

超氧化物歧化酶活性增强物质在盐碱地开发的应用

盖玉红¹, 魏 健²

(1. 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118; 2. 长春师范大学 生命科学学院, 吉林 长春 130032)

摘 要:利用超氧化物歧化酶(SOD)活性增强物质,研究了人工调控下东北常见的藜和碱地肤2种盐生植物和豚草、三裂叶豚草2种非盐生植物对混合盐胁迫的形态响应特点,同时探讨了SOD活性增强物质对植物抗盐性的影响。结果表明:盐生植物和非盐生植物在高浓度混合盐胁迫时,显著影响了植株高度和叶片的长度,非盐生植物相比盐生植物受到的影响相对较重,SOD活性增强物质能够减轻混合盐胁迫对植物的危害,盐生植物相对非盐生植物更为敏感。这可能和盐生植物SOD活性往往较高,致使得植物盐害得到有效修复有关。

关键词:混合盐胁迫;SOD活性;植物形态

中图分类号:S 343.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0163-04

我国是世界盐碱地大国之一,约有0.27亿hm²,加上气候干旱和不合理的耕作,导致盐碱地面积逐年增加,所以研究植物的耐盐碱性被越来越重视。盐生植物一般指生长在盐渍土上具有一定的抗盐能力,一般土壤溶液单位盐含量70mmol/L以上生境中生长并能完成其生活史的一类植物^[1]。一般盐生植物能够将土壤盐分拒之体外主动规避盐害,也有的盐生植物把大量盐分吸收到体内并进行有效的稀释以避免盐害,还有的植物能够通过分泌结构把吸收到植物体内的盐分分泌到植物体外避免盐分在植物体内的大量积累。而非盐生植物一般没有以上耐盐机制,因此在盐渍土壤中不能正常生存繁衍。盐碱胁迫对植物的伤害主要会使植物营养器官生长发育减缓^[2]。宏观表现为植物组织分化和根茎叶的生长发育严重受阻^[3],据此有理由认为:根茎叶的生长发育特征能够良好的反映植物体的耐盐碱生存能力^[4-6]。

该试验利用SOD活性增强物质,研究了人工调控条件下2种盐生植物和2种非盐生植物对混合盐胁迫的形态响应特点,并探讨SOD活性增强物质对植物抗盐性的影响与作用机制。

第一作者简介:盖玉红(1980-),女,博士,实验师,研究方向为植物遗传转化。E-mail:13794076@qq.com.

责任作者:魏健(1980-),男,博士,副教授,研究方向为药用植物组织培养。E-mail:148050459@qq.com.

基金项目:吉林省教育厅科研资助项目(吉教科合字[2011]第044号)。

收稿日期:2013-10-23

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的2种盐生植物为东北常见的藜(*Chenopodium album* L.)和碱地肤(*Kochia sieversiana* (Pallas) C. A. Mey.),2种非盐生植物为生态入侵植物豚草(*Ambrosia artemisiifolia* L.)和三裂叶豚草(*Ambrosia trifida* L.)。4种试材的采集时间是2010年5月下旬,取材地点为长春市城区附近2km范围内。SOD活性增强物质采用的是C₂₄H₂₆O₅姜黄素单羧基类似物,分子具有较好的修复植物损伤的潜质^[7-8]。

1.2 试验方法

2010年5月下旬采集植物体幼苗进行移栽,成活后人工盐胁迫处理。移栽采用内径20cm的塑料花盆。土壤就地取材于植物生境。根据文献[9]方法设计人工盐胁迫混合盐比例,混合盐胁迫设立1个无盐对照组和2个试验组,试验组1的混合盐浓度为质量百分比0.2、0.6、1.0,即T1低、T1中、T1高;试验组2是在试验组1的基础上添加C₂₄H₂₆O₅,即T2低、T2中、T2高,3次重复。幼苗经光照培养室培养,30株/盆,6月初进行胁迫处理。

1.3 项目测定

试验开始20d后测量4种植物的株高和叶长。

1.4 数据分析

试验数据采用配对样本方式及SPSS软件进行方差检验分析。

2 结果与分析

盐生植物和非盐生植物在高浓度混合盐胁迫时,显著影响了植株高度和叶片的长度,非盐生植物比盐生植物受到的影响相对较重,而SOD活性增强物质C₂₄H₂₆O₅能够减轻混合盐胁迫对植物的危害,盐生植物相对非盐

生植物更为敏感。

2.1 混合盐胁迫对盐生和非盐生植物株高的影响

由表 1 可知,高浓度混合盐胁迫明显抑制了盐生植物和非盐生植物株高;非盐生植物与盐生植物相比,受抑制程度更明显;添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 后,对盐生植物和非盐生植物所受到的高浓度混合盐胁迫均有明显改善作用,并且对盐生植物的作用更大。

无论添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 与否,2 个试验组盐生植物和非盐生植物株高均随着混合盐胁迫浓度的增加而减小,但添加了 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 的试验组 2 盐生植物和非盐生植物株高均高于试验组 1,甚至在一定低、中混合盐胁迫条件下藜和三裂叶豚草反超对照组。

将对照组和 2 个试验组的 4 种植物平均株高进行配对样本方差 T 检验,结果表明,单纯高浓度混合盐胁迫,比中低浓度胁迫对株高的影响更显著,对 4 种植物株高平均值的抑制作用属于差异显著的范围,如 CK 和 T1 高 Sig. (2-tailed)=0.027,即 P 值为 0.027(表 2);然而,添加了 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 后,即使在高浓度混合盐胁迫条件下,4 种植物株高平均值与对照相比差异不显著, Sig. (2-tailed) 即 P 值为 0.057。以上试验结果充分表明了添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 在高浓度混合盐胁迫时,对植物耐盐碱的显著提升作用。

表 1 混合盐胁迫对不同植物株高的影响

| 植物 | CK | T1 低 | T1 中 | T1 高 | T2 低 | T2 中 | T2 高 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 藜 | 44.6 | 42.2 | 40.3 | 38.4 | 43.1 | 42.3 | 39.1 |
| 碱地肤 | 13.4 | 14.7 | 15.2 | 11.9 | 15.8 | 16.9 | 13.2 |
| 豚草 | 24.8 | 22.3 | 20.6 | 17.2 | 23.4 | 21.9 | 18.1 |
| 三裂叶豚草 | 57.6 | 58.7 | 56.3 | 51.2 | 60.3 | 58.1 | 52.8 |

注:CK 代表对照组;T1 代表试验组 1;T2 代表试验组 2;胁迫程度用低、中、高表示。下同。

Note: CK on behalf of the group; T1 representative group 1; T2 on behalf of the group 2; Degree of stress with low, medium and high said. The same below.

表 2 植物株高配对样本方差 T 检验

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.595 | 0.260 | 0.027 | 0.667 | 0.851 | 0.057 |

由表 3、4 可以看出,如果单纯以盐生植物和非盐生植物分别与对照组进行株高配对样本方差 T 检验,即使是高浓度盐胁迫条件下统计分析结果却仍旧不显著,即 Sig. (2-tailed) 值都大于 0.05,但是添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 后,在高浓度混合盐胁迫时 CK 和 T2 高 Sig. (2-tailed) 值却较之试验组 1 更接近于 0.05, Sig. (2-tailed) 值为 0.104,明显小于 CK 和 T2 高 Sig. (2-tailed) 值为 0.477,这说明 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 对盐生植物的作用强于对非盐生植物的作用,表明

SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 与盐生植物之间存在某种可能的响应机制。

表 3 盐生植物株高配对样本方差 T 检验

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.816 | 0.752 | 0.349 | 0.856 | 0.870 | 0.477 |

表 4 非盐生植物株高配对样本方差 T 检验

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.764 | 0.309 | 0.054 | 0.805 | 0.609 | 0.104 |

2.2 混合盐胁迫对盐生和非盐生植物叶长的影响

由表 5 可知,2 个试验组盐生植物和非盐生植物叶长均随着混合盐胁迫浓度的增加而减小,但添加了 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 后,试验组 2 盐生植物和非盐生植物株高均高于试验组 1。与混合盐胁迫对植物株高的影响结果不同,3 种不同浓度的单纯混合盐胁迫,抑制植物叶长的作用和对照相比均无显著差异;但与混合盐胁迫对植物株高的影响相类似,添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 使得试验组 2 的 Sig. (2-tailed) 值低中浓度下普遍大于试验组 1 中同一胁迫浓度的叶长统计 Sig. (2-tailed) 值,这说明了 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 在低中浓度下比在高浓度下对植物叶长的影响更大(表 6)。

表 5 混合盐胁迫对不同植物叶长的影响

| 植物 | CK | T1 低 | T1 中 | T1 高 | T2 低 | T2 中 | T2 高 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 藜 | 3.2 | 2.9 | 2.6 | 2.3 | 3.0 | 2.7 | 2.4 |
| 碱地肤 | 2.3 | 2.4 | 2.6 | 2.2 | 2.5 | 3.2 | 2.3 |
| 豚草 | 4.1 | 3.7 | 3.5 | 3.1 | 3.9 | 3.8 | 3.2 |
| 三裂叶豚草 | 12.4 | 12.6 | 11.8 | 10.1 | 13 | 12.4 | 10.6 |

表 6 植物叶长配对样本方差 T 检验

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.546 | 0.194 | 0.099 | 0.638 | 0.941 | 0.098 |

单纯以盐生植物和非盐生植物分别与对照组进行叶长配对样本方差 T 检验,统计分析结果同株高一样都不显著,即 Sig. (2-tailed) 值都大于 0.05;但是添加 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 后,盐生植物与非盐生植物相比,却表现出良好的响应,其试验组 2 低、中、高 3 个水平的 Sig. (2-tailed) 值都普遍高于试验组 1(表 7),然而,非盐生植物试验组 2 的低、中、高 3 个水平的 Sig. (2-tailed) 值都普遍稍低于试验组 1(表 8),这也与株高类似,同样表明 SOD 活性增强物质 $C_{24}H_{26}O_5$ 与盐生植物之间存在某种可能的响应机制。

表 7 盐生植物叶长配对样本方差 *T* 检验Table 7 Paired-Samples *T* test on leaf length of halophytes

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.705 | 0.795 | 0.430 | 1.000 | 0.823 | 0.500 |

表 8 非盐生植物叶长配对样本方差 *T* 检验Table 8 Paired-Samples *T* test on leaf length of non halophytes

| | CK&T1 低 | CK&T1 中 | CK&T1 高 | CK&T2 低 | CK&T2 中 | CK&T2 高 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sig(2-tailed) | 0.795 | 0.512 | 0.239 | 0.705 | 0.500 | 0.205 |

3 结论与讨论

一般认为盐碱胁迫对植物生长发育造成的不良影响表现为组织乃至器官方面^[3]。非盐生植物和盐生植物相比,盐生植物由于长期对盐胁迫环境的生存适应,形成了某种特定的以遗传物质为基础的遗传特性,使植物能够通过各种功能的改变或调解甚至结构的变化来适应这种不良环境条件,最具有代表性的是有的植物在一定程度盐碱混合胁迫条件下生长发育能够得到积极的促进。该试验结果表明,碱地肤表现出最强的适应盐混合胁迫的特性,在盐混合胁迫程度较低和稍高的条件下培养时,植物高度得到增加,研究认为这是碱地肤自身的遗传特性所致,其长期适应盐混合胁迫造成的遗传物质的改变,这符合生命生存繁衍的基本规律^[10]。试验发现,不但盐生植物表现了对盐胁迫的适应能力,在胁迫程度较低的情况下,非盐生植物三裂叶豚草也有类似现象,这可能与具有非常强的适应性结构有关,比如发达的根系、粗壮的茎干都代表了其营养器官非常发达^[11],所以其才具有较好的适应盐胁迫的能力。但是豚草和三裂叶豚草虽然都是菊科豚草属的植物,但其植株高度、叶长都明显比前者差,认为这属于植物种间差异造成的。 $C_{24}H_{26}O_5$ 对盐生植物和非盐生植物的生长都有明显改善作用,并且对盐生植物的作用更显著,这与盐生植物常具有比非盐生植物更高的 SOD 活性有关,因为已有研究表明植物的 SOD 活性水平的高低往往代表其抗盐碱胁迫的能力^[12]。该试验结果表明,植物的叶片在胁迫试验中没有得到显著的试验结果,认为这与叶片在植物体中重要的光合作用功能的执行有关,因此植物叶片的生长发育没有像植株高度那样受到明显的胁迫影响,认为这有利于植物在盐碱混合胁迫条件下保证植物生存所需要的有机物质的供应有关,只有有机营养物质充足才能保证植物在生活史周期中完成每一个循环。现有研究表明盐害确实可以促进植物发育过程加快^[6],显然是对植物的繁衍有利。

综合试验结果表明,在盐胁迫条件下,植物株高和叶长随着盐浓度的增加,生长发育表现出不同程度的敏感性,特别是在盐胁迫程度较大时,对植物生长发育影响较大,并且同等胁迫浓度条件下盐生植物和非盐生植物相比受抑制程度较低;SOD 活性增强物质能够减轻混合盐胁迫对植物造成的危害,在盐碱地开发利用方面表现出积极作用,并且盐生植物相对非盐生植物更为敏感。这可能与盐生植物 SOD 活性较高,致使植物盐害能得到有效修复有关。

参考文献

- [1] 苗莉云. 盐生植物对盐渍化土壤适应的研究[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(7): 52-53.
- [2] 李彦, 张英鹏, 孙明, 等. 盐分胁迫对植物的影响及植物耐盐机理研究进展[J]. 中国农学通报, 2008, 24(1): 258-265.
- [3] 裘丽珍, 黄有军, 黄坚钦, 等. 盐胁迫下不同耐盐性植物的生长与生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 2006, 32(4): 420-427.
- [4] 王慰, 黄胜利, 丁国剑, 等. 盐胁迫下舟山新木姜子 1 年生苗形态变化及生理反应[J]. 浙江林学院学报, 2007, 24(2): 168-172.
- [5] 郭望模, 傅亚萍, 孙宗修, 等. 盐胁迫下不同水稻种质形态指标与耐盐性的相关分析[J]. 植物遗传资源学报, 2003, 4(3): 245-251.
- [6] 李莉, 韦翔华, 王华芳, 等. 盐胁迫对烟草幼苗生理活性的影响[J]. 种子, 2007, 26(5): 79-83.
- [7] 余美荣, 蒋福升, 丁志山. 姜黄素的研究进展[J]. 中草药, 2009, 40(5): 828-831.
- [8] 汪海慧, 成扬. 姜黄素药理作用的研究进展[J]. 上海中医药大学学报, 2007, 21(6): 73-76.
- [9] 石德成, 盛艳敏. 不同盐浓度的混合盐对羊草苗的胁迫效应[J]. 植物学报, 1998, 40(12): 1136-1142.
- [10] 赵可夫, 李法曾. 中国盐生植物[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 15-17, 41.
- [11] 王志西, 刘祥君, 高亦珂, 等. 豚草和三裂叶豚草种子休眠规律研究[J]. 植物研究, 1999, 19(2): 159-164.
- [12] Scandalot J G. Oxygen stress and superoxide dismutase [J]. Plant Physiol, 1993, 101: 7-12.

The Application of SOD Activity-enhancing Substance in Saline-alkali Land Exploitation and Utilization

GAI Yu-hong¹, WEI Jian²

(1. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. College of Life Science, Changchun Normal University, Changchun, Jilin 130032)

Abstract: Using SOD activity-enhancing substances *Chenopodium album* L., the morphological response characteristics of *Kochia sieversiana* (Pallas) C. A. Mey. and *Ambrosia artemisiifolia* L., *Ambrosia trifida* L. under mixed salt stress

不同施肥处理对菠菜硝酸盐及亚硝酸盐含量的影响

李殿波¹, 郑 禾², 李海东², 辛 燕², 连蔚然¹, 曹芸运¹

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193; 2. 北京市海淀区农业科学研究所, 北京 100080)

摘 要:以“京菠一号”菠菜为试材,研究了不同施肥处理对菠菜硝酸盐、亚硝酸盐含量和菠菜品质的影响。结果表明:施用不同肥料对菠菜硝酸盐、亚硝酸盐含量影响差异显著;施用尿素可增加菠菜中硝酸盐、亚硝酸盐含量,且含量随尿素施用量增加而呈显著上升趋势;在等氮量情况下,施用有机肥使菠菜的硝酸盐、亚硝酸盐含量显著低于施用尿素的,但其它品质指标低于施用尿素处理的菠菜,这可能是有机肥的缓释作用所导致。与对照相比,无论是有机肥还是尿素都会增加菠菜中硝酸盐、亚硝酸盐含量,但在合理施用的情况下可以达到菠菜安全优质生产的目的。

关键词:菠菜;施肥;硝酸盐;亚硝酸盐;含量;影响

中图分类号:S 636.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)03-0166-03

菠菜是北京市普遍栽种的叶菜类蔬菜之一,富含维生素、矿物质、蛋白质、纤维素等,是春、秋、冬季的重要蔬菜,深受人们喜爱。目前对叶菜类蔬菜产品安全性的评价指标主要集中在农药残留和硝酸盐、亚硝酸盐含量上。Dich 等^[1]研究结果显示,人体积累的硝酸盐大约有 80%~92%来自于蔬菜。沈明珠等^[2]研究表明,我国菠菜中硝酸盐的含量为 239~4 044 mg/kg,属中等偏高水平。许多因素均可影响蔬菜中硝酸盐的累积,其中氮肥用量是最主要的外源因素^[3]。目前,过量施用无机肥导致的菠菜硝酸盐含量偏高,已成为制约菠菜品质的关键因素^[4]。现以“京菠一号”菠菜为试材,研究了不同施肥处理对菠菜硝酸盐、亚硝酸盐含量及其品质的

影响,以期获得提高菠菜产量与品质的最佳施肥措施,为安全优质蔬菜生产提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2012 年秋季和 2013 年春季在北京市海淀区温泉乡中关村科普农庄大棚进行,供试土壤耕层(0~30 cm)基础养分 pH 8.5,有机质含量 15.3%,全氮含量 0.148 g/kg,碱解氮含量 65 mg/kg,速效磷含量 104 mg/kg,速效钾含量 140 mg/kg。

1.2 试验材料

供试菠菜品种为北京地区常规栽培的“京菠一号”菠菜。

1.3 试验方法

试验设 3 个处理,随机排列,每个处理 3 次重复。尿素 5:施肥量为 26.2 g/3.5m²(施氮量 2.3 kg/667m²);尿素 10:施肥量 52.4 g/3.5m²(施氮量 4.6 kg/667m²);有机肥:施有机肥 1 575 g/3.5m²(施氮量 4.5 kg/667m²),以不施肥为对照(CK)。试验施用的尿素及有机肥含氮量分别为 46%、1.5%。播种期为 2012 年 10 月 31 日和 2013 年 2 月 16 日,小区面积

第一作者简介:李殿波(1988-),男,硕士研究生,研究方向为蔬菜生物技术。E-mail:liidianbo321@sina.com。

责任作者:郭仰东(1967-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为蔬菜生物技术。E-mail:yaguo@cau.edu.cn。

基金项目:北京市现代农业产业技术体系资助项目(BLVT-03);北京市海淀区支持核心区自主创新和产业发展专项资金资助项目(K2012006S)。

收稿日期:2013-10-30

under artificial conditions were studied, at the same time, the effect of SOD activity substance on plant salt resistance were investigated. The results showed that, the halophytes and non halophytes at high concentration of mixed salt stress conditions, plant height and leaf length were inhibited obviously non halophytes was injured more seriously than halophytes, the increase of SOD activity substances on halophyte and non-halophytes growth inhibition had significantly improved, and the effect was more remarkable in halophytes. The halophyte often had higher SOD activity makes the plant salt effectively repair also were concluded.

Key words: compound salt coercion; SOD activity; plant morphology