

类芦在土壤铅污染修复中的应用前景探讨

王海娟¹, 宁平¹, 曾向东¹, 戴文娇¹, 范麦妮¹, 贺彬², 刘晓海²

(1. 昆明理工大学环境科学与工程学院, 云南昆明 650093; 2. 云南省环境科学研究院, 云南昆明 650034)

摘要: 以云南某选矿厂类芦为研究对象, 就类芦(*Neyraudia reynaudiana* (kunth.) Keng) 对 Pb 的超富集特性、转运系数、富集系数及生长速度进行了初步研究, 结果表明, 类芦具有抗逆境能力强、生长迅速、Pb 转运系数高等特点, 有望调控成为较理想的土壤铅污染植物修复资源。

关键词: 铅; 富集系数; 土壤污染; 植物修复

中图分类号: S644.6; R135.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2008)01-0075-04

Prospect of *Neyraudia Reynaudiana* in Remediation of Soils Contaminated by Lead

WANG Hai-juan¹, NING Ping¹, ZENG Xiang-dong¹, DAI Wen-jiao¹,

FAN Mai-ni¹, HE Bin², LIU Xiao-hai²

(1. Faculty of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China; 2. Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming 650034, China)

Abstract: In this paper *Neyraudia reynaudiana* is researched for its hyperaccumulative property, lead transformation coefficient, accumulative coefficient and growing in lead contaminated soil in Datun concentrator. It is found out that *Neyraudia reynaudiana* has the properties of strong endurance to adverse environment, fast growing and high lead transformation coefficient. It is suggested that *Neyraudia reynaudiana* can be controlled to remedy soils contaminated by lead.

Key words: lead; accumulation coefficient; soil pollution; phytoremediation

0 引言

重金属污染土壤修复技术分为物理方法、化学方法和生物方法。生物方法包括植物修复和微生物修复等。植物修复具有费用低廉、不破坏场地结构、能起到一定美化环境的作用,且易于为社会所接受。处理成本比物理化学处理费用低几个数量级。因此,植物修复技术成为一项很有发展前途的修复技术,这方面的研究已成为当前国内外的热点科学问题和前沿研究领域。目前,对于植物修复重金属污染土壤的研究,大多集中在超积累植物的筛选上,但现已筛选的超积累植物的生物量普遍偏低,对重金属的积累量很有限,再加上其生长缓慢等原因,难以达到修复重金属污染土壤的目的。近年来,学者们逐渐开始从生物量大的杂草中筛选超积累植物^[1-2]。

铅是对人体有害的重金属元素之一,在自然界中分布甚广。土壤-植物系统是 Pb 元素生物地球化学循环的重要环节,Pb 在该系统中的变异特征既表明了 Pb 来源的差异,又与 Pb 污染密切相关。目前针对 Pb 在土壤-植物系统领域研究最为突出的就是在植物修复领域具备广阔应用前景的 Pb 超积累植物的筛选。

云南有植物王国的美誉,植物种类丰富,为超富集植物的筛选提供了有利条件。本文以某选矿厂分布

收稿日期: 2007-05-28. **基金项目:** 云南省环境保护局资助项目(项目编号:K02061),云南省教育厅基金资助项目(项目编号:04Y4720)。

第一作者简介: 王海娟(1979~),女,讲师,在读博士生。主要研究方向:恢复生态学和环境污染的生物防治等。

E-mail: wanghj636@126.com

较广、生物量较大的类芦为研究对象,对其土壤-植物系统的Pb等元素含量进行了研究,探讨其Pb积累特性和可调控潜力.类芦生物量大、抗逆性强、生长迅速,在水土保持和土壤改良等方面起着重要的作用.如果能把类芦调控成为重金属超富集植物并且加以有效利用,可以弥补现有超富集植物的不足,为植物修复技术的产业化提供了必要的物质保证.

1 材料与方法

1.1 选矿厂基本情况

通过对众多有色金属矿区选冶历史、现状及交通等方面的比较.本研究选定交通便利、历史悠久的云南南部某选矿厂为研究对象,在其周围进行了大量土壤和植物样品的采集.该选矿厂海拔1 200 m左右,当地属亚热带季风气候类型,季节差异不明显,冬温夏凉.矿区有色金属资源丰富.矿区周围土壤以砂粒含量较多,区域类芦分布广泛.

1.2 选矿厂土壤及类芦样品的采集与制备

从2005年开始分别在该选矿厂周围采集土壤和类芦的植物样品,在采集植物的根际周围同时采集土壤样品.三年共计采集植物和土壤样品100多个.其中植物分为根、茎叶和种子单独采集编号装袋.土壤样品采集以S形布点,而植物样品是在尾矿堆、选矿废水排放处及山坡上等不同部位采集,选取长势较好的植物进行采集.

土壤自然风干后,挑去残根和石块,磨碎,过150 μm 筛,装袋备测.

植物将根、茎叶和种子分开,洗净,用去离子水淋洗,烘干,粉碎后待测.

1.3 类芦的形态特征与分布

类芦(*Neyraudia reynaudiana* (kunth.) Keng),多年生,具木质根状茎,须根粗而坚硬.秆直立,高2~3米,直径5~10 mm,通常节具分枝,节间被白粉;叶鞘无毛,仅沿颈部具柔毛;叶舌密生柔毛;叶片长30~60 cm,宽5~10 mm,扁平或卷折,顶端长渐尖,无毛或上面生柔毛.圆锥花序长30~60 cm,分枝细长,开展或下垂;小穗长6~8 mm,含5~8小花,边脉生有长约2 mm的柔毛,顶端具长1~2 mm向外反曲的短芒.花果期8~12月.广泛分布于贵州、云南、四川、湖北等地.亚洲东南部均有分布.生于河边、山坡或砾石草地,海拔300~1 500 m.

1.4 土壤和植物样品的Pb测定分析方法

土壤样品在电热板上用浓硝酸、氢氟酸、浓高氯酸消煮,用火焰原子吸收分光光度法测定总铅量.

植物样品在电热板上用浓硝酸、浓硫酸、浓高氯酸消煮,用原子吸收分光光度计测定总铅量.

2 结果与分析

2.1 类芦对铅的抗性

环境中过量的重金属会影响植物的正常生长和发育,而植物对重金属的抗性恰恰表现在植物能生存于较高重金属背景值之中并正常生长,而不出现明显毒害症状的特性^[3].本研究对类芦及其根际周围土壤的Pb含量进行了测定分析,土壤的Pb含量结果如图1所示.结果表明该选矿厂周围土壤Pb含量不均匀,平均Pb含量达到859 mg/kg,已经受到一定的污染,按照国家1995年的土壤环境质量三级标准GB15618-1995(500 mg/kg),该区土壤Pb超标率为71.8%,样本超标个数为66.7%.类芦对Pb的忍耐和抵抗力较强,能够正常生长,并且生物量较大,没有受到明显影响.

2.2 类芦对Pb的转运、富集特性

同一种植物的不同部位(特别是根部和地上部分)对不同重金属离子的富集能力也是不同的.从植物根部和地上部重金属含量的比较来看,大多数植物表现为根部重金属含量大于地上部重金属含量,这可能是大多数植物对重金属污染的普遍反应,而那些表现出地上部重金属含量大于根部,且大于土壤中重金属浓度的植物对于重金属超富集植物筛选更有意义^[2-3].本研究所采集的类芦的根、茎叶和种子的Pb含量的百分比如图2所示,其中只对DT-7、DT-8、DT-13和DT-14四株的种子Pb含量进行了测定.

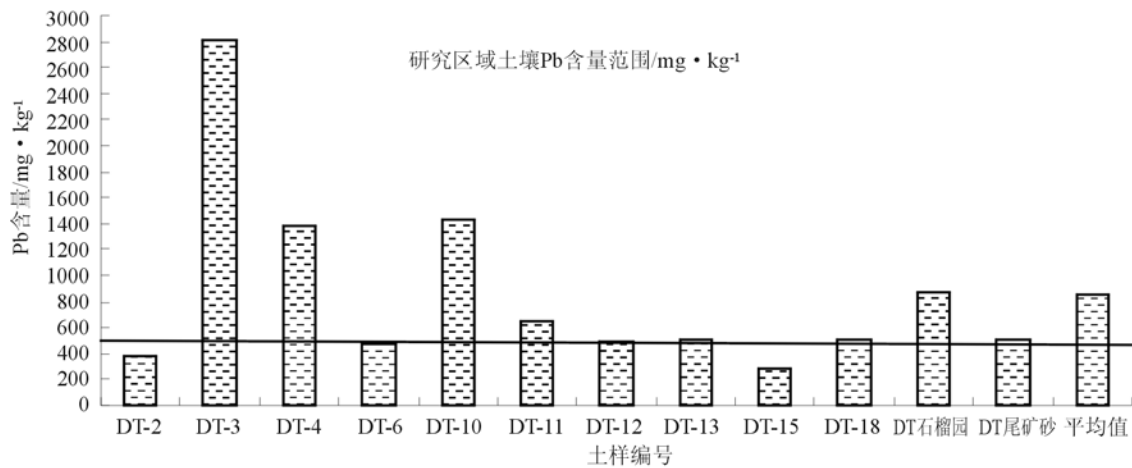


图1 某选矿厂（研究区域）土壤Pb含量分布
Fig.1 Concentration of lead in soils of researching concentrator

研究表明,类芦体内 Pb 含量分布顺序为种子 > 茎叶 > 根系,并且通过统计分析发现,类芦茎叶和根中的 Pb 含量达到显著差异 ($f = 4.6 \times 10^{-7} < 0.05$),其向地上部位转运能力较强,平均转运系数达到 9.9.

转运系数是地上部某元素质量分数与地下部该元素质量分数之比,用来评价植物将重金属从地下部向地上部的运输和富集的能力.转运系数大的植物从根系向地上部器官转移的量较大.有人指出富集系数和转运系数的不足之处:假设给定植物的生物富集系数大,即地上器官中质量分数相对大,但若在给定生长期这一植物的生长量小,则地上部分的吸收总量相对小,相应地,这一植物在给定生长期从土壤中带走的污染元素的量则少,因此,实际修复价值就小.这就要求在筛选重金属超富集植物时,植物地上部重金属含量与植物地上部生物量可以并重^[4].

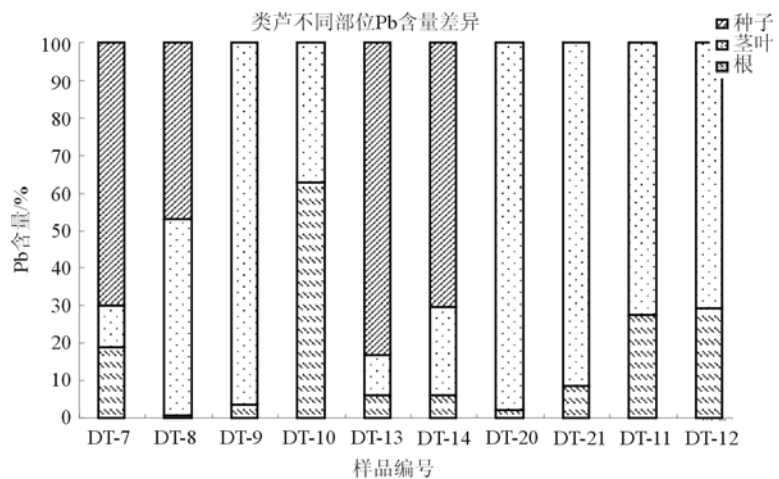


图2 类芦不同部位Pb含量百分比
Fig.2 Lead concentration(percentage) of different organ in *Neyraudia reynaudiana* centigrade

当前重金属超富集植物的筛选研究中,多以富集系数来衡量植物对重金属的超积累能力.富集系数用来反映土壤——植物体系中元素迁移的难易程度,是植物将重金属吸收到体内能力的评价指标,生物富集系数高,表明植物地上部某种重金属含量大于其生长土壤中该种重金属的浓度,也意味着富集系数大的植物可以在污染土壤上正常生长,并从土壤中吸收较多量的重金属^[5-6].

类芦的转运系数及富集系数如图 3 所示,平均转运系数为 9.9,而富集系数平均为 0.39.通过统计分析发现二者有显著差异,说明类芦的富集能力较弱,而转运能力非常强.按照王宏镔等对超积累植物和植物修复的研究思路^[7],类芦作为分布广、生物量大的植物之一,可以通过调控土壤重金属的有效性,进行吸收、富集能力的调控,有望应用于土壤 Pb 污染的植物修复中.

3 讨论与建议

类芦的适应性强,竞争力强,生命周期长,繁殖力强,生活力强.在用于处理土壤污染的同时,也绿化了

周围的环境,对环境的扰动少,属于原位处理.类芦修复土壤污染的过程也有助于土壤有机质积累和土壤肥力提高的过程,可保持地表长期稳定,控制水土流失,有利于生态环境的改善和野生生物的繁衍.

类芦富集系数较小,转运系数较大,证明类芦具有很强的向地上部位转运 Pb 的能力,有希望通过调控,提高土壤 Pb 的有效性,从而提高类芦茎叶中的 Pb 的积累量.使之成为 Pb 污染土壤修复的较理想的植物资源,具有较大调控潜力.

土壤-植物系统中 Pb 分布受土壤 pH 值、有机质及土壤质地影响显著.据白军红等研究表明在 0.01 水平上与有机质显著正相关,在 0.05 水平上与粉砂(0.01 ~ 0.005 mm)和粘粒(<0.005 mm)显著正相关,在 0.05 水平上与土壤 pH 值显著负相关^[8].因此土壤中的 Pb 有效性对类芦吸收积累量有较大影响^[8].因此有必要进一步对类芦周围土壤 Pb 污染进行形态分析和理化性质研究,进一步研究找出类芦吸收积累规律,为其调控用于 Pb 污染的土壤修复奠定基础.

参考文献:

- [1] 赵兴杰,刘秀珍,郭丽娜.杂草在土壤重金属污染修复中的应用[J].山西农业大学学报,2006,26(2):165-167.
- [2] 吴春华,陈欣,王兆骞.铅污染土壤中杂草对铅的吸收[J].应用生态学报,2004,15(8):1451-1454.
- [3] 刘秀梅,聂俊华,王庆.6种植物对Pb的吸收与耐性研究[J].植物生态学报,2002,26(5):533-537.
- [4] 聂发辉.关于超富集植物的新理解[J].生态环境,2005,14(1):136-138.
- [5] 韦朝阳,陈同斌.重金属超富集植物及植物修复技术研究进展[J].生态学报,2001,21(7):1196-1203.
- [6] 龙新宪,杨肖娥,倪吾钟.重金属污染土壤修复技术研究现状与展望[J].应用生态学报,2002,1(6):757-760.
- [7] 王宏宾,覃勇荣,束文圣,等.砷超富集植物研究进展[A].生态科学进展(第一卷)[C].北京:高等教育出版社,2004.
- [8] 白军红,欧阳华,王庆改,等.长白山国家级自然保护区垂直带土壤-植物系统中Pb的变异特征及其影响因素[J].土壤,2003,35(5):419-423.
- [9] Kight B, et al. Zinc and Cadmium uptake by the hyper-accumulator *Thlaspi caerulescens* and in contaminated soil and its effects on the concentration and chemical speciation of metals in soil solution[J]. plant and soil, 1997, 197, 71.

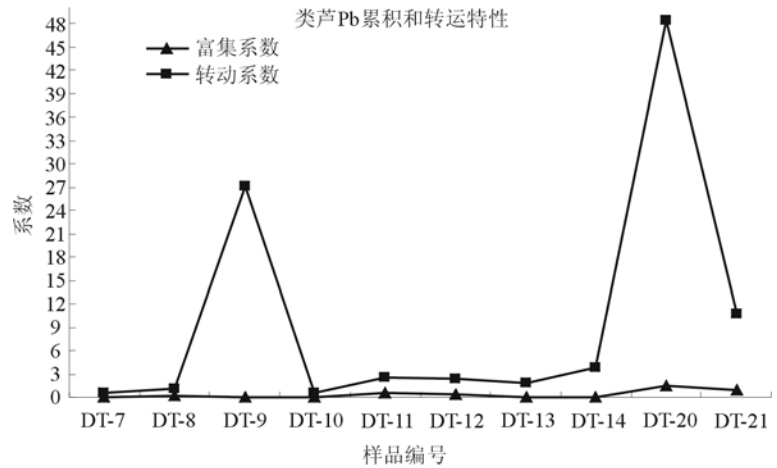


图3 类芦Pb转运系数和富集系数

Fig.3 Accumulation and transformation coefficient of lead in *Neyraudia reynaudiana*