

Progress in the Study of Microbial Remediation of Organic Contaminated Soil

Lirong He^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group, Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources of China, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi
Email: 156144982@qq.com

Received: Jun. 6th, 2020; accepted: Jun. 21st, 2020; published: Jun. 28th, 2020

Abstract

With the growth of population and the rapid development of economy, the discharge of "three wastes" from industry is increasing, and the organic pollution of soil is intensifying, which poses a great threat to the health of human body and the safety of ecological environment. Now for typical organic pollutants, the main use of low cost, no secondary pollution and easy operation of bioremediation method, including composting, bioreactors, etc., and the main body of the repair technology are microbes, due to the microorganism that has stronger adaptability to the environment, variability, in the process of survival differentiate into a variety of metabolic type, and can better adapt to the environment. At present, with the development of genetics, genomics, proteomics and metabolomics, the knowledge of physiology, ecology, biochemistry and the regulation mechanism of microbial metabolic pathways has been greatly enriched. Therefore, in the future, we can study the degradation capacity of dominant degrading bacteria and their adaptation mechanism to pollutants through experiments, and study the composition of soil microbial community, community function and metabolic pathways through macro gene sequencing, so as to improve the degradation efficiency of bacteria on petroleum hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons and halogenated hydrocarbons. It provides data support and theoretical basis for the degradation of complex organic pollutants under natural environment conditions.

Keywords

Soil Organic Pollution, Microbial Remediation, Degradation Bacteria

有机污染土壤的微生物修复技术研究进展

何俐蓉^{1,2,3,4}

¹陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 156144982@qq.com

收稿日期: 2020年6月6日; 录用日期: 2020年6月21日; 发布日期: 2020年6月28日

摘要

随着人口的增长及经济的快速发展, 工业“三废”的排放不断增加, 土壤有机污染不断加剧, 对人体的健康和生态环境的安全构成了极大的威胁。目前针对典型的有机污染物, 主要采用具有费用低、无二次污染、易操作等优点的生物修复法, 包括堆肥、生物反应器等, 且这些修复技术的主体均是微生物, 由于微生物对环境具有较强的适应性、变异性, 在生存过程中分化出多种多样的代谢类型, 并能较强地适应生存环境。目前随着遗传、基因组、蛋白质组学和代谢组学技术的研究发展, 大大丰富了关于生理学、生态学、生物化学和微生物代谢途径调控机制各个方面的知识。所以未来我们可以通过实验研究优势降解菌的降解能力及对污染物的适应机理, 通过宏基因测序研究土壤微生物群落构成以及群落功能和代谢通路, 提高菌种对石油烃、多环芳烃和卤代烃的降解效率。为自然环境条件下复合有机污染物的降解提供数据支持与理论依据。

关键词

土壤有机污染, 微生物修复, 降解菌

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤是人类赖以生存的基本自然资源, 是植物生长繁殖的基础, 土壤环境状态与人类社会的生存与繁衍息息相关。土壤污染是指人类活动所产生的污染物质通过多种途径进入土壤, 其数量和速度超过了土壤的环境容量和自净能力, 污染物质的积累逐渐占据优势, 导致土壤自然功能的失调, 土壤质量下降, 影响作物的生长发育[1], 最终危害人体健康的现象。

土壤复合污染是指两种及以上的性质不同的污染物在土壤环境中发生联合作用, 且每种污染物浓度均超过土壤浓度标准, 导致土壤质量和功能明显下降的现象。按照污染物性质, 土壤复合污染分为有机复合污染、无机复合污染和无机-有机复合污染。根据土壤中污染物来源, 土壤复合污染分为同源复合污染和异源复合污染。与水土污染相比, 土壤污染具有隐蔽性与滞后性, 因此被称为“看不见的污染”。土壤具有污染物的源与汇功能, 包含大气污染和水污染在内的所有污染的90%最终都要进入土壤, 因此, 土壤污染是生态恶化的一个缩影。同时, 污染土壤中的污染物在一定的环境下可通过雨水冲刷进入地表水或地下水, 污染水环境; 或通过植物生长进入食物链, 危害生物甚至人类的安全。

2. 土壤污染治理现状及主要存在的问题

2.1. 土壤污染现状

随着人口的增长及经济的快速发展,工业“三废”(废气、废水和废渣)的排放不断增加,同时受到长期不合理污灌的影响,以及现代农业生产过程中过量使用化肥、农药、农膜等化学物质的污染,造成各种新、老污染物在土壤环境中长期叠加和累积,其多以复合污染的状态存在,使土壤的污染源呈多样化的特点[2],我国面临的土壤复合污染问题越来越突出[3]。2014年环境保护部和国土资源部联合发布的《全国土壤污染状况调查公报》中指出,全国土壤环境状况总体不容乐观,耕地土壤环境质量堪忧,全国土壤中污染物总超标率为16.1%,其中耕地土壤点位超标率为19.4% [4]。土壤污染危害巨大,土壤污染一方面影响农产品的质量,加剧了我国人多地少的矛盾;另一方面,土壤污染直接导致农产品中污染物残留量超标、农产品质量下降,影响农产品出口贸易,甚至污染物通过食物链富集危害人体健康和生态安全。土壤污染问题已成为制约可持续发展、关系国计民生的重大环境问题之一[5]。

目前,常见的土壤复合污染形式有重金属复合污染、有机污染物复合污染、重金属-有机污染物复合污染;其中,土壤有机复合污染主要与有机农药的生产、使用和工业“三废”的排放有关,较为常见的污染物为有机氯农药(OCPs)、多环芳烃(PAHs)、多氯联苯(PCBs)以及石油烃(TPHs)等。据统计,我国目前至少有3600万公顷土壤受到农药、石油烃和多环芳烃等有机化合物的污染[6]。与重金属复合污染相比,土壤有机复合污染更广泛、更复杂,其结果也更为难以预测。目前,土壤有机复合污染已从局部扩展到区域,从城市延伸到郊区、乡村,形成点源与面源污染共存,生活污染、农业污染和工业污染叠加,各种新旧污染与二次污染相互复合或混合的态势[7]。

2.2. 主要污染物的危害

石油烃(TPH)由复杂的非水性和疏水性混合物组成,如正构烷烃,香烃等,这些化学物通过食物链运输积累,表现长期的毒性,对整个地球大环境都有或多或少的影响。多环芳烃(PAHs)是一种广泛分布于空气、土壤和水体中的持久性有机污染物,有致畸、致癌、致突变性,且多环芳烃的生物富集率高,生物可利用性低,对人体的健康和生态环境的安全构成了极大的威胁,土壤环境中备受关注的持久性有机污染物,被列为优先控制的有毒有机污染物[8] [9] [10]。卤代烃(VCHs)物质对人体都有急性或慢性、直接或间接的致病作用,有的积累在人体组织内部,会改变细胞DNA结构,使人体组织产生致癌变、致畸变和突变。

2.3. 有机污染修复技术

针对有机污染土壤已发展了的一系列修复技术,欧洲国家与美国先后对污染土壤进行修复和治理,我国起步相对较晚,但到目前为止,也形成了一系列的污染土壤修复技术,并应用于实践中。

常用的降解方法包括物理修复法、化学降解法、生物修复法和化学-生物联合修复法等。物理修复法是指利用物理手段对有机污染土壤进行治理修复,主要有热脱附、气相抽提、电动修复以及超临界流体技术等修复技术;化学修复方法是利用化学作用将土壤中的污染物分解成无毒小分子,从而达到土壤修复的目的,一般适用于高浓度污染场地的处理,主要的修复技术包括土壤淋洗技术、化学氧化、等离子体降解和光催化降解等;生物修复主要利用生物的生命代谢活动分解土壤中的污染物,常见的污染土壤生物修复技术包括植物修复、动物修复以及微生物修复。其中生物修复法因具有费用低、无二次污染、易操作等优点一直被认为是降解有机污染物的优先方法。

2.4. 生物修复技术

生物修复污染土壤主要是利用植物和微生物对有毒有害物质的吸收和降解作用。生物修复技术是将

土壤环境中的危害性污染物降解成二氧化碳和水或其他无公害物质的工程技术。其中植物修复是指通过利用植物忍耐或超量吸收积累某种或某些化学元素的特性,或利用植物及其根际微生物通过吸收、降解、过滤和固定等过程将污染物降解转化为无毒物质达到净化环境污染的技术。但早期的生物修复主要是指微生物修复,也是研究得最早、最深入、应用最广泛的一种生物修复方法。

微生物修复技术

微生物修复主要指采取一定的措施以促进微生物对土壤中有毒有害物质的降解、转化和去除,包括强化土著微生物降解(生物刺激)和投加外源高效降解微生物(生物强化)两种方式。现已衍生出现场处理、就地处理、堆肥、生物反应器等一系列生物修复技术。这些修复技术的主体均是微生物,应用这些技术处理有机污染物污染土壤已有广泛研究。研究表明[11],微生物降解是去除有机污染物的主要途径之一,其他生物修复技术也都离不开微生物的作用。由于微生物对环境具有较强的适应性、变异性,在生存过程中分化出多种多样的代谢类型,并能较强地适应生存环境。在有机污染物污染土壤中,经过自然驯化,逐渐形成多种能降解有机污染物的微生物品种或品系,微生物种类、被降解的对象不同,对环境中有机污染物的降解途径可能也不一样。

3. 展望

目前随着遗传、基因组、蛋白质组学和代谢组学技术的研究发展和该技术在有机污染物生物修复领域中的应用,大大丰富了关于生理学、生态学、生物化学和微生物代谢途径调控机制各个方面的知识。尤其是根据 16S rRNA 和 18S rRNA 基因可以预测一个特定环境中微生物种群的进化特征。

本项目通过实验研究优势降解菌的降解能力及对污染物的适应机理,提高菌种对石油烃、多环芳烃和卤代烃的降解效率,明确环境因子对有机污染土壤微生物生物学特性的影响。同时,通过宏基因组测序研究土壤微生物群落构成以及群落功能和代谢通路。为自然环境条件下复合有机污染物的降解提供数据支持与理论依据。

参考文献

- [1] 李雪梅, 韩阳, 邵双. 环境污染与植物修复[M]. 北京: 化学工业出版社, 2017.
- [2] 周启星, 高拯民. 土壤-水稻系统 Cd-Zn 的复合污染及其衡量指标的研究[J]. 土壤学报, 2004, 32(4): 430-436.
- [3] 张宝杰, 闰立龙, 迟晓德, 等. 典型土壤污染的生物修复理论与技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [4] 中华人民共和国环境保护部. 全国土壤污染状况调查报告[EB/OL].
- [5] 高彦征, 刘娟, 朱雪竹. 植物多环芳烃污染控制技术及其原理-利用功能内生细菌[M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [6] 周启星, 宋玉芳. 污染土壤修复原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] 朱利中. 有机污染物界面行为调控技术及其应用[J]. 环境科学学报, 2012, 32(11): 2641-2649.
- [8] Venier, M. and Hues, R.A. (2014) DDT and HCH, Two Discontinued Organochlorine Insecticides in the Great Lakes Region: Isomer Trends and Sources. *Environment International*, **69**, 159-165. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.028>
- [9] Menzie, C.A. and Potoki, B.B. (1992) Exposure to Carcinogenic PAHs in the Environment. *Environmental Science & Technology*, **26**, 1278-1284. <https://doi.org/10.1021/es00031a002>
- [10] Wilson, S.C. and Joins, K.C. (1993) Bioremediation of Soil Contaminated with Polycyclic Aromatic (PAHs): A Review. *Environmental Pollution*, **81**, 229-249. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(93\)90206-4](https://doi.org/10.1016/0269-7491(93)90206-4)
- [11] 刘世亮, 骆水明, 曹志洪, 等. 环芳烃污染土壤的微生物与植物联合修复研究进展[J]. 土壤, 2002(5): 257-265.