

白音华露天煤矿微生物土壤修复治理

徐宝继 贾宏君

(内蒙古白音华蒙东露天煤业有限公司, 内蒙古 锡林郭勒盟 026200)

摘 要 露天煤矿复垦因土壤贫瘠、板结、盐碱、有机物含量低等问题, 在复垦工作中暴露出许多问题。本文详释了内蒙古锡林郭勒盟白音华露天矿微生物修复关键技术, 利用耐盐碱菌辅以土壤改良剂, 提出生物修复新方案。采用微生物进行选配和扩繁, 对环境影响较小, 为露天煤矿生物治理提供了支撑, 对露天煤矿植被生态恢复的土壤问题进行了新的尝试。

关键词 矿山复垦 露天煤矿 生物修复

中图分类号: S154.3

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)01-0032-02

1 概况

白音华地区冬天气温低在 -30°C 左右, 且常伴有 5-6 级大风。通过实地的调研, 发现白音华露天采矿区域内造地土壤质量贫瘠, 土壤结构破坏, 肥力水平较低, 需经过几年甚至十几年的方可熟化。

本报告拟以该矿区为基地, 研究该地土地的土壤化学性质状况, 针对该地煤矿区域土壤的问题提出可行性的生物修复方案, 为露天煤矿土地生态重建提供基础数据和建议。并尝试深入了解微生物在露天煤矿土壤中的持久性、扩散性、活性、功能及其影响因素等生态学特性^[1]。

国内外现有土壤修复方法主要包括: 物理修复、化学修复和生物修复三种基本方法。

1.1 物理修复

物理方法主要包括客土、换土和深耕翻土等措施。通过客土、换土和深耕翻土与污土混合, 可以降低土壤中污染物的含量, 从而使土壤品质达到相关要求标准。对于复杂土质情况如重金属污染、烃类污染等问题, 物理修复采用高温热解、蒸汽抽提、固化、玻璃化、电动法等可用来改善土地的环境质量。

1.2 化学修复

化学修复通过化学反应实现土壤修复, 通过对土壤的吸附、淋滤、氧化还原、拮抗或沉淀作用, 以降低或消除土壤问题。化学修复发展相对成熟、成本低廉。但化学改良剂中的大多数含有一定量的有毒金属元素。如果应用于复垦, 需额外注意对周边牧群的影响, 避免造成经济与民族纠纷。

1.3 生物修复

生物修复主要是利用微生物菌剂、微生物有机肥改良土壤。相对其他修复方法, 生物修复成本最低、对环境影响小、不形成二次污染。复垦作物释放的各种分泌物或酶类促进污染物的降解及强化根际微生物的矿化作用^[2], 本案设计了土著微生物和特效外源微生物的代谢活动, 在人为优化的环境条件下加速对土壤有机物质进行转化、利用与调节。

2 土壤检测方法和报告

在矿区分别进行随机取样, 每个研究对象进行三个重复, 取平均值, 同时采草原原有土壤进行对比实验, 带回实验室测定土壤样品中有机质、有效氮、速效磷、酸碱度及盐分含量。土壤有机质含量采用重铬酸钾容量法(外加热法)测定; 土壤有效氮含量采用碱解扩散法测定; 土壤速效磷含量用浸提法、钼锑抗比色法测定; 土壤酸碱性采用酸度计测定; 土壤盐分采用残盐度计测定。

土壤理化性质检测结果:

表 1 不同矿区和位置的土壤理化特性

	草原土样	2 号矿土样	3 号矿土样
含盐 (%)	0.1+/-0.0	0.2+/-0.1	0.4+/-0.1
pH	7.96+/-0.11	8.49+/-0.13	9.58+/-0.15
含水 (%)	15.3+/-5.9	8.49+/-0.13	9.58+/-0.15
有机质 (%)	5.22+/-1.7	0.67+/-0.11	0.49+/-0.21
全氮 (mg/kg)	257.5+/-9.7	23.4+/-7.8	19.8+/-6.8
有效磷 (mg/kg)	19.1+/-3.6	2.3+/-1.5	1.9+/-0.4
有效钾 (mg/kg)	152.1+/-27.9	36.1+/-2.7	28.8+/-2.7

由表 1 可知, 在不同煤炭矿区中, 土壤中的含盐量、pH 和含水量各不相同。详细来说, 草原样品土壤的含盐量较低, 为 0.1% 左右, 而 2 号煤炭矿区的土壤样品含盐量在 0.2% 左右, 3 号样品的土壤含盐量最高, 高达 0.4%。就 pH 数值来说, 3 号矿区的土壤样品 pH 高达 9.58, 严重超出正常土壤的 pH。从上述两项可以看出, 3 号矿区的土壤样品呈现盐碱化的趋势。草原原有土壤样品的含水量在 15.3% 左右, 而 2 号矿区的土壤样品含水率极低, 在 0.1%, 然而 3 号矿区的土壤样品更加严重, 几乎不含有任何水分。

此外, 白音华矿区土壤有机质含量低下, 草原原有土在 5% 左右, 而矿区恢复土在 1% 左右。氮、磷和钾等常规元素也有一定缺失。三号矿区相比草原原有土和二号矿区的土壤有机质、氮、磷和钾等含量也较少。有机质缺乏一直被认为是采矿废弃地再利用中的核心问题。表层土被剥离后与其它土层相混合而大大降低了土壤有机质的水平。

受压占表层土的有机质含量约为 0.60%~1.47% 以上人工重建的植被群落自稳能力较弱, 若没有外源有机质输入仍会重新出现退化。半干旱矿区复垦地的有机质水平达到 0.89% 以上时地表植被群落才能持续、稳定发展, 而根据我们检测见过, 三号煤矿区土壤样品有机质含量低于此水平。

综上, 3 号矿区土壤样品与草原原有土壤样品和 2 号土样样品来看, 品质低下, 就我们已经检测的性质和表观性征来看 3 号矿区土壤破坏形势严峻, 亟需修复。针对白音华煤矿土壤修复建议根据白音华三号矿区的实地考察、交流和土壤取样、理化性质的检测结果, 我们针对土壤问题, 提出相应的生物治理措施。

3 生物修复构成与试验

3.1 生物复配制剂的构成

根据当地情况, 笔者根据现场情况及背景环境设计了如下试验, 基于光彩环科微生物制剂的升级和复配, 实现高寒、高海拔露天煤矿的良好复垦效果:

1. 基于土壤物理结构考虑, 如孔隙、水分、温度等均可能影响菌群的定殖。矿区土质孔隙较大, 荧光假单胞菌定殖位点较好, 使之免于被原生生物捕食。

2. 基于土壤化学因素考虑, 复垦植被根系分泌物(碳水化合物、氨基酸、有机酸等) 为巴西固氮螺菌提供良好的生存基础^[3], 微生物通过趋化作用在根际聚集和繁殖反哺植物生长, 雷氏普罗威登斯菌促进总氮循环; 帕姆酒耐热梭菌和琥珀酸嗜热梭菌用于降解纤维素, 作为光彩环科木纤维喷播作业的补充。

3. 基于动植物病原体考虑, 采用波茨坦短芽孢杆菌抑制动植物病原真菌; 通过类芽孢杆菌生成抗生素、拮抗蛋白、植物激素、絮凝剂等多种活性物质。

4. 土著微生物驯化后可在土壤中形成健康的群落, 土壤原生动物可捕食微生物菌群; 固氮螺菌作为土壤中的蛭弧菌和噬菌体寄生体, 与根瘤菌协同作用^[4]; 固氮螺菌作为促进慢生根瘤菌的载体。

5. 基于提高有机肥、牛羊粪肥适用效率考虑, 设计枯草芽孢杆菌发酵有机肥(粪肥), 提高植被抗病、抗寒早能力, 改良土壤结构、提高化肥利用率, 促使土壤中有机质分解成腐殖质, 刺激作物生长。门多萨假单胞菌用于降解农药制剂, 抑制白音华地区特有的沙棘蚜及瘿壁虱^[5]。

3.2 制备

将混合培养的帕姆酒耐热梭菌, 琥珀酸嗜热梭菌, 波茨坦短芽孢杆菌、类芽孢杆菌在 50℃ 静置混合培养。将枯草芽孢杆菌、门多萨假单胞菌、雷氏普罗威登斯菌、荧光假单胞菌、分别扩大培养。将制备的混合菌液与光彩环科木纤维进行吸附后搅拌均匀, 测量得知, 光彩环科木纤维作为吸附载体生产复合微生物菌剂活菌数量可达 5~6 亿个/克。混合制剂添加 CaCO₃ 调节发酵体系 pH。

经实验证明混合制剂对贫瘠、高盐碱排土场土质有明显改良作用。经过两年连续实验, 项目场地基本恢复了土

壤的生产能力, 总承包单位通过实施植物长势良好。

指标参数	处理前(平均值)	处理后(平均值)
总有机质 TOC (mg/kg)	0.15 ± 0.025	1.14 ± 0.007
总氮 TN (mg/kg)	2.29 ± 1.91	11.29 ± 1.10
总磷 TP (mg/kg)	0.80 ± 0.22	1.87 ± 0.20
速效氮 SN (mg/kg)	0.81 ± 3.05	3.06 ± 0.31
速效磷 SP (mg/kg)	0.10 ± 0.02	0.71 ± 0.05
pH	9.43 ± 0.01	8.22 ± 0.16

4 结论

通过配置微生物制剂, 将土壤有机物含量提高 10 倍, 完全符合植物生长所需, 氮磷含量超出植物所需, 因此实验植物出现过度发育的现象, 对于干旱、风、霜等灾害抵抗性更强。pH 值由强碱性土壤, 经过微生物发酵控制到合理水平, 虽未能达到中性土壤, 但是 8.22 的 pH 值已经有效改善了土壤的板结问题, 并且增加了适合种植的物种种类。

参考文献:

- [1] 安森, 周琪, 李晖. 土壤污染修复的影响因素 [J]. 土壤与环境, 2002, 11(04): 397-400.
- [2] Ahemad, M. and Kibret, M. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: Current perspective. Journal of King Saud University Science, 2014, 26: 1-20.
- [3] Amir, H., Shamsuddin, Z., Halimi, M., Ramlan, M. and Marziah, M. (2001). Effects of Azospirillum inoculation on N₂ fixation and growth of oil palm plantlets at nursery stage. Journal of Oil Palm Research, 2001, 13: 42-49.
- [4] Antoun, H. and Prévost, D. (2006). Ecology of plant growth promoting rhizobacteria. PGPR: Biocontrol and biofertilization, ed. eds., Springer, 2006(01): 1-38.
- [5] 陈孝达. 沙棘主要病虫害及防治 [J]. 沙棘, 2006, 19(02): 45-46.