

硝酸钙对番茄氯化钠胁迫下的缓解效应

杨晓玲, 郭金耀

(淮海工学院 海洋学院, 江苏省海洋生物技术重点实验室, 江苏 连云港 222005)

摘要:为探索减轻番茄遭受盐胁迫的影响,研究了硝酸钙对番茄遭受氯化钠胁迫的缓解作用。结果表明:在氯化钠浓度相同时,不同浓度的硝酸钙对盐胁迫的缓解效应差异较小。0.05%的硝酸钙就可有效增强番茄的SOD活性,缓解氯化钠对番茄种子萌发过程的干扰,保障番茄根系的细胞分裂与生长,同时提高幼苗的叶绿素含量,促进叶片光合作用过程,保证番茄幼苗的细胞生长与物质积累,使番茄对氯化钠胁迫的可适应性从0.3%提高至1.0%。

关键词:硝酸钙;番茄;盐胁迫;缓解作用

中图分类号:S 311 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)03-0015-04

番茄是我国设施栽培的主要蔬菜之一,在蔬菜生产和供应中具有重要的地位^[1]。但在蔬菜的保护地栽培中,由于蔬菜生产周期长,复种指数高以及菜农对肥料的不合理使用,一般使用5~8 a后,都会发生不同程度的土壤次生盐渍化,尤其是近年来对禽畜肥料的大量施用,由于在饲养禽畜的过程中,在饲料中一般都添加0.3%~0.5%的食盐,故禽畜粪便中含盐量为0.69%~4.12%,其主要成分为NaCl^[2-3],这严重影响了番茄的栽培生产。

番茄属于对盐分中度敏感植物类型^[4],但截至目前国内外有关番茄耐盐性的说法很不一致^[5-6]。近年来,番茄的栽培面积不断扩大,产量不断增加,但土壤含盐量过高时,番茄定植后缓苗慢,缓苗后生长速度也较正常土壤慢。积盐严重时番茄叶片变小,呈灰绿色,落花及僵果率明显增加,产量降低^[7-10]。目前对于盐胁迫的研究大多集中在NaCl、Ca(NO₃)₂对植物胁迫上^[11-12]。对番茄盐胁迫已有报道,姚静等研究了盐胁迫对番茄根形态和幼苗生长的影响^[13],史庆华等研究了Ca(NO₃)₂和NaCl胁迫对番茄光合作用的影响^[14]。陈火英等研究了NaCl胁迫对不同品种番茄种子发芽特性的影响^[6]等。在钙盐对氯化钠胁迫缓解作用方面,在辣椒^[17]、大麦^[18]曾有报道,但对钙盐的种类、浓度等对盐胁迫缓解的效果有不同的结果,对于以番茄为材料的报道则较少。为探索减轻番茄遭受盐胁迫的条件,充分利用盐渍土壤来实现番茄的栽培生产,研究了硝酸钙对番茄遭受氯化钠胁迫的缓解作用,现将研究结果报道如下。

第一作者简介:杨晓玲(1955-),女,教授,硕士生导师,研究方向为植物耐盐性。E-mail:gyao6688@yahoo.com.cn。

基金项目:淮海工学院自然科学基金资助项目(Z2007036)。

收稿日期:2009-10-19

1 材料与方法

1.1 试验材料

番茄种子开天3号从种子站购得。

1.2 试验方法

以蒸馏水配制氯化钠浓度分别为0.3%、0.6%、1.0%的3种溶液,再用每种氯化钠溶液配制浓度分别为0.00%、0.05%、0.10%、0.15%的硝酸钙混合溶液,每种溶液配制100 mL,共计12种处理溶液。

将精选洗净的番茄种子摆放在铺有1层滤纸的培养皿内,每皿50粒,共摆放36皿。然后加入上述处理溶液10 mL,每个培养皿内加1种,每种处理溶液加3皿。加盖后放入智能光照培养箱中培养,培养温度白天为25℃,夜间20℃,光照与黑暗的比为12 h:12 h,光照强度3 500 lx。

培养过程中,每5 d更换溶液1次。培养7 d统计种子发芽率,10 d测定种子根长,20 d测量番茄幼苗高度,28 d测定叶片叶绿素含量和SOD活性。

发芽率的计算:发芽率=(发芽种子数/种子总数)×100%;根长的测定:用游标卡尺测量每粒种子的根长,然后求其平均值;苗高的计算:用游标卡尺测量每株幼苗的高度,然后求其平均值;叶绿素含量的测定:取幼苗叶片0.5 g,用80%丙酮提取叶绿素,提取液在波长665、649 nm下测定吸光度。按下式计算叶绿素含量:叶绿素含量(mg/L)=7.15A₆₆₅+18.71A₆₄₉。

SOD活性测定:取叶片0.5 g,加入pH值7.8的磷酸缓冲液2 mL,冰浴条件下磨碎,加入磷酸缓冲液定容至5 mL,4℃ 12 000 r/min离心10 min,取上清液采用邻苯三酚法测定SOD活性^[15]。

2 结果与分析

2.1 硝酸钙对不同氯化钠浓度下番茄发芽率的影响

培养 7 d 后,统计不同氯化钠和硝酸钙浓度下番茄种子发芽率,结果见图 1。

由图 1 可知,在不加硝酸钙的条件下,番茄种子只能在 0.3% 的氯化钠溶液中有约 30% 的萌发,而在 0.6% 和 1.0% 的氯化钠溶液中均没有萌发。当氯化钠溶液中加入硝酸钙后,番茄种子在 0.3%、0.6% 和 1.0% 的氯化钠溶液中都能萌发,但随着氯化钠浓度的提高,萌发率逐渐降低。在氯化钠浓度为 0.3% 的溶液中,硝酸钙可使番茄种子的萌发率提高至 70% 左右,比不加硝酸钙时提高了约 40%。在相同氯化钠浓度下,不同浓度的硝酸钙之间,番茄发芽率差异很小。说明,浓度为 0.05% 的硝酸钙就可以提高番茄种子萌发的耐盐性,缓解氯化钠对番茄种子萌发过程的干扰。

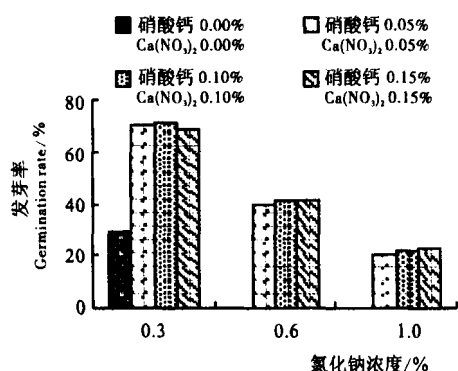


图 1 硝酸钙对番茄发芽率的影响

Fig. 1 Calcium nitrate on the germination rate of tomato

2.2 硝酸钙对不同氯化钠浓度下番茄根长的影响

在培养 10 d 后,测量分析不同氯化钠和硝酸钙浓度下番茄种子的根长,结果见图 2。

从图 2 可知,不加硝酸钙时,在 0.3% 的氯化钠溶液中番茄根长约为 3.3 cm,而在 0.6% 和 1.0% 的氯化钠溶液中,由于番茄种子均没有萌发,所以没有根长结果。当氯化钠溶液中加入硝酸钙后,不仅在 0.3% 的氯化钠溶液中番茄根长长至 6 cm,而且在 0.6% 和 1.0% 的氯化钠溶液中萌发的种子也都长出了根,但根的长度随着氯化钠浓度的增加而变短。在氯化钠浓度相同时,不同浓度的硝酸钙对根长的影响差异较小。这表明 0.05% 的硝酸钙可以使番茄根系生长的耐盐性提高,保证根系细胞进行较好的分裂与生长。

2.3 硝酸钙对不同氯化钠浓度下番茄苗高的影响

在培养 20 d 后,测量分析不同处理条件下番茄的苗高,结果如图 3 所示。

从图 3 可知,在缺乏硝酸钙的情况下,只有 0.3% 的氯化钠溶液中的番茄长高至 1.25 cm,而在 0.6% 和 1.0% 的氯化钠溶液中没有苗高结果。在加入硝酸钙后,在不同氯化钠浓度溶液中都获得了苗高的结果,并且都大于纯氯化钠溶液中的高度 1.25 cm,但其高度依

然是随着氯化钠浓度的增加而降低,与根长的变化规律相一致。在氯化钠浓度相同时,不同浓度的硝酸钙对苗高的影响差异较小。这说明,缓解盐胁迫时硝酸钙浓度不能高于 0.10%;0.05%~0.10% 的硝酸钙不仅能提高了番茄种子萌发与根系生长的耐盐性,也可同时保证了番茄地上部分的细胞生长与物质积累过程。硝酸钙浓度过高缓解效应会减小。

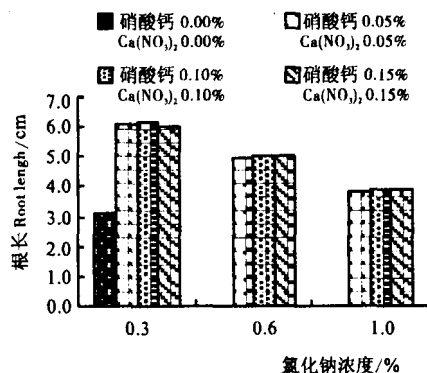


图 2 硝酸钙对番茄根长的影响

Fig. 2 Calcium nitrate on the root length of tomato

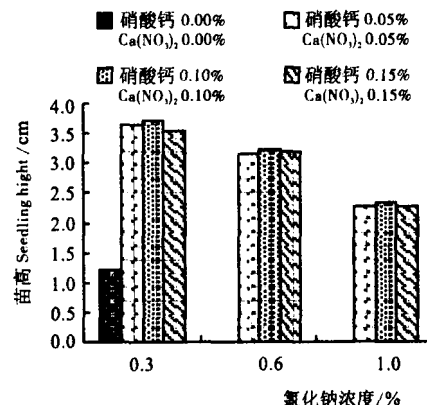


图 3 硝酸钙对番茄苗高的影响

Fig. 3 Calcium nitrate on the seedling height of tomato

2.4 硝酸钙对不同氯化钠浓度下番茄叶绿素含量的影响

将番茄材料培养 28 d 后,检测分析不同处理条件下番茄叶片的叶绿素含量,结果见图 4。

由图 4 可以看出,番茄叶片中的叶绿素含量随着培养液中氯化钠浓度的增加而降低。在氯化钠浓度相同时,不同浓度的硝酸钙处理下,番茄叶片的叶绿素含量差异较小。与苗高规律相似。在氯化钠浓度为 0.3% 时,加入硝酸钙的叶绿素含量是没有加入硝酸钙的 2 倍多。说明硝酸钙的加入,可能通过提高叶绿素含量而促进番茄的光合作用,从而促进细胞物质积累和生长,最终增强了对盐环境的适应性。

2.5 硝酸钙对不同氯化钠浓度下番茄 SOD 活性的影响

对材料培养 28 d 后,检测分析不同处理条件下番茄叶片的 SOD 活性,结果如图 5。

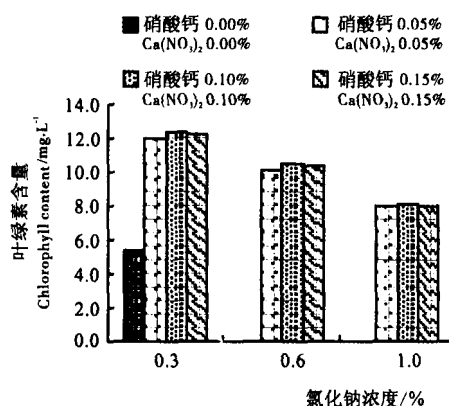


图4 硝酸钙对番茄叶绿素含量影响

Fig. 4 Calcium nitrate on chlorophyll content of tomato

从图5可见,叶片SOD活性随着氯化钠浓度的升高而升高。但在硝酸钙浓度不同而氯化钠浓度相同时,番茄叶片的SOD活性没有太大差异。在氯化钠浓度为0.3%的条件下,加入硝酸钙的叶片SOD活性比没有加入硝酸钙翻了近一番。氯化钠浓度相同时,硝酸钙浓度增加SOD活性有所下降(尽管幅度较小),可以看出,在高盐逆境下,为了防止氧化胁迫,细胞启动了适应保护机制,而硝酸钙的加入使得细胞对高盐的适应保护能力进一步增强,从而缓解了高盐的毒害作用。

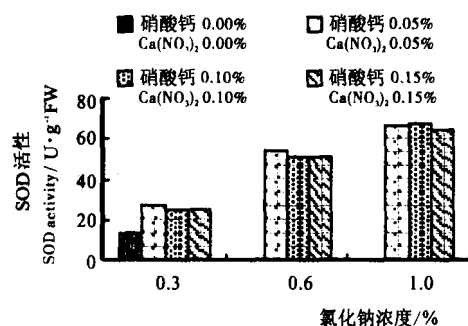


图5 硝酸钙对番茄SOD活性的影响

Fig. 5 Calcium nitrate on the SOD activity of tomato

3 讨论

一般认为NaCl通过影响必需元素的吸收、分配,引起植株水分亏缺及破坏质膜的结构和功能而影响生长^[4]。戴伟民等^[16]的研究表明,番茄幼苗在0.3%的NaCl胁迫时,生长明显受到抑制,在0.7%的NaCl胁迫下不能存活。在该试验中,番茄幼苗在0.3%的NaCl胁迫时,生长也明显受到抑制,在0.6%的NaCl胁迫下不能存活。但是,当在NaCl胁迫的介质中再加入硝酸钙后,番茄幼苗的生长得到很大的好转,促进了番茄幼苗根系和地上部分的生长与物质积累,并能使番茄幼苗在1.0%的NaCl溶液中生长,使番茄对氯化钠胁迫的可适应性从0.3%提高至1.0%。说明钙能维持细胞膜的正常状态,具有稳定蛋白质的作用进而提高膜结构的稳定

性^[17]。有研究表明,钙盐浸种或介质中加入适当浓度的Ca²⁺可以减轻盐胁迫对大麦幼苗生长的抑制作用,在盐胁迫下钙可能用以拮抗对植物生长有害的元素^[18]。

在NaCl胁迫的介质中加入硝酸钙后能提高番茄幼苗的耐盐性,但硝酸钙浓度并非越高越好,试验中硝酸钙浓度为0.05%、0.10%和0.15%时的作用结果差异较小。可能在硝酸钙浓度较低时主要起缓解NaCl胁迫的作用,随着硝酸钙浓度的提高,硝酸钙本身也会带来盐胁迫,使其对NaCl胁迫的缓解作用被削弱,出现了硝酸钙浓度不同但作用结果差异小的现象。有研究表明,在盐害机理上硝酸钙胁迫与NaCl胁迫是不相同的,前者是渗透胁迫,后者是离子胁迫^[11]。Ca²⁺只在一定浓度范围内起保护质膜的作用^[17],Ca²⁺缓解植物盐胁迫的浓度随植物、盐胁迫程度不同而改变^[18]。

参考文献

- [1] 郭文忠,刘声峰,李丁仁,等.设施蔬菜土壤次生盐渍化发生机理的研究现状与展望[J].土壤,2004,36(1):25-29.
- [2] 郭文忠,刘声峰,徐新福.不同硝酸钙和氯化钠浓度处理对番茄植株养分吸收的影响[J].西北植物学报,2004,24(11):2043-2047.
- [3] 郭文忠,刘声峰,李丁仁,等.硝酸钙和氯化钠不同浓度对番茄苗期光合特性的影响[J].中国农学通报,2003,19(5):28-31.
- [4] 刘友良,汪良驹.植物对盐胁迫的反应和耐盐性[C]//余叔文,汤章城.植物生理和分子生物学.北京:科学出版社,1998:752-769.
- [5] Greenway H, Munns R. Mechanism of salt tolerance in non-halophytes[J]. Ann Rev Plant Physiol, 1980, 31: 149-190.
- [6] 陈火英,张才喜,庄天明,等. NaCl胁迫对不同品种番茄种子发芽特性的影响[J]. 上海农学院学报, 1998, 16(3): 209-212.
- [7] 薛继澄,毕德义,李家金,等. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因子与对策[J]. 土壤肥料, 1994(1): 4-9.
- [8] 夏立忠,杨林章. 大棚番茄优化施肥与土壤养分和盐害的变化特征[J]. 中国蔬菜, 2003(2): 4-7.
- [9] 牟咏花,张德威. NaCl胁迫下番茄苗生长和营养元素积累[J]. 植物生理学通讯, 1998, 34(1): 14-15.
- [10] 郑光华. 蔬菜无土栽培与绿色食品生产[J]. 中国蔬菜, 1996, 40: 1-3.
- [11] 刘志媛,朱祝军,钱亚榕,等. 等渗的Ca(NO₃)₂和NaCl对番茄幼苗生长的影响[J]. 园艺学报, 2001, 28(1): 31-35.
- [12] 刘惠敏,朱月林,陈磊. 组培条件下不同番茄品种及砧木自交系幼苗硝酸盐耐性的比较[J]. 植物研究, 2007, 27(2): 175-181.
- [13] 姚静,施卫明. 盐胁迫对番茄根形态和幼苗生长的影响[J]. 土壤, 2008, 40(2): 279-282.
- [14] 史庆华,朱祝军, Al-aghabary K, 等. 等渗Ca(NO₃)₂和NaCl胁迫对番茄光合作用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2004, 10(2): 188-190.
- [15] 袁勤生. 超氧化物歧化酶的分析测定[J]. 中国医药工业杂志, 1989, 20(10): 473-477.
- [16] 戴伟民,蔡润,潘俊松,等. 盐胁迫对番茄幼苗生长发育的影响[J]. 上海农业学报, 2002, 18(1): 58-62.
- [17] 张洁宝,郁继华,李雯琳,等. 外源Ca²⁺对NaCl胁迫下辣椒种子萌发的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 42(5): 64-67.
- [18] 章文华,刘友良. 钙对大麦幼苗盐胁迫的缓解效应[J]. 植物生理通讯, 1992, 28(3): 176-179.

盐胁迫对芨芨草生理响应的比较研究

倪细炉, 岳延峰, 沈效东, 彭 励

(种苗生物工程国家重点实验室, 宁夏 银川 750004)

摘 要:以芨芨草为试材,用浓度分别为 3、6、9、12、15、18 g/kg 的 NaCl、Na₂SO₄ 和 NaHCO₃ 处理芨芨草 12 d,将 3 种不同钠盐对芨芨草的胁迫效应进行比较,以探讨不同盐分对芨芨草胁迫的影响。结果表明:随着盐浓度的增加,芨芨草叶绿素(Chl)含量呈下降的趋势;丙二醛(MDA)含量和脯氨酸含量呈上升的趋势;超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)和过氧化物歧化酶(POD)的活性不同程度地呈现先上升后下降的趋势。NaHCO₃ 对芨芨草的伤害最大,Na₂SO₄ 次之,NaCl 最小。

关键词:芨芨草;NaCl;Na₂SO₄;NaHCO₃;盐胁迫

中图分类号:S 647 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)03-0018-04

芨芨草(*Achnatherum splendens* (Trin) Nevski.) 为盐生旱中生密丛型高禾草多年生草本植物,具有很强的抗盐碱能力^[1-3]。土壤盐碱化是影响和限制植物生长的重要环境因素之一。针对盐分胁迫对植物的影响已有大量的研究,也取得了巨大的成就,为生产实际提供了许多理论依据^[4-6],但芨芨草的研究主要集中在利用价值

上,而对其耐盐机理方面的研究较少^[2,7-8]。现对芨芨草耐盐碱生理生化特征进行较为系统的研究,即不同盐分处理下,芨芨草叶绿素、丙二醛、脯氨酸、超氧化物歧化酶、过氧化氢酶和过氧化物酶的活性变化,以探讨芨芨草对不同盐胁迫的生理机制。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2008 年 6~8 月在银川植物园的试验田中进行,芨芨草种子用 0.1% 的 HgCl₂ 浸泡 10 min,无菌水浸泡冲洗 6~8 次,将种子播种于经过消毒的基质上,并置于温室中,保持相对湿度 60%~80%,采用自然光照,昼夜温度 24℃/16℃,每隔 4 d 浇 1 次水。出苗后,将苗移栽到室外以沙土为基质的 33 cm×40 cm 花盆中,盆土重约 15 kg,每盆移栽 4 棵,共 57 盆。

第一作者简介:倪细炉(1982-),男,助理研究员,现主要从事植物抗性生理研究工作。E-mail:nixilul10@163.com。

通讯作者:彭励(1962-),女,教授,硕士生导师,研究方向为植物抗性生理。E-mail:pengli1124_g@163.com。

基金项目:宁夏回族自治区自然科学基金资助项目(NZ08163);宁夏科技基础平台建设资助项目;林业公益性行业科研专项资助项目(200804007)。

收稿日期:2009-10-20

The Relieving Effects of Ca(NO₃)₂ on Tomato Plant under NaCl Stress

YANG Xiao-ling, GUO Jin-yao

(Key Laboratory of Marine Biotechnology of Jiangsu Province, School of Marine Science and Technology of Huaihai Institute of Technology, Lianyungang, Jiangsu 222005)

Abstract: It was studied that helpful effects of Ca(NO₃)₂ on tomato plant under NaCl stress, to seeked condition of reducing tomato plant under NaCl stress. The results showed that relieving effects of Ca(NO₃)₂ of different concentration on tomato plant under NaCl stress were small differences, when NaCl was a same concentration. When Ca(NO₃)₂ was in a concentration of 0.05%, activity of SOD can be increased; disturbance to tomato plant was relieved during seed germination under NaCl stress; cell division and growth of roots was improved; made chlorophyll content of seedling to increase and promote photosynthesis; ensured cell growth and material accumulation of tomato plant to do. In brief, Ca(NO₃)₂ relieving Ca(NO₃)₂ on tomato plant under NaCl stress, increased salt tolerance of tomato plant under NaCl stress from 0.3% to 1.0%.

Key words: Ca(NO₃)₂; tomato plant; NaCl stress; relieving effects