

水生维管束植物对水体铅污染的反应、 抗性和净化作用*

吴玉树 王焕校 鲍奕佳
(杭州大学) (云南大学) (杭州大学)

重金属铅污染环境的一个主要方面是对水体的污染。主要的污染源是某些矿山(如铅锌矿等)、有色金属冶炼厂、铅制品加工厂等的废水和废气以及汽车尾气等。按金属的生物效应来分类,铅为有毒金属。大量的铅直接或者通过食物链的富集进入人体会造成严重的危害。目前,国内外对于铅污染的环境对陆生植物的影响以及陆生植物对铅污染的反应开展了一些工作,但在水生植物方面,尚少见有关报道。本文系探讨铅在水体环境中的迁移、积累规律,以及在采用物理方法处理含铅污水的同时辅以生物净化的效应;并了解各种水生植物对铅的吸收、富集能力及受害症状与阈值等,这些对于认识铅在生态系统中的迁移、积累和富集规律具有一定的理论和实践意义。

一、试 验 方 法

本试验是在含不同铅浓度的水中放养不同种类的水生维管束植物,观察植物生长情况及分析水体和植物体中的铅含量,以了解各种水生维管束植物对受不同浓度铅污染水体的反应、抗性和净化作用。

试验选空地建造一水泥池,总面积为25平方米,上搭塑料薄膜棚。水池共分14个小池,每个小池容积0.65立方米,各池内配置不同浓度的含铅水,共做了5个铅浓度(含铅量2,5,8,10,20ppm)。另有2个空白池放养对照植物。

试验进行时间为1981年8—11月。有重复试验,先后共分析了588个样品(其中水样146个)。

1. 铅浓度的计算

各水池放入自来水后,准确称取硝酸铅,通过化学分子式计算水体铅浓度。

2. 植物的放养

本试验共做了6种植物:水鳖(*Hydrocharis dubia*)、狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、菱角(*Trapa bicoruis*)、水葫芦(*Eichhornia crassipes*)、紫背萍(*Spirodela*

* 整个试验工作在云南大学生物系进行,并得到刘醒华、周建刚同志帮助,特此致谢。

polyrhiza)、荇菜 (*Nymphoides peltatum*)。植物取自昆明滇池及翠湖,放养前称鲜重,放入后估算植物占池面的覆盖度。每小池各加硫酸铵 15 克,钙镁磷肥 30 克做肥源。

3. 观察与取样

每一批植物放养 5 天及 10 天后各取一次样进行植物体含铅量的分析。水样每天分析一次。放养后经常观察植物形态上的变化。取样前称鲜重(测定生物量),估算覆盖面积。

4. 分析方法

植物样品经预处理:洗净,烘干,粉碎,硝酸-高氯酸消化;然后采用双硫脲指示剂络合比色法,用 721 型分光光度计测定并与原子吸收分光光度法的测定进行了比较。水样不经预处理,方法同上。

二、结果与分析

1. $Pb(NO_3)_2$ 投放水体后的沉降规律

重金属在自然水体中常以可交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、有机物结合态等形式存在。据文献资料,在水体中铅总量的 78.5—96.96% 是以固相态存在(曾北巍, 1979)。

试验用 $Pb(NO_3)_2$ 是溶于水的白色结晶,但在试验中发现, $Pb(NO_3)_2$ 投放自来水中后,立即产生白色悬浮物。这主要是由于 Pb^{2+} 离子同自来水中的 Cl^- 、 SO_4^{2-} 以及 OH^- 、 CO_3^{2-} 等离子结合,生成硫酸铅、氢氧化铅等不溶性的盐类。水质分析资料见表 1。由于沉淀的产生,水体中铅浓度随着时间的推移而迅速降低。图 1 为 5ppm 及 20ppm 的水体随时间推移铅浓度变化的曲线。图 1 表明,水体铅浓度的下降以第 1 天、第 2 天最为迅速。5 及 20ppm 的含铅水到第 3 天都下降到 1ppm 以下,这种铅浓度迅速下降的现象是与铅在自然水体中的化学行为相一致的。由于水中

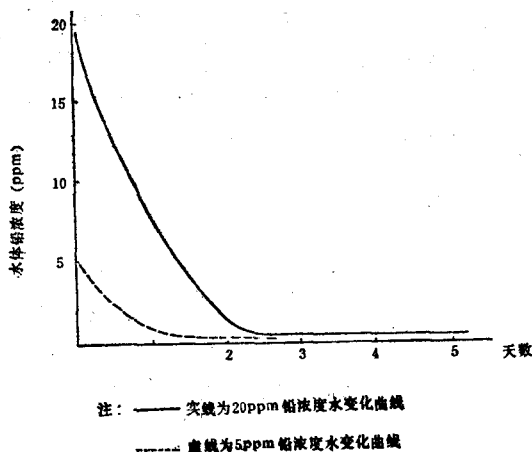
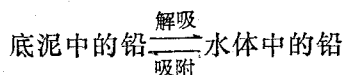


图 1 水体铅浓度随时间变化的曲线
 —— 实线为 20ppm 铅浓度水变化曲线
 ----- 虚线为 5ppm 铅浓度水变化曲线

铅颗粒较大者能迅速沉于水底,铅颗粒较小者则能长时间悬浮于水中,并以悬浮物状态进行迁移。所以铅在自然水体中的浓度有自然降低的趋势。这也是被铅污染的下游水体中铅浓度通常较低的原因之一。利用铅自然沉降规律,可在排放含铅污水的地方建立沉淀池,以减少铅对天然水体的污染。

但是沉积在水底的铅与水体中的铅存在着动态平衡:



当环境条件改变时,原来的平衡即被破坏,如 pH 值降低、洪水冲击等都可以使沉积的铅重

新进入水体。所以,在建立沉淀池的同时放养植物,辅以生物净化,这是本试验的研究目的之一。

表 1 自来水水质分析*

离 子	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻	F ⁻
含量mg/L	12.92	14.0	0.02	0.18	0.02	0.1

* pH=7.3

2. 植物对铅的吸收与富模

(1)植物种类不同对铅的富集量也不同 对植物体中铅含量的测定结果表明:不同种类的植物吸收、富集铅的能力是不同的。表 2 为不同铅浓度的水体中植物放养 5 天后,植物体中铅富集量。

表 2 不同铅浓度水体中放养 5 天后植物铅富集量 (ppm)

种 类 水体 铅浓度 (ppm)	狐 尾 藻	紫 背 萍	水 螫	水 葫 芦	荇 菜
0	41.7	40	3.8	16.5	6.5
2	1,244.3	453.9	686.8	611.5	465.2
5	2,590.8	1,093.5	795.4	626.2	585.9
8	4,453.0	1,334.9	1,724.7	903.1	871.2
10	8,418.4	1,687.2	950.4	1,291.1	897.1
20			1,542.6	1,441.6	
平均值*	4,176.6	1,142.4	1,039.3	858	704.9

* 平均值计算时 20ppm 和 0ppm (对照) 未列入

由表 2 可以看出,各种植物的铅富集量大小顺序是狐尾藻>紫背萍>水螫>水葫芦>荇菜。这说明不同植物对有毒重金属的富集能力是不同的。表中除水螫的数字不很规律外,同一种植物对铅的富集量随着水体铅浓度加大而增加。

(2)植物的不同器官铅富集量也有差异 植物体中的铅在各器官的分配是不均匀的。表 3 为各种植物的根、叶器官的铅富集量(放养 5 天后采样)。

表 3 说明,各种植物的根中铅富集量均比叶高。同时各种植物根的铅富集量与叶的铅富集量的比值也是不同的。表 4 是在不同铅浓度的水体中放养第 5 天、第 10 天采样的植物体根叶铅含量的平均值及相对比例(以各种植物叶的铅富集量为 1)。由表 4 可知,植物根和叶的铅富集量比值以水葫芦为最高(图 2),其根的铅富集量是叶的 49.7 倍;依次是水螫, 7.7 倍;狐尾藻, 5.4 倍;荇菜最低, 2.4 倍。菱角各器官的铅富集量测定结果表明其规律是沉水叶>漂浮叶>茎>果实。表 5 是不同铅浓度水体(2、5、8、10、20ppm)菱角放养 5 天及 10 天后各器官铅富集量平均值。

表 3 植物在不同铅浓度水中放养 5 天后根、叶中的铅富集量 (ppm)

水体 铅浓度(ppm)	种 类 器官	狐 尾 藻		水 葫 芦		水 鳖		荇 菜		菱 角
		叶	根	叶	根	叶	根	叶	根	叶
0 (对照)		33.6	106	15.0	25.9	未测出	22.9	未测出	17.9	未测出
2		734.3	5,329.1	107.3	3,763.2	332.6	2,453	205.8	1,125.5	164.6
5		2,003.1	7,298.6	115.1	3,819.2	327.7	3,128.1	242.6	1,459.9	222.8
8		4,078.1	7,450.6	149.2	5,612.3	902.7	5,825.2	595.1	1,574.1	450.7
10		5,408.0	32,539.1	198.7	8,114.6	715.1	2,124.2	629.0	1,579.0	527.7
20				293.3	8,614.6	1,136.5	3,568.6			843.9

表 4 植物根、叶器官铅富集量平均值 (ppm) 及根、叶的相对比例

器 官	种 类	水葫芦	比例	水 鳖	比例	狐尾藻	比例	荇 菜	比 例
叶		126.4	1	651.0	1	1,566.0	1	4,20.4	1
根		6,284	49.7	5,023	7.7	8,457.0	5.4	9,96.1	2.4

表 5 菱角各器官铅富集量平均值 (ppm)

器 官	沉 水 叶	漂 浮 叶	茎	果 实
铅富集量	8,225.7	359.7	174.2	11.3

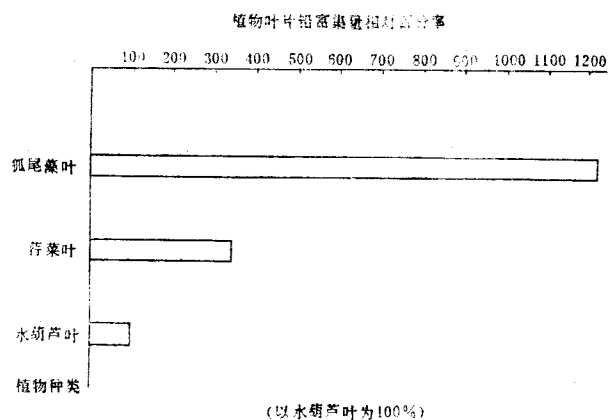


图 2 植物叶片铅富集量(平均值)的相对百分率 (以水葫芦为100%)

铅在植物体各器官不均匀的分配情况,说明铅在植物体中运转的能力是很有限的。根部的铅富集量大于叶部铅富集量,说明进入植物体的铅主要是积聚在植物的吸收器官——根部。据文献报道,铅进入植物根部后,以微小的结晶体沉积于细胞壁上;还有报道,一些重金属元素可与细胞中过剩的非蛋白质巯基结合,形成不溶性的络合物,大部分被束缚在根中,很少向其它器官转移(Bonte, 1979)本试验结果与上述观点是一致的。此外,植物根和叶铅富集量的比例因种类而异,反映了不同植物的根束缚铅的能力大小不同。认为铅在根中的富集是植物对铅的忍耐性有特殊贡献的一个机制。我们的试验结果表明,水葫芦叶内铅含量较低,其根束缚铅的能力较强,对铅有较大的忍耐性。水鳖其根和叶铅富集量的比值比水葫芦小6.5倍;而水鳖叶的铅含量则比水葫芦叶高5.1倍,说明水鳖根束缚铅的能力远较水葫芦为弱。所以在相同铅浓度的水体中(如8ppm),水鳖受铅害症状比水葫芦严重,亦即水鳖对铅的忍耐性较差。

3) 植物吸收、富集铅的能力与植物的生态习性有关 各种植物体中所富集的铅量以及植物各部位(根、叶等)富集的铅量的多少(由表3、表4可知)是与该种植物的生态习性有关。狐尾藻叶片羽状分裂,裂片线形、薄,叶表面积很大而且全部沉在水中,整个营养体具吸收作用,因此叶片含铅量很高;苕菜叶则是漂浮水面,表面比较小,且叶质较厚,所以苕菜叶的铅含量低于狐尾藻;而水葫芦的叶型较大、厚且挺出水面,不具吸收作用,叶中的铅依赖于根部吸收后输送上来,故水葫芦叶片的含铅量最低。由表4可知,狐尾藻叶的铅富集量>苕菜叶>水葫芦叶。若以含铅量最低的水葫芦叶为100%,则苕菜叶为332%,狐尾藻叶高达1239%,图2为2、5、8、10、20ppm铅浓度的水体,植物放养5天及10天后,叶中铅富集量相对百分率的平均值。

根系的铅富集量又不同于叶片。由表4可知,狐尾藻根的铅富集量>水葫芦根>苕菜根。如果以苕菜根的铅富集量为100%,则水葫芦根为631%,狐尾藻根为849%。图3为2、5、8、10、20ppm铅浓度水体中植物放养5天及10天后,根的铅富集量相对百分率的平均值。铅主要是从根部进入植物体,根的形态和铅的吸收量具一定关系。如不定根纤细而众多的狐尾藻和水葫芦根的含铅量比不定根较粗的苕菜根铅含量要高。此外,水葫芦的叶型大,生长迅速蒸腾作用强,根部吸收水量多,就有可能吸收更多的铅。

由于铅在水体中的沉降作用,配制好的试验水体中的铅浓度并不是恒定的。如2、5、8、10ppm的含铅水第3天就降到0.5ppm左右,20ppm的含铅水第3天也降到1ppm左右。所以植物体的铅主要是投放铅的第1、2天中吸收的。在以后的植物生长期中,对铅的吸收很少。我们是在放养的第5天、第10天各采一次样,测定生物量。结果表明,狐尾藻根的生物量增加得很少,而水葫芦的根生长较快,表现为新根萌发数量多和根的伸长生长快(5天可达5厘米)这样,水葫芦根部在放养的第1、2天所吸收的铅量可能被随后几天根的生物量

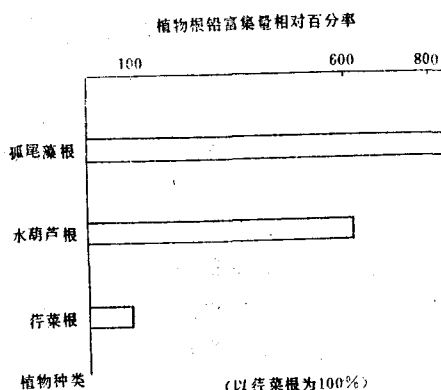


图3 植物根铅富集量(平均值)的相对百分率(以苕菜根为100%)

增加而相对稀释,使单位重量植物根中铅含量降低。所以试验中,狐尾藻根中铅含量>水葫芦根。此外,由于沉水的狐尾藻叶薄而细裂具有一定的吸收作用,因而其叶部铅含量较高,根和叶的铅含量比值较低;而水葫芦叶高出水面无吸收作用,叶内所含少量的铅靠根部输送上来,所以根和叶中的铅含量比值较大。

4) 在不同铅浓度水体中植物体的铅富集量与富集系数的关系 水中铅浓度不同时,各种植物的铅富集量和富集系数(富集系数为植物体内某元素的含量与该元素在水体中的含量之比)也随之发生变化。表6为放养在不同铅浓度水体中植物根叶铅富集量和富集系数的比较。

表6 在不同铅浓度水中植物的铅富集量(ppm)与富集系数*

水体 铅浓度	种 类 器 官	狐 尾 藻		水 葫 芦		水 鳖		荇 菜	
		叶	根	叶	根	叶	根	叶	根
2ppm		734.3	5329.1	107.3	3763.2	332.6	2453.0	205.8	1125.5
		350	2612	53.7	1881.6	165	1189	103	562
5ppm		2003.1	7298.6	115.1	3819.2	327.7	3128.1	242.6	1459.9
		394	1439	23	763.8	55	612	49	292
8ppm		4078.7	7450.6	149	5612.3	902.7	5825.2	595.1	1574.1
		503	918	18.7	701.5	110	720	74	190
10ppm		5408.0	12335.0	198.7	8436.6	715.1	2124.2	629.2	1579.0
		511	1233	20.7	811.4	71	212	63	153
20ppm				293.3	8614.6	1136.5	3568.6		
				15	430	56	177		

* 每格虚线上方数字为富集量,下方为富集系数。

由表6可知,水体中铅浓度不同时,植物各器官的铅富集量和富集系数的变化因植物种类而异。又可分为3种类型:①随着水体铅浓度的增加,植物体中的铅含量与富集系数与水体铅浓度具一定正相关性,如狐尾藻叶(见图4)。这说明了狐尾藻对铅的富集能力较大及有较强的铅忍耐力。②随着水体铅浓度的增加,植物体的铅富集量也有所增加(如水葫芦、荇菜等),但富集系数却有下降趋势(个别样品也有例外)。图5为水葫芦叶在不同铅浓度水体中的铅富集量与富集系数。水葫芦的根、荇菜的叶和根,狐尾藻的根的情况与之类似。这说明植物对铅的吸收是有一定限度的,这可能与铅进入植物体后较稳定,运转很少有关,同时也可能与铅对植物的毒害作用有关。③在水体铅浓度较低时,随着水体铅浓度的增加,植物体铅富集量也相应增加;但当水体铅浓度较高时,富集量反而降低。例如水鳖根随着水体铅浓度由2升高到5及8ppm时,铅富集量相应增加;但当水体铅浓度升高到10ppm、20ppm时,铅富集量反而比8ppm时为低。(见图6。)水鳖是试验的6种植物中对铅危害最为敏感的植物,当水体铅浓度达到对植物的伤害阈值时,植物体尤其是根部受害很明显,如水鳖根在10ppm铅浓度水体中,根细胞产生失水、萎蔫等严重受害症状,这就可能抑制了植物对铅的吸收,而使铅富集量降低。

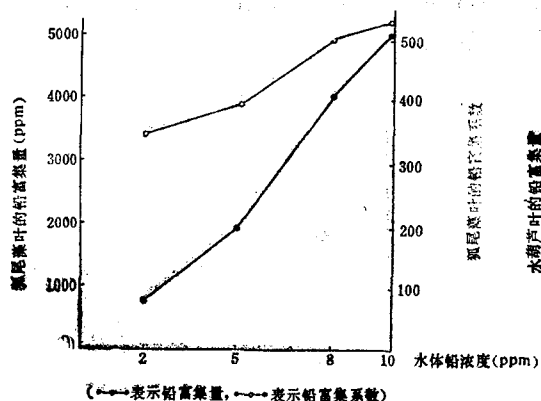


图4 狐尾藻叶的铅富集量与富集系数

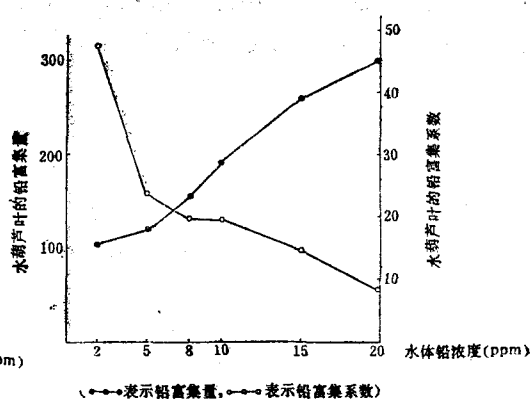


图5 水葫芦叶的铅富集量与富集系数

5) 植物的铅富集量与温度的关系 据国外文献报道 (Bante, 1979), 铅进入植物体的过程还是一个有争论的问题。一些研究者提出铅的吸收过程包括两个部分: 迅速的非代谢吸收和缓慢而持续的代谢性吸收。但是还有人根据植物对铅的吸收率的温度系数 (Q_{10}) 几乎是 1, 提出吸收只是非代谢性的。

在我们的试验中可以明显地看出植物的生长受温度影响很大, 如日均气温 20°C 时, 植物的生物量增加明显大于日均温 14°C 时的, (水体铅浓度均为 10ppm) 但植物体中的铅富集量区别不明显, 表明铅进入植物体主要是非代谢吸收的结果。国外多数以陆生植物为试验材料的结果也表明植物根中大多数的铅是以被动吸收的方式进入植物体的。

3. 铅污染对植物生长的影响

铅对于根的生长有明显抑制作用。表 7 为水体铅浓度 10ppm , 植物放养 10 天后 (日平均气温 20°C) 根长及与对照植物的比较。

表 7 铅污染与对照植物的根长比较 (单位: 厘米)

水体铅 浓度	种 类	菱 角		荇 菜		水 荃	水 葫 芦	紫 背 萍
		一级根	二级根	一级根	二级根			
10ppm		5~7	1~2.5	6~17	无	19.5	32	0.7~2.5
0ppm		9~11	3.5~4	7~24	1~2.5	49	50	3.5~4

由表 7 可知, 放养在铅污染水体中的各种植物的根长均比对照植物的为短; 同时, 受铅害植物的根纤弱, 类似萎蔫症状, 这必然降低根的吸收作用, 从而对整个植物的生长产生不利的影响。

随着水体铅浓度的增加, 对植物生长的抑制作用也增加。图 7 为水体铅浓度 8ppm 及 5ppm 时, 放养 5 天内植物体生物量 (鲜重) 增长率平均值的比较 (单位: 克/公斤·天) 由图 7 可知, 放养在较高铅浓度 (8ppm) 的水体中植物的生物量增长率都比放养在较低铅浓度 (5ppm) 的水中为低, 这说明随着水体铅浓度的升高, 对植物的毒害作用也增加。据文献报道 (Bon-

te, 1979) 铅对植物的毒害可表现为影响戊糖磷酸途径, 抑制光合作用、蒸腾作用和呼吸作用; 同时还影响植物对氮、磷、钾等营养元素的吸收。

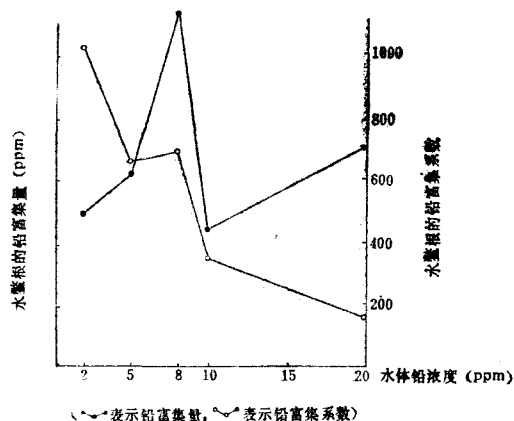


图6 水葫芦根的铅富集量与富集系数

4. 植物受铅污染的伤害症状及不同植物的抗性大小

植物能吸收、富集水中的铅, 因而具有净化水中铅的能力; 但同时, 水体受铅污染后, 在一定浓度以上也对植物造成不同程度的伤害。

1) 植物受铅毒害后, 首先是嫩叶普遍出现黄化现象; 出现的时间因种类不同而异, 水葫芦在放养后第2天就出现黄化现象, 菱角和紫背萍在第3天, 水葫芦最迟, 在第5天。植物受重金属毒害后, 影响对铁等元素的吸收, 而铁等元素是叶绿素合成中一些酶的活化剂。植物受铅害出现的黄化现象可能是由于铁等元素的吸收、转运受阻, 妨碍了叶绿素的合成而造成的。

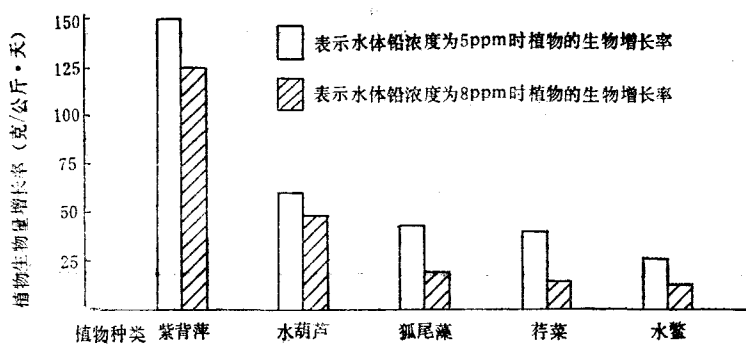


图7 植物生物量平均增长率

2) 植物成熟叶出现褐色枯死斑块, 并逐渐扩大, 各种植物枯死斑块最先出现的部位有所不同, 水鳖多发生在叶缘, 而菱角、荇菜主要是在叶面。

3) 根部受铅害, 表现出软弱、纤细现象。水葫芦、水鳖根数天后漂浮水面, 并有根脱落现象; 水葫芦根系褪色明显, 从蓝黑色变为灰白色。

表 8 为日平均气温 20.8°C , 水体铅浓度 10ppm , 植物放养 5 天后的受害症状。图 8 为对照植物和 10ppm 铅浓度水体中的植物比较。

表 8 植物受铅害症状

种 类	症 状	对照植物
水 菱	不定根纤弱, 漂浮水面, 呈黄色; 嫩叶先是发黄, 成熟叶叶缘枯焦, 随后叶中部也出现褐色坏死斑块, 并逐渐扩大, 最后花凋、叶烂、根残。	正常
水 葫 芦	不定根纤弱, 漂浮水面, 呈灰白色, 气囊下部发红, 嫩叶发黄, 部分根脱落、长势减弱。	正常
菱 角	根枯黄色, 根萎蔫, 嫩叶发黄, 随后嫩叶及成熟叶都出现褐色枯焦斑块, 并逐渐扩大。	正常
紫 背 萍	根纤细、软弱、叶较小且薄, 叶面发黄, 叶背及根上部紫色褪淡。	正常
苳 菜	根枯黄色, 嫩叶发黄, 长势减弱, 成熟叶有组织坏死现象。	正常



照片1 左对照 右受铅害

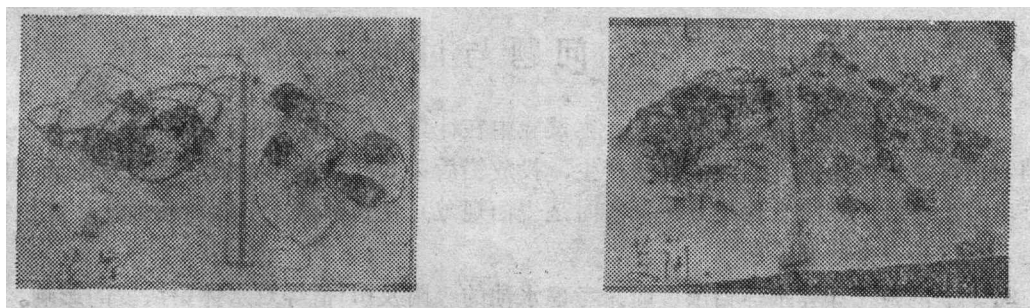
说明:

水葫芦受铅害, 根系生长明显受抑。

照片2 右对照 左受铅害

说明:

水葫芦受铅害, 嫩叶黄化。



照片3 左受铅害 右对照

说明:

苳菜叶受铅害呈现褐色枯死斑块。

照片4 左对照 右受铅害

说明:

菱角漂浮叶受铅害呈现枯死斑块。

沉水叶生长受到明显抑制。

图 8 对照植物和 10ppm 铅浓度水体中植物比较

综上所述,可见:(1)在相同铅浓度(如10ppm)的水体中,各种植物受害程度不一,这反映了不同植物的抗性大小不同。在我们所试验的6种植物中对铅的抗性大小的顺序是:水葫芦、狐尾藻>紫背萍荇菜>菱角>水鳖。(2)水体的铅浓度不同,同种植物的受害程度有所差异。从我们试验观察,10ppm浓度是一个较明显的分界线,水体铅浓度在10ppm以上时,植物明显受害;低于10ppm的各种浓度对植物的生长虽也有一定的影响,但植物受害症状轻得多,甚或不明显,因而通过试验,我们把10ppm的铅浓度初定为铅对植物的伤害阈值(在试验的8月份,测得日平均气温20℃左右)但是我们又观察到在秋季、当气温降低(10月9—13日平均气温14.9℃)植物在10ppm的水体铅浓度中受害症状又不甚明显。因而,植物的伤害阈值除了与水体铅浓度有关外,还要考虑温度等其它因子的影响,因为温度等可以影响植物的生命活动过程(如代谢速率、酶的活性)等;从而又影响植物受铅害的程度。这一问题有待于进一步的研究。

5. 植物净化水中铅能力的估算和最优植物的选择

本试验的6种植物都能吸收、富集水中铅因而具有净化水中铅的能力。但由于各种植物的根系发达程度、单位面积的生物量大小以及沉水和浮叶等情况不同,对铅污染的抗性和富集量的多少等也有差异。根据植物对铅的抗性大小和富集量的多少,可将试验的六种植物分成3种类型:

- 1) 植物的叶和根的铅富集能力都强,同时抗性也较强,如狐尾藻等;
- 2) 植物根富集铅的能力强,而叶内含铅量低,同时抗性也较强,如水葫芦等;
- 3) 植物具有一定的吸收、富集铅的能力,但抗性很弱,如水鳖等。

在进行生物净化时,有一个最优植物选择的问题,从本试验的6种植物比较,水葫芦和狐尾藻对铅污染的抗性较强,富集量也较大,是较理想的净化植物。尤其是水葫芦为漂浮植物,放养打捞方便,铅绝大部分是聚集在根部,采取一些措施后(如根、叶分开处理,叶部作沤肥等)可避免绝大多数的铅沿着食物链转移;同时若以水葫芦等作为工业原料(如造纸)则可大大延长铅在生态系统中的转运周期,减少对人的危害。据我们试验的数据推算,如果水体铅浓度为10ppm,每亩水面的水葫芦5天就能吸收铅400克,若浓度为2ppm,则5天吸收铅200克。

三、问题与讨论

1. 关于植物铅富集系数的计算。本试验中在计算水体铅浓度时,是以水的体积与投放的硝酸铅量计算出来的。但因沉淀的产生,投放铅后第3天,水体铅浓度已大为降低(由此也可以看出一般厂矿废水含铅量达标有时是表面现象)。在这种情况下如何精确地计算植物铅富集系数仍是一个问题。

2. 本试验在计算水体铅浓度时未考虑水池的吸附及pH值等对水体铅浓度的影响。

3. 铅进入水生植物的途径,在植物体的存在形式及对植物的生理影响等方面本试验开展不够,有待进一步研究。

参 考 文 献

- J. Bonte和L. de Cormis 著 1979 空气中的铅污染对植物的危害。植物学参考资料1980(6): 2—15。
曾北巍著 1979 天然水中痕量金属化学形态及测定。环境科学(1): 57—58。

ON THE RESPONSE, RESISTANCE AND PURIFICATION OF HYDROPHYTES TO Pb-POLLUTION IN WATER

WU YUSHU

WANG HUANXIAO

BAO YIJIA

(University of Hangzhou)

(University of Yunnan)

(University of Hangzhou)

The regularity of transportation and accumulation of Pb-pollution in water and in hydrophytes is dealt with in this paper. The results show that the accumulative ability of Pb-pollution of plants is quite different, their order being *Myriophyllum spicatum* > *Spirodela polyrhiza* > *Hydrocharis dubia* > *Eichhornia crassipes* > *Nymphoides peltatum*, and that the resistance of plants to Pb-pollution is also very different, their order being *Eichhornia crassipes* > *Myriophyllum spicatum* > *Spirodela polyrhiza* > *Nymphoides peltatum* > *Trapa bicoruis* > *Hydrocharis dubia*. The amount of lead in roots is higher than that in leaves and stems in tested plant species. Their growth is inhibited and the water loss of root cells occur, while the colour of the young leaves turns to "yellow" and the mature leaves are dead. However, there is no obvious relationship between the amount of Pb uptake by plants and the water temperature. Based on the response, resistance and purification of hydrophytes to Pb-pollution, the tested plants can be distinguished into three types: (1) The accumulation of lead in both roots and leaves is high and the resistance is strong; (2) the accumulation of lead in roots is much higher than in leaves and the resistance is strong too; (3) the amount of lead in both roots and leaves is medium and the resistance is weak. *Eichhornia crassipes* is proved to be a better species for the purification of water polluted by Pb.