

NaCl 胁迫对茼蒿种子萌发与幼苗生长的影响

却志群, 沈春修, 陈 林

(宜春学院 生命科学与资源环境学院, 江西 宜春 336000)

摘 要:以“四季白尖叶”和“澳立红芙蓉”茼蒿品种为试材,以当地水样为基准 0 mmol/L NaCl 浓度,研究了 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50 mmol/L NaCl 胁迫对种子萌发及幼苗生长的影响。结果表明:在 NaCl 胁迫下,2 个茼蒿品种的发芽率、根长、根重、苗高、苗重均随 NaCl 浓度的增加呈下降趋势,其中“四季白尖叶”的发芽率和苗重均在浓度为 15 mmol/L 时显著下降;“澳立红芙蓉”的发芽率在浓度为 20 mmol/L 时显著下降,其苗重在浓度为 30 mmol/L 显著低于对照。2 个品种的根长、根重、苗高均在浓度为 15 mmol/L 时显著低于对照。通过比较根与幼苗生长情况发现,NaCl 对根的影响较大,不同的品种对 NaCl 胁迫的耐受性不同,“澳立红芙蓉”较“四季白尖叶”更耐 NaCl 胁迫。

关键词:NaCl 胁迫;种子萌发;幼苗生长

中图分类号:S 636.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)09-0012-04

目前,我国盐碱渍土地面积为 3 647 万 hm^2 (不包括滨海滩涂),其中盐渍土 1 600 万 hm^2 ,有 667 万 hm^2 左右已开垦种植,据估计我国尚有 1 733 万 hm^2 左右潜在盐渍化土壤,主要分布在西北、华北、东北地区及沿海地区^[1]。对于这类盐渍化土壤的开发利用及灌溉耕作等措施若不当,极易发生次生盐渍化现象^[2]。土壤严重的盐渍化,常导致农作物出苗延迟,缺苗断垄,生长势弱,产量及品质下降^[3]。所以对农作物种子耐盐渍化水平进行研究,并筛选出具有较强耐盐渍的品种,对于我国盐渍化土地的合理利用具有重要的现实意义。目前,已经有许多关于 NaCl 胁迫对小麦^[3-4]、玉米^[5]、水稻^[6]、萝卜^[7]、甜菜^[8]和油菜^[9]等不同农作物种子萌发和幼苗生长影响的报道,但大多数研究在处理种子时的 NaCl 浓度梯度设置范围相对较大,所以难以准确地确定相关农作物种子的耐盐范围。茼蒿种子在自然条件下发芽率较低,且对盐反应极其敏感,易受盐害^[10-11]。现以“四季白尖叶”、“澳立红芙蓉”茼蒿种子为试材,采用高密度 NaCl 浓度梯度处理,研究 NaCl 胁迫对种子萌发与幼苗生长的影响,以期获得更准确的 NaCl 胁迫对种子萌发与幼苗生长影响的相关数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试茼蒿品种“四季白尖叶”购于四川种都种业有

限公司,“澳立红芙蓉”购于绵阳市华灵高科良种繁育研究中心。以化学纯 NaCl 为试剂,基准水样采于当地灌溉用水。

1.2 试验方法

1.2.1 NaCl 溶液的配制 以所取基准水样为 0 mmol/L NaCl,以该水样作为溶剂依次配制相对浓度为 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50 mmol/L NaCl。

1.2.2 种子预处理 试验在宜春学院逸夫楼作物遗传育种实验室进行。将种子放在基准水样中漂洗 2~3 次,除去杂质,选取饱满无缺的种子,每个培养皿同时放上 100 粒“四季白尖叶”和 100 粒“澳立红芙蓉”,每个培养皿为 1 个浓度处理,4 次重复。

1.3 项目测定

18℃下培养,每天观察种子出芽情况(有根并芽长等于种子的 1/2 为发芽^[9]),并且记录发芽率,共调查 7 d^[7]。7 d 后测量根长、根重、苗高与苗重。用方差分析处理数据。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对茼蒿种子萌发的影响

由表 1 对“四季白尖叶”和“澳立红芙蓉”2 个品种的发芽率进行方差分析可知,“四季白尖叶”和“澳立红芙蓉”的 F 值分别为 276 和 629.61 ($F_{0.01}=2.93$),差异均达极显著水平。“四季白尖叶”在浓度为 15 mmol/L NaCl 时其发芽率显著低于对照,为对照的 71.9%,在浓度为 40~50 mmol/L 时种子几乎不发芽,仅为对照的 15.7%、7.9%、4.5%,其中浓度为 5~10 mmol/L 时与对照无显著差异,浓度在 15~35 mmol/L 间各自的发芽率

第一作者简介:却志群(1980-),女,湖北仙桃人,硕士,讲师,研究方向为植物生物技术。E-mail:zhiquanque@163.com.

收稿日期:2013-01-21

差异小;而“澳立红芙蓉”在浓度为 20 mmol/L 时显著低于对照,在浓度为 40~50 mmol/L 种子几乎不发芽,其中浓度为 5、10、15 mmol/L 时与对照几乎无差异,浓度在 20~35 mmol/L 间各自的发芽率差异小。仅仅就发芽率而言,盐胁迫对莴苣种子萌发的影响是极其显著的,这可能是较高浓度的盐胁迫导致种子吸胀吸水困难,而种子在萌发过程中需要吸收大量水分以活化内部的酶和激素、提供水环境、调节内部新陈代谢,从而对细胞以及细胞内的物质如 DNA、RNA 等进行活化和修复。比较 2 个品种发芽率可知,不同的品种对盐胁迫的反应不同。

表 1 不同浓度 NaCl 胁迫对莴苣种子发芽率的影响

Table 1 Effect of different concentrations of NaCl on lettuce germination rate

NaCl 浓度 NaCl concentration/mmole · L ⁻¹	发芽率 Germination rate/% “四季白尖叶”	发芽率 Germination rate/% “澳立红芙蓉”
0	89a	97a
5	86a	98a
10	83a	96a
15	64b	91a
20	62b	64b
25	60b	65b
30	58b	61b
35	48c	50c
40	14d	17d
45	7e	13d
50	4e	12d

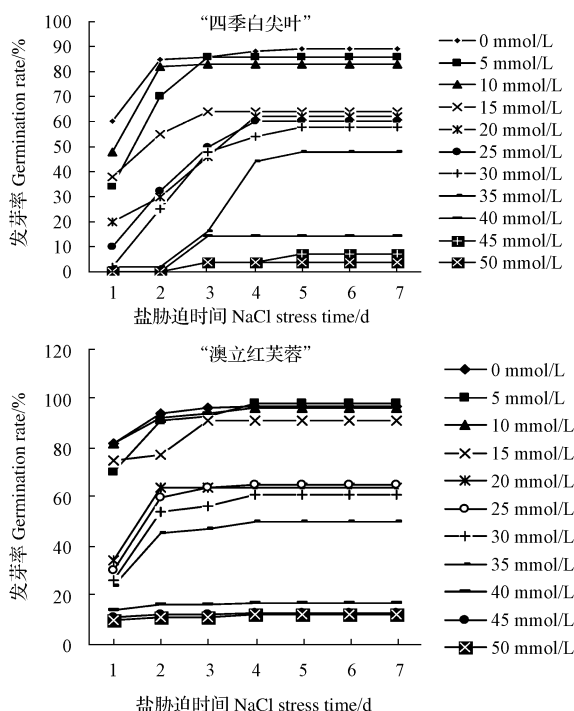


图 1 NaCl 胁迫对莴苣种子萌发的影响

Fig. 1 Effect of NaCl stress on seed germination of lettuce

由图 1 可知,2 个品种发芽均在培养了 2 d 后基本达整齐,由此推出其发芽势较好(种子 3 d 内发芽率达 90% 以上者则发芽势好,据报道莴苣种子发芽 3 d 的根长与田间出苗密切相关^[13])。但“澳立红芙蓉”的发芽率均较高,即其耐 NaCl 性较好,这可能是不同的种子其内含物质种类以及含量不同,在萌发过程中对水分的要求不同。结合表 1 可知,随着 NaCl 浓度的升高,2 个品种的发芽率均呈下降趋势,这反映出盐胁迫对种子萌发的影响非常明显。

2.2 NaCl 胁迫对莴苣根生长的影响

由图 2 可知,“四季白尖叶”在浓度为 15 mmol/L 时的根长显著低于对照,下降了 62.1%,浓度在 20~25 mmol/L 间差异小,在 30~50 mmol/L 根几乎不再生长,仅为对照的 13.3%、7.6%、5.7%、1.75%、0.5%;“澳立红芙蓉”在浓度为 15 mmol/L 时其根长也显著低于对照,下降了 51.6%,浓度在 20~25 mmol/L 间差异小,在 45~50 mmol/L 根几乎不长,仅为对照的 5.7%、0.7%。由图 3 可知,“四季白尖叶”在浓度为 15 mmol/L 时根重显著低于对照,下降了 75.2%,而浓度为 10 mmol/L 时略高于浓度为 5 mmol/L 时的根重,其中浓度在 15~45 mmol/L 间差异较小,为对照的 15.4%~24.8%,浓度为 50 mmol/L 时根重接近为 0,仅为对照的 3.5%;“澳立红芙蓉”在浓度为 15 mmol/L 时根重显著低于对照,下降了 55%,其中浓度在 20~45 mmol/L 间差异小,与对照相比为 19.8%~30.6%,浓度为 50 mmol/L 时根重接近为 0,仅为对照的 5.4%。

由对根长和根重的分析得知,较高浓度的盐胁迫严重影响了莴苣根的生长,这可能是水作为新陈代谢的重要物质条件,当外界水势较低时,根系吸水困难,细胞发生不同程度的皱缩,严重影响了细胞膜的流动性,导致内部代谢废物和有毒物质不能及时排除,从而抑制了根的生长;亦可能因高浓度的盐引起植株根发生伤流,大量无机离子、氨基酸类及植物激素类从根部流失,从而影响根的正常生理代谢^[12]。

2.3 NaCl 胁迫对莴苣幼苗生长的影响

由图 2 可知,“四季白尖叶”在浓度为 15 mmol/L 时苗高显著低于对照,下降了 67.1%,浓度在 15~25 mmol/L 间苗高无显著差异,在 35~50 mmol/L 间苗几乎不长,仅为对照的 7.46%、6.4%、5.85%、1.58%;“澳立红芙蓉”在浓度为 15 mmol/L 时苗高显著低于对照,下降了 52.2%,在 40~50 mmol/L 苗几乎不长,仅为对照的 10.26%、6.5%、2.0%。由此可知,2 个品种在浓度高于 15 mmol/L 时均不利于苗的生长。由图 3 可知,“四季白尖叶”在浓度为 15 mmol/L 时苗重显著低于对照,下降了 52.3%,其中浓度为 25 mmol/L 时苗重略高于 20 和 15 mmol/L 的,在浓度为 35~50 mmol/L 苗几乎不长,

仅为对照的 7.7%、6.58%、7.4%、3.04%；“澳立红芙蓉”在浓度为 30 mmol/L 时苗重显著低于对照，下降了 49%，浓度在 10~30 mmol/L 差异小，为对照的 51%~64.4%，浓度在 45~50 mmol/L 苗几乎不长，仅为对照的 8.8%、3.68%。由此可知，就幼苗生长而言，2 个品种在盐胁迫下其苗都有不同程度的毒害，这可能是由于高盐浓度破坏了细胞质膜的完整性，导致细胞膜选择性下降甚至丧失，而 Na^+ 、 Cl^- 等在细胞内的大量积累，降低了 K、Ca、Mg、Zn、含 N 物质及磷酸盐的含量，造成细胞内离子失调，引发一系列代谢紊乱，同时由于 Mg、Zn 等

元素的缺失导致叶绿素合成受阻，另含 N 物质及磷酸盐含量的下降影响了幼苗叶和茎生长。此外，溶液中盐分过多，使水势降低，种子幼芽吸水困难，造成细胞内水分亏缺，影响幼芽的生长。从而影响幼苗的正常生长。

由图 2、3 可以看出，2 个品种各项指标(根长、根重、苗高、苗重)均随 NaCl 浓度的升高而呈下降趋势，且下降的速度逐渐增大。2 个品种相比，“澳立红芙蓉”耐盐性要比“四季白尖叶”好，因此在各地选择种植品种时，应对每个品种耐盐性做出评价，以选择较适宜的品种进行种植。

2.4 盐胁迫对莴苣地上及地下部分生长的综合影响

综合图 2、3 可知，不同浓度的 NaCl 溶液对根和苗的生长均有不同程度的抑制作用，且随着浓度的增大抑制作用增强。其中 2 个品种的地下部分(根)均比地上部分(苗)对 NaCl 敏感，且重量下降比长度下降明显，可能是 NaCl 影响了幼苗的新陈代谢，抑制了某些物质的合成，亦可能是 NaCl 影响了幼苗对水分的吸收，因根是主要的吸水部位，较高浓度的盐胁迫会导致根际水势降低，根系吸水困难，从而导致地上部各类代谢依靠地下部供应的水分减少，因此 NaCl 对根的影响较大。所以，在探究植株耐盐性的过程中，根的极限耐盐浓度是极其重要的指标。

2.5 NaCl 胁迫对莴苣幼苗生长影响的方差分析

由表 2 方差分析可知，各性状指标的 F 值均已达极显著，即组间重复间的差异可忽略，主要是受不同 NaCl 浓度胁迫的影响。

表 2 NaCl 胁迫对莴苣幼苗生长影响的方差分析

Table 2 Variance analysis of effect of NaCl stress on seedling growth of lettuce

品种 Varieties	F 值 F value				$F_{0.01}$	$F_{0.05}$
	根长 Root length	根重 Root weight	苗高 Seedling height	苗重 Seedling weight		
“四季白尖叶”	489.1	69.55	1 800.6	129.38	2.93	2.14
“澳立红芙蓉”	739.8	136.8	959.1	2 805.85	2.93	2.14

由图 2、3 差异显著性分析可知，“四季白尖叶”其苗重在浓度为 15 mmol/L 时显著下降；“澳立红芙蓉”其苗重在浓度为 30 mmol/L 显著低于对照。2 个品种的根长、根重、苗高均在浓度为 15 mmol/L 显著低于对照。这与后续试验的幼苗栽培情况(各项指标达对照的 50% 以上者幼苗能够继续生长，长成植株，完成生命周期)以及前人的试验(经 7 d 后幼苗洗涤干净，进行幼苗评定各指标达 50% 所需日数测定^[13])相符合。

3 结论与讨论

该试验结果表明，当 NaCl 处理达到一定浓度范围后，供试 2 个莴苣品种的发芽率、根长、根重、苗高、苗重与对照相比均呈下降趋势。这与前人在小麦^[3-4]、玉米^[5]、水稻^[6]、萝卜^[7]、甜菜^[8]和油菜^[9]等不同农作物种

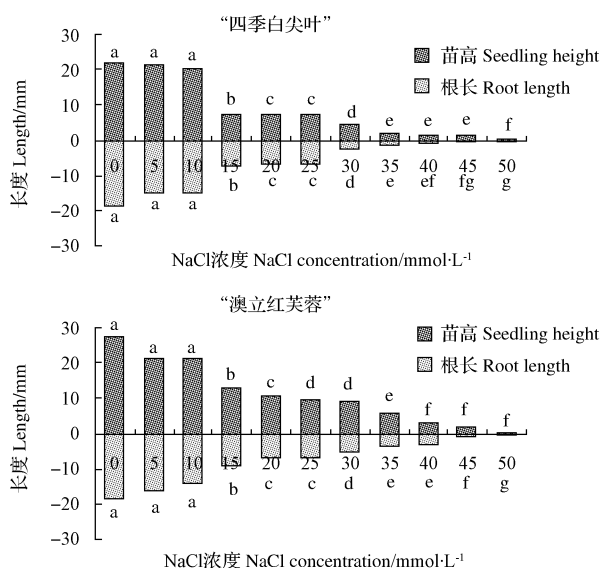


图 2 NaCl 胁迫对莴苣根长和苗高的影响

Fig. 2 Effect of NaCl stress on lettuce root length and seedling height

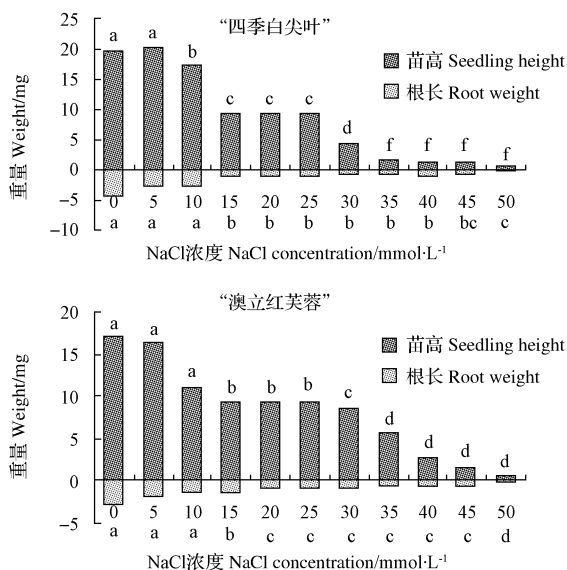


图 3 NaCl 胁迫对莴苣根重和苗重的影响

Fig. 3 Effect of NaCl stress on lettuce root weight and seedling weight

子萌发和幼苗生长的影响的研究结果基本一致。高浓度 NaCl 胁迫抑制了种子的萌发和幼苗的生长,主要是由于干种子其细胞膜系统不完整,各类酶处于无活性状态,细胞内各生理生化反应如电子传递、氧化磷酸化、呼吸途径受到不定程度的抑制,从而导致种子萌发与幼苗生长的某些必须物质合成受阻。此外,在种子萌发的过程中 DNA 与 RNA 分子损伤的修复也因相关酶活性的过低而受阻,从而影响了细胞的正常增殖,抑制了种子的萌发与幼苗的生长。该研究中的 2 个莴苣品种表现出了对 NaCl 胁迫不同的敏感程度,“四季白尖叶”的发芽率、根长、根重、苗高、苗重均在浓度为 15 mmol/L 时显著低于对照。而“澳立红芙蓉”其发芽率在浓度为 20 mmol/L、根长和苗重在浓度为 30 mmol/L、根重和苗重在浓度为 15 mmol/L 时显著低于对照,说明不同莴苣品种对 NaCl 胁迫的耐受性存在一定的差别。虽然高浓度 NaCl 会对细胞的渗透调节作用、膜脂和脂肪酸的组成和生理代谢酶活性等方面产生不良影响^[8],但不同的品种因为其内部各类生理物质的组成及含量存在差异,所以不同品种的种子萌发与幼苗生长受 NaCl 胁迫的影响是不同的。然而,当种子刚接触水分时,由于干种子细胞膜系统不完整,细胞内部的一些分子如可溶性糖、有机酸、氨基酸、低分子蛋白肽链及无机离子会发生渗漏现象,随着吸胀种子细胞膜的修复,内部物质的外渗逐渐减少。因此,低盐浓度对有些种子尤其是蛋白质含量高、吸水强力、本身种皮较薄的种子如大豆、菜豆的种

子萌发有一定促进作用,可以减轻种子萌发过程的吸胀损伤。这一点在该研究中也得到了进一步的证实。

参考文献

- [1] 于德云,赵其国,史学正,等. 土壤资源概论[M]. 北京:科学出版社,2007:353-355.
- [2] 李彬,王志春,孙志高,等. 中国盐碱地资源与可持续利用研究[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(2):154-159.
- [3] 陈德明,俞任培. NaCl 胁迫下不同小麦品种的耐盐性及离子特征[J]. 土壤学报,1998,35(1):88-94.
- [4] 王萍,杨春桥,焦阵. NaCl 胁迫对小麦种子萌发与幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2010,26(2):127-131.
- [5] 秦雪峰,高扬帆,吕文彦. NaCl 胁迫玉米种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 种子,2007,26(5):24-26.
- [6] 韩朝红,孙谷畴,林植芳. NaCl 对吸胀后水稻的种子发芽和幼苗生长的影响[J]. 种子,2000(3):10-11,13.
- [7] 陈火英,张建华,陈云鹏,等. NaCl 胁迫对不同品种萝卜种子发芽特性的影响[J]. 江西科学,1999(2):32-35.
- [8] 程大友,张义,陈丽. 氯化钠胁迫下甜菜种子的萌发[J]. 中国糖料,1996(2):21-23.
- [9] 赵燕,张复君,王巨媛,等. NaCl 胁迫对油菜种子萌发特性的影响[J]. 北方园艺,2010(9):29-31.
- [10] 任艳芳,何俊瑜,何师加. NaCl 胁迫对莴苣种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 北方园艺,2008(8):35-36.
- [11] 韩春梅,李春龙,贺阳冬,等. NaCl 胁迫对莴苣种子萌发和幼苗生长的影响[J]. 长江蔬菜,2008(12):23-24.
- [12] 李合生. 现代植物生理学[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2006:37-69.
- [13] 颜启传. 种子学[M]. 北京:中国农业出版社,2001:111-113.

Effect of NaCl Stress on Seed Germination and Seedling Growth

QUE Zhi-qun, SHEN Chun-xiu, CHEN Lin

(College of Life Sciences, Resources and Environment Sciences, Yichun University, Yichun, Jiangxi 336000)

Abstract: Taking ‘Four seasons white tip’ lettuce and ‘Aoli Red hibiscus’ as the experimental materials, and the sample of water of local as the basic of concentration of NaCl as 0 mmol/L, the effect of different NaCl stresses (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 mmol/L NaCl) on seed germination and seedling growth were studied. The results showed that the germination rate, root length, root weight, seedling height and seedling weight of the two cultivars of lettuce pointed a significant downward trend when the NaCl concentration increased. The germination of ‘Four seasons white tip’ lettuce decreased significantly as the concentration of NaCl was 15 mmol/L, the germination of ‘Aoli red hibiscus’ descended distinctively while the concentration was 20 mmol/L, and its seedling weight was remarkable lower than CK as the concentration was 30 mmol/L. The root length, root weight and seedling weight of the varieties in lettuce were lower than CK when the concentration 15 mmol/L. It was found that root was affected greater than seedling under NaCl stress by comparison the situation the root and seedling growth. It said that different varieties had shown varying degrees of tolerance to NaCl. ‘Aoli red hibiscus’ was better than ‘Four seasons white tip’ lettuce for tolerate NaCl.

Key words: NaCl stress; seed germination; seedling growth