

# 矮牵牛耐盐生理特性研究

郭金耀, 杨晓玲

(淮海工学院 海洋学院, 江苏 连云港 222005)

**摘要:**通过对矮牵牛进行盐胁迫处理,研究其耐盐的主要生理特性。结果表明:矮牵牛细胞膜透性受盐胁迫影响,并且与植株含水量负相关。在氯化钠浓度为 0.4% 时,细胞膜透性最低,植株含水量最高。矮牵牛脯氨酸积累、SOD 活性增强均与盐胁迫程度正相关。脯氨酸可参与细胞渗透调节,SOD 可清除活性氧伤害,都会对细胞膜产生有效保护作用,可能是细胞膜透性降低的重要原因。矮牵牛对 0.4% 的盐度具有耐受性。

**关键词:**矮牵牛;盐胁迫;SOD;细胞膜透性;脯氨酸含量;相对含水量

**中图分类号:**S 681.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)04-0088-03

土壤盐分是影响植物生长发育的一种重要环境因子,植物体内几乎所有的主要生理过程都会受到盐胁迫的影响,从而导致植物减产甚至死亡。植物耐盐性是植物多项耐盐生理特性的综合表现,植物耐盐生理特性的研究是探索植物耐盐机理和耐盐能力的基础<sup>[1-2]</sup>。不同植物由于其耐盐方式和耐盐机理的不同,其组织或细胞的生理代谢和生化变化也不同,所以会有不同的耐盐生理特性<sup>[3-4]</sup>。在耐盐机制中主要方式有渗透调节、离子区隔化、维持膜系统的完整性以及改变代谢类型等<sup>[5-7]</sup>。该试验在不同盐度下培养矮牵牛,测定其脯氨酸、细胞膜透性、SOD 活性、相对含水量等生理特性的变化,综合

评价矮牵牛耐盐能力的大小和耐盐机理。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

矮牵牛植株采于淮海工学院校园。

### 1.2 试验方法

1.2.1 矮牵牛的盐胁迫培养 选用长势与生物量相对一致的 10 cm 高矮牵牛苗,洗净根系泥土后,栽于装有 500 g 洗净黄沙的小盆中练苗,共 24 盆。2 d 后分别用含不同浓度 NaCl (0.0%、0.4%、0.8%、1.2%) 的 Hoagland 营养液浇灌黄沙,每盆浇灌 20 mL,6 次重复。盐胁迫矮牵牛 7 d 后,测定分析矮牵牛的生理特性。

1.2.2 测定方法 脯氨酸含量的测定参照茚三酮比色法<sup>[8]</sup>。SOD 活性的测定用邻苯三酚自氧化法<sup>[9]</sup>。细胞膜透性的测定采用测定外渗电导率的方法,分别测定叶片煮沸前后叶片浸泡液的电导率  $C_1$  和  $C_2$ ,然后计算相对电导率。相对电导率(%) =  $C_1 / C_2 \times 100\%$ 。相对含水量的测定采用直接干燥法,测定矮牵牛植株干燥前后

**第一作者简介:**郭金耀(1956-),男,教授,研究方向为植物生理。  
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:**2010-11-26

## Effects of $ZnSO_4$ on Seed Germination of *Lolium perenne*

YU Feng-ming<sup>1</sup>, LIU Yu-yan<sup>2</sup>, ZHANG Hai-rong<sup>1</sup>

(1. College of Life Science and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600; 2. College of Horticulture and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600)

**Abstract:** The effects of different concentration of external source  $ZnSO_4$  on *Lolium perenne* seed germinating capacity, the germinating energy, the protein contents, the reducing sugar and total sugar contents, and the amylase activity were studied. The results showed that  $ZnSO_4$  inhibited *Lolium perenne*'s seed germination, reduced the germinating energy, and delayed its germination. Different concentration of  $ZnSO_4$  had a certain promoting effect on *Lolium perenne* seed  $\alpha$ -amylase, but lowered the total amylase activity, the contents of protein and reducing sugar, but its effect on total sugar content was not obvious.

**Key words:**  $ZnSO_4$ ; *Lolium perenne*; seed germination

的重量  $W_1$  和  $W_2$ , 然后计算相对含水量。相对含水量 (%) =  $(W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫下矮牵牛的含水量及细胞膜透性

用不同浓度的盐胁迫矮牵牛 7 d 后, 测定分析矮牵牛的含水量和膜透性(图 1)。由图 1 可看出, 在不同浓度的氯化钠胁迫下, 矮牵牛植株含水量和相对电导率均有较大变化。随着氯化钠浓度的增加, 矮牵牛植株的含水量先升高然后很快下降, 在氯化钠浓度为 0.4% 时, 含水量最大, 超过了氯化钠浓度为 0.0% 时的含水量。相对电导率随着氯化钠浓度的增加, 先下降然后很快升高, 在氯化钠浓度为 0.4% 时, 相对电导率最低, 低于氯化钠浓度为 0.0% 时的相对电导率。说明在氯化钠浓度为 0.4% 时, 细胞膜的相对透性比氯化钠浓度为 0.0% 时减小了, 细胞的保水能力增强了, 所以使植株的含水量增加。当氯化钠浓度大于 0.4% 后, 由于细胞膜的相对透性快速增加, 细胞的保水力下降, 所以矮牵牛植株的含水量降低。表明矮牵牛细胞膜的相对透性受盐胁迫的影响, 并且与植株含水量负相关。在氯化钠浓度为 0.4% 时, 细胞膜透性最低, 植株含水量最高。矮牵牛对 0.4% 的盐度具有耐受性。

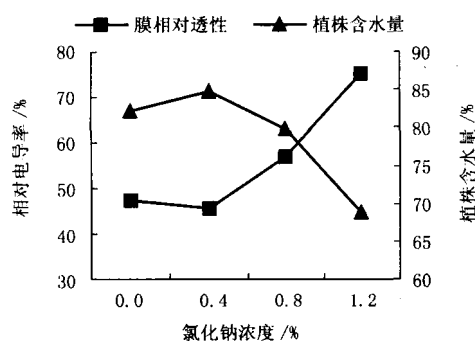


图1 盐胁迫下矮牵牛含水量与细胞膜透性的关系

### 2.2 盐胁迫下矮牵牛脯氨酸含量及与细胞膜透性关系

盐胁迫矮牵牛 7 d 后, 测定矮牵牛叶片的脯氨酸含量, 并分析其与细胞膜透性的关系(图 2)。由图 2 可看出, 随着氯化钠浓度的增加, 矮牵牛叶片的脯氨酸含量逐渐提高, 并且在氯化钠浓度大于 0.4% 后, 脯氨酸含量快速上升。这一变化规律与叶片细胞膜相对透性先降低然后快速升高相对应。说明在较低的氯化钠浓度下, 脯氨酸的积累可调节细胞的渗透作用, 缓解盐胁迫对细胞造成的伤害, 使细胞膜的相对透性降低。当氯化钠浓度大于 0.4% 后, 脯氨酸含量的提高, 可能是细胞中大量蛋白质被降解, 从而导致细胞膜的相对透性升高。表明矮牵牛体内脯氨酸的积累与盐胁迫程度正相关。0.4% 的氯化钠胁迫时, 积累的脯氨酸参与了细胞的渗透调节作用。这可能是细胞膜透性降低的原因之一。

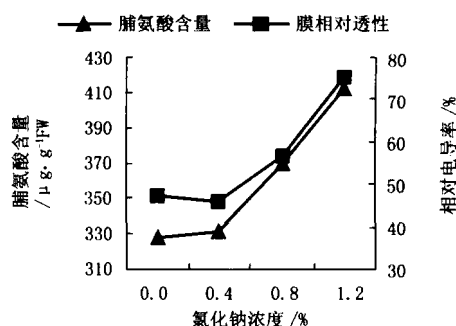


图2 盐胁迫下矮牵牛细胞膜透性与脯氨酸含量的关系

### 2.3 盐胁迫下矮牵牛 SOD 活性及其与细胞膜透性关系

盐胁迫矮牵牛后, 测定矮牵牛的 SOD 活性, 并分析其与细胞膜透性的关系(图 3)。由图 3 可知, 矮牵牛 SOD 活性随盐度的变化规律与脯氨酸一致。即随着氯化钠浓度的增加, 矮牵牛 SOD 活性逐渐提高, 并且在氯化钠浓度大于 0.4% 后, 矮牵牛 SOD 活性快速上升。在这一变化过程中, 叶片细胞膜相对透性先降低然后快速升高。说明在较低的氯化钠浓度下, SOD 可有效清除活性氧对细胞膜的伤害作用, 保护细胞膜的结构与功能, 降低细胞膜的相对透性, 增强细胞的吸水保水能力。当氯化钠浓度大于 0.4% 后, 虽然 SOD 活性快速上升, 但已不能应对高盐度引发的伤害作用, 细胞膜的相对透性升高, 细胞水分丢失, 植株含水量下降。表明矮牵牛 SOD 活性与盐胁迫程度正相关。0.4% 的氯化钠胁迫时, SOD 可对细胞膜产生最有效的保护作用。这可能是细胞膜透性降低的又一原因。

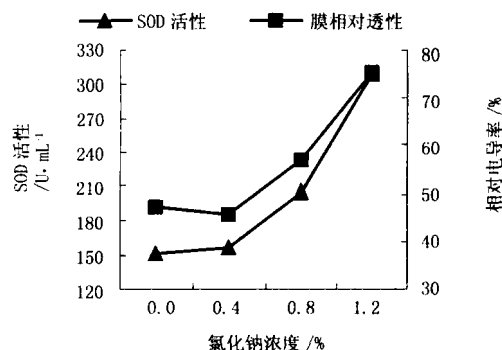


图3 盐胁迫下矮牵牛细胞膜透性与 SOD 活性的关系

## 3 讨论

在盐胁迫下, 植物的结构与功能会发生一系列的变化。膜系统是植物盐害的主要部位<sup>[10]</sup>。膜的透性在一定程度上又反映了膜的稳定性。电导率是反映细胞膜透性的一个重要指标, 膜的破坏程度表现在细胞内电解质的外渗率的大小。一般说来, 细胞受盐害后, 细胞膜遭受伤害, 透性变大<sup>[11]</sup>。肖雯等<sup>[3]</sup>的研究证实, 膜透性的大小反映质膜受损伤的程度, 数值越大质膜受到的伤害也越大。高盐分浓度能增加细胞膜的透性, 加强膜质过氧化作用, 并最终导致膜系统的破坏。该试验中, 氯

化钠浓度为 0.4% 时,细胞膜透性最小,氯化钠浓度大于 0.4% 时,细胞膜透性随盐度提高而快速增大,表明矮牵牛对 0.4% 的氯化钠具有耐受性。

细胞膜的稳定性受到活性氧和活性氧清除剂的影响。植物处于盐胁迫或其它胁迫时,植物体会产生大量的活性氧,攻击蛋白质的氨基酸基形成羰基衍生物。此外,还能引发磷脂的过氧化,造成膜系统氧化损伤。植物体内存在一些清除活性氧的酶系和抗氧化物质,能减轻和解除胁迫带来的氧化损伤。超氧化物歧化酶(SOD)是植物抗氧化系统的第一道防线,能清除  $O_2^-$  的危害<sup>[12]</sup>。魏爱丽等<sup>[13]</sup>以大豆愈伤组织作为材料的研究表明,短时间培养时,随着盐度的升高和时间的延长,SOD 活性增强;长时间培养时,盐浓度越高,胁迫时间越长,SOD 活性越低。该试验中,矮牵牛 SOD 活性随着氯化钠浓度的增加而上升,且氯化钠浓度为 0.4% 时,有效地保护了细胞膜的稳定性,使细胞膜透性最小。但在氯化钠浓度大于 0.4% 时,SOD 活性与矮牵牛耐盐能力负相关。

脯氨酸是渗透胁迫下易于积累的一种氨基酸,脯氨酸积累是植物抵抗渗透胁迫的有效方式之一。它不仅作为渗透调节剂降低细胞的水势,维持细胞质的水分状况,而且还有利于减轻细胞质中毒,也有利于维持细胞正常代谢所需要的 NADP/NADP 值。在植物组织、器官和全株试验中,发现脯氨酸积累与抗盐胁迫之间呈现显著的正相关。但也有学者认为脯氨酸积累并不代表植物耐盐能力的大小,似乎更适宜作为胁迫敏感性指标<sup>[14]</sup>。在该试验中,矮牵牛脯氨酸的积累与盐胁迫程度正相关。在氯化钠浓度小于 0.4% 时,脯氨酸积累与矮牵牛耐盐能力正相关;当氯化钠浓度大于 0.4% 时,脯氨酸积累与矮牵牛耐盐能力负相关。

总之,矮牵牛细胞膜的相对透性受盐胁迫的影响,并且与植株含水量负相关。在氯化钠浓度为 0.4% 时,有 SOD 活性的升高和脯氨酸的积累,保护了细胞膜的稳定性,并通过渗透调节影响了细胞的水势,使得细胞膜透性最低,植株含水量最高。表明矮牵牛对 0.4% 的氯化钠浓度具有耐受性。

### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 毛桂莲,许兴,徐兆楨.植物耐盐生理生化研究进展[J].中国农业生态学报,2004,12(1):432-461.
- [3] 肖雯,贾恢先,蒲陆梅.几种盐生植物抗盐生理指标的研究[J].西北植物学报,2000,20(5):818-825.
- [4] 郭艳茹,詹亚光.植物耐盐性生理生化指标的综合评价[J].黑龙江农业科学,2006(1):66-70.
- [5] 郝治安,吕有军.植物耐盐机制研究进展[J].河南农业科学,2004(11):30-33.
- [6] 李增裕,孙建设.苹果耐盐性研究进展[J].河北农业大学学报,2003(5):45-48.
- [7] 沈义国,陈受宜.植物盐胁迫应答的分子机制[J].遗传,2001,23(4):365-369.
- [8] 张殿忠,汪沛,赵会贤.测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法[J].植物生理学通讯,1990,22(4):62-65.
- [9] 张中林,孙宏伟,郑剑玲,等.邻苯三酚法测定 3 种食用菌超氧化物歧化酶(SOD)活性[J].辽宁中医药大学学报,2009,11(5):185-186.
- [10] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [11] 朱新广,张其德,匡廷云.NaCl 对光合作用影响的研究进展[J].植物学通报,1999(3):11-13.
- [12] 杜秀敏,殷文藻,赵彦修,等.植物中活性氧的产生及清除机制[J].生物工程学报,2001,17(2):121-125.
- [13] 魏爱丽,白桦,陈云昭,等.盐胁迫下大豆初生叶愈伤组织 SOD 活性及其同工酶变化的研究[J].大豆科学,1999,18(1):85-88.
- [14] 任天应,张乃生,张金发.黄花草耐盐能力的研究与生产应用[J].山西农业科学,1991(9):13-15.

## Study on Salt-tolerant Physiological Characteristics of *Petunia hybrida*

GUO Jin-yao, YANG Xiao-ling

(School of Marine Science and Technology, Huaihai Institute of Technology, Lianyungang, Jiangsu 222005)

**Abstract:** The salt-tolerant physiological characteristics of *Petunia hybrida* under salt stress were studied. The results showed that the cell membrane permeability (electrical conductivity) was influenced by salt stress, and cell membrane permeability was negatively correlated with water content of plant. Cell membrane permeability was lowest and water content of plant was highest, when NaCl was concentration at 0.4%. The accumulation of praline and SOD activity was positively correlated with degree of salt stress. Praline may take part in regulation cell permeability and SOD can clear the free oxygen, those can protect the cell membrane, also may be a cause of cell permeability lowering. *Petunia hybrida* had tolerance to 0.4% NaCl.

**Key words:** *Petunia hybrida*; salt-tolerant; SOD; cell permeability; praline content; relative water content