

朝天委陵菜的重金属耐性与吸收性研究^①

胡嫣然^{1,2}, 周守标^{1*}, 吴龙华², 谭维娜², 黄玉娟², 骆永明²

(1 安徽师范大学生命科学学院, 重要生物资源保护与利用安徽省重点实验室, 安徽芜湖 241000;

2 中国科学院土壤环境与污染修复重点实验室(南京土壤研究所), 南京 210008)

摘要: 利用植物生长室水培试验和温室土培盆栽试验的方法, 研究了朝天委陵菜在不同浓度 Pb 水培条件下和 Cu、Zn、Pb、Cd 复合污染土壤条件下的重金属耐性和吸收性, 结果表明, 水培条件下随着处理浓度的增加, 朝天委陵菜均生长良好, 虽高浓度 Pb 处理下出现植株矮小、叶渐黄、根系变黑等毒害症状, 但植株并未死亡, 表明在水培条件下朝天委陵菜对 Pb 具有极强的耐性; 在最高浓度 3 600 $\mu\text{mol/L}$ Pb 处理下地上部和根中 Pb 浓度达到最大值, 分别为 947 mg/kg 和 71 053 mg/kg。在温室土培盆栽条件下, 朝天委陵菜在外加 Cu、Zn、Pb 和 Cd 分别为 200、1 000、1 000 和 5 mg/kg 的土壤上较对照生长受到抑制, 地上部 Cu、Zn、Pb 和 Cd 浓度分别达到 741 ± 164 、 $18\,248 \pm 2\,222$ 、 $1\,543 \pm 483$ 和 29.4 ± 5.2 mg/kg; 外加重金属更高时则导致植株死亡。朝天委陵菜对 Pb 胁迫和 Cu、Zn、Pb、Cd 复合污染土壤具有较强的耐受性, 可作为重金属尤其是 Pb 污染土壤的修复植物。

关键词: 朝天委陵菜; 重金属; 生物量; 吸收性

中图分类号: X53

随着工业的迅速发展, 各种工业如冶炼、电镀、采矿等废水和固体废弃物直接或间接排入土壤, 致使土壤中重金属浓度越来越高^[1-4]。铅(Pb)是环境中主要的重金属污染物, 是对植物毒性最强的重金属元素之一。土壤 Pb 污染不但会对植物产生明显的毒害作用, 且可食部分的 Pb 残留可通过食物链富集并危害人体健康, 因而已引起人们的重视和研究^[5-7]。由于粉尘沉降及工业废水灌溉等造成农田 Cu、Zn、Pb、Cd 等多种重金属复合污染, 进而污染粮食作物, 再通过食物链进入人体, 使人产生慢性中毒, 给人体健康带来潜在的危害^[8-10]。因此, 农田土壤重金属污染的修复越来越引起人们的关注。

朝天委陵菜 (*Potentilla supina*) 为蔷薇科 (*Rosaceae*) 委陵菜属 (*Potentilla* L.), 一年生或二年生草本植物。植株富含维生素 C, 常作为野菜食用^[11]; 全草可供药用, 治吐血、尿血、血痢、便血、须发早白、牙齿不固等症^[12-13]。该植物喜生于河边、田边、水塘周围等湿地, 是广泛分布的野生植物。朝天委陵菜的研究多集中于其药用价值^[14-15]、营养成分以及黄酮类化合物^[16-19]等方面。在铜陵铜尾矿库上潮湿区域有大量生长旺盛的朝天委陵菜, 并能够正常开花结实

和种子繁殖, 表明其具有很强的繁殖能力和抗逆性, 尤其对重金属具有较强的耐性。因此, 本文拟通过不同浓度 Pb 处理水培试验和不同浓度 Cu、Zn、Pb、Cd 复合污染土壤盆栽试验, 探讨朝天委陵菜的重金属耐性及吸收性, 以期能为 Cu、Zn、Pb、Cd 复合污染土壤的利用和生态修复提供有价值的植物材料, 并为朝天委陵菜的资源化利用提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试朝天委陵菜采自安徽省铜陵市一铜尾矿库, 挑选生长健壮、长势一致、无枯黄叶、根系健全的健康植株, 清洗根部, 于全 Hoagland 营养液中预培养, 进行适应性生长。供试土壤采自浙江省杭州市郊区某铜冶炼厂粉尘污染农田, 过 2 mm 尼龙筛, 备用。其土壤基本理化性质为: pH 7.98, 有机 C 21.3 g/kg, 全量 N、P、K 分别为 2.01、0.59 和 20.2 g/kg, 全量 Cu、Zn、Pb 和 Cd 则分别为 142、280、77.0 和 0.66 mg/kg。

1.2 试验设计与实施

水培试验于 2009 年 4 月 9 日在中国科学院南京土壤研究所植物生长室开始, 选取预培养 12 天、长势一

①基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KSCX2-YW-G-053) 和国家高技术研究发展计划项目 (2006AA10Z406) 资助。

* 通讯作者 (zhoushoubiao@vip.163.com)

作者简介: 胡嫣然 (1983—) 女, 安徽颍上人, 硕士研究生, 主要从事土壤污染与植物修复研究。E-mail: yrhu@issas.ac.cn

致、根系发达的朝天委陵菜幼苗进行 Pb 处理水培试验。试验采用 1.8 L 塑料桶盛装 1.6 L 的营养液，塑料桶外喷黑漆，以符合根系自然生长条件，用打有孔洞的塑料板作为桶盖载体，将供试植物分别移栽至塑料板载体的孔中进行水培，植株用海绵固定。Pb 采用分析纯 Pb(NO₃)₂，试验设 0、300、600、900、1 200、2 400 和 3 600 μmol/L 7 个浓度梯度，每处理 4 次重复，每盆 6 株苗。为防 Pb、P 同时存在时出现沉淀，采取隔一天换一次营养液，即一天含 P、不含 Pb，一天含 Pb、不含 P 的交替培养方法。植物生长室条件如下：温度 25 °C（光照）/20 °C（黑暗），相对湿度 65%~70%，光照时间 14 h，光强 1.5 × 10⁴ Lux。在 Pb 处理 30 天后收获植物，分为地上部和根两部分，地上部用去离子水洗净，根先用自来水冲洗，再用 20 mmol/L Na₂EDTA 交换 20 min，以除去根系表面吸附的重金属，最后用去离子水洗净，105 °C 杀青 30 min，然后在 80 °C 下烘干，称量记录地上部和根干重，不锈钢粉碎机粉碎，备用。

土培盆栽试验于 2009 年 4 月 10 日至 5 月 26 日在南京土壤研究所温室进行，Cu、Zn、Pb、Cd 分别采用硝酸盐以溶液形式添加，在朝天委陵菜移栽两周后，分两次间隔 3 天添加完。试验共设 4 个处理（表 1），每处理 5 次重复，每盆 4 株苗。处理 45 天后，收获地上部分，洗净、烘干、粉碎，备用。

表 1 土培试验重金属添加量 (mg/kg)

Table 1 Treatments of pot experiment

处理	Cu	Zn	Pb	Cd
对照	0	0	0	0
HM-1	200	1 000	1 000	5
HM-2	400	2 000	2 000	10
HM-3	600	3 000	3 000	15

植物样品重金属浓度采用 HNO₃: HClO₄ 混酸 (3:2) 消化，火焰原子吸收法 (Varian 220FS) 测定^[20]。分析过程所用试剂为优级纯，实验所用的水为超纯水。植物分析过程加入国家标准参比物质 (GSV-2)，测定结果符合质量控制要求。所有试验数据用 SPSS13.0 软件进行方差分析 (ANOVA) 和 LSD 检验。

2 结果与分析

2.1 水培条件下朝天委陵菜生物量及体内 Pb 浓度的变化

2.1.1 水培试验下植物地上部和根生物量变化 由图 1 可见，不施 Pb 的对照处理地上部生物量最大，且地上部生物量随 Pb 处理浓度的增大而降低，3 600

μmol/L Pb 处理时仅为对照的 21.9%。方差分析显示，各处理组朝天委陵菜地上部干重均显著低于对照 (p < 0.05)。朝天委陵菜根重也随着 Pb 处理浓度的增大而逐渐递减，不施 Pb 的对照处理根系生物量最大，各加 Pb 处理朝天委陵菜根重显著低于对照 (p < 0.05)，但各加 Pb 处理之间根生物量无显著差异 (图 1)。300 μmol/L Pb 处理根系生物量为对照处理的 68.8%；600~2 400 μmol/L Pb 处理，其根生物量分别为对照的 53.4%、53.4%、54.3% 和 55.3%；在 3 600 μmol/L Pb 处理下达到最小值，仅为对照的 52.1%。

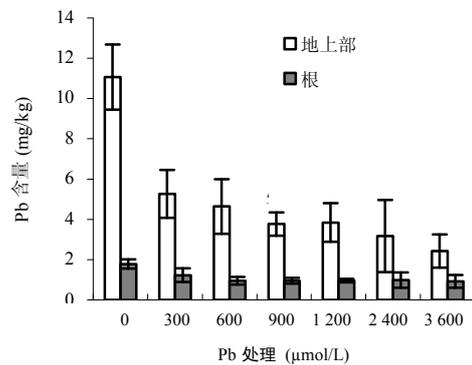


图 1 水培条件下 Pb 处理对地上部和根干重的影响

Fig. 1 Effects of Pb on shoot and root biomass at hydroponics experiment

2.1.2 水培条件下 Pb 处理对朝天委陵菜地上部和根中 Pb 浓度的影响

随着 Pb 处理浓度的升高，朝天委陵菜地上部 Pb 浓度逐渐升高，在 3 600 μmol/L 处理下达到最大值 947 mg/kg，为对照的 47.5 倍 (图 2)；在 300~2 400 μmol/L 5 个处理下，植物地上部含 Pb 浓度分别为 185、281、213、239 和 218 mg/kg，为对照的 9.31、14.1、10.7、12.0 和 10.9 倍。方差分析表明，3 600 μmol/L 处理组与其他各处理组之间均有极显著差异外 (p < 0.01)，其余各处理组之间无显著差异。

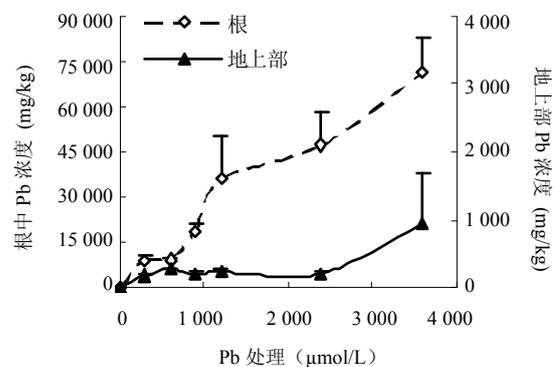


图 2 朝天委陵菜地上部和根中 Pb 浓度变化

Fig. 2 Pb concentrations in shoot and root

由图 2 可知, 随着 Pb 处理浓度的升高, 朝天委陵菜根中 Pb 浓度逐渐升高, 并在 3 600 $\mu\text{mol/L}$ Pb 处理时达到最大值 71 053 mg/kg, 为对照的 48.0 倍; 在 300 ~ 2 400 $\mu\text{mol/L}$ 5 个 Pb 处理中, 根系 Pb 浓度分别为 9 417、9 518、18 839、35 921、47 194 mg/kg, 是对照的 63.6、64.3、127、243 和 319 倍。方差分析表明, 处理组 300、600 $\mu\text{mol/L}$ 与处理组 1 200、2 400 和 3 600 $\mu\text{mol/L}$ 之间均有极显著差异 ($p < 0.01$); 900 $\mu\text{mol/L}$ Pb 处理除与 300 $\mu\text{mol/L}$ 和 600 $\mu\text{mol/L}$ Pb 处理之间没有差异外, 与其余各处理均存在极显著差异 ($p < 0.01$); 1 200 $\mu\text{mol/L}$ 处理和 2 400 $\mu\text{mol/L}$ Pb 处理之间朝天委陵菜根中 Pb 浓度无显著差异, 但这两个处理与其他各处理均有极显著差异 ($p < 0.01$); Pb 最高浓度 (3 600 $\mu\text{mol/L}$) 与对照和其他各 Pb 处理之间均有极显著差异 ($p < 0.01$)。

2.2 土培盆栽条件下朝天委陵菜生物量及重金属浓度和吸收量变化

2.2.1 土培盆栽条件下植物地上部生物量变化

由图 3 可知, 朝天委陵菜地上部干重以对照为最高, 其余处理均低于对照。但除对照外, 其余各组随着处理浓度的增加地上部干重逐渐升高, 且在最高重金属处理时地上部生物量达对照的 61.9%。方差分析表明, 各处理组朝天委陵菜地上部干重均显著低于对照 ($p < 0.05$); 处理 HM-1 与 HM-3 之间差异显著 ($p < 0.05$); 处理 HM-2 与 HM-3 之间有显著差异 ($p < 0.05$); 处理 HM-1 与 HM-2 之间无显著差异。

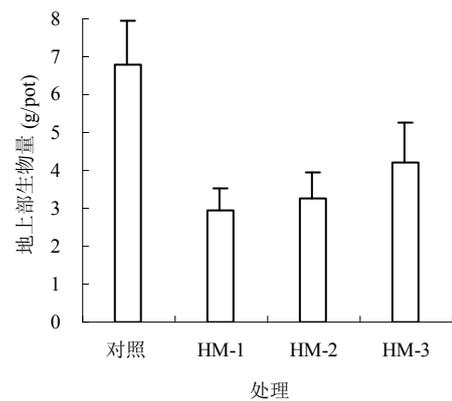


图 3 盆栽条件下重金属处理对生物量的影响

Fig. 3 Effects of heavy metal mixed pollution on plant biomass at pot experiment

2.2.2 土培盆栽条件下朝天委陵菜地上部重金属浓度变化 随着重金属处理浓度的增大, 朝天委陵菜地上部重金属浓度逐渐升高 (表 2)。朝天委陵菜地上部 Cu、Zn、Pb、Cd 浓度都在最高处理下达到最大值, 分别为对照的 51.7、133、182 和 10.2 倍。朝天委陵菜地上部重金属的吸收量亦随着重金属处理浓度的增加而升高, 在最高处理浓度下, 植株对 Cu、Zn、Cd 的吸收量分别为对照的 33.9、85.4、6.37 倍。最高浓度处理时朝天委陵菜地上部重金属浓度和吸收量与其他各处理组间均差异显著 ($p < 0.05$)。

表 2 土培条件下朝天委陵菜地上部重金属的浓度和吸收量

Table 2 Heavy metal concentrations and uptake amounts by *Potentilla supine* shoots at pot experiment

处理	植物地上部重金属浓度 (mg/kg)				植物地上部重金属吸收量 (mg/盆)			
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd
对照	23.0 ± 3.0 c	230 ± 18 c	ND	4.10 ± 0.20 c	0.15 ± 0.02 c	1.54 ± 0.10 c	ND	0.03 ± 0.00 c
HM-1	357 ± 119 bc	11 791 ± 2 490 b	1 023 ± 342 b	14.6 ± 3.0 c	1.02 ± 0.31 bc	33.66 ± 6.51 bc	2.98 ± 0.95b	0.04 ± 0.01 c
HM-2	741 ± 164 b	18 248 ± 2 222 b	1 543 ± 483 b	29.4 ± 5.2 b	2.35 ± 0.44 b	59.32 ± 8.22 b	5.13 ± 1.60 b	0.09 ± 0.02 b
HM-3	1 187 ± 211 a	30 501 ± 3 102 a	6 541 ± 1 108 a	42.1 ± 3.6 a	5.19 ± 1.20 a	131.47 ± 24.0 a	27.4 ± 6.0 a	0.18 ± 0.03 a

注: ND 表示未检出; 同列中不同字母表示不同处理在 $p < 0.05$ 水平上差异显著。

土培盆栽植物地上部重金属浓度与土壤中重金属浓度的比值即生物富集系数 (BCF) 如表 3 所示, 除对照处理外, HM-1、HM-2、HM-3 处理 Cu 的 BCF 值均大于 1; 除对照外, HM-1、HM-2、HM-3 处理 Zn 的 BCF 值达 9.21、8.00、9.30 之高; Pb 的 BCF 值仅在最高浓度处理 HM-3 时大于 1, 达到 2.13; Cd 则在对照时 BCF 值已超过 1, 达 6.24, 且各处理的 BCF 值均大于 1。可见朝天委陵菜在 Cu、Zn、Pb、Cd 复合污染下对重金属具有非常高的富集潜力。

表 3 土培条件下朝天委陵菜的重金属富集系数

Table 3 Heavy metal bio-concentration factor of *Potentilla supine* at pot experiment

处理	Cu	Zn	Pb	Cd
对照	0.16	0.82	-	6.24
HM-1	1.04	9.21	0.95	2.57
HM-2	1.37	8.00	0.74	2.76
HM-3	1.60	9.30	2.13	2.69

注: “-” 表示未计算。

3 讨论

水培试验中,朝天委陵菜在0~3600 $\mu\text{mol/L}$ Pb处理下均生长良好,但随Pb处理浓度的升高,其生长受抑,表现为植株渐枯黄瘦小、分枝少,地上部生物量下降,根系变黑,说明高浓度的Pb胁迫对朝天委陵菜生长造成了明显的毒害。目前对重金属超积累植物的界定主要采用Baker和Brooks于1983年^[21]提出的标准,对于Pb,地上部含量要大于1000 mg/kg,较严格的标准还要求转运系数大于1,即地上部与根部金属浓度之比大于1^[22],也有学者提出超积累植物还应同时具有耐性特征和富集系数特征^[23]。而朝天委陵菜在不同浓度的Pb胁迫下,地上部分生物量随着处理浓度的增加而逐渐降低,而不是在一个最适浓度下达到最大值,且处理浓度越高,植株越矮小,叶片越黄化,地上部分Pb含量在最高浓度3600 $\mu\text{mol/L}$ 处理时达到最大值947 mg/kg,未达到Pb超积累植物的界定标准,而在此浓度下根中Pb浓度已高达71053 mg/kg,但转运系数远小于1,表明朝天委陵菜不符合超积累植物标准,是一种Pb耐性和积累植物。但朝天委陵菜根系干重却有着不同的趋势,随着处理浓度的升高,地下部干重趋于平稳,除对照最高外,其他各处理组之间根重较接近,说明高浓度Pb溶液培养对根重没有明显影响,同时朝天委陵菜的根系非常发达,植物根系Pb浓度随着营养液中Pb处理浓度的升高而增加,在最高浓度3600 $\mu\text{mol/L}$ 处理时达到最大值71053 mg/kg,且在最高浓度下植株并没有死亡,说明朝天委陵菜对Pb具有很强的耐性。朝天委陵菜是一种喜湿植物,Stoltz等^[24]认为,在低洼潮湿区植物体内重金属趋向于在根部积累,将有害离子积累于根部是植物阻止其对光合作用及新陈代谢过程产生毒害作用的策略之一^[25],本研究结果支持此观点。朝天委陵菜可作为Pb污染土壤潜在修复植物,收获整株植物(包括根部)可达到富集植物的修复效果,也可与其他超积累植物间作套种以达到有效修复土壤Pb污染的目的。因此,生长迅速、生物量较大的朝天委陵菜适于作为土壤Pb污染的修复植物。

外加Cu、Zn、Pb、Cd进行复合污染处理,土培盆栽条件下对朝天委陵菜生长和生物量存在不同程度的抑制作用,对照处理生物量最高,HM-1处理下抑制最大。除对照外,朝天委陵菜的生物量随着处理浓度的升高而增加。在Cu、Zn、Pb、Cd复合污染下,随着处理浓度的增加,植株重金属浓度和吸收量越高,

在最高处理HM-3条件下达到最大值。不外加重金属的对照处理,朝天委陵菜植株中的重金属浓度已高于其他普通植物。土培试验结果表明,朝天委陵菜对土壤中重金属的富集系数大多超过1,富集系数也称吸收系数,即植物地上部重金属含量与土壤中重金属含量的比值^[26],朝天委陵菜在复合污染条件下对Zn和Cd的富集能力更强,富集系数更高,这为Cu、Zn、Cd单一或复合污染土壤的植物修复提供了潜在植物资源。水培试验显示,朝天委陵菜对Pb具有极高的耐性和一定的富集能力,由于土培盆栽试验外加的Cu、Zn、Cd浓度过高,明显抑制了植物生长,实际农田条件下土壤的重金属浓度一般较低,也即朝天委陵菜将可正常生长,是一种具有复合污染土壤修复潜力的修复植物,其可行性和修复能力有待进一步探讨。

4 小结

朝天委陵菜在水培条件下对Pb具有很强的耐性和较好的吸收性,特别是根部,能富集大量的Pb;且朝天委陵菜能在Cu、Zn、Pb、Cd复合低污染土壤上生长良好,可吸收多种重金属,对Zn、Cd尤其具有较高的耐性和吸收性;同时朝天委陵菜具有易生长、生物量大、根系发达等优势,这为重金属富Pb污染和Cu、Zn、Pb、Cd复合污染土壤的植物修复提供了新的选择,朝天委陵菜也可与其他具有超积累和耐性的植物间套作,达到共同和协助治理污染土壤的目的,也为研究多金属超积累机理提供了材料。朝天委陵菜对重金属污染土壤的修复能力,特别是Zn、Cd的修复潜力,有待进一步试验验证。

参考文献:

- [1] 龙新宪,杨肖娥,倪吾钟. 重金属污染土壤修复技术研究的现状与展望. 应用生态学报, 2002, 13(6): 757-762
- [2] 陈晶中,陈杰,谢学俭,张学雷. 土壤污染及其环境效应. 土壤, 2003, 35(4): 298-303
- [3] 刘小宁,马剑英,张慧文. 植物修复技术在土壤重金属污染中应用的研究进展. 中国沙漠, 2009, 29(5): 859-865
- [4] 郝秀珍,周东美. 金属尾矿砂的改良和植被重建研究进展. 土壤, 2005, 37(1): 13-19
- [5] 王新,贾永锋. 紫花苜蓿对土壤重金属富集及污染修复的潜力. 土壤通报, 2009, 40(4): 932-935
- [6] 何冰,杨肖娥. 铅污染土壤的修复技术. 广东微量元素科学, 2001, 8(9): 12-17
- [7] 刘恩玲,王亮,孙继,潘琇. 土壤-番茄体系中Cd、Pb的累积特征研究. 土壤通报, 2009, 40(1): 189-193

- [8] 廖继佩, 林先贵, 曹志洪. 内外生菌根真菌对重金属耐受性及机理. 土壤, 2003, 35(5): 370-377
- [9] 李华, 骆永明, 宋静. 不同铜水平下海州香薷的生理特性和铜积累研究. 土壤, 2002, 34(4): 225-228
- [10] 李静, 俞天明, 周洁, 谢正苗. 铅锌矿区及周边土壤铅、锌、镉、铜的污染健康风险评价. 环境科学, 2008, 29(8): 2 327-2 330
- [11] 闵运江, 刘文中, 陈乃富. 皖西大别山区野菜资源及其开发利用. 中国林副特产, 2004, 70(3): 44-48
- [12] 江苏植物研究所. 江苏植物志 (下册). 南京: 江苏科技出版社, 1982: 312-313
- [13] 钱啸虎, 李书春, 李稔. 安徽植物志 (第三卷). 合肥: 安徽科技出版社, 1988, 742-751
- [14] 李利英, 邓瑞雪, 刘普, 段宏泉, 尹卫平. 委陵菜属植物的化学成分及药理作用研究进展. 中国现代中药, 2008, 10(9): 3-29
- [15] 张勇, 李鹏, 李彩霞, 韩多宏, 林敏. 委陵菜属药用植物. 中兽医医药杂志, 2005, 2(2): 60-63
- [16] Xue PF, Liang H, Wang B. Chemical constituents from *Potentilla multifida* L. Chinese Pharmaceutical Sciences, 2005, 14(2): 86-88
- [17] 闵运江, 张银萍, 高琼, 张晓雷, 周守标. 安徽产 10 种委陵菜植物总黄酮的提取工艺与含量研究. 食品与发酵工业, 2008, 34(6): 176-179
- [18] 闵运江, 杜忠笔. 安徽产委陵菜属四种可食用野菜的成分分析. 中国林副特产, 2008, 95(4): 4-6
- [19] 闵运江, 周守标, 张银萍, 高琼, 张晓雷. 委陵菜黄酮类化合物的提取与纯化工艺研究. 中国实验方剂学杂志, 2008, 14(5): 31-35
- [20] 吴少杰, 黑笑涵. 测定植物样品重金属含量的火焰原子吸收法. 实验科学与技术, 2009, 7(4): 25-26
- [21] Baker AJM, Brooks RR, Pease AJ. Studies on copper and cobalt tolerance in three closely related taxa within the genus *Silene* L. (*Caryophyllaceae*) from Zaïre. Plant and Soil, 1983, 73(3): 377-385
- [22] Baker AJM, Brooks RR. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements - A review of their distribution, ecology and phytochemistry. Biorecovery, 1989, 1: 81-126
- [23] 魏树和, 周启星, 王新, 张凯松, 郭观林. 一种新发现的镉超积累植物龙葵 (*Solanum nigrum* L.). 科学通报, 2004, 49(24): 2 568-2 573
- [24] Stoltz E, Greger M. Accumulation properties of As, Cd, Cu, Pb and Zn by four wetland plant species growing on submerged mine tailings. Environmental and Experimental Botany, 2002, 47: 271-280
- [25] Zurayk R, Sukkariyah B, Baalbaki R. Common hydrophytes as bioindicators of nickel, chromium and cadmium pollution. Water, Air and Soil Pollution, 2001, 127: 373-388
- [26] 聂发辉. 关于超富集植物的新理解. 生态环境, 2005, 14(1): 136-138

Tolerance and Accumulation of Heavy Metals by *Potentilla supina*

HU Yan-ran^{1,2}, ZHOU Shou-biao¹, WU Long-hua², TAN Wei-na², HUANG Yu-juan², LUO Yong-ming²

(1 Anhui Provincial Key Laboratory of Biological Resources Conservation and Utilization, College of Life Science, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241000, China; 2 Key Laboratory of Soil Environment and Pollution Remediation, Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China)

Abstract: Growth chamber hydroponics and glass house pot experiment were conducted to study the tolerance and uptake of Pb in hydroponics condition and of Cu, Pb, Zn and Cd under mixed heavy metal contaminated conditions by *Potentilla supina* from a Cu mine area, the results showed that *Potentilla supina* could grow normally with the increase of Pb concentration in hydroponics solution, toxic symptom such as slow plant growth with yellow leaves and black roots at the treatment of high Pb concentration, but plant did not die, *Potentilla supina* had strong tolerance to Pb at hydroponics culture. Pb concentrations reached to the maximum of 947 mg/kg and 71 053 mg/kg in shoot and root at the highest concentration of solution Pb 3 600 mol/L. In pot experiment, plant grew well in the treatment of control, but grew slowly at the mixed metal pollution soils, Cu, Zn, Pb and Cd in the shoot were 741 ± 164, 18 248 ± 2 222, 1 543 ± 483 and 29.4 ± 5.2 mg/kg respectively at the treatment of Cu 200 mg/kg, Zn 1 000 mg/kg, Pb 1 000 mg/kg and Cd 5 mg/kg, but plant died at the treatment with very high metal pollution level. These results showed that *Potentilla supina* has strong tolerant to Pb and Cd, Zn, Cu co-contamination, and can be used to remediate heavy metal polluted soil.

Key words: *Potentilla supina*, Heavy metals, Biomass, Uptake