

## NaCl 胁迫对色木槭和流苏膜脂过氧化及抗氧化酶活性的影响

冯 蕾<sup>1,2</sup>, 白志英<sup>3\*</sup>, 路丙社<sup>1</sup>, 蔡胜文<sup>1</sup>, 冯丽娜<sup>1</sup>

(1. 河北农业大学 园林与旅游学院, 河北 保定 071000; 2. 衡水学院, 生命科学系, 河北 衡水 053000;  
3. 河北农业大学 生命科学学院, 河北 保定 071000)

**摘 要:** 试验以色木槭和流苏的 2 a 生实生苗为试材, 通过分析不同浓度的盐处理(0、50、100、150 mmol/L)对色木槭和流苏叶片质膜透性、丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性的影响, 比较二者的耐盐性。结果表明, 随盐处理浓度的升高, 叶片质膜透性、MDA 含量呈上升趋势, 其中流苏的膜透性和 MDA 含量升高幅度较大, 受盐害较重。同时, 随 NaCl 浓度的升高, SOD 活性呈上升趋势, POD 活性先上升后下降, 升高幅度色木槭均高于流苏。由此得出, 色木槭具有较强的耐盐性, 流苏耐盐性较弱, 这与色木槭具有较强的抗氧化酶活性有关。

**关键词:** 盐胁迫; 色木槭; 流苏; 膜脂过氧化; 抗氧化酶活性

**中图分类号:** S718.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-7461(2008)04-0005-03

### Effect of Salt Stress on Membrane-lipid Peroxidation and Resistant-oxidation Enzyme Activities of *Acer mono* and *Chionanthus retusus*

FENG Lei<sup>1,2</sup>, BAI Zhi-ying<sup>3\*</sup>, LU Bing-she<sup>1</sup>, CAI Sheng-wen<sup>1</sup>, FENG Li-na<sup>1</sup>

(1. College of Landscape and Tourism, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China;  
2. Department of Life Sciences, Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000, China;  
3. College of Life Sciences, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071000, China)

**Abstract:** Experiment was conducted with the seedlings of one-year-old *Acer mono* and *Chionanthus retusus* for studying the effects of different salt stresses on membrane-lipid peroxidation, and resistant-oxidation enzyme activities and comparing the salt-resistance abilities between there two plants. The results showed that the MDA content and electrolyte leakage in both plants increased with the increase of NaCl stress. The membrane permeability and MDA content in *C. retusus* increased more quickly than *A. mono* and thus experienced greater damage at higher NaCl concentrations. The activities of SOD showed an increasing trend at the increase of salt contents in treatments, while the activities of POD increased at first and then decreased later. These results indicated that the *A. mono* has greater salt tolerance than the *C. retusus* contributed to the stronger resistant-oxidation enzyme activities in *A. mono*.

**Key words:** salt stress; *Acer mono*; *Chionanthus retusus*; lipid peroxidation; activity of cell defense enzymes

我国现有盐渍土  $3.47 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 相当于耕地面积的 1/3。土壤盐碱化造成植被覆盖率低、种类单一, 生态系统脆弱, 严重制约着盐碱地区的可持续发展。引种和种植适宜盐碱地区生长的园林植物, 是盐碱地区绿化美化, 改善其生态环境的有效措施。因此, 发掘和研究具有抗盐性的园林植物, 对于盐碱地区的城市绿化及生态环境改善具有重要的意义。

盐胁迫可使植物体内自由基积累量上升, 产生活性氧(ROS)。ROS 具有未成对电子, 化学性质极活泼, 可与植物叶片中几乎全部生物大分子进行反应, 破坏其活性构象, 影响细胞正常代谢, 导致产物丙二醛(MDA)含量增加, 膜结构破坏、透性增加<sup>[1-2]</sup>。但细胞中存在一系列的保护酶, 如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)等, 可在盐胁迫

收稿日期: 2007-09-25 修回日期: 2007-12-24

作者简介: 冯蕾, 女, 在读硕士研究生, 讲师, 从事园林植物资源评价与利用研究。

通讯作者: 白志英。

时增强活性,加快对活性氧的清除,具有维持活性氧代谢平衡,保护膜结构的功能,因此研究植物酶活性与抗盐性之间的关系尤为必要<sup>[3-5]</sup>。流苏(*Chionanthus retusus* L.)和色木槭(*Acer mono* Maxim)是极具应用前景的园林树种,但对于其耐盐性的研究尚少见报道。本研究通过色木槭和流苏在不同浓度的 NaCl 胁迫下膜脂过氧化及抗氧化酶活性的变化,对其耐盐力进行分析比较,为盐碱地区的园林绿化提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验在河北农业大学苗圃进行,选用 2 a 生实生苗作为供试材料,于 2006 年 3 月定植于直径 25 cm 深 30 cm 的花盆中,底部垫有托盘,每盆种植一株,5 次重复。盆土配比为园土:砂=3:1,每盆装土 6 kg。

### 1.2 盐处理

7 月 2 日选择长势一致,生长健壮,无病虫害的植株进行盐处理,设 5 个 NaCl 浓度,分别是 0(ck)、50、100、150 mmol/L,每处理 3 个重复。加盐前控制盆水几天以利于盐分在干燥土壤中迅速扩散,分别将不同浓度的 NaCl 溶液一次性均匀浇入盆中。处理期间根据盆土湿度,适当浇水以保持土壤水势的稳定,若有雨则棚顶盖膜以防盐分流失。NaCl 胁迫 15 d 后取成熟的第 1、2 位叶片进行测定。

### 1.3 测定方法

**酶液制备** 取 0.5 g 叶片于预冷的研钵中,加入 5 mL 预冷的 0.05 mmol/L PBS(pH=7.8)冰浴研磨,用 Sigma D-37520 高速冷冻离心机在 4℃ 下 10 000 r/min 离心 20 min,取上清液,4℃ 下保存,用于 SOD 和 POD 的活性以及 MDA 含量的测定。

**膜透性用 DDS-IIA 型电导仪按电导法测定。** MDA 含量的测定用硫代巴比妥酸法, SOD 活性采用 NBT 显色法测定<sup>[6]</sup>, POD 活性采用愈创木酚法测定<sup>[7]</sup>。

试验数据的处理和相关分析用 SPSS13.0 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 NaCl 胁迫对膜脂过氧化作用和膜透性的影响

由图 1 可看出,50 mmol 盐胁迫下,色木槭与流苏的 MDA 含量与对照相比没有显著差异( $p > 0.05$ )。100 mmol 盐胁迫下,色木槭 MDA 含量与对照相比差异显著( $p < 0.05$ ),而流苏在相同盐胁迫

下 MDA 含量与对照相比差异极显著( $p < 0.01$ )。以上结果表明,50 mmol 的盐处理对色木槭与流苏的膜脂过氧化作用没有显著影响,而在 100 mmol 盐胁迫下,流苏的 MDA 含量升高幅度高于色木槭,产生了较严重的膜脂过氧化作用。由图 2 可以看出,盐胁迫导致色木槭、流苏叶片中细胞膜透性增大,随着盐处理浓度的提高,色木槭的细胞膜透性增加不明显,仅在 150 mmol 盐胁迫下与对照相比有显著提高( $p < 0.05$ )。流苏的细胞膜透性与对照相比在 100 mmol 盐胁迫下显著提高( $p < 0.05$ ),在 150 mmol 盐胁迫下极显著提高( $p < 0.01$ )。

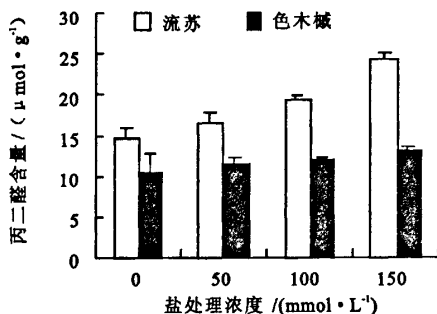


图 1 盐胁迫对色木槭和流苏 MDA 含量的影响

Fig. 1 Effect of salt stress on MDA content in the *A. mono* and *C. retusus*

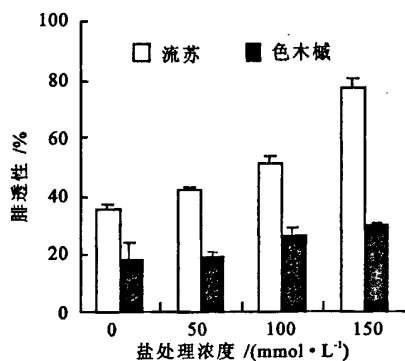


图 2 盐胁迫对色木槭和流苏细胞膜透性的影响

Fig. 2 Effect of salt stress on cell membrane penetrability in the *A. mono* and *C. retusus*

### 2.2 NaCl 胁迫对膜保护酶系统的影响

随着盐处理浓度的提高,流苏、色木槭的 SOD 保护酶活性逐渐升高,在 100 mmol 盐胁迫下,色木槭的 SOD 保护酶活性比对照增加 14.56%,而流苏仅比对照增加 4.79%;POD 的活性呈先升高后降低的趋势,在 100 mmol 时达最大值,色木槭比对照增加 88%,而流苏仅比对照增加 9%。说明在盐胁迫下,二者均可以通过提高体内保护酶活性来维持活性氧代谢平衡,保持膜系统的稳定,但色木槭的酶活性升高幅度明显高于流苏。同时,由图 3 可看出,在

150 mmol 盐胁迫下,色木槭与流苏的 POD 活性均有所下降。说明盐胁迫强度超过了其自身的耐受程

度,植株的细胞膜结构和功能受到损害,细胞内自由基不能正常激活保护酶,致使保护酶活性下降。

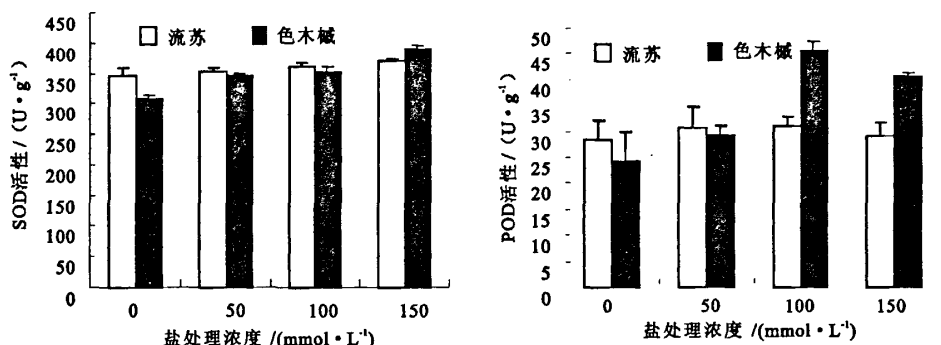


图3 盐胁迫对膜色木槭和流苏保护酶系统的影响

Fig. 3 Effects of salt stress on membrane protection enzymes activity in the leaves of the *A. mono* and *Chionanthus retusus*

### 3 结论与讨论

盐胁迫造成植物的脂质过氧化作用,MDA 是其最终产物之一,其含量的多少可反映细胞膜受损伤程度的大小。植物细胞膜透性大小随土壤盐度的变化而变化,盐胁迫下植物细胞的膜透性增加,耐盐性较强的植物细胞膜稳定性较强,膜透性增加较少,伤害率低;耐盐性弱的植物则相反<sup>[8]</sup>。本试验结果表明在 100 mmol/L 盐胁迫下,色木槭和流苏的 MDA 含量均显著升高,但升高幅度流苏明显大于色木槭。相同盐胁迫下,色木槭的细胞膜透性没有显著变化,而流苏的细胞膜透性显著提高。由于色木槭随 NaCl 浓度的升高 MDA 含量及膜透性升高幅度较小,脂质过氧化程度相对较小,具有较强的耐盐力,而流苏的耐盐性较弱。

在正常条件下,活性氧的产生和消除处于动态平衡,当植物受到干旱、盐渍和低温胁迫时,活性氧的代谢平衡被破坏,活性氧积累,从而加快膜脂过氧化进程,使膜系统完整性降低,电解质及小分子有机物外渗,细胞物质交换平衡受到破坏,导致一系列生理生化代谢紊乱<sup>[9-10]</sup>。SOD、POD 等抗氧化系统是植物体内活性氧的清除剂,SOD 主要催化  $O_2^{\cdot-}$  发生歧化反应生成  $O_2$  和  $H_2O_2$ ,而 POD 是清除  $H_2O_2$  的关键酶,二者在维持细胞内活性氧代谢方面具有重要作用<sup>[11-14]</sup>。本试验表明,色木槭和流苏体内 SOD、POD 酶活性均随盐浓度的升高而增强,在 50 mmol/L 盐胁迫下,MDA 含量和细胞膜透性没有明显升高说明保护酶有效的清除了植株体内的活性氧,对膜系统起到了保护作用。在 100 mmol/L 盐胁迫下,色木槭和流苏体内 SOD 酶活性随盐浓度的升高增加不明显,而 MDA 含量显著升高,说明此时活性氧的过量生成超过了防御系统的清除能力,部

分来不及清除的活性氧逐渐积累,引起膜脂过氧化加剧,从而导致细胞膜系统的损伤。100 mmol/L 盐胁迫下,由于色木槭的保护酶活性增加幅度明显高于流苏,色木槭的 SOD 酶活性比对照增加 14.56%,而流苏仅比对照增加 4.79%;POD 活性色木槭比对照增加 88%,而流苏仅比对照增加 9%。因此造成流苏的 MDA 含量和细胞膜透性的升高幅度高于色木槭。

本项研究表明,随着盐胁迫浓度的增加,色木槭和流苏的细胞膜透性与 MDA 含量呈升高趋势,但升高幅度流苏大于色木槭,说明流苏细胞膜系统所受伤害较重。因此,与流苏相比色木槭的耐盐性较强,这与色木槭的保护酶活性较强有关。

#### 参考文献:

- [1] 王瑞刚,陈少良,刘力源,等.盐胁迫下 3 种杨树的抗氧化能力与耐盐性研究[J].北京林业大学学报,2005,27(3):46-51.
- [2] 马丽清,韩振海,周二峰,等.盐胁迫对珠美海棠和山定子膜保护酶系统的影响[J].果树学报,2006,23(4):495-499.
- [3] 克热木·伊力,袁琳,齐曼·尤努斯.盐胁迫对阿月浑子 SOD, CAT,POD 活性的影响[J].新疆农业科学,2004,41(3):129-134.
- [4] Lin Shanzhi, Lin Yuanzhen, Zhang Zhiyi, et al. Response of antioxidant defense system in *Populus tomentosa* cuttings subjected to salt stress[J]. Forestry Studies in China, 2002, 4(2): 16-20.
- [5] SONG Fu-nan, YANG Chuan-ping, LIU Xue-mei, et al. Effect of salt stress on activity of superoxide dismutase (SOD) in *Ulmus pumila* L. [J]. Journal of Forestry Research, 2006, 17(1): 13-16.
- [6] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000: 163-166.
- [7] 李合生,孙群.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000:164-169.
- [8] 王忠.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2000:422-439.

(下转第 13 页)

- [20] 张明生,杜建厂,谢波.水分胁迫下甘薯叶片渗透调节物质含量与品种抗旱性的关系[J].南京农业大学学报,2004,27(4):123-125.
- [21] 程水源,王燕,李俊凯,等.银杏类黄酮合成代谢与叶中有关成份关系的研究[J].华中农业大学学报,2001,20(5):474-477.
- [22] 龚明.抗旱性鉴别方法与指标及其综合评价[J].云南农业大学学报,1989,4(1):73-81.
- [23] 董合忠,李维江,唐薇,等.干旱和淹水对棉苗某些生理特征的影响[J].西北植物学报,2003,23(10):1695-1699.
- [24] 姚磊,杨阿明.不同水分胁迫对番茄生长的影响[J].华北农学报,1997,12(2):102-106.
- [25] 刘任涛,毕润成一,任佳.翅果油树幼苗抗旱性[J].生态学杂志,2006,25(12):1528-1531.
- [26] 黄建昌.草莓对干旱的生理反应[J].果树科学,1994,11(2):114-116.
- [27] 呼天明,胡晓艳,李红星.氮磷对马蹄金抗旱性的影响[J].草地学报,2005,13(1):313-319.
- [28] 张明生,谢波,谈锋,等.甘薯可溶性蛋白,叶绿素及ATP含量变化与品种抗旱性关系的研究[J].中国农业科学,2003,36(1):213-216.
- [29] 李林锋,刘新田.干旱胁迫对桉树幼苗的生长和某些生理生态特性的影响[J].西北林学院学报,2003,19(1):14-17.
- [30] 高占旺,庞万福,宋伯符.水分胁迫对马铃薯的生理反应[J].马铃薯杂志,1995,9(1):1-6.
- [31] 冯玉龙,王文章,敖红.落叶松和樟子松等五种树种抗旱性的比较[J].东北林业大学学报,1998,26(6):16-20.
- [32] 王金锡,许金铎.长江上游高山高原林区迹地生态与营林更新技术[M].北京:中国林业出版社,1995.
- [33] 孔艳菊,孙明高,胡学俭,等.干旱胁迫对黄杨幼苗几个生理指标的影响[J].中南林学院学报,2006,26(4):42-46.
- [34] 姜卫兵,高光林,俞开锦,等.水分胁迫对果树光合作用及同化代谢的影响研究进展[J].果树学报,2002,19(6):416-420.
- [35] 时连辉,牟志美,姚健.不同桑树品种在土壤水分胁迫下膜伤害和保护酶活性变化[J].蚕业科学,2005,31(1):13-17.
- [36] 段云青,王艳,雷焕贵.镉胁迫对小白菜 POD、PPO 和 SOD 活性的影响[J].河南农业科学,2006(7):88-90.
- [37] 刘建新,赵国林.干旱胁迫下骆驼蓬抗氧化酶活性与渗透调节物质的变化[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):127-131.
- [38] 陈京.抗旱性不同的甘薯品种对渗透胁迫的生理响应[J].作物学报,1999,25(2):232-236.
- [39] 冀宪领,盖英萍,牟志美,等.干旱胁迫对桑树生理生化特性的影响[J].蚕业科学,2004,30(2):117-122.
- [40] Jiang X C, Pan X L, Guo X H. Influence of osmotic stress and exogenous ABA on several physiological characters of the seedlings of Hammdendron(Mey.) Bge[J]. Journal of Capital Normal University(Natural Science Edition), 2001,23(3):65-69.
- [41] Bouchereau A, Aziz A, Larher F, et al. Polyamines and environmental challenges recent development [J]. Plant Science, 1999,140(2):103-125.
- [42] Hao M F, Ge C, Zhai Z Z. Study on the determination of salt tolerance index of main afforestation tree species and their ordination in arid area with secondary Stalinization[J]. Forest Research, 1997,10(2):194-198.

(上接第7页)

- [9] Ahmed S, Nawata E, Hosokawa M, et al. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mung-bean subjected to waterlogging[J]. Plant Science, 2002, 163: 117-123.
- [10] SONG Fu-nan, YANG Chuan-ping, LIU Xue-mei, et al. Effect of salt stress on activity of superoxide dismutase (SOD) in *Ulmus pumila* L. [J]. Journal of Forestry Research, 2006, 17(1):13-16.
- [11] 肖祥希,杨宗武,肖晖,等.铝胁迫对龙眼叶片活性氧代谢及膜系统的影响[J].林业科学,2003,39(1):53-57.
- [12] 袁琳,克热木·伊力,张利权. NaCl 胁迫对阿月浑子实生苗活性氧代谢与细胞膜稳定性的影响[J].植物生态学报,2005,29(6):985-991.
- [13] 廖岩,彭友贵,陈桂珠.植物耐盐性机理研究进展[J].生态学报,2007,27(5):2077-2084.
- [14] 许兴,毛桂莲,李树华, NaCl 胁迫和外源 ABA 对枸杞愈伤组织膜脂过氧化及抗氧化酶活性的影响[J].西北植物学报,2003,23(5):745-749.

# NaCl胁迫对色木槭和流苏膜脂过氧化及抗氧化酶活性的影响

作者: 冯蕾, 白志英, 路丙社, 蔡胜文, 冯丽娜

作者单位: 冯蕾(河北农业大学, 园林与旅游学院, 河北, 保定, 071000; 衡水学院, 生命科学系, 河北, 衡水, 053000), 白志英(河北农业大学, 生命科学学院, 河北, 保定, 071000), 路丙社, 蔡胜文(河北农业大学, 园林与旅游学院, 河北, 保定, 071000t), 冯丽娜(河北农业大学, 园林与旅游学院, 河北, 保定, 071000)

刊名: 西北林学院学报 

英文刊名: JOURNAL OF NORTHWEST FORESTRY UNIVERSITY

年, 卷(期): 2008, 23(4)

引用次数: 0次

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xblxyxb200804002.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_xblxyxb200804002.aspx)

下载时间: 2009年9月24日