

# NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜种子萌发及其幼苗生理特性的影响

李 晓 梅

(枣庄学院 生命科学系 山东 枣庄 277160)

**摘 要:**用不同浓度的 NaNO<sub>3</sub> 处理津南实芹、青梗芹菜 2 个芹菜品种,研究盐胁迫对其种子萌发与幼苗生理特性的影响。结果表明:随 NaNO<sub>3</sub> 浓度升高,种子发芽势和发芽率均降低;叶片中的丙二醛(MDA)含量逐渐升高、超氧化物歧化酶(SOD)活性和游离脯氨酸含量先升高后降低、叶绿素含量逐渐降低。盐胁迫下,芹菜种子萌发与幼苗生长受到一定程度抑制,盐浓度越高抑制越严重。综合以上指标表明“津南实芹”的抗盐性较“青梗芹菜”强。

**关键词:**盐胁迫; NaNO<sub>3</sub>; 芹菜

**中图分类号:**S 636.304<sup>+</sup>.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2010)06-0062-03

农业生产过程中不合理的灌溉和施肥等原因导致次生盐渍化的耕地数量正在急剧增加,设施栽培中的次生盐渍化问题更加严重。设施栽培由于生产周期长,复种指数高及不合理使用化学肥料等原因一般都会引发不同程度的次生盐渍化<sup>[1]</sup>。另外,设施中高温高湿的环境使得反硝化作用比较强烈,盐分组成中阴离子积累以 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N 为主。随着我国设施栽培面积的不断扩大,次生盐渍化问题也不断突出,对保护地蔬菜的产量和质量造成了严重的危害<sup>[2]</sup>。目前对许多植物都进行了盐害研究,且都得到了不同的效果<sup>[3-6]</sup>。这些研究主要都是针对 NaCl 盐害,对于大量施肥所造成的 NaNO<sub>3</sub> 盐害还未见报道。芹菜是一种重要的世界性蔬菜,栽培广泛。试验以芹菜为材料研究在种子萌发期 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对种子发芽的影响以及苗期 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对幼苗的丙二醛(MDA)含量、超氧化物歧化酶(SOD)活性、脯氨酸和叶绿素含量的影响,为深入研究芹菜的耐盐机理和次生盐渍化土壤芹菜的种植提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

芹菜品种为“津南实芹”,“青梗芹菜”。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 种子萌发期 NaNO<sub>3</sub>胁迫处理** 采用 NaNO<sub>3</sub> 溶液进行胁迫设计 5 个浓度处理,分别为 0(CK)、50、100、150、200 mmol/L,种子用清水浸泡 24 h,洗净后置于铺 2 层滤纸的培养皿中,每皿 50 粒种子,置于培养箱中恒温 20℃培养。每日分别加入 5 mL 不同浓度的溶液以补充蒸发掉的溶液。每个浓度设 3 次重复。

**1.2.2 苗期 NaNO<sub>3</sub>胁迫处理** 种子浸种处理后播种于育苗盘中,以珍珠岩为基质。每处理种植 3 个育苗盘。置于 20℃黑暗中发芽,7 d 后转入光照培养箱中。生长条件为白天 20℃,夜晚 15℃,光照时间 16 h/d,光照强度 6 000 lx。萌芽后用 1/2 日本园试营养液隔天浇灌,待苗龄为 50 d 时进行 0、50、100、150、200 mmol/L NaNO<sub>3</sub> 的盐水浇灌。处理 10 d 后,取叶片进行各项生理指标的测定。

### 1.3 测定指标

**1.3.1 种子萌发指标测定** 第 8 天统计发芽率,第 12 天统计发芽势。发芽率=第 12 天统计发芽种子粒数/供试种子数;发芽势=第 8 天发芽种子数/供试种子数。

**1.3.2 生理指标测定** 比色法测定丙二醛含量<sup>[7]</sup>;氮蓝四唑法测定超氧化物歧化酶活性<sup>[7]</sup>;比色法测定叶绿素含量<sup>[8]</sup>;磺基水杨酸法测定游离脯氨酸含量<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同浓度 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜种子萌发的影响

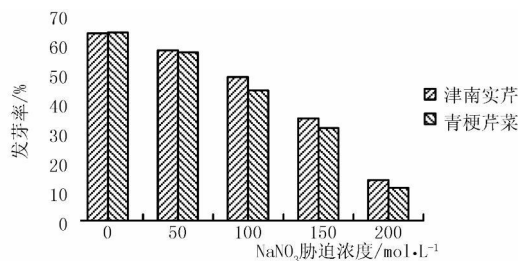
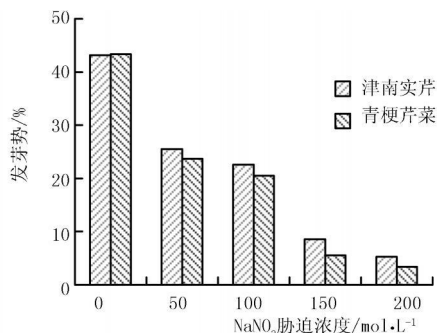
在种子萌发期,随盐浓度升高芹菜种子的发芽率和发芽势逐渐降低。如图 1 和图 2 所示,在低盐胁迫下,发芽率、发芽势减小的幅度较小;而在高盐浓度下,发芽率和发芽势都呈大幅度下降。这说明低盐胁迫对芹菜种子的萌发影响较小,高盐胁迫严重阻碍了种子的萌发。在正常情况和 50 mmol/L NaNO<sub>3</sub> 胁迫情况下,“津南实芹”和“青梗芹菜”的发芽率之间差异不明显( $P>0.05$ )。在大于等于 100 mmol/L NaNO<sub>3</sub> 胁迫情况下,“津南实芹”的发芽率显著高于“青梗芹菜”。但在大于等于 50 mmol/L NaNO<sub>3</sub> 胁迫情况下,“津南实芹”的发芽势就显著高于“青梗芹菜”。

### 2.2 不同浓度 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜叶片丙二醛(MDA)含量的影响

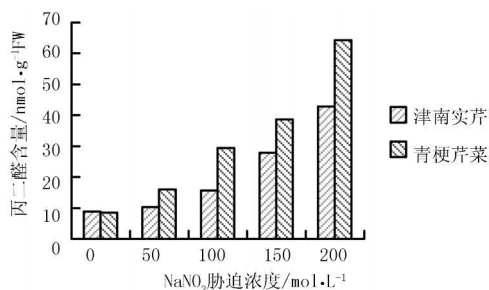
在逆境条件下,往往发生膜质过氧化作用,MDA 是其产物之一,通常利用它作为脂质过氧化指标,表示细

作者简介:李晓梅(1972),女,内蒙古人,硕士,讲师,现从事植物生理研究工作。E-mail: elixiaomei@163.com.

收稿日期:2009-12-20

图1 NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜种子发芽率的影响图2 NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜种子发芽势的影响

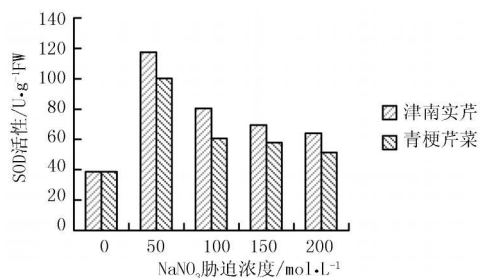
胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应强弱。如图3所示,在正常情况下,“津南实芹”和“青梗芹菜”叶片的MDA含量并无显著差异( $P>0.05$ )。随着盐浓度升高MDA含量逐渐升高。在低浓度盐胁迫下2个品种芹菜叶片的MDA含量变化较小,但是,随着盐浓度的升高,MDA含量变化幅度加大。说明在高盐浓度下,芹菜叶片膜脂过氧化作用增加,膜受到一定伤害,使丙二醛的含量急剧增加。在盐胁迫下,“津南实芹”叶片的丙二醛含量显著低于“青梗芹菜”的含量( $P<0.05$ )。

图3 NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片MDA含量的影响

### 2.3 不同浓度NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响

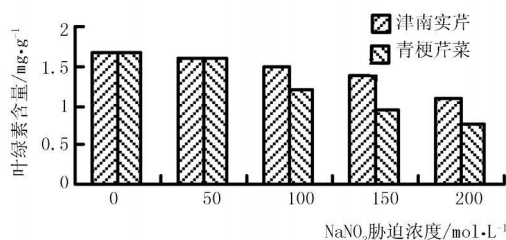
不良环境诱发植物体产生自由基,对植物细胞膜造成伤害。但在长期进化过程中,植物体自身产生一种抗氧化防御系统来清除产生的自由基,维持体内的自由基平衡减轻有毒物质对细胞的伤害,SOD就是此系统主要成员之一。SOD活性高低反映了植物受逆境胁迫程度。如图4所示,随处理浓度升高叶片SOD活性表现为先升高后降低。在50 mmol/L NaNO<sub>3</sub>胁迫情况下,2个品种

叶片中SOD活性都达到最高,以后又逐渐降低。在低浓度盐胁迫下,芹菜叶片SOD活性变化较大,随着盐浓度升高变化幅度变小。在对照处理中,津南实芹和青梗芹菜叶片的SOD含量并无显著差异( $P>0.05$ )。在盐胁迫下,“津南实芹”叶片的SOD含量显著高于“青梗芹菜”的含量( $P<0.05$ )。

图4 NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片SOD活性的影响

### 2.4 不同浓度NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片叶绿素含量的影响

逆境胁迫可以引起植物叶绿素含量的变化,进而引起植物光合作用。如图5所示,随盐胁迫浓度升高,芹菜叶片叶绿素含量表现为逐渐降低的趋势。在低盐浓度胁迫下,叶绿素含量有所降低,但随盐胁迫浓度升高叶绿素含量降低幅度较大。这说明盐胁迫对芹菜的光合作用起到一定抑制作用,而且,盐浓度越高,抑制作用越强。在正常情况与50 mmol/L NaNO<sub>3</sub>胁迫情况下,“津南实芹”和“青梗芹菜”叶片的叶绿素含量未见明显差异( $P>0.05$ ),在大于100 mmol/L NaNO<sub>3</sub>胁迫以后,“津南实芹”叶绿素含量显著高于“青梗芹菜”的含量( $P<0.05$ )。

图5 NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片叶绿素含量的影响

### 2.5 不同浓度NaNO<sub>3</sub>胁迫对芹菜叶片游离脯氨酸含量的影响

脯氨酸积累是植物抵抗渗透胁迫的有效方式之一。脯氨酸的增高能够降低叶片细胞渗透势,防止细胞脱水。结果如图6所示,随盐浓度的升高,芹菜叶片游离脯氨酸含量先升高后下降的趋势,“津南实芹”、“青梗芹菜”的脯氨酸的含量分别在150和100 mmol/L NaNO<sub>3</sub>胁迫下达到最大。说明芹菜在一定浓度NaNO<sub>3</sub>胁迫下

体内积累游离脯氨酸以调节由于盐胁迫给植物体带来的伤害。但在盐胁迫处理下, 2 个品种的脯氨酸含量差异不显著( $P>0.05$ )。

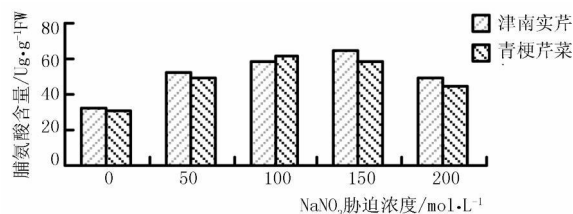


图 6 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜叶片游离脯氨酸含量的影响

### 3 结论与讨论

NaNO<sub>3</sub> 处理后, 种子发芽受不同程度的影响。低浓度 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜种子发芽无明显的影响, 随着 NaNO<sub>3</sub> 溶液浓度的提高而表现强烈的抑制作用, 发芽势、发芽率都明显降低, 其中, 对发芽势的影响大于对发芽率的影响。

NaNO<sub>3</sub> 胁迫不仅影响芹菜种子萌发, 而且也会影响幼苗的生理反应。苗期 NaNO<sub>3</sub> 胁迫可直接或间接引起植株一系列生理功能的变化, 通过这些变化, 调节植株对环境的适应。植物细胞在盐胁迫中会积累一些渗透调节物质如脯氨酸、可溶性糖等, 这些物质有助于植株水势的降低, 有利细胞吸水<sup>[9]</sup>。试验结果表明, 在 NaNO<sub>3</sub> 胁迫下, 芹菜叶片游离脯氨酸含量先升高后降低。在不同研究中, 游离脯氨酸变化趋势不尽相同, 也有随盐胁迫加强游离脯氨酸含量变大的报道<sup>[4 10 11]</sup>。这可能是由于不同材料, 不同盐胁迫处理引起的。但也有人认为脯氨酸的积累是盐胁迫的偶然性结果, 其含量与抗渗透胁迫能力没有相关性<sup>[2]</sup>。

在逆境条件下, 植物会产生大量自由基, 但植物本身有清除系统。SOD 活性可以反映保护系统清除自由基的能力, 起到防止或降低膜脂过氧化作用。试验结果表明, 芹菜叶片的 MDA 在 NaNO<sub>3</sub> 胁迫下逐渐升高, 表明膜伤害程度逐渐严重, 在低盐胁迫下, SOD 活性先升高, 植株启动自我平衡体系, 降低体内过氧化物。在高

浓度下, SOD 含量开始下降, 说明高盐浓度对植物的伤害程度增大, 同时使植物的自我调节能力逐渐下降。盐胁迫会导致光合作用的降低, 光合机构的关键成分的稳定性因逆境胁迫而降低。试验结果表明, NaNO<sub>3</sub> 胁迫下, 芹菜叶片叶绿素含量呈降低趋势。说明叶绿素含量的降低, 是光合速率降低的原因之一。这与 Yasar<sup>[12]</sup> 的研究结果是一致的。

种子萌发期的 NaNO<sub>3</sub> 胁迫对芹菜的伤害大于幼苗期的短期胁迫。在苗期的短期胁迫下, 大多数生理指标在低盐胁迫下变化较小, 随盐浓度的升高变化幅度变大, 说明高浓度 NaNO<sub>3</sub> 对芹菜的伤害较大, 而低浓度 NaNO<sub>3</sub> 对芹菜伤害较小。植物的抗盐性是一个复杂的体系, 必须对多个指标综合分析。综合评价指标, 在该试验中“津南实芹”的抗盐性大于“青梗芹菜”。

### 参考文献

- [1] 刘荣, 王喜艳, 张恒明, 等. 保护土壤次生盐渍化及防治对策[J]. 北方园艺, 2008(8): 69-72.
- [2] 林栖凤, 李冠一. 植物耐盐性研究进展[J]. 生物工程进展, 2000, 20(2): 20-24.
- [3] 王素平, 郭世荣. 盐胁迫对黄瓜幼苗根系生长和水分利用的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(10): 1883-1888.
- [4] 孟庆英, 张必弦, 张海玲, 等. NaCl 胁迫下番茄若干生理指标的变化[J]. 北方园艺, 2008(11): 30-33.
- [5] 张吉立, 刘振平. 氯化钠胁迫对园艺作物种子萌发及幼苗生长发育的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2007(1): 50-53.
- [6] 吴能表, 叶腾丰, 王小佳. NaCl 胁迫对豌豆幼苗生理生化指标的动态影响[J]. 西南农业大学学报, 2006, 28(1): 37-44.
- [7] 李合生. 植物生理学实验技术指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [8] 孔祥生, 易现峰. 植物生理学实验技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [9] 陈小亚, 汤章城. 植物生理与分子生物学(第三版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [10] 康浩, 潘文平, 石贵玉. NaCl 浓度对大米草保护酶活性和渗透调节的影响[J]. 广西师范大学学报, 2009, 27(1): 71-74.
- [11] 新红, 叶玉秀, 周青. 盐胁迫对小麦幼苗形态和生理特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(33): 14408-14410.
- [12] Yasar F, Ellialtıoglu S, Yildiz K. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation, and chlorophyll content in green bean[J]. Russian journal of plant physiology, 2008, 55(6): 782-786.

## Effect NaNO<sub>3</sub> Stress on Seeds Germination and Physiological Traits of Celery

LI Xiao-mei

(Department of Biology Science, Zaozhuang University, Zaozhuang, Shandong 277160)

**Abstract:** Two celery varieties (Jingnan and Qinggeng) were treated with different salt contents (0, 50, 100, 150, 200 mmol/L NaNO<sub>3</sub>). Germination of seeds and physiological traits of seedlings were studied. The results showed that under salt stress the malondialdehyde (MDA) content increased and chlorophyll content decreased with the increasing salt concentration; the activities of superoxide dismutase (SOD) and proline content increased first and decreased afterwards. Germination of seeds and the growth of celery were inhibited under salt stress. The higher concentration of salt the more serious the inhibition was. Based on the physiological traits, Jingnan had the better salt resistance than Qinggeng.

**Key words:** salt stress; NaNO<sub>3</sub>; celery