

# NaCl 胁迫对三色堇 SOD、POD 及叶绿素含量的影响

尤 扬, 贾 文 庆

(河南科技学院 园林学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:**以三色堇幼苗叶片为试材,研究了不同浓度 NaCl 胁迫对其 SOD、POD 及叶绿素含量的影响。结果表明:随着 NaCl 胁迫浓度(0、50、100、150、200、250 mmol/L)的增加,SOD、POD 活性的变化表现为先下降后上升再下降的趋势,SOD 在 NaCl 胁迫浓度(100 mmol/L)活性最高,活性值为 105.41 U/g FW,POD 在 NaCl 胁迫浓度(150 mmol/L)活性最高,活性值为 624.00 U/g FW;叶绿素 a、叶绿素 b、叶绿素、类胡萝卜素含量呈先上升后下降趋势,叶绿素在 NaCl 胁迫浓度(100 mmol/L)含量最高,值为 1 929.99 mg/g FW;在 NaCl 胁迫浓度为 250 mmol/L 时,全株出现严重萎蔫,即该浓度为三色堇的致死浓度。

**关键词:**三色堇;SOD;POD;叶绿素

**中图分类号:**S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)06-0064-03

据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐渍土面积约 10 亿  $\text{hm}^2$ ,我国约有盐碱地 0.27 亿  $\text{hm}^2$ 。由于气候变化、灌溉方法不当、过度放牧、灌溉和塑料大棚面积的扩大,土壤次生盐渍化也日趋严重,土壤盐渍化已成为世界性的难题<sup>[2]</sup>。因此,研究植物对盐胁迫的生理反应,不但有助于揭示植物适应盐渍生境的生理机制,更有助于在生产上采取切实可行的技术措施,从而提高植物的抗盐渍能力,为植物能在盐渍地上生长创造有利条件。

三色堇(*Viola tricolor*)为堇菜科堇菜属多年生草本花卉,开花早,花期长,是春秋季花坛的主要装饰材料<sup>[3]</sup>。国内外对三色堇的研究主要集中在栽培<sup>[4]</sup>、园林应用<sup>[5]</sup>等方面,关于三色堇耐盐性的研究尚未见报道。该试验对 NaCl 胁迫下三色堇叶片 SOD、POD、叶绿素等生理生化指标变化进行了研究,以不同浓度的 NaCl 处理生长期的三色堇,比较 SOD、POD、叶绿素的变化,以期从抗氧化能力的角度分析它的耐盐性,为其耐盐机理的研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料为三色堇实生幼苗。

### 1.2 试验方法

种子购于上海农科院,带回实验室后种子放在 50℃

温水中烫种 10 min,降至室温后浸种 6 h,将种子均匀铺在消毒的内垫 2 层滤纸的培养皿中,放置于 25℃的恒温箱内催芽 24 h 后播种在内装消毒的基质(粗沙:腐叶土:蛭石=1.5:1:1)的营养钵(8 cm×8 cm)内,浇透水,进行水肥管理。

当三色堇幼苗长出 5~6 片真叶时,选取长势健壮一致的三色堇 36 钵,分为 6 组,每组 6 钵,贴上标签 A(CK)、B、C、D、E、F,分别表示 NaCl 浓度为 0、50、100、150、200、250 mmol/L。按标签顺序对其进行梯度浇灌,对照用蒸馏水浇灌,NaCl 溶液浓度梯度处理方法为每 24 h 用 50 mmol/L NaCl 溶液进行浇灌至终浓度,每天浇灌 1 次,浇灌量为基质持水量的 2 倍,约 2/3 的溶液流出,从而将以前的积余盐冲洗掉,以保持 NaCl 浓度恒定,处理时间随浓度增加依次增长。处理 5 d 后测定有关生理指标,每处理 3 次重复。

### 1.3 项目测定

SOD 活性的测定参照李合生<sup>[6]</sup>的 NBT 光化还原法;POD 活性的测定参照李合生<sup>[6]</sup>的愈创木酚法;叶绿素含量的测定参照李合生<sup>[6]</sup>的方法。

### 1.4 数据处理与分析

原始数据的计算与处理采用 Excel 软件,统计分析采用 DPS 软件进行方差分析和显著性检验, $P<0.05$  为差异显著, $P<0.01$  为差异极显著。

## 2 结果与分析

### 2.1 NaCl 胁迫对三色堇幼苗叶片 SOD 活性的影响

由图 1 可知,随着 NaCl 浓度的升高,SOD 活性呈“下降-上升-下降”的趋势,50 mmol/L NaCl 胁迫处理,与对照相比差异显著( $P=0.01$ ),SOD 活性明显下降 23.17

**第一作者简介:**尤扬(1973-),男,河南罗山人,硕士,讲师,现主要从事园林植物的教研工作。E-mail:youyang1028@126.com。

**基金项目:**河南科技学院重点科研基金资助项目(050122)。

**收稿日期:**2011-12-22

个活性单位,这可能是盐处理初期下机体代谢紊乱造成的;NaCl胁迫浓度达到 100 mmol/L 时,SOD 活性又呈现明显的上升,与对照相比差异显著( $P=0.01$ ),SOD 活性上升了 11.84 个活性单位,分析认为是短期 NaCl 胁迫激活了三色堇自身的调节保护机制,从而使得 SOD 活性增强;在 150~250 mmol/L NaCl 处理浓度下,随盐浓度的增加,SOD 活性呈总体下降趋势,这可能是由于机体为了维持活性氧代谢平衡大量消耗 SOD,使得 SOD 活性降低;NaCl 浓度为 150 mmol/L 时 SOD 活性与对照相比没有显著性差异( $P=0.01$ );200、250 mmol/L NaCl 胁迫处理,与对照相比均差异显著( $P=0.01$ ),SOD 活性分别下降了 23.01 和 19.39 个活性单位;250 mmol/L 时 SOD 活性又表现较浓度为 200 mmol/L 时上升了 3.62 个活性单位,可能是在受到胁迫后机体受到伤害所表现出的生理紊乱或者是试验误差引起。

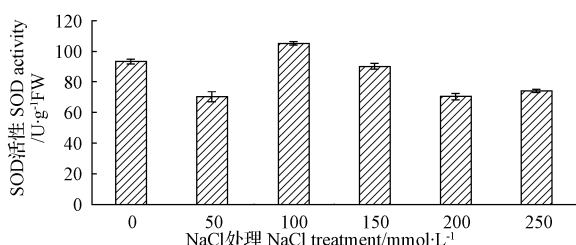


图1 不同浓度 NaCl 对三色堇幼苗叶片 SOD 活性的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations stress on SOD in *Viola tricolor* leaf

## 2.2 NaCl 胁迫对三色堇幼苗叶片 POD 活性的影响

由图 2 可知,不同浓度 NaCl 胁迫对三色堇 POD 活性差异显著,50 mmol/L NaCl 胁迫处理,与对照相比差异显著( $P=0.01$ ),POD 活性明显下降了 55.33 个活性单位,这可能是盐处理初期,植物机体生理代谢紊乱造成的;在 100~150 mmol/L NaCl 处理浓度下,随浓度增加,与对照相比差异显著( $P=0.01$ ),POD 活性在 100、150 mmol/L NaCl 胁迫处理下,上升了 152 和 216 个活性单位,这可能是为了协助其它抗氧化酶清除体内 SOD 清除活性氧而生成的  $H_2O_2$ ,激活 POD 使其活性增强;在 150~250 mmol/L NaCl 处理浓度下,随浓度增加,

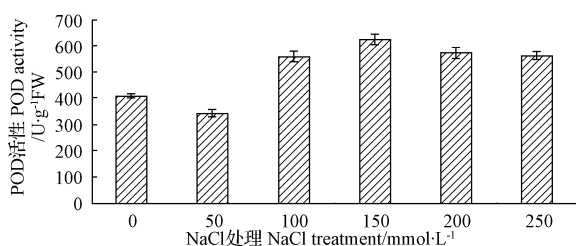


图2 不同浓度 NaCl 对三色堇幼苗叶片 POD 活性的影响

Fig. 2 Effect of different NaCl concentration stress on POD in *Viola tricolor* leaf

POD 活性呈下降趋势,说明高浓度 NaCl 严重破坏三色堇体内保护酶系统,使三色堇自我调节能力降低,从而使得 POD 活性降低;在 200、250 mmol/L NaCl 胁迫处理,与对照相比差异显著( $P=0.01$ ),POD 活性上升了 64.67 和 55.33 个活性单位。

## 2.3 NaCl 胁迫对三色堇幼苗叶片叶绿素含量的影响

由图 3、4 可知,Chl a、Chl b、Chl 和 Car 变化趋势相同,均呈现先上升再下降趋势。在 0~100 mmol/L NaCl 处理浓度下,随浓度增加,总体呈上升趋势,50 mmol/L NaCl 胁迫处理下,Chl a、Chl b、Chl 和 Car 与对照相比没有显著性差异,100 mmol/L NaCl 胁迫处理下,与对照相比存在显著性差异( $P=0.01$ ),其中 Chl 每单位明显上升了 291.08 mg,这可能是由于短期盐处理下,植物细胞受到破坏,使得叶绿素外渗引起的;在 100~250 mmol/L NaCl 处理浓度下,随浓度增加,总体呈下降趋势,150 mmol/L NaCl 胁迫处理,4 种色素与对照相比没有显著性( $P=0.01$ ),200、250 mmol/L NaCl 胁迫处理,4 种色素与对照相比存在显著性差异( $P=0.01$ ),其中 Chl 每单位明显下降了 273.55 和 331.91 mg,这可能是高浓度 NaCl 打破了叶绿素代谢的动态平衡过程,光合作用降低,从而使光合色素合成量减少。

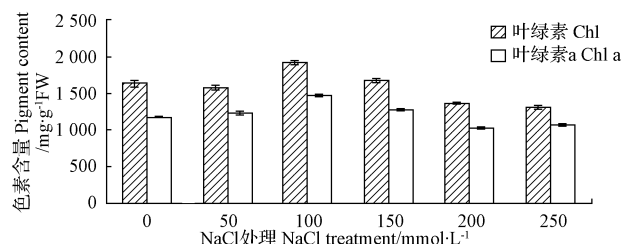


图3 不同 NaCl 浓度对三色堇幼苗叶片中叶绿素、叶绿素 a 含量的影响

Fig. 3 Effect of different NaCl concentration stress on Chl and Chl a content in *Viola tricolor* leaf

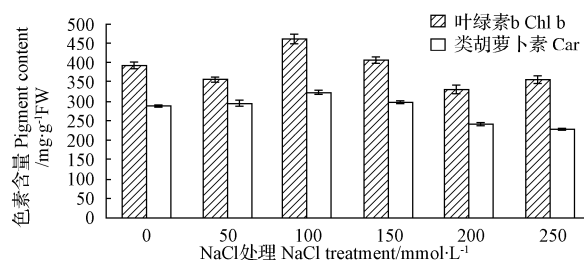


图4 不同 NaCl 浓度对三色堇幼苗叶片中叶绿素 b、类胡萝卜素含量的影响

Fig. 4 Effect of different NaCl concentration stress on Chl b and Car content in *Viola tricolor* leaf

## 3 讨论

在植物的活性氧清除酶系统中,SOD 作为植物细胞中最主要的抗氧化酶,能催化体内的歧化反应,它的活力变化直接影响植物体内  $O_2^-$  与  $H_2O_2$  的含量<sup>[7]</sup>。通过

对水稻、狭叶羽扇豆、烟草等的研究结果看,在盐害环境下 SOD 活性都是升高的, SOD 活性越高,耐盐性越强<sup>[8]</sup>。唐晓敏等<sup>[9]</sup>对甘草的研究结果表明, SOD 活性变化为先升高后降低趋势。该试验对三色堇的分析研究表明, SOD 活性表现的是先下降再上升后下降趋势,这可能说明盐胁迫初期三色堇植株体内生理代谢紊乱导致 SOD 活性下降;随着 NaCl 胁迫浓度的增加,激活三色堇自我调节机制,使 SOD 活性增强;当超过一定浓度范围后, SOD 合成下降,造成 SOD 活性降低。

POD 通过催化  $H_2O_2$  与其它底物反应以消耗  $H_2O_2$ , 减少  $H_2O_2$  对生物体的伤害<sup>[10]</sup>。POD 是植物内源自由基消除剂,逆境中植物过氧化物酶活性增强或保持较高水平,可使植物减轻自由基伤害<sup>[11]</sup>, POD 随盐浓度升高活性升高<sup>[12]</sup>。唐晓敏等<sup>[9]</sup>对甘草的研究结果表明,盐害环境下 POD 活性是先上升后下降,而三色堇 POD 活性则表现先下降后上升再下降的趋势,这可能是初期生理紊乱导致活性下降;随着浓度升高植物受胁迫后通过自身调节机制以适应逆境,加上另外一些抗氧化酶的作用,使得 POD 活性增强;同时,高浓度 NaCl 严重破坏三色堇体内保护酶系统,使三色堇自我调节能力降低,从而使得 POD 活性降低。

叶片光合色素含量是反映植物光合能力的一个重要指标,环境因子的改变会引起叶绿体色素含量的变化,进而引起光合性能的改变<sup>[13]</sup>。盐胁迫下植物叶片叶绿素含量不仅直接关系着植物光合同化过程,而且也是衡量植物耐盐性的重要生理指标之一,叶绿素代谢是一个动态平衡过程,盐胁迫打破这种平衡,造成叶绿素含量的变化<sup>[13]</sup>。该试验通过分析研究表明,叶绿素 a、b、叶绿素和类胡萝卜素变化趋势均呈现先上升后下降趋势,与张冬梅<sup>[14]</sup>对佛甲草的研究结果是一致的。这可能是胁迫初期,植物细胞受到破坏,使得叶绿素外渗从而表现为叶绿素提取含量上升,后随浓度升高,打破了叶绿

素代谢的动态平衡过程,光合作用降低,从而使光合色素合成量减少。

植物的抗逆性是一种综合性状,盐胁迫下植物缺水,也会表现出干旱状态下的一些生理状况,用任何一种单一的生理指标都很难确切的评定植物的抗逆性。该试验可以看出, NaCl 浓度为 150 mmol/L 时与对照没有显著性差异,这说明三色堇可能忍受 150 mmol/L 盐浓度土壤, 250 mmol/L NaCl 胁迫处理时,全株表现为萎蔫,说明为三色堇的致死浓度。

### 参考文献

- [1] 孙建昌,王光盛,杨生龙. 植物耐盐性研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 226-227.
- [2] 王晓磊,胡宝忠. 三色堇(*Viola tricolor* L.)生物学特性及栽培管理[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39(6): 131-135.
- [3] 邵桂花,常汝镇,陈一舞. 大豆耐盐性研究进展[J]. 大豆科学, 1993, 12(3): 244-248.
- [4] 毛忠良,潘跃平,戴忠良,等. 三色堇的采种栽培技术[J]. 西南园艺, 2005, 33(4): 49.
- [5] 张俊爽. 浅谈草本花卉的应用[J]. 河北农业科技, 2006(10): 20.
- [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: 134-136, 154-160, 165-167.
- [7] 曹军,胡忠,庄东红,等. 花生“汕油 523”在盐胁迫下应激反应的初步研究[J]. 汕头大学学报(自然科学版), 2004, 19(1): 29-33.
- [8] 覃鹏,刘飞虎,梁雪妮. 超氧化物歧化酶与植物抗性[J]. 黑龙江农业科学, 2002(1): 31-34.
- [9] 唐晓敏,王文全,张红瑞,等. 不同浓度 NaCl 处理对甘草叶片生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 229-231.
- [10] 姚春娜,裴新梧,孔英珍,等. 盐胁迫下小麦新品系 89122 的抗氧化酶活性和内源 ABA 含量变化的研究[J]. 兰州大学学报, 2001, 37(4): 78.
- [11] 赵秋月. 番茄耐盐生理的研究[D]. 长春:吉林农业大学, 2006: 32-38.
- [12] 廖祥儒,贺普超. 盐胁迫对葡萄叶  $H_2O_2$  消除系统的影响[J]. 园艺学报, 1996, 23(4): 389-391.
- [13] 王素平,郭世荣,胡晓辉,等. 盐胁迫对黄瓜幼苗叶片光合色素含量的影响[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(1): 32-38.
- [14] 张冬梅. 干旱胁迫下佛甲草生理生化变化的研究[J]. 河北林果研究, 2006, 22(2): 207-209.

## Effect of NaCl Stress on SOD, POD and Chlorophyll Content in *Viola tricolor*

YOU Yang, JIA Wen-qing

(College of Horticulture and Landscape Architecture, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang, Henan 453003)

**Abstract:** Taking the leaves of *Viola tricolor* seedlings as test materials, under the stress of different NaCl stress concentration (0, 50, 100, 150, 200, 250 mmol/L), the effect of SOD activity and POD activity and chlorophyll content of the leaves were studied. The results showed that with the increasing of NaCl concentration, SOD activity and POD activity present first decreased then increased and last decreased, and the SOD activity reached the maxine (105.41 U/g FW) at the NaCl concentration (100 mmol/L), POD activity reached the maxine (624.00 U/g FW) at the NaCl concentration (150 mmol/L); Chl a, Chl b, Chl and Car showed first increased then decreased, at the NaCl concentration (100 mmol/L), the chlorophyll content reached the maxine (1 929.99 mg/g FW). Under the NaCl concentration of 250 mmol/L, the whole plant shrunked severely, so that the concentration was lethal concentration.

**Key words:** *Viola tricolor*; SOD; POD; chlorophyll