

宽叶香蒲对铅锌的吸收、积累 和迁移规律研究*

陈桂珠 郑 瑛 蓝崇钰
(中山大学环境科学研究所)

摘 要 通过组织化学方法检测宽叶香蒲(*Typha latifolia* L.)体内的铅锌污染物,发现铅在香蒲体内的积累量是根>地下茎>叶。铅在根的积累量是表皮>皮层>维管组织;木薄壁组织>导管;嫩根>老根。铅在茎的沉积量是皮层>维管组织>表皮;老茎>嫩茎;叶的铅积累量是表皮>维管组织>叶肉;老叶>成熟叶>嫩叶。污染点香蒲积累铅量>对照点。铅以颗粒状、核状、结晶状沉积在地下茎皮层薄壁细胞内,甚至充填整个细胞以致细胞破裂。锌的分布积累规律与铅相似。铅、锌由香蒲根表皮吸收,一部分积累在根,一部分通过根的通道细胞和共质体迁移至地下茎,主要积存在茎皮层薄壁细胞内,小部分通过维管组织输送至叶。铅、锌在通气腔和根内皮层凯氏带周围受阻是香蒲对铅锌有较强耐性的原因以一。

关键词 香蒲, 铅, 锌, 污染, 检测, 组织化学方法

利用宽叶香蒲(*Typha latifolia* L.)净化铅锌矿废水已作了较为详细的报导^[1~4],香蒲对铅锌污染的耐性和净化机理也已作了初步研究^[5]。

应用组织化学方法检测植物体内铅锌等重金属的研究已有不少报导^[6~10]。Tung和Temple用此方法研究番茄和谷子体内的铅、白杨体内的锌和白豆体内镍的吸收和分布,Glatzer对莴苣体内的铅进行定位,周鸿等人作过莴苣和玉米对铅吸收途径的研究。但用本方法研究矿山废水中大量铅锌在宽叶香蒲中的吸收,积累和迁移规律,未见文献报导。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

宽叶香蒲(*Typha latifolia* L.)(俗名水蜡烛),多年生挺水植物,属单子叶植物香蒲科(Typhaceae)。均取样于一年生的同一植株的根、茎、叶,各取3株。

1.2 取样时间和地点

于1989年7月、9月、12月取样。每次均同时在某铅锌矿废水净化塘和对照点(相

本文1991年7月18日收到

* 国家自然科学基金资助项目

距80km)采集同龄香蒲为研究材料。

1.3 研究方法

1.3.1 取样方法 选取代表性植株的根、茎、叶的合适部位各0.5cm长小块,用FAA固定液固定^[11]。

1.3.2 实验方法 经固定后的材料用石蜡切片法^[11]切片,番红染色^[11]。铅的组织化学法根据Glaser^[8],铅与玫瑰红酸钠($C_6O_6Na_2$)反应生成红色沉淀物,也可用硫化钠代替玫瑰红酸钠,反应生成黑色沉淀物^[12]。锌与铁氰化钾反应生成红黄色络合物^[12]而被鉴定。

2 结果与讨论

2.1 香蒲体内铅的吸收、积累与迁移

2.1.1 根 从香蒲根的横切面看,无论是表皮、皮层和中柱维管组织均积累黑色沉淀物铅(图版I-1~6,箭头所示)。表皮细胞壁甚至整个细胞都积聚大量的铅(图版I-1~2),表皮细胞外壁积聚的铅多于内壁。从总体看,根组织吸收积累铅的量是表皮>皮层>中柱维管组织(比较图版I的1、3、4和2中的表皮与皮层)。这说明净化塘废水中的铅首先由根表皮细胞吸收,然后进入皮层,一部分储藏于此,一部分沿蒸腾流转移到中柱维管组织和输送到其他器官的组织内。值得注意的是:在皮层,铅主要沉积在皮层近表皮的几圈薄壁细胞内(图版I-2)。一些积累在内皮层,特别明显的积累在凯氏带细胞外壁及相邻细胞间隙,也有一些沿着通道细胞进入木质部(图版I-6),这与周鸿研究的结果一致^[9]。从本图版中仍可见木薄壁组织积累的铅量>导管。

从图版I的1和2比较可知:香蒲的幼根吸收积累的铅比成熟根多。这可能是由于幼根的活力要比成熟根强,因而吸收的铅也较多。

净化塘废水中生长的香蒲根积累的铅比对照点的多(图版I-1,5),这个结果与以前的研究结果一致^[2,3]。

2.1.2 地下茎 从香蒲地下茎的横切面看,茎的表皮、皮层和维管组织均有铅积累,积累量是皮层>维管组织>表皮(图版II-1,2)。主要积累在皮层薄壁细胞中的铅又大多积累在代谢储藏产物淀粉粒或液泡中,呈颗粒状、核状和结晶状,有的甚至充填满整个细胞(图版II-3~6)。这说明香蒲的地下茎不仅是储藏代谢产物的重要器官,也是积存污染物质的重要部位之一。同时也说明铅在植物体内除了沿着非代谢自由空间通道迁移,还沿着代谢性共质体通道迁移^[9]。

从图版II 3~6可见,香蒲地下茎皮层中积累的铅随着生长时间增长而增加。7月份取样的茎切片中见到皮层薄壁细胞中的铅以小颗粒状沉积,量较少;9月份则以核状、结晶状沉积,量较多;12月份铅已沉积填满整个细胞。比较图版II的4和5可知:净化塘废水中的香蒲积累的铅比对照点民兴的要多。

以图版II的4和图版III的1相比较,可知香蒲老地下茎沉积的铅要比嫩地下茎的多,这与化学分析含量的研究结果一致^[4]。

2.1.3 叶 香蒲叶的表皮、维管组织和栅栏组织均沉积铅。从总体看,表皮沉积的铅量>维管组织>栅栏组织,表皮细胞的内壁含铅量>外壁(图版Ⅲ-2~3)。从上面2个图版中仍可见,气孔的保卫细胞、副卫细胞以及孔下室均积存较多的铅。以上情况说明:叶内沉积的铅来源较为复杂。一方面香蒲根从净化塘水体、土壤中吸收迁移来的铅,经过根茎维管组织输送到叶,主要积存在叶维管组织。另一方面大气中的铅通过气孔进入叶片,主要沉积在叶表皮内壁、孔下室、保卫细胞和副卫细胞。栅栏组织中沉积的铅相对来说较少,所以铅的毒害对叶绿体及其光合作用影响较小,以及通气腔周围积存大量的铅(图版Ⅲ的2~3的叶片中央)。这都是香蒲对铅污染有较强的抗性原因之一。

从图版Ⅲ的2至4的比较中仍可看出,老叶、特别是维管组织中积存的铅量>成熟叶>嫩叶。老叶无论是表皮、维管束导管内,还是栅栏组织内都积存大量的铅(图版Ⅲ-4),表皮细胞和栅栏细胞严重损伤。这一结果与也与以前的研究一致^[4]。

比较图版Ⅲ的2、3与5、6可见:净化塘废水中生长的香蒲叶积累的铅多于民兴乡对照点的,这也与以前研究的结果一致^[2,3]。

2.2 香蒲对锌的吸收、积累与迁移

香蒲体内的锌与铁氰化钾反应生成红黄色络合物。锌被香蒲根表皮、叶气孔吸收后,它的积累和迁移规律大致与铅相似。但由于锌的可溶性比铅大,加上组织化学法中生成的锌络合物不够稳定,易分解,所以在切片中能被鉴定的锌含量较少。除根表皮可看到大量积聚的锌以外,看不到象铅那样的大颗粒状、核状或结晶状沉积物。不过小颗粒状的锌分散在细胞间隙、细胞质以及细胞和维管分子的壁内缘,分布的面积更为广大。锌在香蒲根内皮层凯氏带附近也有受阻现象。

3 小 结

(1)香蒲吸收的铅、锌主要分布积累在根和地下茎的表皮、皮层和维管组织以及叶的表皮、维管组织和叶肉中,积累量是根>地下茎>叶。铅在地下茎皮层薄壁细胞中明显的以颗粒状,核状和结晶状沉积,甚至充填整个细胞。

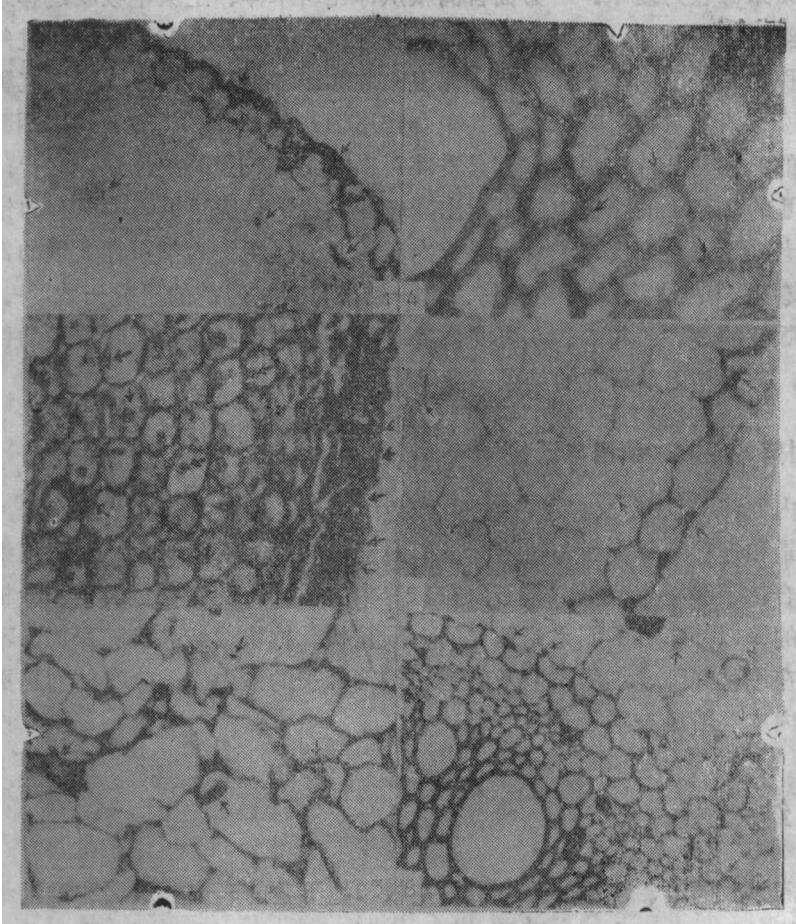
(2)铅、锌在香蒲根中积累量是表皮>皮层>维管组织;木薄壁组织>导管;嫩根>老根。

(3)铅、锌在香蒲地下茎中沉积量是皮层>维管组织>表皮,老茎>嫩茎。

(4)铅、锌在香蒲叶内的分布积累是表皮>维管组织>叶肉,老叶>成熟叶>嫩叶。

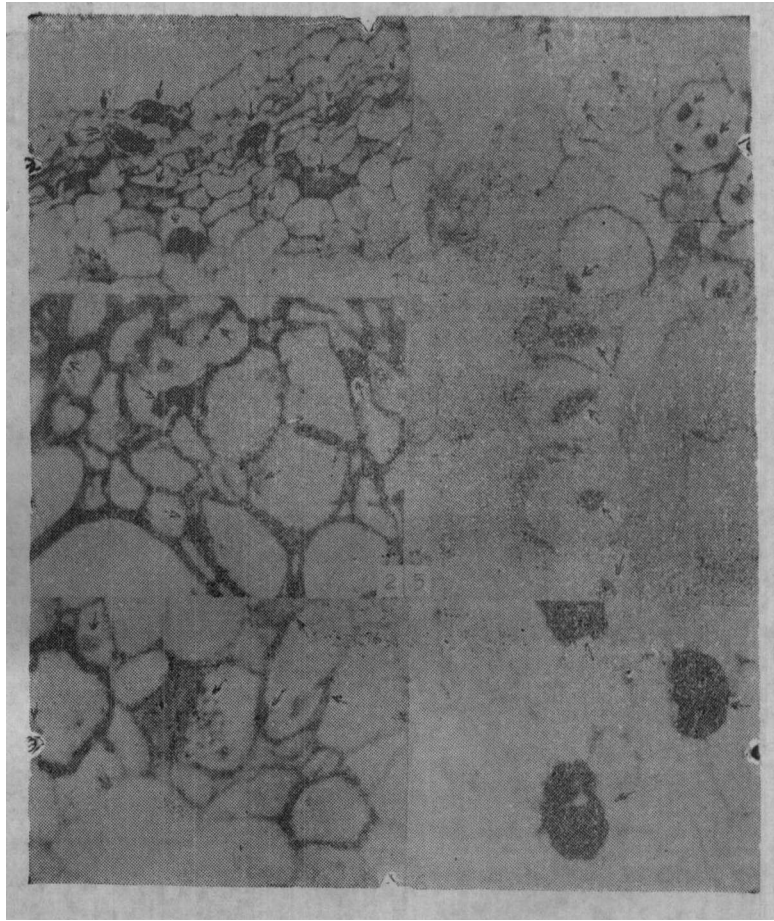
(5)铅、锌废水塘生长的香蒲体内铅锌含量大于对照点的。

(6)铅、锌污染物在香蒲根的内皮层凯氏带附近和体内通气腔周围受阻以及以颗粒状、核状和结晶状积存在地下茎皮层薄壁细胞内等现象,可以防止污染物向上迁移到同化组织叶肉。同时已经迁移到叶内的铅锌污染物亦主要积累在维管组织、叶表皮细胞内壁、孔下室、保卫细胞和副卫细胞,栅栏组织内沉积的铅锌相对较少,对叶子的同化作用影响较小。这些可能是香蒲对铅锌污染耐性较强的原因之一。



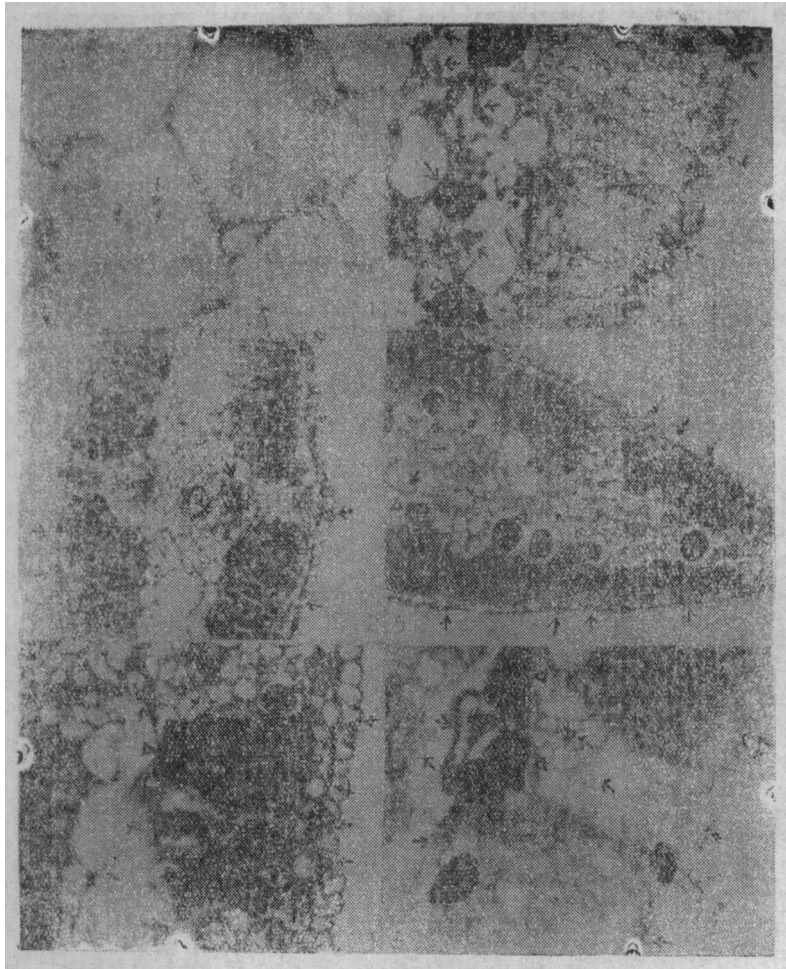
图版 I Plate I

- 1 凡口香蒲 7 月份成熟根积累的铅(箭头所示), 100×;
- 2 凡口香蒲 7 月份幼根积累的铅(箭头所示), 100×;
- 3 凡口香蒲 7 月份成熟根内皮层积累的铅(箭头所示), 200×;
- 4 凡口香蒲 7 月份成熟根维管组织内积累的铅(箭头所示), 200×;
- 5 民兴对照点香蒲 7 月份成熟根积累的铅(箭头所示), 200×;
- 6 凡口香蒲 9 月份成熟根内皮层凯氏带和自由通道细胞积累和迁移的铅(箭头所示), 300×



图版 I Plate I

- 1 凡口香蒲 9 月份成熟地下茎表皮和皮层积累的铅（箭头所示），100×；
- 2 凡口香蒲 9 月份成熟地下茎维管组织积累的铅（箭头所示），200×；
- 3 凡口香蒲 7 月份成熟地下茎皮层薄壁细胞中积累的颗粒状铅（箭头所示），200×；
- 4 凡口香蒲 9 月份成熟地下茎皮层薄壁细胞中积累的核状铅（箭头所示），200×；
- 5 民兴香蒲 9 月份成熟地下茎皮层薄壁细胞中积累结晶状铅（箭头所示），200×；
- 6 凡口香蒲 12 月份成熟地下茎皮层薄壁细胞积累的铅充填整个细胞（箭头所示），200×



图版Ⅱ Plate II

- 1 凡口香蒲 9 月份嫩地下茎皮层薄壁细胞中积累的核状铅(箭头所示), 200×;
- 2 凡口香蒲 7 月份嫩叶积累的铅(箭头所示), 40×;
- 3 凡口香蒲 7 月份成熟叶积累的铅(箭头所示, △记号示单宁), 200×;
- 4 凡口香蒲 7 月份老叶积累的铅(箭头所示, △记号示单宁), 200×;
- 5 民兴对照点香蒲 7 月份嫩叶积累的铅(箭头所示, △记号示单宁), 40×;
- 6 民兴对照点香蒲 7 月份成熟叶积累的铅(箭头所示, △记号示单宁), 200×

参 考 文 献

- 1 Lan Chongyu Chen, Guizhu, Li Liuchun et al. Use of Cattails in Treating Wastewater from a Pb/Zn Mine. *Environmental Management*, 1992, 16(1): 75~80
- 2 叶志鸿, 陈桂珠, 蓝崇钰等. 应用生态学报, 1992(4): 190~194
- 3 陈桂珠, 马曼查, 蓝崇钰等. 生态学杂志, 1990(4): 11~15
- 4 叶志鸿, 陈桂珠, 蓝崇钰等. 植物生态学与地质物学报, 1992(1): 72~79
- 5 陈桂珠, 胡迪琴, 蓝崇钰. 植物学通报, 1989(4): 240~244
- 6 Tung G et al. *Microscopical Society of Canada*, 1982(4): 62~65
- 7 Tung G et al. *Microscopical Society of Canada*, 1982(7): 14~15
- 8 Glater B et al. *Air Pollution Control Association*, 1972(5): 463~467
- 9 周鸿等. 环境科学学报, 1986, (1): 66~71
- 10 周鸿等. 环境科学学报, 1983年(3): 222~234
- 11 郑国锷. 生物显微技术. 北京: 人民教育出版社, 1978
- 12 董维宽. 各种离子的化学分别检出法. 北京: 北京师范大学出版社, 1984

A Study on the Law of Absorption, Deposition and Transition of Pb-Zn Pollutant by *Typha latifolia**

Chen Guizhu Zheng Ying Lan Chongyu**

Abstract By using histochemical method to identify and distinguish lead and Zinc from other heavy metals in living purification plant *Typha latifolia* tissues, the results can be concluded as follows: The lead pollutant absorbed is found mainly accumulated in epidermis cells, cortex parenchyma and vascular tissue of *Typha* root and rhizome, and in cortex, vascular tissue and mesophyll of leaf. The accumulated amount of lead in root is epidermis > cortex > vascular tissue; xylem parenchyma > tubule, young root > elder root. The lead quantity deposited in rhizome is cortex > vascular tissue > epidermis, elder rhizome > young one. The deposited lead amount in leaf is inner wall of epidermis cell > vascular tissue > mesophyll, elder leaf > mature one > tender one. The quantity of lead accumulated in *Typha* plant grown in Pb-Zn waste water pond is more than that in control area. The lead deposited is mainly distributed in the forms of grain, nucleus, and crystal. Even the cells were ruptured because of the lead deposition in full of the cell. The law of distribution and deposition of Zinc in *Typha* plant was similar to lead only in the form of grain.

Keywords purification plant, lead, zinc, pollutant, detection, histochemical method

- The project supported by National Natural Science Foundation of China.
- ** Institute of Environmental Science, Zhongshan University