

## NaCl 胁迫对美国白蜡幼苗部分生理指标的影响

于金平<sup>1</sup>, 俞珊<sup>2</sup>, 梁有旺<sup>2</sup>, 倪学军<sup>3</sup>, 任全进<sup>1,①</sup>

[1. 江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014;

2. 南京林业大学森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 3. 盐城市园林管理局, 江苏 盐城 224002]

**Effect of NaCl stress on some physiological indexes of *Fraxinus americana* seedling** YU Jinping<sup>1</sup>, YU Shan<sup>2</sup>, LIANG Youwang<sup>2</sup>, NI Xuejun<sup>3</sup>, REN Quanjin<sup>1,①</sup> (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 3. Gardens Bureau in Yancheng City, Yancheng 224002, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2014, 23(1): 110-112

**Abstract:** Effect of 0 (CK), 1, 3, 5 and 7 g · L<sup>-1</sup> NaCl stress on relative conductivity and contents of MDA, proline, soluble protein and soluble sugar in leaf of *Fraxinus americana* Linn. seedling was studied by nutrient solution culture method. Results show that with rising of NaCl mass concentration, relative conductivity and contents of MDA and proline in leaf all are gradually increasing and are higher than those of the control; soluble protein content appears a fluctuation trend with lower content under 7 g · L<sup>-1</sup> NaCl stress than that of the control; soluble sugar content generally appears a changing trend of first increasing and then decreasing, and is higher than that of the control. It is suggested that *F. americana* has a stronger tolerance to NaCl stress.

**关键词:** NaCl 胁迫; 美国白蜡; 相对电导率; MDA 含量; 渗透调节物质

**Key words:** NaCl stress; *Fraxinus americana* Linn.; relative conductivity; MDA content; osmotic regulation substance

中图分类号: Q945.78; S792.41 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2014)01-0110-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2014.01.18

美国白蜡 (*Fraxinus americana* Linn.) 为木犀科 (Oleaceae) 白蜡树属 (*Fraxinus* Linn.) 落叶乔木, 原产加拿大南部和美国, 其干形通直、树形美观, 是水土保持和庭院绿化的优良树种<sup>[1]</sup>, 具有较为突出的耐干旱和耐盐碱能力<sup>[2]</sup>。目前对美国白蜡耐盐能力的研究主要集中于引种试验和树种对比方面<sup>[2-4]</sup>。郝明灼等<sup>[5]</sup>的研究结果显示: 在 NaCl 胁迫条件下美国白蜡叶肉细胞超微结构无明显损伤, 显示出较强的耐盐能力。为进一步探讨美国白蜡耐盐的生理机制, 作者以美国白蜡当年生实生苗为研究对象, 分析不同水平 NaCl 胁迫条件下其叶片细胞膜透性以及丙二醛、脯氨酸、可溶性蛋白质和可溶性糖含量的变化, 以为美国白蜡的推广种植提供参考依据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

供试材料为美国白蜡当年生实生苗。2011 年 2 月底将浸种催芽后的美国白蜡种子播于营养钵内, 播种基质为 V(草炭土):V(珍珠岩):V(蛭石) = 5:3:2, 按照正常育苗技术管理。

#### 1.2 方法

1.2.1 NaCl 胁迫处理方法 于 2011 年 6 月下旬挖取生长一致的健壮幼苗, 洗净根部基质后移栽至装满 1/2 Hoagland 营养液的 40 L 塑料箱中水培, 用厚约 3 cm 的打孔泡沫板固定幼苗, 每箱为 1 个处理, 每处理栽植 32 株幼苗。

适应培养 10 d 后用 NaCl 处理液进行胁迫处理。用 1/2 Hoagland 营养液配制质量浓度为 0 (CK)、1、3、5 和 7 g · L<sup>-1</sup> NaCl 处理液。胁迫处理期间, 每天早晚对培养液充气 30 min, 每周更换处理液 1 次。胁迫处理在南京林业大学温室内进行, 温度(30±3) °C、空气相对湿度(75±10)%。胁迫处理时间为 14 d, 处理结束后从每株植株的中上部采集叶位一致的功能叶 3~4 片, 各处理叶片分别混合后置于 -80 °C 冰箱内, 供试。

1.2.2 生理指标测定方法 参照文献[6], 采用 DDS-307 型电导仪测定细胞膜透性, 以相对电导率表示; 参照文献[7], 采用硫代巴比妥酸法测定丙二醛(MDA)含量, 采用茚三酮比色法测定脯氨酸含量, 采用蒽酮比色法测定可溶性糖含量, 采用考马斯亮蓝 G-250 法测定可溶性蛋白质含量。各指标均重复测定 3 次。

收稿日期: 2013-09-22

基金项目: 江苏省苏北科技发展规划资助项目(SDN201210151)

作者简介: 于金平(1971—), 女, 黑龙江肇东人, 硕士, 高级实验师, 主要从事药赏两用植物资源及其开发利用方面的研究。

①通信作者 E-mail: renquanjin@aliyun.com

### 1.3 数据处理

用 EXCEL 2003 数据分析软件和 DPS 7.05 统计分析软件对实验数据进行计算和分析,采用 Duncan 法进行多重比较。

## 2 结果和分析

经不同水平 NaCl 胁迫处理后美国白蜡当年生幼苗叶片的相对电导率及 MDA、脯氨酸、可溶性蛋白质和可溶性糖含量见表 1。结果表明:随 NaCl 质量浓度的提高,叶片的相对电导

率、MDA 含量及脯氨酸含量均呈逐渐增加的趋势,而可溶性蛋白质含量呈波动的变化趋势,可溶性糖含量呈先升高后下降的变化趋势。

在  $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下,美国白蜡幼苗叶片相对电导率高于对照组但无显著差异;在  $3, 5$  和  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下,叶片相对电导率均显著高于对照 ( $P < 0.05$ ),分别比对照增加  $12.8\%$ 、 $39.2\%$  和  $51.5\%$ 。可见,在轻度 ( $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) NaCl 胁迫条件下,美国白蜡叶片细胞膜就受到明显伤害,且随 NaCl 胁迫水平提高其受伤程度不断加重。

表 1 不同质量浓度 NaCl 胁迫对美国白蜡幼苗叶片部分生理指标的影响 ( $\bar{X} \pm SE$ )<sup>1)</sup>  
Table 1 Effect of NaCl stress with different concentrations on some physiological indexes in leaf of *Fraxinus americana* Linn. seedling ( $\bar{X} \pm SE$ )<sup>1)</sup>

NaCl 质量浓度/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ Conc. of NaCl	相对电导率/% Relative conductivity	MDA 含量/ $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ MDA content	脯氨酸含量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ Proline content	可溶性蛋白质含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Soluble protein content	可溶性糖含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Soluble sugar content
0 (CK)	29.28±1.12a	8.47±0.45a	13.91±0.22a	3.38±0.10ab	2.97±0.10a
1	32.04±1.34ab	8.59±0.47a	15.06±0.32ab	4.34±0.08b	4.18±0.08bc
3	33.06±1.75b	9.19±1.36a	16.10±0.23bc	3.64±0.29b	5.08±0.29c
5	40.79±2.27c	9.37±0.30a	17.36±0.23c	4.63±0.24c	4.86±0.24c
7	44.38±2.88d	10.91±0.83b	22.47±0.07d	3.19±0.31a	4.08±0.31b

<sup>1)</sup> 同列中不同的小写字母表示差异显著 ( $P < 0.05$ ) Different small letters in the same column indicate the significant difference ( $P < 0.05$ ).

各处理组美国白蜡幼苗叶片 MDA 含量均高于对照,其中,在  $1 \sim 5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下叶片 MDA 含量与对照差异不显著;而在  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下叶片 MDA 含量达到  $10.91 \mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ , 是对照的 1.29 倍,且与对照有显著差异 ( $P < 0.05$ )。

在  $1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下,美国白蜡幼苗叶片脯氨酸含量高于对照但无显著差异;而在  $3, 5$  和  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下脯氨酸含量均显著高于对照 ( $P < 0.05$ ),分别比对照增加  $15.8\%$ 、 $24.8\%$  和  $61.6\%$ 。可见,随 NaCl 胁迫水平的提高,美国白蜡幼苗叶片细胞通过脯氨酸积累调节细胞渗透性,以减轻 NaCl 胁迫的伤害。

在  $1, 3$  和  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下美国白蜡幼苗叶片可溶性蛋白质含量均高于对照,而在  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 条件下则低于对照;其中,  $5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫处理组的可溶性蛋白质含量与对照有显著差异 ( $P < 0.05$ ),而  $1, 3$  和  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 处理组的可溶性蛋白质含量与对照无显著差异。

各处理组美国白蜡幼苗叶片可溶性糖含量均高于对照且差异达显著水平 ( $P < 0.05$ ),其中,  $3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 处理组的叶片可溶性糖含量最高 ( $5.08 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ), 较对照增加  $70.8\%$ ;  $1, 5$  和  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 处理组的可溶性糖含量也分别较对照增加  $40.6\%$ 、 $63.5\%$  和  $37.0\%$ 。

## 3 讨论和结论

当植物受到盐胁迫时,体内活性氧含量提高,膜脂过氧化作用加剧,造成细胞膜系统损害,因此,可以用细胞膜透性和

MDA 含量衡量细胞膜受伤程度。本研究中,随 NaCl 质量浓度提高,美国白蜡幼苗叶片的相对电导率和 MDA 含量均有所增加,说明其细胞膜受到了一定损伤;但其相对电导率从  $29.28\%$  逐步增加至  $44.38\%$ , MDA 含量的增幅也不大且仅在  $7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  NaCl 胁迫条件下与对照差异显著,说明短时间高水平 NaCl 胁迫对美国白蜡幼苗叶片细胞膜损伤不明显,也说明美国白蜡对 NaCl 胁迫造成的过氧化伤害有一定的耐性。

渗透调节作用是植物适应环境的基础,多数植物具有调节细胞渗透势的能力;脯氨酸、可溶性蛋白质和可溶性糖是植物体内主要的渗透调节物质。一般认为,逆境条件下植物体内脯氨酸含量越高其抗逆能力越强<sup>[8]</sup>;而植物体内可溶性蛋白质含量的变化趋势则因植物种类的不同而各异<sup>[9-11]</sup>;可溶性糖作为渗透调节物质之一,在逆境下其含量增加有助于维持植物细胞渗透势平衡<sup>[12]</sup>。本研究中,美国白蜡幼苗叶片脯氨酸含量随 NaCl 质量浓度的提高呈现逐渐增加的趋势,表明随 NaCl 胁迫水平的提高,美国白蜡幼苗通过脯氨酸积累调节细胞渗透性以减轻 NaCl 胁迫的伤害,这与张明轩等<sup>[13]</sup>和李志萍等<sup>[14]</sup>的研究结果一致。随 NaCl 质量浓度的提高,美国白蜡叶片中可溶性蛋白质含量呈波动的变化趋势,且在高水平 NaCl 胁迫条件下低于对照,而郑世英等<sup>[15]</sup>也得出类似的研究结果,其原因可能是:在 NaCl 水平较低条件下,植物通过增加可溶性蛋白质维持细胞渗透势平衡,以提高其保水能力;但随 NaCl 浓度提高,蛋白质合成受阻导致可溶性蛋白质含量降低。另外,美国白蜡幼苗叶片中可溶性糖含量也随 NaCl 胁迫水平的提高呈先上升后下降的趋势,与胡晓立等<sup>[16]</sup>对紫叶李 [*Prunus cerasifera* var. *atropurpurea* (Jacq.) Rehd.] 和魏秀君

等<sup>[17]</sup>对紫穗槐(*Amorpha fruticosa* Linn.)的研究结果一致。可能是在NaCl水平较低条件下可溶性糖含量的增加有利于植物细胞维持渗透势平衡,但随胁迫程度的加重,植物光合作用受到抑制,导致碳水化合物合成减少,使可溶性糖含量降低。

综上所述,在NaCl胁迫条件下,美国白蜡幼苗叶片细胞膜透性增大,MDA含量增加,其细胞膜系统遭到一定程度破坏;但同时美国白蜡幼苗通过调节细胞内脯氨酸、可溶性蛋白质和可溶性糖水平以减轻NaCl胁迫的伤害,这也是美国白蜡对NaCl胁迫耐性较强的原因之一。

#### 参考文献:

- [1] 王丽,徐排胜,张承敏,等.美国白蜡、绒毛白蜡引种育苗试验初报[J].江苏林业科技,2006,33(6):26-27.
- [2] 闫晓玲,惠小燕,漫玲英,等.美国白蜡在黄土高原沟壑区的引种试验及栽培方式研究[J].中国水土保持,2006(10):27-30.
- [3] 杨静,陈金林,徐柏森,等.盐胁迫对美国白蜡和滨梅根系超微结构的影响[J].西南林学院学报,2009,29(5):23-27.
- [4] 倪穗,应震,李辛雷,等.3种引进的耐盐观赏树种耐盐能力比较[J].宁波大学学报:理工版,2011,24(1):10-13.
- [5] 郝明灼,马健,梁有旺,等.NaCl胁迫对5个引自北美的树种叶肉细胞超微结构的影响[J].植物资源与环境学报,2012,21(1):52-57.
- [6] 上海植物生理学会.植物生理学实验手册[M].上海:上海科学技术出版社,1985:67-70.
- [7] 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.

- [8] 刘祖祺,张石城.植物抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1993.
- [9] 张丽.3种白刺对盐胁迫的响应及耐盐机理研究[D].北京:中国林业科学研究院林木遗传育种国家重点实验室,2010.
- [10] 汪贵斌,曹福亮.盐胁迫对落叶羽生生理及生长的影响[J].南京林业大学学报:自然科学版,2003,27(3):11-14.
- [11] 孙方行,孙明高,夏阳,等.NaCl处理对海棠渗透调节的影响[J].西北林学院学报,2005,20(3):62-64.
- [12] 杨涓,许兴.盐胁迫下植物有机渗透调节物质积累的研究进展[J].宁夏农学院学报,2003,24(4):86-91.
- [13] 张明轩,黄苏珍,绳仁立,等.NaCl胁迫对马蔺生长及生理生化指标的影响[J].植物资源与环境学报,2011,20(1):46-52.
- [14] 李志萍,张文辉.NaCl胁迫对栓皮栎幼苗生长及其生理响应[J].西北植物学报,2013,33(8):1630-1637.
- [15] 郑世英,郑建峰,张秀玲,等.NaCl胁迫对野生及栽培大豆渗透调节物质含量的影响[J].大豆科学,2011,30(5):786-789.
- [16] 胡晓立,王中华,李彦慧,等.NaCl胁迫对紫叶李(*Prunus cerasifera* var. *atropurea*)叶片生理生化特性的影响[J].河北农业大学学报,2010,33(5):52-56.
- [17] 魏秀君,殷云龙,芦治国,等.NaCl胁迫对5种绿化植物幼苗生长和生理指标的影响及耐盐性综合评价[J].植物资源与环境学报,2011,20(2):35-42.

(责任编辑:惠红)

(上接第103页 Continued from page 103)

目前,在中药材的种植和生产中,植物生长调节剂和农药是否存在残留等问题受到人们的普遍关注,而多效唑和缩节胺在忍冬花蕾及根际土壤中的残留量和活动周期是否符合国家相关标准<sup>[13]</sup>,则需进一步的实验研究。

#### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:2010年版(一部)[M].北京:中国医药科技出版社,2010:205-206.
- [2] 张永清,程炳嵩,华作旺,等.赤霉素对忍冬植株生长发育的影响[J].特产研究,1993(4):23-24.
- [3] 张永清,程炳嵩,华作旺,等.金银花根外追肥初步试验[J].中草药,1989,20(5):33-35.
- [4] 徐迎春,周凌云,张佳宝.多效唑对忍冬生长发育及金银花质量的影响[J].基层中药杂志,2002,16(4):20-21.
- [5] 龚月桦,张晓丽,王俊儒,等.生长延缓剂对忍冬枝条生长和花蕾产量与品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2009,15(4):981-984.

- [6] 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.
- [7] 马全民,卢银仙.多效唑对抗白菊的生理效应及增产作用的研究[J].中药材,1991,14(8):5-7.
- [8] 杨丹.多效唑对苹果梨生长发育的影响[D].延吉:延边大学农学院,2008.
- [9] 贾洪涛,党金鼎,刘凤莲.植物生长延缓剂多效唑的生理作用机理及应用[J].安徽农业科学,2003,31(2):323-324.
- [10] 周运刚,王俊刚,马天文,等.不同DPC(缩节胺)处理对棉花生理生化特性的影响[J].新疆农业科学,2010,47(6):1142-1146.
- [11] 禚维言,张涛,黄永禄,等.缩节胺对花生生长发育的影响[J].广西农学报,2010,25(3):16-19.
- [12] 韩树,常蓬勃,张云,等.几种植物生长调节剂对金银花产量及品质的影响[J].安徽农业科学,2013,41(8):3469-3471.
- [13] 朱杰丽,杨柳,柴振林,等.国内外植物生长调节剂限量标准分析研究[J].生物灾害科学,2013,36(2):232-236.

(责任编辑:张明霞)