

Application of Microbial Agents in Soil Improvement of Mine Reclamation

Na Wang^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Institute of Land Construction and Land Engineering Technology Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

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

⁴Shaanxi Province Land Improvement Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: Na0113@126.com

Received: Jul. 20th, 2020; accepted: Aug. 6th, 2020; published: Aug. 13th, 2020

Abstract

In view of the prominent problems of soil environmental quality and ecological environment in coal mining, this article reviews the status of land reclamation in coal mining areas and the effect of microbial agents on reclaimed soil. Analysis shows that microbial agents can improve soil structure, improve soil quality, promote plant growth, and achieve the purpose of restoring the ecological environment of the mining area. With the rapid development of the economy and society, the demand for coal is increasing. The soil environmental quality problems and ecological environmental problems caused by coal mining cannot be underestimated. There is an urgent need to develop practical, economical and efficient mine reclamation technologies.

Keywords

Microbial Agents, Mines, Reclamation, Soil Improvement

微生物菌剂在矿山复垦土壤改良中的应用

王 娜^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 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: Na0113@126.com

收稿日期: 2020年7月20日; 录用日期: 2020年8月6日; 发布日期: 2020年8月13日

文章引用: 王娜. 微生物菌剂在矿山复垦土壤改良中的应用[J]. 环境保护前沿, 2020, 10(4): 528-532.

DOI: 10.12677/aep.2020.104064

摘要

针对煤矿开采土壤环境质量与生态环境问题的突出性, 本文综述了煤矿区土地复垦现状及微生物菌剂对复垦土壤的修复治理效果。分析显示, 微生物菌剂能够改良土壤结构, 有利于提高土壤质量, 促进植物生长, 从而达到修复矿区生态环境的目的。随着经济社会的快速发展, 煤炭需求量日益增长, 煤矿开采引起的土壤环境质量与生态环境问题不容小觑, 急需研发切实可行、经济高效的矿山复垦技术。

关键词

微生物菌剂, 矿山, 复垦, 土壤改良

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

土地是人类赖以生存的资本, 保护好耕地是我国的基本国策之一。近年来, 随着社会经济的迅速发展, 土地资源不合理的开发和利用愈演愈烈, 如森林过度砍伐、矿山粗放开采、城镇盲目扩张等等, 土地环境质量正遭受着严重的干扰和破坏, 水土流失、土地损毁、土壤沙漠化、盐碱化、水分流失、污染等现象频繁发生[1] [2] [3] [4]。土地资源开发力度不断加大, 大量耕地被压占、污染, 耕地面积逐年降低, 截止 2008 年我国耕地总面积已经下降为 18.2574 亿亩。土地问题日益突出, 严重影响了土地资源开发及社会经济的协调发展, 严重威胁到人类的生存环境。

煤炭资源的开发利用在社会经济中占有重要比重, 也是我国主要的能源之一。我国煤炭开采量大约占一次能源总量的 74.3%, 成为 21 世纪第一大产煤国。然而在煤炭开采带给城镇以及当地存在经济利益的同时, 也对煤矿区的土地生态环境造成了诸多问题, 如土地肥力贫瘠、生态环境容量小、生态承载力低、植被退化等。中国 95% 以上的煤炭产量是地下开采, 采矿引起的地面下沉形成了地裂缝、沉陷盆地、沉陷洞、沉陷阶地等诸多地表形态的破坏现象。据统计, 万吨采煤沉陷率为 0.033~0.530 hm^2 , 每开采万吨煤炭的平均沉陷率为 0.12 hm^2 。根据调查, 神东公司三个煤矿区的沉陷总面积为 39.96 km^2 。目前, 神华神东公司已形成 43.33 km^2 的沉陷区, 占该县沉陷面积的 93.3% [5]。中国地质调查局 2003 年生态环境地质调查报告指出, 以陕西省为主的西北五省在内 80% 国有大中型煤矿基本上存在地表沉陷的严重现象, 60% 以上的矿山存在中度以上程度的矿山环境问题, 10%~15% 的矿山显示其生态环境已经恶化。煤矿开采引起地面沉陷现象不仅对煤矿区土地资源构成威胁, 而且还带来一系列生态问题, 如土壤质量下降、水分流失、水污染、大气污染等[6] [7], 加之我国耕地资源不足, 采煤沉陷不仅破坏矿区的土地资源, 煤矿区植被退化, 土壤养分流失直接引起沉陷地土壤质量的下降, 同时也威胁到矿区周边居民的生活生产, 尤其是矿区城市环境问题。所以为恢复矿区土地生态功能, 实现矿区土地的可持续利用和改善矿区城市环境状况成为新时代的社会问题和民生问题, 因此矿区生态环境的恢复已经迫在眉睫。

微生物菌剂改良技术就是利用微生物菌根扩大植物根系与土壤的接触面积, 促进植物对矿质营养及水分的吸收, 提高植物在逆境条件下的抗性, 进而促进矿区废弃地植物的生长发育, 从而达到修复矿区生态环境的目的[8]。

2. 矿区复垦现状

煤炭开采已严重造成生态系统退化、土地资源破坏、土壤质量下降等生态环境问题[9]。若不注重复垦及环境修复, 矿区终将会荒芜、环境不断恶化, 从而导致经济严重衰退。土地复垦能够减少煤炭开采对生态环境造成的影响, 将不可利用土地变为可利用土地。国外矿区复垦效果较好的国家是美国、德国、澳大利亚。我国矿区土地复垦比较晚, 约在 20 世纪 50 年代才开始有零零散散的复垦, 复垦规模较小, 主要以回填为主[10] [11]。80 年代末, 我国煤矿复垦率不足 1%。直至 1988 年 12 月, 国务院颁布了第 19 号令《土地复垦规定》指出“谁破坏、谁复垦”的原则, 对复垦的责权关系、实施形式等做了相应的规定, 但缺乏对土地复垦技术的研究, 复垦仍然停滞不前。自 2011 年 3 月《土地复垦条例》颁布以来, 我国煤矿土地复垦重新迈上新台阶, 各种复垦技术相继出现, 如工程复垦(煤矸石、粉煤灰填充、梯田式复垦、输排式复垦等)、生物复垦(微生物法、绿肥法)。

3. 微生物菌剂对矿山复垦区土壤生物活性的改变研究

土壤的生物活性主要是土壤中的微生物、酶以及与它们参与完成的一系列土壤生化反应, 土壤生物活性既是外源物质分解和转化的驱动力, 也是土壤有机质转化的驱动力。土壤熟化程度往往表现在土壤生物活性上, 是土壤肥力的重要表征, 对改善生态环境有至关重要的作用。由此, 土壤微生物生物量、土壤生化作用强弱、土壤酶活性等越来越被关注[12]。存活于土壤中的微生物与土壤酶共同推动了土壤内物质的转化和能量的流动, 土壤物质代谢的旺盛程度体现在土壤微生物量及土壤酶的活性[13]。土壤微生物是土壤生态系统不可缺少的一部分, 在维持生态系统内环境方面起着至关重要的作用。由于土壤生态系统具有生物多样性, 其内部环境为微生物生存提供了所需的养分、空气、温湿度及酸碱度等条件[14]。矿物质、风化的岩石、动植物残体等为微生物生长提供了丰富的营养物质, 有利于微生物群落的形成。研究表明, 一克土壤中的微生物种类多达上千万乃至几十亿种[15], 如此庞大的微生物种类对土壤环境的改变有着巨大的影响。

工矿复垦区土壤成分复杂且会掺杂多种废弃物, 严重抑制了土壤微生物的活动, 另一方面, 工矿复垦区土壤缺少熟化土, 微生物含量和种类少之又少。因此, 对于工矿废弃地的复垦就必须人为来创造有利于植物生长的土壤环境, 以达到矿区复垦的目的。土壤中的酶能够加速土壤生化反应的速率, 是土壤生物的催化剂。土壤中有机化合物的水解转化、动植物残体及腐殖质的分解与合成等都需要土壤酶的参与来完成。土壤中微生物数量、种类及酶活性的高低在一定程度上反映作物对氮素的吸收和利用, 从本质上有利于提高土壤质量、促进植物生长, 增加作物产量, 除此之外还能防治和减轻病虫害危害。李江等人[16]的研究发现, 向复垦土壤中接种丛枝菌根真菌能显著提高土壤的微生物活性和改善土壤的生态环境; 李金岁等通过向采煤沉陷区的复垦土壤中施加微生物菌剂表明: 随着微生物菌肥施入量的增加, 土壤过氧化氢酶活性表现为逐渐增强; 施入适当量时, 土壤脲酶活性和蔗糖酶活性逐渐增强[17]。

4. 微生物菌剂对矿山复垦区土壤肥力和土壤结构的改变研究

土壤微生物是反映土壤熟化程度的重要标志, 与土壤中的能量循环、物质转化、土壤结构改变、植被正常生长等息息相关, 复垦区土壤由于机械扰动, 且大部分土壤没有经过生物作用, 因此其中的有机质含量等养分极少, 土壤较为贫瘠, 严重影响了植物的正常生长。矿区复垦过程中盐分含量往往是限制植物生长的关键因子, 而土壤中的微生物能够活化土壤中不能被植物利用的物质, 增加土壤养分含量以使植物充分吸收。

矿区复垦土壤改良中最主要的限制因子是磷元素, 且土壤中大部分的磷是植物不能够直接加以利用的状态。植物对土壤中直接施入的磷肥利用率很低, 且施入磷肥成本高、污染环境, 而解磷微生物能够

分解土壤中难溶或不溶的磷，这些解磷微生物分布于植物的根际土壤中，其生长繁殖过程中会分泌一些代谢物质，如有机酸、氨基酸、维生素等，这些代谢物质能够促进土壤中难溶或不溶磷的转化。有研究显示，植物生长过程中缺磷会导致其幼苗死亡[18]。张文敏的盆栽研究表明，解磷微生物能够促进植物对土壤磷的吸收[19]。煤矿废弃地往往严重缺磷导致一些豆科植物固氮效率极低，因而对煤矿废弃地氮素的累积作用不大。因此在复垦土壤上添加解磷微生物可以改善土壤状况。

复垦土壤经过机械扰动后重构土壤，土壤养分含量极低，结构不良、通气性差，压实比较严重。土壤微生物分泌的一些多糖类物质提高了土壤的稳定性，增加了土壤的团聚体含量，从而改善土壤结构。有研究显示菌根对土壤大团聚体的形成有促进作用，一些真菌能够分泌多糖类物质，这些物质增加了土壤的矿物强度、有助于土壤水分的保持[20]。亦有研究表明，有菌根生长的土壤其土壤水稳性团聚体、孔隙度都比无菌根植物的土壤状况好[21]。

5. 小结

随着我国经济的迅速增长，煤炭需求也相继增长，大规模的开采造成土地破坏和环境恶化，直接限制了生态环境和可持续发展。加强煤矿区生态复垦工作，是推进矿区生态文明建设的重要组成部分。因此，煤矿区土地复垦与生态修复任务形势仍然紧迫，任重道远。微生物复垦技术是利用微生物的接种优势，对复垦区土壤进行综合治理与改良的一项生物技术措施。微生物复垦能够改良土壤基质、加速矿区土壤的熟化、提高土壤肥力从而缩短复垦周期。因此，不断研究和创新微生物修复用于矿区土壤修复技术，切实加快研发和修订土壤微生物修复技术方法标准，对于矿区生态环境和区域经济健康发展具有重要的现实意义。

基金项目

陕西省土地工程建设集团内部科研项目(DJNY2020-21)。

参考文献

- [1] 李春艳, 邓玉林. 我国流域生态系统退化研究进展[J]. 生态学杂志, 2009, 28(3): 535-541.
- [2] 王霖琳. 资源枯竭矿区生态环境损害评价指标体系研究[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(9): 125-128.
- [3] 李永峰. 煤炭资源开发对矿区资源环境影响的测度研究[D]: [博士学位论文]. 徐州: 中国矿业大学, 2007.
- [4] Tang, Z., Engela, B.A., Pijanowskib, B.C., et al. (2005) Forecasting Land Use Change and Its Environmental Impact at a Watershed Scale. *Journal of Environmental Management*, 76, 35-45.
- [5] 宋世杰, 王双明, 赵晓光, 申涛. 基于覆岩层状结构特征的开采沉陷分层传递预计方法[J]. 煤炭学报, 2018, 43(S1): 87-95
- [6] Wu, Q.Y., Pang, J.W. Qi, S.Z., Han, C.C., Liu, T.X. and Huang, L.M. (2009) Impacts of Coal Mining Subsidence on the Surface Landscape in Longkou City, Shandong Province of China. *Environmental Earth Sciences*, 59, 783-791. <https://doi.org/10.1007/s12665-009-0074-9>
- [7] 王丽. 神木矿区采煤队土壤和植被的影响[D]: [硕士学位论文]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2012.
- [8] 郁纪东. 应用菌根技术进行西北地区土地复垦初探[J]. 西安科技学院学报, 2000(S1): 77-81.
- [9] 王庆刚, 徐燕飞, 朱美华, 等. 煤矿区土地复垦技术与发展方向探析[J]. 陕西煤炭, 2019, 38(4): 59-62.
- [10] 高国雄, 高保山, 周心澄, 等. 国外工矿区土地复垦动态研究[J]. 水土保持研究, 2001, 8(1): 98-103.
- [11] 李建华, 郗春花, 卢朝东. 山西省矿区土地复垦的初步探讨[J]. 山西农业科学, 2008, 36(3): 69-72.
- [12] 吕家珑, 张一平, 王旭东, 等. 农田生态对土壤肥力的保护效应[J]. 生态学报, 1999, 21(4): 613-616.
- [13] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 111-151.
- [14] 张世缘. 土壤微生物在促进植物生长方面的作用[J]. 生物化工, 2017, 3(1): 54-56.
- [15] 厉桂香, 马克明. 土壤微生物多样性海拔格局研究进展[J]. 生态学报, 2018, 38(5): 1521-1529.

- [16] 李江. 矿区复垦土壤微生物群落和功能多样性分析[J]. 广东化工, 2011, 38(7): 18-20.
- [17] 李金岚, 王红芬, 洪坚平. 生物菌肥对采煤沉陷区复垦土壤酶活性的影响[J]. 山西农业科学, 2010, 38(2): 53-54+96.
- [18] Richards, S.G., *et al.* (1993) *The Reclamation of Former Coal Mines and Steelworks*. Elsevier, Amsterdam.
- [19] 张文敏, 张美庆, 孟娜, 孙小凤. VA 菌根用于矿山复垦的基础研究[J]. 矿冶, 1996(3): 17-21+32.
- [20] 程丽娟, 来航线, 李素俭, 周马康. 微生物对土壤团聚体形成的影响[J]. 西北农业大学学报, 1994, 22(4): 93-97.
- [21] Miller, R.M. and Jastrow, J.D. (1992) The Role of Mycorrhizal Fungi in Soil Conservation. In: Bethlenfalvay, G.J. and Linderman, R.G., Eds., *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*, ASA Special Publication No. 54, Chapter 2, American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America, Madison, 29-44.
<https://doi.org/10.2134/asaspecpub54.c2>