

文章编号: 1005-0906(2007)05-0069-03

NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫对玉米幼苗渗透调节物质含量的影响

王玉凤, 王庆祥, 商丽威

(沈阳农业大学农学院, 沈阳 110161)

摘要: 研究了 NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫对玉米幼苗电解质渗漏、根系活力及脯氨酸、可溶性糖、可溶性蛋白等渗透调节物质含量的影响。结果表明, 玉米在 NaCl 作用下其电解质渗漏、根系活力及渗透调节物质含量的变化和 Na₂SO₄ 胁迫相似, 电解质渗漏、根系活力及渗透调节物质含量均随着盐浓度的增加而加剧。NaCl 胁迫下增幅大于 Na₂SO₄ 胁迫, 表明 NaCl 胁迫对玉米幼苗的伤害大于 Na₂SO₄ 胁迫。

关键词: 玉米幼苗; NaCl 胁迫; Na₂SO₄ 胁迫; 渗透调节物质

中图分类号: S513.01

文献标识码: A

Effects of NaCl and Na₂SO₄ Stress on Osmotic Adjustment Substances in Maize Seedlings

WANG Yu-feng, WANG Qing-xiang, SHANG Li-wei

(College of Agronomy, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The effects of electrolyte leakage, roots activity and some osmotic adjustment substances such as proline, soluble sugar and soluble protein of maize seedling under NaCl and Na₂SO₄ stress were investigated. The results showed that the changes in electrolyte leakage, roots activity and osmotic adjustment substances of maize seedling under NaCl stress were same as that under Na₂SO₄ stress. The electrolyte leakage, roots activity and osmotic adjustment substances content were aggravate with the increasing of salt concentration. But the increasing extend under NaCl stress was greater than that under Na₂SO₄ stress, which showed that the injuries imposed by NaCl stress was greater than that by Na₂SO₄ treatment.

Key words: Maize seedling; NaCl stress; Na₂SO₄ stress; Osmotic adjustment substances

渗透调节是植物适应水分胁迫的主要生理机制, 渗透调节能力加大是植物对外界渗透胁迫的一种适应能力。渗透调节物质在细胞中积累能够提高细胞渗透调节能力, 稳定其内大分子蛋白生物膜的结构和功能。可使植物维持一定的膨压, 从而维持细胞生长、气孔开放和光合作用等生理过程的进行。渗透调节能力的增加必然依靠渗透调节物质的积累。盐胁迫下植物渗透调节主要是通过无机离子的吸收、累积、分布以及有机小分子的体内合成累积和

分布实现的。近年来, 游离小分子物质(如可溶性糖、多胺和氨基酸)及部分无机离子在渗透调节、结构保护和代谢调控方面的作用和意义受到越来越多的重视。研究盐胁迫下渗透调节物质含量的变化规律, 对了解作物盐害和作物适应盐害的机理以及指导抗盐作物品种的选育都具有十分重要的意义。

1 材料与方法

试验材料为玉米郑单 958, 种子经精选后进行消毒催芽, 之后播于盛有洗净河沙的塑料盆中, 从 1 叶 1 心开始每 2 d 灌透 Hoagland 营养液, 当幼苗达 3 叶 1 心时进行盐胁迫处理, NaCl 浓度为 50、100、150、200 mmol/L; Na₂SO₄ 浓度为 25、50、75、100 mmol/L, 每天浇 1 次, 每次 500 mL。为防止盐冲击, 每天递增 25 mmol/L, 此时为胁迫第一天, 各处理同一天达到

收稿日期: 2007-02-02; 修回日期: 2007-04-06

作者简介: 王玉凤(1978-), 女, 在读博士, 主要从事作物逆境生理生态与调控研究。Tel: 13609831767

王庆祥为本文通讯作者。

预定浓度。对照组仅浇营养液,用量和次数与处理组相同。每个处理 5 株,3 次重复。处理 6 d 后取样。

电解质渗出率测定采用电导率法;根系活力测定采用 TTC 法;可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G250 染色法;可溶性糖测定采用蒽酮比色法;脯氨酸含量测定采用磺基水杨酸提取茚三酮染色比色法。

2 结果与分析

2.1 NaCl 和 Na_2SO_4 胁迫对电解质外渗率的影响

电解质外渗率的高低可以反映出盐胁迫对玉米叶片的伤害程度。试验结果表明,随着盐浓度的增大,电解质外渗率逐渐增加(图 1)。 NaCl 浓度为 50、100、150 mmol/L 时电解质外渗率分别为对照的 1.22、1.43、1.59 倍;当 NaCl 浓度为 200 mmol/L 时膜透性呈现增加趋势,电解质外渗率是对照的 2.82 倍。 Na_2SO_4 胁迫下玉米叶片的电解质外渗率分别为对照的 1.24 倍(25 mmol/L)、1.30 倍(50 mmol/L)、1.42 倍(75 mmol/L)和 2.04 倍(100 mmol/L)。可见,当 Na^+ 浓度小于 150 mmol/L 时 NaCl 和 Na_2SO_4 胁迫对玉米幼苗叶片的细胞膜透性影响相差不大;当 Na^+ 为 200 mmol/L 时, NaCl 对玉米幼苗叶片的细胞膜透性的伤害要大于 Na_2SO_4 的伤害。

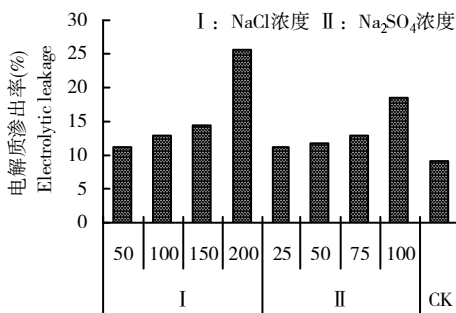


图 1 不同处理对玉米幼苗电解质渗出率的影响

Fig.1 The effect of different consistency NaCl and Na_2SO_4 stress on electrolyte leakage in maize seedling

2.2 NaCl 和 Na_2SO_4 胁迫对根系活力的影响

盐胁迫可以引起根系活力的增加,随着盐胁迫浓度的增加根系活力逐渐增加,不同钠盐胁迫根系活力增加幅度有所不同。在 Na_2SO_4 胁迫下,玉米幼苗的根系活力分别为对照的 1.36 倍(25 mmol/L)、1.73 倍(50 mmol/L)、1.91 倍(75 mmol/L)和 3.53 倍(100 mmol/L);在 NaCl 胁迫下,玉米幼苗的根系活力上升幅度大于等 Na^+ 浓度的 Na_2SO_4 胁迫时的根系活力。在 NaCl 浓度为 50、100、150、200 mmol/L 时,根系活力分别为对照的 1.45、2.91、3.61、6.19 倍(图 2)。

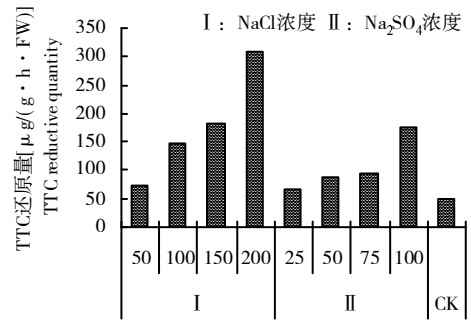


图 2 不同处理对玉米幼苗根系活力的影响

Fig.2 The effect of different consistency NaCl and Na_2SO_4 stress on root activity in maize seedling

2.3 NaCl 和 Na_2SO_4 胁迫对脯氨酸含量的影响

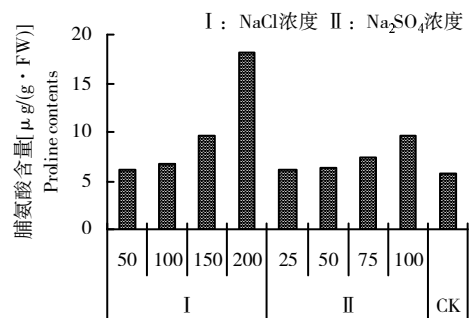


图 3 不同处理对玉米幼苗脯氨酸含量影响

Fig.3 The effect of different consistency NaCl and Na_2SO_4 stress on pro contents in maize seedling

由图 3 可见,脯氨酸含量随着 NaCl 和 Na_2SO_4 处理浓度升高而增加,但不同钠盐处理下脯氨酸增加量不同。当 Na^+ 含量为 50 mmol/L 时, NaCl 处理下玉米叶片中脯氨酸含量为 6.06 $\mu\text{g/g}$,是对照(5.66 $\mu\text{g/g}$) 的 1.07 倍; Na_2SO_4 处理下脯氨酸含量为 6.15 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.087 倍。当 Na^+ 含量为 100 mmol/L 时, NaCl 处理下玉米叶片中脯氨酸含量为 6.70 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.18 倍; Na_2SO_4 处理下脯氨酸含量为 6.29 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.11 倍。当 Na^+ 含量为 150 mmol/L 时, NaCl 处理下玉米叶片中脯氨酸含量为 9.54 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.68 倍; Na_2SO_4 处理下脯氨酸含量为 7.40 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.30 倍。当 Na^+ 浓度达到 200 mmol/L 时, NaCl 处理下的脯氨酸含量迅速上升为 18.24 $\mu\text{g/g}$,是对照的 3.22 倍; Na_2SO_4 处理下脯氨酸含量为 9.66 $\mu\text{g/g}$,是对照的 1.71 倍。因此, NaCl 胁迫下玉米叶片的脯氨酸含量增幅大于 Na_2SO_4 胁迫下的增幅。

2.4 NaCl 和 Na_2SO_4 胁迫对可溶性糖含量的影响

由图 4 可知,随着 NaCl 和 Na_2SO_4 处理浓度的增加可溶性糖含量也逐渐增加,浓度在 50、100、

150、200 mmol/L 的 NaCl 处理下,玉米叶片可溶性糖含量分别为 30.01、44.18、49.37、53.47 $\mu\text{g/g}$, 比对照 (27.5 $\mu\text{g/g}$) 分别提高 8.87%、60.24%、79.55% 和 93.95%。浓度在 25、50、75、100 mmol/L 的 Na₂SO₄ 胁迫下,可溶性糖含量分别为 28.92、38.88、41.44、47.34 $\mu\text{g/g}$, 比对照分别提高 4.90%、41.03%、50.32% 和 71.72%。因此,盐胁迫下可溶性糖含量增加有利于细胞的渗透调节。

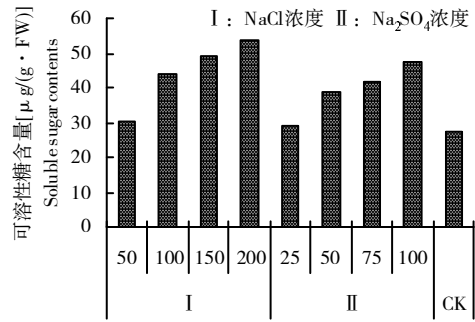


图 4 不同处理对玉米幼苗可溶性糖含量影响
Fig.4 The effect of different consistency NaCl and Na₂SO₄ stress on soluble sugar in maize seedling

2.5 NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫对可溶性蛋白含量的影响

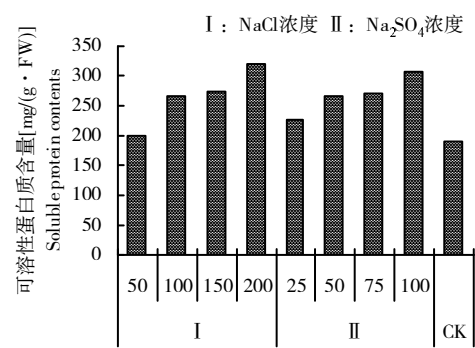


图 5 不同处理对玉米幼苗可溶性蛋白质含量影响
Fig.5 The effect of different consistency NaCl and Na₂SO₄ stress on soluble protein in maize seedling

由图 5 可知,NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫下玉米幼苗叶片中的可溶性蛋白含量的变化趋势相近,随着胁迫浓度的增加可溶性蛋白含量逐渐上升。当 Na⁺ 含量为 50 mmol/L 和 100 mmol/L 时,Na₂SO₄ 胁迫下的可溶性蛋白的增加量大于 NaCl 胁迫下的增加量;Na₂SO₄ 胁迫下可溶性蛋白分别为对照的 1.20 倍和 1.42 倍,而 NaCl 胁迫下的可溶性蛋白分别为对照的 1.06 倍和 1.41 倍。当 Na⁺ 含量为 150 mmol/L 和 200 mmol/L 时,NaCl 胁迫下的可溶性蛋白的增加量大于 Na₂SO₄ 胁迫下的增加量;NaCl 胁迫下的可溶性蛋白

分别为对照的 1.45 倍和 1.70 倍,而 Na₂SO₄ 胁迫下可溶性蛋白分别为对照的 1.43 倍和 1.63 倍。可溶性蛋白含量的增加能够降低玉米体内的渗透势,防止水分过量散失。

3 讨论

本试验中无论是 NaCl 胁迫还是 Na₂SO₄ 胁迫,膜透性均随着盐浓度的增大而逐渐增加,且 NaCl 胁迫对膜系统的伤害大于 Na₂SO₄ 的伤害。当 Na⁺ 小于 150 mmol/L 时,电解质渗出率逐渐增加,当 Na⁺ 浓度达到玉米所能忍受的极限浓度时(200 mmol/L),无论是 NaCl 胁迫还是 Na₂SO₄ 胁迫其细胞膜透性急剧加大,说明细胞膜受到严重伤害,玉米自身的调节作用很难保持膜系统的完整性。虽然植物对盐的敏感程度存在着差异,但每种植物都有一个生长明显受到抑制的临界浓度即阈值。从本试验的结果可以推测,150 mmol/L NaCl 是玉米盐胁迫的阈值。

在 NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫下玉米幼苗的根系活力增强,且随着盐浓度的升高而逐渐升高。与膜透性变化趋势相似,当 Na⁺ 浓度达到 200 mmol/L 时,无论是 NaCl 胁迫还是 Na₂SO₄ 胁迫其根系活力急剧加大。

从试验结果看,脯氨酸含量随盐浓度的增加而增加,在 NaCl 胁迫下的增幅大于 Na₂SO₄ 胁迫,尤其当 Na⁺ 达到 200 mmol/L 时 NaCl 胁迫下的脯氨酸增幅最高,为对照的 3.22 倍,此时 Na₂SO₄ 处理下脯氨酸含量为对照的 1.71 倍。在 NaCl 和 Na₂SO₄ 的胁迫处理下,玉米叶片的可溶性糖含量随盐浓度的增大而升高,其中以 NaCl 胁迫的可溶性糖增加量高于 Na₂SO₄ 胁迫。

本研究结果表明,在盐胁迫 6 d 后取样时,玉米叶片可溶性蛋白含量随着 NaCl 和 Na₂SO₄ 浓度的升高而增加,且均以 Na⁺ 含量为 200 mmol/L 时的增幅最大。

综上所述,在 NaCl 和 Na₂SO₄ 胁迫下玉米叶片的相对电导率、根系活力增加,3 种有机渗透调节物质含量均随盐浓度的增加而增加,盐胁迫下脯氨酸、可溶性糖这些有机渗透调节物质的积累对于提高细胞液浓度、降低渗透势、维持膨压、提高细胞保水力、保护酶活性、维持细胞膜稳定性、维持气孔开放、使光合作用较正常进行等具有非常重要的作用。在盐胁迫下叶片的相对电导率、根系活力及渗透调节物质增加从总体上都呈现出 NaCl 胁迫下增幅大于 Na₂SO₄ 胁迫下增幅,表明 NaCl 胁迫对玉米幼苗的伤害大于 Na₂SO₄ 胁迫带来的伤害。(下转第 75 页)

(上接第 71 页)

参考文献:

- [1] 徐云岭,余叔文.植物适应盐逆境过程中的能量消耗[J].植物生理学通讯,1990(6):70-72.
- [2] 武维华.植物生理学[M].北京:科学出版社,2003.
- [3] 李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2002.
- [4] 梁新华,刘凤敏.NaCl 和 Na_2CO_3 胁迫对甘草幼苗渗透调节物质含量的影响[J].农业科学研究,2006,27(2):96-98.
- [5] 刘家尧,衣艳君,白克智,等. CO_2 倍增环境生长的小麦幼苗对盐胁迫的生理反应[J].生态学报,1998,18(4):408-412.
- [6] 郑国琦,许兴,邓西平,等.盐分和水分胁迫对枸杞幼苗渗透调节效应的研究[J].干旱地区农业研究,2002,20(2):56-59.
- [7] 陈淑芳,朱月林,刘友良,等.NaCl 胁迫对番茄嫁接苗保护酶活性、渗透调节物质含量及光合特性的影响[J].园艺学报,2005,32(4):609-613.
- [8] 赵可夫.植物抗盐生理[M].北京:中国科学技术出版社,1999.
- [9] 姜卫兵,马凯,王业遴.无花果耐盐性生理指标的探讨[J].江苏农业学报,1991,7(3):29-33.
- [10] 陈敏,邱念伟,丁顺华,等.NaCl 处理对盐地碱蓬整株及细胞水平的生长、溶质积累的影响[J].山东科学,2001,14(2):21-27.
- [11] 郑国琦,许兴,邓西平,等.盐分和水分胁迫对枸杞幼苗渗透调节效应的研究[J].干旱地区农业研究,2002,20(2):56-59.
- [12] 毛桂莲,等.NaCl 胁迫下枸杞愈伤组织可溶性蛋白含量变化的研究[J].宁夏大学学报,2005,26(1):64-66.
- [13] 买合木提·卡热,吾甫尔·巴拉提,侯江涛,等.NaCl 胁迫对扁桃砧木可溶性蛋白质和脯氨酸含量的影响[J].新疆农业大学学报,2005,28(1):1-5.
- [14] 汤章城.植物生理和分子生物学[M].北京:科技出版社,1999.
- [15] 赵福庚,刘友良.胁迫条件下高等植物体内脯氨酸代谢及调节的研究进展[J].植物学通报,1999,16(5):540-546.

(责任编辑:张英)