

活性翠蓝生物降解性能的试验研究

付莉燕, 文湘华, 徐丽婕, 钱易 (清华大学环境科学与工程系环境模拟与污染控制国家重点实验室, 北京 100084, E-mail: xhwen@tsinghua.edu.cn)

摘要:通过试验比较了厌氧、好氧条件下活性污泥对活性翠蓝的生物降解机理、降解能力及受葡萄糖浓度影响的情况。结果表明厌氧菌不能单独降解活性翠蓝, 只能通过共代谢作用降解活性翠蓝; 而好氧菌既可以单独降解活性翠蓝 (以活性翠蓝为唯一碳源时, 20 mg/L 活性翠蓝的 24h 好氧降解率为 37.4%), 也可以通过共代谢作用降解活性翠蓝。葡萄糖浓度的升高对提高活性翠蓝的厌氧、好氧生物降解率均有利, 当葡萄糖浓度为 1200 mg/L 时, 20 mg/L 活性翠蓝的 24h 厌氧、好氧降解率分别达到 81.5%、73.6%。活性翠蓝浓度对厌氧菌、好氧菌的生物降解能力也有影响。当葡萄糖浓度分别为 800 mg/L、1200 mg/L, 活性翠蓝浓度为 20~100 mg/L 的厌氧降解率比好氧降解率高 4.9%~27.2%, 说明厌氧菌对活性翠蓝的降解能力比好氧菌更强。

关键词:活性翠蓝; 厌氧生物降解; 好氧生物降解; 共代谢作用

中图分类号: X788 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2001)04-04-0100

Biodegradation of Reactive Turquoise Blue

Fu Liyan, Wen Xianghua, Xu Lijie, Qian Yi (ESPC State Key Joint Laboratory, Dept. of Environ. Sci. and Eng., Tsinghua University, Beijing 100084, China E-mail: xhwen@tsinghua.edu.cn)

Abstract: In this study, the anaerobic degradation and the aerobic degradation of a kind of reactive dye — Reactive Turquoise Blue (RTB) were compared. The results proved that anaerobic sludge could only decompose RTB in the presence of glucose while aerobic sludge decomposed RTB with or without the presence of glucose (RTB of 20 mg/L was reduced by 37.4% through 24 hours' aerobic treatment with RTB as sole carbon source). The enhancement of glucose concentration was beneficial for both anaerobic and aerobic degradation of RTB: the anaerobic and the aerobic removal efficiencies were respectively 81.5% and 73.6% with RTB of 20 mg/L and glucose of 1200 mg/L. In the influent RTB concentration also had influence on the activity of anaerobic and aerobic microorganisms. When glucose concentration was 800 mg/L or 1200 mg/L and RTB concentration was 20 mg/L to 100 mg/L, anaerobic removal efficiency of RTB was higher than aerobic removal efficiency by 4.9%~27.2%, which meant that anaerobic bacteria is more powerful than aerobic bacteria in terms of RTB removal.

Key words: Reactive Turquoise Blue; anaerobic biodegradation; aerobic biodegradation

活性翠蓝 (Reactive Turquoise Blue, RTB) 是一种金属络合型活性染料。目前, 对这类染料的生物降解性能等方面还缺乏系统的研究。

本文通过试验分别研究了厌氧、好氧条件下 RTB 的生物降解历程及葡萄糖浓度、RTB 浓度对活性污泥降解 RTB 能力的影响, 并在此基础上比较了厌氧、好氧活性污泥对 RTB 降解能力的差别, 目的是为最终找到处理含 RTB 废水的适宜方法奠定基础。

反应器: 采用 500 ml 锥形瓶作为生物降解历程试验的反应器; 用 300 ml 锥形瓶作为葡萄糖浓度及 RTB 浓度对 RTB 降解率影响试验的反应器。

恒温培养箱: 30℃, 供厌氧试验使用。

恒温振荡培养箱: 30℃, 振荡速度 160 r/min, 供好氧试验使用。

紫外-可见分光光度计: SHIMADZU UV-1200 V 分光光度计。

1 试验准备

1.1 试验装置

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (59878025)

作者简介: 付莉燕 (1973~), 女, 哈尔滨人, 博士研究生, 主要从事生物方法处理含染料废水的研究。

收稿日期: 2000-10-10

1.2 进水组成

进水中的各种成分如表 1 所示.

表 1 试验进水组成/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
Table 1 Influent component

成分	$\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{MnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	NaHCO_3	KH_2PO_4	FeSO_4	尿素	葡萄糖	RTB
浓度	59.3	5.7	5.7	100	47.5	0.3	40	适量	适量

1.3 测试项目与方法

用紫外-可见分光光度计测定水样的吸光度.通过紫外-可见光扫描图,发现 RTB 在波长为 623nm 处有特征吸收峰.配制 RTB 标准溶液系列,在 $\lambda=623\text{nm}$ 处依次测定吸光度,然后以 RTB 浓度为横坐标,以吸光度为纵坐标作图,得到一条直线,作为标准曲线.

本试验通过测定水样的吸光度值,先由标准曲线转换成 RTB 浓度,然后计算 RTB 去除率,作为衡量处理效果的指标.

2 试验内容与方法

2.1 厌氧、好氧条件下 RTB 生物降解历程的比较

试验分别在厌氧、好氧条件下进行,其中,厌氧试验静置进行,好氧试验在摇床中进行,其它试验条件相同.

反应混合液的总体积为 200ml ,接种污泥采用已经驯化成熟的活性污泥,浓度为 4g/L .

在试验开始时一次性投加 RTB,保证进水中 RTB 浓度为 20mg/L ,试验进行过程中不再投加 RTB.进水中不含葡萄糖.为满足微生物生命活动的需要,初次进水中含有表 1 所示的其它成分,此后,每天投加一次这些成分.

定期取上清液,经 $0.45\mu\text{m}$ 滤膜过滤后测定吸光度,然后根据标准曲线求 RTB 的浓度及降解率.

2.2 葡萄糖浓度、RTB 浓度对 RTB 生物降解效果的影响

为了考察并比较厌氧、好氧条件下葡萄糖浓度、RTB 浓度对 RTB 生物降解效果的影响,将葡萄糖浓度、RTB 浓度分别取 4 个水平做全面试验,试验条件如表 2 所示.

反应混合液的总体积为 120ml ,接种污泥

表 2 葡萄糖浓度、RTB 浓度对 RTB 生物降解效果影响的试验条件 / $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$

Table 2 Effective factors of concentration of both glucose and RTB on biodegradation efficiency of RTB					
序号		1	2	3	4
葡萄糖浓度	厌氧条件	500	800	1200	1500
	好氧条件	50	400	800	1200
RTB 浓度		20	50	75	100

采用已经驯化成熟的活性污泥,浓度为 4g/L .
反应周期为 24h :瞬时进水 40ml → 反应 20h → 静置沉淀 2h → 分离上清液,取样 40ml ,测定吸光度.

3 试验结果及分析

3.1 厌氧、好氧条件下 RTB 生物降解历程的比较

试验共进行 10d ,试验结果如图 1 所示.

图 1 表明以 RTB 为单一碳源时,在厌氧条件下,活性污泥对 RTB 的降解能力很差,试验过程中 RTB 浓度先下降后上升是活性污泥对 RTB 发生吸附、解吸作用的结果;在好氧条件下,活性污泥可以降解 RTB,当 RTB 浓度为 20mg/L 时, 24h 可以降解 37.4% ,达到 80% 降解率需要 9.5d .

3.2 葡萄糖浓度、RTB 浓度对生物降解效果的影响

(1) 葡萄糖浓度对 RTB 降解率的影响
厌氧和好氧条件下,葡萄糖浓度对 RTB 降解率的影响见图 2、图 3.图 2 ~ 图 3 表明,厌氧、好氧条件下,当 RTB 浓度相同时,葡萄糖浓度升高有利于提高 RTB 生物降解率.

结合 3.1 中的结论,说明当 RTB 与葡萄糖共存时,厌氧菌、好氧菌能够对葡萄糖与 RTB

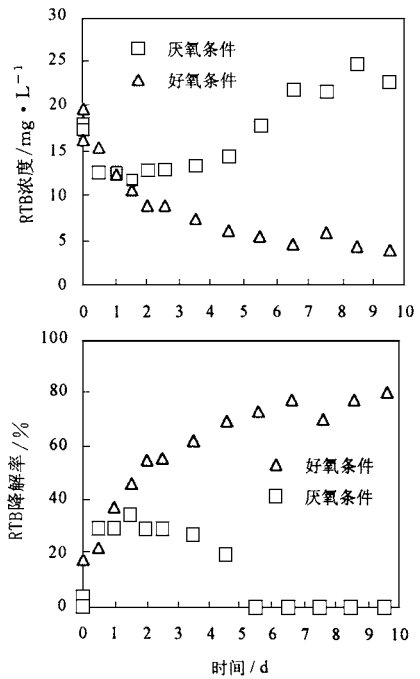


图 1 厌氧 好氧条件下 RTB 生物降解历程的对比
Fig.1 Biodegradation processes of RTB at conditions of both anaerobic and aerobic

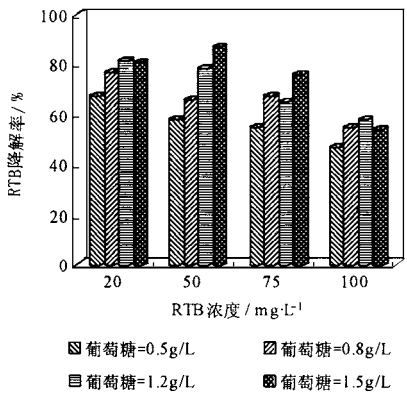


图 2 厌氧条件下葡萄糖浓度对 RTB 降解率的影响
Fig.2 Effect of glucose concentration on RTB degradation efficiency at anaerobic condition

产生共代谢作用,葡萄糖浓度增高有利于共代谢作用的进行.另外,在没有共代谢作用时,厌氧活性污泥几乎不能降解 RTB,而好氧活性污泥可以降解 RTB,只是降解率不高,这一现象可以解释为好氧活性污泥中存在着能够以 RTB 为碳源的菌种,但是当以 RTB 为唯一碳

源时,其活性较差;葡萄糖属于易降解有机物,当进水中葡萄糖含量充足时,好氧菌表现出良好的活性,因此对 RTB 的降解效率也大大提高.

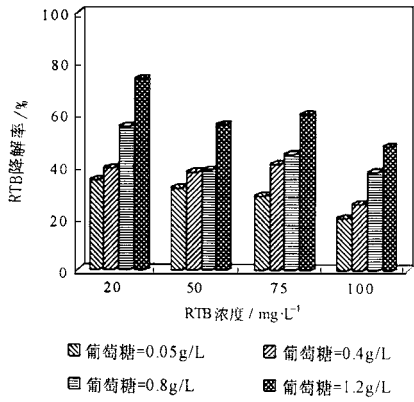


图 3 好氧条件下葡萄糖浓度对 RTB 降解率的影响
Fig.3 Effect of glucose concentration on RTB degradation efficiency at aerobic condition

(2) RTB 浓度对活性污泥降解能力的影响
不同条件下,厌氧和好氧活性污泥对 RTB 的比降解量(指单位质量活性污泥降解 RTB 的数量)见图 4.

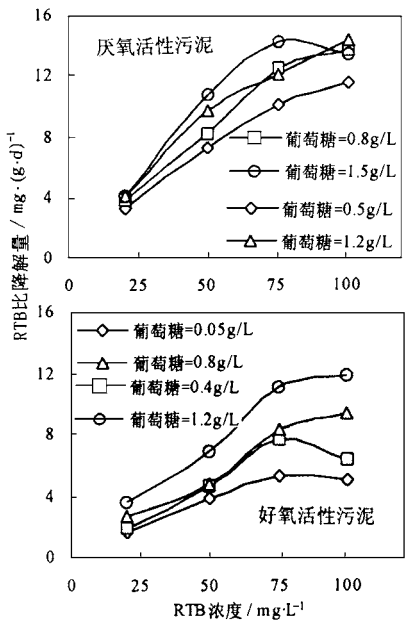


图 4 活性污泥对 RTB 的降解能力
Fig.4 Capacity of activated sludge degrading RTB

图 4 表明葡萄糖浓度相同时,厌氧活性污泥对 RTB 的比降解量随着 RTB 浓度的升高而升高,这说明在本试验所选择的 RTB 浓度范围(20~100 mg/L)内,RTB 未对厌氧菌的活性产生抑制作用.葡萄糖浓度较低(≤ 0.4 g/L)时,好氧活性污泥对 RTB 的比降解量,随着 RTB 浓度升高,先升高后降低,在 RTB = 75 mg/L 时,达到最高点,说明这时好氧活性污泥对 RTB 的降解能力最强;葡萄糖浓度较高(≥ 0.8 g/L)时,好氧活性污泥对 RTB 的比降解量,随着 RTB 浓度升高而升高,在试验选择的浓度范围内(20~100 mg/L),当 RTB = 100 mg/L 时,达到最高点.

图 4 所示的现象可以描述为葡萄糖浓度相同时,好氧菌对 RTB 的降解能力与 RTB 的浓

度有关,在某一浓度处好氧菌的降解能力最强,当高于这一浓度时,好氧菌的降解能力有所下降.另外,随着葡萄糖浓度的提高,这一特定浓度的数值也相应提高.该现象可解释为 RTB 的分子结构比较复杂,其中可能含有对好氧菌生命活动有抑制作用的基团,当 RTB 浓度过高时,将导致好氧菌的降解能力下降;葡萄糖的存在能够增强好氧菌对这种抑制作用的抵抗能力.

(3) 厌氧、好氧试验结果对比 在其它条件相同时,比较厌氧、好氧活性污泥对 RTB 的降解效果,结果如图 5 所示.

图 5 显示当葡萄糖浓度、RTB 浓度均相同时,厌氧活性污泥对 RTB 的降解效率更高,这与文献[1~3]的报道是一致的.

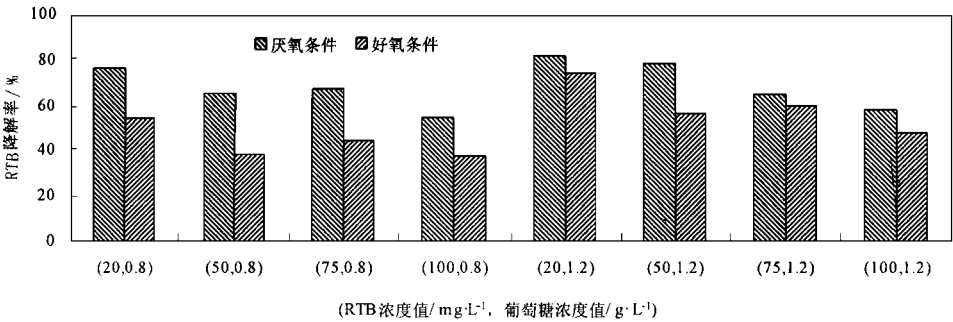


图 5 厌氧、好氧活性污泥脱色效果对比

Fig. 5 De-color efficiency of both anaerobic sludge and aerobic sludge

4 结论

厌氧条件下,活性污泥对 RTB 的降解是通过微生物对葡萄糖及 RTB 的共代谢作用实现的,厌氧菌不能以 RTB 为唯一碳源完成对 RTB 的生物降解过程;RTB 浓度相同时,葡萄糖浓度的增加能够提高厌氧菌对 RTB 的降解效率;在有葡萄糖(0.5~1.5 g/L)存在的情况下,试验所选择的 RTB 浓度(20~100 mg/L)对厌氧菌的生命活动没有表现出抑制作用.

好氧条件下,活性污泥能够以 RTB 为单一碳源完成对 RTB 的生物降解过程,但降解率不高;在 RTB 与葡萄糖共存的情况下,好氧菌对葡萄糖与 RTB 的共代谢作用使降解率显著提

高. RTB 的分子结构中可能含有对好氧菌生命活动有抑制作用的基团,当 RTB 浓度过高时,将导致好氧菌的降解能力下降;葡萄糖浓度的提高能增强好氧菌对这种抑制作用的抵抗能力.

厌氧活性污泥对 RTB 的降解能力比好氧活性污泥更强.

参考文献:

- 顾平等. 厌氧条件下活性黑(KBR)染料脱色的批量投料研究. 环境科学学报, 1999, 19(1): 105~108.
- 安虎仁等. 厌氧条件下染料的生物降解性能与染料废水处理的研究. 化工环保, 1994, 14(4): 200~204.
- 安虎仁等. 染料在好氧条件下的生物降解性能. 环境科学, 1994, 15(6): 16~20.