

Research on Distribution and Accumulation of Heavy Metal in Plants

Juan Li^{1,2,3,4}

¹Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, the Ministry of Land and Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi
Email: 2644816206@qq.com

Received: May 28th, 2019; accepted: June 12th, 2019; published: June 19th, 2019

Abstract

In modern heavy metal pollution has been an important environment problem, is not limited to the soil heavy metal pollution, the plant has the serious influence. In order to solve this problem, this experiment adopts the Yang herb that has a high nutritional value and economic value of plants for heavy metal lead and cadmium pollution after the study experiment with pH value of 4.79 quaternary yellow soil and Yang grandiflorum used as material, potted plant experiment, the indoor combination of chemical analysis and biological statistics method. The results show that the heavy metal lead and cadmium in Yang herb are widely distributed: root, stem and leaf. The maximum number of accumulated heavy metal lead in the Yang herb is 446.03 mg/kg, the largest accumulation of cadmium in the Yang herb quantity is 11.23 mg/kg and heavy metal has an impact on Yang herb to absorb nutrients, heavy metals also have a certain poison on Yang herb; leaf form, the contents of chlorophyll and study of poisoning are preliminary in this experiment, to understand the whole process of poisoning mechanism and also to a detailed analysis of the research.

Keywords

Heavy-Metal Contamination, *Zingiber mioga* (Thumb.) Rose, Lead, Cadmium, Distribution

重金属铅和镉在植物体内的分布及累积效应研究

李娟^{1,2,3,4}

¹陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

²陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

³国土资源部退化及未利用土地整治重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: 2644816206@qq.com

收稿日期: 2019年5月28日; 录用日期: 2019年6月12日; 发布日期: 2019年6月19日

摘要

在现代重金属污染已经是一个重要的环境问题, 重金属的污染不再局限于土壤, 对植物也有了较严重的影响。针对这一问题, 本试验采用阳藿这一具有很高营养价值和经济价值的植物进行重金属铅和镉污染后的研究, 试验以pH值为4.79的松林土和阳藿为供试材料, 盆栽种植试验、室内化学分析及生物统计相结合的方法。研究表明: 重金属铅和镉在阳藿体内分布较为广泛: 根、茎、叶中都有。重金属铅在阳藿体内的最大累积量是446.03 mg/kg, 镉在阳藿体内的最大累积量是11.23 mg/kg并且重金属对阳藿吸收营养元素也产生影响, 重金属也对阳藿产生了一定的毒害; 如叶片形态、叶绿素含量等, 本试验对毒害只是初步的研究, 要了解整个毒害机理和过程还必须再进行详细的分析研究。

关键词

重金属污染, 阳藿, 铅, 镉, 分布

Copyright © 2019 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

环境是人类赖以生存的场所, 为人类的生存和发展提供物质基础。从人类诞生开始就存在着人类与自然相互对立统一的关系。人类只是无止尽地掠夺自然资源, 同时污染、破坏我们生存的环境[1] [2]。重金属污染是众多环境问题中的一个, 重金属污染的概念是指由重金属或其化合物造成的环境污染。主要由采矿、废气排放、污水灌溉和使用重金属制品等人为因素所致[3] [4] [5]。环境问题日益严重, 环境的好坏与人类及周围的生物生活和健康息息相关, 对重金属污染人们也越来越重视。如: 汞(Hg)、铅(Pb)、锡(Sn)、钯(Pd)、铊(Tl)、铂(Pt)、金(Au)、镉(Cr)、砷(As)等重金属所造成的污染[6] [7]。重金属一般存在土壤中, 并且通过植物的吸收进行对植物的迫害。镉在土壤中的半衰期为 20 年左右, 不易被土壤微生物分解, 可严重抑制植物的生长[8]。重金属铅的污染是指土壤中含有超过一定含量的铅的重量。而且对周围的生物产生一定的影响。另一方面, 铅可促使水的吸收量减少, 阻碍植物生长, 严重时可引起植物死亡, 如果铅在植物组织中的大量积累会在植物外部表现出一定的症状, 同时导致体内活性氧代谢失调, 活性氧水平上升, 从而引起细胞膜脂过氧化, 并最终影响植物的生长以及农作物的产量和品质[9]。本研究主要是研究植物阳藿对重金属铅和镉的浓度响应, 分析重金属在阳藿体内的分布和积累效应, 为重金属修复提供数据支撑。

2. 材料与方法

2.1. 试验站概况

2016年6月, 试验设置于富平中试基地(109°11'N, 34°42'E), 位于陕西省渭南市富平县杜村镇褚塬村。该区属暖温带半湿润气候区, 年均降雨量和蒸发量分别为 472.97 mm 和 1213.35 mm, 降雨主要集中在 7~9

月份, 占全年降雨量的 49%, 无霜期 225 d, 年平均气温 13.4℃, 年光能辐射总量 125.9 kca/cm², 适宜棉花、小麦、玉米等作物生长。

2.2. 试验材料

试验用土取自富平试验基地松林土(表 1)。土样经风干磨细后根据不同试验目的分别过 3 mm 和 0.25 mm 筛备用。

Table 1. Soil physical and chemical properties (g/kg)

表 1. 土壤理化性状

pH	有效氮	有效磷	有效钾	有机质	全磷	全钾	全氮
4.80	35.2	—	78.4	33.94	0.36	11.98	1.87

1) 肥料。尿素(分子式为 CO(NH₂)₂, 含 N 为 46%); 过磷酸钙(分子式为 [Ca(H₂PO₄)₂·H₂O], 含 P₂O₅ 为 18%); 硫酸钾(分子式为 K₂SO₄, 含 K₂O 为 50%)。

2) 重金属。醋酸铅(分子式 C₄H₆O₄Pb·3H₂O, 化学纯); 硫酸镉(分子式 CdSO₄·8H₂O, 化学纯)。

3) 作物。供试作物为阳藿的大小一致的块根, 其为姜科植物。

2.3. 试验设计

先将供试土壤风干破碎, 将阳藿芽朝上, 稍拍压, 盖上细土, 以看不见地下茎为宜。再盖上土。本试验为二因素五水平的实验[10], 通过查阅环境中铅镉的限定值并借鉴其他关于铅镉的研究中浓度梯度来确定铅、镉浓度零水平值, 依照二次回归通用旋转组合设计方法设计试验方案, 共有 13 个处理, 设二次重复。方案如表 2 所示。

Table 2. Optimal test design table

表 2. 最优试验设计表

处理号	编码值		供试重金属用量(mg/kg)	
	pb	cd	pb	cd
1	1	1	426.8	0.5
2	1	-1	426.8	0.1
3	-1	1	73.2	0.5
4	-1	-1	73.2	0.1
5	1.4.14	0	500	0.3
6	-1.414	0	0	0.3
7	0	1.414	250	0.6
8	0	-1.414	250	0
9	0	0	250	0.3
10	0	0	250	0.3
11	0	0	250	0.3
12	0	0	250	0.3
13	0	0	250	0.3

盆栽试验用 40 × 41 的营养袋，每盆放取自基地的鲜土 15 公斤。按 N:P₂O₅:K₂O 为 0.266:0.200:0.166 进行施肥。按照试验方案将底肥按不同配比与供试土样充分混合均匀，定期浇水、锄草。

2.4. 样品采集及测定

采集不同时期阳藿的根、茎、叶后，先用自来水洗净，再用蒸馏水冲洗，擦干，称鲜重，然后在 60℃ 下烘干、称干重，再粉碎磨细、过 2 mm 筛。利用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮，用瑞士 Buchi 全自动 B-339 凯氏定氮仪测定叶片全氮含量及植株氮含量；用钒钼黄法在紫外可见分光光度计(UV-1800) 450 nm 处比色测定全磷含量；利用火焰光度法测定植物钾含量；植物中铅和镉利用 ICP-MS 测定。

2.5. 数据处理

将试验数据进行统计分析，用 excel, DPS 和 SPSS 统计软件分析结果。

3. 结果与分析

3.1. 重金属对阳藿的株高及叶片数的影响

阳藿在生长期间的高度差异不是很大。叶片数一般都是 6~9 片。植物生长状况良好，叶片无干枯死亡现象，生长高度在 9 cm~21 cm (表 3)。铅和镉对植物生长高度产生不同的影响(如图 1)，其之间存在如下的回归方程： $Y = 10.96600 + 1.39601X_1 + 0.59058X_2 + 2.96200X_1^2 - 0.31050X_2^2 + 2.75750X_1X_2$ ；X₁ 代表的是重金属铅，X₂ 代表的是重金属镉，Y 代表植物的高度，这方程主要表明当铅和镉分别取值时，利用这一方程可计算出植物的高度，它们之间是一一对应的关系。如图 2 所示，在植物生长的整个阶段，重金属镉对植物的生长高度影响不显著，相反铅产生的影响作用则较大。在试验设计中编码值为-1.414 时，其所对应的铅的浓度是 0 mg/kg，因此，我们推断植物生长较高的主要原因是因为没有受到重金属的危害；在编码值为 0 时对应的铅浓度是 500 mg/kg，重金属量过大，对植物产生了严重危害，所以生长缓慢，植株矮小；在编码值为 1.414 时对应的铅浓度是 250 mg/kg，结果植物高度恢复，原因可能是在重金属浓度较低情况下，植物会产生相应的应激性，进而刺激植物生长。

Table 3. Effects of plants height under different treatments

表 3. 不同处理下植物的高度差异

处理	供试重金属用量(mg/kg)		高度(cm)
	pb	cd	
1	426.8	0.5	20.4
2	426.8	0.1	9.27
3	73.2	0.5	10.10
4	73.2	0.1	10.00
5	500	0.3	17.50
6	0	0.3	18.63
7	250	0.6	13.82
8	250	0	9.22
9	250	0.3	10.966

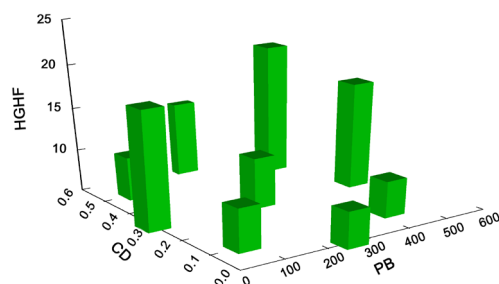


Figure 1. Three-dimensional schematic of lead, cadmium and plant heights
图 1. 铅、镉及植物高度的三维示意图

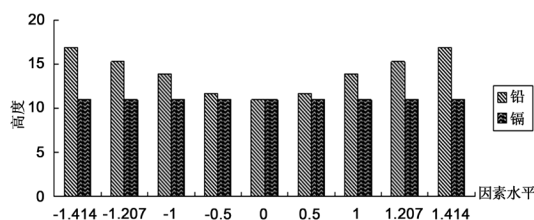


Figure 2. The relationship between lead-cadmium concentration and the height
图 2. 铅镉浓度与阳藿高度的关系图示

3.2. 阳藿体内 Pb 的累积量

对于铅的含量,从表 4 中得知其最大累积量是 412.03 mg/kg,最低量是 44.24 mg/kg,空白试验吸收量为 24.58 mg/kg。处理 1、2 和 5 施用重金属量分别为 426.8 mg/kg 和 500 mg/kg,但处理 5 吸收少,主要是因为:一是植物自身生长条件不好,根系不发达,吸收少;二是试验操作中的误差造成。处理 6 的铅的添加量是 0 mg/kg,所以如表所示其的含量是最少的。处理 7、8、9、10、11、12 的添加量是 250 mg/kg,各处理表示出各处理的吸收量无差异。

Table 4. The content of Cd in the root of crop (mg/kg)

表 4. 阳藿根部含 Cd 的量

处理	平行测定	1	2	3	平均值
1		13.70	10.44	9.56	11.23
2		2.90	2.56	2.76	2.74
3		2.56	2.63	2.59	2.59
4		3.17	3.04	3.78	3.33
5		1.13	1.20	1.18	1.17
6		4.06	3.10	5.14	4.10
7		6.03	5.31	5.28	5.54
8		0.69	0.74	0.75	0.73
9		5.31	5.19	5.28	5.26
10		5.61	5.31	4.89	5.27
11		5.23	4.98	4.72	4.98
12		2.29	3.10	3.12	2.84
13		2.49	3.44	3.21	3.05
空		0.73	0.68	0.64	0.68

3.3. 阳藿体内 Cd 的累积量

对于镉的测定(如表 5),最大累积量是 11.23 mg/kg,最小是 0.73 mg/kg,空白试验吸收量为 0.68 mg/kg。从处理 9、10 和 11 表现出其植物对镉吸收具有稳定性的。处理 8 的含镉量少是因为在试验设计中处理 8 和 14 是相对于其他处理镉的空白,没有添加镉,所以它们最低。处理 1 和 3 表现的差异较大,主要是由于植物自身的长势决定,处理 1 长势好,吸收较大。

Table 5. The content of Cd in the root of crop (mg/kg)

表 5. 阳藿根部含 Cd 的量

处理	平行测定	1	2	3	平均值
1		13.70	10.44	9.56	11.23
2		2.90	2.56	2.76	2.74
3		2.56	2.63	2.59	2.59
4		3.17	3.04	3.78	3.33
5		1.13	1.20	1.18	1.17
6		4.06	3.10	5.14	4.10
7		6.03	5.31	5.28	5.54
8		0.69	0.74	0.75	0.73
9		5.31	5.19	5.28	5.26
10		5.61	5.31	4.89	5.27
11		5.23	4.98	4.72	4.98
12		2.29	3.10	3.12	2.84
13		2.49	3.44	3.21	3.05
空		0.73	0.68	0.64	0.68

4. 结论

4.1. 重金属对植物生长影响

重金属铅、镉污染后的植物阳藿叶片生长较慢,严重情况下,叶片会失去绿色,叶脉之间呈现褐色斑纹[11][12][13]。植株矮小,丛稀、绿叶减少、根系受抑制。重金属铅和镉使植物的叶绿素含量明显降低。重金属对阳藿的污染后,植物生长比较缓慢,生长高度范围 9 cm~21 cm。在重金属污染后,重金属铅在 0 mg/kg~250 mg/kg 范围内,抑制植物生长,在 250 mg/kg~500 mg/kg 范围内,刺激植物生长。

4.2. 重金属在植物体内分别差异性

通过试验可说明重金属在阳藿体内的分布广泛,根、茎、叶中都有,根部含量较大。重金属铅在植物体内最大累积量是 412.03 mg/kg,重金属镉在植物体内最大累积量是 11.23 mg/kg。

5. 讨论

1) 在此次试验中,关于对重金属分布的测定,由于样品少,只测了分布部位和植物根部的累积量,没有测其它部位的累积量,具体累积量还需要进一步试验研究。

2) 在试验中,重金属铅的施用浓度是 0 mg/kg~500 mg/kg,镉的施用浓度是 0 mg/kg~0.6 mg/kg,所以,对于大于这一浓度范围,重金属对植物的生长及吸收营养元素是抑制还是刺激,就还需设计实验再进行分析研究。

3) 此试验对植物只进行了盆栽, 没有开展大田试验, 所以试验数据具有局限性, 要了解分析重金属对植物的毒害还必须进行大田试验, 将盆栽和大田试验综合分析, 得出系统完整的结果。

参考文献

- [1] 王慧忠, 郭庆凯. 重金属污染土壤的治理方法[J]. 环境科学报, 2001(4): 25-26.
- [2] 杨苏才, 南忠仁, 等. 土壤重金属污染现状与治理途径研究进展[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(3): 549-552.
- [3] 高学玲. 襄荷的营养成分分析和综合开发利用研究[J]. 食品科学, 2001, 22(3): 58-60.
- [4] 丁圆. 重金属污染土壤的治理方法[J]. 环境与开发, 2000, 15(2): 25-28.
- [5] 谭万能, 李志安, 邹碧. 植物对重金属耐性的分子生态机理[J]. 植物生态学报, 2006, 30(4): 703-712.
- [6] 顾继光, 林秋奇, 胡韧. 土壤植物系统中重金属污染研究展望[J]. 土壤通报, 2005, 36(1): 128-133.
- [7] 何电源. 农田土壤污染对作物生长和产品质量影响的研究[J]. 农业现代化研究, 1991(12): 1-8.
- [8] 梁奇峰, 李京雄, 丘基祥. 环境铅污染与人体健康[J]. 广东微量元素科学, 2003, 10(7): 57-59.
- [9] 周启星, 孔繁翔, 朱琳. 生态毒理学[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [10] 袁志发, 周静芋. 试验设计与分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 施积炎, 陈英旭, 林琦, 等. 根分泌物与微生物对污染土壤重金属活性的影响[J]. 中国环境科学, 2004, 24(3): 316-319.
- [12] 蒋海燕, 刘敏. 城市土壤污染研究现状与趋势[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(5): 73-77.
- [13] 惠秀娟. 环境毒理学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2164-5507, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjas@hanspub.org