

废弃茶叶渣对铅离子的吸附研究

敖晓奎¹, 罗琳², 关欣², 向红霞², 齐选民¹

(1. 湖南农业大学生物科学技术学院, 湖南长沙 410128; 2. 湖南农业大学资源环境学院, 湖南长沙 410128)

摘要: 采用普通室内吸附实验方法, 考察了铅离子原始浓度、加入茶渣量、废水的温度、pH 及浸泡时间等对吸附的影响, 在研究废水的 pH、温度和浸泡时间这 3 种影响因素时, 采用了正交实验法, 得出茶叶渣对铅离子最佳的吸附条件。结果表明, 当废水的 pH 为 2、温度为 60 °C、浸泡时间为 3 h 时, 茶叶渣对铅离子的吸附最佳。且废水的 pH 对吸附效果的影响最大, 浸泡时间次之, 温度的影响最小。

关键词: 茶渣; 铅离子; 吸附

中图分类号: X799.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2008)01-0372-03

Adsorption of Lead Ion by Waste Tea

AO Xiao-kui¹, LUO Lin², GUAN Xin², XIANG Hong-xia², QI Xuan-min¹

(1. College of Bio-technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2. College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract: The treatment of wastewater containing middle or low concentration of heavy metal ions is a troublesome environment problem. The experiment showed that the waste tea had fine adsorption effects on 30 mg·L⁻¹ and 50 mg·L⁻¹ lead ion, and the adsorption rate could reach 81%. Five factors influencing adsorption effects of waste tea were studied, including the initial concentration of lead ion, quantity of the waste tea, pH, the temperature and the soaking time, and for the last three factors by using orthogonal experiment. The results indicated that the optimum condition was pH 2, the temperature 60 °C and soaking time 3 h. The pH of the waste water was the most important influencing factor, the second one was the soaking time, and the last was the temperature of the wastewater. The reaction process may occur as chemical adsorption as adsorption effects varied with different temperatures and pH, but could not ascertain the existence of physical adsorption.

Keywords: waste tea; lead ion; adsorption

茶叶渣是冲泡后的茶叶渣滓。经调查,长沙市每天产生的茶叶渣量达 0.1 t。茶叶是一种具有网状结构、多孔、表面积很大的吸附剂^[1]。茶叶和茶汤中所含元素种类多,化合物有 500 多种^[2],有机物含量极其丰富,还含有多种多样的含氧、氮、磷和硫的活性基团^[3]。有文献报道,20 多种金属离子可与茶汤组分发生配合或还原配合反应^[4]。

杨中等^[5]于 1994 年研究了云南凤庆绿茶自溶液中对 Ag⁺ 的吸附特性,之后又研究了市售绿茶自水溶液中对 Au(III) 离子的吸附和解吸性质^[1]。结果表

明,茶叶对这两种重金属离子均有良好的吸附效果。李明静等^[6]通过实验得出结论,信阳废次茶叶原茶与茶残渣对金属都有很强的吸附性能,茶残渣优于原茶,且具有吸附速度快、吸附率高、温度影响小等特点。但之前没有关于茶叶吸附铅离子的报道。本文研究了废弃茶叶渣对废水中铅离子的吸附,这对废弃茶渣的再利用及对废水中重金属离子的治理都具有积极的意义,而且有一定的学术和实际应用价值。

1 材料与方法

1.1 茶样的制备

将市售绿茶浸泡 2 次:第一次用 90 °C 自来水浸泡,浸泡时间为 12 h;后将茶汤滤去,再加蒸馏水浸泡 12 h。浸泡完后过滤,将滤后的茶叶在烘箱中烘干,取出,用手轻微搓碎烘干,备用。

收稿日期:2007-03-27

基金项目:湖南农业大学人才引进科学基金(690503)

作者简介:敖晓奎(1982—),男,江西新余人,硕士研究生,主要从事固体废物废弃物处理与资源化研究。

E-mail: aokui131@163.com

通讯作者:罗琳 E-mail: luolinwei0@163.com.

1.2 试剂及仪器

试剂:分析纯试剂硝酸铅、硝酸、氢氧化钠;蒸馏水。

仪器:瓦里安(美国)AA240FS原子吸收光谱仪、分析天平、烘箱、恒温振荡器、pH计等。

铅标准溶液:5.000 g·L⁻¹。

1.3 实验方法

取50 mL配制好的废水溶液置于烧杯中,加入茶渣在选择的条件下浸泡,即为吸附实验。吸附实验结束后将茶叶渣过滤,用瓦里安(美国)AA240FS原子吸收光谱仪测定滤液中的铅离子浓度(经稀释),即可算得其吸附率。实验将在不同条件下进行。本研究考察影响吸附效果的因素有:废水中铅的初始浓度、茶渣量、pH、吸附温度、吸附时间。

在探讨铅离子的初始浓度和加入的茶渣量对吸附率的影响时,配制5.0、10.0、15.0、20.0、30.0、50.0 mg·L⁻¹ 6种不同浓度的铅离子废水,分别在其中加入0.1、0.3、0.5、0.7、1.0 g 5种不同的茶叶渣量进行吸附实验。

2 结果与讨论

2.1 铅离子的初始浓度和茶渣量对吸附率的影响

进行此步实验时,其他的条件为:pH为4、温度20℃、浸泡时间为5 h。吸附率如图1。可以看出,废弃茶叶渣对铅离子有较好的吸附效果;在同浓度的情况下,所加的茶渣量越大,其吸附率也呈现递增趋势。当浓度大于15 mg·L⁻¹时递增效果不甚明显;在加入的茶渣量相同时,吸附率随着铅离子初始浓度的增大而增大,尤其在铅离子浓度为30 mg·L⁻¹和50 mg·L⁻¹时,废弃茶叶渣对铅离子有良好的吸附效果,吸附率

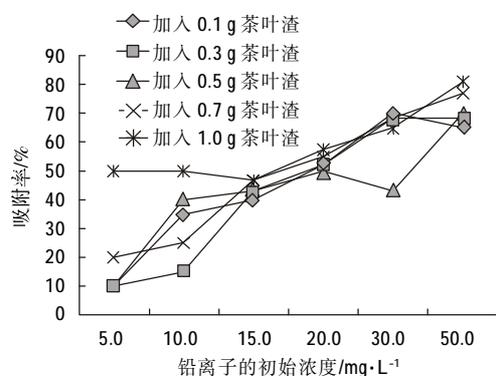


图1 铅离子浓度和加入茶渣量对吸附率的影响

Figure 1 Effects of the initial concentration of lead ion and quantity of waste tea on adsorption rate

一般为60%以上,最好的甚至可达81%。

2.2 pH、温度和浸泡时间的正交实验

在研究废水的pH、温度和浸泡时间3种影响因素时采用正交实验法,选取3水平、3因素,实验因素水平表见表1,正交实验设计及实验结果见表2。实验时铅离子的初始浓度和所加的茶叶量分别为:50 mg·L⁻¹和1.0 g。

表1 正交实验因素水平表

水平	A: pH	B: 温度/℃	C: 浸泡时间/h
1	2	20	1
2	6	40	3
3	10	60	7

表2 正交实验设计及实验结果

水平	A:pH	B:温度/℃	C:浸泡时间/h	吸附率/%
1	1	1	1	49.8
2	1	2	2	77.3
3	1	3	3	71.6
4	2	1	2	59.4
5	2	2	3	57.6
6	2	3	1	58.2
7	3	1	3	13.9
8	3	2	1	15.8
9	3	3	2	25.1
K_1	198.7	123.1	123.8	
K_2	175.2	150.7	161.8	
K_3	54.8	154.9	143.1	
$K_1=K_1/3$	66.2	41	41.3	
$K_2=K_2/3$	58.4	50.2	53.9	
$K_3=K_3/3$	18.3	51.6	47.7	
R	47.9	10.6	12.6	
因素影响次序	1	3	2	

实验结果表明,3种因素对吸附效果均有影响,但影响程度不同。根据极差可以看出各种因素的影响程度从大到小的顺序为:废水的pH、浸泡时间和废水温度。最终优选条件为A₁B₃C₂,即:废水的pH为2,废水的温度为60℃,浸泡时间为3 h。

图2~图4分别为以上3种因素对茶叶渣吸附率的影响关系。从图2可以看出,茶叶渣对铅离子的吸附率随着废水的pH的增加而减少,且在碱性条件下吸附率迅速下降,说明在酸性条件下有利于茶叶渣对铅离子的吸附。

茶叶渣对铅离子的吸附不仅跟废水的pH有关,而且也与废水的温度有关。从图3可以看出,吸附率

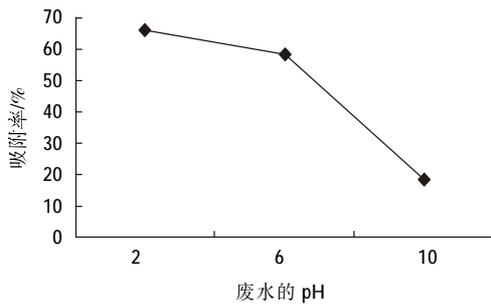


图 2 废水的 pH 对吸附率的影响

Figure 2 Effects of pH of waste water on adsorption rate

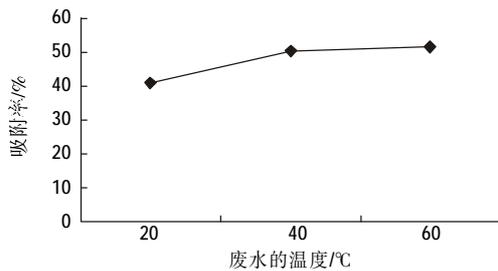


图 3 废水的温度对吸附率的影响

Figure 3 Effects of the temperature of waste water on adsorption rate

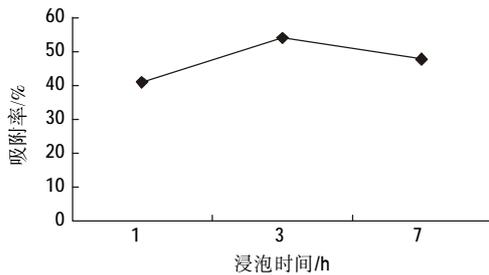


图 4 浸泡时间对吸附率的影响

Figure 4 Effects of the soaking time on adsorption rate

随着温度的升高而增加,但增加的速度较缓慢,且在 40 °C 以后的递增速度比在 20 °C 时要更缓慢。

图 4 是浸泡时间对吸附率的影响关系。结果表明,茶叶渣对铅离子的吸附有个最佳浸泡时间,本实验中浸泡 3 h 时有最大的吸附率,也即此时达到吸附饱和状态。

3 讨论

(1)废弃茶叶渣对浓度为 30 mg·L⁻¹ 和 50 mg·L⁻¹ 的铅离子废水有着良好的吸附效果。

(2)通过设计正交实验,并进行极差分析表明,废水的 pH 对茶叶吸附率的影响最大,浸泡时间次之,废水温度的影响最小;且废水在 pH 为 2,温度为 60 °C,浸泡时间为 3 h 时茶叶对铅有最好的吸附效果。

(3)废弃茶叶对废水中铅离子的吸附率与废水的温度和 pH 有关,体现出明显的化学吸附特性;茶叶具有多孔、表面积大的特点,故可能同时存在物理吸附。吸附机理复杂,尚需进一步的研究。

参考文献:

- [1] 杨中民,杨春芬,王光灿,等.市售绿茶自溶液中对 Au(Ⅲ)的吸附和解吸附[J].离子交换与吸附,1998,4(5):440.
- [2] 杜继煜,白 岚,白宝璋.茶叶的主要化学成分[J].农业与技术,2003,23(1):53-55.
- [3] 王泽农.茶叶生化原理[M].北京:北京农业出版社,1981.
- [4] 杨中民,杨春芬,木冠南.云南凤庆绿茶自溶液中对 Ag⁺的吸附[J].应用化学,1994,11(1):80.
- [5] 李明静,陈映霞,等.信阳废次茶残渣对 Au(Ⅲ)的吸附研究[J].化学研究,2000,11(2):40-42.