

微生物对煤矿区适生植物污染修复的作用

郭友红

(煤炭科学研究总院 唐山研究院,河北 唐山 063012)

摘要:为了加快污染矿区生态环境的修复,为煤矿区的污染复垦提供优势的植物资源。采用盆栽土配方法,将微生物与煤矿区适生植物进行组合,研究其生态效应。结果表明:接种 VA 菌根能提高荠菜、鬼针草、苍耳等植物的株高和生物量,促进煤矿区适生植物对土壤 Cd、Cr、Cu、Ni、Pb 等重金属的吸收,提高了荠菜、鬼针草和苍耳的重金属修复效果。

关键词:微生物;煤矿区;适生植物;重金属污染

中图分类号:S 182 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)17-0065-03

矿产资源的开采在满足国民经济建设的同时也导致了土地资源的破坏,不仅包括地表形态的破坏,还包括生态环境的破坏和土壤污染^[1-3]。煤矿区生态环境的污染比较严重,植被是修复矿区生态环境的有效途径之一。通过对兖矿集团堆积 16 a 以上的矸石山植被进行调查和研究表明,鬼针草(*Bidens pilosa*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*)、荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)等植物生存能力较强,对重金属有较强的吸收能力,具有一定的土壤修复潜力,较其它植物相比,更适宜在煤矿区推广栽植^[4]。但是仅靠适生植物自然生长进行环境修复,历时较长,进度较慢。许多研究表明^[5-8],在逆境条件下,微生物能够通过扩大根系吸收范围、活化土壤养分,显著改善植物的营养状况、改良土壤结构、提高植物的抗逆性(如抗寒、抗旱、耐盐碱、抗重金属污染)、促进根瘤菌的生长和根瘤活性、提高植物对土传病害的免疫能力。丛枝菌根在煤矿区的应用和研究也都表明了微生物在退化生态系统的恢复和重建中具有积极的作用^[9-11]。

为了加快煤矿区生态环境的污染修复,现采用盆栽土配方法,将微生物与煤矿区适生植物进行组合,研究其生态效应,从而为煤矿区微生物复垦提供优势的植物资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试植物 鬼针草(*Bidens pilosa*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*)、荠菜(*Capsella bursa-pastoris*)。

作者简介:郭友红(1977-),女,河北迁安人,硕士,工程师,现主要从事矿区土地复垦与环境保护的研究工作。E-mail:guoyouhong@163.com。

基金项目:国家科技支撑计划资助项目(2012BAC13B03)。

收稿日期:2012-04-24

1.1.2 培养基质 开滦集团赵各庄矿煤矸石,其重金属含量见表 1。煤矸石过筛、灭菌、风干后,即可称重装盆。

表 1 试验用煤矸石重金属含量

名称 Name	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
煤矸石 Gangue	1.6856	3.2517	58.9743	3.8925	64.444

1.1.3 供试微生物 供试菌株为泡囊-丛枝菌根真菌(*Glomus mosseae*)。先用三叶草繁殖生长 5 个月后,取根际含有菌丝和孢子的根段土壤作为菌根接种剂。接种剂以穴播的方法每盆接种 20 g,对照加 20 g 灭菌菌剂。

1.1.4 试验用盆 试验采用 L-160 型白塑料花盆,每盆装风干土 2.0 kg。

1.2 试验方法

试验在唐山市古冶区日光温室进行,培养时间为 2009 年 12 月 25 日至 2010 年 2 月 20 日。试验对每种植物分别采用接种(GM)和不接种 VA 菌根(CK)2 个处理,每处理 5 次重复。植物收获后,将地上部和根系分开、烘干称重,并分别测定土壤及植株地上部和根系的镉(Cd)、铬(Cr)、铜(Cu)、镍(Ni)、铅(Pb)等重金属含量。重金属元素的测试方法采用等离子体光谱分析法,即 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrography)。

2 结果与分析

2.1 微生物对植物生长的影响

由表 2 可知,接种 VA 菌根的 GM 处理的植株高度都高于 CK,GM 处理的植物地上部和根的生物量高于 CK,地上部>根,3 种植物表现一致,说明 VA 菌根促进了荠菜、鬼针草和苍耳的生长。

表 2 微生物对株高和生物量的影响

Table 2 Effect of microorganism on plant height and biomass

植物 Plant	处理 Treatments	干重 Dry weight/g	株高 Plant height/cm
荠菜 CK <i>Capsella bursa-pastoris</i> CK	地上部 Above ground	0.1624	22.0
	根 Root	0.1373	
荠菜 GM <i>Capsella bursa-pastoris</i> GM	地上部 Above ground	0.4873	26.5
	根 Root	0.3334	
鬼针草 CK <i>Bidens pilosa</i> CK	地上部 Above ground	0.0312	6.5
	根 Root	0.0122	
鬼针草 GM <i>Bidens pilosa</i> GM	地上部 Above ground	0.0663	14.5
	根 Root	0.0126	
苍耳 CK <i>Xanthium sibiricum</i> CK	地上部 Above ground	1.0828	15.0
	根 Root	0.1622	
苍耳 GM <i>Xanthium sibiricum</i> GM	地上部 Above ground	1.4705	18.0
	根 Root	0.2067	

2.2 微生物对植物重金属含量的影响

2.2.1 微生物对荠菜重金属含量的影响 由表 3 可知,荠菜地上部和根的 Cu^{2+} 含量都表现为 GM 处理高于 CK 处理,根>地上部,说明接种 VA 菌根促进了荠菜根系对 Cu^{2+} 的吸收,进而使得 GM 处理的土壤 Cu^{2+} 含量低于 CK。与 Cu^{2+} 不同,荠菜地上部和根的 Cr^{6+} 含量都表现为 GM<CK,土壤 Cr^{6+} 含量也是 GM<CK,这可能是由于试验时期温度较低、植物生长较慢,抑制了植物对各种元素的吸收,即菌丝吸收了土壤中的 Cr^{6+} ,还没有向植物体转移。由表 3 还可知,无论是 GM 处理还是 CK 处理,荠菜地上部和根的 Cd、Ni、Pb 含量都为 0,而这 3 种元素在土壤中的含量都表现为 GM<CK;这进一步说明了由于菌丝对土壤重金属的吸收,使得 GM 处理的土壤 Cd、Ni、Pb 等重金属含量低于 CK,从而促进了荠菜的重金属修复作用。

表 3 微生物对荠菜重金属含量的影响

Table 3 Effect of microorganism on

Capsella bursa-pastoris heavy metals

mg/kg

名称 Name	Cu	Cr	Cd	Ni	Pb
荠菜 CK <i>Capsella bursa-pastoris</i> CK	47.5608	0.2813	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	49.7731	0	0	0	0
土壤 Soil	31.5944	3.1351	0.7582	3.8045	49.1106
荠菜 GM <i>Capsella bursa-pastoris</i> GM	105.5143	0.0672	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	197.0297	0	0	0	0
土壤 Soil	17.0842	2.3366	0	2.5396	24.8812

2.2.2 微生物对鬼针草、苍耳重金属含量的影响 由表 4、5 可知,微生物对鬼针草和苍耳重金属含量的影响与荠菜一致,接种 VA 菌根促进了鬼针草和苍耳对 Cu、Cr、Cd、Ni、Pb 等重金属的吸收,提高了鬼针草和苍耳的重

金属修复作用。

表 4 微生物对鬼针草重金属含量的影响

Table 4 Effect of microorganism on *Bidens pilosa* heavy metals

名称 Name	Cu	Cr	Cd	Ni	Pb
鬼针草 CK <i>Bidens pilosa</i> CK	10.2041	3.0612	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	12.8063	1.7241	0	0	0
土壤 Soil	43.9834	3.0374	1.1815	3.5786	57.4171
鬼针草 GM <i>Bidens pilosa</i> GM	25.7471	0.6897	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	35.9512	0	0	0	0
土壤 Soil	21.9681	1.8326	0	2.1284	18.1892

表 5 微生物对苍耳重金属含量的影响

Table 5 Effect of microorganism on

Xanthium sibiricum heavy metals

mg/kg

名称 Name	Cu	Cr	Cd	Ni	Pb
苍耳 CK <i>Xanthium sibiricum</i> CK	10.1262	0.4468	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	38.347	0	0	0	0
土壤 Soil	19.2998	2.4635	0.5957	3.5012	46.2237
苍耳 GM <i>Xanthium sibiricum</i> GM	14.6035	0.1476	0	0	0
地上部 Above ground					
根 Root	83.1734	0	0	0	0
土壤 Soil	18.6042	2.3947	0	2.4273	26.7244

3 讨论与结论

土壤及其环境的污染有隐蔽性和滞后性的特点,土壤污染物不容易扩散和稀释,就重金属污染物而言,它对土壤环境的污染基本上是一个不可逆转的过程,土壤环境污染一旦发生,仅仅依靠切断污染源的方法往往很难自我恢复,必须采用各种有效的治理技术才能解决现实污染问题。

一般而言,土壤污染修复方法主要有以下几种,物理修复、化学修复、微生物修复和植物修复方法等,每种方法都有各自的特点和局限性。由于煤矿区具有土壤污染面积大、范围广的特点,加上我国土地资源匮乏,人地矛盾日益突出,资源与环境问题越来越严重,所以比较期待一种简单、节能、环保的修复方法。植物修复方法是利用植物及其根际圈微生物体系的吸收、降解作用来清除污染物的技术,与其它修复方法相比,具有能耗低、工艺简单、绿化、环保等特点,而且经过植物修复的土壤,其有机质含量和土壤肥力都会增加,有利于以后进行农作物种植,符合可持续发展战略。微生物能促进多种植物对重金属的吸收,微生物复垦具有一次使用多年受益、无二次污染等优点,在矿区土地复垦与生态重建中已经显示出了其优势^[12-14]。

该研究在前人研究的基础上,采用盆栽土配方法,将微生物与煤矿区适生植物进行组合,研究其生态效应。结果表明,接种 VA 菌根能提高荠菜、鬼针草、苍耳等植物的株高和生物量,促进了煤矿区适生植物对土壤

Cd、Cr、Cu、Ni、Pb 等重金属的吸收,提高了荠菜、鬼针草和苍耳的重金属修复效果。因此,在煤矿区污染土壤修复和生态重建过程中,完全可以采用矿区内生命力较旺盛的荠菜、鬼针草、苍耳等野生植被,并将其与微生物组合,从而实现并提高煤矿区植被恢复和土壤修复效果。

参考文献

- [1] 崔龙鹏,白建峰,史永红,等.采矿活动对煤矿区土壤中重金属污染研究[J].土壤学报,2004(6):896-904.
- [2] 韦朝阳,张立城,何书金,等.我国煤矿区生态环境现状及综合整治对策[J].地理学报,1997,52(4):300-307.
- [3] 范英宏,陆兆华,程建龙,等.中国煤矿区主要生态环境问题及生态重建技术[J].生态学报,2003,23(10):2144-2152.
- [4] 高铁军,张锦瑞,董荣泉,等.唐山市采煤沉陷区生态修复关键技术研究及示范[R].唐山:煤炭科学研究总院唐山研究院,2007:203-209.
- [5] 罗焕亮,陈伟元,邵志芳,等.VA 菌根对植物的增效作用研究[J].华南农业大学学报,2002,23(1):49-51.
- [6] 杜善周,毕银丽,吴王燕,等.丛枝菌根对矿区环境修复的生态效应[J].农业工程学报,2008,24(4):113-116.
- [7] 方志国,陈欣.丛枝菌根在退化土壤恢复中的生态学作用[J].生态学杂志,2002,21(2):61-63.
- [8] 毕银丽,吴福勇,武玉坤.接种微生物对煤矿废弃基质的改良与培肥作用[J].煤炭学报,2006,31(3):365-368.
- [9] 杨宏宇,赵丽莉,贺学礼.丛枝菌根在退化生态系统恢复和重建中的作用[J].干旱区地理,2005,28(6):836-842.
- [10] 杜善周,毕银丽,王义,等.丛枝菌根对神东煤矿区塌陷地的修复作用与生态效应[J].科技导报,2010,28(7):41-44.
- [11] 王红新.丛枝菌根真菌在植物修复重金属污染土壤中的作用[J].中国土壤肥料,2010(5):1-5.
- [12] 毕银丽,吴福勇,武玉坤.丛枝菌根在煤矿区生态重建中的应用[J].生态学报,2005,25(8):2068-2073.
- [13] 肖雪毅,陈保冬,朱永官.丛枝菌根真菌对铜尾矿上植物生长和矿质营养的影响[J].环境科学学报,2006,26(2):312-317.
- [14] 王发国,林先贵.丛枝菌根在植物修复重金属污染土壤中的作用[J].生态学报,2007(2):793-801.

Effect of Microorganisms on Pollution Restoration of Suitable Plants in Coal Mine

GUO You-hong

(Institute of Tangshan Research, China Coal Science Research Institute, Tangshan, Hebei 063012)

Abstract: In order to accelerate the restoration of the environment of polluted mining area and provide advantage plant resources for pollution reclamation of the coal mining area, through the soil incubation experiment, the ecological effects of microorganisms and suitable plants in coal mining areas were studied. The results showed that the plant height and biomass of *Bidens pilosa*, *Xanthium sibiricum* and *Capsella bursa-pastoris* were improved after inoculated VA mycorrhizal, microorganisms could also promote the suitable plants on soil Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and other heavy metals absorption, and the restoration effects of heavy metals in plants were improved.

Key words: microorganism; mining area; suitable plant; heavy metal contamination

杜鹃的劈接繁殖方法

1. **砧木选择与接穗采集** 必须选择扦插繁殖容易、生长快、抗逆性强,亲和力好的品种为砧木。接穗的采集:在需繁殖的杜鹃品种植株新梢 2~3 cm 处,剪取 3~4 cm 为接穗,若剪取新梢 7~8 cm,可剪为 2 个接穗,带顶梢的,接穗上部留叶 4~5 片,不带顶梢的上部留叶 2~3 片。

2. **嫁接时间及方法** 嫁接时间:4~6 月上旬为主,因此时空气湿度及温度均有利于杜鹃花生长,接口愈合快。9~10 月为次,因此时天气凉爽,较适宜嫁接,嫁接成活率也高。嫁接方法:采用起苗嫁接法,即将砧木挖起,在砧木新梢高度 2~4 cm 处剪断,摘除上端 2~3 片叶,在断面直径处纵切 1 cm 左右;将采集的接穗下端二面用利刀切削成楔形,长 1 cm 以内,比砧木深度稍短,然后将接穗插入砧木切口中,使接穗形成层与砧木形成层对齐(至少一边对齐),这是嫁接成活的关键,最后用薄膜带自上而下绑扎,松紧适度。

3. **管理** 嫁接后速送已准备好的圃地开沟定植,并浇透水。在每畦定植床边隔 1 m 插竹片做成小拱棚,用薄膜将定植床严实覆盖保湿,上面覆盖 3 层遮阳网遮阳。平时随时察看棚内湿度,一般相对湿度 70%~80%,湿度不足,要及时浇水。只要在 10 d 内,接穗叶片新鲜,成活希望就大。1 个月左右就掀一头薄膜通风;1 个半月后两侧通风,并减少 1 层遮阳网增加光照;2 个月后掀膜通风,同时及时摘心和抹去砧木上的萌芽,除草,施淡液肥,同时注意浇水抗旱,防病除虫。