

碳酸氢铵对白茅和蘆草吸收重金属的影响

施晓东¹, 王晓², 陈建刚¹ (1. 曲靖师范学院, 云南曲靖 655011; 2. 德宏高等师范专科学校, 云南德宏 678400)

摘要 [目的] 为人工修复重金属污染土壤探索新方法。[方法] 以分析纯碳酸氢铵为调控剂, 以白茅和蘆草为试材进行盆栽调控试验并在3个月后测定其重金属含量。[结果] 3~5 g/L 碳酸氢铵显著增加了白茅对 Zn 的积累(5 809.11 mg/kg)。3 g/L 碳酸氢铵显著增加了白茅对 Pb 的积累(约 38.11 mg/kg)。0.5 g/L 碳酸氢铵调控下, 蘆草对土壤中 Pb 污染的净化率最大(0.01%)。5 g/L 碳酸氢铵调控下, 白茅对土壤中 Cd 污染的净化率最大(0.17%), 蘆草对土壤中 Zn 污染的净化率最大(0.4%)。白茅对土壤中 Pb 污染的净化率最大(0.01%)。3 g/L 碳酸氢铵调控下, 蘆草对土壤中 Cd 污染的净化率最大(0.1%), 白茅对土壤中 Zn 污染的净化率最大(0.31%)。[结论] 碳酸氢铵能提高植物对污染土壤的净化率。

关键词 白茅; 蘆草; 碳酸氢铵; 重金属; 净化率

中图分类号 X173 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)16-07648-02

Effects of Ammonia Bicarbonate on the Absorption of Heavy Metals in *Imperata cylindrica* and *Scirpus triquetus*
SHI Xiao-dong et al (Qujing Normal University, Qujing, Yunnan 655011)

Abstract [Objective] The purpose was to explore the new method of repairing heavy metal polluted soil by human-induced restoration. [Method] With analytically pure ammonia bicarbonate as restraining reagent, *Imperata cylindrica* and *Scirpus triquetus* as tested materials, the regulated pot culture experiment was performed and their contents of heavy metals were determined after 3 months. [Result] 3~5 g/L ammonia bicarbonate significantly increased the accumulation of Zn in *I. cylindrica* and its accumulation amount was 5 809.11 mg/kg. 3 g/L ammonia bicarbonate significantly increased the accumulation of Pb in *I. cylindrica* and its accumulation amount was about 38.11 mg/kg. Under the regulation with 0.5 g/L ammonia bicarbonate, the purifying rate of *S. triquetus* on Pb in polluted soil was highest, being 0.01%. Under the regulation with 5 g/L ammonia bicarbonate, the purifying rate of *I. cylindrica* on Cd in polluted soil was highest, being 0.17%; the purifying rate of *S. triquetus* on Zn in polluted soil was highest, being 0.4%; the purifying rate of *I. cylindrica* on Pb in polluted soil was highest, being 0.01%. Under the regulation with 3 g/L ammonia bicarbonate, the purifying rate of *S. triquetus* on Cd in polluted soil was highest, being 0.1%; the purifying rate of *I. cylindrica* on Zn in polluted soil was highest, being 0.31%. [Conclusion] Ammonia bicarbonate could enhance the purifying rate of plants on polluted soil.

Key words *Imperata cylindrica*; *Scirpus triquetus*; Ammonia bicarbonate; Heavy metal; Purifying rate

重金属污染土壤治理传统多采用物理或化学方法, 不仅非常昂贵, 难以大规模改良, 而且常常导致土壤结构的破坏、土壤生物活性下降和土壤肥力退化^[1]。植物提取修复是一项新兴的、绿色的、环境友好和廉价的污染治理方法, 尤其符合人类可持续发展的最终目标^[2]。但所用超积累植物通常生长缓慢、植株矮小、地上部分生物量小, 修复重金属污染土地需时太长等不足, 是目前限制超积累植物大规模应用于植物修复的主要原因^[3]。一些研究表明, 碳酸氢铵对土壤中的重金属有增强重金属活性的能力^[4-5]。碳酸氢铵修复污染土壤, 修复成本较低, 实用性强。为了证实这种推测, 笔者采用碳酸氢铵对白茅和蘆草积累重金属的调控, 目的是为重金属污染土壤的人工修复提供生物与化学相结合的新方法。

1 材料与方法

1.1 材料 会泽铅锌矿区附近取6个样地, 每个样地取6个50 cm×50 cm样方。采集0~15 cm 污染土壤并充分混合均匀。土样带回, 随机采取少量污染土壤进行常规理化分析, 大量土壤过2 mm 筛后用于温室盆栽调控试验。采集污染区白茅和蘆草种子, 用于盆栽调控试验。调控剂为分析纯碳酸氢铵。

1.2 方法 试验中设碳酸氢铵浓度为0.2、0.5、1、3和5 g/L。平均每次100 ml左右, 10次共1 000 ml。每个梯度3个平行。同时作空白对照。种植3个月, 用剪刀从植株根部

剪起植物地上部分立即称重即为鲜重; 植物在烘箱中80℃干燥24 h, 称得干重。粉碎待测 Cd、Zn、Pb 含量。土壤 pH、土壤速效 N 采用扩散法^[5]; 土壤全 N 采用半微量凯氏定 N 法测定; 土壤速效 P 采用双酸浸提钼锑抗比色法; 土壤全 P 采用硫酸-高氯酸溶解钼锑比色法测定; 土壤有机质采用重铬酸钾氧化-外加热方法; 土壤含水量的测定方法采用烘干法^[13], 土壤重金属有总态、有效态分别用原子吸收测定 Cd、Zn、Pb 浓度。植物地上部分的 Cd、Zn、Pb 用原子吸收测定。试验数据用 SPSS 统计、作图。计算净化率。

2 结果与分析

2.1 不同浓度梯度的碳酸氢铵调控对白茅和蘆草积累 Cd、Zn、Pb 的影响 由表1可见, 在低浓度碳酸氢铵调控下, 白茅对 Cd 的积累与对照没有显著差别, 随着浓度的提高, Cd 积累逐步提高(33.07 mg/kg), 相关系数为 0.957**; 蘆草对 Cd 的积累与白茅基本同步, 但蘆草对 Cd 的积累量显著低于白茅($P < 0.01$)。

表1显示, 在碳酸氢铵调控下, 随着浓度的提高, 白茅对 Zn 积累逐步增加, 相关系数为 0.888**; 特别在 3~5 g/L 时, 能显著增加白茅对 Zn 的积累(5 809.11 mg/kg, $P < 0.01$)。低浓度的碳酸氢铵调控, 蘆草对 Zn 的积累低于对照, 随着浓度的逐步提高, 积累量逐步增加, 相关系数达 0.901**。但在高浓度时 Zn 的积累量明显低于白茅。

表1显示, 在碳酸氢铵调控下, 随着碳酸氢铵浓度的提高, 白茅对 Pb 积累逐步增加, 相关系数为 0.737**; 特别在 3 g/L 时, 能显著增加 Pb 的积累(约 38.11 mg/kg)。在 0.2 g/L 浓度的碳酸氢铵调控下蘆草对 Pb 的积累与对照没有显著差别($P > 0.05$)。中等浓度(0.5 g/L)下, Pb 的积累量增加到

基金项目 云南省教育厅科学研究基金项目(06Y133B); 曲靖师范学院研究基金项目(0513906)。

作者简介 施晓东(1965-), 男, 云南曲靖人, 硕士, 副教授, 从事生态学研究。

鸣谢 曲靖师范外语学院赵常友老师协助修改英文摘要。

收稿日期 2009-03-02

最大。随着铵浓度的进一步增加, 积累量逐步降低, 相关系数为 -0.618^{**} 。说明中低浓度碳酸氢铵有利于蔺草对 Pb 积累; 高浓度有利于白茅对 Pb 积累。

表 1 不同浓度碳酸氢铵处理植物重金属含量

Table 1 Heavy mental content of plant under different concentration of NH_4HCO_3

效应植物 Effective plant	碳酸氢铵浓度//g/L NH_4HCO_3 concentration	植物重金属积累量// $\mu\text{g/g}$ 干重 Heavy mental cumulative content of plant		
		Cd	Zn	Pb
白茅 <i>I. cylindrica</i> L.	对照 (CK)	17.07 ± 0.54 a	950.74 ± 125.28 a	17.29 ± 0.31 b
	0.2	17.76 ± 0.95 a	1 237.50 ± 112.57 b	7.19 ± 1.04 a
	0.5	17.48 ± 0.54 a	1 312.50 ± 75.36 b	10.83 ± 2.81 a
	1	22.45 ± 1.16 b	2 187.64 ± 175.68 c	14.90 ± 0.94 b
	3	28.30 ± 0.61 c	4 737.47 ± 237.54 d	25.42 ± 1.77 c
	5	33.07 ± 0.41 d	4 837.56 ± 237.64 d	38.44 ± 2.92 d
蔺草 <i>S. triqueter</i> L.	对照 (CK)	4.92 ± 0.88 a	2 305.22 ± 251.05 b	21.98 ± 3.54 a
	0.2	4.22 ± 0.34 a	1 487.52 ± 37.51 a	21.56 ± 2.40 a
	0.5	5.17 ± 0.95 a	1 725.36 ± 137.55 b	35.83 ± 1.88 d
	1	6.05 ± 0.75 a	1 925.05 ± 325.07 b	29.17 ± 3.44 c
	3	12.11 ± 0.20 b	2 804.22 ± 162.59 c	19.79 ± 0.21 b
	5	10.20 ± 0.27 b	3 362.53 ± 175.25 d	24.79 ± 1.88 b

注: 平均值 ± 标准误 ($n = 4$), 不同小写字母表示不同浓度碳酸氢铵处理下同一种效应植物重金属积累量差异显著 ($P < 0.05$), 单因素方差分析。

Note: Average ± SE ($n = 4$), different lowercases and capital letters mean the difference of heavy mental cumulative content of the same effective plant is significant ($P < 0.05$) under different concentration of NH_4HCO_3 .

2.2 碳酸氢铵不同处理浓度白茅和蔺草对土壤中 Cd、Zn、Pb 污染的净化率

2.2.1 对 Cd 污染的净化率。由表 2 可见, 随着碳酸氢铵浓度的不断提高, 白茅对土壤中 Cd 污染的净化率不断增加, 在 5 g/L 下, 净化率最大 (0.17%)。蔺草对土壤中 Cd 污染的净化率随浓度增加而增加, 但在碳酸氢铵最大浓度时, 净化率已开始降低。3 g/L 净化率最大 (0.1%)。

2.2.2 对 Zn 污染的净化率。表 2 显示, 随着碳酸氢铵浓度的不断提高, 白茅对土壤中 Zn 污染的净化率不断增加, 在 3

g/L 时净化率最大 (0.31%)。蔺草对土壤中 Zn 污染的净化率随浓度增加而增加。在 5 g/L 时净化率最大 (0.4%)。

2.2.3 对 Pb 污染的净化率。表 2 显示, 在低浓度的碳酸氢铵调控下, 白茅对土壤中 Pb 污染的净化率低于对照。随着浓度的不断提高, 净化率不断增加, 在 5 g/L 时净化率最大 (0.01%)。碳酸氢铵 0.5 和 1 g/L 时蔺草对土壤中 Pb 污染的净化率最大, 浓度进一步增大时, 净化率开始降低。说明在碳酸氢铵调控下, 用蔺草修复 Pb 污染土壤优于白茅。

表 2 不同浓度碳酸氢铵处理植物对土壤重金属的净化率

Table 2 Heavy mental purification rate of plant under different concentration of NH_4HCO_3

效应植物 Effective plant	碳酸氢铵浓度//g/L NH_4HCO_3 concentration	植物对重金属净化率//% Heavy mental purification rate of plant		
		Cd	Zn	Pb
白茅 <i>I. cylindrica</i> L.	对照 (CK)	0.090 4	0.095 5	0.002 5
	0.2	0.100 4	0.123 9	0.000 9
	0.5	0.121 7	0.146 6	0.001 6
	1	0.131 7	0.156 8	0.001 7
	3	0.153 8	0.301 1	0.002 6
	5	0.174 2	0.287 5	0.004 7
蔺草 <i>S. triqueter</i> L.	对照 (CK)	0.030 0	0.176 1	0.003 0
	0.2	0.032 9	0.169 3	0.003 4
	0.5	0.041 3	0.217 0	0.006 7
	1	0.055 4	0.238 6	0.005 4
	3	0.098 8	0.358 0	0.004 4
	5	0.087 1	0.385 2	0.005 2

3 结论与讨论

试验结果表明: 施用碳酸氢铵可不同程度地增加白茅和蔺草对重金属的吸收; 提高了植物对污染土壤的净化率; 植物对重金属的吸收增加, 往往伴随植物的生物量减少, 土壤的 pH 降低; Cd、Zn 在同一植物中的吸收基本同步。

参考文献

[1] BAKER A J M, SIDOLI C M D. The possibility in situ heavy metal decontamination of polluted soils using crops of metal-accumulating plants [J].

Resources, Conservation and Recycling, 1994, 11: 41 - 49.
 [2] BROOKS R R. Plants the hyperaccumulate heavy metals [M]. CAB International, Wallingford, 1998.
 [3] 骆永明. 金属污染土壤的植物修复 [J]. 土壤, 1999, 31 (5): 261 - 265.
 [4] 陈怀满. 土壤-植物系统中的重金属污染 [M]. 北京: 科学出版社, 1996.
 [5] 魏树和, 周启星, 张凯松, 等. 根际圈在污染土壤修复中的作用与机理分析 [J]. 应用生态学报, 2003, 14 (1): 143 - 147.
 [6] 顾继光, 周启星. 镉污染土壤的治理及植物修复 [J]. 生态科学, 2002, 21 (4): 352 - 356.
 [7] 刘光焘. 土壤理化分析与剖面描述 [M]. 北京: 中国标准出版社, 1996.