

张 栎,赵龙春,王洪芹,等. 盐胁迫对海滨锦葵幼苗生长及抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):370-372.

盐胁迫对海滨锦葵幼苗生长及抗氧化酶活性的影响

张 栎,赵龙春,王洪芹,薛元霞,王红艳

(中国农业大学烟台研究院,山东烟台 264670)

摘要:研究了盐胁迫对海滨锦葵幼苗生长和抗氧化酶活性的影响。结果表明:低浓度盐胁迫处理能促进海滨锦葵生长,使其叶绿素含量、株高、干质量、鲜质量均高于对照,丙二醛(MDA)含量变化不大;而高浓度盐胁迫处理抑制其生长,表现为叶绿素含量、株高、干质量、鲜质量显著降低,MDA 含量明显升高;抗氧化酶系统中 SOD、POD 活性随着 NaCl 浓度增大而升高,而 CAT 活性则随着 NaCl 浓度增大先升高后降低。

关键词:海滨锦葵;NaCl 胁迫;丙二醛;抗氧化酶

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0370-03

土壤盐渍化是一个世界性的资源问题和生态问题,是当今农业发展面临的重大非生物环境胁迫因素之一^[1]。目前全球约有 10 亿 hm^2 盐渍化土地,占全球陆地面积的 10%,广泛分布于 100 多个国家和地区^[2]。我国是世界盐碱地大国之一,各类盐渍土总面积为 9913.3 万 hm^2 ,广泛分布于西北地区、华北地区、东北地区西部和滨海地区^[3]。如何改良和高效利用这些盐土资源,不仅是解决我国面临的人口、粮食、资源、环境等问题的重要途径,也是改善生态环境,推动社会、经济、生态可持续发展的重要措施,而开发盐土资源和发展盐土农业的关键是筛选和培育耐盐经济植物^[4-5]。近年来人们除了开发利用本土盐生植物资源外,还通过各种渠道从国外引进多种耐盐经济植物,海滨锦葵(*Kosteletzkyia virginica*)即为其其中之一。海滨锦葵原产美国东部沿海地区的含盐沼泽地带,是适宜海滨地区生长的多年生草本植物,其种子富含蛋白质、脂肪(多为不饱和脂肪酸)与矿物质,是一种多用途的优良耐盐油料植物。1992—1993 年南京大学生命科学学院盐生植物实验室将海滨锦葵从美国引入我国,并在辽宁、江苏、山东

等省沿海滩涂种植,试验表明海滨锦葵是一种优良的滩涂开发利用植物^[6-9]。目前海滨锦葵的相关研究集中在对其引种生态学及籽粒的经济价值上,对其耐盐生理的研究很少。本研究探讨了不同盐胁迫浓度对海滨锦葵幼苗生长过程中一些生理生化指标的影响,初步探索了海滨锦葵在盐胁迫条件下的生理适应机制,旨在为其在沿海滩涂种植和大规模推广应用提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 试验材料

海滨锦葵种子于 2011 年 9 月人工采集于中国农业大学烟台研究院试验基地,经除杂、晾干后避光贮存于干燥通风处。试验于 2012 年 6—8 月在中国农业大学烟台研究院植物生理实验室进行。

1.2 试验方法

1.2.1 幼苗培养和胁迫处理 选取饱满、均匀、外观良好的海滨锦葵种子,用 98% 浓硫酸浸泡 30 min,用水清洗后,再用 0.1% 氯化汞消毒 10 min,用蒸馏水洗净后播种于周转箱中,放入温室培养。待海滨锦葵长出 2 对真叶后,挑选生长一致的幼苗,将其小心移出并洗净根部,定植于底部带孔的塑料花盆中,栽培基质为干净河沙,每盆 3 棵幼苗,用 1/2 Hoagland 营养液隔天浇灌。20d 后选择长势一致的材料,分别用含 50、100、200、300 mmol/L NaCl 的 1/2 Hoagland 培养液进行胁迫

收稿日期:2013-10-16

基金项目:中国农业大学本科生科研训练计划(编号:URP201213)。

作者简介:张 栎(1992—),男,山东淄博人,研究方向为设施科学与农业工程。E-mail:1847051582@qq.com。

通信作者:王红艳,硕士,助理研究员,主要从事植物逆境生理研究。E-mail:why1980221@163.com。

[16]张乃明,李 刚,苏友波,等. 滇池流域大棚土壤硝酸盐累积特征及其对环境的影响[J]. 农业工程学报,2006,22(6):215-217.

[17]杜连凤,刘建玲,刘文科,等. 河北省藁城市大棚土壤盐分累积状况研究[J]. 中国农学通报,2002,18(2):30-33.

[18]李 刚,张乃明,毛昆明,等. 大棚土壤盐分累积特征与调控措施研究[J]. 农业工程学报,2004,20(3):44-47.

[19]李小刚,樊胜祖. 以水盐平衡理论为指导防治景泰灌区土壤次生盐渍化[J]. 甘肃农业大学学报,1999(1):6-11.

[20]夏月明,朱玉萍,吴明兴,等. 夏季大棚水芹连作障碍防治技术研究[J]. 江苏农业科学,2012,40(1):158-160.

[21]柳安国,益弟红,顾良观,等. 水旱轮作茄子高产高效栽培技术[J]. 上海蔬菜,2008(3):52-53.

[22]钱亚明,赵密珍,王西成,等. 水旱轮作对草莓生物学和植物学

特性的影响[J]. 安徽农业科学,2013,41(1):77,85.

[23]邢后银,滕宏飞,王常春. 水稻—豇豆水旱轮作栽培效益高[J]. 科学种养,2009(6):22-23.

[24]范明生,江荣风,张福锁,等. 水旱轮作系统作物养分管理策略[J]. 应用生态学报,2008,19(2):424-432.

[25]郭春霞,沈根祥,黄丽华,等. 精确滴灌施肥技术对大棚土壤盐渍化和氮磷流失控制的研究[J]. 农业环境科学学报,2009,28(2):287-291.

[26]陆 敏,刘 敏,黄明蔚,等. 大田条件下稻麦轮作土壤氮素流失研究[J]. 农业环境科学学报,2006,25(5):1234-1239.

[27]张丽娟,巨晓棠,刘辰琛,等. 北方设施蔬菜种植区地下水硝酸盐来源分析——以山东省惠民县为例[J]. 中国农业科学,2010,43(21):4427-4436.

处理,每个盐胁迫处理重复 3 次,对照为 1/2 Hoagland 培养液。为避免盐冲击,处理液浓度每天递增 50 mmol/L。各处理于同一天达到预定浓度,然后隔天以预定浓度的处理液浇灌,浇灌量为细沙持水量的 3 倍,使根部溶液彻底更新。盐胁迫处理 2 周后统一采样,测定相关指标。

1.2.2 株高、鲜质量、干质量测定 每处理选取长势相当的幼苗 5 株,用直尺测量株高,以露出土壤部分的最低点和最高点计数,取 5 个重复的平均值并记录。然后将幼苗小心拔出并保证根系完整,用蒸馏水洗净并用滤纸吸干,称其鲜质量(FW)。随后于 110 ℃ 杀青 30 min,后在 80 ℃ 烘干至恒重并测定干物质质量(DW)。各指标取 5 个重复的平均值。

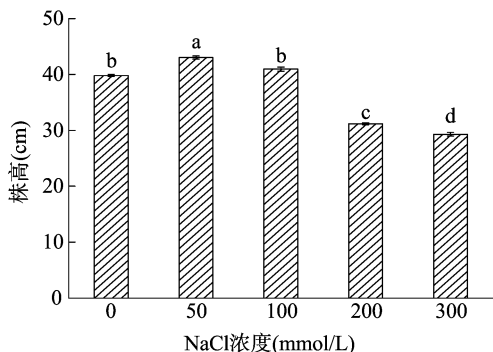
1.2.3 生理生化指标测定 叶绿素含量测定采用丙酮法^[10];丙二醛(MDA)含量测定采用硫代巴比妥酸法^[10];超氧化物歧化酶(SOD)活性测定采用氮蓝四唑(NBT)法^[11];过氧化物酶(POD)活性测定采用愈创木酚法^[11];过氧化氢酶(CAT)活性测定采用紫外吸收法^[11]。每处理取相同部位叶片测定以上各项指标,每个处理 3 次重复。

1.2.4 数据处理与分析 使用 Origin 7.5、SPSS 17.0 软件进行作图及数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对海滨锦葵幼苗株高、鲜质量、干质量的影响

盐胁迫对植物生长影响的最直观指标是生物量。如图 1、图 2 所示,随着 NaCl 浓度增大,海滨锦葵幼苗的株高、鲜质量、干质量均呈先升高后降低的趋势。在 50 mmol/L NaCl 处理下,海滨锦葵幼苗株高、鲜质量、干质量与对照差异显著;在 100 mmol/L NaCl 处理下,海滨锦葵幼苗株高、鲜质量、干质量比对照略有增加;随着 NaCl 浓度进一步增大,其株高、鲜质量、干质量持续降低。综上,低盐浓度处理能促进海滨锦葵幼苗生长,但 NaCl 浓度超过 100 mmol/L 时则抑制其生长。



同一指标上的不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同

图 1 盐胁迫对海滨锦葵幼苗株高的影响

2.2 盐胁迫对海滨锦葵幼苗叶绿素含量的影响

叶绿素含量在一定程度上可以反映植物光合能力。如图 3 所示,在 50、100 mmol/L NaCl 低盐浓度处理下海滨锦葵幼苗叶绿素含量较对照组高,幼苗生长状况较好;随着 NaCl 浓度增大,海滨锦葵幼苗叶绿素含量则明显下降,原因可能是高浓度 NaCl 抑制了叶绿素合成,进而降低光合作用效率,使幼苗生长状况受到影响。试验还发现,相同培养时间内,200、300 mmol/L NaCl 处理下幼苗节间短、叶片小,这与幼苗株高、干质量、鲜质量的结果是一致的。

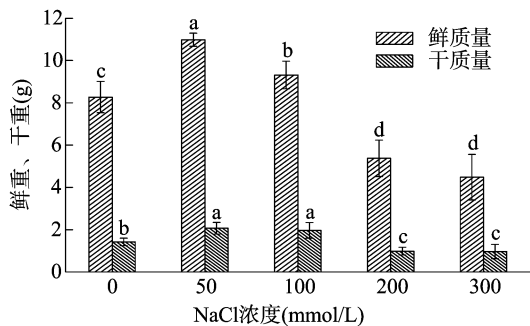


图 2 盐胁迫对海滨锦葵幼苗鲜质量、干质量的影响

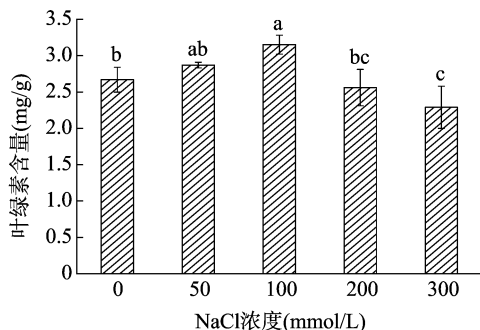


图 3 盐胁迫对海滨锦葵幼苗叶绿素含量的影响

2.3 盐胁迫对海滨锦葵幼苗丙二醛含量的影响

丙二醛是膜脂过氧化作用的产物之一,其含量常用来表示质膜过氧化损伤程度。NaCl 胁迫对海滨锦葵幼苗 MDA 含量也产生影响。如图 4 所示,50、100 mmol/L NaCl 处理下,海滨锦葵幼苗 MDA 含量与对照相当,没有显著差异;而在 200、300 mmol/L NaCl 处理下其 MDA 含量显著升高。这说明低盐处理促进了海滨锦葵幼苗生长,没有造成氧化损伤;而高盐处理则可能导致氧化损伤,破坏了正常的细胞形态结构,最终抑制海滨锦葵幼苗生长。

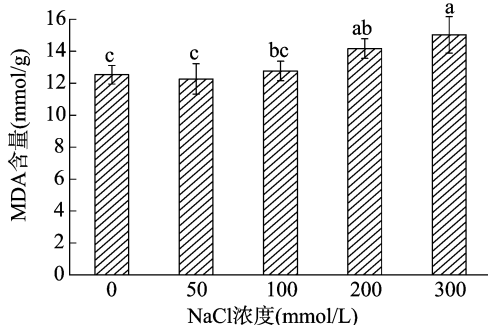


图 4 盐胁迫对海滨锦葵幼苗MDA含量的影响

2.4 盐胁迫对海滨锦葵幼苗抗氧化酶活性的影响

抗氧化酶是植物体内重要的活性氧清除系统,具有维持活性氧代谢、保持膜结构和功能的作用。正常条件下,植物体内活性氧水平很低,而盐胁迫则导致植物体内活性氧增多,继而产生氧化胁迫^[12-13],同时抗氧化酶活性也会产生相应变化。一般认为,SOD、POD、CAT 是 3 种重要的抗氧化酶,其中 SOD 使超氧阴离子转化为 H_2O_2 、 O_2 , H_2O_2 再通过 POD、CAT 分解成无毒的 H_2O 、 O_2 ,三者之间协调作用能有效清除植物体内的活性氧。如图 5、图 6、图 7 所示,随着 NaCl 浓度增大,

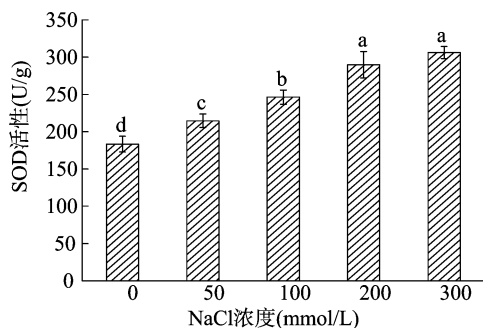


图5 盐胁迫对海滨锦葵幼苗SOD活性的影响

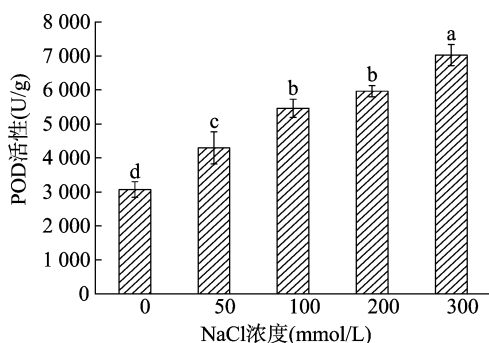


图6 盐胁迫对海滨锦葵幼苗POD活性的影响

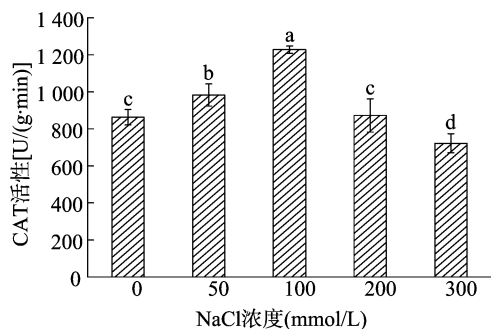


图7 盐胁迫对海滨锦葵幼苗CAT活性的影响

SOD、POD 活性逐渐升高;而 CAT 活性则先升高、后下降,在 100 mmol/L NaCl 处理时其活性最高。低盐处理时,SOD、POD、CAT 活性增加,能够消除由盐胁迫诱导产生的活性氧,从而保证细胞的正常结构和代谢活动;但随着盐浓度增大,CAT 活性受到抑制,而 SOD、POD 活性的增加不足以对抗盐胁迫诱导产生的大量活性氧时,则导致氧化损伤,这与 MDA 含量的增加相互印证。

3 结论与讨论

一般认为,盐胁迫对植物的伤害主要是通过渗透胁迫、离子毒害、营养失衡以及盐胁迫的次级反应如氧化胁迫等过程而实现^[1]。植物适应盐胁迫的机制一直是学者关注的焦点,研究发现,植物适应盐胁迫的生理机制主要包括提高抗氧化酶系统的活性,离子选择性吸收,离子区域化,拒盐作用以及合成渗透调节物质等^[14];但是对于不同强度和不同持续时间的盐胁迫,不同植物有不同的生理响应机制。

本研究采用不同浓度 NaCl 溶液模拟盐胁迫处理海滨锦葵幼苗 2 周,研究了海滨锦葵幼苗对盐胁迫的生理响应。结果表明:海滨锦葵幼苗对盐胁迫有较强的适应能力,低于 100 mmol/L NaCl 的处理能够促进其生长,表现为叶绿素含量、株高、干质量、鲜质量均高于对照,指示膜伤害程度的 MDA 含量也没有明显升高,抗氧化酶 SOD、POD、CAT 活性均高于对照,这表明海滨锦葵在低浓度盐胁迫环境中能够通过提高抗氧化能力而维持正常生长,对盐胁迫具有一定的缓解效应,这可能与其长期适应盐渍生长环境有关。但当 NaCl 浓度高于 200 mmol/L 时,其生长明显受到抑制,表现为叶绿素含量、株高、干质量、鲜质量显著降低,MDA 含量明显升高,这说明海滨锦葵对盐渍环境的耐受性是有限的,尽管抗氧化酶 SOD、POD 活性仍高于对照,但高浓度盐胁迫处理可能导致海滨锦葵幼苗体内活性氧大量增加,超过了抗氧化酶的清除能力,从而造成细胞膜结构被破坏,叶绿素合成受阻,光合作用能力降低,使其生长受到抑制。

参考文献:

- [1] Mahajan S, Tuteja N. Cold, salinity and drought stresses: an overview [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2005, 444 (2): 139–158.
- [2] Munns R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance [J]. Plant Biology, 2008, 59 (1): 651–681.
- [3] 俞仁培, 陈德明. 我国盐渍土资源及其开发利用 [J]. 土壤通报, 1999, 30 (4): 15–16, 34.
- [4] Gallagher J L. Halophytic crops for cultivation at seawater salinity [J]. Plant and Soil, 1985, 89 (1/2/3): 323–336.
- [5] 赵可夫, 李法曾, 张福锁. 中国盐生植物 [M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 1999: 172–176.
- [6] 徐国万, 钦佩, 谢民, 等. 海滨锦葵 (*Kosteletzkya virginica*) 的引种生态学研究 [J]. 南京大学学报: 自然科学, 1996, 32 (2): 268–273.
- [7] 尹金来, 周春霖, 洪立州, 等. 耐盐植物海滨锦葵的引种和栽培研究 [J]. 江苏农业科学, 2000 (6): 29–31.
- [8] 阮成江, 钦佩, 陈景文, 等. 海滨锦葵种子营养成分分析 [J]. 作物学报, 2004, 30 (9): 901–905.
- [9] 丁海荣, 洪立洲, 王凯, 等. 耐盐植物海滨锦葵研究进展 [J]. 安徽农学通报, 2008, 14 (13): 43–45.
- [10] 高俊凤. 植物生理学实验指导 [M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2006: 274–277.
- [11] 李玲. 植物生理学模块实验指导 [M]. 北京: 科学出版社, 2009: 95–102.
- [12] Ahmad P, Jaleel C A, Salem M A, et al. Roles of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in plants during abiotic stress [J]. Critical Reviews in Biotechnology, 2010, 30 (3): 161–175.
- [13] Ahmad P, Hakeem K R, Kumar A, et al. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.) [J]. Afr J Biotechnol, 2012, 11 (11): 2694–2703.
- [14] Hasegawa P, Bressan R A, Zhu J K, et al. Plant cellular and molecular responses to high salinity [J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 2000, 51: 463–499.