

Effects of Lead on Physiological Ecology of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. Seedlings

Honglan Yang, Shoufu Feng, Guangshan Mu*, Shiming Qiu, Qiuchan Huang, Cuiping Deng

Guangxi Normal University for Nationalities, Chongzuo Guangxi
Email: yangsan0051@163.com, *449052649@qq.com

Received: Dec. 17th, 2017; accepted: Jan. 4th, 2018; published: Jan. 24th, 2018

Abstract

In the soil culture experiment, *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seedlings were treated with Hoagland nutrient solution containing different concentrations of $Pb(NO_3)_2$. After sixty days, the tree crown width, plant height, chlorophyll, malondialdehyde (MDA) content and soluble sugar content in the seedlings were analyzed. Results are as the following: After lead stress, the MDA and soluble sugar content is higher in root. The lead stress of low concentration has a significant inhibitory effect on the photosynthesis of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seedlings, as the lead stress of high concentration has endangered the growth of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seedlings.

Keywords

Lead Stress, *Pteroceltis tatarinowii* Maxim., Seedlings, Physioecology

铅胁迫对青檀幼苗生理生态的影响

杨红兰, 冯守富, 慕光杉*, 邱诗铭, 黄秋婵, 邓翠萍

广西民族师范学院, 广西 崇左
Email: yangsan0051@163.com, *449052649@qq.com

收稿日期: 2017年12月17日; 录用日期: 2018年1月4日; 发布日期: 2018年1月24日

摘要

用含硝酸铅的霍格兰氏营养液处理土培的青檀幼苗。60天后对幼苗的冠幅、株高、叶绿素含量、丙二醛含量、可溶性糖含量进行分析。结果表明: 经铅胁迫后, 丙二醛和可溶性糖在根中含量较高; 低浓度的铅胁迫对青檀幼苗的光合作用有明显抑制作用, 高浓度铅胁迫已经危害到了青檀幼苗的生长。

*通讯作者。

关键词

铅胁迫, 青檀, 幼苗, 生理生态

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前随着工业的发展和农业生产的现代化, 自然环境受重金属污染越来越严重。重金属有污染范围广、持续时间长、污染隐蔽、不可逆性, 不易在物质循环和能量交换中分解, 只能发生各种形态之间的相互转化, 能被生物体富集并沿食物链转移等特点。

青檀(*Pteroceltis tatarinowii* Maxim.)分布较广, 相对集中分布于华北、华中、华东各地, 广西和粤北也有分布[1]。青檀的韧皮纤维是我国文房四宝之一——宣纸的高级原料, 是第三纪古热带植物区系的植物, 也是我国特产的单种属植物, 对研究古代植物区系、古地理及古气候有重要价值。到目前为止科学家们对土壤干湿交替对青檀幼苗生理及生长的影响[2]、水培青檀幼苗对 NaCl 胁迫的生理响应[3]、青檀天然群落土壤成分及其对青檀生长的影响[4]、盐胁迫对青檀幼苗生长及生理特性的影响[5]等方面进行了研究, 关于铅对青檀幼苗生理生态特性的研究则较匮乏。本文对铅胁迫下青檀幼苗冠幅、株高、叶绿素含量、SOD 酶活性、MDA 含量、可溶性糖等进行了分析, 为进一步认识青檀抗铅污染的生理机制提供依据。

2. 材料与方法

2.1. 幼苗培养

2014年3月从广西崇左市邕盆乡白头叶猴自然保护区采回青檀幼苗, 于自然光下培养, 全天日照长度多数为 11 h, 温度在 15℃至 30℃范围, 3月至5月降雨较少。待长势正常后, 选取长势良好且相近的植株进行 Pb 胁迫处理。五个处理分别为 0.001 mg/L, 0.010 mg/L, 0.100 mg/L, 1.000 mg/L, 1.500 mg/L 质量浓度的硝酸铅溶液, 各个质量浓度梯度的 PH 值均调为 7, 空白对照用等量蒸馏水进行浇灌, 每个处理 3 株幼苗。浇灌量为 300 mL/d, 试验过程每隔 4 天弃去旧液, 更换一次新鲜营养液。在处理 60 天后分别取样。

2.2. 试验方法

2.2.1. 叶绿素含量、SOD、MDA、可溶性糖测定

对整个植株的所有根、茎、叶分别进行采集, 用去离子水清洗干净, 在测定过程中根、茎的称取量为 0.50 g, 叶为 0.25 g, 叶绿素含量采用 80% 丙酮浸提, 分光光度法进行测定[6]; SOD 活性测定采用氮蓝四唑法[7] [8]; 用硫代巴比妥酸法测定丙二醛含量[7] [9]; 蒽酮法测定可溶性糖含量[7] [10]。

2.2.2. 株高、冠幅的测定

在开始处理后, 用卷尺测量各个植株的冠幅与株高, 之后每隔 10 d 观察植株的长势和长相, 分别记录当天每个植株的生长状况。以胁迫后冠幅、株高与胁迫前冠幅、株高的差作为各浓度对冠幅、株高的影响。

2.3. 数据分析

数据分析采用 Excel 软件进行统计处理和绘图分析。

3. 试验结果与分析

3.1. 铅胁迫对青檀幼苗冠幅、株高的影响

3.1.1. 铅胁迫对青檀幼苗冠幅的影响

林冠截获太阳光进行光合作用，光合作用能力的大小决定着植株的生长状况，单株植物的冠幅林冠参数，是影响群落光合作用的重要因子[11]。在不同质量浓度梯度的硝酸铅胁迫下，青檀幼苗冠幅的变化如图 1 所示，对数据进行方差分析结果如表 1，冠幅增长随着铅处理浓度的增加变小，在铅处理浓度为 0.100 mg/L 时冠幅没有变化。各铅处理浓度下冠幅的增长值均低于对照组的值，说明铅胁迫对青檀幼苗的冠幅增长有抑制作用；当铅处理浓度为 1.500 mg/L 时，胁迫后期出现叶子泛黄、干枯，甚至脱落，所以出现冠幅负增长的情况；低处理浓度的铅胁迫对青檀幼苗的冠幅增长有明显抑制作用，高处理浓度的铅胁迫已经危害到了青檀幼苗的生长。

3.1.2. 铅胁迫对青檀幼苗株高的影响

株高常常作为预测变量，广泛应用于生态学研究生物量的估算[11]。从植物株高的变化可以了解植株的生长力。在不同铅处理浓度胁迫下青檀幼苗株高的变化如图 2 所示，对数据进行方差分析如表 2。当铅处理浓度大于 0.010 mg/L 时危害到了青檀幼苗的生长。当处理浓度为 0.010 mg/L 时对青檀幼苗的株高有抑制作用，株高变化及其显著；在处理浓度为 0.100 mg/L 以上时青檀幼苗的生长严重受限，株高出现零增长；处理浓度为 0.001 mg/L 时，青檀幼苗的株高变化差异显著。

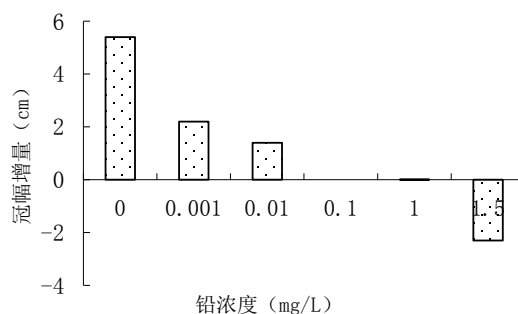


Figure 1. Effects of lead stress on tree crown width of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. seedlings

图 1. 铅胁迫对青檀幼苗冠幅的影响

Table 1. Effects of lead stress on tree crown width of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. seedlings

表 1. 铅胁迫对青檀幼苗冠幅的影响

铅浓度(mg/L)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	1.500
方差	0.845	2.095**	0.514**	1.303*	1.058*	0.522NS

表中：**表示冠幅前后变化差异及显著，*表示冠幅前后变化差异显著，NS 表示冠幅前后变化无差异。

Table 2. Effects of lead stress on plant height of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. Seedlings

表 2. 铅胁迫对青檀幼苗株高的影响

铅浓度(mg/L)	0.000	0.001	0.010	0.100	1.000	1.500
方差	0.058	0.139*	0.029**	0.009NS	0.032NS	0.241NS

表中：**表示株高前后变化差异及显著，*表示株高前后变化差异显著，NS 表示株高前后变化无差异。

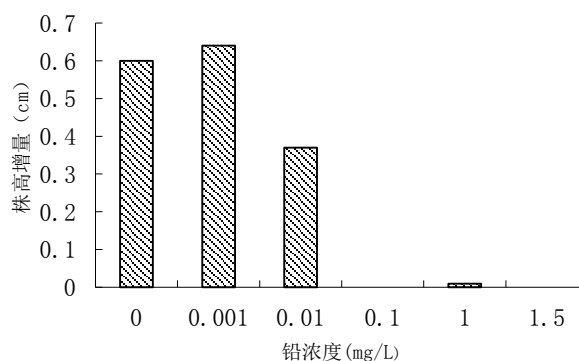


Figure 2. Effects of lead stress on plant height of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. seedlings
图 2. 铅胁迫对青檀幼苗株高的影响

3.2. 铅胁迫对青檀幼苗不同部位叶绿素的影响

光合作为植物生长发育提供物质和能量,是植物生长发育的基础[12]。植物主要是靠叶绿素进行光合作用,从而进行一些干物质的积累,为植物本身的生长发育提供所需的营养与能量,主要表现为个体长大、成熟等现象。叶绿体中主要靠叶绿素来承担收集、传递和转换光能的重任,所以叶绿素含量对于光合作用起着十分重要的作用。因此,在铅胁迫的背景下青檀幼苗叶绿体的含量高低体现了青檀抗铅胁迫能力的大小。

不同铅处理浓度下青檀幼苗叶、茎中叶绿素含量如图 3 所示。在叶中,经过胁迫处理的植株叶绿素含量均比对照组低。在茎中,叶绿素含量总体上随着处理浓度的增加变小,当处理浓度为 1.5 mg/L 时,叶绿素含量有所升高。但经过铅胁迫处理后茎中叶绿素含量均比空白对照的含量低。在各铅离子浓度胁迫下青檀幼苗叶、茎中的叶绿素含量均低于对照组的值,说明在铅离子胁迫下不利于青檀幼苗的光合。

3.3. 铅胁迫对青檀幼苗丙二醛含量的影响

植物器官衰老或在逆境下遭受伤害,往往发生膜脂过氧化作用,丙二醛(MDA)是膜脂过氧化的最终分解产物,其含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。重金属是脂质过氧化的诱变剂,浓度越高,脂质过氧化产物 MDA 积累越多,两者密切相关[13]。铅胁迫下青檀幼苗各部位 MDA 含量的变化如图 4 所示,在叶子中,当处理浓度为 0.001 mg/L 时,MDA 含量比空白组稍微低些;处理浓度为 0.1 mg/L 时,MDA 含量最高,为 0.826 $\mu\text{mol/g-Fw}$;茎中,MDA 含量在各处理浓度下的区别不大,当铅离子浓度为 0.1 mg/L 时,其值最大,为 0.428 $\mu\text{mol/g-Fw}$;根中,在各个铅处理浓度下 MDA 含量均明显比空白对照组高,当处理浓度为 0.01 mg/L 时,MDA 含量为 0.823 $\mu\text{mol/g-Fw}$ 。通过对不同部位 MDA 含量的比较,可得,在处理浓度为 0.1 mg/L 时,叶中 MDA 含量最大,可见此浓度下,叶子受铅胁迫的伤害最大,根次之;在其他处理浓度下,根中 MDA 含量均比叶、茎高,可知,铅胁迫对根的伤害最大。

3.4. 铅胁迫对青檀幼苗可溶性糖含量的影响

可溶性糖是构成植物体的主要组成成分之一,也是植物进行新陈代谢的原料和贮存物质。不同生长环境可以影响植物中可溶性糖含量。因此对植物中可溶性糖含量的测定,可以了解和鉴定植物品质的高低。铅胁迫对青檀幼苗可溶性糖含量的影响如图 5 所示,相同浓度的铅离子胁迫下青檀幼苗可溶性糖含量在根中较高,叶中较低;随着铅离子浓度的增大,根、叶中可溶性糖虽有所增大,但区别不大;在茎中,低处理浓度和高处理浓度时,可溶性糖含量较高,当处理浓度为 1.5 mg/L 时,可溶性糖含量最大,为 0.212 $\mu\text{g/g}$,当处理浓度为 0.1 mg/L 时,可溶性糖含量最小,为 0.097 $\mu\text{g/g}$ 。

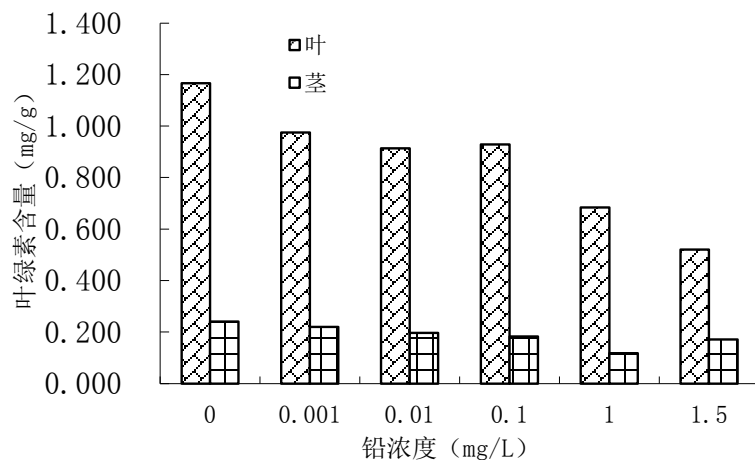


Figure 3. Effects of lead stress on chlorophyll in different part of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. seedlings
图 3. 铅胁迫对青檀幼苗不同部位叶绿素的影响

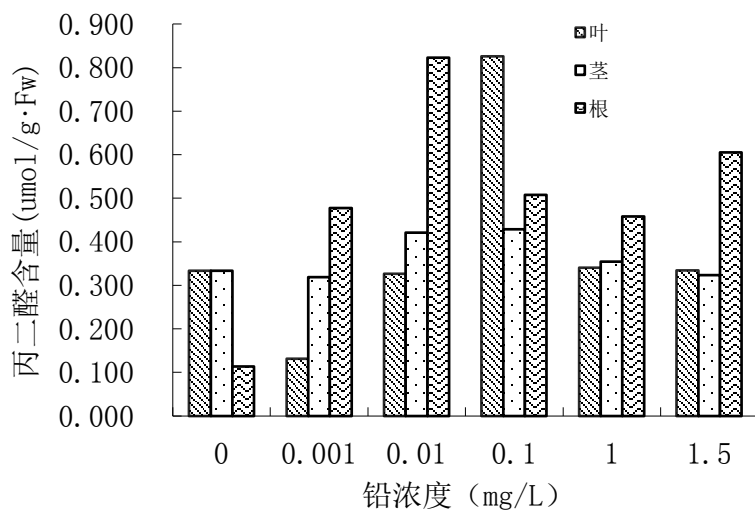


Figure 4. Effects of lead stress on malondialdehyde content of *Pteroceltis tatarinowii*. Maxim. seedlings
图 4. 铅胁迫对青檀幼苗丙二醛含量的影响

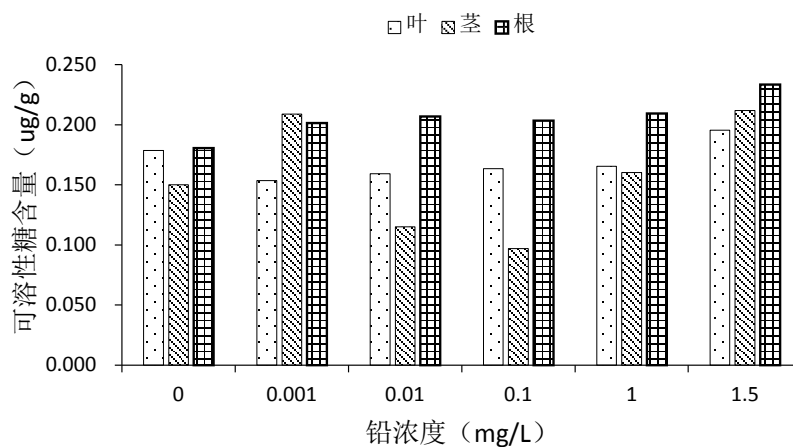


Figure 5. Effects of lead stress on soluble sugar of *Pteroceltis tatarinowii* Maxim. seedlings
图 5. 铅胁迫对青檀幼苗可溶性糖含量的影响

4. 讨论

研究表明重金属污染对植物的生长会产生一定的影响[14]。在不同的铅处理浓度胁迫下冠幅与株高的增量均低于对照组；不同铅含量对青檀幼苗叶子及茎中的叶绿素积累有不同程度抑制作用，在各铅浓度胁迫下青檀幼苗叶、茎中的叶绿素含量均低于对照组的值；说明低浓度对青檀幼苗的光合作用有明显抑制作用。

丙二醛含量可以反映植物遭受逆境伤害的程度。对不同部位 MDA 含量进行比较得知，根中 MDA 含量最高，可见铅胁迫对根的伤害最大。

生长环境可以影响植物中可溶性糖含量。可溶性糖作为植物的一种抗寒保护物质已经被公众所认可，且在多种抗寒植物中也证实了抗寒性与可溶性糖含量呈正相关的关系[15][16][17][18][19]。相同质量浓度的铅胁迫下，青檀幼苗可溶性糖含量在根中较高，叶中较低；可见在铅胁迫下，青檀幼苗根的抗寒性最强。

基金项目

广西高校科学技术研究重点项目：重金属对白头叶猴保护区优势植物胁迫机制的研究(2013ZD073)。

参考文献 (References)

- [1] 任有华, 王磊, 孙静. 青檀的园林价值和应用[J]. 广东园林, 2007(5): 54-55.
- [2] 韦小丽, 喻理飞, 朱守谦, 徐锡增. 土壤干湿交替对青檀幼苗生理及生长的影响[J]. 林业科学, 2007, 43(8): 23-28.
- [3] 宋立奕, 方升佐. 水培青檀幼苗对 NaCl 胁迫的生理响应[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2006, 30(2): 94-98.
- [4] 汪殿蓓, 李建华, 陈玉兰, 刘仁阳. 青檀天然群落土壤成分及其对青檀生长的影响[J]. 生态环境学报, 2010, 19(10): 2318-2324.
- [5] 宋立奕. 盐胁迫对青檀幼苗生长及生理特性的影响[M]. 南京林业大学, 2004.
- [6] 曾希柏, 李莲芳, 梅旭荣. 中国蔬菜土壤重金属含量及来源分析[J]. 中国农业科学, 2007, 40(11): 2507-2517.
- [7] 郝建军, 康宗利, 于洋. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [8] 刘泓, 黄双兴, 方惠云. 福州市郊菜区土壤主要重金属元素的污染评价[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2005, 34(3): 376-378.
- [9] 马祥庆, 候晓龙. 福建省城市垃圾及其渗滤液的重金属污染[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2007, 36(5): 515-519.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [11] 郑飞翔, 余春珠, 温达志, 旷远文, 刘菊秀, 褚国伟. 五种亚热带树苗的生长与干物质分配格局对大气污染胁迫的影响[J]. 生态环境, 2006, 15(3): 519-524.
- [12] 邹丽娜, 周志宇, 颜淑云, 秦彧. 盐分胁迫对紫穗槐幼苗生理生化特性的影响[J]. 草业学报, 2011, 20(3): 84-90.
- [13] 张风琴, 王友绍, 董俊德, 孙翠慈, 殷建平. 重金属污水对木榄幼苗几种保护酶及膜脂质过氧化作用的影响[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(2): 66-70.
- [14] 王小平, 宋东杰, 周泉澄, 陈全战, 刘少华. Cr^{3+} 胁迫对苦草叶片活性氧清除系统和叶细胞超微结构的影响[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(2): 56-60.
- [15] 刘成运, 孟庆梅. 冷寒条件下风眼莲某些生理特性变化的研究[J]. 武汉植物学研究, 1993, 11(4): 345-354.
- [16] 艾希珍, 于贤昌. 低温胁迫下黄瓜嫁接苗与自根苗某些物质含量的变化[J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(1): 26-28.
- [17] 陈贵, 康宗得. 低温胁迫下小麦生理生化特性的影响[J]. 麦类作物, 1998, 18(3): 42-43.
- [18] 王红星. 寒胁迫对小麦幼苗生理生化特性的影响[J]. 周口师范高等专科学校学报, 2000, 17(2): 4-5.
- [19] 刘祖祺, 张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994. 15-18.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5665，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：br@hanspub.org