

外源钙对玉米幼苗耐盐性的影响

王宝增, 张新军
(廊坊师范学院生命科学学院, 河北廊坊 065000)

摘要: 分别用不同浓度的 NaCl 以及 NaCl+CaCl₂ 溶液处理玉米幼苗, 然后测定丙二醛(MDA)含量、脯氨酸(Pro)含量、过氧化物酶(POD)活性等生理指标。结果表明: 玉米在 NaCl+CaCl₂ 溶液的处理下, 其生长和生理变化与单独 NaCl 溶液处理不同。在相同浓度的 NaCl 溶液处理下, 喷施 CaCl₂ 溶液的玉米幼苗其 MDA 含量低于单独 NaCl 胁迫, 而 Pro 含量、POD 活性则高于单独 NaCl 胁迫。表明外源 CaCl₂ 能够降低玉米幼苗的盐害, 提高其耐盐性。

关键词: 玉米; NaCl; CaCl₂; 盐胁迫
中图分类号: S513 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)03-0050-02

The Influence of Calcium on Salt-tolerance in *Zea mays* L. Seedlings

WANG Bao-zeng, ZHANG Xin-jun
(Life Sciences College of Langfang Teacher's College, Langfang, Hebei 065000)

Abstract: Seedlings of *Zea mays* L. were treated with different concentrations of NaCl and NaCl spraying CaCl₂, then measuring physiological indicators such as malondialdehyde (MDA), proline (Pro) content and peroxidase (POD) activity. The results showed that the changes in growth and physiology of *Zea mays* L. under NaCl spraying CaCl₂ treatment were different from those only under NaCl stress. Under the same NaCl concentration, the MDA content of *Zea mays* L. treated by CaCl₂ were lower than that treated only by NaCl; while the content of proline and peroxidase activity were higher than thoes which under NaCl stress only. From the above factors, it could be concluded that CaCl₂ could alleviate NaCl injury in *Zea mays* L. seedlings.

Key words: *Zea mays* L.; NaCl; CaCl₂; salt stress

盐胁迫是抑制植物生长, 降低农作物产量的主要环境因素之一。长期以来, 关于如何提高植物的抗盐性, 增加在盐胁迫下农作物的产量一直是人们关注的焦点。植物对盐胁迫的反应机制和抗盐机理的探明, 是指导通过生物工程方法或其它措施改造植物提高其抗盐能力的前提^[1]。

对植物来说, 钙不仅是一种大量的营养元素, 而且还是植物代谢和发育的主要调控者。适量的钙离子能降低质膜透性, 阻止胞内钾离子的外渗和钠离子的进入, 从而提高植物的耐盐性, 促进植物的生长^[2]。盐分胁迫条件下施加适量的外源钙, 一方面可以缓解因钙不足造成的矿质营养胁迫, 另一方面适量的钙能够增加质膜的稳定性和钙信号系统的正常发生和传递, 从而维持细胞内离子平衡^[3]。本实验以非盐生植物玉米为研究对象, 分别以 NaCl 和 NaCl+CaCl₂ 处理, 通过测

定脯氨酸、丙二醛含量和过氧化物酶活性等生理指标, 探讨玉米幼苗耐盐性的差异, 从而了解外源钙对玉米幼苗耐盐性的影响。

1 材料培养

选取完整且籽粒饱满的玉米种子(农大 108)播种在盛有干净细砂的塑料盆中, 萌发后用 Hoagland 营养液浇灌。待长至三叶期开始用 NaCl、CaCl₂ 溶液处理。共 5 个处理, 每个处理设 3 次重复, 处理分别为浇灌 Hoagland 营养液, 浇灌 100、200 mmol·L⁻¹ 的 NaCl 溶液, 浇灌 100、200 mmol·L⁻¹ 的 NaCl 溶液同时喷施 5 mmol·L⁻¹ CaCl₂ 溶液。每天以预定浓度的处理液浇灌, 浇灌量为细砂持水量的 3 倍, 以保持各个处理液浓度的恒定。分别于处理的第 1、4、7 天测定各项生理指标。

2 测定方法

丙二醛(MDA)含量的测定参考林植芳的方法^[4]; 脯氨酸(Pro)含量的测定参考侯福林的方法^[5]; 过氧化物酶(POD)活性的测定参考张志良的方法^[6]。应用 SPSS 软件进行方差分析和差异显著性检验。

收稿日期: 2008-10-10
第一作者简介: 王宝增(1975-), 男, 河北省大城县人, 硕士, 讲师, 主要从事植物逆境生理研究。Tel: 0316-2269800 E-mail: Wangbz666@126.com。

3 结果与分析

3.1 NaCl 和 CaCl₂对玉米叶片丙二醛(MDA)含量的影响

图1表明,随着盐浓度的升高,玉米叶片内MDA含量也随之升高,而喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液后,玉米叶片中的MDA含量与相同盐浓度处理的玉米相比,均有不同程度的降低。在100 mmol·L⁻¹和200 mmol·L⁻¹的NaCl胁迫的第7天,喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液的玉米叶片内MDA含量下降的幅度最大,分别是相同盐浓度处理的81.21%($P<0.01$)和87.20%($P<0.05$)。

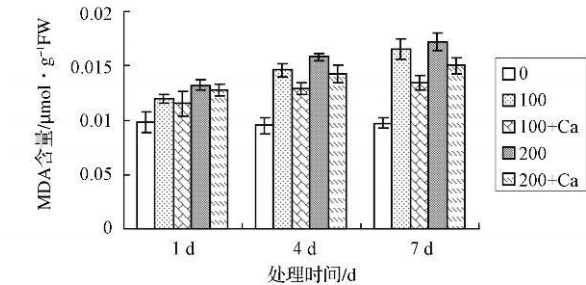


图1 不同处理对玉米叶片中丙二醛含量的影响

3.2 NaCl 和 CaCl₂对玉米叶片脯氨酸(Pro)含量的影响

随着盐浓度的升高,玉米叶片内Pro含量也随之有不同程度的升高,而喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液后,玉米叶片中Pro含量与相同浓度盐处理的玉米相比,均有不同程度的升高(见图2)。在100 mmol·L⁻¹和200 mmol·L⁻¹的NaCl胁迫的第4天,喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液的玉米叶片中Pro含量增加幅度达到最大,分别是相同浓度盐处理的1.22倍($P<0.01$)和1.16倍($P>0.05$)。

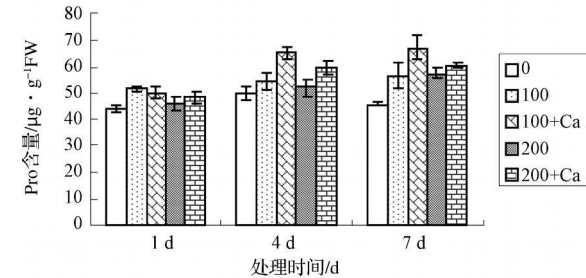


图2 不同处理对玉米叶片中脯氨酸含量的影响

3.3 NaCl 和 CaCl₂对玉米叶片过氧化物酶(POD)活性的影响

图3表明在NaCl胁迫下,随着盐浓度的升高,玉米叶片内POD活性降低,而喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液后,玉米叶片中POD活性与相同浓度盐处理的玉米相比,均有不同程度的升高。在100 mmol·L⁻¹和200 mmol·L⁻¹的NaCl胁迫的第7天,喷施5 mmol·L⁻¹ CaCl₂溶液的玉米叶片中POD活性增加的幅度达最大

值,分别是相同浓度盐处理的1.61倍($p<0.01$)和1.49倍($P<0.05$)。

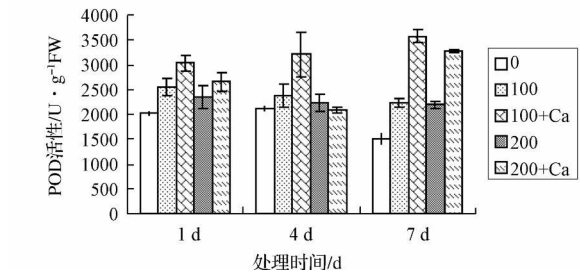


图3 不同处理对玉米叶片中过氧化物酶活性的影响

4 讨论

在NaCl胁迫下,玉米的生长受到抑制,而喷施外源CaCl₂后,玉米的耐盐性有所增加。在相同盐度处理下,喷施CaCl₂溶液的玉米幼苗其MDA含量下降,而Pro含量、POD活性增加。

盐渍环境下,植物体内活性氧代谢的平衡受到影响,活性氧的产生增加,从而引起膜脂过氧化作用,而丙二醛(MDA)是膜脂过氧化作用的主要产物之一^[7]。在盐胁迫下,植物体内MDA含量随着胁迫程度的加重其含量明显增加,施加钙能抑制盐胁迫下植物体内MDA的积累^[8],说明钙能抑制膜脂过氧化作用,从而减轻膜脂过氧化对细胞的伤害。本实验中(见图1),在NaCl胁迫下,玉米叶片中MDA含量随浇灌的NaCl溶液浓度的增加而增加,而喷施CaCl₂溶液的玉米叶片中MDA含量却明显减小。这说明喷施外源钙能抑制玉米叶片中MDA的积累,从而增强玉米幼苗在盐逆境下的适应性。

盐胁迫也是一种渗透胁迫,在此过程中,作为有机渗透调节物质之一的脯氨酸(Pro)等物质的累积现象已在多种植物中得到证实^[9-10]。脯氨酸之所以能提高植物的抗逆性,是因为它不仅作为渗透调节剂降低细胞水势,同时还是一种保护剂,可使胞内大分子物质免受盐离子的毒害^[11]。盐胁迫下,土壤水势下降,对细胞造成缺水效应甚至脱水。脯氨酸亲水性强,能够稳定细胞质的胶体性质和维持组织的代谢过程,从而维持细胞膨压,避免或减轻盐胁迫的伤害。在本实验中(见图2),玉米叶片中脯氨酸含量在一定程度上随NaCl溶液浓度的增加而增加,而喷施CaCl₂溶液的玉米叶片中脯氨酸含量增加的幅度明显大于NaCl处理,这说明喷施外源钙能促进玉米叶片中脯氨酸的积累,提高其渗透调节能力。

POD、SOD(超氧化物歧化酶)是植物抵御活性氧伤害的主要酶类,在清除活性氧,减少自由基积累方面起着重要的作用。在轻中度胁迫下,植物体内保护酶活

(下转第53页)

表 1 不同处理的产量及产量性状					
处 理	千粒重/g	穗粒重/g	穗粒数	产量/kg·hm ⁻²	位 次
处理 1	321	95	297	5760	1
处理 2	318	94	299	5670	2
处理 3	312	79	261	4665	4
处理 4	309	62	201	4215	5
处理 5	318	83	286	5265	3

3 结果与分析

由表 1 数据表明: 带叶去雄的处理 随着带叶量的增加, 千粒重、穗粒重和产量依次降低; 穗粒数除处理 2 (带 2 片叶去雄) 最高外, 也有随带叶量的增加而减少的趋势, 在 5 个处理中, 处理 1、处理 2 各产量性状较好, 产量居第一和第二位, 分别为 5 760 kg·hm⁻² 和 5 670 kg·hm⁻²。不带叶去雄(处理 5)虽然获得较高的千粒重, 但穗粒重、穗粒数明显降低, 以致产量低于处理 1 和处理 2, 但高于处理 3 和处理 4。因此, 杂交玉米制种最好是带 1、2 片叶去雄, 带过多叶片反倒会降低产量。

带 1、2 片叶去雄, 能够增产有三方面的原因。
(1)带 1、2 片叶去雄可使母本吐丝提前 2~3 d, 正好与父本散粉盛期相遇, 授粉良好, 穗满粒饱。
(2)带 1、2 片叶去雄, 穗位以上可剩 4~5 片叶子, 这些叶子能充分发挥新陈代谢功能, 制造足够的养分, 供给籽粒灌浆成熟。

(上接第 51 页)
性增加^[12]。随着胁迫时间的延长, 细胞保护酶活性均有不同程度的下降, SOD 活性下降较早, POD 活性下降较迟^[13-14], 这说明 POD 在一定程度上能够增强盐胁迫下植物的适应性。本实验中, 玉米叶片中 POD 活性随 NaCl 胁迫浓度的提高而降低, 而喷施 CaCl₂ 溶液的玉米叶片中 POD 活性增加(见图 3)。说明喷施外源钙能提高玉米叶片中 POD 活性, 增强活性氧的清除能力, 从而减缓玉米的盐害。

总之, 在盐胁迫下, 玉米幼苗受到不同程度伤害, 而外源钙处理能够降低盐胁迫造成的伤害, 从而提高植物的耐盐性, 这在农业生产上具现实生产意义。

参考文献:

[1] 许详明, 叶和春, 李国凤. 植物抗盐机理的研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2000, 6(4): 379-387.
[2] 周芬, 曾长立, 王建波. 外源钙降低拟南芥幼苗盐害效应[J]. 武汉植物研究, 2004, 22(2): 179-182.
[3] 戴高兴, 彭克勤, 皮灿辉. 钙对植物耐盐性的影响[J]. 中国农学通报, 2003, 19(3): 97-100.
[4] 林植芳, 李双全, 林桂珠, 等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及膜脂过氧化作用的关系[J]. 植物学报, 1984, 26(6):

(3)带 1、2 片叶去雄, 可将 1~2 片叶未吸收的养分直接传送到膨大的果实上, 集中供给雌穗生长。经过数据统计分析, 带 1、2 片叶去雄的千粒重与不带叶去雄的相比差异显著, 仅此一项, 可增产种子近 450 kg·hm⁻²。所以根据抽雄带 1、2 片叶可增产的这一措施, 可以在玉米制种技术上得以改进, 在生产中得以应用。

(4)带 3、4 片叶去雄, 整个玉米株将 3、4 片叶未吸收的养分运送到玉米穗上, 雌穗膨大, 花丝迅速吐丝, 未等父本穗放粉, 母本雌穗花丝已倒丝, 造成花期不能相遇, 授粉不良, 同时母本穗位上, 只剩 1~2 片叶, 制造的养分不能满足雌穗生长发育的要求, 以致籽粒秕小、千粒重降低、产量减少。

4 结论

在杂交玉米制种生产上, 在推广摸苞带叶去雄技术时, 应大力推广带 1、2 叶片抽雄, 而不应该带过多的叶片去雄, 否则不但不能增产, 还会造成制种产量的降低, 给制种农户造成不必要的损失, 影响农民的制种积极性。

参考文献:

[1] 张志学, 孙绍臣, 石宝山. 辽西易旱区高效农业技术[M]. 沈阳: 辽宁大学出版社, 1996.
[2] 李济宸, 方继友, 傅山秀. 玉米地膜栽培制种技术问答[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1991.
[3] 河南省中牟农业学校. 作物栽培学(北方本)[M]. 北京: 农业出版社, 1979.
605-615.
[5] 侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 90-92.
[6] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2003: 123-124.
[7] 赵可夫. 植物抗盐生理[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1993: 234-235.
[8] 刘峰, 张军, 张文吉. 氧化钙对水稻的生理作用研究[J]. 植物学通报, 2001, 18(4): 490-495.
[9] 王宝山, 李明亮, 张宝泽, 等. 盐胁迫下外源脯氨酸和丙二醛对冰叶松叶菊愈伤组织中离子和脯氨酸含量的影响[J]. 植物生理学通讯, 1993, 29(3): 182-184.
[10] 郭房庆, 周建民, 汤章城. NaCl 胁迫下小麦突变体和野生型叶片中一些有机溶质累积和基因表达差异[J]. 植物生理学报, 1999, 25(3): 263-268.
[11] 许详明, 叶和春, 李国凤. 脯氨酸代谢与植物抗渗透胁迫的研究进展[J]. 植物学通报, 2000, 17(6): 536-542.
[12] 朱杭申, 黄丕生. 土壤水分胁迫与水稻活性氧代谢[J]. 南京农业大学学报, 1994, 17(2): 7-11.
[13] 张敬贤, 李俊明, 崔四平, 等. 玉米细胞保护酶活性对苗期干旱的反应[J]. 华北农学报, 1990, 5(增刊): 19-23.
[14] 蒋明义, 荆家海, 王韶唐. 渗透胁迫对水稻光合色素和膜脂过氧化的影响[J]. 西北农业大学学报, 1991, 19(1): 79-83.