

# 几种植物对生活污水的处理效果研究<sup>\*</sup>

欧菊泉, 张小云, 彭青林, 田学达

(湘潭大学化工学院环境工程系, 湖南 湘潭 411105)

[摘要] 选取蛇泡草、红辣蓼、鹅不食草和田边菊作为人工湿地的栽培物,并对它们处理污水的效果进行研究.结果表明,不同的植物对生活污水的处理效果有所不同,红辣蓼对  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  的去除率最高,24~48 h 之间的平均值为 24.5%,蛇泡草对 TP 的去除率最高,24~48 h 之间的平均值为 17.0%.所有受试植物对污水的处理效果均在 40~48 h 之间达到顶峰.

关键词:植物;生活污水;水处理;人工湿地

中图分类号:X131.2

文献标识码:A

文章编号:1000-5900(2002)03-0081-03

## Treatment of Domestic Sewage with Some Plants

OU Ju-quan, PENG Qing-lin, ZHANG Xiao-yun, TIAN Xue-da

(Environmental Engineering Department, Xiangtan University, Xiangtan 411105 China)

**【Abstract】** *Duchesnea indicacandr*, *Focke Polygonum hudropiper*, *LinnCentipeda minima* (L) A. Braun. et Aschers and *Aster trinervius* Roxb. were the main plants in wetland. The tests factor showed that different plant has different removal efficiency on wastewater treatment. The removal percent of  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  was 24.5% by *Duchesnea indicacandr*, which was higher than by others. When *LinnCentipeda minima*(L) A. Braun. et Aschers is used, the removal efficiency of TP is 17.0%, a little higher than by the other plants. The removal efficiency was at its peak when treatment time was between 40 and 48 hours.

**Key words:** plant; domestic sewage; water treatment; artificial wetland

我国年排放污水量达数百亿吨,但只有 24% 的工业污水和 4% 的生活污水经过了处理<sup>[1]</sup>. 传统的废水处理方法有物理法、化学法和生物法,或将几种方法联合使用. 物理法和化学法在不同程度上会有后处理的麻烦,而传统的生化二级处理厂基建投资大,能耗高,难以在中小城市和经济不发达的国家中推广. 近年来一种新的方法即人工自然生态系统越来越受到人们的重视. 该法能有效的去除有机物、吸附重金属离子,特别是能有效的去除污水中引起水体富营养化的氮、磷,是一种有广泛应用前景的污水处理方法.

人工生态系统是一种利用自然的地理条件人工建造、利用自然界动物、植物、微生物之间的物质循环和能量流动以及土壤来处理废水的生态系统. 80 年代末和 90 年代初,在美国相继召开了人工湿地研讨会,提出了人工湿地作为一种独具特色的污水处理技术进入了环境科学领域. R. M Gersberg<sup>[2]</sup> 等研究了水生植物在人工湿地中对废水处理的作用, P. S Burgoom<sup>[3]</sup> 等考察了潜流式湿地连续流与间隙流对废水处理效果的影响,发现间隙流对 COD、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  的去除率稍高于连续流. Damir Brdjanovic<sup>[4]</sup> 分析了温度对湿地除磷的影响,研究结果表明温度高的夏季磷的去除率高于冬季. 但是 Maehlum 教授在研究的过程中发现只要合理的设计与操作,人工湿地在冬季仍然可以取得较理想的效果<sup>[5]</sup>,湿地尺寸及植物种类为主要影响因素. Chris. C. Tanner<sup>[6]</sup> 等对人工构造湿地处理牛奶厂废水进行了研究,得知 TN、TP 的去除率随停留时间的延长而上升. James N. Carleton<sup>[7]</sup> 等对人工湿地处理城市雨水径流的影响,发现雨水的多少对废水有不同的稀释作用,影响着去除率. 1993 年在澳大利亚西南部采用 2 个自然生态系统与一个人工生态系统进行对比实验,发现人工生态系统对非点源污染物的去除率较好<sup>[8]</sup>.

我国研究人工还处于摸索阶段. 有人研究了芦苇、茭白和穿心莲子草三种植物构成的潜流型人工湿

\* 收稿日期:2001-05-10

作者简介:欧菊泉(1965-),男,湖南湘潭人,研究生,工程师.

地污水处理系统<sup>[9,10]</sup>,BOD<sub>5</sub>、COD、TN、TP 的去除率分别达到 85.7%~80.44%,76.36%~70.20%,49.34%~40.45%和 29.39%~16.18%,而无植物系统分别为 77.13%,67.31%,38.69%和 10.25%,说明有植物系统优于无植物系统.实际应用方面<sup>[11]</sup>,1987年,天津市环保所建成我国第一个占地 6 km<sup>2</sup>规模为 1 400 m<sup>3</sup>/d 的芦苇湿地.1989年,北京市建成一个污水芦苇湿地示范工程,占地 1.5 公顷(ha),处理污水流量 500 m<sup>3</sup>/d,主要污染物的去除率为:BOD<sub>5</sub>85.8%,SS93.8%,TN64.6%,大肠杆菌 99.9%.华南环保所于 1990年在深圳建立了人工湿地示范工程,占地面积为 12.6 km<sup>2</sup>,处理规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,处理效果良好.1999年,漳州市天宝造纸厂采用荒废的低洼地建造日处理 100 t 的小型水葫芦-水草人工湿地,进行厂外废水治理,出水灌溉果园,为我国乡镇造纸企业废水治理提供了有意的参考<sup>[12]</sup>.

## 1 试验方法

### 1.1 栽培土的选择

土壤是由固相、液相和气相所组成.固相部分的主体是许多大小不等的矿物颗粒.相对稳定的土壤矿物的基本颗粒称为单粒,由这些单粒团聚而成的次生颗粒称为复粒或团聚体.

土壤中各粒级所占的重量百分比称为土壤的颗粒组成或机械组成.为了区别土壤机械性质组成所表现出来的不同性质,将土壤的机械组成为若干不同的组合.本试验选取砂土组中的细砂土作为栽培植物的土壤.该土壤的特性为砂粒占多数,空隙数量相对较小,不易保水,土温容易升高,但大空隙多,有利于通气透水.由于砂粒的比表面积小,吸附有效养分的能力差,保肥力小.这些特性适合于本试验的目的和要求,因为本试验主要是考查栽培植物对污水的处理效果,因此希望土壤有较好的通气透水性,保水性差.

### 1.2 植物的选择与盆栽驯化

本试验中植物的选择原则,一方面考虑就地取材,种属要易得、常见,适于江南湿润气候与试验的湿润土环境;另一方面考虑连续试验时移栽成功率高,能较长时间耐水浸等因素.试验中选择蛇泡草、红辣蓼、鹅不食草和田边菊等.将这四种植物以直径 200 mm、高 80 mm 花盆栽种.多年生草本植物于试验前一年的冬天采集根块置于花盆,施适量的人工混合肥,并覆盖细砂土;一年生草本于春初采集幼苗栽培,施适量人工肥,培土以细砂为主.

植物生长过程中,每周以生活污水浇灌两次,以培养植物对生活污水的适应性.试验前三天停止浇水.

### 1.3 水质分析

本文水质分析包括 COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TP 等项目,COD 分析采用重铬酸钾法,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 分析采用纳氏试剂法,TP 采用 721 分光光度计.

### 1.4 植物对污水处理效果试验

在考查植物对生活污水的处理效果时,以等容花盆盛等量细砂土做空白试验.设空白试验处理效果为  $R_0$ ,植物花盆的处理效果为  $R_1$ ,在忽略其它因素的前提下,则植物对污水的处理效果为  $R = R_1 - R_0$ .

试验方法如下:试验前,将花盆底漏水孔密封.以某种浓度的污水 200 mL 浇入花盆,考查经过不同时间后,植物对污水的处理效果.试验时,用与花盆相近大小的瓷盆同时装盛 200 mL 污水,用以测定试验时段内污水的自然蒸发量.当蒸发量超过 5 mL 时,用与蒸发量相等体积的蒸馏水补充至花盆中,取花盆中水样进行相关指标的测定.

## 2 试验结果

### 2.1 蛇泡草对生活污水的处理效果

污水取自某生活区下水道粪池上层水样,其 COD 425.3 mg/L,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 31.5 mg/L,pH6.7~6.9.试验在蛇泡草未开花前进行,其对 COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 和 TP 的去除率如图 1 所示.

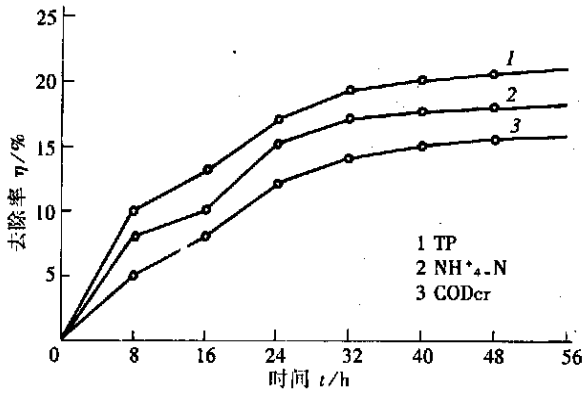


图 1 蛇泡草对生活污水的处理效果

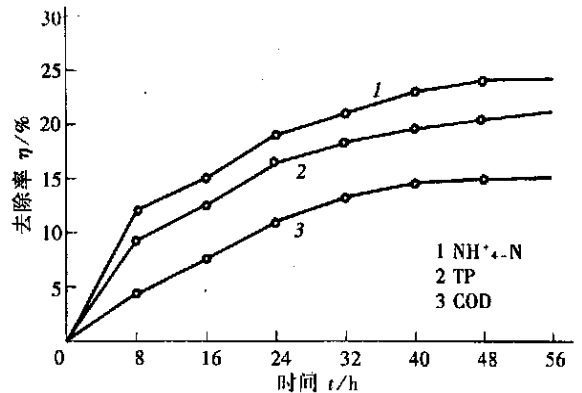


图 2 红辣蓼对生活污水的处理效果

需要指出的是,图中所表示的是蛇泡草本身对污水的处理效果,而不是蛇泡草与栽培土共同的处理效果.例如,在处理时间为 24 h 时,空白试验对 COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 和 TP 的去除率分别为 11.0 %、13.3 %和 19.5 %,而蛇泡草花盆的相应去除率分别为 23.3 %、28.3 %和 36.5 %.按照  $R = R_1 - R_0$  计算,得到蛇泡草的处理效果.以下对红辣蓼等几种植物的试验结果,也是指植物本身对污水的处理效果.

### 2.2 红辣蓼对生活污水的处理效果

污水取自某生活区, COD 455.0 mg/L, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 29.6 mg/L, TP 12.5 mg/L, pH6.8~7.2, 试验在红辣蓼未开花前进行,其对污水的处理效果如图 2 所示.

### 2.3 鹅不食草对生活污水的处理效果

污水取样点及性质与 2.2 中相同.鹅不食草对污水的处理效果,如图 3 所示.图中 COD 与 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的去除率与红辣蓼相差不大.

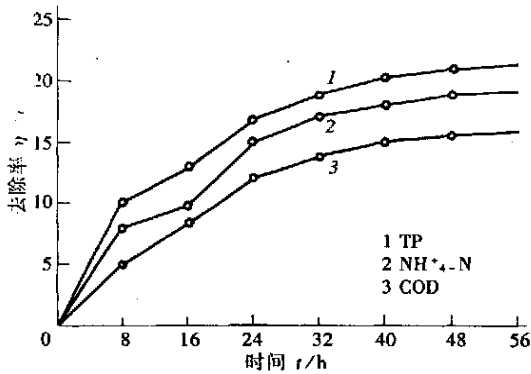


图 3 鹅不食草对污水的处理效果

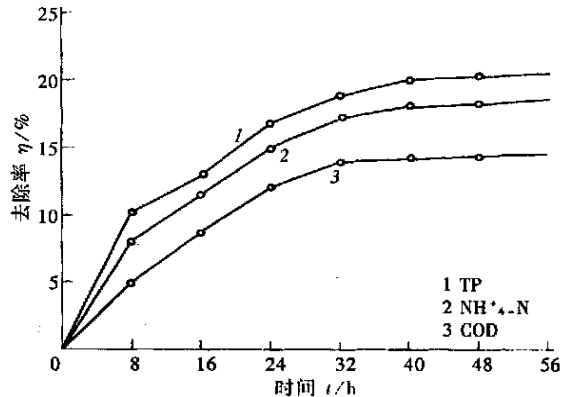


图 4 田边菊对污水的处理效果

### 2.4 田边菊对生活污水的处理效果

污水取样点及性质与 2.2 中相同.田边菊对污水的处理效果如图 4 所示.当停留时间超过 40 h 后,各污染成分的去除效果增加率减少,去除率曲线趋于平直.

由以上试验看出,所有受试植物对污水均有一定的处理效果,不同的植物由于对营养素的要求不同,对污水的处理效果有一定的差异.在本试验的四种受试植物中,红辣蓼对 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 的去除率最高,可能是因为它根系发达,枝叶繁茂,生长所需的氮元素较多.而蛇泡草对 TP 的去除率最高,这也可能是蛇泡草结果较多,因此需要的 P 元素较多之故.试验中还发现,在本试验的条件限制下,所有的植物对污水的处理效果均在 40~48 h 之间达到顶峰,以后增加不是很明显.这一方面可能是试验在花盆中进行,植物植株有限,生长所需营养元素有限.当土壤中积聚了足够多的营养元素后,植物对水中的营养元素的吸收就变得缓慢甚至停顿了.因此,可以初步认为,试验中的这一现象,尚不能作为植物处理污水的必然结果,其规律有待于进一步探讨和研究.

(下转第 92 面)

点.

- a. 提出了四种新颖的 MO - OTA - C 的电流模式低通及带通滤波器电路.
- b. 与文献[5]比较,文中电路少 3 个 MO - OTA,电路结构简单得多.
- c. 所设计出的电路因仅含 CMOS MO - OTA 及接地电容 C 而便于集成且与 VLSI 工艺兼容.
- d. 所设计出的电路具有良好的高频特性.
- e. 所设计出的电路具有方便的电控特性.
- f. 所设计出的电路具有很低的灵敏度.

### 参 考 文 献

- [1] Kham I A, Ahamed M T. Electronically tunable first order OTA - C filter sections[J]. International Journal of Electronics, 1986, 61(2) :233 - 237.
- [2] Sanchez - Sinencio E, Geiger R L, Nevarez - Lozan H. Generation of continuous - time two integrator loop OTA filter structure[J]. IEEE Transaction on Circuit and System, 1988, 35(8) :936 - 946.
- [3] Gao Weiwei, Liu Jianyou and Yang Shan. The realization of high - order OTA - C filter[J]. International Journal of Electronics, 1988, 65(6) :1153 - 1157.
- [4] Wu Jie. Current - mode high - order OTA - C filters[J]. International Journal of Electronics, 1994, 76(6) :1115 - 1120.
- [5] Sun Y, Fidler J K. Structure generation of current - mode two integrator loop dual output - OTA grounded capacitor filters[J]. IEEE Transaction on Circuits and Systems - II, 1996, 43(9) :659 - 663.
- [6] 王春华. 新颖的基于 CC 的电压模式二阶滤波器[J]. 微电子学, 1998, 28(1) :50 - 53.

(上接第 83 面)

### 3 结 论

植物对生活污水中的 COD、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、TP 均有一定的去除效果,不同种植物的去除效率有所不同;植物对生活污水的处理效果需 40~48 h 才能达到最佳.

### 参 考 文 献

- [1] 李瑞环. 关于我国水的几个问题[C]. 在政协第九届全国委员会常务委员会第三次会议上的讲话. 北京:1998, 10:23.
- [2] Gersberg R M. Role of aquatic plants in wastewater treatment by artificial wetlands[J]. Wat Res, 1986, 20(3) :363.
- [3] Burgoom P S. Performance of subsurface flow wetlands with batch - load and continuous flow conditions[J]. Water Environment Research, 1995, 67(5) :855.
- [4] Damir Brdjanovic. Influence of temperature on biological phosphorus removal :process and molecular ecological studies[J]. Wat Res, 1998, 32(4) : 1035.
- [5] Maehlum, Trond. Wetlands for treatment of landfill leachates in cold climates[M]. Constr Wetlands Treat. Landfill Leachates, 1999, 33 - 46.
- [6] Chris C Tanner. Effect of loading rate and planting on treatment of dairy farm wastewaters in constructed wetlands - ( ) Removal of nitrogen and phosphorus[J]. Wat Res, 1995, 29(1) : 27.
- [7] James N Carleton. Performance of a constructed wetlands in treating urban stormwater runoff[J]. water environmental research. 2000, 72(3) :295 - 304.
- [8] Raisin G W. The use of wetlands for the control of non - point source pollution[J]. Water Science Technology, 1995, 32:177.
- [9] 吴晓磊. 人工湿地废水处理机理[M]. 环境科学, 1995, 16(3) :83.
- [10] 张甲耀. 不同植物构成的潜流型人工湿地处理系统的净化能力及异养细菌数量的研究[J]. 环境工程, 1998, 16(3) :17.
- [11] 彭超英. 人工湿地处理污水的研究[J]. 重庆环境科学, 2000, 22(6) :43.
- [12] 李亚治. 水葫芦 - 水草人工湿地系统在再生浆纸废水治理中的应用研究[J]. 环境科学动态, 2000, (2) :28.