

文章编号:1003-8701(2010)03-0009-03

土壤中镉、铅对百日草种子萌发及生长的影响

何 淼¹,周海军²,张文霞³,刘淑霞^{1*}

(1. 吉林农业大学资源与环境学院,长春 130118;2. 东辽县辽河源镇农业技术推广站,吉林 东辽 136617;3. 东辽县农业技术推广总站,吉林 东辽 136600)

摘 要:研究了土壤中镉、铅对百日草种子萌发及对植株生长的影响。结果表明:随着土壤中含 Cd、Pb 浓度的增大,对种子的萌发均会起到抑制作用,同时随着重金属浓度的增加,植株体内的叶绿素含量、丙二醛含量也有明显的下降趋势。在 Cd 浓度为 100 mg/kg 时,百日草体内 Cd 的含量最高;在 Pb 浓度为 1 000 mg/kg 时,植株吸收 Pb 的含量最高。

关键词:百日草;镉;铅;萌发;生长

中图分类号:X503.233

文献标识码:A

Effects of Cd and Pb on the Germination and Growth of *Zinnia elegans* Jacq.

HE Miao¹, ZHOU Hai-jun², ZHANG Wen-xia³, LIU Shu-xia^{1*}

(1. College of Resource and Environmental Science, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;
2. Agricultural Technology Extension Station of Liaoheyuan Town, Dongliao County, Dongliao 136617;
3. Agricultural Technology Extension Station of Dongliao County, Dongliao 136600, China)

Abstract: The effect of Cd and Pb on the germination and growth of *Z. elegans* Jacq. was studied in the paper. The results showed that the germination of seeds was inhibited with the increasing of Cd and Pb in the soil. The chlorophyll content and the content of MDA were decreased obviously with the increasing of concentration of Cd and Pb. The concentration of Cd in the plant reached a maximum when the concentration of Cd in soil was 100mg/kg. And the concentration of Pb absorbed by the plant reached a maximum when the concentration of Pb in soil was 1000mg/kg.

Keywords: *Z. elegans* Jacq.; Cd; Pb; Germination; Growth

随着城市的发展和城市机动车辆的迅速增长,城市土壤中 Cd 和 Pb 的含量也在急剧增加。交通是城市土壤中 Cd、Pb 污染的主要来源^[1],城市土壤的质量直接关系到居民的安全与健康^[2-3],治理重金属污染迫在眉睫。

目前利用植物修复重金属已经成为国际研究的热点。植物修复(Phytoremediation)是 1983 年美国科学家 Chaney 提出的具体的概念,是利用绿色植物的新陈代谢活动来固定、降解、提取和挥发环

境中的污染物质一门环境污染治理技术^[4-5]。和传统的理化方法如改土法、冲洗络合法等相比,植物修复投资小,不容易破坏土壤结构和导致土壤肥力下降,造成二次污染的可能性也要小很多。而且还可以从用来修复重金属的植物中提取重金属进行二次利用。

本文以常见的花坛植物百日草为研究对象,研究其在 Cd 和 Pb 含量不同的土壤中的生长情况及对重金属 Cd 和 Pb 的吸附能力。利用花卉修复重金属的研究才刚刚起步,花卉具有美化、绿化、净化环境的作用,作为修复重金属的植物具有很高的应用价值,该研究为利用花卉修复重金属提供试验依据。

收稿日期:2010-04-26

作者简介:何 淼(1985-),女,在读硕士研究生,研究方向:固体废物处理与资源化。

通讯作者:刘淑霞,女,教授,博士,硕士生导师,

E-mail: liushuxia2005824@163.com

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试植物 :百日草(*Zinnia elegans* Jacq.) ,为菊科百日草属一年生的草本植物 ,株高 40~120 cm ,

花期 3~9 月份 ,喜温暖 ,抗性强 ,适合生长温度 15~30℃。

供试土壤 :为长春市郊区附近的大田近 10 年没有种植过蔬菜的大田土壤(玉米地)和长期种植蔬菜的土壤 ,采集 0~20 cm 耕层土壤。

表 1 供试土壤理化性质

测定项目	pH	有机质(mg/kg)	氮(mg/kg)	磷(mg/kg)	钾(mg/kg)	Pb(mg/kg)	Cd(mg/kg)
测定浓度	6.41	18.2	128	38.3	116	38.13	0.16

供试试剂 :植物种植前期所需的化学试剂分别为 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 和 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$,均为分析纯试剂 ,北京化工厂生产。

1.2 盆栽试验

试验共设 5 个处理与 1 个对照 ,6 次重复 ,对土壤基本性质进行测定后 ,将处理过的土壤装入内径 18 cm 的塑料盆中 ,每盆准确称量 2 000 g (以烘干土计) ,分别加入尿素、磷酸二铵和硫酸钾 400 mg/kg、200 mg/kg、300 mg/kg ,使盆土 N : P_2O_5 : K_2O =184 :112 :254 ,从而能够充分满足盆栽作物对养分的需求。

试验设计的 Cd 处理浓度梯度分别为 50 mg/kg、100 mg/kg、150 mg/kg、200 mg/kg 和 250 mg/kg 的系列 ,设代号分别为 C₁、C₂、C₃、C₄、C₅ ;设计的 Pd 处理浓度梯度分别为 500 mg/kg、1 000 mg/kg、1 500 mg/kg、2 000 mg/kg 和 2 500 mg/kg 的系列 ,设代号分别为 P₁、P₂、P₃、P₄、P₅。每盆中分别加入上述不同浓度的外源重金属 CdCl_2 和 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$,充分混匀放置 2 周 ,待土壤达到平衡状态后待用。

播种前充分灌溉至基质达到 80%饱和湿度 ,每盆播种 6 粒 ,播种后在花盆表面覆盖地膜直至其完全出苗 ,采集新鲜植物样品 ,即从各浓度组选取年龄、受光条件均相近的植株 ,将有代表性的植

株样本放入样品袋中。植株样品经处理后 ,对植株的叶绿素含量、丙二醛含量、活力指数以及植株中的镉、铅含量进行分析测定。

1.3 测定方法

叶绿素含量的测定 :分光光度计法^[6]。

丙二醛(MDA)含量的测定 :分光光度计法^[6]。

发芽指数(GI)= Σ (Gt/Dt)^[7]。

种子萌发情况测定 :活力指数(VI)=GI× S^[7]。

土壤和植株中 Pb 和 Cd 含量的测定 :采用 HCl- HNO_3 - HClO_4 法消煮 ,原子吸收分光光度法测定^[8]。

1.4 数据分析

利用 SPSS 软件 ,Microsoft Excel 软件进行实验数据相关性分析。

2 结果与讨论

2.1 镉、铅对修复植物生长和生理生化指标的影响

2.1.1 镉、铅对种子萌发的影响

在不同浓度系列的含 Cd、Pb 土壤中 ,经过数天的培养 ,观察百日草籽的萌发状况 ,测定并计算种子的发芽率、发芽指数及活力指数。结果如表 1 所示。

由表 2 可知 ,在不同浓度的含 Cd 土壤中 ,随

表 2 不同浓度重金属处理下百日草种子的萌发情况

处理	发芽率(%)	发芽天数(d)	发芽指数	活力指数
对照	84.72	7	8.71	42.417 7
C1	77.78	8	7.00	29.960 0
C2	69.44	9	5.56	23.185 2
C3	62.54	12	3.75	12.150 0
C4	20.86	14	1.07	2.578 7
C5	5.56	16	0.25	0.412 5
P1	86.11	7	8.86	40.401 6
P2	90.28	7	9.29	40.039 9
P3	72.22	8	6.50	24.570 0
P4	60.19	13	3.30	9.702 0
P5	0	0	0	0

着 Cd 浓度的逐渐增加 ,百日草的发芽率呈逐渐下降趋势 ;种子的发芽指数与活力指数也是随着重金属浓度的增加而下降 ,种子发芽天数则随着重金属浓度的增加而逐渐延长。在不同浓度的含

Pb 土壤中 ,当 Pb 浓度为 0~1 000 mg/kg 时 ,种子的发芽率、发芽天数、发芽指数及活力指数均在正常范围内 ,说明种子萌发受重金属的影响很小 ;当 Pb 浓度为 1 000~2 000 mg/kg 时 ,随着 Pb 浓度的

增大,种子的发芽率、发芽指数及活力指数也相应减少,发芽天数则逐渐增加;当 Pb 浓度为 2 500 mg/kg 时,百日草发芽率等均为零,这可能是由于土壤中 Pb 浓度过高,对种子产生了毒性效应,导致种子死亡无法正常萌发。

由上述试验结果可知,当土壤含 Cd 浓度在 50~250 mg/kg 时,百日草种子可以萌发,说明种子受重金属毒害作用较小;当土壤含 Pb 浓度为 1 000 mg/kg 时,种子萌发效果较好,说明在 Pb 浓度为 0~1 000 mg/kg 的条件下,种子可以得到正常萌发,但是随着 Pb 浓度的逐渐升高,种子受重金属的毒害作用加大,种子萌发会逐渐受到抑制,最终导致种子死亡。

2.1.2 镉、铅对植株生理生化指标的影响

在植株生长发育至 46 d 时,对植株叶片进行叶绿素和丙二醛的测定,结果如图 1、图 2 所示。

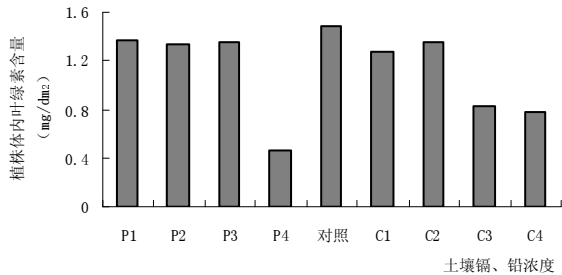


图 1 Cd、Pb 对百日草叶绿素含量的影响

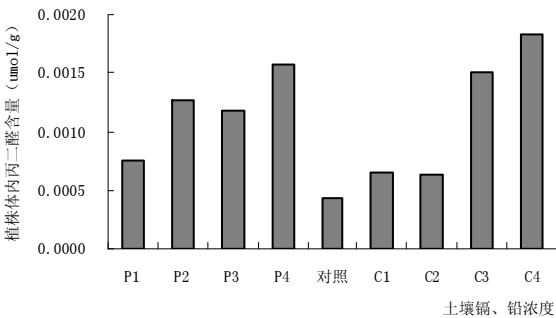


图 2 Cd、Pb 对百日草丙二醛含量的影响

由图 1 可知,对照组叶绿素含量为 1.47 mg/dm²,当 Cd 浓度为 200 mg/kg 时叶绿素含量为 0.77 mg/dm²,当 Pb 浓度为 2 000 mg/kg 时叶绿素含量为 0.46 mg/dm²,说明随着 Cd、Pb 浓度的逐渐升高,百日草叶片中叶绿素的含量呈逐渐下降趋势。这可能是由于重金属 Cd、Pb 的毒性较大,进入植株体内后,会破坏植株叶绿体的结构,进而影响叶绿素的合成,从而导致叶绿素含量的降低。

MDA 是细胞内膜脂氧化的产物,其含量高 低表明了叶片细胞膜脂的过氧化程度,由图 2 可

知,在试验中,在含 Pb 土壤中生长的植株,其叶片内 MDA 的含量均高于对照组。当 Cd 浓度在 50~100 mg/kg 范围内,植株体内 MDA 含量略高于对照组,但当 Cd 浓度大于 100 mg/kg 时,MDA 含量将明显有增大趋势。上述试验结果表明,随着重金属处理浓度的逐渐增大,百日草叶片内的 MDA 含量也逐渐增大,即百日草的膜脂过氧化程度也就逐渐增大,也就是说,导致膜的损伤程度以及破坏程度也呈加深趋势。

2.2 植物对镉、铅的富集效果

试验中,种植在含 Cd 浓度为 250 mg/kg 的土壤中的百日草,其幼苗一直处于生长缓慢状态,在处理 28 d 时,幼苗顶端中间位置发黑,并向周围扩散,在第 40 d 时,这个处理的幼苗全部死亡。在百日草种植的第 46 d,分别对植株和土壤进行取样,对植株样品进行重金属含量的测定,观察百日草对土壤中重金属的富集效果,结果如图 3、4 所示。

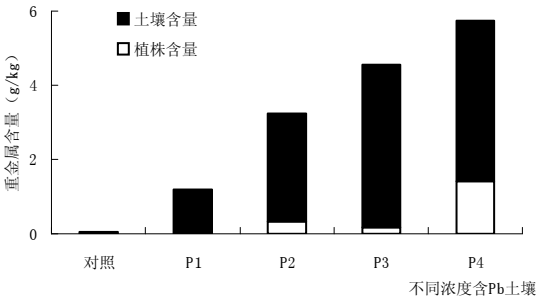


图 3 百日草对不同浓度含 Pb 土壤的富集量

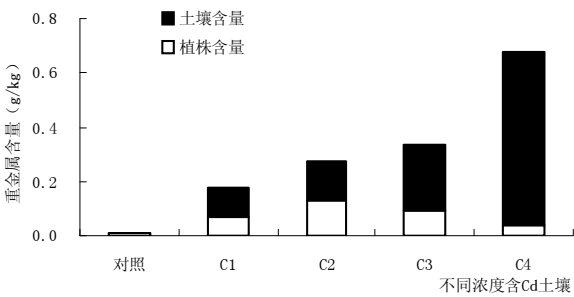


图 4 百日草对不同浓度含 Cd 土壤的富集量

在不同浓度 Cd、Pb 的处理下,百日草对重金属的富集量呈现较规律的变化,由图 3、4 可知,随着 Pb 处理浓度的逐渐增大,植株体内富集重金属的含量也呈逐渐增大的趋势,当 Pb 处理浓度为 2 000 mg/kg 时,植株体内富集的重金属含量较大,但是植株的生物量较小,所以不适宜作为修复 Pb 的最佳浓度。随着 Cd 处理浓度的逐渐增大,当增大至 100 mg/kg 时,植株体内对 Cd 的富集能达到最大值,当 Cd 浓度高于(下转第 34 页)

- [6] 毕保良,李进涛,刘旭川,等. 分子生物学技术在猪瘟诊断中的应用[J]. 动物医学进展, 2009, 30(2): 106-108.
- [7] 吕 翠,马小明,尹燕博,等. RT-PCR 技术检测猪流感病毒[J]. 中国农学通报, 2008, 24(10): 31-34.
- [8] Fouchier RA, Bestebroer TM, Herfst S., et al. Detection of influenza A viruses from different species by PCR amplification of conserved sequences in the matrix gene [J]. J Clin Microbiol, 2000, 38(11): 4096-4101.
- [9] Munch M., Nielsen L P., Handberg K. J., et al. Detection and subtyping (H5 and H7) of avian type A influenza virus by reverse transcription-PCR and PCR-ELISA [J]. Arch Virol, 2001, 146: 87-97.
- [10] 肖一红,尹训南,仇华吉,等. 用套式 RT-PCR 技术检测石蜡包埋组织中的猪瘟病毒 RNA [J]. 中国预防兽医学报, 2007, 29(5): 389-393.
- [11] 祁 贤,陆承平,王贵平,等. 套式 RT-PCR 方法检测临床样品中的猪流感病毒[J]. 中国病毒学, 2004, 20(2): 200-202.
- [12] Choi Y K, Goyal S M, Kang S W. Detection and subtyping of swine influenza H1N1, H1N2 and H3N2 viruses in clinical samples using two multiplex RT-PCR assays [J]. J Virol Methods, 2002, 102: 53-59.
- [13] Poddar S K. Influenza virus types and subtypes detection by single step single tube multiplex reverse transcription-polymerase chain reaction (RT-PCR) and agarose gel electrophoresis[J]. J Virol Methods, 2002, 99: 63-70.
- [14] 刘惠莉,周宗清,邢继兰,等. 多重 RT-PCR 检测猪流感病毒及血清亚型[J]. 中国兽医学报, 2008, 28(11): 1262-1265.
- [15] 温纳相,吴德铭,宋延华,等. 不同亚型猪流感病毒双重 RT-PCR 快速检测[J]. 畜牧与兽医, 2008, 40(12): 83-85.
- [16] 吕晓丽,崔保安,陈红英,等. 复合 RT-PCR 检测猪乙脑病毒和猪流感病毒方法的建立 [J]. 华南农业大学学报, 2008, 29(4): 79-82.
- [17] Deng M Y, Wang H, Gordon B, et al. Comparison of six RNA extraction methods for the detection of classical swine fever virus by real-time and conventional reverse transcription-PCR[J]. J Vet Diagn Invest, 2007, 17: 574-578.
- [18] Risatti G, Holinka L, Lu Z, et al. Diagnostic evaluation of a real-time reverse transcriptase PCR assay for detection of classical swine fever virus [J]. J Clin Microbiol, 2007, 9: 468-471.
- [19] Landolt GA, Karasin AI, Hofer C, et al. Use of real-time reverse transcriptase polymerase chain reaction assay and cell culture methods for detection of swine influenza A viruses[J]. Am J Vet Res, 2005, 66(1): 119-124.
- [20] Richt JA, Lager KM, Clouser DF, et al. Real-time reverse transcription-polymerase chain reaction assays for the detection and differentiation of North American swine influenza viruses[J]. J Vet Diagn Invest, 2004, 16(5): 367-373.
- [21] 张春明,乔传玲,陈 艳,等. 猪流感病毒 M 基因实时荧光定量 PCR 诊断方法的建立[J]. 中国预防兽医学报, 2008, 30(10): 805-810.
- [22] 段廷云,陈红英,崔保安,等. 实时荧光定量 PCR 检测 H1N1 亚型猪流感病毒[J]. 畜牧兽医学报, 2008, 39(6): 752-756.
- [23] Lau L T, Banks J, Aherne R, et al. Nucleic acid sequence-based amplification methods to detect avian influenza virus [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2004, 313(2): 336-342.
- [24] 吕 翠,马小明,尹燕博,等. 猪流感病毒 M 基因核酸探针的制备与应用[J]. 华北农学报, 2009, 24(1): 87-92.
- [25] Li J, Chen S, Evans D H, et al. Typing and subtyping influenza virus using DNA microarrays and multiplex reverse transcriptase PCR[J]. J Clin Microbiol, 2001, 39(2): 696-704.
- [26] 陈红军. 猪流感病毒分型基因芯片的研制与应用[D]. 西北农林科技大学, 硕士学位论文, 2007.

(上接第 11 页)100 mg/kg 时,植株体内对 Cd 的富集逐渐下降,这可能是由于百日草对周围环境中 Cd 的吸收,同时 Cd 元素也会不断的被植株排出体外,在对重金属的累积和交换的过程中逐渐达到平衡,所以在 Cd 浓度为 100 mg/kg 时植株对重金属的富集效果较好。

3 结 论

在含不同 Cd、Pb 浓度的土壤中种植百日草的盆栽试验中,通过对植株的各项生理生化指标以及植株体内富集重金属含量的测定,试验结果表明 ①随着土壤中含 Cd、Pb 浓度的增大,对种子的萌发均会起到抑制作用,同时随着重金属浓度的增加,植株体内的叶绿素含量、丙二醛含量也有明显的下降趋势。②在 Cd 浓度为 100 mg/kg 时,百日草对 Cd 的富集效果最好;在 Pb 浓度为 1 000 mg/kg 时,植株对 Pb 的富集效果也较好,此时植

株的长势与生物量也能够达到较好状态。

参考文献:

- [1] Sanka M, Strnad M, Vondra J, et al. Sources of soil and plant contamination in an urban environment and possible assessment methods [J]. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 1995, 59: 327-343.
- [2] 李恋卿,潘根兴,张平究,等. 太湖地区水稻土层土壤 10 年尺度重金属元素积累速率的估计 [J]. 环境科学, 2002, 23(3): 119-123.
- [3] 杨元根, PATERSON E, CAMPBELL C. 城市土壤中重金属元素的积累及其微生物效应[J]. 环境科学, 2001, 22(3): 44-48.
- [4] 李 波. 含油污水处理技术[J]. 辽宁化工, 2007, 36(1): 56.
- [5] 侯士兵,玄雪梅. 含油废水处理技术的研究与应用现状[J]. 上海化工, 2009, 28(9): 11-12.
- [6] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 118-281.
- [7] 周化斌,姜 丹,金卫挺. 镉对大豆种子萌发的影响[J]. 种子, 2003, 130(4): 22-23.
- [8] 程 炯,吴志峰,刘 平,等. 福建沿海地区不同用地土壤重金属污染及其评价[J]. 土壤通报, 2004, 35(5): 639-643.