

Planting Performance of Different Aromatic Plants under Cadmium and Zinc Stress

Xuling Chen, Yanhui Xiao, Jinming He*

Shaoguan University, Shaoguan Guangdong

Email: cxixiling@163.com, xiaoyanhui-7394@163.com, *jmh-3183@63.com

Received: Apr. 11th, 2017; accepted: Apr. 24th, 2017; published: Apr. 30th, 2017

Abstract

Heavy metal pollution is the typical polluting objects the of country pollution phenomenon. It mainly performed for soil and water pollution. Due to the industrial development and wastewater and exhaust gas is improperly treated, that cause the phenomenon is more serious. How to manage it has becomes an imminent problem. This test added appropriate cadmium, zinc in the soil and plant basil and lemon mint and rosemary and lemon vanilla in the soil .And then we measured the morphological index, biomass, plant heavy metal content and soil heavy metal content. And we lead into transport coefficient and enrichment coefficient to compare four plants that which have more potential for soil remediation.

Keywords

Aromatic Plants, Soil Remediation, Heavy Metal Content

不同芳香植物在镉、锌胁迫下的种植表现

陈旭玲, 肖艳辉, 何金明*

韶关学院 英东农业科学与工程学院, 广东 韶关

Email: cxixiling@163.com, xiaoyanhui-7394@163.com, *jmh-3183@63.com

收稿日期: 2017年4月11日; 录用日期: 2017年4月24日; 发布日期: 2017年4月30日

摘要

重金属污染是目前全国各地较为突出污染现象, 主要表现为土壤和水的污染, 由于工业的发展, 加上废水废气处理不当, 导致这个现象愈发严重, 如何治理也成为了迫在眉睫的问题。本试验主要通过给土壤

*通讯作者。

加入适当的镉、锌含量, 小型模拟污染土壤, 通过对九层塔、柠檬薄荷、迷迭香、柠檬香草4种植物的种植, 对形态指标、生物量、植株重金属含量和土壤重金属含量进行测定, 同时引入转运系数和富集系数, 对比得出对土壤修复更有潜力的植物。

关键词

芳香植物, 土壤修复, 重金属含量

Copyright © 2017 by authors 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. 试验背景

韶关被誉为全国“有色金属之乡”, 传统的工矿企业和冶炼企业及相关延伸企业众多, 然而矿物资源的过度开发, 企业处理污染物措施欠缺, 相关部门的监督管理不力, 导致部分地区土壤、水等环境的重金属污染, 进而造成种植的农产品重金属含量超标, 严重影响当地居民的生活[1]。植物修复法被认为最安全的可大面积的水土重金属治理方法[2]。现阶段, 植物修复法得到广泛应用[3]。植物修复是利用植物去除环境中污染物质的技术, 主要包括植物固定、植物挥发和植物萃取等类型[4]。选择具有修复能力的植物的这个方法的重点[5]。目前, 已经被确认的超积累植物有四百多种[6], 通过这些植物的种植和改变耕作方式, 能够较有效的治理被污染的土壤。

为此, 本实验选取4种有潜力的芳香植物进行种植, 观察其对土壤的修复能力, 预选出较有潜力的植物, 另外, 芳香植物还具有一定的观赏价值, 大面积种植的大田景观可以为韶关的旅游产业增添新的元素。

罗勒为一年生药食两用芳香植物, 其花呈多层塔状, 故又称“九层塔”[7]。

柠檬薄荷整株植物光滑, 呈深绿色, 叶片锯齿状, 具有明显的柠檬香味[8]。

香茅为多年生密丛型芳香植物, 秸秆粗壮, 叶鞘无毛, 内面浅绿色, 叶舌质厚, 叶片长而尖。香茅除了具有药用价值以外, 是芳香疗法应用最广泛的精油。

迷迭香为唇形科灌木芳香植物, 具有特殊的气味, 可用来驱蚊。

2. 试验方法

2.1. 试验对象

本试验选取4种芳香植物, 九层塔、柠檬薄荷、柠檬香草、迷迭香作为试验对象。

2.2. 实验方法

通过将试验对象种植在调好的基质配土中(镉 500 mg, 锌 200 mg, 泥炭与珍珠岩比例为 1:1), 同时在没有加入金属的空白土中进行种植, 作为对照。4种植物均采用扦插的方式进行育苗, 在白天温度为 32℃, 晚上温度为 12℃的温室大棚中进行, 同时在透明塑料大棚上覆盖一层黑色尼龙网。试验与 2016 年 9 月 1 日开始扦插植物, 1 个月后进行定植观察。对两种处理进行同步的浇水和施肥处理, 观察成活情况。于 12 月 6 日取样分析, 进行形态指标的测量, 同时分析植株和土壤的重金属含量。

2.2.1. 植物形态指标的计量

对不同处理种植的植物选取 5 个样品, 测量指标包括植株高度、真叶数量、最大叶长、最大叶宽。同时每个处理的每个植物中选 3 个重复进行重金属含量测量。选取的植物洗净, 用滤纸擦拭水分, 分开叶茎部分和根系部分, 测量鲜质量。随后进行烘干, 用 80℃ 烘干至重量不再变化, 放置电子天平, 测量干质量测量。计算根冠比(地下部干重与地上部干重之比) [9]。烘干的植物研磨过筛备用。

2.2.2. 植株重金属含量测定

对烘干的植株进行研磨过筛, 取 0.2000 g 样品加入聚四氟乙烯坩埚中, 加入少许蒸馏水, 加入 10 ml HNO_3 置于消化炉上消化, 再加 5 ml HF 消化, 最后加 5 ml HClO_4 消化, 待液体消化至澄清液体并剩余 2 ml 后, 加入 2% 稀 HNO_3 定容至 50 ml, 装瓶待测。用原子吸收分光光度计(TAS-986)测定重金属含量[10]。

2.2.3. 取样后土壤重金属含量测定

取种植的植物根际土壤, 置于通风处风干, 研磨, 用目数为 0.25mm 的筛子均匀过滤, 测量 pH 值。取 0.2000 g 土壤于聚四氟乙烯坩埚中, 加入混合酸(HNO_3 : $\text{HClO}_4 = 1: 4$)10 ml, 消化 30 min, 消化至澄清液体, 让其挥发至 2 ml, 用 2% 的硝酸定容到 50 ml, 测定金属含量[11]。

2.3. 数据处理

所得数据采用 SPSS 软件包进行方差分析, 用 Duncan's 新复极差法进行平均数的显著检验。

3. 结果与分析

3.1. 镉、锌处理对不同植物的形态影响

从表 1 可以看出, 九层塔在镉、锌胁迫下各项形态指标要比对照高, 说明在重金属含量增大时, 有利于就九层塔的形态指数的积累。柠檬薄荷在株高上要明显低于空白对照的植株, 但最大叶宽以重金属处理的土壤较高。迷迭香除了叶长, 在各方面的形态指标均低于对照。柠檬香草的最大叶宽要高于对照, 其余均低于对照植物。

3.2. 镉、锌处理对不同植物的生物量的影响

从表 2 可以得出, 九层塔的地上部和地下部的鲜重要高于对照, 而干重和根冠比则低于对照, 说明九层塔植物在生长期间叶片和地下根系吸收的水分较多, 但没有促进根系的生长。

Table 1. Effects of different plantson on morphology under Cadmium and Zinc stress

表 1. 镉、锌胁迫下对不同植物的形态影响

不同品种	株高/cm	真叶数/片	最大叶长/cm	最大叶宽/cm
九层塔 CK	41.16 ± 6.30	121.80 ± 21.04	6.00 ± 0.40	2.76 ± 0.33
九层塔	44.52 ± 2.06	124.00 ± 19.00	7.07 ± 0.49	2.89 ± 0.26
柠檬薄荷 CK	20.04 ± 4.83	83.80 ± 11.35	5.98 ± 0.63	2.80 ± 0.27
柠檬薄荷	9.58 ± 5.39	64.00 ± 1.41	4.66 ± 0.33	3.18 ± 0.85
迷迭香 CK	13.68 ± 3.75	34.20 ± 5.17	1.84 ± 0.41	0.29 ± 0.03
迷迭香	12.14 ± 2.44	22.80 ± 3.19	1.93 ± 0.29	0.26 ± 0.05
柠檬香草 CK	74.46 ± 4.98	27.00 ± 6.20	73.21 ± 5.51	0.98 ± 0.04
柠檬香草	59.92 ± 12.55	16.00 ± 2.00	56.06 ± 4.47	1.00 ± 0.10

注: CK 为空白对照土壤

Table 2. Effects of different plantson on biomass under Cadmium and Zinc stress**表 2.** 镉、锌胁迫下对不同植物的生物量的影响

不同种类	地上部鲜重/g	地下部鲜重/g	地上部干重/g	地下部干重/g	根冠比
九层塔 CK	20.52 ± 5.49	4.85 ± 0.58	3.44 ± 1.21	1.58 ± 0.21	0.51 ± 0.17
九层塔	35.43 ± 15.77	2.98 ± 0.98	4.94 ± 0.69	0.58 ± 0.14	0.12 ± 0.04
柠檬薄荷 CK	12.52 ± 6.57	2.98 ± 1.15	4.73 ± 0.64	0.78 ± 0.20	0.17 ± 0.05
柠檬薄荷	33.49 ± 11.00	6.35 ± 0.47	7.89 ± 0.96	1.33 ± 0.48	0.18 ± 0.09
迷迭香 CK	2.20 ± 1.43	6.48 ± 2.68	0.70 ± 0.14	0.67 ± 0.22	0.98 ± 0.35
迷迭香	2.18 ± 1.75	0.42 ± 0.33	0.65 ± 0.23	0.34 ± 0.14	0.62 ± 0.46
柠檬香草 CK	54.64 ± 17.49	3.24 ± 1.34	13.42 ± 2.15	1.00 ± 0.37	0.08 ± 0.04
柠檬香草	35.68 ± 11.76	8.06 ± 0.86	8.37 ± 0.83	1.88 ± 0.25	0.23 ± 0.03

注: CK 为空白对照土壤

柠檬薄荷在各项指标上均高于对照, 可以得出在镉、锌的胁迫下, 有利于柠檬薄荷生物量的积累和地下根系的生长。

迷迭香的 5 个数值结果都低于对照, 其中地上部干重还有明显的差异, 镉、锌处理的土壤抑制迷迭香生物量的积累。

柠檬香草的地上部和地下部鲜重质量低于对照, 而干重质量和根冠比高于对照, 从根冠比来看, 说明在重金属含量增加时可以促进植物根系的生长。

3.3. 镉、锌处理对不同植物的重金属含量的影响

从表 3 可以得到, 九层塔的地下部 Pb 含量要低于对照, 其余能够测出来的金属含量均高于对照, 根系的含量大小为 Zn > Cd > Cu > Pb。柠檬薄荷的金属含量均高于对照, 地下部含量大小比较为 Zn > Pb > Cu > Cd。迷迭香除了 Cu 地上部和地下部要低于对照, Cd 和 Zn 的含量都要高于对照值。柠檬香草同迷迭香一样要低于地下部的 Cu 含量要低于对照, 其余高出对照。

3.4. 不同植物根际土壤重金属含量的比较

从表 4 可看出, Pb 在种植植物的土壤含量差异不大。Cd 在种植九层塔的基质中含量最低。Cu 的含量在种植薄荷的基质中最低, 在种植柠檬香草基质中最高。Zn 在柠檬香草中含量最高, 在九层塔中含量最低。

3.5. 不同植物对不同重金属转运能力的比较

转运能力表示植物地下根部将重金属运输到植株地上部的能力, 用转移系数表示(地上部分的重金属含量/地下部分的重金属含量)。

通过表 5 的数据得出, 柠檬薄荷对于 Pb 的转运能力要高于迷迭香和柠檬香草, 且表现为显著差异。而对于 Cd 的转运则 3 中植物表现得高低相差不大, 但其中以九层塔数值最高。对 Cu 的转运以九层塔优势较高, 迷迭香表现最差。Zn 的转运效果以九层塔表现最佳, 高于其他 3 种植物, 且呈显著差异。

3.6. 不同植物对不同重金属富集能力的比较

富集能力是指植株对土壤重金属的吸收能力的高低比较, 用富集系数(即生物体内重金属的浓度与其生存环境中该重金属浓度的比值)来表示。

从表 6 可以得出, 对 Cd 的富集以九层塔植株的数值最高, 且与其余的 3 种植物成差异显著, 接下来

Table 3. Heavy metal content of different plants under Cadmium and Zinc stress**表 3.** 镉、锌胁迫下对不同植物的重金属含量

不同品种	铅 mg/kg		镉 mg/kg		铜 mg/kg		锌 mg/kg	
	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
九层塔 CK	-	29.25 ± 0.35	-	0.45 ± 0.70	10.15 ± 0.56	8.19 ± 0.62	57.23 ± 1.45	15.00 ± 1.41
九层塔	-	8.88 ± 1.24	6.82 ± 0.59	14.28 ± 0.04	18.89 ± 0.99	10.99 ± 1.08	1044.03 ± 76.55	1015.43 ± 17.42
柠檬薄荷 CK	28.75 ± 1.06	-	0.45 ± 0.07	-	11.49 ± 0.37	-	430.68 ± 2.02	284.43 ± 2.37
柠檬薄荷	106.65 ± 2.98	132.47 ± 0.66	-	10.10 ± 0.44	40.20 ± 0.99	35.15 ± 1.29	538.03 ± 36.38	875.91 ± 33.64
迷迭香 CK	-	-	0.45 ± 0.07	1.65 ± 0.15	6.70 ± 1.48	18.03 ± 0.40	94.00 ± 1.41	191.24 ± 9.88
迷迭香	-	-	2.19 ± 0.10	17.06 ± 0.84	2.50 ± 0.71	10.14 ± 0.55	304.53 ± 7.38	848.73 ± 3.50
柠檬香草 CK	-	-	-	10.08 ± 0.60	22.43 ± 0.96	30.86 ± 0.91	0.25 ± 0.07c	1078.56 ± 7.69
柠檬香草	-	-	6.59 ± 0.23	43.85 ± 0.89	-	20.73 ± 0.45	111.73 ± 9.22	1240.28 ± 12.96

注：表中金属含量为“-”表示未检测出重金属含量

Table 4. Heavy metal content of different plants in rhizosphere soil**表 4.** 不同植物根际土壤重金属含量

不同品种	铅 mg/kg	镉 mg/kg	铜 mg/kg	锌 mg/kg	pH 值
九层塔	38.79 ± 0.66a	1.51 ± 0.01b	-	162.69 ± 0.62b	5.99
柠檬薄荷	38.45 ± 1.14a	6.23 ± 0.03a	6.00 ± 8.41b	357.23 ± 1.44a	5.84
迷迭香	37.40 ± 2.62a	6.23 ± 0.03a	15.75 ± 0.21ab	362.06 ± 2.91a	5.98
柠檬香草	44.13 ± 6.89a	5.42 ± 0.01a	26.83 ± 4.10a	417.39 ± 7.45a	5.92

注：各列数字后字母表示 Duncan's 检测的差异水平，同个品种之间的对比，不同小写字母表示 0.05 水平显著差异；表中金属含量为“-”表示未检测出重金属含量

Table 5. The transport capacity on different heavy metals of different plants**表 5.** 不同植物对不同重金属的转运能力

转运系数	铅(%)	镉(%)	铜(%)	锌(%)
九层塔	-	47.77 ± 0.06a	173.09 ± 0.26a	102.77 ± 0.06a
柠檬薄荷	80.50 ± 0.02a	-	114.51 ± 0.07a	61.39 ± 0.17b
迷迭香	31.9 ± 0.00b	12.84 ± 0.01a	24.50 ± 0.06b	35.88 ± 0.01b
柠檬香草	30.73 ± 0.32b	15.02 ± 0.00a	-	9.01 ± 0.01c

注：各列数字后字母表示 Duncan's 检测的差异水平，同个品种之间的对比，不同小写字母表示 0.05 水平显著差异；表中金属含量为“-”表示未检测出重金属含量

Table 6. The enrichment ability on different heavy metals of different plants**表 6.** 不同植物对不同重金属的富集能力

富集系数	铅(%)	镉(%)	铜(%)	锌(%)
九层塔	-	102.14 ± 0.61a	-	39.77 ± 0.18b
柠檬薄荷	62.10 ± 0.09	102.06 ± 0.79a	96.67 ± 0.00b	126.01 ± 0.63a
迷迭香	-	30.99 ± 0.12c	76.40 ± 0.60a	31.54 ± 0.04b
柠檬香草	-	93.55 ± 0.19b	81.04 ± 0.24a	32.93 ± 0.00b

注：各列数字后字母表示 Duncan's 检测的差异水平，同个品种之间的对比，不同小写字母表示 0.05 水平显著差异；表中金属含量为“-”表示未检测出重金属含量

是柠檬香草。Cu 以柠檬薄荷数值最高,说明柠檬薄荷对 Cu 的吸收能力要高于其余几种植物。对于 Zn 的吸收是柠檬薄荷植物吸收能力最大。

4. 讨论

在试验指标结果显示,在镉、锌胁迫下,在形态上,九层塔的株高、真叶数、叶长、叶宽均有所增加,其他 3 种植物则在 4 个指标上数值有所下降。在生物量上,九层塔的地上和地下部鲜重高于对照,而根冠比低于对照,柠檬薄荷的鲜重、干重、根冠比均高于对照,柠檬香草的干重和根冠比高于对照,说明镉和锌含量的增加抑制了九层塔和迷迭香生物量的积累,对柠檬香草和柠檬薄荷有一定的促进作用。

通过对比转运系数和富集系数,柠檬薄荷对于 Pb 的转运能力较高,九层塔对于 Cd、Cu、Zn 的转运最佳。在对金属的吸收方面,九层塔、柠檬薄荷、香茅能较好地吸收 Cd,柠檬薄荷对于 Zn 的吸收能力较好,柠檬薄荷能较好地吸收 Cu。

综合对比来看,土壤中镉和锌含量的增加有利于柠檬薄荷和柠檬香草生物量的积累。同时九层塔、柠檬薄荷。柠檬香草在对金属的吸收转运方面有较优的能力。这说明这 3 种植物在重金属含量高的土壤中,能够较好的吸收重金属,且在生长量方面的优势较高,对污染土地的修复方面有一定的潜力。

基金项目

广东省大学生创新创业训练资助项目(201610576032)。

参考文献 (References)

- [1] 苏德纯. 土壤重金属污染与食品安全[J]. 世界环境, 2010(5): 18-19.
- [2] 祖艳群, 李元. 土壤重金属污染的植物修复技术[J]. 云南环境科学, 2003, 22(b03), 58-61.
- [3] 张翠萍, 仇硕, 赵健, 等. 3 种园林植物对土壤重金属 Cd 的吸收及修复研究[J]. 广西农业科学, 2010, 41(10): 1101-1103.
- [4] 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.
- [5] 周启星. 污染土壤修复的技术再造与展望[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(8): 36-40.
- [6] 崔爽. 铅超积累花卉的筛选与螯合强化及其应用[D]. 沈阳: 中国科学院研究生院, 2007.
- [7] 张福平, 罗钦泳. 罗勒采后贮藏期间的生理变化研究[J]. 北方园艺, 2008(3): 32-33.
- [8] 唐明. 浅谈芳香植物在唐山园林绿化中的应用[J]. 中国园艺摘要, 2014(8): 76-77, 127.
- [9] 何金明, 肖艳辉等. 镉处理对茴香镉吸收累积与胜利指标的影响[J]. 江苏农业科学, 2011(1): 430-432.
- [10] 田林锋, 胡继伟等. 黔产薄荷不同营养器官中重金属含量分布及富集特征[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(17): 8957-8959.
- [11] 李秋英, 胡超进, 等. 石墨炉原子吸收法测定食品中的痕量铅[J]. 地球, 2013(8): 172,176.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

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

期刊邮箱：hias@hanspub.org