

# 稻壳灰处理印染废水效果研究

李永亮<sup>1</sup> 李健<sup>1\*</sup> 梅国芳<sup>1</sup> 贾立明<sup>2</sup> 于亭亭<sup>3</sup> 邱阳<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> 佳木斯市环境保护监测站, 黑龙江 佳木斯 154004; <sup>2</sup> 黑龙江省环境监测中心站, 哈尔滨 150056; <sup>3</sup> 齐齐哈尔大学化学与化学工程学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161000; 第一作者: liyongliang198402@163.com; \* 通讯作者: ylli1984@163.com)

**摘 要:**研究了稻壳灰在不同条件下(不同投加量、不同 pH 值、不同振荡吸附时间)对印染废水的处理效果,并在最佳测试条件下,测试了稻壳灰对废水中污染物的去除效率和污染物达标排放情况。结果表明,当稻壳灰投加量为 80 g/L、不改变投加后废水 pH、吸附振荡时间为 20 min 时,稻壳灰对 COD 为 1517 mg/L、SS 为 726 mg/L、色度为 845 的印染废水中 COD 去除效率为 90.2%、SS 去除效率为 89.4%、色度去除效率为 99.3%;处理后废水中污染物浓度显著降低,COD 浓度均值为 149 mg/L、SS 浓度均值为 77 mg/L、色度为 6,污染物达标排放。稻壳灰处理印染废水具有较好的去污效果。

**关键词:**稻壳灰;印染废水;投加量;pH;吸附振荡时间;去除效率

**中图分类号:**X71 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-8082(2018)01-0080-04

印染废水是纺织品在印染过程中排放出的废水,具有排放量较大、有机污染物含量高、色度高、成分复杂的特点。印染废水中含有大量大分子染料、印染助剂、印染浆料、纺织纤维、各种盐类、重金属等物质,是属于较难处理的工业废水之一。当前,印染废水处理方案主要采用絮凝-气浮法去除残留纤维和大分子染料,使悬浮物质含量、色度降低;然后利用生化、吸附、电化学、膜过滤等方法进一步脱色和去除有机物,必要时再进行深度处理,使废水达到直排标准或者回用于生产。有许多科研工作者利用固体废弃物处理印染废水,并取得了良好的效果。贾艳萍等<sup>[1]</sup>利用盐酸改性粉煤灰预处理与厌氧-曝气生物滤池(AF-BAF)联合工艺处理模拟印染废水,COD、NH<sub>3</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N 和 NO<sub>2</sub>-N 去除率分别为 72%、58%、78%和 52%,脱色率为 90%,达到了国家工业废水排放标准。吴南江等<sup>[2]</sup>以粉煤灰、脱水污泥、粘土及石膏为原料研制粉煤灰陶粒,并与市售陶瓷陶粒对模拟印染废水进行处理,也取得了较为良好的效果。洪建捷<sup>[3]</sup>等用硫酸、双氧水活化稻壳,对甲基蓝水溶液的吸附率可以提高至 84.1%。而生物质灰渣处理废水主要集中在处理生活废水方面,而且作为填料使用<sup>[4-6]</sup>,单独处理印染废水的实例未见相关报导。

我国是水稻种植和加工大国,每年产生大量的加工后固体废弃物稻壳。目前,稻壳的主要处理方式仍为燃烧和堆存。堆存占用大量的土地,燃烧主要是作为锅炉动力的原材料,燃烧后会产生一定量的固体废弃物稻壳灰,除部分施用于农田外,大部分处于堆存状态,利用率较低。由于燃烧效率不同,稻壳灰性质也有较大差

别。燃烧充分,碳等活性物质含量较低;燃烧不充分,碳含量相对较高,对污染物有较好的吸附性。由于工业生产具有特殊性,为保证热量的供应速度稻壳灰会被大量添加,有些燃烧不是很充分,不同燃烧程度的稻壳灰混在一起成为普遍共性。本试验利用稻壳生物质灰对印染废水进行处理,考察了稻壳灰使用量、pH、吸附振荡时间等参数对处理效果的影响,发现稻壳灰在实验条件下对印染废水具有良好的处理效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验仪器及药品

MS1003S 分析天平:梅特勒-托利多仪器上海有限公司;XS-IZ 色度测试仪:上海海恒机电仪表有限公司;PHotoLabs6 便携式 COD 测定仪:德国 WTW;SevenEasy S20 pH 计:梅特勒-托利多仪器上海有限公司;HY-2 康氏振荡器:江苏常州普天仪器制造有限公司。

COD 测试试剂来自仪器配套试剂;盐酸:分析纯,氢氧化钠:分析纯。

本实验所用稻壳灰来源于某酒精企业,该厂使用稻壳替代原煤作为生产动力原料,燃烧后产生大量稻壳灰。本实验所用稻壳灰呈深黑色,同时伴有少量燃烧充分的灰白色粉末灰;密度较小,经测定密度在 118.77 kg/m<sup>3</sup> 左右,粒径在 1~6 mm 之间的颗粒占比为 98%以上。废水源于某毛毯生产企业废水混合后的出口,色度、COD、SS 含量高。经检测,该废水水温在 15℃~18℃

收稿日期:2017-09-13

表 1 不同稻壳灰投加量对印染废水处理效果的影响

相关参数		稻壳灰投加量(g/L)									
		10	20	30	40	50	60	80	100	200	400
COD	浓度值(mg/L)	1 325	1 047	820	460	275	210	185	158	143	139
	去除效率(%)	12.7	31	45.9	69.7	81.9	86.2	87.8	89.6	90.6	90.8
SS	浓度值(mg/L)	688	622	508	411	289	142	87	60	31	12
	去除效率(%)	5.2	14.3	30.0	43.4	60.2	80.4	88	91.7	95.7	98.3
色度	浓度值	779	689	458	268	66	28	17	10	8	8
	去除效率(%)	7.8	18.5	45.8	68.3	88.7	96.7	98	98.8	99.1	99.1

表 2 pH 对印染废水处理效果的影响

pH	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
COD 去除效率(%)	61.9	67.5	75.3	83.1	88.7	90.1	87.5
SS 去除效率(%)	70.2	76.1	82.9	89.3	88.3	85.4	80.5
色度去除效率(%)	93.3	95.7	96.8	98.2	99.3	99.5	96.3

之间、pH 在 6.65~6.92 之间、COD 均值为 1 517 mg/L、SS 均值为 726 mg/L、色度均值为 845。

1.2 实验部分

1.2.1 相关参数测定方法

本实验 COD 采用快速消解-比色法,利用便携式 COD 测定仪进行测定;SS 采用《水质 悬浮物的测定 重量法》(GB11901-1989)方法进行测定;色度采用 XS-IZ 色度测试仪进行测定;pH 采用《水质 pH 值的测定 玻璃电极法》(GB6920-1986)方法使用 SevenEasy S20pH 计进行测定。

1.2.2 实验方法

测试废水在不同的稻壳灰投加量、不同 pH、不同振荡吸附时间条件下,印染废水中污染物的去除效率;及在最佳测试条件下,稻壳灰对废水中污染物的去除效率、污染物达标排放情况。

2 结果与分析

2.1 稻壳灰投加量对印染废水处理效果的影响

在 1 000 mL 锥形瓶中注入印染废水 0.5 L,依次投加稻壳灰 5 g、10 g、15 g、20 g、25 g、30 g、40 g、50 g、100 g、200 g,在康氏振荡器上振荡 10 min,静置沉淀后取上清液进行测定<sup>[7]</sup>,各相关参数测定及计算结果见表 1。

由表 1 可以看出,在设定的处理条件下,COD 的浓度在投加量为 80 g/L 时已经达到预处理排放标准要求,在投加量为 100~400 g/L 时,COD 浓度和去除效率变化不明显;SS 的去除效率随稻壳灰投加量的增加呈上升趋势;色度去除效率也随稻壳灰的投加量呈上升趋势,但投加量在 200 g/L 和 400 g/L 时,浓度已不发生变化。综合考虑上述因素及污染物达标排放要求,固体废物后续处理问题等因素,选择 80 g/L 稻壳灰投加

量,此时所测得 3 种污染物可达标排放(纺织染整工业水污染物排放标准:COD≤200 mg/L、SS≤100 mg/L、色度≤80),且相关固体废弃物产生量也较少,满足预处理标准的要求。

2.2 pH 的选择

利用盐酸、氢氧化钠调节稻壳灰投加后溶液的 pH 为 6.0、6.5、7.0、7.5、8.0、8.5、9.0,稻壳灰添加量 80 g/L,同样振荡 10 min,测定污染物的去除效率<sup>[8-9]</sup>,各参数测定及去除效率见表 2。

由表 2 可以看出,pH 在 7.5~9.0 之间时 COD 去除效率在 80.0%以上,最大去除效率为 pH 在 8.5 时的 90.1%;pH 在 7.0~9.0 之间时,SS 去除效率在 80.0%以上,最大去除效率为 pH 在 7.5 时的 89.3%;pH 在 6.0~9.0 之间时色度去除效率均在 80.0%以上,最大为 99.5%,这可能与稻壳灰未完全燃烧,存在大量的碳类物质(包括活性炭)有关。同时可以看到,在 pH 为 9.0 时,污染物的去除效率均出现了下降,这可能与企业使用染料的类别和性质有关,在强碱性环境下,稻壳灰吸附的物质被解析出来。参考土壤中 pH 的测定方法,测定 80 g/L 的稻壳灰混合物 pH 为 7.8,在 7.5~8.0 时相关污染物的去除效率在 80.0%以上,同时不增加试剂的投入,从而减小相关污染。因此,在后续试验中不对 pH 进行调节。

2.3 振荡时间对印染废水处理效果的影响

选择稻壳灰投入量为 80 g/L 时进行振荡时间选择测试,测试时间为 5 min、10 min、15 min、20 min、30 min、40 min、50 min、60 min,静置后取上清液进行测试,计算相关污染物去除效率<sup>[10-12]</sup>,振荡时间与去除效率计算结果见表 3。

从表 3 可以看出,COD 去除效率在吸附振荡时间为 20min 时达到最大值;30~60 min 时,去除效率有所

表 3 吸附振荡时间对印染废水处理效果的影响

相关参数	时间(min)							
	5	10	15	20	30	40	50	60
COD 去除效率(%)	81.6	87.8	88.9	90.1	89.7	86.2	81.5	75.3
SS 去除效率(%)	86.7	88.0	89.4	89.4	89.0	88.5	86.3	81.5
色度去除效率(%)	93.5	98.0	99.2	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4

表 4 稻壳灰对印染废水的去除效率

相关参数	处理前废水污染物		处理后废水污染物		去除效率 (%)
	污染因子	浓度	污染因子	浓度均值	
稻壳灰投加量 80 g/L	COD (mg/L)	1 517	COD (mg/L)	149	90.2
pH 7.8	SS (mg/L)	726	SS (mg/L)	77	89.4
吸附振荡时间 20 min	色度	845	色度	6	99.3

下降,这可能与 SS 处理效率下降有一定的关系;SS 去除效率在 15~20 min 时达到最大值,30 min 之后出现下降;色度去除效率随吸附振荡时间的延长而升高,但 30 min 后,去除效率已不发生改变。因此,选择吸附振荡时间为 20 min 进行后续试验。

2.4 污染物处理效率测试

根据选择的稻壳灰投加量、pH、吸附振荡时间进行样品中 COD、SS、色度去除率测试:稻壳灰投加量为 80 g/L、不调节 pH、吸附振荡时间为 20 min,静置后取上清液进行相关参数测试。重复进行上述实验 3 次,测试结果见表 4。从表 4 可以看出,在最佳测试条件下,稻壳灰对废水有较好的处理效果,COD、SS、色度的去除效率分别达到90.2%、89.4%和 99.3%。

3 结论及讨论

实验结果表明,稻壳灰对印染废水中的污染物具有较好的去除效率。当稻壳灰投加量为 80 g/L、不改变投加稻壳灰后溶液 pH 值、吸附振荡时间为 20 min 时,稻壳灰对印染废水中 COD 的去除效率为 90.2%、SS 去除效率为 89.4%、色度去除效率为 99.3%;废水中 COD 浓度均值为 149 mg/L、SS 浓度均值为 77 mg/L、色度为 6,处理后的废水满足《纺织染整工业水污染物与排放标准》(GB4287-2012)中新建企业预处理标准(COD≤200 mg/L、SS≤100 mg/L、色度≤80)要求。

稻壳灰对印染废水中的污染物具有一定的去除效率,与稻壳在不同燃烧条件下生成稻壳灰的性质具有一定的相关性。本实验所用稻壳灰燃烧不充分,呈现黑色,表明碳含量(包括活性炭)较高,具有良好的活性,有一定的吸附作用;而燃烧充分的稻壳灰呈现出灰白色,稻壳燃烧充分,碳含量已经大幅度降低,其吸附作用会减小甚至消失。

在大气污染防治条例实施后,部分城区企业将禁

止使用燃煤锅炉。如企业将原有锅炉改造为使用稻壳等生物质燃料锅炉,将稻壳灰用于处理印染废水,既可以减小更新锅炉的投入,也可以实现废水达标排放的目的,具有良好的经济和环境效益。另一方面,如企业采取直排的方式排放处理后的废水,可采用稻壳灰对废水进行预处理,然后引入生化池进行生化处理,或采用微滤的方式进行深度处理,使污染物浓度进一步降低。同时需要指出的是,稻壳灰处理印染废水,处理后的稻壳灰及其过滤、吸附物质,按照国家相关标准规定属于危险废物,应按照相关标准进行处理。

参考文献

[1] 贾艳萍,宗庆,姜修平,等. 改性粉煤灰与厌氧-曝气生物滤池联合处理印染废水[J]. 东北电力大学学报,2014,34(6):34-37.

[2] 吴南江,周笑绿,杨波,等. 粉煤灰陶粒的制备及处理模拟印染废水的研究[J]. 工业安全与环保,2014,40(8):73-76.

[3] 洪建捷,谢荣辉. 用于印染废水脱色的稻壳吸附剂的研制[J]. 食品科技,2008,33(11):150-154.

[4] 刘彬彬,高明,王侃,等. 不同生物质灰渣填充密度下处理生活污水的效果研究[J]. 水土保持学报,2015,29(6):296-300.

[5] 田冬,高明,王侃. 不同粒径生物质灰渣填料净化生活污水的试验研究[J]. 水土保持学报,2015,29(4):218-222.

[6] 王侃. 生物质灰渣对生活污水处理效果的研究[D]. 重庆:西南大学,2014.

[7] 黄晓丹,薛美香. 活性炭粉煤灰处理印染废水的研究[J]. 宁德师范学院学报:自然科学版,2015,27(2):128-131.

[8] 范晓丹,李皓璇,姬海燕,等. 生物活性炭法深度处理印染废水及其生物毒性的表征[J]. 环境工程学报,2015,9(1):188-194.

[9] 陈瑞华,王艳华,高婵娟. 粉煤灰负载壳聚糖处理印染废水的最佳实验条件[J]. 当代化工,2013,42(6):730-731.

[10] 王开花,李福全,陈萨日娜,等. 藻类吸附剂在印染废水处理中的应用研究综述[J]. 环境工程,2016,34(1):1-6.

[11] 周笑绿,吴南江,王道京,等. 粉煤灰处理印染废水试验研究[J]. 上海电力学院学报,2013,29(5):482-484.

[12] 张庆芳,孔秀琴,辛佳,等. 生物质吸附剂-改性玉米芯对印染废水脱色性能研究[J]. 化学与生物工程,2008,25(12):60-62.

(下转第 86 页)



产品健康、安全,生产节本、高效,符合农业部化肥、农药使用量“零增长”行动方案和绿色高效生产技术,以及江苏省“十三五”发展纲要中提出的“深入推行粮食稳产提质行动计划,推进粮食高产增效创建和绿色增产模式攻关”的要求,有效推进农业供给侧结构调整,农业提质增效和转型升级。

#### 4.3 发展稻田综合种养模式的建议

稻田综合种养技术是将传统的水稻种植与水产(畜禽)养殖相结合的一项新技术模式,需要种植、养殖两方面的技术支撑和增加养殖生产成本和风险,如生产的稻谷不能实现优质优价,综合效益会受到影响;技术应用不当、管理不善,势必会造成减产而赔本。为此建议:一是在保护好基本农田,稳定水稻种植面积,确保粮食生产安全的基础上,适度推广稻田综合种养技术,提高单位面积种养效益,实现农业增效、农民增收。二是稻田综合种养既要懂水稻栽培技术,又要懂水产(畜禽)养殖技术,而目前绝大部分的农业科技人员技术单一,“种水稻的不懂养殖,会养殖的不会种稻”,严重影响该项技术理论提高和普及推广<sup>[7]</sup>。建议在稻田综合种养技术比较成熟地区,组织科技人员和示范户开

设田间学校,举办种养技术现场培训,弥补人才缺乏的问题。三是建立稻田综合种养农产品无公害、绿色生产技术和操作规程,实行标准化生产,同时应用“互联网+”技术,实现稻田水分管理、水质监测的智能化,延伸稻田综合种养农业产业链,打造农产品品牌,提高经济效益<sup>[8]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 陈军燕,曾建新,王杰明,等.稻田生态种养综合应用价值分析[J].基层农技推广,2016(6):93-95.
- [2] 刘伟.北方稻田立体种养高效农田生态经济效益分析[J].农业技术经济,1999(1):63-64.
- [3] 权可艳,向明实,陈浩,等.四川省稻田综合种养典型经济模式调研[J].四川农业科技,2016(12):37-39.
- [4] 黄富强,米长生,王晓鹏,等.稻虾共作种养模式的优势及配套技术[J].北方水稻,2016,46(2):43-45.
- [5] 袁红丽.虾稻生态种养模式探讨[J].现代农业科技,2016(12):269.
- [6] 周建桥,叶庆娟.稻田养殖小龙虾技术[J].渔业致富指南,2017(10):40-41.
- [7] 李应森,王武.稻田生态种养新技术发展现状与建议[J].科学养鱼,2011(2):1-3.
- [8] 肖经鸿,姜婷.新化县稻田综合种养的发展现状与对策[J].中国农技推广,2017,33(4):17-19.

### Analysis of Integrated Farming and Breeding Mode in Paddy Field and it's Efficiency

YAN Guizhu<sup>1</sup>, SUN Fei<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Agricultural Commission of Jiangyan District, Taizhou, Jiangsu 2255192, China; <sup>2</sup> Hantu Family Farm of Shengao Town, Taizhou, Jiangsu 225528, China; 1st author: 3085076@qq.com)

**Abstract:** The test and demonstration results showed that, the integrated planting and breeding technical mode achieve high benefit by high rice price and aquaculture income, on the basis of the current level of rice per unit area yield. The rice-duck integrated farming, rice-fish integrated farming and rice-lobster integrated farming are the three main integrated planting and breeding technical models in Taizhou City. Compared with conventional rice cultivation, the comprehensive economic benefits of rice-duck integrated farming, rice-fish integrated farming and rice-lobster integrated farming modes were increased by 61.7%, 215.2% and 255.5%, respectively. But, because integrated planting and breeding technical mode in paddy field increased the production cost and the risk. It is suggested that different areas should choose the suitable mode according to local production conditions and natural conditions.

**Key word:** paddy field; integrated farming and breeding technical mode; efficiency; rice

(上接第82页)

### Effects of Rice Husk Ash on Dyeing Wastewater

LI Yongliang<sup>1</sup>, LI Jian<sup>1\*</sup>, MEI Goufang<sup>1</sup>, JIA Liming<sup>2</sup>, YU Tingting<sup>3</sup>, QIU Yang<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Jiamusi Environmental Monitoring Station, Jiamusi, Heilongjiang 154004, China; <sup>2</sup> Heilongjiang Environmental Monitoring Center, Harbin 150056, China; <sup>3</sup> Chemistry and Chemical Engineering of Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161000, China; 1st author: liyongliang198402@163.com;

\*Corresponding author: ylli1984@163.com)

**Abstract:** In order to study the effects of rice husk ash on dyeing wastewater, the removal efficiency of rice husk ash in dyeing wastewater at different dosage, different pH, different oscillation adsorption time were tested; and in the preferred test conditions, the removal efficiency of pollutants in wastewater and pollutant emissions standards were discussed. The results showed that COD removal efficiency was 90.2%, SS removal efficiency was 89.4%, and color removal efficiency was 99.3% when rice husk ash dosage of 80 g/L, which didn't change the pH of the wastewater, adsorption time of oscillation was 20 min. Rice husk ash has good effects on dyeing wastewater.

**Key words:** rice husk ash; dyeing wastewater; dosage; pH; adsorption oscillation time; removal efficiency