

盐胁迫对玉米根、芽主要渗透调节物质的影响

王征宏, 戴凌峰, 赵威, 郭秀璞, 吕淑芳

(河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003)

摘要: 为揭示玉米不同器官适应盐胁迫的生理机制, 以不同浓度 NaCl 溶液对萌发期的玉米进行盐胁迫处理, 研究了玉米根、芽主要渗透调节物质含量的变化。结果表明: 与 CK(0 mmol/L NaCl) 相比, 100 mmol/L NaCl 胁迫处理显著增加了玉米根游离脯氨酸和可溶性总糖的含量, 增幅分别为 205.11% 和 25.00%, 芽的增幅较小, 分别为 2.96% 和 10.53%, 但根、芽可溶性蛋白质含量均无显著变化; 200 mmol/L NaCl 胁迫下, 玉米芽游离脯氨酸和可溶性蛋白质含量的增幅(94.84%, 29.17%) 略大于根的增幅(90.32%, 23.33%), 但是玉米芽可溶性总糖含量无显著变化, 而玉米根可溶性总糖含量却显著增加, 增幅为 58.33%。以上结果表明, 盐胁迫下玉米根有机物的渗透调节能力较芽大。

关键词: 盐胁迫; 玉米; 根系; 芽; 渗透调节物质

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)06-0021-03

Effects of Salt Stress on Main Osmotic Adjustment Substance in Root and Shoot of Maize

WANG Zheng-hong, DAI Ling-feng, ZHAO Wei, GUO Xiu-pu, LÜ Shu-fang

(Agricultural College, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: In order to reveal the physiological adapting mechanism to salt stress in different organs of maize seedling, germinating maize seeds were treated by various concentrations of NaCl solution to determine the changes of main osmotic adjustment substance content in roots and buds. The results indicated that when compared with control (0 mmol/L NaCl), the free proline and total soluble sugar content of maize roots significantly increased by 205.11% and 25.00% respectively (increase amplitudes of buds were 2.96% and 10.53% respectively) under the treatment of 100 mmol/L NaCl solution stress, but no significant changes were found in soluble protein content under this treatment. Under the treatment of 200 mmol/L NaCl solution stress, although the increase amplitudes of free proline and soluble protein content of maize buds (94.84%, 29.17%) were slightly larger than those of maize roots (90.32%, 23.33%), no significant changes in buds and significant increase in roots (increase amplitude was 58.33%) were found respectively in soluble sugar content under this treatment. The above experimental results could in-depth prove that under treatments of NaCl solution stress, the osmotic adjustment ability of organic substance of maize roots was greater than that of maize buds obviously.

Key words: salt stress; maize; root; buds; osmotic adjustment substance

盐胁迫是世界范围内普遍存在的影响作物生长的逆境因子。我国的次生盐渍化土壤约占耕地面积的 1/10, 因此, 缓解盐胁迫对作物的损伤以提高作物产量成为众多农学家和生物学家关注的焦点。渗透调节是植物对低水势环境产生的保护性反应的一

个重要生理机制^[1]。植物的渗透调节主要是通过一些亲和性溶质的积累而实现。渗透调节物质主要有脯氨酸、可溶性糖、甜菜碱、有机酸、游离氨基酸等有机物质, 其生理功能是调节细胞质的渗透势, 同时对酶、蛋白质和生物膜起保护作用^[2]。盐胁迫也可以

收稿日期: 2013-01-04

基金项目: 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室开放基金项目(10501-289); 河南科技大学博士基金项目(09001427)

作者简介: 王征宏(1976-), 女, 内蒙古阿尔山人, 副教授, 博士, 主要从事植物逆境生理研究。E-mail: zhwwzhh@163.com

造成植物生长的低水势环境,当植物生长在盐渍土壤中时,植物可以进行渗透调节,以阻止膨压的丧失,同时产生一个较低的水势,从而使植物从土壤中获取水分以维持生长。

植物种子萌发和幼苗生长阶段是一个植物种群能否在盐渍环境下定植的关键时期。玉米种子萌发期遭受盐胁迫会降低玉米的成苗率,导致减产^[3-4]。近年来,关于盐胁迫条件下玉米渗透调节能力方面的研究报道很多^[5-6],但是盐胁迫下玉米根、芽器官的渗透调节功能有何不同仍有待探讨。本研究用不同浓度 NaCl 溶液模拟盐胁迫,探讨玉米萌发期根、芽渗透调节物质的变化情况,揭示玉米适应盐胁迫的生理机制,为玉米抗旱栽培和育种提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料培养与处理

供试材料为市场购买的玉米品种沈玉 17。精选饱满整齐一致的玉米种子,用 10% 的 NaClO 消毒 10 min,蒸馏水冲洗 3 次,用吸水纸吸干种子表面水分,然后用镊子取 50 粒种子整齐摆于垫有双层滤纸直径为 12 cm 的大培养皿内。设置 NaCl 胁迫溶液浓度分别为 0 mmol/L (CK)、100 mmol/L 和 200 mmol/L,然后在每个培养皿分别加入 NaCl 处理液 15 mL,恒温培养箱内 30 °C 暗培养,每个处理 3 次重复。萌发过程中每天更换滤纸并重新添加 NaCl 处理液,萌发第 7 天,进行根、芽各项生理指标的测定。

1.2 渗透调节物质的测定

可溶性总糖含量测定采用蒽酮比色法,可溶性蛋白质含量测定采用紫外分光光度法,游离脯氨酸的含量测定采用酸性茚三酮法,以上生理指标的测定均参照文献^[7]进行。

1.3 数据分析

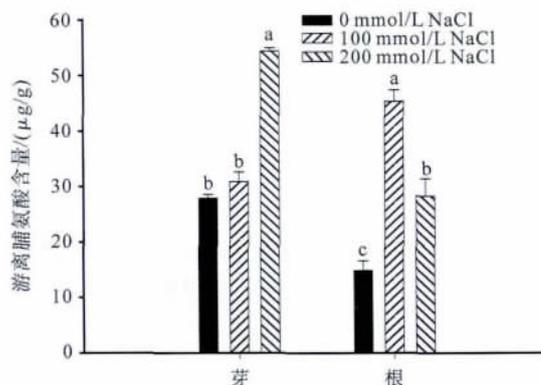
试验数据通过 Excel 整理,数据分析利用 SPSS 13.0 软件,采用单因素方差分析,对不同处理下的各参数进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对玉米根、芽游离脯氨酸含量的影响

游离脯氨酸是最重要和有效的有机渗透调节物质之一^[8]。由图 1 可知,CK 芽和根中游离脯氨酸含量分别为 27.92 $\mu\text{g/g}$ 和 14.87 $\mu\text{g/g}$ 。100 mmol/L NaCl 胁迫下,玉米芽中游离脯氨酸含量为 30.88 $\mu\text{g/g}$,与 CK 相比增幅为 10.6%,但差异不显著($P > 0.05$);玉米根游离脯氨酸含量为 45.37 $\mu\text{g/g}$,与 CK 相比显著增加,增幅为 205.11%。200 mmol/L NaCl

胁迫下玉米芽和根中游离脯氨酸含量分别为 54.40 $\mu\text{g/g}$ 和 28.30 $\mu\text{g/g}$,与 CK 相比均有显著增加,芽和根增幅分别为 94.84% 和 90.32%。



图上不同小写字母表示 5% 水平上差异显著,下同

图 1 盐胁迫对玉米根、芽游离脯氨酸含量的影响

2.2 盐胁迫对玉米根、芽可溶性总糖含量的影响

由图 2 可以看出,当 NaCl 胁迫溶液浓度分别为 0 (CK)、100、200 mmol/L 时,玉米芽中可溶性总糖含量分别为 0.19、0.21、0.19 mg/g,玉米根中可溶性总糖含量分别为 0.12、0.15、0.19 mg/g。与 CK 相比,100 mmol/L NaCl 胁迫处理显著增加了玉米芽和根中可溶性总糖的含量($P < 0.05$),其中玉米芽增加幅度为 10.53%,玉米根增加幅度为 25.00%;而当盐胁迫浓度增加到 200 mmol/L 时,玉米芽可溶性总糖含量与 CK 相比无显著差异($P > 0.05$),玉米根可溶性总糖含量增加幅度上升

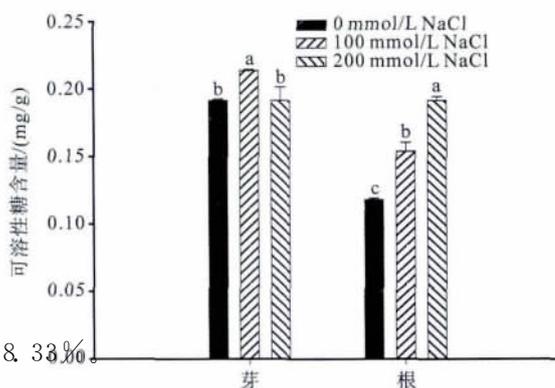


图 2 盐胁迫对玉米根、芽可溶性总糖含量的影响

2.3 盐胁迫对玉米根、芽可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白质具有较强的亲水胶体性质,影响着细胞的保水力,植物通过可溶性蛋白质的主动积累来降低渗透势,进行渗透调节^[8]。图 3 表明,当 NaCl 溶液浓度分别为 0 (CK)、100、200 mmol/L 时,玉米芽中可溶性蛋白质含量分别为 0.48、0.43、0.62 mg/g,玉米根中可溶性蛋白质含量分别为

0.30、0.30、0.37 mg/g。与CK相比,100 mmol/L NaCl胁迫处理并没有显著影响玉米芽和根中可溶性蛋白质含量的变化($P>0.05$),而当NaCl浓度提高到200 mmol/L时则显著增加了玉米芽和根中可溶性蛋白质含量($P<0.05$),增加幅度分别为29.17%和23.33%。

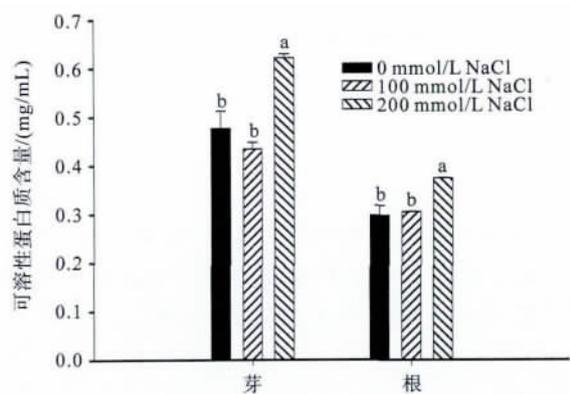


图3 盐胁迫对玉米根、芽可溶性蛋白质含量的影响

3 结论与讨论

土壤盐分过多会降低土壤溶液的渗透势,形成渗透胁迫。盐胁迫下植物细胞内积累一些可溶性物质,如脯氨酸、可溶性糖及可溶性蛋白质等调节细胞内的渗透势,维持水分平衡^[9-10]。王娟等^[2]研究指出,渗透调节物质的作用大小试验结果不尽一致,其相对贡献率的差异,可能与植物的种类、生育期、所处环境、胁迫强度和胁迫时间等多种因素有关。脯氨酸是最有效的渗透调节物质之一,在多种逆境下,植物体内大量积累脯氨酸,抵御逆境。本试验中,盐胁迫处理后玉米根、芽游离脯氨酸含量均有所增加。玉米根对低浓度(100 mmol/L)NaCl胁迫反应较芽更为敏感,游离脯氨酸含量大幅提高,而芽游离脯氨酸含量提高不显著;但玉米芽在高浓度(200 mmol/L)NaCl胁迫下积累脯氨酸的能力较根强。

萌发期玉米根和芽中可溶性总糖主要来源于种子胚乳中贮藏的淀粉等碳水化合物的分解和转运。本研究结果表明,100 mmol/L NaCl胁迫处理显著增加了根、芽中可溶性糖的含量,但根系增加幅度较大;200 mmol/L NaCl胁迫处理芽中可溶性糖含量与对照无显著差异,但玉米根系可溶性糖含量却进一步增加,这可能是由于重度盐胁迫引起淀粉分解产物转运分配比例发生变化引起,更多的糖分解产物运输到根系促进根系生长,有利于根系对水分的吸收,而芽分配量少生长受阻,这也是植物对逆境的一种生态适应。

植物在盐胁迫下有新的蛋白质合成,可以认为盐胁迫蛋白质的增加是植物的一种自我保护和抗盐机制^[11]。本研究表明,低浓度(100 mmol/L)NaCl胁迫处理并没有显著影响玉米根、芽可溶性蛋白质的含量,而高浓度(200 mmol/L)NaCl胁迫处理才显著增加可溶性蛋白质含量,且芽的增加幅度略大于根。这表明,在高盐胁迫下,植物细胞中蛋白质的合成代谢增强,合成更多蛋白质,参与渗透调节,使植物适应盐胁迫。

有关盐胁迫后玉米地上部与地下部之间的信号转导过程、激素变化、呼吸代谢、抗氧化能力等生理差异还有待于进一步研究,这有助于系统了解玉米抗盐生理机制,也为玉米抗盐育种与抗盐栽培提供一定的理论依据。

参考文献:

- [1] 王艳青,陈雪梅,李悦,等.植物抗逆中的渗透调节物质及其转基因工程进展[J].北京林业大学学报,2001,23(4):66-70.
- [2] 王娟,李德全.逆境条件下植物体内渗透调节物质的积累与活性氧代谢[J].植物学通报,2001,18(4):459-465.
- [3] 张海燕,赵延明.盐分对普通玉米种子发芽和幼苗生长的影响[J].中国种业,2010(4):45-47.
- [4] 秦雪峰,高扬帆,吕文彦.NaCl胁迫对玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J].种子,2007,26(5):24-26.
- [5] 王玉凤,王庆祥,商丽威.NaCl和Na₂SO₄胁迫对玉米幼苗渗透调节物质含量的影响[J].玉米科学,2007,15(5):69-71.
- [6] 李佐同,高聚林,王玉凤,等.外源硅对NaCl胁迫下玉米幼苗渗透调节物质含量影响[J].玉米科学,2011,19(3):91-93.
- [7] 张志良,瞿伟菁,李小方.植物生理学实验指导[M].北京:高等教育出版社,2009.
- [8] 余叔文,汤章城.植物生理与分子生物学[M].2版.北京:科学出版社,1998.
- [9] 王宝山.逆境植物生物学[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [10] Hajlaoui H, Ayebne N E, Garrec J P, et al. Differential effects of salt stress on osmotic adjustment and solutes allocation the basis of root and leaf tissue senescence of two silage maize (*Zea mays* L.) [J]. Industrial Crops and Products, 2010, 31: 122-130.
- [11] 杨晓慧,蒋卫杰,魏珉,等.植物对盐胁迫的反应及其抗盐机理研究进展[J].山东农业大学学报:自然科学版,2006,37(2):302-305.