

重金属污染下芦苇叶片叶绿素含量的变化研究

努尔古丽·阿木提^{1,2}, 陆海燕^{1,2}, 努尔巴依·阿布都沙力克^{1,2}, 布阿依先木¹

(1. 新疆大学 资源与环境科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830046; 2. 绿洲生态教育部重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830046)

摘要:以芦苇幼苗叶片为试材,研究了Cd、Zn、Pb重金属污染5 d对芦苇叶片叶绿素含量的影响。结果表明:3种重金属对芦苇叶片叶绿素含量的影响不同,Pb对叶绿素a的影响最大,Cd对叶绿素b的影响最大,但随着芦苇幼苗重金属处理时间的增长,叶片叶绿素含量呈现普遍下降的趋势。并确定叶片叶绿素含量下降可能是重金属污染对植物毒害作用之一。

关键词:芦苇;重金属污染;叶绿素

中图分类号:S 682.32 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0057-04

随着工农业的迅速发展,环境污染日益严重,特别是重金属在环境中的释放严重污染了土壤、水体和大气,并且可通过食物链^[1]进入生物体,危害人类和动物的健康,诱发多种疾病,因此,重金属污染已成为世界性的重大环境问题^[2]。20世纪50年代日本的镉毒害造成的“骨痛病”和汞中毒引起的“水俣病”,以及1961年四日市哮喘(SO₂和重金属粉尘复合污染)等事件的发生^[3],使重金属污染问题的研究逐渐受到人们的重视。

通常植物在受到重金属污染时都会出现生长迟缓、植株矮小、根系伸长受抑制直至停止、叶片褪绿、出现褐斑等症状^[4-5],严重时甚至导致作物产量降低和植物死亡。除此之外,重金属对植物光合作用的效应比较广泛。陈国祥等^[6]发现遭Hg处理的莼菜越冬芽的光合膜室温吸收光谱、荧光发射光谱、光电子传递活性呈下降趋势以及光合膜多肽组分也发生降解;Cd可使雪松聚球藻的光合放氧量几乎停止等^[7]。因此从已报道的资料看,重金属抑制植物光合作用的机理是一个相当复杂的问题。

芦苇对重金属具有很强的抗性,因而被广泛地用于富含重金属的污水处理。相关学者已对芦苇的抗重金属污染特性进行了大量研究,包括重金属污染下芦苇的生理生态反应及富集机制^[8]、芦苇对重金属的吸收^[9]、芦苇抗铬污染机理^[10]、芦苇对重金属污染程度的影响效应^[11]、芦苇对重金属的抗性及其吸收和累积^[12]等。但有

关重金属污染对芦苇叶片叶绿素含量变化的研究尚鲜见报道。为此,现对净化水质之首选芦苇幼苗叶片进行5 d的重金属Cd、Zn、Pb处理以测定其叶绿体各色素含量,并分析重金属污染下叶片叶绿素含量的变化,旨在确定重金属污染对芦苇的毒害作用,为重金属污染生物修复植物的选择和栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为新疆大学校园内生长茂密的芦苇(*Phragmites australis* Trinius)。80%丙酮,石英砂,碳酸钙粉。AL204梅特勒·托利多电子天平,剪刀,移液管,容量瓶,725N分光光度计,研钵,漏斗,试管,定量滤纸,吸水纸,擦镜纸。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理 用绳子打4个样方(每个样方面积为(3×3) m²),每个样方约有芦苇150株,为避免重金属之间相互影响,需在样方之间留出一定的空地。每天早晨和晚上2次打水(蒸馏水,CK)浇打样方的芦苇,注意保持节间根系和叶片的完整。过1周后用加重金属(水中Zn²⁺、Pb²⁺、Cd²⁺的浓度分别控制在800、160、8 mg/L左右)的水开始浇芦苇,期间每天晚上只浇1次,继续5 d后取芦苇新鲜的叶片样品回实验室按对照组和处理组分别测定。

1.2.2 叶绿素的提取 称取0.2 g新鲜的芦苇叶片,擦净组织表面污物,切成小块,放在研钵中加80%丙酮(V/V)40 mL,把组织研磨成匀浆,小心地将绿色液体通过漏斗过滤到100 mL容量瓶中;再用30 mL 80%丙酮重复研磨,并匀浆过滤至容量瓶;如此时匀浆仍带绿色,要再用10 mL 80%丙酮研磨均浆,至滤液无色为止(注意冲洗漏斗边缘的叶绿素);用80%丙酮定容至80 mL。

1.2.3 叶绿素含量的测定 将叶绿素提取液倒入4 mL

第一作者简介:努尔古丽·阿木提(1986-),女,维吾尔族,新疆阿图什人,硕士,研究方向为干旱区生态。

责任作者:努尔巴依·阿布都沙力克(1959-),男,塔塔尔族,新疆伊犁人,博士,教授,硕士生导师,研究方向为干旱区生态与植物学的教学与科研工作。

收稿日期:2012-05-17

的比色杯中,用分光光度计分别在波长 663、646 和 470 nm 处测量并记录光密度和透光率(3 次重复),以 80% 丙酮作空白对照。依照下式计算叶绿素总浓度以及叶绿素 a 和叶绿素 b 的浓度(分别用 CT、Ca、Cb 表示)。 $Ca(\text{叶绿素 a}) = 12.21D_{663} - 2.81D_{646}$; $Cb(\text{叶绿素 b}) = 20.13D_{646} - 5.03D_{663}$; $CT(\text{叶绿素总量}) = Ca + Cb = 7.18D_{663} + 22.94D_{646}$; $Crc(\text{类胡萝卜素}) = (1000D_{470} - 3.27Ca - 104Cb)/229$ 。式中, D_{663} 、 D_{646} 、 D_{470} 分别为 663、646 和 470 nm 处叶绿素提取液的光密度值。求得色素的浓度后再按以下公式计算组织中各色素的含量(用每克鲜重或干重所含毫克数表示): $\text{叶绿体色素含量} = \text{色素浓度}(C) \times \text{提取液体积}(V) \times \text{稀释倍数} / \text{样品鲜重}(W)$ 。式中, V 是 80% 丙酮叶绿素提取液的容积(mL); W 是供提取用的组织鲜质量(g)。

2 结果与分析

2.1 重金属对芦苇叶片叶绿素 a 含量的影响

由图 1 可知,3 种重金属污染下,芦苇叶片叶绿素 a 含量均有所下降,除污染胁迫第 3 天叶绿素 a 含量高于对照外,其它均低于对照,且差异不显著。说明 3 种重金属对芦苇叶片的叶绿素 a 含量均具有一定的负面影响,导致叶绿素 a 下降。3 种重金属胁迫中, Cd 污染胁迫下芦苇叶片的叶绿素 a 含量起伏较大,先是迅速降低,然后迅速上升,最后又再次急剧下降,波动性较大。推测可能是 Cd^{2+} 对芦苇造成的生理伤害较大,对叶绿素 a 的影响较大的缘故。 Pb 胁迫下芦苇叶片叶绿素 a 含量变化较小,下降也最少,甚至在第 5 天时其含量高于对照值,表明 Pb 污染对芦苇叶片的叶绿素 a 含量影响最小,破坏性最小。 Zn 污染下芦苇叶片叶绿素 a 含量变化在 Cd 和 Pb 的影响之间,叶绿素 a 含量呈下降趋势。

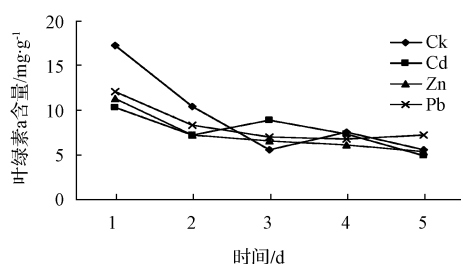


图 1 重金属对叶绿素 a 含量的影响

Fig. 1 The influence of heavy metal on content of chlorophyll a of reed leaves

2.2 重金属对芦苇叶片叶绿素 b 含量的影响

由图 2 可知, Cd 污染下芦苇叶片叶绿素 b 的含量变化起伏较大,先是急剧下降,表明 Cd^{2+} 污染对芦苇叶片的叶绿素 b 的影响是比较大的,破坏性较强;而后略有上升,又接着下降,总体表现为在波动中下降,且下降幅度较大。表明总体来说, Cd^{2+} 污染对芦苇的叶绿素 b

破坏性还是很大的。在该试验中, Zn 污染对芦苇叶片叶绿素 b 的影响也是较大的,在第 2 天就表现为急剧下降,而后虽下降幅度减缓,但仍表现为持续降低,且低于对照值。表明在该试验中, Zn 对芦苇的叶绿素 b 的影响还是很显著的,表现为明显的负效应。重金属 Pb 污染条件下,叶片叶绿素 b 的含量变化较小,只在第 1 天表现为下降,随胁迫加剧,叶绿素 b 没有表现出明显的下降趋势,说明在此试验中, Pb 对芦苇叶片叶绿素 b 的伤害是较小的,没有明显的影响。

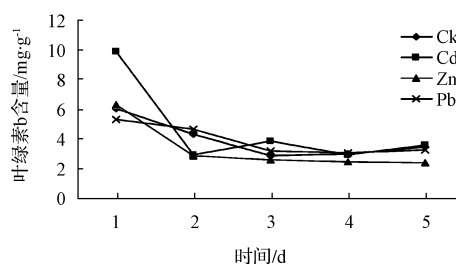


图 2 重金属对叶绿素 b 含量的影响

Fig. 2 The influence of heavy metal on content of chlorophyll b of reed leaves

2.3 重金属对芦苇叶片总叶绿素含量变化的影响

由图 3 可知,受 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 影响,芦苇叶片的叶绿素含量表现为下降,除第 3 天略有起伏外,其它均表现为低于对照值。在 3 种胁迫条件下,其中 Cd^{2+} 污染胁迫时有起伏,表现为先下降,后上升,然后又下降;而 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫条件下则表现为持续下降。胁迫第 1 天至第 2 天时,芦苇叶片叶绿素总含量均表现出明显下降,且第 2 天下降急剧,尤以 Cd^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫下明显,至胁迫最后 1 d,也是这二者胁迫情况下总叶绿素含量低于对照值,而 Pb^{2+} 胁迫下,总叶绿素含量虽也表现为下降,但幅度较缓,似乎毒性效应没有 Cd^{2+} 、 Zn^{2+} 的大。

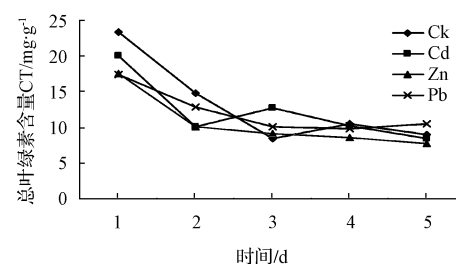


图 3 重金属对芦苇叶片总叶绿素含量的影响

Fig. 3 The influence of heavy metal on total chlorophyll content of reed leaves

2.4 重金属对芦苇叶片类胡萝卜素含量的变化的影响

由图 4 可知,受 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 影响使芦苇叶片的类胡萝卜素含量除第 3 天略有起伏外都表现为下降,说明 3 种重金属对叶片类胡萝卜素含量的影响基本一致。3 种重金属胁迫中, Cd 污染胁迫下芦苇叶片类胡萝

卜素含量起伏较大,先是降低,然后迅速上升,最后又再次急剧下降,波动性较大。推测可能是 Cd^{2+} 对芦苇造成的生理伤害较大,对芦苇叶片的类胡萝卜素破坏性也是相当大的。

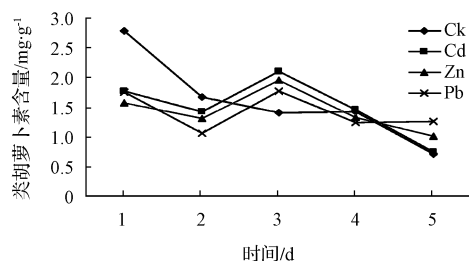


图4 重金属对芦苇叶片类胡萝卜素含量的影响

Fig. 4 The influence of heavy metal on carotenoids content of reed leaves

3 讨论与结论

叶绿素是光合作用的物质基础,其含量高低将直接影响光合作用的强弱及物质合成速率的高低,不同重金属离子对植物叶片叶绿素含量的影响存在明显的差异。重金属离子常在低浓度时,导致叶绿素 a/b 值增加,而随浓度升高, a/b 值下降^[13]。低浓度胁迫时,叶绿素 a 表现出较强的耐性,而随着胁迫浓度的增加,叶绿素 a 的含量迅速下降,导致 a/b 值降低,从而使整体的光合速率下降。重金属通过影响植物体内叶绿素含量来降低光合作用速率是重金属污染对植物的毒害作用之一。

芦苇作为一种广生态幅的世界分布种^[14],其本身具有较强的适应性和抗性^[15],具有净化污水能力,尤其是对水体富营养化污染,对重金属有一定的富集作用^[16],在国外特别是在德国,人们用它来净化水池中污水。因芦苇是湿地生态系统中净化作用和抗逆性最好的植物种群之一,广泛应用于重金属污染的植物修复^[17-19]。但随着工业废水的大量排放,相应水域的重金属污染日趋严重,水生生物的生存环境面临极大的威胁,已经严重超过它们的承受能力,从而给其繁殖、发育、生长、生理机能^[20]等方面带来毒性危害,同时导致它们的遗传基因发生变异和突变,进而影响其物种多样性、免疫抵抗力等,也会对水产养殖业造成重大损失。近年来,新疆经济发展迅速,尤其是工业更是蓬勃发展,难免带来严重的环境问题,水域土壤重金属污染有所难免。而芦苇在水环境治理及修复工作中具有一定的使用价值。因此,要控制工业污水的排放量,利用芦苇、香蒲等水生植物的对重金属污染的富集作用进一步推广重金属污染的植物修复^[21-22]技术。

该试验结果表明,叶片叶绿素含量的下降是重金属污染对植物的毒害作用之一。在重金属的污染生境下,如镉、锌、铅等元素,都会使得芦苇叶片光合色素含量普

遍出现下降,说明重金属污染对芦苇叶片的光合能力都有破坏性影响的。该试验中 3 种重金属对芦苇的叶片叶绿素含量效应也不同,对芦苇叶绿素 a 的胁迫效应为 $\text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cd}$; 芦苇叶绿素 b 的胁迫效应为 $\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Pb}$; 芦苇叶片 Ca/Cb 比值的胁迫效应为 $\text{Pb} > \text{Zn} > \text{Cd}$; 对芦苇叶片总叶绿素含量的胁迫效应为 $\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Pb}$; 对芦苇叶片类胡萝卜素含量的胁迫效应为 $\text{Cd} > \text{Pb} > \text{Zn}$ 。

参考文献

- [1] 房妮. 重金属污染土壤植物修复研究进展[J]. 河北农业科学, 2008, 12(7): 100-109.
- [2] 唐咏, 王萍萍, 张宁. 植物重金属毒害作用机理研究现状[J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(4): 551-555.
- [3] 鲍桐, 廉梅花, 孙丽娜, 等. 重金属污染土壤植物修复研究进展[J]. 生态环境, 2008, 17(2): 858-865.
- [4] 杨盛昌, 吴琦. Cd 对桐花树幼苗生长及某些生理特性的影响[J]. 海洋环境科学, 2003, 22(1): 38-42.
- [5] 王焕校. 污染生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 44-68.
- [6] 陈国祥, 施国新, 何兵, 等. Hg, Cd 对莼菜越冬芽光合膜光化学活性及多肽组分的影响[J]. 环境科学学报, 1999, 19(5): 521-525.
- [7] 戴玲芬, 高宏, 夏建荣. 雪松聚球藻对重金属镉的抗性和解毒作用[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4(3): 192-195.
- [8] 周守标, 李思亮. 重金属污染下植物生理生态反应及富集机制的研究进展[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2007, 30(3): 331-337.
- [9] 董志成, 鲍征宇, 谢淑云, 等. 湿地芦苇对有毒重金属元素的抗性吸收和累积[J]. 地质科技情报, 2008, 27(1): 80-84.
- [10] 江行玉, 王长海, 赵可夫. 芦苇抗镉污染机理研究[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 856-862.
- [11] 滑丽萍, 华路, 王学东, 等. 芦苇对白洋淀底泥重金属污染程度的影响效应研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(2): 102-105.
- [12] 李瑞玲, 李倦生, 姚运先, 等. 3 种挺水湿地植物对重金属的抗性吸收累积研究[J]. 湖南农业科学, 2010(17): 60-63.
- [13] 李裕红, 黄小瑜. 重金属污染对植物光合作用的影响[J]. 环境科研, 2006(6): 23-24.
- [14] 刘明智, 努尔巴衣·阿布都沙力克, 江凌, 等. 新疆野生植物资源-芦苇多用途研究[J]. 农业科学研究, 2005, 26(1): 76.
- [15] 王学东, 周红菊, 华路. 植物对重金属的抗性机理及其植物修复研究进展[J]. 南水北调与水利科技, 2006, 4(2): 43-46.
- [16] 滑丽萍, 华路, 王学东, 等. 芦苇对白洋淀底泥重金属污染程度的影响效应研究[J]. 水土保持学报, 2006, 20(2): 102-105.
- [17] 王谦, 咸水平. 大型水生植物修复重金属污染水体研究进展[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(5): 96-102.
- [18] 李晓静, 周晓阳. 重金属污染与植物修复[J]. 北方园艺, 2010(4): 214-217.
- [19] 张晓斌. 植物修复在水环境污染治理中的研究[D]. 金华: 浙江师范大学, 2007: 1-84.
- [20] 胡金朝. 重金属污染对不同生境水生植物生理特性的毒害效应[D]. 南京: 南京师范大学, 2006: 1-148.
- [21] 代全林. 植物修复与超富集植物[J]. 亚热带农业研究, 2007, 3(1): 51-56.
- [22] 刘拥海. 重金属污染的植物修复技术及其生理机制[J]. 肇庆学院学报, 2006, 27(5): 42-45.

植物生长调节剂对苏铁水培生根诱导的影响

蔡祖国, 李鹏鹤, 赵兰枝

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

摘要:以苏铁球为试验材料, 研究比较了不同浓度 NAA、IAA、IBA 3 种植物生长调节剂在蘸根处理和浸入生长处理下对苏铁球不定根诱导的影响。结果表明: 800 mg/L IAA 蘸根处理和 0.2 mg/L NAA 浸入生长处理显著促进了苏铁球不定根诱导效果; 这 2 种处理都可用于苏铁水培生产。

关键词:苏铁; 水培; 植物生长调节剂

中图分类号:S 482.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)21-0060-03

水培花卉, 是采用物理、化学、生物工程等技术, 对土培花卉的细胞、组织结构进行驯化, 使其能够长期在水中生长的花卉^[1]。由于水培花卉具有养护简单、清洁卫生、病虫害少等特点, 现已成为花卉行业的一个新方向^[2]。苏铁(*Cycas revoluta*)为常绿棕榈状木本植物, 其体型优美, 常栽植于花坛中心或盆栽布置于大型会场。目前, 苏铁水培过程中存在诱导生根慢、根系质量差、水生数量少的问题, 直接影响到苏铁植株整体生长和观赏效果, 制约其水培体系的建立。植物生长调节剂在常春藤、君子兰、富贵竹、米兰、无花果等^[3-7]水培根系诱导方面取得了显著效果, 而在苏铁水培生根方面尚少见应用。该研究利用植物生长调节剂对苏铁水生形成

加以诱导, 以促进苏铁水培不定根的形成。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以春季生长中的苏铁球为试验材料, 苏铁球直径均为 10 cm 左右, 顶端具 3~5 片复叶。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理 将土壤中生长的苏铁球脱盆, 在自来水下冲洗干净; 将苏铁球土培根从基部剪除, 要求切口整齐; 去除顶端部分复叶, 留 1~2 片心叶; 快速将去根后的苏铁球基部浸入 0.5% 的高锰酸钾溶液中消毒 10 s; 待消毒后苏铁球略干, 剪口收敛后转入各生根处理中诱导不定根形成。

1.2.2 植物生长调节剂处理 采用 2 种不同的处理方法诱导苏铁球水生形成, 1 种为蘸根法, 即将去根消毒后的苏铁球基部蘸取高浓度的植物生长调节剂, 随即转入清水中培养, 以珍珠岩为基质, 诱导不定根的形成, 以清水处理为对照; 另 1 种为浸入生长法, 即将去根消毒后的苏铁球基部浸入添加植物生长调节剂的改良霍

第一作者简介:蔡祖国(1977-), 男, 河南潢川人, 硕士, 实验师, 现主要从事水培花卉技术与应用研究工作。E-mail: zuguocai@163.com.

基金项目:河南科技学院大学生课外科技活动创新基金资助项目(2010000629)。

收稿日期:2012-06-13

Study on Changes of Chlorophyll Content in Reed Leaves Under Heavy Metal Pollution

Nuerguli · AMUTI^{1,2}, LU Hai-yan^{1,2}, Nuerbayi · ABUDUSHALIKE^{1,2}, Buayixianmu¹

(1. Institute of Resources and Environment Science, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046; 2. Key Laboratory of Oasis Ecology Ministry of Education, Urumqi, Xinjiang 830046)

Abstract: The changes of chlorophyll content in reed leaves were studied under heavy metal pollution treatment on reed after a certain period. The results showed that three kinds of heavy metals influences on reed leaf chlorophyll content were different, Pb had the biggest effect on chlorophyll a while Cd on chlorophyll b. However, along with the treatment time growing, the reed leaf chlorophyll content had a generally downward trend. The results also showed that the decrease of reed leaf chlorophyll content may be one of the toxic effects about heavy metal pollution on plants.

Key words: reed; heavy metal pollution; chlorophyll