

文章编号 :1003-8701(2013)03-0086-03

4种植物对3种重金属的吸收研究

李庚飞^{1,2}

(1. 渭南师范学院, 陕西 渭南 714000 ;2. 陕西省多河流湿地生态环境重点实验室, 陕西 渭南 714000)

摘要:以黄金生产区附近4种植物三叶木蓝(*Indigofera trifoliata*)、全叶马兰(*Kalimeris integrifolia*)、野古草(*Arundinella anomala*)和淡黄鼠李(*Rhamnus flavescens*)为研究对象,采用火焰原子吸收光谱法对其体内不同部位的铜、镉和锌含量进行测定,以便筛选人工生态系统土壤修复的植物种类。结果表明,4种植物对锌均有较强的富集能力,其中以全叶马兰的富集能力最强,其富集系数高达4.48,转移系数为2.90;4种植物对铜的转移能力虽然较强,转移系数均大于1,但富集系数均较低;而4种植物对镉的富集能力均较低。

关键词:重金属;土壤污染;富集系数;转移系数

中图分类号:Q181.5

文献标识码:A

Studies on Absorption of Three Kinds of Heavy Metal by Four Plant Species

LI Geng-fei^{1,2}

(1. Weinan Normal University, Weinan 714000; 2. Key Laboratory for Eco-Environment of Multi-River Wetlands in Shaanxi Province, Weinan 714000, China)

Abstract: In order to select suitable plant species for building artificial ecosystem at the gold production area, concentration of heavy metals, including Cu, Zn and Cd, in four species of plants I.E., *Indigofera trifoliata*, *Kalimeris integrifolia*, *Arundinella anomala*, *Rhamnus flavescens*, were determined by the flame atomic absorption spectrometry. The results showed that four plants had strong enrichment capacity of Zn. *Kalimeris integrifolia* had the highest Zn concentration than others. Its transfer factor was 2.90, and concentration factor was 4.48. Four plants had a strong transfer capacity of Cu and had a weak concentration capacity. However, all of four species had a low Cd concentration level.

Keywords: Heavy metals; Soil pollution; Concentration factor; Transfer factor

近年来,随着经济的迅速发展,工矿企业相继不断增加,在给人们带来经济效益的同时,其副作用也不断体现,其中,企业的废水、废渣和粉尘等造成的土壤重金属污染日益严重。它不仅导致农作物的产量和品质下降,还会通过各级食物链危害人类健康。如金属铜过量可出现恶心、呕吐等症,特别是对内脏器官肝和胆的影响较大,造成人

体内的新陈代谢紊乱^[1]。过量的金属镉会引起高血压,并且如人体长期摄入含有镉的食物则会引起骨痛病^[2-3]。锌是参与人体免疫功能的重要元素之一,但是如摄入的量太多,则会引起口渴、头痛和头晕等现象,降低人体的免疫功能^[4]。因此,重金属污染的治理势在必行。传统使用的物理和化学方法不仅需要较高的成本费用,而且还会破坏土壤本身结构^[5],从而限制其发展。而土壤污染的植物修复技术不仅能克服上述缺点,并能避免二次污染,所以发展速度较快。而本研究是以矿区周围三叶木蓝(*Indigofera trifoliata*)、全叶马兰(*Kalimeris integrifolia*)、野古草(*Arundinella anomala*)和淡黄鼠李(*Rhamnus flavescens*)等4种植物为研究对

收稿日期:2013-01-17

基金项目:陕西省教育厅项目(2013JK0889);渭南市科技扶贫项目(2012JCYJ-5)

作者简介:李庚飞(1978-),女,讲师,硕士,主要从事环境污染与生态修复研究。

象,测定其体内的重金属含量,比较分析不同植物对各种重金属的富集能力,筛选出对重金属富集能力较高的植物,为土壤重金属污染的植物修复提供理论依据。

1 研究方法

1.1 研究区概况

研究区域位于潼关县金矿排水沟沿岸附近。该区域地理坐标 $34^{\circ}23' \sim 34^{\circ}35'N$, $110^{\circ}15' \sim 110^{\circ}25'E$ 。土壤主要为黄土质棕壤,累年日照时数平均 2 269 h,年平均气温 $12.8^{\circ}C$,年平均降水量为 625 mm,四季多风,年平均风速 $3.2 m \cdot s^{-1}$ 。

1.2 植物样品采集、处理与测定

1.2.1 植物样品采集

2011 年 10 月,于潼关县金矿废水沟周围,选择生长期一致、健康的 4 种植物三叶木蓝、全叶马兰、野古草和淡黄鼠李采样。每一样区随机选择 3~5 株,并在所选植物的不同方向分别采集叶、枝及地下细根,并分别做好标签为待测植物样品。

1.2.2 植物样品的处理与测定

将采集回的植物样品先用净水冲洗,除表面污垢后,再用去离子水冲洗 3 遍,烘干前先在 $105^{\circ}C$ 下杀青 5 min,然后在 $70^{\circ}C$ 下烘至质量不变,用玛瑙研钵捣碎并过 60 目筛,称取 1 g 左右粉碎样品,精确记录其质量,用 HNO_3-HClO_4 消解,并采用 WFX-120 型的原子分光光度计进行测定铜、镉和锌含量。

1.3 土样采集、处理与测定

在所取植物样品根系周围,划定 $1 m^2$ 的样地,采用“X”法取土壤样品。除去表土,采集地表下 0~20 cm 的土壤,每区域样地分别由 5 个样品混合,去除动植物残体、石块等杂物,并用四分法保留 0.5 kg 样土,做好标签并装入 PE 塑料袋内。采回的土壤样品在室内常温风干,用玛瑙研钵将其粉碎,过 100 目的尼龙筛,称取 1 g 左右,精确记录其质量后消解,消解过程及土壤测定过程同植物样品。

2 结果与分析

2.1 植物体内不同部位的重金属含量

不同植物体内不同重金属含量存在较大的差异,其结果见表 1。

由表 1 可知,不同植物体内各种重金属含量存在 $Zn > Cu > Cd$,这与参考文献[6]结果相符,是由植物本身对各种重金属的吸收和储存能力不同引起的。比较不同植物不同部位的重金属(Cu,Cd,

Zn)含量发现,重金属含量存在较大的差异。淡黄鼠李的根部对 3 种重金属的富集能力为 4 种植物中最高,其值分别为 66.56 mg/kg(对 Cu)、12.42 mg/kg(对 Cd)、1 035.24 mg/kg(Zn),而全叶马兰的茎部对 Cu 的富集能力最弱,其值为 2.81 mg/kg,野古草的茎对 Cd 的富集能力最弱,其值为 0.17 mg/kg,三叶木蓝的根部对 Zn 的富集能力最弱,其值为 361.93 mg/kg。

表 1 不同植物不同部位的重金属含量 mg/kg

植物种类		金属含量		
		Cu	Cd	Zn
三叶木蓝	根	12.17	1.82	361.93
	茎	18.16	2.99	587.42
	叶	16.39	3.59	465.26
全叶马兰	根	12.58	5.54	573.62
	茎	2.81	2.26	623.35
	叶	26.46	1.44	984.35
野古草	根	9.04	2.30	645.29
	茎	3.05	0.17	623.50
	叶	8.70	1.30	435.92
淡黄鼠李	根	66.56	12.42	1 035.24
	茎	10.30	10.61	539.67
	叶	65.72	6.99	1 029.15

注:不同植物体内的重金属质量分数均为 3 次测得的平均值。

2.2 植物对各种重金属转移系数的比较

转移系数是植物地上部分重金属的量与地下部分该重金属的量之比^[7]。它反映该植物将重金属从地下部分向地上部分转移的能力,体现植物从地下部分向地上部分运输重金属的能力和分配情况。

表 2 不同植物对不同重金属的转移系数

植物种类	转移系数		
	Cu	Cd	Zn
三叶木蓝	1.28	0.94	0.76
全叶马兰	2.38	0.70	2.90
野古草	1.34	0.75	2.01
淡黄鼠李	1.66	0.87	1.58

由表 2 可知,不同植物对不同重金属的转移系数比较发现,4 种植物对铜的转移能力均较强,其中全叶马兰对铜的转移能力最强,其转移系数为 2.38,而三叶木蓝的转移能力为 4 种植物中最弱,但其转移系数也大于 1,其值为 1.28。4 种植物除三叶木蓝对锌的转移能力较弱外(转移系数为 0.76),其余 3 种植物对锌均有较高的转移能力,特别是全叶马兰的转移能力最强,其转移系数为 2.90。4 种植物对镉的转移能力均较弱,尤以全叶马兰对镉的转移能力最弱,其转移系数为 0.70,

而三叶木蓝对镉的转移能力最强,但其值(0.94)也小于1。

2.3 植物对不同重金属富集系数的比较

表3 不同植物对不同重金属的富集系数

植物种类	富集系数		
	Cu	Cd	Zn
三叶木蓝	0.04	0.02	2.28
全叶马兰	0.05	0.04	4.48
野古草	0.02	0.01	3.50
淡黄鼠李	0.11	0.13	4.11

植物对重金属的富集能力可以用富集系数来表示^[7],富集系数是衡量植物对重金属积累能力大小的一个重要指标,富集系数越大,表示植物对该元素从土壤迁移到植物体内的能力越强,其富集能力越强。

不同种植物对3种重金属富集系数的比较,4种植物对铜的富集系数均较低,其中尤以野古草的富集能力最弱,其富集系数为0.02,淡黄鼠李的富集能力最强,但其富集系数(0.11)也小于1。4种植物对镉的富集能力均较低,尤以野古草对镉的富集能力最弱,其富集系数为0.01,淡黄鼠李的富集能力为4种植物中最强,但其富集系数(0.13)也小于1。4种植物对锌的富集能力均较高,其中全叶马兰的富集能力最高,其富集系数高达4.48,淡黄鼠李次之,三叶木蓝对锌的富集能力最低,但其富集系数(2.28)也大于1。

3 讨论

Brooks等人于1977年提出了超富集植物这一概念^[8],后来许多学者认为超富集植物应同时满足以下3个指标^[9],但在利用植物修复重金属污染时,为了更有利于筛选修复植物种类,若植物对某金属元素的转移系数和地上部分富集系数都大于1,则可表示该植物对该金属有超富集潜力,是筛选超富集植物的重要特征,对建立人工生态系统修复重金属污染的植物筛选更有现实意义^[10]。而本实验所选植物均表现为无明显毒害症状正常生长的植物,且研究结果表明,4种植物对3种重金属的富集能力中全叶马兰对锌的转移系数(2.90)和富集系数(4.48)均大于1,为4种植物中最高,野古草和淡黄鼠李对锌的富集系数和转移系数也大于1,所以这3种植物对金属锌有潜在的富集能力,是修复土壤中重金属锌的首选植物。

不同植物不同部位对各种重金属的吸收能力不同,全叶马兰和野谷草对镉的吸收特点表现为根部的金属含量大于地上部分的同种金属含量,

不具备超富集植物的一般特征^[11],但三叶木蓝和淡黄鼠李对镉的吸收特点表现为地上部分含量大于根部含量,这一特点有利于植物对镉的提取和回收,可以把镉从土壤转移到植物地上部分,并通过收割地上部分而避免二次污染,所以三叶木蓝和淡黄鼠李对建立人工生态系统降低土壤镉含量具有一定的意义。

4种植物对铜的吸收特点均表现为地上部分大于根部,而利用生物量较大且对某种重金属有较高吸收性的植物进行原位清除是植物修复研究的主要方向之一^[12]。本研究中淡黄鼠李和全叶马兰的富集系数虽然较低,但地上部分生物量远高于地下部分,植物根系吸收的铜不断转移到地上部分,经过收获可以降低土壤中铜污染,所以淡黄鼠李和全叶马兰对植物修复治理重金属铜污染具有一定意义。

参考文献:

- [1] 常学秀,文传浩,王焕校. 重金属污染与人体健康[J]. 云南环境科学, 2000, 9(1): 59-61.
- [2] Prozialeck W C, Edwards J R, Woods J M. The vascular endothelium as a target of cadmium toxicity [J]. Life Sciences, 2006, 79(16): 1493-1506.
- [3] 吴立玲. 心血管病理生理学 [M]. 北京: 北京医科大学出版社, 2000: 81-83.
- [4] 乔大卫. 过量补锌对人体的危害 [J]. 中国农村医学, 1990(17): 18-19.
- [5] 韩照祥. 植物修复污染水体和土壤的研究进展[J]. 水资源保护, 2007, 23(1): 9-12.
- [6] 武维华. 植物生理学(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 97-98.
- [7] Salt D E, Blaylock M, Kumar N P B A, et al. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants[J]. Nature Biotechnology, 1995, 13(5): 468-474.
- [8] Brooks R R, Lee J, Reeves R D, et al. Detection of nickeliferous rocks by analysis of herbarium specimens of indicator plants[J]. Geochem Explor, 1977(7): 49-57.
- [9] Raskin I, Nanda-Kumar P B A, Dushenkov S, et al. Removal of radionuclides and heavy metals from water and soil by plants [J]. OECD Document, Bioremediation, 1994(3): 345-354.
- [10] 魏树和,周启星,王新. 18种杂草对重金属的超积累特性研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2003, 11(2): 152-160.
- [11] Baker A J M, Reeves R D, Hajar A S M. Heavy metal accumulation and tolerance in British populations of the metallophyte *Thlaspi caerulescens* J. & C. Pres (Brassicaceae)[J]. New Phytol, 1994(127): 61-68.
- [12] Baker A J M, McGrath S P, Sidoli C M D, et al. The possibility of metal decontamination of polluted soils using crops of metal-accumulating plants [J]. Resource, Conservation and Recycling, 1994(11): 41-49.