

植物在重金属污染土壤修复中的有效运用策略

胡洁 吴鑫强 肖若挺

湖南有色黄沙坪矿业有限公司

DOI:10.12238/eep.v5i3.1599

[摘要] 重金属污染问题是造成土壤环境破坏的主要原因,限制了土地资源的高效化利用,因此应该采取有效的修复技术,以确保土壤环境得到有效治理和恢复,为生产生活创造良好的条件。其中,植物修复技术在实践中得到广泛应用,充分发挥了各类植物的作用对重金属离子实施控制,达到集中处理的目的。本文将对植物在重金属污染土壤修复中的应用优势加以分析,探索植物在重金属污染土壤修复中的有效运用策略。

[关键词] 植物; 重金属污染; 土壤修复; 运用策略

中图分类号: S152.4 文献标识码: A

Effective application strategy of plants in heavy metal-contaminated soil remediation

Jie Hu Xinqiang Wu Ruoting Xiao

Hunan Nonferrous Huangshaping Mining Co., LTD

[Abstract] Heavy metal pollution is the main cause of soil environmental damage, which limits the efficient use of land resources. Therefore, effective remediation technology should be adopted to ensure that the soil environment is effectively treated and restored, and to create good conditions for production and life. Among them, the phytoremediation technology has been widely used in practice, giving full play to the role of all kinds of plants to control the heavy metal ions, to achieve the purpose of centralized treatment. This paper will analyze the application advantages of plants in heavy metal contaminated soil remediation, and explore the effective application strategies of plants in heavy metal contaminated soil remediation.

[Key words] plants; heavy metal pollution; soil remediation; application strategy

引言

在我国的工业化发展中,由于污染物的随意排放,其中含有大量的重金属物质,会威胁土壤环境安全,给治理工作带来了较大难度。而且重金属的存留时间较长,会借助于食物链进入到人体当中,这是引发人体疾病的关键原因。在绿色化发展理念下,应该以土壤修复为目标,降低土壤中各类重金属的含量,以促进社会可持续发展。植物修复技术具有安全性特点,相较于传统修复技术而言,可以起到长久性治理的效果。该技术也具有一定的专业性,而且不同植物对于不同重金属的处理效果存在差异,因此在工作中应该选择更加合适的植物,解决土壤的重金属污染问题,创造更高的生态效益。

1 植物在重金属污染土壤修复中的应用优势

植物可以充分发挥其提取、稳定和挥发等作用,对土壤中的重金属污染实施处理,将浓度控制在相关标准以内,确保土壤条件得到全面恢复。通过栽植不同类型的植物,可以满足长效化修复和治理工作的要求,提高受污染区域内的绿化面积,有助于预防水土流失问题,同时避免重金属污染范围的扩大化。同时,土壤中的重金属污染物会进入到地下水当中,进而造成水体环境

的污染,而植物在蒸腾作用下可以控制水环境中污染物的浓度,防止引发二次污染问题。相较于传统工程措施而言,植物修复技术对于原有生态系统的扰动较小,不会对土壤结构造成严重破坏,最大限度维持生态系统的稳定性^[1]。重金属物质的基本性质,也会由于有机物质的降解而发生改变,毒性下降,对于环境的威胁降低。在新陈代谢的过程中,可以更加快速的促进污染物性质的变化,提取和挥发效果较好,而且当前植物栽培技术越来越成熟,为土壤修复工作的开展奠定了基础。不同重金属元素对应的修复植物类型如表1所示。

表1 不同重金属元素对应的修复植物类型

重金属类型	植物类型
Cr	印度芥菜、李氏禾
Cd	印度芥菜、忍冬、东南景天
As	蜈蚣草、紫薇树、黑松
Cu	香薷、香根草、柳树

2 植物在重金属污染土壤修复中的有效运用策略

2.1 植物提取

植物提取的方式可以有效吸收重金属元素,从而对枝叶实施集中无害化处理,以降低土壤中污染物含量。化学诱导工艺和自然提取工艺,是目前植物提取中的常用措施,前者需要借助于特定的改良剂实施处理,通过控制螯合物来去除重金属物质,具有高效性特点,而且在重污染区域中的应用效果好。而自然提取则是发挥了植物自身的吸收作用,无需借助于其他外力,因此更加简单,而且具有经济性特点,但是去除率相对较低。重金属被根部吸收后,能够进入到中柱和木质部当中,进而运输到枝叶和茎部,因此在采用该技术时需要确保植物生长特性满足修复工作需求,避免重金属的运输和累积而造成大面积死亡的情况。在植物金属硫蛋白和螯合素、谷胱氨酸的作用下,可以提高重金属物质的转移速度,提取作用更加显著^[2]。目前,超积累植物在重金属提取中的应用较多,累积量相对更高,因此可以满足严重污染区域内的土壤修复工作要求。除了植物自身特性会对提取效果产生影响外,土壤环境因素也会造成不同程度影响,包括了pH值、微生物含量和气候温度等等。高山漆姑草、柳叶箬、香根草和小鳞苔草吸收铅的含量对比如图1所示。

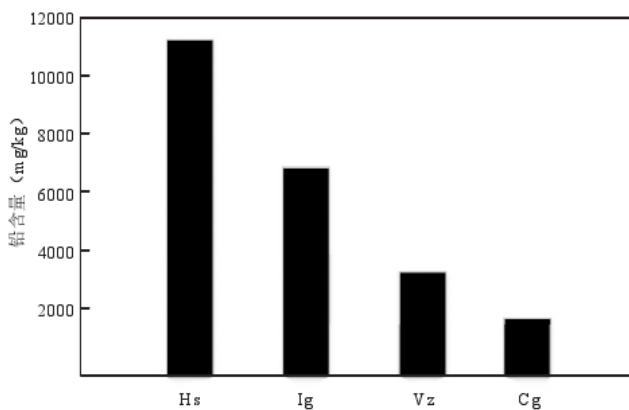


图1 高山漆姑草、柳叶箬、香根草和小鳞苔草吸收铅的含量对比

2.2 植物挥发

植物挥发的方式则是以植物吸收为基础,通过蒸腾作用排出毒性较小的物质,以达到降低土壤重金属浓度的目的。比如在当土壤中As和Hg、Se含量较高时,该技术的应用作用更加显著,能够转化为挥发态,从而进行释放和稀释。为了改善植物对重金属元素的挥发效果,还应该依托分子生物学技术实施优化,比如MerA基因的融合应用,能够将Hg²⁺快速转化为Hg⁰,毒性明显降低,可以改善实际处理效果^[3]。而MerB基因的应用,则可以将汞污染物转化为无机物等,不会对土壤造成严重威胁。比如烟草和南芥等植物可以导入MerA基因,对土壤中的汞元素实施挥发处理后能够降低毒性,而且挥发量相较于以前而言更高,提高了土壤修复的效率。

2.3 植物稳定

重金属物质会随着时间的推移而逐步扩散,导致污染范围

的扩大化,给治理和修复工作造成困难。为此,可以发挥植物的固定作用限制重金属的活动性及扩散性,从而有效控制污染区域,减轻修复工作负担,同时起到保持水土的作用。比如当土壤中的Zn、Fe、Pb和Mn含量较高时,就可以采用该技术实施修复。在应用植物稳定技术时,应该考虑到不同植物稳定作用的差异性,比如在处理Hg和As的过程中,往往采用香蒲和芦苇等;而处理Pb和Cu时则可以采用农茅和羊茅等^[4]。此外,还应该关注植物的耐受性差异,防止受到重金属影响而导致其生长性能受损。通常情况下,受污染土壤存在较多的退化问题,这是影响植物稳定技术应用效果的主要因素,因此在工作中应该发挥改良剂的作用,以创造良好的修复条件,比如底灰、硅藻土、有机堆肥、炉渣和黏土矿物等等,可以改善稳定效果。比如在处理土壤当中的Zn和Cu时就可以运用芸苔,同时施加适量的有机堆肥,相较于单纯采用植物稳定的方式而言,去除率分别达到80%和50%左右。稳定技术无法对重金属的浓度实施控制,仅仅是发挥了固定作用,对于重金属的迁移性实施控制。

2.4 植物降解

重金属污染物可以在植物分泌物的作用下被降解,从而降低对土壤的危害,主要发挥了核苷酸、蛋白质、糖类和天然不饱和脂肪酸的作用,提高土壤内部微生物的活性,共同起到快速降解的效果^[5]。同时,土壤环境也会由于植物的栽植而得到改善,有助于微生物的生存和繁殖。植物的代谢能力是决定降解效果的主要因素,因此在选择该技术时应该对植物的生长特性进行全面分析与评估,以结合具体的污染类型选择合适的植物。

2.5 微生物法-植物融合技术

植物修复技术可以和其他技术融合应用,这是提高修复效果的关键途径,比如微生物法-植物融合技术可以发挥两项技术的优势,解决土壤修复中的技术单一化问题。尤其是土壤中含有大量的微生物,其类型也千差万别,可以对重金属的迁移性产生影响,因此可以通过研究植物根系与微生物的作用关系,共同控制土壤中微生物的浓度。一般情况下,微生物可以将植物分泌物作为营养物质,从而维持良好的活性,同时改善了土壤状况,满足植物生长对环境的需求,增强营养物质和水分的吸收率,维持植物的良好生长状态,在重金属污染修复中发挥植物的挥发、稳定和降解等作用。其中,根际真菌和细菌是提高植物修复能力的关键,可以提高土壤当中螯合剂的含量,同时创造良好的酸碱环境,加快了氧化还原反应的速度^[6]。其中,鲍曼不动杆菌和节杆菌、芽胞杆菌等对于重金属的降解效果显著,耐受性也较强。子囊菌门和担子菌门等,是土壤中常见的真菌类型,能够改善植物对各类营养物质的吸收作用,比如氮磷钾等,可以确保植物在处理重金属污染物时保持良好的抗性,增强整体修复能力。比如在处理土壤中的Cr时可以栽培番茄,同时使用AM真菌,能够促进植物快速生长,而且提取率相对更高。重金属可以在有机酸的作用下实现快速酸化和氧化等,同时随着螯合物的增多,也能够起到稳定作用,有效降低重金属的扩散性。

2.6 化学法-植物融合技术

化学试剂的合理使用,也可以改善植物修复的效果,在提取和稳定中的作用显著,尤其是在使用超积累植物的过程中,化学试剂的应用较多,能够改善迁移率,从而加快治理和修复的速度。氨基三乙酸和水溶性壳聚糖、乙二胺四乙酸等,是几种基本的螯合剂类型,可以采用乙酸、柠檬酸和苹果酸等有机酸进行处理,此外有机肥、生物炭和生物表面活性剂等也可以满足化学法-植物融合技术的使用要求。其中,螯合剂的应用最为普遍,在络合反应下实现重金属污染物的提取与处理,降低对土壤环境的威胁。比如在处理土壤中的Cr时可以用运蓖麻,同时融合相应的EDTA,改善了植物的抗氧化性能,在重度污染问题的处理中效果更好,吸收效率也得到明显提升^[7]。比如在处理土壤当中的Ni时可以选择玉米,也可以运用EDTA进行辅助处理,对于重金属物质的累积量明显提高。而有机酸则能够发挥其环保性作用,不会在处理重金属时造成二次污染的问题,比如在处理Cu污染时可以采用柠檬酸。

2.7 物理法-植物融合技术

单一化的植物修复技术具有局限性,因此可以运用物理方法实施弥补和强化,其中电动修复技术的应用最为普遍。重金属物质在电场的作用下增强了流动性,能够实现快速吸收和处理,植物根系对于重金属物质的累积效果明显增强。同时,电流的加入能够改善植物活性,生物物质含量逐渐升高,因此可以增强植物抗性,在处理重金属污染中发挥其应有的作用。比如在处理重金属污染时,可以运用黑麦草种子,电场强度控制在0.2DCV/cm左右,种子发芽率相较于以前而言更高,降低重金属物质对种子发芽的影响^[8]。而在处理土壤中的Pb污染时,则可以运用芥菜,同时施加电场,不仅能够提高植物的累积量,而且生物降解作用更好,满足了多种修复要求。

3 结语

对于土壤重金属浓度的控制,可以改善土壤环境,创造良好

的自然生态环境,避免对人们的健康安全造成威胁。植物修复技术的应用,可以在控制污染物浓度的同时,起到良好的水土保持作用,而且也不会产生二次污染问题。除了可以通过植物提取、植物挥发、植物稳定和植物降解的作用实施土壤修复外,还应该将植物修复技术和其他技术融合应用,包括了微生物法、化学法和物理法等,能够使植物修复技术的优势得到充分体现,提高修复工作效率与质量。

[参考文献]

- [1]沈中心.植物修复技术在重金属污染耕地土壤修复中的应用[J].清洗世界,2021,37(05):41-42.
- [2]朱韵.重金属污染土壤修复中纳米材料的应用研究进展[J].四川建材,2021,47(05):43-45.
- [3]马玲.诱导根表铁膜对提升植物对强酸性重金属污染土壤修复功能的研究与示范.广东省,华南农业大学,2020-06-17.
- [4]李信茹,米屹东,魏源,等.丛枝菌根真菌-植物共生体系在重金属污染土壤修复上的研究进展[J].现代化工,2020,40(05):14-18.
- [5]聂司宇.植物对重金属污染土壤修复的研究进展[J].安徽农学通报,2020,26(05):101-102.
- [6]谢东,李丝雨,何森,等.重金属污染土壤修复植物根际微生态的研究进展[J].江西理工大学学报,2019,40(05):64-71.
- [7]石佩佩,夏丽丹,周垂帆.木本植物对重金属污染土壤修复的研究进展[J].内蒙古林业调查设计,2019,42(05):99-101.
- [8]王梦军,韩张雄,董抒浩,等.园林植物中重金属元素检测及其对重金属污染土壤修复综述[J].山东林业科技,2018,48(05):122-124.

作者简介:

胡洁(1982--),女,汉族,湖南祁阳人,本科,环境保护工程工程师(注册环保工程师),研究方向:重金属土壤治理。