

盐胁迫对九粒白根系活力及叶绿素含量与抗性生理的影响

王小平, 吴向华, 毛善国

(南京晓庄学院 生物化工与环境工程学院, 江苏 南京 211171)

摘 要:以“超级九粒白”的实生幼苗为试材,采用砂培法研究了 15、30、60、90、150 和 200 mmol/L 的 NaCl 胁迫下,植株幼苗的根系活力、叶绿素含量以及抗性生理(脯氨酸、丙二醛(MDA)、超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD))的变化规律。结果表明:随着 Na⁺胁迫浓度的升高,根系活力、SOD、POD 的活性呈现先升后降的趋势,分别于 30、150、90 mmol/L 时达到最大值,是对照的 112%、198%和 219%。叶绿素 a、b 含量随 Na⁺胁迫浓度的升高呈下降趋势,而 MDA、脯氨酸含量则呈增加的趋势。

关键词:“超级九粒白”;盐胁迫;根系活力;叶绿素;抗性生理

中图分类号:S 643.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)10-0032-03

由于农业生产中不合理的灌溉、矿业生产等因素常会引起土壤盐渍化,使土壤次生盐化面积增大。长期以来,植物耐盐机理以及如何提高植物的耐盐性和在盐胁迫下农作物的产量等问题一直是人们关注的焦点^[1]。九粒白属豆科植物,又称芸豆、四季豆等,是一种广泛栽培的蔬菜。对九粒白生长受到盐胁迫的生理响应的研究,不仅有助于了解植物受到盐胁迫后其抗性生理机制,还可为农田蔬菜种植在次生盐化的监测和综合治理方面提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为“超级九粒白”实生幼苗。

1.2 试验方法

选取饱满、大小均匀的“超级九粒白”种子,用 6%的 H₂O₂ 消毒约 1 h 后,用自来水冲洗干净,然后放入清水浸泡 12 h 左右,播种于装有石英砂的塑料盆中。萌发后,进行移栽,每盆植 3~5 株,7 盆为 1 个试验组,并编号为 I、II、III、IV、V、VI、VII,其中 I 为对照组,其余 6 组为处理组,每组 3 次重复。用 Hoagland 培养液浇灌。待苗长至 4 叶 1 心时,开始用 Hoagland 溶液作为母液配制 NaCl 浓度为 15、30、60、90、150 和 200 mmol/L 的处理液,并分别对应浇灌 II、III、IV、V、VI、VII 组中的植株,且用

Hoagland 溶液浇灌对照组 I,第 7 天开始进行相关生理指标测定。

1.3 项目测定

叶绿素含量采用分光光度法^[2]测定;根系活力的测定参照 α-萘胺氧化法^[2];脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法^[2]进行;丙二醛(MDA)含量的测定参照硫代巴比妥酸(TBA)比色法^[2];超氧化物歧化酶(SOD)活性的测定采用南京建成生物工程公司的 SOD 试剂盒进行;过氧化物酶(POD)活性采用愈创木酚比色法测定^[2]。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对九粒白根系活力的影响

根系活力是衡量根生长好坏的一个重要生理指标。活力大小反映根代谢的强度,活力越强,则根系的代谢就越旺盛,根系就越健壮。由图 1 可知,低浓度 Na⁺对根有一定刺激作用,提高了其活力,Na⁺浓度为 15、30 mmol/L 时,其活力分别为对照组的 105%、112%;随着 Na⁺浓度增加,根的活力受到抑制,如 150、200 mmol/L 根系活力分别为对照组的 52%、34%。

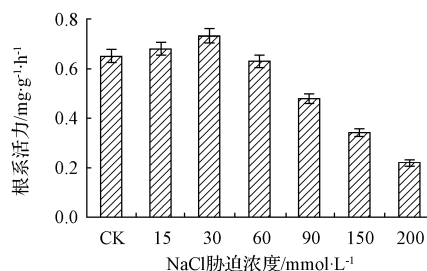


图 1 NaCl 胁迫对根系活力的影响

Fig. 1 Effect of NaCl stress on root activity

第一作者简介:王小平(1969-),男,江苏南京人,硕士,副教授,现主要从事植物学及植物生理学的教学与科研工作。E-mail: wangxpb@163.com.

基金项目:南京市重点建设学科资助项目。

收稿日期:2013-01-22

2.2 盐胁迫对九粒白叶绿素 a、b 含量的影响

叶绿素在光合作用中起着重要作用,同时其含量也是衡量植物生长状况的重要生理指标之一^[3]。植株受到盐胁迫后叶绿素的含量会发生变化。由图 2 可知,随着 Na^+ 胁迫浓度的增大,幼苗叶绿素含量逐渐减少。当植株受到 15 mmol/L 等低浓度胁迫时,对叶绿素的含量影响不大,叶绿素 a、b 含量分别为对照组的 99%、94%。但随着 Na^+ 胁迫浓度的增大,叶绿素含量呈下降趋势明显,如当 Na^+ 为 150 mmol/L 时,叶绿素 a、b 含量分别为对照组的 36%、26%。

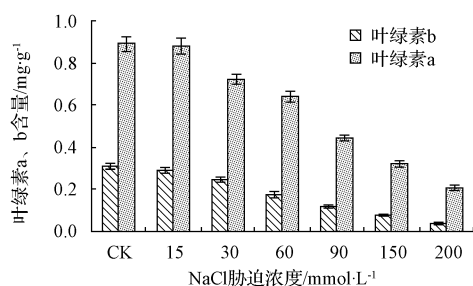


图 2 NaCl 胁迫对叶绿素 a、b 含量的影响

Fig. 2 Effect of NaCl stress on chlorophyll a, b content

2.3 盐胁迫对九粒白脯氨酸含量的影响

当植物受到不同环境因素胁迫时,植物体中游离脯氨酸的含量就会发生很大的变化,引起游离脯氨酸大量积累,且积累指数与植物的抗逆性有关^[4]。由图 3 可以看出,低浓度 Na^+ 影响比较小,15、30 mmol/L 分别为对照的 110%、122%;但随着 Na^+ 浓度增大,植株脯氨酸的含量增加,如 150、200 mmol/L 时分别为对照组的 179%、198%。脯氨酸含量的增加,既是植物对外界胁迫的一种适应性反应,也是植物细胞结构和功能有可能遭受伤害的反应。

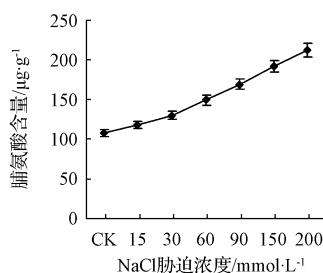


图 3 NaCl 胁迫对脯氨酸含量的影响

Fig. 3 Effect of NaCl stress on proline content

2.4 盐胁迫对九粒白 MDA 含量的影响

植物在逆境条件下,常会发生膜脂过氧化,丙二醛就是其产物之一,通常将丙二醛含量用于表示植物对逆境条件反应的强弱^[5]。由图 4 可以看出,当 $\text{Na}^+ \leq 60$ mmol/L 时,MDA 含量上升缓慢,15、30、60 mmol/L 分别为对照组的 109%、130%和 148%,当 Na^+ 浓度为 150、200 mmol/L

时分别为对照组的 197%、210%。MDA 呈现缓慢升高的趋势,说明在胁迫初期,植物的应激性和保护机制对植物在逆境下的伤害起到了缓解作用。

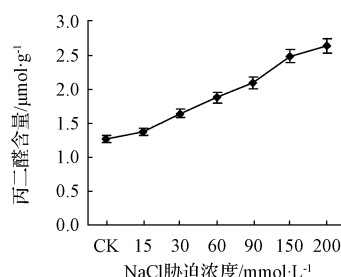


图 4 NaCl 胁迫对 MDA 含量的影响

Fig. 4 Effect of NaCl stress on MDA content

2.5 盐胁迫对九粒白 SOD 活性的影响

在正常情况下,植物体内活性氧清除系统能有效地清除体内的活性氧自由基,从而使细胞免受伤害。但在逆境下,植物体内活性氧自由基的产生速度超出了植物自身清除活性氧的能力,便会引起伤害^[6]。由图 5 可知,当叶片内 Na^+ 浓度 ≤ 150 mmol/L 时能促进叶片 SOD 抗氧化酶的活性,导致这种酶的活性上升,如 15、30、150 mmol/L 时 SOD 活性分别为对照 115%、148%、198%,随着 Na^+ 浓度增大 SOD 活性呈下降趋势。

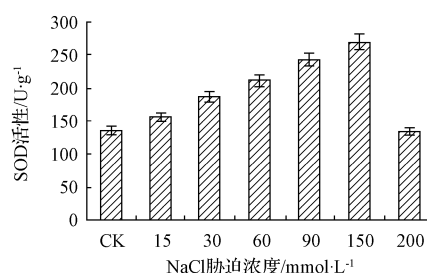


图 5 NaCl 胁迫对 SOD 活性的影响

Fig. 5 Effect of NaCl stress on SOD activity

2.6 盐胁迫对九粒白 POD 活性的影响

POD 也是植物抗氧化酶防护系统组成成分之一,其活性大小能反映植物抗氧化能力的强弱和植物受毒害的严重程度,能在一定范围内对盐胁迫有耐受的作用^[6]。POD 活性随胁迫浓度提高出现先升后降的变化规

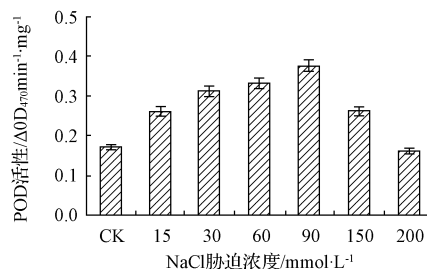


图 6 NaCl 胁迫对 POD 活性的影响

Fig. 6 Effect of NaCl stress on POD activity

律,表明幼苗能在一定程度上通过调节自身的代谢来适应和抵御外部伤害。由图 6 可知,15、30、90 mmol/L 时 POD 活性分别为对照的 152%、181%、219%,而 200 mmol/L 的 Na⁺ 胁迫为对照组的 94%。

3 讨论

根系对土壤中存在的逆境因子较为敏感,其活力与逆境因子的浓度有关。由试验可知,如根受到低浓度 Na⁺ (15 mmol/L) 的刺激,活力增强,随着 Na⁺ 浓度增加,根的活力受到抑制,如 150 mmol/L Na⁺ 根系活力为对照组的 52%。叶绿素 a、b 是植物光合作用最重要的色素,其含量高低会影响植物光合生理。随着 Na⁺ 处理浓度的增加,植株受胁迫的程度加强,叶绿素含量明显下降,如 Na⁺ 为 150 mmol/L 胁迫时,叶绿素 a、b 含量分别为对照组的 36%、26%。表明过高的 Na⁺ 可能会抑制叶绿素的形成,还可能导致叶绿素的分解加快。试验还表明,叶绿素 b 含量减少的幅度大于叶绿素 a,这可能与其功能有关。

生物体自身的保护酶系统中,SOD、POD 是植物体内清除活性氧的重要酶类^[6]。在正常情况下,细胞内活性氧水平很低,不会引起伤害。当胁迫的 Na⁺ 浓度超过一定限度时,SOD、POD 活性下降,植物体内活性氧代谢系统的平衡被打破,活性氧的大量积累,植物体易被破

坏。如 MDA 含量的变化就是一个例证。试验表明,在不同浓度的 Na⁺ 胁迫下,植株均表现出了一定程度的伤害,且随着胁迫浓度的增大呈增加趋势,说明在胁迫初期,植物的 SOD、POD 等应激性和保护机制对植物在逆境下的伤害起到了缓解作用,但当浓度超过了一定的范围,植物叶片质膜的组成和完整性遭到破坏^[7]。另外,脯氨酸也是重要的逆境指标,随着 Na⁺ 胁迫的浓度增加,植株体的脯氨酸也大量的累积,大量积累的脯氨酸起到能够降低细胞水势,调节渗透平衡等作用。

参考文献

- [1] 杨颖丽,杨宁,王莱,等. 盐胁迫对小麦幼苗生理指标的影响[J]. 兰州大学学报,2007,43(2):29-34.
- [2] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京:高等教育出版社,2009.
- [3] 尤扬,贾文庆. NaCl 胁迫对三色堇 SOD、POD 及叶绿素含量的影响[J]. 北方园艺,2012(6):64-66.
- [4] 段九菊,郭世荣,樊怀福,等. 盐胁迫对黄瓜幼苗根系脯氨酸和多胺代谢的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(12):2486-2492.
- [5] 刘国花. 盐胁迫对豌豆幼苗生理指标的影响[J]. 湖北农业科学,2007,46(3):366-368.
- [6] 赵丽英,邓西平,山仓. 活性氧清除系统对于旱胁迫的响应机制[J]. 西北植物学报,2005,25(2):413-418.
- [7] 张建瑛,杨玲,沈海龙. 不花楸体细胞胚发生过程中抗氧化酶活性的变化[J]. 植物生理学通讯,2007,43(2):264-268.

Effect of NaCl Stress on Root Activity, Chlorophyll Content and Resistance Physiology of *Phaseolus vulgaris*

WANG Xiao-ping, WU Xiang-hua, MAO Shan-guo

(Department of Biology Chemistry and Environmental Engineering, Nanjing Xiaozhuang College, Nanjing, Jiangsu 211171)

Abstract: With seedlings of *Phaseolus vulgaris* as material, sand culture were adopted, root activity, chlorophyll content, resistance physiology rule (proline, MDA, SOD, POD) were tested under 15, 30, 60, 90, 150, 200 mmol/L NaCl stress. The results showed that root activity, SOD activity and POD activity showed increasing first and then decreasing trend with Na⁺ stress concentration increased. The maximum value was reached under 30, 150, 90 mmol/L NaCl stress, 112%, 198% and 219% than the control, content of chlorophyll a, b decreased with the stress of Na⁺ concentration increased, but content of MDA and proline increased.

Key words: *Phaseolus vulgaris*; salt stress; root activity; chlorophyll; resistance physiology