

矿化垃圾水生植物床处理印染废水的初探

周 琪¹, 赵由才²

(1. 宁夏大学土木与水利工程学院, 宁夏银川 750021;

2. 同济大学环境科学与工程学院、污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092)

摘 要 用矿化垃圾作为水生植物床的基质代替基质中土壤的作用, 分别选择水葫芦和空心莲子草作为水生植物床的植物, 制成了人工水生植物床, 来尝试处理染料水溶液制成的模拟印染废水, 并对比了染料在自然条件下的降解。

关键词 矿化垃圾; 印染废水; 人工水生植物床

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 1004-4345(2007)02-0226-04

Preliminary Study on Dyeing Wastewater Treatment Using Aged-Refuse-Aquatic-Plant Bed

ZHOU Qi¹, ZHAO You-cai²

(1. School of Civil Engineering and Water Conservancy, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia 750021, China;

2. The State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, and School of Environmental Science and Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract Aged refuse is used as the matrix of aquatic-plant bed to replace the function of soil in the matrix. Selecting eichhornia-crassipes and alternanthera-phioxeroides as the plants of aquatic-plant bed, artificial aquatic-plant bed is built to treat simulated dyeing wastewater made from dyeing water solution, and a comparison on the degradation of dyes under natural conditions is conducted in the paper.

Keywords aged refuse; dyeing wastewater; artificial aquatic-plant bed

1 引言

人工植物床具有出水水质稳定、基建和运行费用低、技术含量低、维护管理方便、耐冲击负荷强、适于处理间歇排放的污水和具有美学价值等优点。人工植物床中的基质一般由土壤等构成, 在自然土壤较为缺乏的情况下, 国内开展了人工土壤植物床污水处理技术的研究^[1-3]。矿化垃圾的物理性质近似于砂土, 化学性质优于肥沃的土壤, 并有较好的水力特性, 当其用做污染物处理介质时, 能提供极好的吸附交换条件和优良的微生物生命活动环境^[4]。矿化垃圾作为人工土壤植物床的基质来处理废水, 可能会取得良好的效果。染料在一般的自然条件下难于降解。

但是, 印染废水在通过湿地等自然处理系统后可以得到净化^[5], 模仿湿地、天然植物床系统制成的人工植物床也可以用来处理印染废水^{[6][7]}。说明这类仿自然系统的条件不同于一般的自然条件, 在染料的降解方面具有优势。因此, 笔者开展了矿化垃圾水生植物床处理印染废水的初探。

2 实验装置和实验方法

2.1 矿化垃圾植物床对模拟印染废水的去除实验

本实验用矿化垃圾作为水生植物床的基质代替基质中土壤的作用, 分别选择水葫芦和空心莲子草作为水生植物床的植物, 制成了人工水生植物床, 来处理染料水溶液制成的模拟印染废水。

收稿日期 2006-12-05

基金项目 国家自然科学基金资助项目 (10177014)、国家高技术研究发展计划 (863) 基金和教育博士点基金资助 (1002AA649070)。

作者简介 周 琪 (1979—), 女, 宁夏人, 硕士, 主要从事固体废物处理与资源化研究工作。

2.1.1 实验材料

在上海市郊天然生长的水葫芦、空心莲子草中,挑选株体均匀健壮者。选取上海老港垃圾填埋场已填埋 10 年(1994 年)的垃圾,对其进行简单分选,所得的矿化垃圾细料用作实验材料。取活性紫 K-3R,阳离子桃红 X-FG,用自来水配置成 20mg/L 的溶液。

2.1.2 实验方法

矿化垃圾水葫芦植物床处理活性紫溶液的试验装置如图 1 所示。矿化垃圾的干重为 5kg,在装置中加入 5L、20mg/L 的活性紫水溶液,注入 5ml 植物营养液,并投入 3 株水葫芦,模拟水葫芦对水面的覆盖。实验以 5d 为一个进水周期,反复试验 3 个周期。取样前 2h 加入一定量清水,并轻轻搅拌混合,以补充前一天蒸发的水量。空白对比试验中不加入矿化垃圾,其他条件均相同。

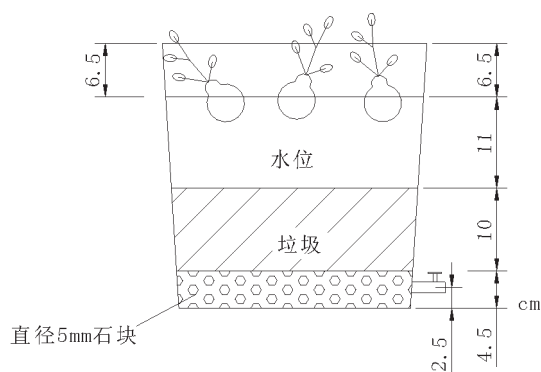


图 1 矿化垃圾水葫芦植物床装置

矿化垃圾空心莲子草植物床试验装置如图 2 所示。矿化垃圾的干重为 5kg,将空心莲子草的根部埋于矿化垃圾中,每桶约移植 250g。在桶中加入 2L、20mg/L 的阳离子桃红染料水溶液。实验以 5d 为一个进水周期,反复试验 3 个周期。取样前 2h 加入一定量清水,并轻轻搅拌混合,以补充前 1d 蒸发的水量。灭菌对比试验中,在加入矿化垃圾的同时,喷入 100ml、50% 的福尔马林溶液灭菌,边翻搅边喷,以确保混合均匀^[8],其他条件均相同。无植物空白对比中,不移植空心莲子草,其他条件均相同。

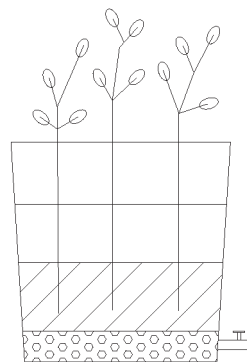


图 2 矿化垃圾空心莲子草植物床装置

2.1.3 分析方法

每天定时定点取多点水样混合,测定溶液的浓度、pH 值及色度。染料溶液的 pH 用玻璃电极法测定。染料溶液中染料的浓度采用分光光度法测定,用光程为 1cm 的玻璃比色皿,以自来水为参比,在 551nm 波长测定活性紫的吸光度;在 520nm 波长测定阳离子桃红的吸光度。以浓度的变化计算染料的去除率,去除率计算公式如 1 式:

$$\eta = [C_0 - C_e] / C_0 \times 100\% \quad (1)$$

式中: η 为染料去除率; C_0 为染料溶液初始浓度, mg/L; C_e 为染料溶液反应后的浓度, mg/L。

2.2 染料在自然条件下的降解对比实验

2.2.1 实验方法

活性紫 K-3R、阳离子桃红 X-FG,用蒸馏水配置成 20mg/L 的溶液,即用即配。分别将 200mL 活性紫水溶液、阳离子桃红水溶液倒入棕色和白色试剂瓶中,盖住瓶口(非密封)。然后,将用棕色试剂瓶盛装的染料水溶液放入冰箱中冷藏,温度为 4°C;将一组用白色试剂瓶盛装的染料水溶液在室内放置,温度为室温(28~34°C);将另一组用白色试剂瓶盛装的放在室外,不带任何遮蔽,温度为室外温度(3d 温度分别为:晴转多云 28~36°C,晴转多云 28~35°C,多云转雷阵雨 26~32°C,正值盛夏,基本满足暴晒要求),放置 72h 后取出。

2.2.2 分析方法

每组实验测定两种染料溶液的 pH 和浓度。染料溶液的 pH 用玻璃电极法测定。染料溶液中染料的浓度采用分光光度法测定,用光程为 1cm 的玻璃比色皿,以蒸馏水为参比,分别在 520nm 波长测定阳离子桃红水溶液的吸光度,在 551nm 波长测定活性紫水溶液的吸光度。以浓度的变化计算染料的去除率,染料去除率计算公式如 1 式;染料溶液 pH 的变化值计算公式如 2 式:

$$\Delta pH = pH_e - pH_0 \quad (2)$$

式中: ΔpH 为 pH 的变化值; pH_0 为染料溶液起始 pH 值; pH_e 为染料溶液反应后的 pH 值。

3 结果与讨论

3.1 矿化垃圾水葫芦植物床对活性紫的去除

经测定,试验期间气温为 23.5~33.3°C,有矿化垃圾的溶液中 pH 平均值为 7.87。试验中活性紫的去除率如图 3 所示^[4]。

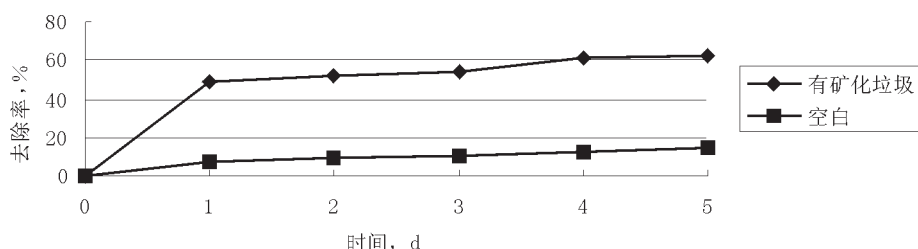


图3 矿化垃圾水葫芦植物床对活性紫的去除率与时间的关系

实验结果表明,单纯的水葫芦对活性紫的去除率很低。这是因为,虽然水葫芦根部对水中悬浮、分散和部分溶解的固体物质起着凝聚和吸附作用,使胶体、高分子等较易凝聚的物质很快从污水中凝聚沉淀下来而达到较高的去除,但对难凝聚的溶解性良好的物质只能少量去除。

以矿化垃圾为基质的水葫芦植物床对活性紫有较高的去除率。和空白试验对比:试验第1d,矿化垃圾对活性紫水溶液的去除量很高,而后4d中的去除量略高于空白试验。这说明在试验初期,活性紫的去除可能主要是由于矿化垃圾对于染料的吸附作用。在试验中后期,有矿化垃圾的情况下染料去除率略高于空白情况,这说明矿化垃圾的存在给水葫芦根部的微生物系统提供了更加适宜的生存和繁殖条件。

3.2 矿化垃圾空心莲子草植物床对阳离子桃红的去除

经测定,试验期间气温为23.5~33.3℃,日照为10h/d,有植物的溶液中pH平均值为7.64,灭菌的溶液中pH平均值为7.43,无植物空白的溶液中的pH平均值为7.56。试验中阳离子桃红的去除率如图4所示^[4]。

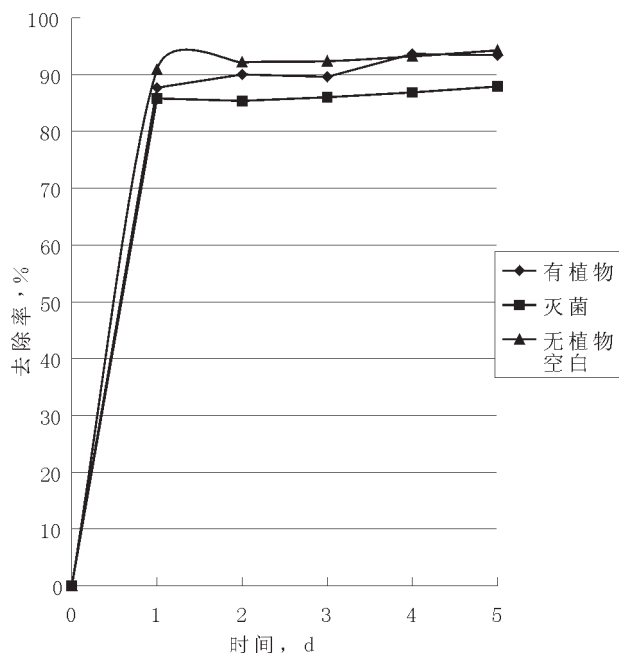


图4 矿化垃圾植物床中阳离子桃红的去除率与时间的关系

灭菌后的染料去除率均低于不灭菌的情况,这个实验结果说明矿化垃圾水生植物床对染料的吸附作用并非简单的物理化学吸附,而是带有生物吸附作用。

无植物空白的染料去除率在前3d为最高,而在后两天,有植物和无植物两种情况下,染料的去除率差不多。这是由于阳离子桃红在光照下有少量的去除,有植物的情况下植物遮盖了阳光,所以总的染料去除率较无植物的情况低。而植物和矿化垃圾中微生物的协同作用促进了染料去除,所以在后2d,有植物的情况下染料去除率赶上了无植物的情况。

3.3 矿化垃圾水生植物床出水色度达标情况

在矿化垃圾水葫芦植物床中,当进水浓度为20mg/L,进水量为2L,全天平均气温在28℃以上,反应周期为5d时,活性紫的去除率在63%以上,体积负荷为1.586g/(m³·d)。

在矿化垃圾空心莲子草植物床中,当进水浓度为20mg/L,进水量为2L,全天平均气温在28℃以上,日照为10h/d,反应周期为5d时,阳离子桃红的去除率在93%以上,出水色度达到国家一级排放标准,体积负荷为1.586g/(m³·d)。

3.4 染料在自然条件下的降解

染料在自然条件下的降解对比实验结果见表1^[4]。由此可见,阳离子桃红水溶液在暴露于日光下的条件下,染料去除率达到6.01%,是本实验的最高值。这说明一些染料的在光的单一作用下,也可以被去除,但去除率很低。并且,本实验使用的阳离子桃红在日晒下的染色坚牢度为4,而活性紫为6^[9],所以在阳离子桃红水溶液和活性紫水溶液在室外的染料去除率的不同也说明了二者耐晒性能的差异。染料在常温下和低温下的去除率都很低,则体现了染料在自然条件下难降解的性质。

在本实验中,染料水溶液的pH值都变小了,这可能是因为溶液在放置的72h中吸入了空气中的酸性气体,如CO₂、SO₂等。

表 1 染料在自然条件下的降解

项 目	活性紫水溶液			阳离子桃红水溶液		
	棕色瓶冰箱	白色瓶室内	白色瓶室外	棕色瓶冰箱	白色瓶室内	白色瓶室外
特征波长下最终吸光度, e,A	0.456	0.459	0.459	1.446	1.435	1.381
染料最终浓度, $C_e, \text{mg/L}$	19.619	19.746	19.746	19.683	19.533	18.799
特征波长下初始吸光度 $0,A$	0.465	0.465	0.465	1.469	1.469	1.469
染料初试浓度 $C_0, \text{mg/L}$	20	20	20	20	20	20
染料去除率, %	1.91	1.27	1.27	1.59	2.33	6.01
pHe	5.35	5.48	5.72	4.32	4.18	4.37
pH0	5.99	5.99	5.99	4.92	4.92	4.92
ΔpH	- 0.64	- 0.51	- 0.27	- 0.60	- 0.74	- 0.55

4 结 论

(1)以矿化垃圾为基质的水葫芦植物床处理活性紫水溶液,染料去除率比无矿化垃圾空白试验的去除率高出 3 倍。当进水浓度为 20mg/L,进水量为 2L,全天平均气温在 28℃以上,反应周期为 5d 时,活性紫的去除率在 63%以上,体积负荷为 1.586g/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

(2)以矿化垃圾为基质的空心莲子草植物床处理阳离子桃红水溶液,灭菌后的染料去除率均低于未灭菌的情况。未灭菌的情况下,当进水浓度为 20mg/L,进水量为 2L,全天平均气温在 28℃以上,日照为 10h/d,反应周期为 5d 时,阳离子桃红的去除率在 93%以上,出水色度达到国家一级排放标准,体积负荷为 1.586g/ $\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

(3)印染废水在自然条件下的降解对比实验说明染料在一般自然条件下难于降解。

参考文献]

[1] 蔡满成,等.污水人工土壤植物床处理[J].给水排水,2002,28(9):13~19.

[2] 籍国东,等.人工湿地及其在工业废水处理中的应用[J].应用生态学报,2002,13(2):224~228

[3] 段志勇,等.复合植物床式人工湿地研究[J].环境污染治理技术与设备,2002,3(8):4~7.

[4] 周 琪.矿化垃圾生物反应床处理印染废水技术研究(硕士学位论文)[D].上海:同济大学环境科学和工程学院,2004.

[5] Nasiman Spapari, Treatment and reuse of textile wastewater by over-land flow, Desalination, 1996(106):179~182.

[6] 孙国华,等.凤眼莲净化印染废水过程中根系微生态系统的作用[J].环境科学,11(3):24~27,57.

[7] 林少宁,等.水葫芦氧化塘净化印染废水的研究[J].上海环境科学,1990,9(7):10~13.

[8] 王建富,等.蔬菜周年设施栽培土壤灭菌配套技术[J].农业科技通讯,2001 (8):29.

[9] 侯毓汾,等.染料化学[M].第 1 版,北京:化学工业出版社,1994.