

## 洪泽湖溧河洼水生植物体内重金属调查

王兆群, 杨广利, 林芳

(淮安市环境监测中心站, 江苏 淮安 223001)

**摘要:** 对洪泽湖溧河洼区域的水生植物进行了 Cu、Zn、Pb、Cr 和 Cd 等重金属元素的污染调查与监测分析, 结果表明: 水生植物对重金属元素的吸收与积累反映了环境中的重金属污染水平, 不同水生植物对各种重金属元素的吸收富集状况具有相对一致性, 即  $Zn > Cu > Cr > Pb > Cd$ 。水生植物对各种重金属元素的平均富集系数大小顺序为:  $Cd > Cu > Zn > Cr > Pb$ , 这与各元素迁移性强弱的顺序也是相一致的, Cd、Cu、Zn 等各元素较易为植物所吸收, 而 Pb 的移动性较差。大部分水生植物根部的重金属含量比茎叶部分高。研究表明: 可以从中筛选出具有高富集作用的植物, 作为修复水体或土壤重金属污染的实验植物, 为植物修复作用的研究提供参考。

**关键词:** 洪泽湖; 水生植物; 重金属

**中图分类号:** X503.23

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1674-6732(2013)-01-0047-03

## Survey of Heavy Metals in Aquatic Plant Body of the lihewa in Hongze Lake

WANG Zhao-qun, YANG Guang-li, LIN Fang

(Huaian Environmental Monitoring Central Station, Huaian, Jiangsu 223001, China)

**ABSTRACT:** In this article we conducted the survey and monitoring analysis for the pollution of Cu, Zn, Cd and Pb, Cr on the aquatic plants in lihewa in Hongze Lake. Results indicate that the absorption and accumulation of heavy metals of the aquatic plants reflect the levels of heavy metal pollution in the environment and the enrichment situation of different aquatic plants absorbing heavy metals is relatively consistent, that is,  $Zn > Cu > Cr > Pb > Cd$ . The order of average coefficient of concentration for heavy metals of aquatic plants is  $Cd > Cu > Zn > Cr > Pb$ , and it is consistent with the order of migratory for the heavy metals, that is, Cd, Cu, Zn, and other elements are more easily absorbed by the plant, however, Pb has poor mobility. The content of heavy metals is higher in roots than in stems and leaves. Studies have shown that you can select the plants with good function of metal-enrichment as the experiment plant for water restoration and soil metal pollution which can also offer references for the phytoremediation studies.

**KEY WORDS:** Hongze Lake; aquatic plants; heavy metal

水生高等植物能吸收和富集水体中有毒有害物质, 对水体的净化起到很好的作用。环境中的重金属含量与植物组织中的重金属含量呈正相关<sup>[1,2]</sup>。有专家认为, 水生高等植物对湖泊重金属具有监测能力<sup>[3]</sup>。

溧河洼位于江苏省洪泽湖西部, 徐州市铜山县、安徽省宿州市灵璧县和泗县的废水通过奎濉河注入与此。此处水生高等植物种类较多, 生长茂盛, 现选择有代表性的植物种类分析其体内 Cu、Zn、Pb、Cr 和 Cd 等重金属含量。

### 1 材料与分析

**材料和方法:** 随机采集溧河洼中不同点位的 8 种水生高等植物(沉水植物、漂浮植物、挺水植物), 每种植物采集 2 kg; 沉水植物用 0.25 m<sup>2</sup> 夹式

采样器采集、漂浮植物用 1 m<sup>2</sup> 样方采集、挺水植物用自制的半旋转割刀采集。采集后将样本清洗干净, 放入塑料袋中带回实验室。

**采样日期:** 2011 年 10 月 9 日。

**前处理:** 将植物放入烘箱中 40℃ 干燥后粉碎、混匀, 利用四分法准确称取一定质量的样品放入马弗炉中干灰化(450℃ 左右), 取出放冷, 加入 HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub> (5:1; V:V), 放在电热板上至白烟散尽, 冷却, 用去离子水稀释至比色管标线。

**分析仪器:** 石墨炉原子吸收分光光度计(PE -

**收稿日期:** 2012-02-15; **修订日期:** 2012-05-30

**基金项目:** 淮安市科技支撑计划(工业、社会发展)项目(HAS2011003)。

**作者简介:** 王兆群(1968—), 男, 高级工程师, 本科, 从事生物监测工作。

100;美国 PE 公司)。

所用试剂皆为优级纯。

## 2 结果与讨论

### 2.1 水生高等植物重金属含量

从表1中可以看出,这几种植物中 Zn 的含量最高,平均质量分数为 28.68 ug/g,最高为 57.9 ug/g(凤眼莲),最低也有 11.4 ug/g(菱),SOLTAN ME 的研究表明,凤眼莲每克干物质能吸收锰 1485 μg、锌 295 μg、铅 185 μg 左右<sup>[4]</sup>;其次为 Cu 的含量,质量分数较高的为马来眼子菜、苦草、水蓼;Cr、Pb 和 Cd 在植物体内的含量低;对于菱体内的 Pb,除来自外部环境吸收的外,可能还有来自大气干湿沉降的贡献<sup>[5]</sup>。

表1 溧河洼水生高等植物体内重金属含量平均质量分数 μg/g

植物类型	植物名称	重金属元素				
		Zn	Cu	Pb	Cd	Cr
沉水植物	马来眼子菜	35.2	10.73	1.02	0.119	4.28
	苦草	47.3	11.69	1.22	0.130	5.64
	金鱼藻	32.6	6.77	1.35	0.083	2.83
挺水植物	芦苇	12.5	4.31	1.15	0.030	0.61
	水蓼	18.6	9.17	0.84	0.035	3.52
漂浮植物	菱	11.4	4.82	1.93	0.082	0.57
	凤眼莲	57.9	7.82	5.08	0.101	2.23
	浮萍	13.9	5.14	0.91	0.011	0.33

### 2.2 水生植物的富集系数

水生植物中重金属含量受到底质中重金属含量的影响,因此可以采用富集系数( $K_i$ )来衡量水生植物吸收重金属元素能力的大小,富集系数(Bioconcentration factor, BCF)是指植物体内某种重金属含量与根区土壤中该种重金属含量的比值<sup>[6]</sup>,它反映了植物对某种重金属元素的积累能力。富集系数越大,其积累能力越强。 $K_i$ 计算公式为:

$$K_i = C_i / C_{ei}$$

式中: $C_i$ ——受生物体内某种重金属元素的残留量,mg/kg; $C_{ei}$ ——受检生物所在环境中重金属的实测浓度,mg/L。

水生植物根系分泌的特殊的有机物能从周围

环境中交换吸附重金属。被吸附的重金属离子一小部分通过质外体或共质体途径进入根细胞,大部分金属离子通过专一的或通用的离子载体或通道蛋白进入根细胞。吸收在根系内的重金属主要分布在质外体或形成磷酸盐、碳酸盐沉淀,或与细胞壁结合<sup>[7]</sup>。从表2可以看出,水生植物的富集能力一般顺序是:沉水植物 > 浮水植物 > 挺水植物。在这几种植物中,Cd 在植物体内的含量很低,但是富集系数最大,表明 Cd 是非常容易进入植物体内的;Pb、Cr 等元素在植物体内含量低,且富集系数小,难以被植物所吸收;而 Zn 作为植物正常生长的营养元素,在体内的含量高,但是富集系数并不是很大。这些都表明植物对重金属的吸收是有选择性的。

表2 溧河洼水生高等植物体内重金属富集系数

植物类型	植物名称	重金属元素				
		$K_{Zn}$	$K_{Cu}$	$K_{Pb}$	$K_{Cd}$	$K_{Cr}$
沉水植物	马来眼子菜	0.441	0.675	0.046	1.318	0.263
	苦草	0.526	0.735	0.055	1.443	0.270
	金鱼藻	0.357	0.426	0.061	0.919	0.236
挺水植物	芦苇	0.228	0.271	0.052	0.336	0.112
	水蓼	0.312	0.577	0.038	0.385	0.114
漂浮植物	菱	0.092	0.303	0.087	0.916	0.238
	凤眼莲	0.265	0.492	0.129	1.124	0.256
	浮萍	0.238	0.323	0.041	0.122	0.111

### 2.3 重金属在植物体内不同部位的分布特征

为研究溧河洼水生植物体中重金属的分配关系,笔者对部分植物测定了根、茎叶和果实等不同部位的重金属含量。以菱为例,其不同部位重金属含量如表3所示。重金属在菱不同部位的分配比率具有明显的差异,其中根部 Cu 含量是茎叶部的 4.51 倍,是壳的 6.01 倍,是果肉的 13.52 倍;根部 Zn 含量是茎叶部的 1.85 倍,是壳的 10.72 倍,是果肉的 7.77 倍;而 Pb 的含量恰好相反,根部为茎叶部的 0.75 倍。这是由于根中 Pb 的迁移主要是在质外体中进行的,所以向地上部分的转移主要受到内皮层细胞凯氏带来的限制,并且在受到重金属的压迫下,植物会合成植物螯合肽,可以强烈地螯合重金属离子或作为一种运输工具把过多的重金属离子从细胞质运送到液泡中去,从而保护植物的

新陈代谢功能和减少重金属向地上部分迁移<sup>[8]</sup>。

表3 重金属在菱的不同部位的分配 ppm

部位名称	Zn	Cu	Pb	Cd	Cr
须根	35.6	14.2	2.27	0.086	0.82
茎、叶(盘)	19.2	3.15	3.02	0.052	0.27
壳	3.32	2.36	1.12	ND	0.10
菱肉	4.58	1.05	ND	ND	ND

注:ND表示未检出。

### 3 结论

研究表明,水生植物对重金属都有很强的吸收积累能力,可反映环境中的重金属水平和在一定范围内作为吸收重金属的载体。不同水生植物对各种重金属元素的吸收状况(即水生植物重金属平均含量)具有相对一致性,即  $Zn > Cu > Cr > Pb > Cd$ 。

各种水生植物对重金属元素具有不同的富集作用,溧河洼水生植物对各种重金属元素的平均富集系数大小顺序为: $Cd > Cu > Zn > Cr > Pb$ ,这与各元素迁移性强弱的顺序也是相一致的,Cd、Cu、Zn等各元素较易为植物所吸收,而Pb的移动性较差。水生植物对重金属元素的富集具有一定的特点,大部分水生植物根部的重金属含量比茎叶部分高。研究表明:可以从中筛选出具有高富集作用的植物

如凤眼莲、苦草等,作为修复水体或土壤重金属污染的实验植物,为植物修复作用的研究提供一定的参考。

### [参考文献]

- [1] SAWIDIS T, STRATIS, ZARHARIADIS G. Distribution of heavy metals in sediments and aquatic plants of the river Pinios( Center Greece) [J]. Sci Total Environ, 1991, 102:261-266.
- [2] BOHM P, WOLTERBEEK H, VERBURG T, et al. The use of tree bark for environmental pollutuin monitoring in the Czech Republic [J]. Environ Pollut, 1998, 102:243-250.
- [3] 戴全裕. 水生高等植物对太湖重金属的监测与评价 [J]. 环境科学学报, 1983, 3(3): 213-221.
- [4] SOLTAN M, RASHED M N. Laboratory study on the survival of water hyacinth under several condition of heavy metal concentrations [J]. Advances In Environmental Research, 2003(7): 321-334.
- [5] 黄亮, 吴莹, 张经, 等. 长江中游若干湖泊中水生植物体内重金属分布 [J]. 环境科学研究, 2002, 15(6): 1-3.
- [6] SALT E D, BLAYLOCK M B, KUMAR N P, et al. Hytore — Mediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants [J]. Biotechnology, 1995, 13: 468-474.
- [7] 刘素纯, 萧浪涛, 王惠群, 等. 植物对重金属的吸收机制与植物修复技术 [J]. 湖南农业大学学报, 2004, 30(5): 493-498.
- [8] 汪雅各, 卢善玲, 盛沛麟, 等. 蔬菜重金属低富集轮作 [J]. 上海农业学报, 1990, 6(3): 41-49.

(本栏目编辑 陆 敏)

(上接第38页)

声级依然低于其他时段受雨量影响的噪声值。

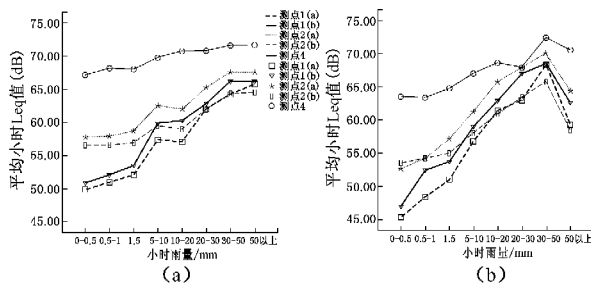


图4 5个测点小时平均声级-雨量变化趋势

### 3 结论与建议

通过对数据差异性、相关性及图表的变化趋势分析,降雨对噪声自动监测数据有一定影响,因环

境背景噪声不同,夜间影响高于昼间,1类、2类功能区影响比4a类明显,雨量在0.5~1mm/h以上、5~10mm/h以上及10~20mm/h以上时雨声分别对1类、2类和4a类噪声自动监测数据有3dBA以上的影响。因此建议噪声自动监测站建立时应同步安装气象站,充分考虑降雨对自动监测数据的影响,并进一步详细研究数据有效性判定中降雨的量化判断条件,以保证对声环境质量评价的科学性和准确性。

### [参考文献]

- [1] GB 3096—2008 声环境质量标准[S]
- [2] 魏巍, 张金艳, 张朋. 风对环境噪声自动监测的影响分析 [J]. 环境监控与预警, 2006, 2(3): 26-29.