

广西红壤去除水中阳离子染料的研究

田玉红

(广西工学院轻工化工系, 广西 柳州 545006)

摘要:以广西红壤为吸附剂,研究了其对阳离子染料的吸附性能。结果表明,广西红壤对所研究的 5 种阳离子染料均有较强的吸附能力,吸附速度快,吸附量不随 pH 的变化而变化,吸附规律符合 Langmuir 等温吸附方程和 Freundlich 等温吸附方程。

关键词:红壤; 吸附; 阳离子染料

中图分类号: X144 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000 – 0267(2002)04 – 0340 – 03

Decolorization of Cationic Dyestuffs in Wastewater by Red – Soil in Guangxi

TIAN Yu-hong

(Department of Light and Textile Industry, Guangxi Institute of Technology, Liuzhou 545006, China)

Abstract: Adsorption of cationic dyestuffs in wastewater by red soil in Guangxi has been studied. The results showed that the red soil in Guangxi possesses strong adsorbing properties to cationic dyestuff. The speed of adsorption was rapidly. Changing of pH did no exhibit any effects on the adsorption for cationic dyestuff. The adsorption isotherms were in accordance with Langmuir and Freundlich equations.

Keywords: red soil;adsorption cationic dyestuffs

印染废水为浓度高(COD 为 10^3 — 10^5 mg · L⁻¹)、色度深(500—500 000 倍)、高臭味的难处理废水^[1,2],其中含有多多种有害物质。印染废水若直接排入江河中,会造成水中缺氧,使鱼、虾等水产品难以生存而死亡,从而使水质变坏。部分有毒有害的污染物在动植物体内积累起来,毒性比原水中浓度增加几百倍甚至几千倍,至于染料中的致癌物质和染料色泽对人类影响更大,必须经过处理才能排入江河。目前工业上常用的方法有絮凝沉淀(气浮)、电解、氧化、吸附、生物降解等方法。吸附法是染料废水脱色的有效的方法之一,开发高效便宜的吸附剂应是吸附法当前的研究方向^[3-6]。红壤是一种粘性土壤,广泛存在于我国南方特别是广西,具有较强的吸附能力^[7,8]。本文研究了广西红壤对几种阳离子染料的吸附脱色规律。

1 实验部分

1.1 样品的采集与处理

收稿日期: 2001 – 09 – 13

基金项目:广西工学院青年科学研究基金资助

作者简介:田玉红(1969—),女,汉族,河北秦皇岛人,广西工学院讲师,硕士。

土壤样品于 2000 年 2 月在广西横县良圻镇红花村采集,样品经自然风干,过 160 目筛备用。

1.2 模拟废水

用阳离子蓝 X – GRRL、阳离子红 X – GRL、阳离子黄 X – 5GL、碱性紫 5BN、碱性绿 4B 5 种染料分别配制成 5 种模拟染料废水,其浓度均为 40 mg · L⁻¹。

1.3 红壤对染料的吸附性能研究

1.3.1 吸附等温线^[9]

准确称取一定量的沉积物样品置于 100 mL 具塞三角瓶中,调节体系的 pH 值,各加入不同量的染料溶液,使染料的浓度系列地和均匀地分布在某一范围。将三角瓶置于 30 ℃ 恒温水浴中振荡 1 h,离心,测定上层清液中染料的浓度和 pH 值,计算吸附量并绘出吸附等温线。

1.3.2 吸附动力学曲线^[9]

按 1.3.1 的操作方法,30 ℃ 下分别振荡 5 min、10 min、15 min、20 min、25 min、55 min、85 min、115 min、145 min 和 175 min,离心,测定上层清液中染料的浓度和 pH 值,计算吸附百分率。

1.3.3 吸附百分率—pH 曲线^[9]

按 1.3.1 的操作方法,在不同 pH 值的染料溶液

中,分别加入一定量的土壤样品,振荡 1h,离心,测定上层清液中染料的浓度和 pH 值,计算吸附百分率。

2 结果与讨论

2.1 吸附动力学研究

图 1 为红壤对 5 种阳离子染料的吸附动力学曲线。由图 1 可见,在室温下,红壤对 5 种染料均具有较快的吸附速度,10 min 时其吸附率已高达 90%,30 min 后即达到吸附平衡,平衡时的吸附率均在 95% 以上。

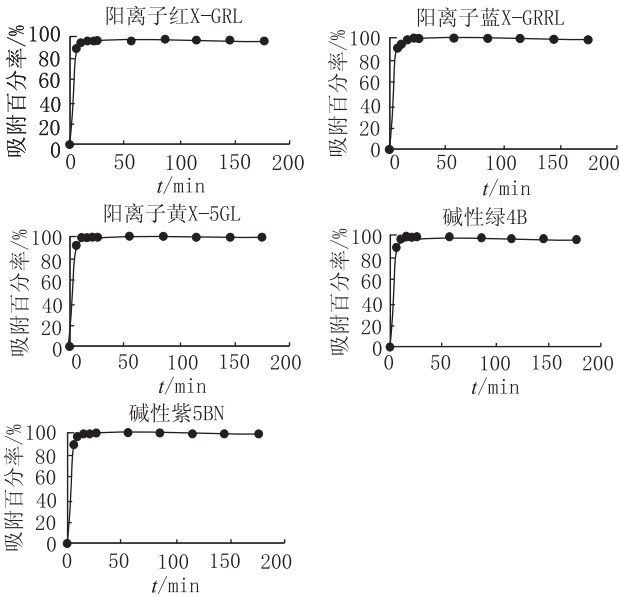


图 1 广西红壤对阳离子染料的吸附动力学曲线
Figure 1 Kinetic curves of adsorption of cationic dyestuffs by red soil in Guangxi

2.2 pH 值对红壤吸附性能的影响

图 2 为红壤在 pH 为 3—8 的范围内对 5 种阳离子染料的吸附百分率 - pH 曲线。由图 2 可以看出红壤对 5 种染料的吸附性能并不随染料溶液 pH 值的变化而改变,用红壤处理阳离子染料废水在较宽的 pH 范围内,吸附率均达到 95% 以上。

2.3 红壤的吸附等温线研究

图 3 为控制条件为 $T=30^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=7.0\pm0.1$ 的条件下,红壤对 5 种阳离子染料的吸附等温线。由图 3 可以看出在实验浓度范围内,红壤对 5 种阳离子染料的吸附量均随着溶液中染料浓度的升高而增大。同一平衡浓度下,红壤对 5 种染料的吸附量不相同,对阳离子红的吸附量要高于其他染料,说明红壤对 5 种染料的吸附能力不同^[9],对阳离子红的吸附能力要强于其他 4 种染料。

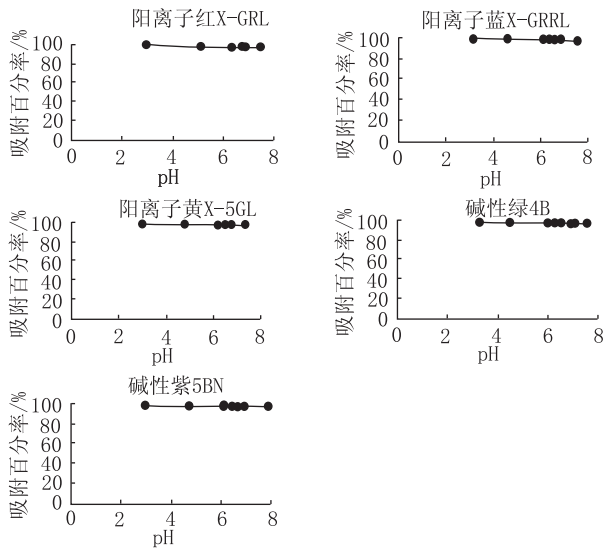


图 2 广西红壤对阳离子染料的吸附百分率 - pH 曲线
Figure 2 Exchange adsorption ratio(%) - pH curves of cationic dyestuffs by red soil in Guangxi

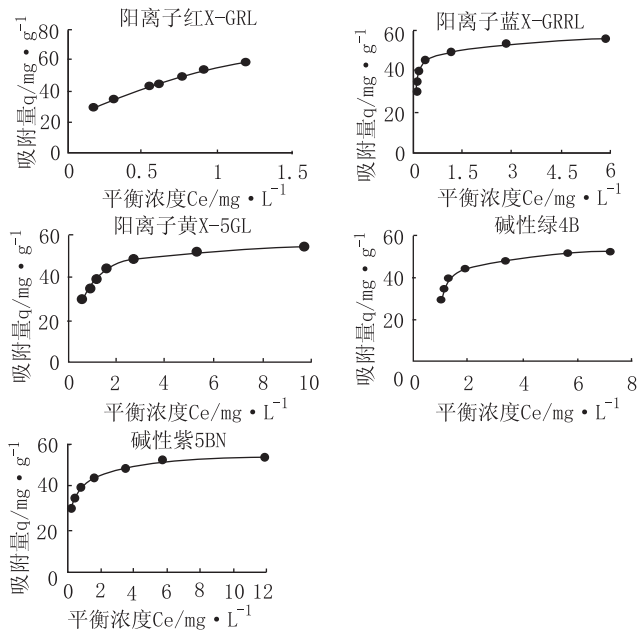


图 3 广西红壤对阳离子染料的吸附等温线
Figure 3 Exchange adsorption isotherms of cationic dyestuffs by red soil in Guangxi

2.3.1 吸附规律的 Langmuir 模式拟合

Langmuir 等温方程的线性形式为^[10]:
$$Ce/q = 1/(q^0b) + Ce/q^0$$

式中: Ce 为吸附平衡时溶液中染料的浓度, $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; q 为平衡吸附量, $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$; q^0 为饱和吸附量, $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$; b 为常数。

由表 1 可见 Ce/q 与 Ce 的线性相关性很好, 吸附规律符合 Langmuir 模式。

表 1 Langmuir 等温方程线性拟合结果					
Table 1 Langmuir adsorption isotherm parameters of cationic dyestuffs by red soil in Guangxi					
染料	Langmuir 等温方程	相关系数	q^0	b	
阳离子红 X - GRL	$C_e/q = 0.0047 + 0.0134C_e$	0.9873	74.63	2.851	
阳离子蓝 X - GRRL	$C_e/q = 0.0022 + 0.0173C_e$	0.9994	57.80	7.864	
阳离子黄 X - 5GL	$C_e/q = 0.0098 + 0.0171C_e$	0.9991	58.48	1.745	
碱性绿 4B	$C_e/q = 0.0137 + 0.0160C_e$	0.9978	59.52	1.226	
碱性紫 5BN	$C_e/q = 0.0061 + 0.0180C_e$	0.9989	55.56	2.951	

2.3.2 吸附规律的 Freundlich 模式拟合

Freundlich 吸附模式的经验公式为^[10]:

$$q = kC_e^n$$

其线性形式为:

$$\lg q = \lg k + n \lg C_e$$

式中: C_e 为吸附平衡时溶液中染料的浓度, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, q 为平衡吸附量, $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; k 和 n 为吸附特征常数。

由表 2 可知, $\lg q$ 与 $\lg C_e$ 的线性相关性也较好, 证明吸附规律也符合 Freundlich 模式。

表 2 Freundlich 等温方程线性拟合结果					
Table 2 Freundlich adsorption isotherm parameters of cationic dyestuffs by red soil in Guangxi					
染料	Freundican 等温方程	相关系数	$\lg k$	n	
阳离子红 X - GRL	$\lg q = 1.739 + 0.3740 \lg C_e$	0.9941	1.739	0.3740	
阳离子蓝 X - GRRL	$\lg q = 1.670 + 0.1427 \lg C_e$	0.9362	1.670	0.1427	
阳离子黄 - 5GL	$\lg q = 1.562 + 0.2159 \lg C_e$	0.9487	1.562	0.2159	
碱性绿 4B	$\lg q = 1.527 + 0.2597 \lg C_e$	0.9242	1.527	0.2597	
碱性紫 5BN	$\lg q = 1.592 + 0.1588 \lg C_e$	0.9706	1.592	0.1588	

3 结论

(1)广西红壤对 5 种阳离子染料具有良好的吸附



(上接第 330 页)

成 SO_3^- 和 Cl^- 毒性差异的主要原因。

总之, 通过对 SO_3^- 和 Cl^- 毒性差异的分析发现, 亚硫酸盐对小麦幼苗的伤害不仅表现在盐的渗透胁迫方面, 还与亚硫酸根的特性有关。所以, 研究 SO_3^- 或酸雨的主要成分 SO_2 对植物伤害机理时, 不能仅将其当作酸性物质或普通盐类来处理。只有彻底了解植物受 SO_3^- 伤害及其抗性的机理, 才能有利于治理 SO_2 造成的环境污染, 保护生态环境和提高作物的产量和质量。

参考文献:

[1] 郝兴国. 我国酸雨区已占国土面积的 40% [N]. 中国环境报, 1997 - 03 - 18(1).

性能, 吸附过程具有较快的动力学速度, 在实验浓度范围内吸附规律符合 Langmuir 等温吸附方程和 Freundlich 等温吸附方程。

(2) 广西红壤对 5 种染料的吸附能力不随 pH 的变化而变化。

(3) 广西红壤对 5 种染料的吸附能力不同, 对阳离子红的吸附能力要强于其他四种染料。

参考文献:

[1] 张林生, 蒋岚岚. 染料废水的脱色方法[J]. 化工环保, 2000, 20(1): 14 - 18.
[2] 张济帮. 印染废水治理和绿色加工(一)[J]. 印染, 1999, (7): 44 - 48.
[3] 陈润铭, 招琳樱, 朱锡海. 水溶性磺化聚乙烯在阳离子废水处理中的应用[J]. 环境化学, 1999, 18(5): 471 - 475.
[4] 裘祖楠, 翁行尚, 李 勇. 活化凹凸棒石对阳离子染料的脱色作用及其应用研究[J]. 中国环境科学, 1997, 13(4): 373 - 376.
[5] 王 萍. 印染废水处理方法的研究进展[J]. 化工环保, 1999, 17(5): 273 - 276.
[6] 陈怡译. 用水泥炉灰去除水溶液中的阴离子染料[J]. 染整, 1999, 4: 25 - 27.
[7] Yujun Yin, Herbert E Allen, C P Huang. Kinetics of mercury(II) adsorption and desorption on soil[J]. Environ Sci Technol, 1997, 31: 496 - 503.
[8] 邵孝侯, 胡霁堂, 秦怀英. 镉在土壤上的吸持和解吸特性研究[J]. 环境化学, 1991, 19(1): 76 - 80.
[9] Zhang Zhengbin (Editor in Chief). Estuarine and marine chemistry of Huanghe Estuary[M]. Beijing: China Ocean Press. 1993, 21 - 54.
[10] 陈勇生, 闫 姝, 孙启俊, 等. 酚类化合物的生物吸附特征与其结构关系[J]. 中国环境科学, 1998, 18(3): 248 - 251.

[2] Giannoolitis. Superoxide dismutase purification and quantitative relationship with water - soluble protein in seeding. 1977, 59: 315 - 318.
[3] LI BL(李柏林), MEI HS(梅慧生). Relationship between oat leaf senescence and activated oxygen metabolism[J]. Acta Phytophysiologica Sinica(植物生理学报), 1989, 15(1): 6 - 12.
[4] Zhang Zh - I(张志良)主编. 植物生理学实验指导(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1994. 259 - 260. Laboratory guide of plant physiology. Beijing Higher Education press.
[5] Li Y(李元), Wang H - X(王焕校), Wu Y - sh(吴玉树). Effects of cadmium and iron on the some physiological indicators in leaves of tobacco[J]. Acta Ecol Sin, 1992, 12(2), 147 - 154.
[6] Amako K, Chen GX, Asada K. Separate assays specific for ascorbate peroxidase and glutamical peroxidase and for the chloroplastic cytosolic isozyme of ascorbate peroxidase in plants[J]. Plant Cell Physiol, 1994, 35: 497 - 504.