

# 盐胁迫对东方山羊豆生理特性的影响

沙 伟<sup>1</sup>, 侯云杰<sup>1</sup>, 罗新义<sup>2</sup>

(1. 齐齐哈尔大学 生命科学与工程学院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006; 2. 黑龙江省畜牧研究所, 黑龙江 齐齐哈尔 161041)

**摘 要:** 对东方山羊豆和肇东苜蓿 2 种牧草进行不同浓度 NaCl 胁迫处理, 浓度梯度分别为 50、100 和 150 mmol/L, 胁迫 0、1、2、3 和 4 d 后取样, 研究盐胁迫对东方山羊豆和肇东苜蓿脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、SOD 和 POD 活性的影响。试验结果显示, 东方山羊豆比肇东苜蓿具有相对较强的抗盐能力。

**关键词:** 东方山羊豆; 肇东苜蓿; 盐胁迫

**中图分类号:** S 543<sup>+</sup>.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)04-0024-03

目前, 世界上有 100 多个国家存在着不同类型的盐碱地 10 亿 hm<sup>2</sup>, 约占全球可耕地面积的 10%<sup>[1]</sup>。盐渍化成为制约畜牧业生产的重要制约因素, 因此在重视保护生态环境的同时还应周期改良和选育抗盐性强、具有优良农艺性状的牧草品种 使之适应盐渍环境条件。

东方山羊豆 (*Galega Orientalis* L.), 豆科 (Codariaceae) 山羊豆属 (*Galega* L.), 多年生豆科草本植物, 有较好的饲用价值<sup>[2]</sup>。是近年来俄罗斯、爱沙尼亚、白俄罗斯等国大面积推广种植的一种适应性广、产草量高的豆科多年生牧草。在北欧和加拿大等地也已开始种植, 种植面积扩大很快<sup>[3]</sup>。我国于 1999 年开始试种, 作为苜蓿的补充进行种植, 有着广阔的应用前景<sup>[3]</sup>。在抗盐性方面, 现今许多学者都对牧草进行了研究: 如苜蓿<sup>[4]</sup>、三叶草<sup>[5]</sup>等, 而东方山羊豆的研究却鲜见报道。试验以东方山羊豆和肇东苜蓿为材料, 探讨在盐胁迫下 2 种牧草叶内脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、SOD 和 POD 活性变化及其与抗盐性的关系, 为东方山羊豆在我国西北盐碱地地区的种植提供依据和参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 供试材料及处理方法

供试材料为东方山羊豆和肇东苜蓿, 种子由黑龙江省畜牧研究所提供。

挑选生长良好的肇东苜蓿和东方山羊豆幼苗, 用 50 mmol/L NaCl、100 mmol/L NaCl、150 mmol/L NaCl 进行胁迫处理。分别胁迫 0、1、2、3、4 d 后称取各样品等量鲜叶测定游离脯氨酸含量、可溶性蛋白含量、SOD、POD 活性。各处理重复 3 次。

**第一作者简介:** 沙伟 (1963), 女, 教授, 博士生导师, 从事植物学、植物遗传学的教学与科研工作。E-mail: Shw1129@263.net。

**基金项目:** 黑龙江省科技厅国际科技合作项目 (No. WC05B06)。

**收稿日期:** 2007-11-19

### 1.2 生理指标的测定

超氧化物歧化酶 (SOD) 活性用抑制氮蓝四唑 (NBT) 光还原法<sup>[6-7]</sup>测定; 脯氨酸含量用磺基水杨酸法测定<sup>[8]</sup>; 可溶性蛋白质含量用考马斯亮蓝 G-250 染色法测定<sup>[9]</sup>; POD 活性用比色法<sup>[10]</sup>测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片游离脯氨酸含量的影响

在未受盐胁迫处理时, 东方山羊豆叶内的脯氨酸含量低于肇东苜蓿 (图 1), 盐胁迫 1~2 d 后, 50 mmol/L、100 mmol/L、150 mmol/L 处理的东方山羊豆叶内的脯氨酸含量都大幅度上升, 而肇东苜蓿在盐浓度为 150 mmol/L 时在胁迫的第 2 天有所下降, 在盐浓度为 50 mmol/L、100 mmol/L 时仍在上升, 可能是高浓度的盐胁迫使其细胞代谢和生长受阻, 造成脯氨酸的合成受影响, 但二者的脯氨酸含量都显著高于对照组, 而且在盐浓度为 150 mmol/L 时肇东苜蓿和东方山羊豆脯氨酸含量分别增加为对照的 0.75 和 6.62 倍, 可见东方山羊豆叶内的脯氨酸含量增加幅度大于肇东苜蓿。同时还可以观察到在胁迫的第 2 天东方山羊豆在盐浓度为 150 mmol/L 时脯氨酸含量最高而肇东苜蓿在盐浓度为 50 mmol/L 时其脯氨酸含量达最高, 说明在胁迫时间相同的前提下, 高盐浓度下东方山羊豆也可适应, 而肇东苜蓿只有在较低盐浓度下才可以适应。所以初步判断东方山羊豆较肇东苜蓿能在较短时间内高盐浓度胁迫下积累更多的脯氨酸来适应盐害环境。随着胁迫时间的延长, 二者的脯氨酸含量在不同浓度下均有所下降, 但肇东苜蓿呈现急剧下降的趋势, 而东方山羊豆下降趋于平缓。

### 2.2 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片 SOD 活性的影响

由试验结果可见, 50 mmol/L、100 mmol/L 和

150 mmol/L NaCl 处理的东方山羊豆和肇东苜蓿, 二者表现出大体一致的变化趋势: 均随胁迫时间的延长 SOD 活性先增加后下降。胁迫的 1 d 和 2 d 后, SOD 活性缓慢增加, 随着胁迫时间的延长, SOD 活性大幅度增加, 但在达到最大值后又有较大幅度的下降, 最大值均出现在胁迫的第 3 天, 且测得各浓度处理的东方山羊豆的 SOD

活性均高于相同浓度下处理的肇东苜蓿, 即东方山羊豆 SOD 活性升高幅度大于肇东苜蓿。说明二者在盐胁迫下均可诱导产生 SOD, 使叶片中 SOD 活性增强, 可以初步认为东方山羊豆较肇东苜蓿的 SOD 活性更强, 更易于盐害环境。

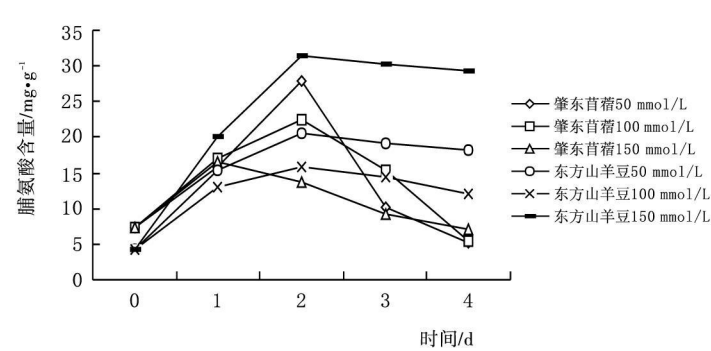


图1 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿脯氨酸含量的影响

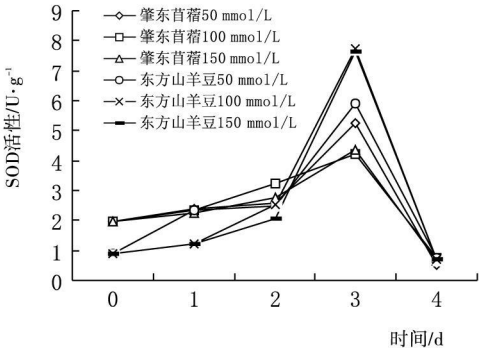


图2 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片 SOD 活性的影响

2.3 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片 POD 活性的影响

在未受盐胁迫处理时, 东方山羊豆的 POD 活性低于肇东苜蓿(图 3)。随盐浓度和胁迫时间的不同, 二者的 POD 活性都比对照高, POD 活性均呈上升趋势。但在后期, 肇东苜蓿的 POD 活性呈下降趋势, 而东方山羊豆的 POD 活性仍呈上升趋势。且盐胁迫的第 2 天 50 mmol/L、

100 mmol/L 和 150 mmol/L NaCl 处理的东方山羊豆的 POD 活性均高于相同浓度下处理的肇东苜蓿, 表明东方山羊豆的 POD 活性增加幅度大于肇东苜蓿。在盐胁迫的第 4 天各浓度处理的东方山羊豆叶内的 POD 活性也均高于肇东苜蓿, 即东方山羊豆叶内 POD 总活性显著高于肇东苜蓿。说明东方山羊豆通过叶片中 POD 活性增强而清除 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 保护自身免受伤害的能力较高。

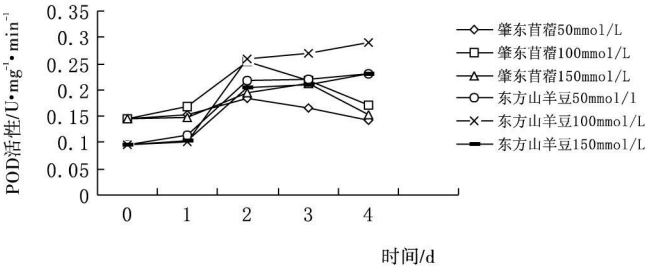


图3 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片 POD 活性的影响

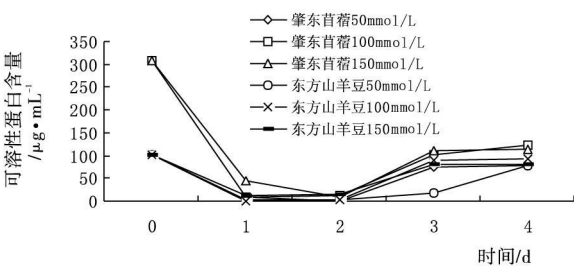


图4 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片可溶性蛋白含量的影响

2.4 盐胁迫对东方山羊豆及肇东苜蓿叶片可溶性蛋白含量的影响

试验结果表明(图 4): 随盐胁迫时间的延长, 不同浓度处理的肇东苜蓿和东方山羊豆的可溶性蛋白含量均大幅度降低后又回升, 其变化趋势大体一致。胁迫 1 d 和 2 d 后, 50 mmol/L NaCl 处理的肇东苜蓿和东方山羊豆的可溶性蛋白含量均下降, 100 mmol/L NaCl 处理的肇东苜蓿和东方山羊豆的可溶性蛋白含量均先下降又有所上升, 150 mmol/L NaCl 处理的肇东苜蓿的可溶性蛋白含量有所下降, 而东方山羊豆可溶性蛋白含量先下降又缓慢上升; 在胁迫的 3 d 和 4 d 后, 各浓度处理的

肇东苜蓿和东方山羊豆的可溶性蛋白含量均有所增加。可见, 随胁迫的时间的延长和胁迫浓度的增加, 二者的可溶性蛋白含量变化没有显著差异。

3 讨论

脯氨酸作为一种渗透调节物质在植物遭受盐害时所起的作用已为大多数人接受。脯氨酸在盐胁迫条件下的积累, 已有证据表明起到了胞质渗透压调节剂的作用, 保护膜与酶的结构, 缓解了胁迫压力<sup>[8]</sup>。肖雯等测定了 7 种盐生植物中脯氨酸含量都高于对照组, 说明脯氨酸对渗透调节的作用较大<sup>[9]</sup>。该试验结果显示, 盐胁迫初期, 东方山羊豆在高浓度盐胁迫下脯氨酸含量增加

的幅度比肇东苜蓿大,表明其通过积累更多的脯氨酸来缓解逆境伤害,其较肇东苜蓿更能适于盐害环境。

许多有关逆境胁迫对植物伤害的研究结果表明,活性氧介导了膜脂的过氧化作用<sup>[10-14]</sup>。活性氧(包括超氧自由基、羟自由基、过氧化氢和过氧化物自由基等)在细胞内大量积累时才会直接引起细胞膜脂的过氧化。正常情况下,这些活性氧可被细胞内的抗氧化系统清除,如SOD主要清除超氧自由基,POD主要清除过氧化物自由基。而当植物处于逆境胁迫时,抗氧化酶的活性受到影响,致使一些活性氧积累,对膜造成伤害<sup>[15]</sup>。在这些细胞的保护酶中,以SOD最为重要。SOD活性的下降与植物体的衰老是呈正相关的<sup>[16]</sup>。POD也是通过清除H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>保护自身免受伤害。该试验中,东方山羊豆SOD活性较肇东苜蓿升高幅度大,且其POD活性一直在升高,而肇东苜蓿POD活性先升后降,即东方山羊豆在盐害条件下保护酶活性维持在较高水平,清除植物体内积累的超氧阳离子自由基,减少这些自由基的毒害作用,减轻了细胞膜和细胞大分子如核酸、蛋白质、脂肪酸的伤害,从而增强了本身的抗盐能力。

Kacperska<sup>[17]</sup>认为,可溶性蛋白的亲水胶体性强,含量增加可显著增加细胞的保水力。该试验结果表明(见图4):盐胁迫处理后肇东苜蓿和东方山羊豆的可溶性蛋白含量均降低后又回升。这一方面可能与逆境条件下蛋白质分解并参与渗透调节有关,另一方面可能与逆境启动了新的蛋白质合成机制,阻碍了原有蛋白质合成途径。在盐胁迫的后期不同浓度处理下又略有回升,可能是2种牧草渐渐适应了新的胁迫环境。原有蛋白质合成途径又恢复正常。从测定结果来看,盐胁迫对2种牧草可溶性蛋白含量影响差异不显著。所以,可溶性蛋白含量可作为参考指标。

因此,SOD、POD活性大、脯氨酸含量高,可以作为东方山羊豆的3个重要的抗盐生理指标。可溶性蛋白含量的降低或上升,可作为参考指标。通过以上几项生

理指标的综合分析,说明东方山羊豆较肇东苜蓿具有较强的抗盐能力。

### 参考文献

- [1] 张新春,庄炳昌,李自超.植物耐盐性研究进展[J].玉米科学,2002,10(1):50-56.
- [2] 宁布,陈凤林.有希望的草种东方山羊豆[J].内蒙古草业,2000(3):64.
- [3] 张自和.东方山羊豆的生物学特性与栽培技术[J].草原与草坪,2002(1):19-21.
- [4] 李波,贾秀峰,李云波.苜蓿抗盐愈伤组织的诱导及其生理生化指标的测定[J].种子,2005,24(2):35-37.
- [5] 崔英.三种三叶草的耐盐性和抗寒性研究[D].内蒙古农业大学硕士学位论文,2006:1-45.
- [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,2000:164-169.
- [7] 汪安琳,高强,陈裕菊.油菜素内酯对湿地松苗的生理作用[J].南京林业大学学报,1995,19(4):1-6.
- [8] Ana Santa-Cruz, Manuel Acosta, Ana Rus. Short term salt tolerance mechanisms in differentially salt tomato species[J]. Plant Physiol Biochem, 1999, 37(1): 65-71.
- [9] 肖雯,贾恢先,蒲陆梅.几种盐生植物抗盐生理指标的研究[J].西北植物学报,2000,20(5):818-825.
- [10] 王宝山,姚郭义.盐胁迫对沙枣愈伤组织膜性、膜脂过氧化和SOD活性的影响[J].河北农业大学学报,1993,16(3):20-24.
- [11] 许晓明,叶和春,李国凤.植物抗盐机理的研究进展[J].植物学通报,1999,16(4):332-338.
- [12] 董发才,苗琛,金艳彩.小麦根系过氧化氢积累与耐盐性的关系[J].武汉植物学研究,2002,20(4):293-298.
- [13] 王俊刚,陈国仓,张承烈.水分胁迫对2种生态型芦苇的可溶性蛋白含量、SOD、POD、CAT活性的影响[J].西北植物学报,2002,22(3):561-565.
- [14] 陈沁,刘友良.谷胱甘肽对盐胁迫大麦叶片活性氧清除系统的保护作用[J].作物学报,2000,26(3):365-371.
- [15] 廖祥儒,朱新产.活性氧代谢和植物抗盐性[J].生命的化学,1996(16):19-23.
- [16] 王建华,刘鸿先.SOD在植物逆境及衰老中的作用[J].植物生理学通讯,1980(1):1-7.
- [17] 邵桂花,万文超,李超凡.大豆萌发期耐盐生理初步研究[J].作物杂志,1994(6):25.

## Effects of Salt Stress on Physiological Process of *Galega Orientalis* L.

SHA Wei<sup>1</sup>, HOU Yun-jie<sup>1</sup>, LUO Xin-yi<sup>2</sup>

(1. Department of Biology, College of Life Science and Engineering, Qiqihar University, Qiqihar, Heilongjiang 161006 China; 2. Institute of Animal Science of Heilongjiang Province, Qiqihar, Heilongjiang 161041, China)

**Abstract:** In this paper, different levels of NaCl stress treatment to the seeding of *Galega Orientalis* L. and *Medicago sativa* CV Zhaodong was carried out. Which the concentration of NaCl were 50, 100, 150 mmol/L. The effects of Salt Stress on relative SOD activity and POD activity, the contents of Proline and Soluble proteins in the leaves of the two species were studied after 0, 1, 2, 3, 4 days treatment. The result showed that the salt resistant ability of *Galega Orientalis* L. was better than *Medicago sativa* CV Zhaodong.

**Key words:** *Galega Orientalis* L.; *Medicago sativa* CV Zhaodong; Salt stress