

# 盐胁迫对早开堇菜生长及生理指标的影响

骆建霞<sup>1</sup>, 孙延辉<sup>2</sup>, 周丽霞<sup>3</sup>, 张佳伟<sup>1</sup>, 焦永盛<sup>3</sup>, 翟志亭<sup>3</sup>

(1. 天津农学院 园艺系, 天津 300384; 2. 天津市瑞景园林建设发展有限公司, 天津 300131; 3. 天津市松江生态产业有限公司, 天津 300350)

**摘 要:**采用盆栽试验法,对早开堇菜进行不同浓度 NaCl 溶液盐胁迫处理,测定盐胁迫下早开堇菜的生长及叶片中丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性等指标,以探讨其耐盐能力。结果表明:随盐浓度和盐胁迫时间的增加叶片萎蔫程度、黄化程度加剧;叶片中 MDA 含量和 POD 活性基本呈上升趋势,其中 MDA 缓慢上升;POD 活性先缓慢上升、后大幅上升;SOD 活性呈现先上升后下降趋势。综合各观测指标认为,早开堇菜有较强的耐盐性,可在含盐量 4 mg/g 以下的土壤中正常生长。

**关键词:**早开堇菜;盐胁迫;MDA;POD;SOD

**中图分类号:**S 636.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)23-0015-03

早开堇菜(*Viola prionantha* Bunge)为堇菜科堇菜属多年生草本植物,广泛分布于我国东北、华北、西北等地,与紫花地丁(*Viola yedoensis* Makino)为近缘种。早开堇菜株高 10~15 cm;无地上茎,叶多数;花紫堇色或紫色;耐半阴、耐寒;返青早、花期早、株丛紧密、生长整齐,观赏性高、适应性强,近几年逐渐被人们认识而开发用作地被。天津地处渤海之滨,盐碱化土壤较多,早开堇菜在天津有野生分布,并表现出较好的景观效果。目前对早开堇菜开展研究的报导相对较少<sup>[1-5]</sup>,尚未见有对早开堇菜耐盐能力研究的文献报导。现对早开堇菜进行盐胁迫处理,通过测定盐胁迫后丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化以及盐胁迫后早开堇菜植株的外部形态表现,以了解早开堇菜的耐盐能力,为其在园林绿化中的应用以及制定栽培管理措施提供理论参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以早开堇菜 1 a 生苗(*Viola prionantha*)为试材。按园土:草炭:珍珠岩=3:1:1比例配制培养土。选择规格相同的塑料花盆(直径为 18 cm),装入等量培养土(1 200 g),将苗木移栽入盆中,待缓苗并生长一段时间后,选择生长发育基本一致的植株,用于对照和不同浓度盐胁迫处理。

第一作者简介:骆建霞(1957-),女,本科,教授,研究方向为果树及园林地被植物资源及适应性,现从事园艺专业教学及科研工作。

E-mail: tjluojianxia@126.com。

基金项目:天津农委成果转化资助项目(201002240)。

收稿日期:2011-09-08

### 1.2 试验方法

以培养土基础含盐量(1.271 mg/g)为对照,设置 5 个 NaCl 盐溶液浓度,分别为 3、4、5、6、7 mg/g。采用随机区组设计,每小区 2 盆,每盆 2 株,3 次重复,每处理 12 株。进行盐处理时,向每盆缓慢浇入等量不同浓度的 NaCl 溶液,CK 浇等量蒸馏水。每个盆下放置托盘,一旦有溶液流出,重新倒入盆内。盐处理后,进行正常的生长管理,并每日 3 次观察记录盐害出现的时间、部位及症状。分别在盐胁迫处理后 72、144、216 h 时取样进行各指标测定。取样时,取植株生长发育有代表性的叶片,并保证各处理取样一致性。

### 1.3 指标测定

硫代巴比妥酸(TBA)法测定叶片中丙二醛含量;NBT 法测定叶片中 SOD 活性、愈创木酚法测定叶片中 POD 活性<sup>[6]</sup>。采用邓肯氏新复极差法进行结果分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对早开堇菜生长的影响

由表 1 可知,试验期间,CK 植株外部形态正常;随盐浓度增加和盐胁迫时间延长,植株受害程度加深,3~4 mg/g 浓度下盐害程度较轻,5~7 mg/g 浓度下盐害程度较重,表现为叶片萎蔫程度和黄化程度逐渐加重。叶片出现盐害的时间也因盐浓度不同而异,7 mg/g 盐浓度处理 6 h 后,6 mg/g 处理 24 h 后,5 mg/g 处理 30 h 后,4 mg/g 处理 48 h 后,3 mg/g 处理 72 h 后开始出现盐害症状,盐浓度越高,出现盐害时间愈早。此外,在各盐胁迫时间下,不同盐浓度出现盐害症状的表现趋势一致。

### 2.2 盐胁迫对早开堇菜叶片中丙二醛(MDA)含量的影响

由表 2 可看出,72 h 后,各 NaCl 处理下 MDA 含量差异不显著,说明在短时间盐胁迫下,早开堇菜细胞膜尚未受到显著影响;胁迫 144 h 和 216 h 后,各 NaCl

浓度处理下的MDA含量表现趋势一致,0~4 mg/g浓度胁迫下,MDA含量无显著差异。而5~7 mg/g高盐浓度下MDA含量极显著高于0~4 mg/g的,且7 mg/g浓度下最高,说明高盐浓度下植物细胞膜受损严重。

表1 盐胁迫处理对早开堇菜外部形态的影响

Table 1 Effects of salt stress on morphologic features of serrate violet			
NaCl 浓度 Concentration of NaCl /mg · g <sup>-1</sup>	盐胁迫时间 Duration of salt stress/h		
	72	144	216
CK	正常	正常	正常
3	基本正常	叶片轻微萎蔫	萎蔫稍加重,少数叶缘发黄
4	叶片轻微萎蔫,叶缘少许发黄	萎蔫加重,叶缘枯黄	叶片枯黄,叶缘焦黄
5	叶片萎蔫,叶缘枯黄	叶片枯黄,叶缘焦黄	整株枯黄
6	整株萎蔫	整株黄化	整株枯黄,叶片焦黄
7	整株萎蔫,叶缘焦黄	整株枯黄	整株近枯死状

表2 盐胁迫对早开堇菜丙二醛含量的影响

Table 2 Effects of salt stress on MDA content in leaves of serrate violet μmol · g <sup>-1</sup> FW			
NaCl 浓度 Concentration of NaCl/mg · g <sup>-1</sup>	盐胁迫时间 Duration of salt stress/h		
	72	144	216
CK	0.0210 a	0.0227 cC	0.0243 dC
3	0.0191 a	0.0199 cC	0.0193 dC
4	0.0191 a	0.0182 cC	0.0258 dC
5	0.0162 a	0.0745 aA	0.0457 cB
6	0.0184 a	0.0350 bB	0.0676 bA
7	0.0150 a	0.0762 aA	0.0759 aA

注:各列数值后的不同大小写字母分别表示在P=0.05和P=0.01水平下差异显著,下同。

Note:Capital letter expresses P<0.01 level; Small letter expresses P<0.05 level;Significant differences treatments in the same column are indicated by different letters,the same below.

2.3 盐胁迫处理对早开堇菜过氧化物酶(POD)活性的影响

由表3可看出,POD活性随盐胁迫时间延长和盐浓度增加基本呈上升趋势。在72~144 h,各NaCl处理下的POD活性上升较缓慢,在144~216 h大幅上升;短时间内,随盐浓度增加,POD活性增加缓慢,而胁迫至216 h后,高盐浓度(5~7 mg/g)下的POD活性极显著高于低盐浓(0~4 mg/g)处理。

表3 盐胁迫对早开堇菜 POD 活性的影响

Table 3 Effects of salt stress on POD activities in leaves of serrate violet U · g <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup>			
NaCl 浓度 Concentration of NaCl/mg · g <sup>-1</sup>	盐胁迫时间 Duration of salt stress/h		
	72	144	216
CK	385.666 abA	483.334 abA	1 211.334 cdC
3	95.667 bA	273.333 bA	879.000 dC
4	307.667 abA	424.334 abA	1 291.000 cC
5	271.334 abA	391.000 abA	2 820.000 aA
6	311.000 abA	411.000 abA	2 469.000 bAB
7	455.333 aA	639.999 aA	2 338.000 bB

2.4 盐胁迫处理对早开堇菜超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

由表4可看出,遭受盐胁迫后,早开堇菜叶片中的

SOD活性基本上随着盐浓度增加和盐胁迫时间延长呈先上升后下降趋势,各胁迫时间下分别在4 mg/g和5 mg/g盐浓度下SOD活性达到最高。

表4 盐胁迫处理对早开堇菜 SOD 活性的影响

Table 4 Effects of salt stress on SOD activities in leaves of serrate violet U · g <sup>-1</sup> FW			
NaCl 浓度 Concentration of NaCl/mg · g <sup>-1</sup>	盐胁迫时间 Duration of salt stress/h		
	72	144	216
CK	8.647 bB	10.248 aAB	10.120 bAB
3	8.229 bB	7.592 cC	8.990 cC
4	10.339 aA	10.883 aA	10.287 abAB
5	6.906 cC	10.548 aA	10.886 aA
6	7.305 cC	10.610 aA	10.504 abAB
7	9.742 aA	9.517 bB	9.948 bB

3 讨论与结论

植物的耐盐机理极为复杂,用于评价植物耐盐性的指标也不完全一致,但是植物在盐胁迫下的外部形态表现可作为其耐盐能力评价的客观指标。该试验表明,早开堇菜在3 mg/g盐胁迫下外部形态与对照无明显差异,在4 mg/g盐胁迫下,叶片和叶缘表现出轻度盐害,而高于4 mg/g盐浓度时,植株出现不同程度的整株萎蔫、黄化、枯黄甚至死亡。而且叶片出现盐害的时间也因盐浓度不同而异,盐浓度越高,出现盐害症状的时间愈早。

丙二醛(MDA)含量、过氧化物酶(POD)和超氧化物歧化酶(SOD)活性在逆境胁迫下的变化,可以反映植物遭受逆境伤害的程度以及在一定程度上解释植物抗逆性机理,因此它们常作为逆境研究中的重要测试指标<sup>[6-12]</sup>。在该试验中,在3~4 mg/g盐浓度下MDA的含量与对照无显著差异,但随着盐浓度的升高,MDA的含量迅速上升,大于4 mg/g盐浓度处理的MDA含量极显著高于4 mg/g及以下盐浓度处理。结合外部形态变化可说明4 mg/g及以下盐浓度胁迫并未使早开堇菜细胞膜遭受严重损害,而4 mg/g以上的盐胁迫使细胞膜遭受较严重破坏。

SOD和POD是植物体内重要的保护酶。该试验结果表明,随盐浓度升高和盐胁迫时间延长,SOD活性呈先上升后下降趋势,在4 mg/g盐浓度时上升幅度达最大,而后缓慢下降;而POD则一直表现上升趋势,先缓慢上升后大幅上升,并在高盐浓度下表现为与对照有极显著差异。该试验中盐胁迫下早开堇菜的POD和SOD活性的变化趋势与很多报道基本一致<sup>[6-12]</sup>。因此结合盐胁迫下MDA含量的变化及植株的外部生长形态表现可以推测,早开堇菜在遭受盐胁迫逆境时,可能是SOD先起到防御作用,而后POD活性则迅速上升,二者协同作用以保护细胞膜脂结构,减轻细胞膜受损程度。

综合早开堇菜在盐胁迫下各测定指标的变化以及植株外部形态表现,认为早开堇菜具有较强的耐盐能力,可在含盐量4 mg/g以下的土壤中正常生长。

参考文献

[1] 刘会超,孙振元. 三种野生堇菜属植物引种及园林应用[J]. 中国园林,2006(2):92-94.

[2] 蔡朵珍,高振生,石飞华. 两种草坪地被植物紫花地丁和早开堇菜的同工酶研究[J]. 中国草地,1998(1):48-49,53.

[3] 王丽娜,王艳荣,张玮,等. 土壤持续干旱条件下早开堇菜与草地早熟禾对土壤水分利用特征的比较研究[J]. 内蒙古农业科技,2008(1):28-30.

[4] 丁军业,王臣. 早开堇菜根插繁殖形成不定根的研究[J]. 国土与自然资源研究,2007(2):91-92.

[5] 张春宇,孙晓梅,翟强,等. 不同堇菜属植物根和叶显微结构比较研究[J]. 安徽农业科学,2006,34(23):6168-6169.

[6] 张治安,张美善,蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2004:138.

[7] 陈立松,刘星辉. 果树逆境生理[M]. 北京:中国农业出版社,2003:45-62.

[8] 史燕山,王小艺,倪正欢,等. 2种木本地被植物耐盐性差异比较[J]. 安徽农业科学,2010,38(32):18014-18016.

[9] 杨升,张华新,张丽,等. 植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J]. 西北林学院学报,2010,25(3):59-65.

[10] 卢少云,陈斯平,陈斯曼,等. 三种暖季型草坪草在干旱条件下脯氨酸含量和抗氧化酶活性的变化[J]. 园艺学报,2003,30(3):303-306.

[11] 管志勇,陈发棣,滕年军,等. 5种菊花近缘种属植物的耐盐性比较[J]. 中国农业科学,2010(4):787-794.

[12] 夏更寿,王加真. 高盐胁迫对沟叶结缕草叶片抗氧化酶活性的影响[J]. 河北农业大学学报,2009,32(1):30-33.

(该文作者还有白涛涛,工作单位为天津市松江生态产业有限公司。)

Effects of Salt Stress on Growth and Physiological Characteristics of Serrate Violet

LUO Jian-xia<sup>1</sup>, SUN Yan-hui<sup>2</sup>, ZHOU Li-xia<sup>3</sup>, ZHANG Jia-wei<sup>1</sup>, JIAO Yong-sheng<sup>3</sup>, ZHAI Zhi-ting<sup>3</sup>, BAI Tao-tao<sup>3</sup>  
(1. Department of Horticulture, Tianjin Agricultural University, Tianjin 300384; 2. Tianjin Ruijing Landscaping Architecture Development Company Limited, Tianjin 300131; 3. Tianjin Songjiang Ecological Industry Company Limited, Tianjin 300350)

**Abstract:** Serrate violet grown in pots were studied to understand their salt tolerance when they were treated with NaCl solution with distinctive concentrations. The plant growth and some indexes including MDA content, SOD and POD activities in the leaves was investigated and examined under salt stress conditions. The results showed that, with the increase of salinity and duration of treatment, both the MDA content and the POD activities kept increasing roughly; the MDA content increased slowly, while the POD activities increased slowly at first, then raised with greater range; the SOD activities had a trend to increase at the beginning and decrease afterwards. Based on all the indexes tested and the plant features observed in the field a conclusion could be made as follow: serrate violet could be considered as a plant with higher salt tolerance and can grow normally in the soil with the salinity concentration below 4 mg/g.

**Key words:** serrate violet; salt stress; MDA; POD; SOD

大树移植树体保湿方法

**绑裹草绳法** 用草绳或稻草将树干包好,再用细草绳固定在树干上。将草绳喷湿,接着用塑料布包裹草绳的外面,最后把塑料布捆在树干上。靠近树体下部的土球处把塑料布展开,将基部覆土浇透水后,连同干兜一并覆盖地膜。地膜周边用土压好,利用土壤温度调节作用,保证被包裹树干的空间内有足够的温度和湿度,不用再浇水。

**捆绳绑膜法** 先将树干用粗草绳捆紧,并将草绳浇透水,外绑塑料布保湿。基部地面覆膜压土方法同以上方法,保湿保温作用显着,有利于草木成活。

**捆草绑膜裹布** 在一些景观优雅的环境里,如单纯捆草绑膜会影响美观,若在外层裹与树体颜色统一的麻布,这样既可以与环境协调防止夏季薄膜内温度过高,也利于树干的成活。

以上3种法对大树的保湿原理大同小异,只是材料上有所区别。把树体用塑料布封闭,对其强行保温保湿,比传统的单一喷水法更易于养护,可以将不良气候对大树的影响和损伤降到了最低。因此,无论冬夏,绝对不可拆除塑料布,至少缓苗两年,待大树新根完全深入到地下,才可将塑料布取下。