

351-358

香蒲、灯心草人工湿地的研究*

—— I. 净化污水的效果

成水平 况琪军 夏宜璋

*中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072

X 203

提要 本文研究了种植香蒲 *Typha angustifolia* 或灯心草 *Juncus effusus* 的人工湿地对城镇污水和人工污水污染物的净化效果, 调查了香蒲、灯心草不同季节的生长差异及高浓度污水冲击负荷对其生长的影响, 香蒲、灯心草人工湿地净化城镇污水, 出水水质总体上达到国家 I、II 类地面水标准, 灯心草湿地对人工污水中凯氏氮、总磷、化学耗氧量的去除率维持在 94% 以上, 氨氮的去除率为 82.7%—90.7%; 在正常条件下, 香蒲湿地夏季对凯氏氮、氨氮的去除率在 96% 以上, 冬季明显低于其它季节 ($P < 0.05$), 对总磷、化学耗氧量的去除率一般均在 94% 以上, 最低为 85.8%。在冬季及高化学耗氧量 (COD_{Cr} 1000mg/L 左右) 人工污水冲击下, 香蒲叶枯死, 而灯心草生长一直旺盛, 因此, 香蒲、灯心草是武汉及北纬 30° 附近地区人工湿地较为适宜的水生植物, 特别是灯心草冬季生长良好, 是更为理想的净水植物。

关键词 人工湿地, 污水处理, 香蒲, 灯心草

随着城市化的迅猛发展, 污水量更为增大, 传统污水处理厂已无法满足污水处理的需要, 国内外学者都在寻求多元化污水处理方式, 人工湿地污水处理系统便是生态工程污水处理手段之一, 人工湿地是本世纪七十年代发展起来的污水处理新技术^[1], 是人为地将石、砂、土壤、煤渣等介质按一定的比例构成, 并有选择性地植入水生植物的污水处理生态系统, 介质、水生植物和微生物是其基本组成, 据统计, 其出水水质好, 可达到或超过常规二级处理水平; 而基建投资及日常运行费用分别相当于常规二级污水处理厂的 1/10—1/2 和 1/5—1/3; 可广泛应用于城镇污水、畜牧业、食品业污水等的处理^[2-3]。

欧洲许多国家建立了大量的芦苇床污水处理系统, 应用于小城镇的污水处理^[4]; 我国深圳白泥坑也建立起保护水源的人工湿地^[5], 但人工湿地中有些水生植物生长不良, 影响净化污水的效果, 水生植物的越冬也是一个问题, 因此, 选择合适的人工湿地水生植物显得尤为重要, 本文研究了种植香蒲 *Typha angustifolia* 或灯心草 *Juncus effusus* 对有机无毒污水的净化效果, 污水对水生植物生长的影响及水生植物的越冬条件等, 为人工湿地水生植物的选择提供了科学依据, 关于人工湿地净化污水的机理和人工湿地有效净化空间的研究结果将另文予以报导。

1 材料与方 法

1.1 人工湿地结构

1.1.1 人工湿地的构造 I 型人工湿地为塑料圆桶, 高 80cm, 直径 60cm, II 型为长、宽、高

* 收稿日期: 1996-09-27; 收到改稿日期: 1997-02-18

作者简介: 成水平, 男, 1969 年生, 助理研究员, 毕业于武汉大学环境科学系, 1996 年于中国科学院水生生物研究所获硕士学位, 已发表论文 10 余篇

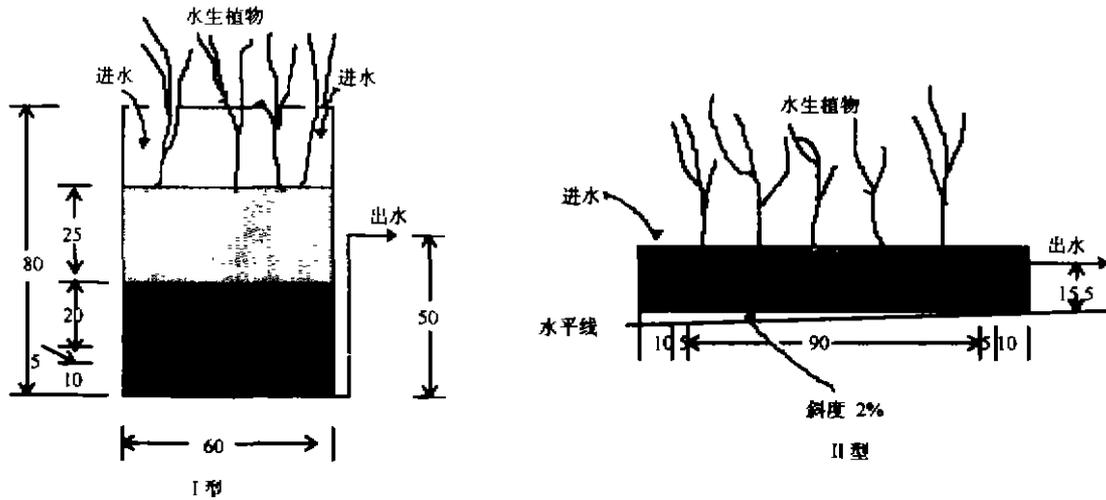


图1 人工湿地结构示意图(单位:cm)

Fig. 1 Structure and size of artificial wetland (unit: cm)

为 $120 \times 76 \times 20$ cm 的塑料箱(图1)。

1.1.2 介质 I型从下至上依次填入10cm厚的粗花岗石(直径5—10cm)、5cm厚的细花岗石(直径0.8—2cm)、20cm厚的细花岗石、砂混合物(1:1)、25cm厚土壤;I型两端15cm为粗花岗石(10cm宽)和细花岗石(5cm宽),中间90cm长的空间填入细花岗石、砂和土壤混合物(1:1:2),厚度为19cm。

1.1.3 水生植物 香蒲和灯心草来源于武昌东湖的后湖湖滩,取用带根苗。I型为分别种有香蒲(16株)、灯心草(20株)的人工湿地和不种植物的对照各一;II型则种植香蒲(16株)、灯心草(20株)的人工湿地各一,因故未设对照。水生植物于1995年3月11栽入。

1.1.4 物理参数 人工湿地的介质体积(V):I、II型均约为 0.17m^3 ;不同介质的疏松度分别为:粘土:0.42,砂:0.35,石头:0.25^[6],计算所得的可容水间隙体积(V_w):I、II型均约为 0.06m^3 。

1.2 人工湿地的运行

每日以 0.012m^3 污水灌入人工湿地,城镇污水取自武汉东湖茶港污水入口,人工污水按下列组份配置(单位:g):扬子江全脂奶粉(3)、可溶性淀粉(1.5)、尿素(0.15)、碳酸氢钠(0.75)、氯化铵(0.333)、磷酸二氢钾(0.017)、硫酸镁(0.015)、氯化铁(0.02)、水(10000),1995年3—5月,采用城镇污水,1995年6月以后采用人工污水,水质状况如表1。

表1 污水水质状况¹⁾

Tab. 1 The influent water quality

指标	凯氏氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	COD _{Cr} (mg/L)	细菌总数 (10 ⁵ 个/mL)	粪大肠菌 (10 ³ MPN/100mL)
城镇污水	12.8(0.7)	12.0(1.3)	1.64(0.52)	57.5(13.4)	1.9(1.0)	1.6(1.0)
人工污水	25.2(1.5)	10.5(1.2)	3.91(0.12)	463(28)		

1) 括号内为标准差。

1.3 分析测试

1.3.1 人工湿地进、出水水质分析 测定项目为凯氏氮、总磷、氨氮、化学耗氧量、细菌总数、粪大肠菌^[7-9];pH值和溶解氧(日产UC-23型溶解氧和pH测定仪)。

1.3.2 水生植物生长状况观测 定期测量香蒲和灯心草叶片长度,观测香蒲和灯心草不同季节生长差异及污水对其生长的影响;检测香蒲和灯心草根系在I、II型人工湿地的扩展状况。

1.3.3 人工湿地检测 微生物检测:取表面下5cm处土样,进行细菌、放线菌、真菌、磷细菌、藻类^[10]和原生动物^[11]计数;利用柱状采泥器采样分析I型人工湿地中细菌、放线菌、真菌数量的空间分布。酶活性检测:检测人工湿地中磷酸酶(P-硝基苯磷酸钠法);纤维素酶(蒽酮比色法);蛋白酶(铜盐比色法)活性^[10]。凯氏氮、总磷含量检测:取表面下5cm处土样,分析凯氏氮、总磷的含量^[12]。

1.4 数据处理

将测试结果按月平均计算去除率,求出其标准差,采用*t*值检验数据之间的差异性,统计分析各因子的相关性^[13]。

2 结果

2.1 香蒲、灯心草的生长状况

1995年4—5月间,日均气温15—25℃,香蒲和灯心草生长较旺盛,香蒲叶的日均增长为2.0cm,灯心草茎秆日均增长0.7cm。6月,I型人工湿地进水改为高浓度的人工有机污水(COD_{Cr}达1000mg/L左右),试验一周之后,香蒲地上部分死亡,尔后改用如表1所示的人工污水,至9、10月份香蒲萌发新芽;II型中的香蒲未受到高浓度有机污水的冲击,生长旺盛;进入12月后,I、II型中的香蒲地上部分均逐渐死亡,至1996年3月重新萌发新苗并占据整个湿地。人工湿地中的灯心草则不受高浓度有机污水的影响,生长始终旺盛,盖满整个湿地;即使进入冬季,I、II型人工湿地进水端的灯心草仍保持着青杆丛,只有II型中出水端的灯心草地上部分出现枯萎死亡现象,但到1996年3月又全部分出新蘖。

2.2 人工湿地净化城镇污水的效果

于1995年5月测试了人工湿地对城镇污水的净化效果,净化后的出水水质如表2所示。从I型人工湿地出水水质来看,凯氏氮为0.075—0.412mg/L,达到国家地面水环境质量标准(GB 3838—88)的I、II类水质标准(≤0.5mg/L),氨氮浓度(0.02—0.049mg/L)等于或略高于II类水(≤0.02mg/L),总磷浓度在II类水(≤0.1mg/L)以内,化学耗氧量皆在10mg/L以下,达到I、II类水质标准(≤15mg/L)。因此,总体上,I型人工湿地净化城镇污水的出水水质可以达到I、II类地面水质标准。II型人工湿地的出水除氨氮浓度高于地面水质标准V类水(≤0.2mg/L)、灯心草湿地总磷浓度(0.162mg/L)高于II、III类水外,其它指标皆在II、III类水之间。通过*t*检验,I、II型各湿地之间总体上无显著性差异($P>0.05$)。

2.3 人工湿地对人工污水的净化效果

1995年8月—1996年3月,先后5次测试了人工湿地对人工污水中凯氏氮、氨氮、总磷和化学耗氧量的去除效果。

从表3来看,灯心草人工湿地对人工污水凯氏氮的去除率达95%以上,与其他月份相比,冬季(1996年1月)的去除率略低,但差异不显著($P>0.05$);冬季对氨氮的去除率(82.8%)明

表2 人工湿地净化城镇污水出水水质¹⁾

Tab. 2 The effluent water quality of artificial wetland upgrading municipal wastewater

指 标	I 型			II 型	
	对 照	香蒲湿地	灯心草湿地	香蒲湿地	灯心草湿地
凯氏氮(mg/L)	0.169 (0.103)	0.312 (0.072)	0.075 (0.130)	0.751 (0.031)	0.751 (0.751)
氨 氮(mg/L)	0.049 (0.028)	0.032 (0.032)	0.020 (0.017)	0.448 (0.117)	0.65 (0.107)
总 磷(mg/L)	0.074 (0.008)	0.028 (0.007)	0.008 (0.005)	0.075 (0.018)	0.102 (0.114)
COD _{Cr} (mg/L)	7.2 (3.8)	6.1 (2.0)	5.5 (3.7)	7.9 (2.7)	11.2 (7.1)
细菌总数($\times 10^3$ 个/mL)	2.8 (1.7)	2.0 (0.8)	1.8 (0.2)	3.8 (2.1)	4.1 (2.8)
粪大肠菌($\times 10^3$ 个/mL)	1.7 (1.0)	1.4 (0.8)	0.3 (0.1)	0.4 (0.4)	0.5 (0.4)

1) 括号内为标准差

表3 I型人工湿地对人工污水的净化效果(去除率%)¹⁾

Tab. 3 The performance of artificial wetland (I) upgrading artificial wastewater (removal rate %)

时间	湿地类型	凯氏氮	氨 氮	总 磷	COD _{Cr}
1995年8月	对 照	83.2(1.1)	70.1(4.3)	97.5(0.7)	97.8(0.7)
	香 蒲	70.9(0.9)	31.2(5.8)	97.6(0.8)	97.7(0.6)
	灯心草	96.2(0.3)	95.5(0.3)	97.2(1.4)	98.8(0.1)
1995年9月	对 照	91.4(0.2)	79.4(1.5)	99.1(0.2)	97.7(0.1)
	香 蒲	78.0(1.0)	48.7(2.2)	99.0(0.2)	98.3(0.8)
	灯心草	98.0(0.8)	98.2(0.4)	98.8(0.5)	96.9(1.2)
1995年11月	对 照	85.7(1.0)	70.7(0.3)	97.4	98.1(0.6)
	香 蒲	92.0(0.4)	84.4(1.2)	98.9	98.0(0.1)
	灯心草	98.4(0.3)	90.2(0.8)	96.3	98.0(0.1)
1996年1月	对 照	61.0	40.2(1.2)	98.2(1.0)	62.1(0.8)
	香 蒲	79.8(1.8)	59.3(3.1)	95.6(0.1)	74.4(0.0)
	灯心草	95.6(2.0)	82.8(1.0)	96.2(1.3)	94.6(0.1)
1996年3月	对 照	67.8	41.4	96.2	80.9
	香 蒲	85.1	65.0(3.3)	91.7(0.1)	83.2(0.1)
	灯心草	96.3(0.6)	93.8(2.3)	94.2(2.1)	97.2(0.1)

1) 括号内为标准差

显低于其它季节($P < 0.05$), 纵观 1995 年 8 月—1996 年 3 月的结果, 灯心草湿地去除污水中的凯氏氮和氨氮效果明显优于对照($P < 0.05$), 香蒲湿地在 8、9 月间对凯氏氮和氨氮的去除率极低, 甚至不如对照, 可能是香蒲地上部分多已枯死及对照的淤积所致, 由于灌溉了四个多月, 对照中表层土壤板结, 表面每日都有积水, 污水及氨挥发不少, 从而延长了水力滞留时间,

降低介质的氮负荷;尽管香蒲地上部分死亡,但由于根的存在,水力传输好,污水直接进入湿地内部,水力滞留时间及负荷保持一致,因而在氮的去除率上表现不如对照,但其对有机氮的去除率仍达仍90%以上。

对人工污水中总磷的去除,无论是对照、香蒲还是灯心草,1995年6月--1996年3月皆保持在94%以上,且相互之间无明显差异。对 COD_{Cr} 的去除效率,灯心草湿地保持在90%以上;对照及香蒲湿地除冬季(1996年1月)较低外,一般在80%以上,夏季的去除率明显高于冬季($P < 0.05$)。

I型人工湿地中,香蒲湿地在6月份未受高浓度污水的冲击,其夏季(8、9月)对人工污水凯氏氮和氨氮的去除率达96%以上,与灯心草湿地的去除率基本一致;但到冬季(1996年1月),因香蒲叶枯死其去除能力明显下降($P < 0.05$),与I型香蒲人工湿地冬季的去除率基本相当。

表4 II型人工湿地对人工污水的净化效果¹⁾

Tab. 4 The performance of artificial wetland (II) upgrading artificial wastewater

时间	湿地类型	凯氏氮	氨氮	总磷	COD_{Cr}
1995年8月	香蒲	96.5(0.4)	98.7(1.1)	96.3(2.0)	94.3(1.5)
	灯心草	98.3(0.4)	99.5(0.2)	98.5(0.8)	98.6(0.9)
1995年9月	香蒲	98.0(0.4)	99.3(1.6)	98.9(0.3)	96.8(2.9)
	灯心草	99.1(0.2)	98.3(1.6)	99.4(0.2)	98.8(0.1)
1995年11月	香蒲	98.4(0.3)	99.7(0.8)	99.3	98.0(0.4)
	灯心草	98.4(0.4)	99.5	99.5	98.6(0.8)
1996年1月	香蒲	83.2(2.6)	64.5(2.9)	98.5(0.2)	85.8(2.3)
	灯心草	99.1(0.1)	98.7(0.4)	98.5(0.6)	94.6(0.3)
1996年3月	香蒲	88.5(1.2)	79.1(3.7)	97.4(0.3)	94.7(0.1)
	灯心草	97.0(0.5)	95.6(1.1)	98.1(0.2)	97.7(0.8)

1) 括号内为标准差。

在1995年,II型中灯心草人工湿地对污染物质的去除能力与I型灯心草的情况基本一致,而1996年的结果则要高于I型。整个II型人工湿地,对人工污水中总磷和化学耗氧量的去除能力与I型相当,但在冬季(1996年1月)香蒲湿地对 COD_{Cr} 去除率明显地低于灯心草($P < 0.05$)。

3 讨论

3.1 人工湿地水生植物的生长

水生植物的净化功能与其根系发达程度和茎叶生长状况(密度和速度)等相关,因此选择人工湿地的水生植物时,必须全面考虑。纵观以上结果,香蒲在如表1所示的人工污水灌溉下,春、夏、秋季均生长旺盛,只有在氨氮负荷为 $1.61\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ (浓度为 $22.7\text{mg}/\text{L}$)、 COD_{Cr} 负荷高达 $77.6\text{g}/\text{m}^2$ (浓度为 $1087\text{mg}/\text{L}$)的情况叶片才死亡,这与文献报道基本一致,Gersberg等的试验发现香蒲在氨氮负荷为 $1.7\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 、 BOD_5 负荷为 $6.8\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 的条件叶片枯

死^[1]。香蒲不能忍受高浓度有机污水冲击,但通常条件下,城镇污水中的氨氮和 COD 浓度不会达到上述浓度。人工湿地中的灯心草在氨氮负荷为 $0.85-1.61\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, COD_{Cr} 负荷为 $2.04-77.6\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 条件下都能旺盛生长,且在营养较好的条件下能四季分蘖。从根系的分布情况来看,香蒲和灯心草的根系主要分在上面 25cm 的基质区域,密度很大,布满了整个湿地上层。

另外,灯心草和香蒲在我国长江中下游地区分布极广,用途很多。灯心草可编织席、篮,髓部入药为利尿剂;蒲草是造纸原料,蒲黄入药有止血、消炎、利尿的作用^[16]。

由此可见,灯心草和香蒲都是武汉及北纬 30°附近地区处理城镇污水的人工湿地可供优先选择的水生植物,特别是灯心草能顺利越冬,作为本地区的首选净水植物更为理想。

3.2 香蒲、灯心草人工湿地的驯化

1995 年 5 月,香蒲和灯心草植入约两个月时,生物量不大,其对净化城镇污水的效果与对照无差异 ($P > 0.05$);进入 8 月份,香蒲、灯心草生长旺盛,其对污水的净化作用明显增强,既加强了本身对污水中营养物质的吸收利用,又促进了微生物在湿地空间上的分布^[1],深层微生物降解作用也得到加强,对人工污水中污染物的去除能力明显地高于对照 ($P < 0.05$);冬季,香蒲地上部分虽死亡,但因其根系的存在,对污水仍保持一定的净化能力;灯心草湿地对人工污水的净化效果比较稳定。可见,经过大约半年的发育及驯化,香蒲和灯心草人工湿地的污水净化效果可达到较稳定的状态。

3.3 人工湿地净化污水的效果及负荷

从人工湿地对城镇污水污染物的净化效果来看(表 2),出水凯氏氮、氨氮、总磷、细菌和粪大肠菌的部分水质指标在国家地面水质 II 类标准外,一般均达到 II 类标准,有的甚至达到 I 类水质标准。总体上评价为 I、II 类水之间。Fetter 等利用人工湿地对农庄污水中大肠菌的去除率在 99.0% 以上^[11],李科德和胡正嘉也发现芦苇床能快速有效地去除污水中的 SS、BOD₅、COD_{Cr} 和总大肠菌^[16];Gersberg 等认为利用蘆草 *Scirpus validus* 等净化城镇污水中的 BOD₅,出水水质也达到了排放标准^[14]。结果表明,人工湿地的净化效果能达到甚至优于传统的二级处理。

通过与文献中报道的人工湿地对污水中氮、BOD₅、COD 等的净化作用及污染负荷的比较,本文香蒲、灯心草人工湿地对污染物的去除效果不亚于蘆草^[11,14]、水葱 *Schoenoplectus validus*^[17] 和芦苇 *Phragmites communis*^[14] 等。从污染物的负荷来看,本文人工湿地污水处理系统的氨氮负荷达 $0.74-0.85\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,而一般天然湿地氮负荷仅 $0.20\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ ^[11],其他的人工湿地也表现出比天然湿地更高的污染物负荷能力^[14,17]。

另外, I、II 型灯心草人工湿地净化污水效果周年变化结果表明(表 3、4),其去除率常年维持稳定; II 型香蒲人工湿地只有在冬季表现出对人工污水的去除能力下降(表 4),但其有机氮的去除率仍然维持在 90% 以上。需要说明一点的是,本文中人工湿地对污染物质的去除率是在污水通量为 $0.07\text{lt} \cdot \text{d}$,氨氮负荷为 $0.74-0.85\text{g}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 的条件下获得的,并且 I 型香蒲人工湿地对污染物质的去除率随植物密度的增加而加大,在不同的污水通量、不同的污染物质负荷和不同的植物密度的条件下人工湿地对污染物质的去除率将有一定的变化。

[1] 沈水平,夏宜琮.香蒲、灯心草人工湿地的研究:II 净化污水的空间.湖泊科学,1998,10(待发表)

综上所述,人工湿地是一种快速有效的城镇污水处理系统,灯心草和香蒲型人工湿地适合于许多地区无毒有机污水的处理。

4 小结

通过本文的研究,可得出以下几点结论:

(1) 人工湿地污水处理系统是一种高效、简便的污水处理技术,适用于城镇污水的处理,也可运用于畜牧业、食品业等无毒有机污水的处理。

(2) 香蒲、灯心草在长江中下游分布广,生长良好,净化污水的效果较为理想,植株本身又有一定的经济价值,是武汉及北纬 30°地区人工湿地污水处理系统较理想的水生植物,特别是灯心草顺利越冬更为理想。

(3) 人工湿地建成之初,由于水生植物生物量小,其净化污水的作用无法显示出来;当水生植物生物量较大,人工湿地较为成熟时,水生植物的作用才表现充分,有植物系统对污水的净化效果明显地好于无植物系统。

参 考 文 献

- 1 Fetter C W Jr, Slowy W E Spangler F L. Potential replacement of septic tank drain fields by artificial marsh wastewater treatment systems. *Ground Water*, 1976, 14(6):396-401
- 2 Prude R E, Nohretedt J S & Benefield L D. Utilization of created wetlands to upgrade small municipal wastewater treatment systems. *Water Air Soil Pollution*, 1990, 50:371-385
- 3 清惠昌,胡纪萃. 新型废水处理工艺——人工湿地的设计方法. *环境科学*, 1993, 14(2):39-43
- 4 Cooper P F, Holbison J A & Susan J. Sewage treatment by reed bed systems. *J Inst Water Environ Manage*, 1989, 3:67-74
- 5 朱 彤等. 人工湿污水处理系统应用研究. *环境科学研究*, 1991, 4(5):17-22
- 6 Linsley R K, et al. *Hydrology for engineers*. New York: McGraw-Hill, 1982
- 7 国家环境保护局编. 水和废水监测分析方法. 第 3 版. 北京:中国环境科学出版社, 1989. 610
- 8 宋仁元译. 水和废水标准检验法. 第 15 版. 北京:中国建筑出版社, 1985. 1124
- 9 中国科学院南京土壤研究所微生物室. 土壤微生物研究法. 北京:科学出版社, 1985. 353
- 10 许光辉、郑洪元. 土壤微生物分析方法手册. 北京:农业出版社, 1986. 314
- 11 土壤微生物研究会(日). 土壤微生物实验法. 北京:科学出版社, 1983
- 12 金相灿,屠清琪. 湖泊富营养调查规范. 第二版. 北京:中国环境科学出版社, 1990. 317
- 13 杜荣骞. 生物统计学. 北京:高等教育出版社, 1985. 497
- 14 Tersberg R M, Elkins B V, Lyon S R, et al. Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands. *Water Res*, 1986, 20(3):363-368
- 15 颜素珠. 中国水生高等植物图说. 北京:科学出版社, 1983
- 16 李科德,胡正嘉. 人工模拟芦苇床系统处理污水的效能. *华中农业大学学报*, 1994, 13(6):511-517
- 17 Kosgers K H, Breen P F & Chick A J. Nitrogen removal in experimental wetland treatment systems; evidence for the role of aquatic plants. *Res JWP/CF*, 1991, 63:934-941
- 18 Knight R L, et al. Performance of a natural wetland treatment system for wastewater management. *JWP/CF*, 1987, 59: 746-754

STUDIES ON ARTIFICIAL WETLAND WITH
CATTAIL (*TYPHA ANGUSTIFOLIA*)
AND RUSH (*JUNCUS EFFUSUS*) (I);
THE PERFORMANCE OF PURIFYING WASTEWATER

Cheng Shuiping Kuang Qijun Xia Yicheng

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract

This paper describes the performance of artificial wetland wastewater treatment system (AWWTS) using cattail (*Typha angustifolia*), rush (*Juncus effusus*) for upgrading municipal and artificial wastewater. the growth state of cattail and rush have been investigated.

The mean water quality of effluent from upgrading municipal wastewater by wetland, equivalent to II and III categories from the National Ground water Environmental Quality Criterion. In rush artificial wetland, removal efficiencies of KN, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, TP and COD_Cr , are more than 94%. $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ is the range of 82.2%—97.7% from artificial wastewater; under ordinary condition, more than 96% KN and $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ are removed in summer by cattails, but the removal efficiency in winter is lower than other seasons ($P < 0.05$), the removal efficiencies of TP and COD_Cr are steadily and above 94%, (only one time 85.8%).

Cattails leaves are fallen in winter and under high loading COD_Cr (1000mg/L) wastewater, but rushes can grow vigorously all the time.

Therefore, cattail and rush are suitable macrophytes to artificial wetland wastewater treatment system in Wuhan and they are broad distributed in the regions around 30°N, especially rush is better for growing vigorously in winter.

Key Words Artificial wetland, wastewater treatment, *Typha angustifolia*, *Juncus effusus*