

# 砷污染土地的生物修复技术研究概述

张瑞华<sup>1</sup>, 吴洋<sup>1,2\*</sup>

(1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002;

2. 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 邮编 610066)

现代人类的大规模生产活动造成了许多地区土壤中元素砷的富集。在修复砷污染的土地时, 常采用物理方法、化学方法及生物方法。生物修复方法相对于物理修复和化学修复方法, 其投资较少, 对土地结构保护较好, 修复过程中几乎不会产生二次污染(林春梅, 2008)。因此在治理砷污染的土地时, 生物修复技术得到了极大的青睐。

生物修复技术包括植物修复、微生物修复和动物修复三方面的内容。

(1) 植物修复方面。植物修复技术主要包括植物提取、根系过滤及植物挥发。植物提取最为重要, 它可将土壤中的砷吸收出来, 从而起到彻底清除的效果。现阶段研究最深的是凤尾蕨属植物蜈蚣草, 这种植物数量庞大, 对砷的吸收性远高于一般植物, 对于轻度砷污染土壤修复性较好(朱岗辉, 2011)。根系过滤是利用重金属超积累植物或耐重金属植物从污水中吸收、沉淀和富集重金属(徐良将等, 2011), 研究发现拟南芥的基因沉默突变体(ST)在处于一定程度砷环境下, 对砷的转运系数很高, 并且对砷的富集程度也加强(陈玉, 2008)。最新研究发现柳树对砷的耐受性很好, 对湿地土壤中的砷具有较好的吸收累积作用, 可以作为湿地土壤砷污染的植物修复材料(邹小丽等, 2014)。

(2) 微生物修复方面。微生物常常通过氧化还原反应和甲基化等反应改变土壤中砷的赋存和迁移状态。研究人员在澳大利亚分离出一种细菌(nt-26)(孙璐等, 2012), 这种细菌通过氧化As(III)获得能量, 随着研究的深入, 在不同生长条件下发现了越来越多能氧化As(III)的细菌, 这为不同环境土壤砷的治理提供了可能。As(V)相对As(III)活动性降低了很多, 某些微生物表面官能团能与砷发生反应而将As(V)固定, 常见的菌藻共生体法就是用这种原理来吸除砷。此外铁氧化物对砷具有优秀的吸附性, 研究者注意到一些微生物可以与铁离子发生某些反应生成铁的氧化物, 间接的对砷产生吸附作用(余天红等, 2014)。

(3) 动物修复方面。大多利用某些动物对砷的较大吸收能力, 现在研究较多的动物是蚯蚓, 陈志伟等研究发现蚯蚓对某些重金属元素的吸收能力很显著, 尤其是对砷的吸收(徐良将等, 2011)。由于诸多限制因素, 动物修复方面的技术并没有得到大规模的推广应用。

砷污染土地的生物修复技术在现阶段并不完美, 例如植物修复中针对特定条件的砷污染土地, 选取合适的修复植物难度很大。在微生物实际修复中, 由于外部多种条件的影响, 微生物对砷的吸收转化效果并不稳定, 且修复时间较长。

随着现代植物学及微生物学的深入研究, 砷污染土地的生态修复技术得到了快速发展, 将单一的植物修复和微生物修复技术联合在一起, 成为新的研究趋势。这也为我们在选择生物修复技术方面提供了思路, 平衡每种方法的优缺点, 将不同的修复方法结合起来, 产生一加一大于二的效果。

## 参 考 文 献:

- 林春梅, 2008, 重金属污染土壤生物修复技术研究现状, 环境与健康杂志, 25(3): 273-275.  
朱岗辉, 2011, 强化蜈蚣草富集砷的微生物菌剂开发及修复应用, 南京农业大学, 67.  
徐良将, 张明礼, 杨浩, 2011, 土壤重金属镉污染的生物修复技术研究进展, 南京师大学报, 34(1), 102-106.  
陈玉, 2008, 拟南芥, 水稻突变体与野生型砷吸收和转运的差异. 山东农业大学, 72.  
邹小丽, 周源, 2014, 柳树对砷的吸收和转运及对砷污染土壤修复效果研究. 江西理工大学学报, 35(3), 007-012.  
孙璐, 丛海洋, 姚一夫, 2012, 土壤砷污染的微生物修复技术研究进展, 污染防治技术, 25(4), 009-014.  
余天红, 黎华寿, 2014, 砷污染土壤微生物修复机制及其研究进展, 环境污染与防治, 36(12), 077-082.

作者简介: 张瑞华, 男, 1992年生, 硕士研究生, 主要从事环境地球化学研究. E-mail: 295817219@qq.com