg/L,去除率为 52.8%;中浓度污水的 TP 浓度由 0.65 mg/L 降低至 0.26 mg/L,去除率为 60.0%;高浓度污水的 TP 浓度由 1.47 mg/L 降低至 0.55 mg/L,去除率为 62.6%(表 2)。菖蒲对高浓度污水中 TP 的去除率最高。

表 2

菖蒲移栽 30 d 后污水中的氮、磷含量及去除率

处理	总氮 TN		铵态氮 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$		总磷 TP	
	含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%	含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%	含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	去除率 /%
低浓度	2.55	60.3	0.83	65.1	0.17	52.8
中浓度	3.64	67.9	1.24	68.2	0.26	60.0
高浓度	7.48	73.9	1.72	75.6	0.55	62.6

3 结论与讨论

同种植物在不同浓度污水中的生长特性和净化效果可能不同^[8]。在该试验设置中,菖蒲对 TN、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 TP 的去除率都是在高浓度污水中最高。该试验供试污水中重金属(Cu、Zn、Pb、Cd)含量较低,低于国家地表Ⅱ类水标准,所以污水中重金属对菖蒲的生长基本不会产生毒害作用。植物对污水的净化机制除根系的吸收作用外,污染物本身的降解、沉淀、固结、吸附、挥发等也能降低浓度,而这些理化反应在植物存在时会更加强烈,根际微生态系统是一个非常重要的净化场所,净化效果与其活性密切相关^[9]。菖蒲在高浓度污水中生长快、生物量大,能大量吸收氮、磷,同时较发达的根系为根际微生物的活动提供了较好的条件,净化效果更好。

在污染水体的修复和治理中,生物/生态方法比理化方法的成本更低,对水环境的扰动更少,可操作性更强,综合处理效果更好。不同的水生植物对不同类型、不同浓度的污水具有不同的净化效果。植物种类的选择和植物群落的搭配与水体净化效果密切相关,多种植物的合理组合能够有效提高净化率和稳定性。水生植

物为我国日益恶化的水环境系统修复提供了一个良好的途径,具有广阔的市场潜力和发展前景。

参考文献

- [1] 张劲,黄薇,桑连海.浮床植物水质净化能力及其影响因素研究[J].长江科学院院报,2011,28(12):39-42.
- [2] 李睿华,管运涛,何苗,等.河岸芦苇、茭白和香蒲植物带处理受污染河水中试研究[J].环境科学,2006,27(3):493-497.
- [3] 张志勇,冯明雷,杨林章.浮床植物净化生活污水中 N、P 的效果及 N_2O 的排放[J].生态学报,2007,27(10):4333-4341.
- [4] 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.
- [5] Reddy K R, Busk W F. Nutrient removal potential of selected aquatic macrophytes[J]. Journal of Environmental Quality, 1985, 14(4):459-462.
- [6] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:124-189.
- [7] 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,2002:13-57.
- [8] 葛滢,常杰,王晓月,等.两种程度富营养化水中不同植物生理生态特性与净化能力的关系[J].生态学报,2000,20(6):1050-1055.
- [9] Reddy K R, D' Angelo E M. Biogeochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands[J]. Water Science and Technology, 1997, 35(5):1-10.

沈阳树木园木本植物优势种种间关联性研究

杜楠楠, 刘常富

(沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866)

摘 要:运用方差比率法(VR)、 χ^2 检验、Ochiai 指数、联结系数 AC 对中国科学院沈阳树木园的 27 种木本植物优势种的关联性进行了分析。结果表明:园内优势种总体上表现为不显著的正关联,27 种优势种组成的 351 对树种对中, χ^2 检验有 18 对表现出显著或极显著关联性,其中 15 对表现为正关联,3 对表现为负关联;结合 OI、AC 值,得出 351 对种对中绝大部分呈不显著关联,极小部分表现出显著或极显著关联,说明优势种种群间关系松散,趋于独立,树木园这个近自然林群落具有明显的次生性和年轻性;综合种间联结关系和树种的生态习性,得出 13 个表现良好的生态组合,为城市人工林的营建以及退化植被的恢复提供了一定的参考。

关键词:树木园;近自然林;种间关联

中图分类号:S 718.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)10-0053-05

种间关联(Interspecific association)是指不同物种在空间分布上的相互关联性,通常是由于群落生境的差异影响了物种的分布而引起的^[1-2]。种间联结性能够反映各个物种在不同生境下相互影响所形成的有机联系,是生态群落重要特征之一,对研究 2 个物种的相互作用和群落的组成及动态具有重要意义^[3-4]。

第一作者简介:杜楠楠(1987-),女,辽宁大连人,硕士研究生,研究方向为城市森林景观生态学。E-mail:dunannan07@163.com

责任作者:刘常富(1972-),男,博士,教授,现主要从事城市森林生态学及园林生态学等研究工作。E-mail:liucf898@163.com

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31270490)。

收稿日期:2013-01-15

中国科学院沈阳树木园建于 1955 年,建园至今共引进 500 余种木本植物、150 余种草本植物,全园实行封闭式管理,园内植物经过逾 50 a 的生长和自然更新,已经形成一个多层次、多世代的典型城市近自然林群落,对沈阳城市环境的美化和改善发挥了重要作用,有“大城市里的小森林”的美誉^[5]。对树木园优势树种关联性的研究不但可以反映不同树种间的相互关系,更好的保护和完善树木园的生态系统,还能为沈阳市人工林的构建以及退化次生林的恢复提供有价值的参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

中国科学院沈阳树木园占地面积 5 hm²,坐落于沈阳市内的东南部,南运河带状公园中段,地理坐标为北

Effects of *Acorus calamus* on Nitrogen and Phosphorus Purification from Water

ZHOU Shi-ling¹, FANG Yan², SUN Gang², DU Xing-li², HU Zi-yi²

(1. Office of Continuing Education, Changchun Education Institute, Changchun, Jilin 130061; 2. School of Life Science, Changchun Normal University, Changchun, Jilin 130032)

Abstract: Using foam board with poles as planting plate, the effects of *Acorus calamus* on nitrogen and phosphorus purification were studied in sewages of three different concentrations. The results showed that after 30 days' experiment, *Acorus calamus*'s removal rates of TN in low, middle, high concentration sewages were 60.3%, 67.9%, 73.9%, respectively. *Acorus calamus*'s removal rates of NH₄⁺-N in low, middle, high concentration sewages were 65.1%, 68.2%, 75.6%, respectively. *Acorus calamus*'s removal rates of TP in low, middle, high concentration sewages were 52.8%, 60.0%, 62.6%. *Acorus calamus* showed the best removal rate of TN, NH₄⁺-N, and TP for high concentration sewage, which could be used for biological/ecological rehabilitation of polluted water bodies.

Key words: *Acorus calamus*; nitrogen; phosphorus; purification effect; biological/ecological remediation