

# Treatment of DDNP Wastewater by White Rot Fungus

Baojun Jia, Suhong Yuan, Feifei Niu, Jiang Mei Yu

Environmental Engineering Department, Institute of Resources & Environment, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China

Email: jbjqjl@yahoo.com.cn

**Abstract:** White rot fungi has its unique advantages in the degradation of pollutants. The characteristics of DDNP wastewater are its complex composition, dull color, high toxicity. N-limited medium was used, by gradually being acclimated, to obtain the domesticated bacteria that can directly treat the DDNP wastewater under the non-sterile environment. Experiment was conducted to investigate the impact of biological dosage, treatment time, oscillation condition on the removal rate of the COD and color of DDNP wastewater treated by the domesticated bacteria. The results showed that the optimal biological dosage was 8g, the optimal treatment time was 5 days, and under the conditions of the oscillation, COD removal rate reached 73.48%, color removal rate reached 93.75%.

**Keywords:** diazodinitrophenol; white rot fungus; Wastewater Treatment

## 白腐菌处理 DDNP 废水的研究

贾保军, 袁素红, 牛菲菲, 于姜梅

河南理工大学资源环境学院环境工程系, 河南焦作 454000

Email: jbjqjl@yahoo.com.cn

**摘要:** 白腐菌在降解污染物时有其独特的优势。DDNP 废水具有成分复杂, 色度高, 毒性大的特点, 为了解决 DDNP 废水难处理的问题, 本文采用限氮培养基, 通过逐步驯化的方法得到能够在非灭菌环境下直接处理 DDNP 原废水的驯化菌, 同时考察了生物投加量、处理时间、振荡条件等因素对驯化菌用于 DDNP 废水 COD 和色度去除率的影响, 实验结果表明最佳生物投加量为 8g, 最佳处理时间为 5 天, 在振荡条件下 COD 去除率可达到 73.48%, 色度的去除率可达到 93.75%。

**关键字:** 二硝基重氮酚; 白腐菌; 废水处理  
中图分类号: X703.1 文献标识码: A

二硝基重氮酚(4,6-二硝基-2,2-重氮基-1-氧化苯)简称 DDNP, 是工业雷管应用最普遍的起爆药<sup>[1]</sup>, 其废水具有生物难降解化合物多, 成分复杂, 色度高, 毒性大的特点<sup>[2]</sup>。目前, 生物法逐渐成为 DDNP 废水处理的一大趋势。生物法主要是利用微生物的新陈代谢能力, 将废水中的污染物转化和分解, 最常用的有活性污泥法、堆肥转化法、氧化塘法和厌氧生化法等<sup>[3-5]</sup>。但是由于 DDNP 废水中所含的毒性物质多, 微生物很难适应废水环境所以生化处理效果仍不理想, 因此要寻求一种新的更有效、更廉价、更彻底细菌降解 DDNP 废水。

白腐菌是一种丝状真菌, 它种类繁多, 多数属高等担子菌, 主要归属于担子菌亚纲非褶菌目, 白腐菌所分泌的特殊的降解酶系包括木质素过氧化酶、锰过氧化

酶、漆酶, 因此集多种优越性于一身。白腐真菌有别于其他细菌系统, 它在降解污染物时有其独特的优势<sup>[6]</sup>, 对许多有机污染物具有广谱的降解能力<sup>[7-10]</sup>, 已被证实为在废水处理中很有发展前景的微生物。由于 DDNP 废水 COD 浓度较高, 存在白腐菌驯化较难的问题, 所以一般采用先利用微电解等进行预处理, 然后再采用白腐菌方法进行降解, 而本文采用 DDNP 原废水直接驯化白腐菌得到适应高浓度去除率较高的驯化菌, 分析其影响因素, 为实际应用提供理论基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 菌种

贝壳状革耳菌 (Panus conchatus, 菌号 5.154) 由河

本课题由河南理工大学创新基金资助, 编号: 508037

南理工大学生物实验室提供。

### 1.1.2 实验试剂与仪器

重铬酸钾标准溶液；试亚铁灵指示剂；硫酸亚铁铵  $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  溶液；硫酸-硫酸银溶液；硫酸汞；葡萄糖；磷酸二氢钾；酒石酸铵；硫酸镁；琼脂；VB1；土豆等。

pH 计；恒温振荡器；鼓风干燥机；250mL 磨口回流冷凝加热装置；高压灭菌锅；接种针；酒精灯；离心机等。

### 1.1.3 培养基

PDA 培养基 (L-1)：土豆 200g；葡萄糖 20g；磷酸二氢钾 3g；七水合硫酸镁 1.5g；琼脂 12g。

液体限氮培养基 (L-1)：葡萄糖 20g；磷酸二氢钾 3g；七水合硫酸镁 1.5g；酒石酸铵 0.2g；VB12~10mg。

### 1.1.4 实验废水

本实验所用 DDNP 废水来自某民用爆破器材生产厂，外观呈黑红色，pH 为 10~11，其初始 COD<sub>Cr</sub> 为 5385mg/L，初始色度为 24000 倍。

## 1.2 方法

### 1.2.1 菌丝体制备

将在固体培养上培养好的菌体接种到 PDA 液体培养基中，摇瓶装液量为 200ml/500ml，150r/min，28℃ 水浴恒温震荡培养 3 天形成 2~5mm 的菌丝球备用。

### 1.2.2 菌种的驯化

将 DDNP 废水添加到液体培养基中，其浓度不断的增大，观察白腐菌在添加废水的培养基中的生长情况。当菌种适应了一定浓度的废水培养基，再接种至下一 DDNP 废水浓度的液体培养基，逐步进行，直到得到能够适应废水环境的菌种。

### 1.2.3 COD 和色度的测定

COD 的测定方法执行国标 (GB11914—89) 重铬酸钾法。色度用稀释倍数法。

## 2 结果和分析

### 2.1 生物量对 COD 和色度去除的影响

分别取 DDNP 废水 50mL 于五个 100ml 的容量瓶中，室温非灭菌条件下分别加入 2g、4g、6g、8g、10g 白腐菌，在 30℃、100r/min 的恒温振荡器中降解 7 天，离心取其上清液分别测其 COD 和色度。实验结果如图 1 所示。

加入白腐菌后，菌丝球表面迅速吸附废水，废水颜色随着生物量的增加逐渐变浅，由黑红色至深褐色再到褐色，此时的菌丝球颜色同废水颜色一样。从图 1 可以看出，白腐菌对 DDNP 废水 COD 和色度的去除

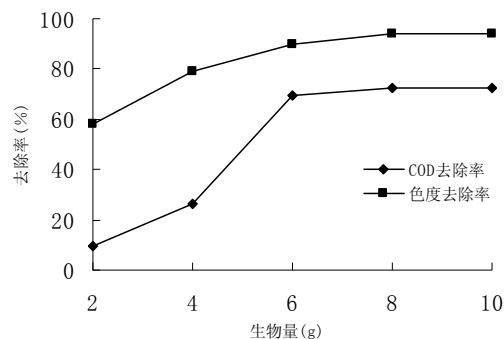


Figure 1 Effect of Biomass on COD and color

图 1 生物量对 COD 和色度去除的影响

率在一定范围内随着生物量的增加而升高，因此白腐菌对炸药废水有效的降解首先必须满足一定的生物量，否则，因为菌体浓度低，生长缓慢，在新的培养基中很难快速适应而影响其生长，从而影响降解效果；其次当达到一定接种量后，再增加接种量对 COD 和色度去除率的增加没有太大影响。因此实验确定最适生物量为 8g，COD 的去除率为 71.4%，色度的去除率为 93.75%，最终废水颜色由黑红色变为淡褐色。

### 2.2 处理时间对 COD 和色度去除的影响

分别称取 8g 白腐菌于 7 个 100ml 的容量瓶内，分别加入 DDNP 废水定容为 50ml，在 30.0℃、100r/min 的恒温振荡器中降解，每天取出其中一瓶，离心取其上清液测其 COD 和色度。实验结果如图 2 所示。

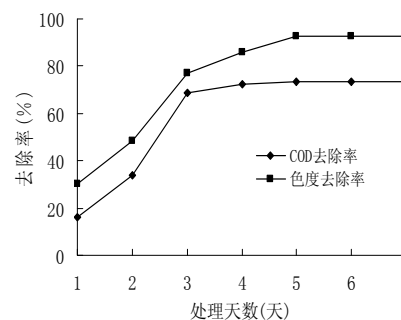


Figure 2 Effect of treatment days on COD and color

图2 处理时间对 COD 和色度去除的影响

当加入 8g 白腐菌后废水颜色立刻由黑红色变成了褐色。从图 2 可知,当生物量相同时,在前五天内白腐菌对 DDNP 废水 COD 的去除率随时间的增加而升高,而剩余两天白腐菌对 COD 的去除并无显著效果。原因是加入白腐菌的前期,营养物质丰富,菌体生长迅速,所以 COD 的去除率增加,随着废水的降解,营养物质减少,新增细胞减少而使整体活力下降,其降解能力下降。得出白腐菌降解炸药废水的最适处理时间是 5 天,此时 COD 的去除率为 73.48%,色度的去除率为 92.80%,废水颜色变成浅褐色。

### 2.3 静止与振荡对 COD 去除的影响

在自然条件下,分别将 8g 已培养好的菌丝球放入 10 个 100ml 的容量瓶中,一半放入恒温振荡器中培养,转速 100r/min,温度 30.0℃;另一半放入生化培养箱中,温度设为 30.0℃,每隔 24h 测其 COD,实验结果如图 3 所示。

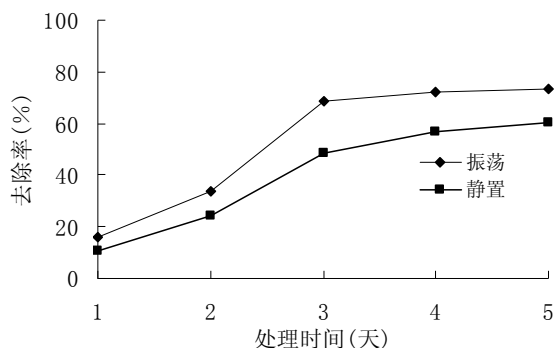


Figure 3 Effect of static and vibration on COD

图3 静止与振荡对 COD 去除的影响

实验中观察发现,静态培养 3 天后,在废水的表面明显形成了网状的菌丝团,而恒温振荡培养则形成了新的菌丝球,其降解能力比较强。由图 3 可知,振荡比静置条件下培养产生较好的 COD 去除率。此结果表明,适当的振荡有利于菌丝球对 DDNP 废水的降解,因此应选择振荡培养降解 DDNP 废水。

## 3 结果与讨论

(1)通过驯化得到了处理 DDNP 原废水的驯化菌。

(2)用驯化菌处理初始 COD 为 5385mg/L,初始色度为 24000 倍的 DDNP 废水,要达到最大去除率的反应条件是生物量为 8g,振荡处理时间为 5 天,COD 的去除率可达到 73.48%,色度的去除率可达到 93.75%,废水的颜色由黑红色变为浅褐色。

## References (参考文献)

- [1] Chen shou cai, Biodegradation of DDNP wastewater obtained from pretreated by micro electrolysis using white rot fungus, Environmental Pollution and Control, 2006,28(2):143-146  
陈寿材.白腐真菌降解经微电解预处理二硝基重氮酚废水的研究,环境污染与防治,2006,28(2):143-146
- [2] Xiao-Min Song, WANG Hui-e, LI Guang science. Iron - Fly to the treatment DDNP wastewater [J]. Explosive Materials, 2005,34 (4) :36-38.  
宋晓敏,王惠娥,李广学等.铁屑-粉煤灰微电解法处理 DDNP 废水[J].爆破器材,2005,34(4):36-38.
- [3] Liu Yu, You Qing, Wang Xiaochuan. Development of Treatment for Wastewater Contaminated by Powder and Explosives, Industrial Safety and Environmental Protection, 2008,25—27  
刘渝,游青,王晓川.火炸药工业废水处理技术研究进展,工业安全与环保,2008.,25—27
- [4] Wu hui song ,General Overview of the Explosive Industrial Waster Water Treatment Technique, 2008, 3:28—31  
吴惠松,炸药工业废水处理技术概述,煤矿爆破,2008,3: 28-31.
- [5] L i li, Zhang xuecai , Xu meihong, Application of White-Rot Fungus-Peatin Degrading Diazodinitrophenol Production Wastewater, Explosive Materials 2006.35 (4) 16-18.  
李丽,张学才,徐美红.白腐真菌-泥炭在处理二硝基重氮酚废水中的应用,爆破器材,2006.35 (4) 16-18.
- [6] Borchert M, Libra J A. Decolorization of reactive dyes by the white rot fungus *Trametes versicolor* in sequencing batch reactors. Biotechnol Bioeng, 2001, 75(3):313—321
- [7] Benatti C T , Tavares C R G , Guedes T T. Optimization of Fenton's oxidation of chemical laboratory wastewaters using the response surface methodology [J]. Journal of Environmental Management ,2006 ,80 (1) :66 -74
- [8] LorenzoM, Moldes D, Couto SR, Sanroman A. Improving laccase production by employing different lignocellulosic wastes in submerged cultures of *Trametes versicolor*. Bioresource Technol,2002,82(2):109—113
- [9] Ability of white-rot fungi to remove selected pharmaceuticals and identification of degradation products of ibuprofen by *Trametes versicolor*, Ernest Marco-Urrea, 2009, 765-772
- [10] Zong-WeiYang,Yu-CunLiu,Deng-ChengLiu Synthesis and characterization of spherical 1,2-diazo-4,6-dinitrophenol (DDNP),Journal of Hazardous Materials, 2010, 177 (3) , 938-943.