

# 盐分胁迫对观光木幼苗生长及生理特性的影响

谢安德, 王凌晖\*, 潘启龙, 唐春红, 覃 静

(广西大学 林学院, 广西 南宁 530005)

**摘 要:**采用盆栽试验的方法,对1年生观光木幼苗在不同浓度盐分(NaCl)胁迫下所产生的生长和生理反应进行研究。结果表明:盐分胁迫对观光木苗高增量、相对电导率、SOD活性、脯氨酸及叶绿素含量的影响均达极显著水平。随盐浓度的增加,苗高增量、叶绿素含量逐渐下降,而相对电导率不断增大;SOD活性随盐浓度的增加呈先上升后下降的变化趋势,但均大于对照,且在0.2%处达到最大值;脯氨酸含量随盐浓度的增加呈先下降后略有上升的趋势,但均小于对照。相关性分析表明,盐浓度与苗高增量、相对电导率、叶绿素含量的相关系数均达0.973以上,说明它们之间具有密切的关系;而与SOD活性和脯氨酸含量的相关性不显著。

**关键词:**盐分胁迫;观光木;生长;生理特性

**中图分类号:**S718.43      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2012)02-0022-04

## Effects of Salt Stress on Growth and Physiological Characteristics of *Tsoongiodendron odorum* Seedlings

XIE An-de, WANG Ling-hui\*, PAN Qi-long, TANG Chun-hong, QIN Jing

(College of Forestry, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530005, China)

**Abstract:** Effects of salt (NaCl) stress of different concentrations on growth and physiological responses of one year old *Tsoongiodendron odorum* seedlings were studied in pots containing soil. The results showed that the effects of salt stress on height increment, relative electric conductivity, SOD activity, proline and chlorophyll content of *T. odorum* seedlings were extremely significant. With the increase of salt concentration, height increment and chlorophyll content decreased, relative electric conductivity increased; SOD activity increased and then decreased, but that was higher than control, and reached the maximum on 0.2% concentration; proline content decreased and then increased slightly with the increase of salt concentration, but that was lower than control. Analysis of correlation showed that correlation coefficient among salt concentration and height increment, relative electric conductivity, and chlorophyll content all reached over 0.973, indicating the close relationship between them. However, the relevance among salt concentration and SOD activity, and proline content was not significant.

**Key words:** salt stress; *Tsoongiodendron odorum*; growth; physiological characteristics

观光木 (*Tsoongiodendron odorum*) 又名香花木、宿轴木兰, 为木兰科观光木属常绿乔木, 特产我国, 主要分布于贵州、广东、广西、江西、福建等地, 是我国南方常绿阔叶林中的优势建群树种。其生长快, 具有良好的速生性与丰产性能, 是亚热带极有发展前途的速

生用材树种<sup>[1]</sup>, 而且高大挺拔, 树冠浓绿, 树形美观, 气味芳香, 是城市园林绿化及景观建设中具有较高观赏价值的优良树种。近年来, 由于人类对森林的过渡利用造成观光木生存环境的不断恶化, 加上其自身繁殖能力的衰退, 使其处于濒危状态, 被列为国家二级

收稿日期: 2011-03-31    修回日期: 2011-05-04

基金项目: 广西林业厅科学基金项目“观光木、山白兰人工林生长特性及木材材性研究”(桂林科字[2009]第22号); 广西研究生教育创新计划项目(105931003043)。

作者简介: 谢安德, 男, 在读硕士, 研究方向: 园林植物栽培与管理。E-mail: xad520@126.com

\* 通讯作者: 王凌晖, 男, 博士, 教授, 从事园林植物栽培及森林培育研究。

保护植物<sup>[2]</sup>。土壤盐渍化是影响农林业生产和生态环境的严重问题,通常土壤含盐量在0.2%~0.5%即不利于植物的生长,而盐碱土的含量却高达0.6%~1.0%,严重地伤害植物<sup>[3]</sup>,目前人们主要通过选育和培育耐盐植物品种以适应盐渍环境的方法来改良盐碱地,因此研究观光木的抗盐机理具有重要的意义。目前有关对观光木的抗逆性研究较少,方小平<sup>[4]</sup>等、李刚<sup>[5]</sup>等、何开跃<sup>[6]</sup>等、温达志<sup>[7]</sup>等分别在抗寒性、抗旱性和抗污染性方面对观光木等几种木兰科植物进行了相关的研究,但对观光木的抗盐性研究报道尚少。为此,以广西的乡土树种观光木幼苗为试验材料,研究其在盐分胁迫下部分生长和生理生化指标的变化规律,探索其抗盐性机理及抗盐能力,以期对观光木的保护栽培和引种驯化提供一定的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料及处理

试验于广西大学林学院苗圃教学实习基地内进行。2010年3月22日将园土和腐殖土按3:1充分混合后装入规格为15 cm(径)×20 cm(高)的花盆中,选用1年生观光木实生苗进行栽植,每盆1株。6月29日选取生长良好、大小基本一致的苗木(苗高约15 cm)进行盐分处理,盆下放塑料托盘,以防止盐分流失。采用单因素完全随机试验设计,设置CK(0.0%)、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%共6个NaCl浓度处理水平,每处理重复样本10个,每隔10 d浇1次200 mL不同浓度的NaCl溶液。试验期间每3 d浇适量水,以平衡土壤蒸发量,采用称重法使土壤含水量控制在田间持水量的75%,并对苗木进行常规管理。结合预处理试验,盐处理30 d后测定各项指标。

### 1.2 测定方法

苗高的测定:处理前、处理结束时分别用钢卷尺测定苗高,精确到0.01 m。苗高增量=处理结束的苗高一处理前的苗高。

相对电导率采用电解质外渗量法测定<sup>[8]</sup>,SOD活性采用NBT光化还原法测定,脯氨酸含量采用酸性茚三酮法测定<sup>[9]</sup>,叶绿素含量采用丙酮-乙醇提取法测定<sup>[10]</sup>。

### 1.3 数据处理

利用Excel2007程序绘图,SPSS13.0软件进行数据处理及分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐分胁迫对苗高增量的影响

苗高是衡量苗木生长状况的重要指标之一,能

够比较直观地反应其周围环境条件的优劣<sup>[11]</sup>。由图1可看出,随着盐浓度的增加,苗木的苗高增量呈现下降的变化趋势。当盐浓度为0.2%时,苗高增量与对照相比,无显著差异( $p>0.05$ );但在盐浓度0.4%~1.0%时,苗高增量显著下降,分别为对照的83.91%、82.17%、67.83%、62.17%,说明高浓度的盐胁迫对苗高增量产生了明显的抑制作用。方差分析表明,不同盐浓度对苗高增量的影响达极显著水平( $p<0.01$ )。

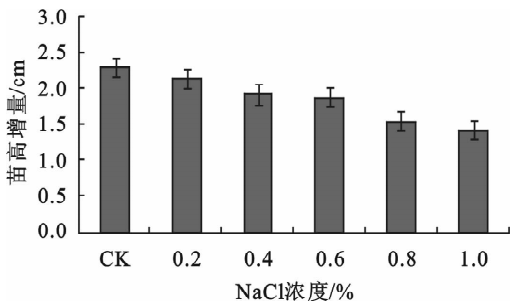


图1 不同NaCl浓度对苗高增量的影响

Fig. 1 Effects of salt concentration on seedling height

### 2.2 盐分胁迫对叶片细胞膜透性的影响

H. M. McKay<sup>[12]</sup>认为,用相对电导率来表示细胞膜透性的大小,可以反映植物细胞膜在逆境条件下透性的变化和受损伤程度。由图2可看出,随着盐浓度的增加,相对电导率逐渐增大。当盐浓度为0.2%时,叶片的相对电导率呈缓慢的上升趋势,但与对照的差异不显著( $p>0.05$ ),可能是与此时体内的SOD活性升高有关;之后,相对电导率显著增加,在1.0%浓度处,相对电导率达33.36%,为对照的1.69倍,说明细胞内电解质大量外渗,细胞膜已受到严重伤害。方差分析表明,相对电导率随盐浓度的增加呈极显著增大( $p<0.01$ )。

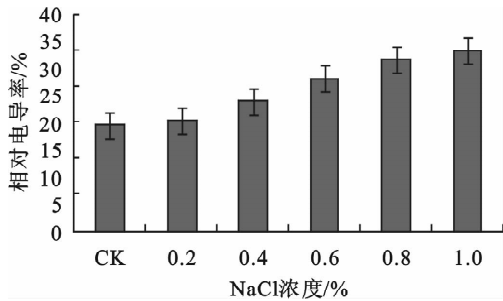


图2 不同NaCl浓度对叶片相对电导率的影响

Fig. 2 Effects of salt concentration on relative electric conductivity of leaves

### 2.3 盐分胁迫对叶片SOD活性的影响

SOD作为主要的抗氧化酶之一,在保护细胞膜免受氧化伤害中具有特殊重要的意义,其活性的高低与植物的抗逆性大小有一定的相关性<sup>[13]</sup>。由图3可看出,SOD活性随盐浓度的增加呈先上升后下降

的变化趋势。在盐浓度 0.2%处,SOD 活性达到最大值 312.53  $\text{u} \cdot \text{g}^{-1}$ ,为对照的 2.92 倍,说明叶片中 SOD 活性对盐胁迫较为敏感,一经胁迫其活性大大提高,是一种保护性应激反应;当盐浓度大于 0.2%时,超过了其自身的忍受限度,导致 SOD 活性略有下降,但总体的 SOD 活性均高于对照,这表明在盐分胁迫过程中 SOD 保持着较高的活性,能及时清除体内过多的活性氧自由基来提高自身适应逆境的能力。方差分析表明,不同盐浓度对 SOD 活性的影响达极显著水平( $p<0.01$ )。

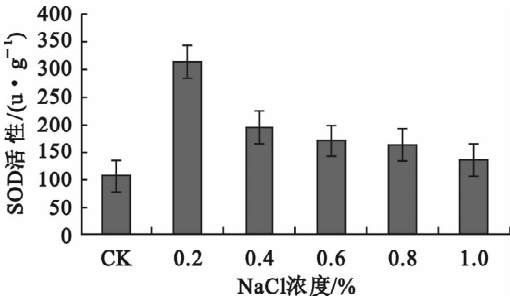


图 3 不同 NaCl 浓度对叶片 SOD 活性的影响  
Fig. 3 Effects of salt concentration on leaf SOD activity

2.4 盐分胁迫对叶片脯氨酸含量的影响

脯氨酸是渗透胁迫下易于积累的一种氨基酸,不仅具有渗透调节的功能,还具有稳定细胞蛋白质结构、防止酶变性失活和保持氮含量等的作用<sup>[14]</sup>。由图 4 可看出,不同盐浓度对叶片脯氨酸含量有较大影响。当盐浓度 0.2%~0.4%时,脯氨酸含量与对照相比显著下降,在 0.4%处最小(365.74  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ),为对照的 65.02%;但当盐浓度 0.6%~1.0%时,脯氨酸含量略有上升的趋势,分别为对照的 73.25%、80.25%、84.11%,可见一定浓度的盐胁迫可以诱导脯氨酸含量的增加,对于高盐渍胁迫具有一定的抗性。方差分析表明,不同盐浓度对脯氨酸含量的影响达极显著水平( $p<0.01$ )。

2.5 盐分胁迫对叶片叶绿素含量的影响

叶绿素含量在一定程度上能反映植物同化物质的能力<sup>[15]</sup>。由图 5 可看出,叶绿素含量随着盐浓度的增加而呈下降的变化趋势。当盐浓度为 0.2%时,叶片的叶绿素含量与对照的无显著差异( $p>0.05$ ),说明叶绿素对低盐浓度有一定的适应性;之后,叶绿素含量不断下降,在 1.0%浓度处,叶绿素含量最低,为 0.17  $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ,是对照的 50%,这可能是细胞内的叶绿素酶活性随盐浓度的增大而增强,促使叶绿素分解,或者细胞内积累了过多的氧自由基,破坏了叶绿体膜结构,加速叶绿素的分解<sup>[16]</sup>。方差分析表明,随着盐浓度的增加,叶绿素含量之间的差异达极显著水平( $p<0.01$ )。

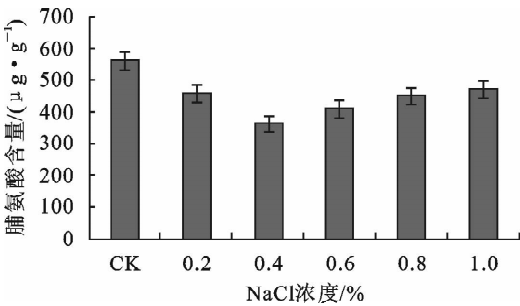


图 4 不同 NaCl 浓度对叶片脯氨酸含量的影响  
Fig. 4 Effects of salt concentration on the content of proline in the leaf

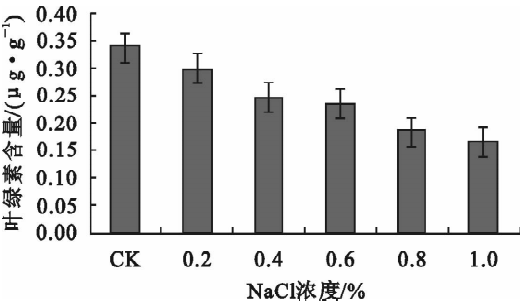


图 5 不同 NaCl 浓度对叶片叶绿素含量的影响  
Fig. 5 Effects of salt concentration on the content of chlorophyll in the leaf

2.6 盐分胁迫对叶片生长及生理指标变化的相关性分析

盐分胁迫下,植物的生理代谢受到干扰而发生紊乱,个体形态发育会受到抑制。分析盐胁迫下生长及生理指标变化的相关性,有助于发现它们之间抗盐性的密切程度。由表 1 可知,NaCl 浓度与苗高增量、叶绿素含量呈极显著负相关,与相对电导率呈极显著正相关,但与 SOD 活性和脯氨酸含量的关系不显著;苗高增量与相对电导率呈极显著负相关,与叶绿素含量呈极显著正相关;相对电导率与与叶绿素含量呈极显著负相关。因此可以通过测定苗高增量、相对电导率或叶绿素含量来反映出与盐分浓度的紧密关系。

3 结论与讨论

试验结果表明,在盐浓度 0.2%胁迫下,观光木的苗高增量与对照无显著差异,但在盐浓度 0.4%~1.0%下,苗高增量显著下降,与对照相比,达到了极显著的差异水平。说明观光木只能忍受轻度盐胁迫,这与对落羽杉<sup>[11]</sup>、巨尾桉<sup>[17]</sup>等的研究结果相一致。叶绿素是类囊体膜上色素蛋白复合体的重要组成。盐分胁迫下,观光木的叶绿素含量随盐浓度的增加而显著下降,从而影响色素蛋白复合体的功能,降低叶绿体对光能的吸收,使其光合作用速率下降,减少了同化物与能量的供应,而可能呼吸作用加强,

表 1 不同 NaCl 浓度处理下观光木生长及叶片生理指标变化的相关性分析						
Table 1 Analysis of correlation about the changes of growth and physiological indexes of the leaf of <i>T. odorum</i> dealed with different NaCl concentrations						
指标	NaCl 浓度	苗高增量	相对电导率	SOD 活性	脯氨酸含量	叶绿素含量
NaCl 浓度	1.000					
苗高增量	-0.973**	1.000				
相对电导率	0.987**	-0.960**	1.000			
SOD 活性	-0.240	0.229	-0.352	1.000		
脯氨酸含量	-0.347	0.196	-0.277	-0.376	1.000	
叶绿素含量	-0.989**	0.964**	-0.969**	0.199	0.431	1.000

注: \*\* 表示极显著相关。

消耗大量有机物,进而使苗高增量受到明显抑制。这表明观光木苗高增量随盐浓度的增加而降低,与体内叶绿素含量的变化是相一致的。这与对小麦<sup>[16]</sup>的研究结果一致。相关分析也表明,苗高增量与叶绿素含量的相关系数为 0.964,说明它们之间具有密切的联系。

当盐浓度为 0.2%时,相对电导率缓慢上升,而 SOD 活性达最大值,说明观光木自身的防御系统在盐胁迫下能迅速响应,并且在短时间内可以得到修复,表现出一定的抗盐性;当盐浓度大于0.2%时,胁迫程度不断加剧,活性氧的积累水平已超出了观光木本身所能调控的阈值范围,导致 SOD 活性下降,使体内过多的活性氧自由基无法清除,而相对电导率显著增大。这与对柞柳<sup>[13]</sup>的研究结果相类似。但相关分析表明,盐浓度与相对电导率呈极显著正相关,而与 SOD 活性的相关性不显著,这表明或许还有更重要的酶或渗透调节物质在发挥积极的保护膜系统的作用。

许多研究表明,植物体内的脯氨酸含量随盐胁迫程度的加剧而逐渐增加<sup>[18]</sup>,它既可能是适应性的意义,又可能是细胞结构和功能受损伤的表现<sup>[19]</sup>,也有研究认为,脯氨酸含量随盐浓度的增加而减少或者变化无明显规律<sup>[17-20]</sup>,因此盐胁迫下脯氨酸的作用及其能否作为植物抗逆性指标的问题,目前还未有一致的意见。本研究结果表明,随着盐胁迫浓度的增加,脯氨酸含量呈先下降后缓慢上升的趋势,但相对于对照,总体含量是下降的,可能的原因是在盐胁迫下固氮酶活性降低,引起体内氮源缺乏,而同时又要合成新的水胁迫蛋白和盐胁迫蛋白<sup>[21]</sup>,从而引起脯氨酸含量的降低。相关分析也表明,脯氨酸含量与盐浓度的相关性不显著,因而目前只能将其作为一种辅助性的参考指标。总之,观光木幼苗对盐分胁迫具有一定的抗性,但是不同植物、甚至同一种植物在不同的生长发育阶段对盐分胁迫的响应机理及抗盐能力也有所差别,因此对观光木在不同生长发育阶段的抗盐性还有待于进一步的研究。

参考文献:

[1] 缪林海. 观光木高龄植株扦插繁殖技术的初步研究[J]. 福建林业科技,2002,29(1):47-49.  
MIAO L H. The preliminary study on the cutting propagation techniques of *Tsoongiodendron odorum* old plants [J]. Jour. of Fujian Forestry Sci. and Tech., 2002, 29(1):47-49. (in Chinese)

[2] 守朝框,徐荣章,张清华. 中国珍稀濒危保护植物[M]. 北京:中国林业出版社,1989:175-177.

[3] 曾洪学,王俊. 盐害生理与植物抗盐性[J]. 生物学通报,2005,40(9):1-3.

[4] 方小平,李昌艳,胡光平. 贵州 4 种木兰科植物幼苗的抗寒性研究[J]. 林业科学研究,2010,23(6):862-865.  
FANG X P, LI C Y, HU G P. Studies on the cold resistance of four Magnoliaceae species in Guizhou Province[J]. Forest Research, 2010, 23(6):862-865. (in Chinese)

[5] 李刚,姜卫兵,翁忙玲,等. 木兰科 6 种常绿树幼苗抗寒性的初步研究[J]. 园艺学报,2007,34 (3):783-786.  
LI G, JIANG W B, WENG M L, *et al.* A preliminary study on cold resistance of six Magnoliaceae species seedlings[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2007, 34 (3):783-786. (in Chinese)

[6] 何开跃,李晓储,黄利斌,等. 干旱胁迫对木兰科 5 树种生理生化指标的影响[J]. 植物资源与环境学报,2004,13(4):20-23.  
HE K Y, LI X C, HUANG L B, *et al.* Effects of drought stress on physiological and biochemical indices in five tree species of Magnoliaceae[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2004, 13(4):20-23. (in Chinese)

[7] 温达志,陆耀东,旷远文,等. 39 种木本植物对大气污染的生理生态反应与敏感性[J]. 热带亚热带植物学报,2003,11(4):341-347.  
WEN D Z, LU Y D, KUANG Y W, *et al.* Ecophysiological responses and sensitivity of 39 woody species exposed to air pollution[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2003, 11(4):341-347. (in Chinese)

[8] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2001:159-160.

[9] 陈建勋,王晓峰. 植物生理学实验指导[M]. 广州:华南理工大学出版社,2006:66-69.

[10] 杨敏文. 快速测定植物叶片叶绿素含量方法的探讨[J]. 光谱实验室,2002,19(4):478-481.  
YANG M W. Study on rapid determination of chlorophyll content of leaves[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2002, 19(4):478-481. (in Chinese)