

本文引用:刘湘丹,王志辉,刘芙蓉,彭美晨,王朝晖,周日宝.镉低积累药用植物盆栽及大田筛选试验[J].湖南中医药大学学报,2017,37(3):264-267.

镉低积累药用植物盆栽及大田筛选试验

刘湘丹,王志辉,刘芙蓉,彭美晨,王朝晖,周日宝*

(湖南中医药大学,湖南 长沙 410208)

〔摘要〕 **目的** 比较不同植物对重金属镉积累能力差异,筛选出镉低积累药用植物种类。**方法** 以夏枯草、益母草、薄荷为供试材料,通过盆栽和大田试验,采用原子吸收光谱法测定植物中镉的含量。**结果** 三种植物积累镉的能力存在差异,益母草>薄荷>夏枯草。益母草在镉污染土壤中其地上部分镉含量随土壤镉浓度增高而增高,而生长不受影响,属于抗性植物。在镉胁迫下,薄荷、夏枯草生长受到抑制,植物中镉含量较低,且随土壤镉浓度增加植物中镉含量变化较小,属于镉低积累植物。**结论** 益母草为镉高积累植物,且生长不受影响,可以作为富集植物治理镉污染;薄荷中镉主要积累在地下部分,而其以地上部分入药,夏枯草为镉低积累植物,两者均为可在镉污染地区种植的药用植物。

〔关键词〕 镉;低积累;药用植物;筛选;夏枯草;益母草;薄荷

〔中图分类号〕 R282.2

〔文献标识码〕 B

〔文章编号〕 doi:10.3969/j.issn.1674-070X.2017.03.008

Pot and Field Screening Experiment of Low Cadmium Accumulation Medicinal Plants

LIU Xiangdan, WANG Zhihui, LIU Xiaorong, PENG Meichen, WANG Zhaohui, ZHOU Ribao*

(Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208, China)

〔Abstract〕 **Objective** The accumulation of heavy metal cadmium capacity of different plants was compared to screening out the low accumulation of cadmium medicinal plants. **Methods** Choose *Prunella vulgaris*, motherwort, mint as tested materials, the contents of cadmium in plants were determined by using atomic absorption spectrometry. **Results** There was a difference in accumulating cadmium of the three plants, motherwort > mint > *Prunella vulgaris*. The cadmium accumulation in overground part of motherwort was increasing with content of cadmium in soil, while the growth of motherwort, belonging to the resistance plant, was not affected. Under cadmium stress, the growth of mint and *Prunella vulgaris*, which belong to the low cadmium accumulating plants, was inhibited. **Conclusion** Motherwort, a high cadmium accumulation plant, can be as hyperaccumulator to govern cadmium pollution, and its growth is not affected. The cadmium accumulation of mint is mainly, the overground part as the medicine, *Prunella vulgaris*, as low cadmium accumulation plant, both of them is suitable to be planted in cadmium polluted areas.

〔Keywords〕 cadmium; low absorption; medicinal plants; screening; *Prunella vulgaris*; motherwort; mint

湖南省湘江中下游是重要的有色金属矿山区。沿江的衡阳市、湘潭市、株洲市、长沙市是我省的重要工业城市,随着工业化和城市化进程的加快,含有重金属元素的废水、废渣通过灌溉农田等途径,

使重金属积累于土壤中,造成了湘江流域农田的重金属污染。水稻是重金属镉的高富集型植物,大米含镉严重超标,对人们的身体健康造成潜在的严重影响^[1-4]。镉会在人体的肝与肾部位分布^[5-6],进入人体

〔收稿日期〕 2016-07-02

〔基金项目〕 农业部重点科研项目(湘农业联[2014]88号);国家中医药管理局“药用植物学”重点学科(国中医药发[2009]30号);湖南省科技厅重点项目(2015SK2014);湖湘中药资源保护与利用协同创新中心开放基金项目(HXZY-2015-017);湖南省研究生创新课题(2016CX10);湖南省教育厅一般项目(16C1221)。

〔作者简介〕 刘湘丹,女,博士,副教授,研究方向:中药资源与质量。

〔通讯作者〕 *周日宝,男,博士,教授,E-mail:1057323510@qq.com。

的镉会与人体内的低分子蛋白质结合成金属蛋白,金属蛋白会对人体的肾脏功能和肺部造成损伤,严重时会导致人肾皮质坏死、肾小管损害、肺气肿、肺水肿、引发癌变等,含镉道路灰尘的吸入可能引起高血压、冠心病、类风湿性关节炎等疾病^[7-9]。

目前,重金属累积机制的研究对象多为超富集植物和模式生物,低吸收植物也集中在蔬菜、水稻等经济作物。多项研究表明,不同植物间以及同一植物不同品种对重金属的积累存在差异,并成功筛选出低积累品种^[10-13]。目前对药用植物重金属低吸收种类研究较少,本文通过盆栽实验筛选出适合在镉污染地区推广种植的药用植物,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 盆栽实验

1.1.1 实验植物 依据长株潭的气候和土壤条件,选取宜大面积种植的唇形科植物夏枯草(*Prunella vulgaris* L.)、益母草(*Leonurus japonicus* Houtt.)、薄荷(*Mentha haplocalyx* Briq.)三种药用植物作为盆栽实验植物。

1.1.2 土壤基质处理 土壤采自长沙市望城区,去除土壤表层腐殖质、树叶和石头等杂质,测定土壤理化性质:土壤颗粒组成、密度、总孔隙度、自然含水量、pH值、镉含量。将供试土壤均匀摊开,风干24 h备用。供试试剂为 $\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ 。配制重金属镉(Cd)不同梯度浓度的复合污染供试土壤样品及对照,先配制成1 000 mL CdCl_2 水溶液,再称取1 kg的土壤与1 000 mL镉溶液一起搅拌,搅拌均匀后风干24 h,再与53 kg土壤拌匀。盆栽试验分5组,设4个处理组,一个对照组,每个处理3次重复,共45盆。容器采用直径25 cm、高35 cm塑料盆。每个塑料盆装入6 kg处理土壤,并栽入6~8株同一种植物幼苗。见表1。

表1 含镉盆栽土壤的配制

组别	$\text{CdCl}_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	土壤镉含量(mg/kg)
对照	0	0.2
处理一	0.1305	1
处理二	0.2935	2
处理三	0.7829	5
处理四	1.5984	10

1.1.3 幼苗移栽及样品采集 将选好的种子用温水浸泡4 h,取出放在盛有洁净粗砂的盘子中,在温度

25 ℃,湿度75%的正常情况下催芽,待长出1~2片幼叶时进行移栽;移栽后浇定根水,以后每天定时观察,根据需要及时给各盆浇蒸馏水。待成熟后采收全株、洗净后50 ℃下烘干,打粉,过40目筛,放于塑料封口袋中备用。

1.2 大田试验

实验地点为株洲市南阳桥村、湘潭市响水村、湘潭市金桥村的已知中度以上污染程度农田,并测定其pH值及重金属镉含量,每个实验点分别种植以上三种植物,设三次重复。田间管理及采收、加工方法同盆栽实验。

1.3 仪器与试剂

TAS-990,AFG型原子吸收分光光度计(北京普析通用仪器有限公司);镉空心阴极灯(北京曙光光明电子光源仪器有限公司);FA2004型电子分析天平(上海恒平科学仪器有限公司);超纯水机(美国Pine-Tree系统)。硝酸、高氯酸、硝酸镁、磷酸铵、盐酸均为优级纯。

1.4 重金属含量测定

1.4.1 测定条件 波长228.8 nm,光谱带宽:0.4 nm,负高压:304.50 V,灯电流:2 mA背景校正为氘灯。燃气流量:1 000 mL/min,燃烧高度:5 mm,燃烧位置:1 mm。

1.4.2 标准曲线的制作 分别精密量取镉标准储备液适量,用2%硝酸溶液稀释制成1 mL分别含镉0、1、5、10、15、20 ng的溶液。标准曲线方程:

$$Y=0.005\ 2X+0.000\ 1, r=0.999\ 9$$

1.4.3 样品消解 称取样品0.3 g,加硝酸-高氯酸(4:1)溶液5~10 mL,混匀,密封,浸泡过夜。置电热板上加热消解,转入25 mL量瓶中,加入基体改进剂(硝酸镁-磷酸铵溶液)2.5 mL,用2%硝酸溶液洗涤容器,洗液合并于量瓶中,并稀释至刻度,摇匀,即得。同法同时制备试剂空白溶液。

2 结果与分析

2.1 盆栽实验土壤理化性质

根据土壤分类标准^[13],土壤颗粒组成中砂粒(1~0.05 mm)、粗粉粒(0.05~0.01 mm)、细粘粒(<0.01 mm)分别为0、44.98%、55.02%,为粘土类。土壤保水力强,含水量为26.3%,但通气性较差,孔隙度18.12%。pH7.02,属中性土壤。适合于多数草本、灌

木植物的生长。

2.2 盆栽实验不同镉浓度污染土壤中植物中的镉含量

2001年颁布的《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》规定了药用植物及制剂的绿色品质标准,其限量指标中,重金属总量应 ≤ 20 mg/kg,其中镉 ≤ 0.3 mg/kg。

表2为三种植物在不同镉污染土壤中的株高及镉含量,从表中可以看出镉污染浓度在1 mg/kg以下时,薄荷、夏枯草地上部分镉含量低于0.3 mg/kg,镉浓度超过10 mg/kg时,三种植物地上部分镉含量均超过0.3 mg/kg,益母草处理组的镉含量均高于0.3 mg/kg,属于镉高积累植物,三种植物地下部分镉含量均高于地上部分。随着土壤镉污染浓度升高,夏枯草、薄荷的株高有降低的趋势,当镉浓度达到10 mg/kg时,株高显著降低,益母草处理组的株高与对照组没有明显变化。

益母草在镉污染条件地上部分镉含量随土壤镉浓度增高而增高,而生长不受影响,属于抗性植物。在镉胁迫下,薄荷、夏枯草生长受到抑制,植物中镉含量较低,且随土壤镉浓度增加植物中镉含量变化较小,属于镉低积累植物。

表2 三种植物在不同镉污染土壤中的株高及镉含量 (n=3)

实验植物	处理	平均株高 (cm)	地上部分镉含量 (mg/kg)	地下部分镉含量 (mg/kg)
薄荷	对照	32.1	0.15	0.59
	处理一	30.8	0.23	1.62
	处理二	26.0	0.39	3.63
	处理三	20.5	0.55	4.12
	处理四	16.1	0.70	4.60
益母草	对照	78.3	0.27	0.49
	处理一	77.5	1.48	1.75
	处理二	75.1	2.54	3.55
	处理三	76.2	2.63	3.26
	处理四	72.8	5.56	4.28
夏枯草	对照	59.0	0.06	0.21
	处理一	55.2	0.17	0.32
	处理二	52.4	0.20	0.58
	处理三	46.1	0.24	0.73
	处理四	30.0	0.43	1.90

2.3 三种植物的镉转移系数

图1为三种植物在不同镉污染浓度下的转移系数,转移系数是指植物体地上部分(茎、叶、花、果)某

种重金属含量与地下部分(根系)同种重金属含量的比值,可作为植物从地下部分向地上部分转移重金属能力的反映。由图1可知,夏枯草、薄荷的转移系数随镉浓度增加而减小,说明薄荷、夏枯草对镉的转移能力弱,地上部分积累比地下部分少;益母草的转移系数随镉浓度增加而增加。

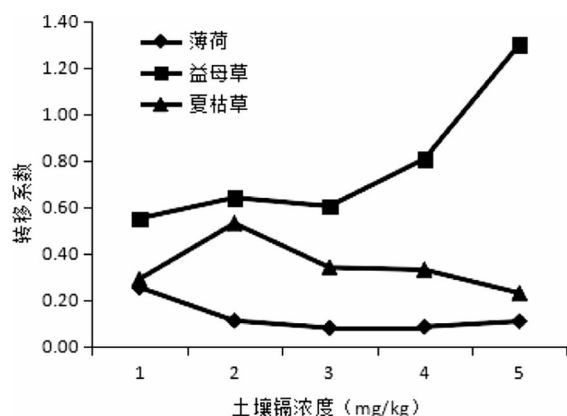


图1 三种植物在不同镉污染浓度下的转移系数

2.4 大田实验土壤镉浓度

由于植物对镉的吸收受土壤pH值、微生物、镉的存在形式等因素的影响,同一种植物在不同地点种植,其吸收镉的能力存在差异,因此,为获得稳定的镉低积累药用植物种类,笔者在污染地区对以上三种植物开展大田实验,表3为各个试验地点土壤镉含量,由表3可知,三个试验点均超过国家土壤环境三级标准^[11],属于中重度污染地区。

表3 三个实验点镉含量及pH值

实验点	镉含量(mg/kg)	pH值
湘潭市金桥村	1.15	5.71
湘潭市响水村	2.67	5.96
株洲市大坝桥村	2.56	6.02

2.5 不同试验点三种植物中镉含量

表4为不同试验点三种植物中镉含量,益母草中镉含量明显高于薄荷、夏枯草,且不同地点种植均表现出镉高积累,属于稳定型镉高积累植物。薄荷、夏枯草地上部分镉含量低于地下部分,与盆栽实验结果一致,属于镉低积累植物。

3 结论

综合盆栽与大田实验,结果表明三种植物积累镉的能力存在差异,益母草>薄荷>夏枯草。益母草在镉污染地区种植生长不受影响且对镉的转移能力

表 4 不同试验点三种植物中镉含量 (mg/kg)

地点	益母草		薄荷		夏枯草	
	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分	地上部分	地下部分
湘潭市金桥村	3.73	3.54	0.21	3.91	0.16	0.96
湘潭市响水村	4.45	2.05	0.29	2.54	0.07	0.75
株洲市大坝桥村	4.49	2.59	0.28	2.44	0.15	0.51

强,可以作为富集植物治理镉污染。

薄荷镉积累主要在根茎部分,而薄荷的药用、食用部位均为地上部分。薄荷为根茎繁殖植物,地上部分生长速度快,且一年可多次采收,为可在镉污染地区种植。但有研究表明,薄荷对重金属镉表现出高积累,这是由于镉污染同样存在于大气中,植物叶片为光合作用的主要场所,镉可以通过叶片吸收进入植物体内,因此,不同采收期薄荷中镉含量变化较大,可以对薄荷采收期与重金属含量的相关性进一步研究。

夏枯草在不同地点中镉含量均低于 0.3 mg/kg,属于稳定型镉低积累种类,为作可在镉污染地区种植的药用植物。

参考文献:

[1] 贾 乐,朱俊艳,苏德纯.秸秆还田对镉污染农田土壤中镉生物有效性的影响[J].农业环境科学学报,2010,29(10):1992-1998.

[2] 刘云国,李 欣,徐 敏,等.土壤重金属镉污染的植物修复与土壤酶活性[J].湖南大学学报(自然科学版),2002,29(4):108-113.

[3] 薛 永,王苑嫒,姚泉洪,等.植物对土壤重金属镉抗性的研究进展[J].生态环境学报,2014,23(3):528-534.

[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] 李永涛,吴启堂.土壤污染治理方法研究[J].农业环境保护,1997,16(3):118-122.

[6] 罗 琼,王 昆,许靖波,等.我国稻田镉污染现状?危害?来源及其生产措施[J].安徽农业科学,2014,42(30):10540-10542.

[7] 毛海立,杨 波,龙成梅,等.重金属镉超富集、富集植物筛选的研究进展[J].黔南民族师范学院学报,2011,(6):4-9.

[8] 李东坡,武志杰,梁成华.土壤环境污染与农产品质量[J].水土保持通报,2008,28(4):172-177.

[9] 周 歆. 重金属低累积水稻品种筛选及稻田化学改良技术研究[D].长沙:中南林业科技大学,2013.

[10] 吴传星,伍 钧,杨 刚,等.重金属低积累玉米品种的筛选[A].第三届全国农业环境科学学术研讨会论文集[C].天津:2009,10:363-370.

[11] 李兆强. 弱吸收镉大白菜品种的筛选及施肥对镉吸收累积的影响[D].福州:福建农业大学,2010.

[12] 沈其荣,谭金芳,钱晓晴.土壤肥科学通论[M].北京:高等教育出版社,2001.

[13] 陈 勤,沈 羽,方炎明,等.紫湖流域重金属污染风险与植物富集特征[J].农业工程学报,2014,30(14):198-205.

(本文编辑 苏 维)