

印染废水的植物修复及在线监测技术研究

王琦峰¹ 邵波² 梅瑜² 张飞前² 周湘婷²

(1 浙江大学 能源工程设计研究院, 浙江 杭州 310027;

2 浙江树人大学 生物与环境工程学院, 浙江 杭州 310015)

摘 要 采用空心莲子草对印染废水进行修复, 研究净化效果, 并利用在线监测技术对植物修复前后的印染废水中氨氮、化学需氧量(COD)、总有机碳(TOC)指标进行测定。结果表明: 空心莲子草对水质净化具有一定影响, 随着时间的增加, 污水的浓度降低, 去除率逐渐增大。植物修复印染废水及在线监测技术是可行的。

关键词 印染废水; 植物修复; 在线监测

中图分类号: X 52; TH766⁺. 53 文献标识码: A 文章编号: 2095-1035(2011)04-0033-03

Repairing Printing and Dyeing Wastewater with Plant and On-line Monitoring Technology Research

WANG Qifeng¹, SHAO Bo², MEI Yu², ZHANG Feiqian², ZHOU Xiangting²

(1. Institute of Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China;

2. College of Biology and Environmental Engineering, Zhejiang Shuren University, Hangzhou, Zhejiang 310015, China)

Abstract A method was proposed to use alligator weed to repair dyeing wastewater. The purification effect was investigated. An on-line monitoring technique was used to determine the content of ammonia-nitrogen, chemical oxygen demand (COD), total organic carbon (TOC) of dyeing plant wastewater before and after the repairing treatment. The results showed that alligator weed can be used to purify wastewater to some extents. With increasing time, the concentration of wastewater decreased and the removal rate gradually increased. In conclusion, it is applicable to repair the dyeing wastewater with alligator weed and to apply on-line monitoring techniques to monitor the process.

Keywords dyeing wastewater; phytoremediation; on-line monitoring

1 前言

随着印染工艺的发展, 新型染料和助剂等难生物降解的有机物进入印染废水, 增加了印染废水的处理难度。其 COD 浓度也由原来的数百 mg/L 上升到 2000~3000 mg/L, 从而使原有的生物处理系统 COD 去除率从 70% 下降到 50% 左右, 甚至更低。

印染行业迫切需要一些低成本、高效的废水处理技术^[1-6]。

目前, 国内外对于印染废水的处理大多集中在高级氧化、强化絮凝、膜分离及活性炭吸附等方面, 以去除常规处理出水中残存的污染物质。

杨克莲等采用纳米 TiO₂ 多孔微粒阳光降解技术对活性蓝染料进行降解发现, 在阳光下 1~2 h

收稿日期: 2011-09-08 修回日期: 2011-10-11

基金项目: 浙江树人大学科研资助项目(2010C019, 2010C020)。

作者简介: 王琦峰, 男, 工程师, 主要从事环境污染控制工程研究。E-mail: hzzjbo@163.com

后, COD_{Cr} 去除率达到 84.6%^[7]; 涂代惠等采用膜光催化技术对印染废水进行处理发现, COD 、色度和阴离子表面活性剂去除率分别为 68.4%、89.1% 和 87.45%^[8]。潘碌亭等^[9]采用具有催化氧化耦合作用的絮凝剂 COF 对 COD 、色度、SS 的平均去除率分别为 70%、90% 和 85%。范大和等^[10]处理丝绸印染废水发现, 在 pH 值为 5.0~6.0、两性壳聚糖絮凝剂的质量浓度为 90 mg/L 时, 废水的 COD 去除率可达 76.8%。许佩瑶等^[11]以 FeCl_3 和硅酸钠溶液为主要原料, 在不同碱化度、不同硅铁体积比的条件下制备出一系列聚铁硅絮凝剂, 结果发现碱化度为 1.0, Si/Fe 体积比为 1:30 时, 对印染废水的絮凝效果最好。但这些方法运行成本较大, 且容易造成二次污染。

目前水生植物修复技术, 因其低廉的投资管理费用、稳定的净化效果、种类繁多而潜力巨大、无二次污染等优点而日益引起关注。植物修复技术利用植物自身与周围微生物、环境共同作用来处理土壤或受污染水体。目前国内外学者对植物修复富营养化水体进行了诸多研究, 并取得了一定的成就, 筛选出了一些优势种。现在国际上公认的淡水水生修复植物有: 宽叶香蒲、芦苇、苦草、凤眼莲、软水草和狐尾草^[12-14], 经验证明它们对水中的营养物质和污染物都具有很好的吸收作用。但是对于空心莲子草进行水体净化效果的研究则少见报道。

水质自动监测系统是 20 世纪 70 年代发展起来的, 在美国、英国、日本、荷兰等国已有相当规模的应用, 并被纳入网络化的“环境评价体系”和“自然灾害防御体系”。在我国则起步较晚, 作为连续性监测工具的水质在线监测仪器承担着提供准确监测数据和监测报告的责任, 在环境监测工作中发挥着越来越重要的作用。

采用空心莲子草植物对印染废水进行修复, 研究净化效果, 并利用在线监测技术对植物修复前后的印染废水中总磷、氨氮、 COD 、总有机碳指标进行测定, 旨在为推进在线监测技术和植物在印染废水修复中的应用提供理论依据。

2 材料与方法

2.1 实验材料

供试验空心莲子草采集于杭州西溪湿地, 采用模拟室外环境的方法培养, 选取单株、高度大体相当的相同质量的空心莲子草, 在同样的条件下培养。

2.2 仪器与试剂

测定仪器: DLW-3000 水质在线监测系统(杭州鼎利环保有限公司)、ET1020A 型总有机碳(TOC)分析仪(美国通用公司)。

试剂均采用优级纯或分析纯。

2.3 测定内容与方法

选取新市兴浴服饰厂印染废水, 稀释倍数为 100、200、300、400、500 倍配制成不同浓度的污染水体。使用曝气机, 每组水样每天曝气 8 h 后进行数据测定。采用对比实验组。每种浓度的污水处理重复 3 组, 各处理另设 1 个无植物的空白对照。每隔一天测一次水质情况, 利用在线监测仪测定水质的 COD 、 TOC 、总磷和氨氮。

3 结果与分析

3.1 在线监测 COD 的变化

化学需氧量 COD 是作为衡量水体受污染程度的一个重要综合指标。对于污染严重的水质而言, 化学需氧量值就高, 水质越清澈, 化学需氧量的值就越低。各水样中 COD 值数据变化如表 1 和图 1 所示。

从表 1 和图 1 中可以看出, 随着培养天数的增多, COD 值不断下降。

表 1 各水样的 COD 值数据变化
Table 1 Variation of COD values for different water samples mg/L

组别 天数	water samples				
	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0d	2897	2146	1659	1283	560
2d	2803	2102	1604	1214	554
4d	2646	1956	1543	1156	540
6d	2353	1872	1456	1097	494
8d	2034	1642	1352	1134	517
10d	1946	1567	1300	964	508
12d	1759	1357	1239	903	469
14d	1864	1196	907	822	424
16d	1743	1101	847	667	349
18d	1542	952	676	597	280
20d	1364	832	563	416	245
去除率/%	52.92	61.23	66.06	67.58	56.25

3.2 在线监测 TOC 的变化

总有机碳是水中有机物所含碳的总量, 所以能完全反映有机物对水体的污染程度。它是比化学需氧量(COD)和生物需氧量(BOD_5)更能确切表示水中有机污染物的综合指标。各水样 TOC 值数据变化如表 2、图 2 所示。

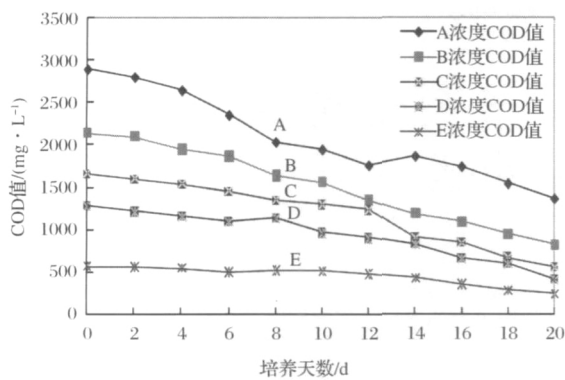


图 1 各水样 COD 值变化曲线
Figure 1. Variation of COD values for different water samples

表 2 各水样 TOC 值数据变化
Table 2 Variation of TOC values for different water samples mg/L

组别 天数	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0d	12.346	27.102	42.508	50.476	59.411
2d	12.075	26.847	42.234	50.029	55.438
4d	11.174	24.036	41.237	49.096	53.034
6d	9.342	23.124	40.986	48.124	50.236
8d	9.416	24.034	41.014	48.236	50.437
10d	7.943	22.137	38.947	43.349	49.328
12d	7.144	21.094	36.012	40.237	46.239
14d	6.554	19.032	34.013	38.012	44.196
16d	4.012	15.698	28.968	35.894	37.569
18d	3.596	13.497	24.736	30.347	33.594
20d	2.946	12.346	18.947	24.569	30.584
去除率/%	76.14	54.45	55.43	51.33	48.52

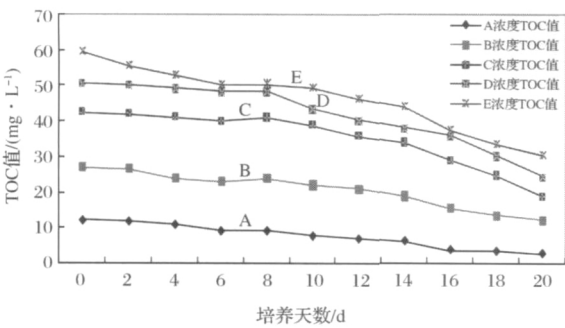


图 2 各水样 TOC 值变化曲线
Figure 2. Variation of TOC values for different water samples

由表 2 和图 2 可知,随着时间的推移,TOC 值呈下降趋势。去除率在 48.52%~76.14%范围变化。

3.3 在线监测氨氮的变化

氨氮是水体中的营养素,是主要耗氧污染物。

水中的氨氮主要来源于含氮有机物受微生物作用的分解产物,焦化合成氨等工业废水,以及农田排水等。氨氮含量较高时,对鱼类呈现毒害作用,对人体也有不同程度的危害。氨氮是水质主要指标之一。各水样氨氮的浓度值随时间的变化趋势如表 3、图 3 所示。

表 3 各水样氨氮的浓度值
Table 3 Concentrations of ammonia-nitrogen in different water samples mg/L

组别 天数	A 组	B 组	C 组	D 组	E 组
0	0.0191	0.0151	0.0135	0.0105	0.0068
2	0.0181	0.0138	0.0123	0.0098	0.0061
4	0.0172	0.0126	0.0114	0.0089	0.0055
6	0.0160	0.0120	0.0105	0.0080	0.0049
8	0.0148	0.0107	0.0095	0.0073	0.0040
10	0.0138	0.0083	0.0092	0.0071	0.0040
12	0.0132	0.0065	0.0092	0.0068	0.0037
14	0.0126	0.0061	0.0083	0.0068	0.0040
16	0.0126	0.0068	0.0065	0.0058	0.0034
18	0.0101	0.0054	0.0052	0.0049	0.0028
20	0.0086	0.0051	0.0043	0.0037	0.0025
去除率/%	47.12	64.24	61.48	53.33	58.82

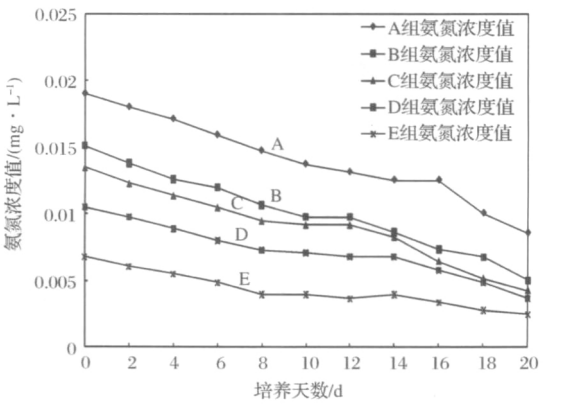


图 3 各水样氨氮浓度变化
Figure 3. Variation of ammonia-nitrogen concentrations for different water samples.

由表 3、图 3 可知,随着培养天数的增加,氨氮的浓度有下降的趋势。去除率在 47.12%~64.24%范围变化。

4 结语

根据实验结果可知,空心莲子草对水质净化具有一定影响,随时间的增加,去除率逐渐增大。从上表中可以清楚看出,利用植物修复印染废水和在线监测仪器能够很好地对水质进行测定,水体中的 TOC,氨氮、COD 均明显下降。(下转第 39 页)

参考文献

- [1] 鲁绪会,王浩东,周云,等. 氢化物-原子荧光法测定土壤硒含量的样品处理研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(34):14843-14845.
- [2] 黄福波,朱金秀. 氢化物-原子荧光光谱法测定土壤中硒[J]. 辽宁城乡环境科技, 2007, 27(2):37-39.
- [3] 万明,曹江峪,李文东,等. 微波消解-紫外分光光度法测定彝药中微量元素硒[J]. 中国无机分析化学, 2011, 1(3): 62-65.
- [4] 魏复盛,王惠琪. 土壤元素的近代分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992:117-119.
- [5] 国家环境保护总局科技标准司. 最新中国环境标准汇编-土壤、固体废物、噪声和振动分册[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001:50-51.
- [6] 李连仲,主编. 岩石矿物分析(第三版)[M]. 北京:地质出版社, 1991:109-113.
- [7] 谢海涛. 原子荧光光谱法测定背景土壤中的硒[J]. 环境科学导刊, 2008, 27(4):95-96.
- [8] 袁菊,洪涛,陈凤凰,等. 微波消解-氢化物发生原子荧光法测定土壤中硒[J]. 福建分析测试, 2008, 17(2):25-27.
- [9] 刘灿平,方亚. 微波消解技术在元素分析方面的应用[J]. 安

徽预防医学杂志, 2003, 9(4):252-253.

- [10] 张朝阳,马名扬,毕鸿亮. 微波消解-氢化物发生原子荧光光谱法测定土壤中砷和硒[J]. 光谱实验室, 2006, 23(1):58-61.
- [11] 张万锋. 超声波辅助消解-氢化物发生-原子荧光光谱法测定土壤中全硒[J]. 理化检验:化学分册, 2009, 45(7):805-809.
- [12] 张万锋,鲁绪会,王浩东,等. 超声波提取氢化物发生原子荧光测定土壤中全硒[J]. 陕西农业科学, 2009(1): 47-48.
- [13] 季海冰,潘荷芳. 异丙醇增感电感耦合等离子体质谱法直接测定土壤和沉积物中硒[J]. 中国环境监测, 2010, 26(6):16-19.
- [14] 杨文琴,王晶,耿立威. 紫外光谱法测定土壤中微量 Se(IV)[J]. 理化检验:化学分册, 2002, 38(1):42-45.
- [15] 张立新,陈志勇,周新青. 氢化物发生原子荧光法测定土壤中浸出硒、总硒的应用[J]. 中国环境监测, 2006, 22(2):29-31.
- [16] 杨力,戴晖,徐晓宇,等. 王水消解-原子荧光法测定土壤中的硒[J]. 环境研究与监测, 2010, 23(2):44-46.
- [17] 中华人民共和国农业部. NY/T 1104—2006 土壤中全硒的测定[S]. 北京:中国标准出版社, 2006.

(上接第35页)

参考文献

- [1] 陈银生,张新胜,袁渭康. 印染废水处理技术[J]. 化工进展, 2001(5):29-32.
- [2] 阮新潮,曾庆福,黎谦,等. 纺织印染废水处理技术进展[J]. 武汉科技学院学报, 2001, 14(2):66-71.
- [3] 侯文俊,余发健. 印染废水处理工艺进展[J]. 工业用水与废水, 2004, 35(2):57-60.
- [4] 洪俊明,洪华生,熊小京. 生物法处理印染废水研究进展[J]. 现代化工, 2005, 25(S1):98-101.
- [5] 徐成勇,郭波,周莲. 白腐菌对染料脱色和降解作用的研究进展[J]. 生物工程进展, 2002, 22(1):57-60.
- [6] 李国平,薛娟琴,刘漫博,等. 离子交换法处理曝气后氯化亚铜的废水研究[J]. 中国无机分析化学, 2011, 1(3): 32-34.
- [7] 杨克莲,叶征琦,杜宗杰,等. 纳米 TiO_2 多孔微粒阳光催化降解活性艳蓝染料[J]. 城市环境与城市生态, 2003,

16(1):18-21.

- [8] 涂代惠,等. TiO_2 膜光催化氧化法深度处理印染废水[J]. 中国给水排水, 2003, 19(2):53-55.
- [9] 潘碌亭,等. 新型絮凝剂 COF 强化处理印染废水的试验研究[J]. 中国给水排水, 2008, 24(13):55-57.
- [10] 范大和,蔡照胜. 两性壳聚糖复合絮凝剂对印染废水的絮凝性能研究[J]. 工业水处理, 2008, 28(9):47-50.
- [11] 许佩瑶,贾丽娟. 聚铁硅絮凝剂的制备及形态分布研究[J]. 应用化工, 2008, 37(5):533-535.
- [12] 霍彦强,等. 超滤膜处理洗毛废水中的 Dean 涡流效应[J]. 化学反应工程与工艺, 2006, 22(6):492-496.
- [13] 郑祥,刘俊新. 厌氧反应器与好氧 MBR 组合工艺处理毛纺印染废水试验研究[J]. 环境科学, 2004, 25(5): 102-105.
- [14] Brik M, Schoeberl P, Chamam B, et al. Advanced treatment of textile wastewater towards reuse using a membrane bioreactor[J]. Process chemistry, 2006, 41(8):1751-1757.