

碱胁迫对碱蓬种子萌发的影响

赵楠¹, 芦艳¹, 左进城², 鲁周民¹

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 鲁东大学 生命科学学院, 山东 烟台 264025)

摘要:采用不同浓度的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 溶液处理土壤, 研究碱性盐对碱蓬种子萌发及幼苗生长状况的影响。结果表明: 随着碱性盐浓度的升高, 碱蓬种子的成苗率、发芽指数和幼苗生物量均有不同程度降低, 在 Na^+ 浓度相同的情况下, Na_2CO_3 对碱蓬种子萌发及幼苗生长的抑制作用大于 NaHCO_3 ; 碱性盐对碱蓬幼苗地下部分胁迫作用大于地上部分胁迫作用; 可以将碱蓬引种到 Na_2CO_3 浓度小于 50 mmol/L 和 NaHCO_3 浓度小于 100 mmol/L 的盐碱地。

关键词:碱胁迫; 碱蓬; 成苗率; 幼苗生长

中图分类号:S 636.904⁺.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)01-0045-03

碱蓬(*Suaeda glauca bunge*)为藜科(Chenopodiaceae)碱蓬属(*Suaeda* forsk. ex scop)植物, 常生长于海滩、河谷、路旁、田间等处盐碱地上。广泛分布于我国的东北、华北、河南、山东、江苏、浙江和俄罗斯西伯利亚、蒙古、朝鲜、欧洲东部等地区^[1]。碱蓬幼苗可做蔬菜, 其叶含有蛋白质 50% 左右; 碱蓬种子含油高达 26%, 其油脂中不饱和脂肪酸含量占到 70%, 具有极高的保健价值, 特别适于患有高血压、冠心病、高血脂的人群食用^[2]。由于碱蓬植株美观, 有“翡翠珊瑚”之称, 亦可做为观赏植物栽培。

盐碱土是人们习惯对盐化土壤和碱化土壤、盐土和碱土的总称^[3]。根据世界粮农组织和教科文组织的统计, 全球有各种盐碱土约 9.5 亿 hm^2 , 占全球陆地面积的 10%, 广泛分布于 100 多个国家和地区^[4]。中国农业部组织的第 2 次全国土壤普查资料统计, 我国盐碱土面积为 $3.47 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 其中盐土 $1.6 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 碱土 $8.7 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其它各类盐碱化土壤 $1.8 \times 10^7 \text{ hm}^2$ ^[5]。各地盐碱土壤中的致害盐类不同, 除 NaCl 和 Na_2SO_4 为主的中性盐外, 还有以 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 为主的碱性盐。

近年来, 有关碱蓬抗盐方面的研究日趋深入, 已经有许多人开始关注中性盐胁迫对碱蓬种子萌发的影响。张立宾等^[6]用不同浓度 NaCl 研究了碱蓬耐盐能力, 表明其种子可耐 20.0 g/kg 的盐水浸泡并正常发芽, 植株能耐 24.0 g/kg 的盐水浇灌。乔永旭等^[7]研究认为, 碱蓬种子的萌发率随着 NaCl 溶液浓度的升高而降低,

0.2 mol/L 时种子能保持较高的萌发率, 并且盐浓度为 0.8 mol/L 时还有一定萌发率; 管博等^[8]以同属的盐地碱蓬为材料, 研究了盐胁迫的适应机制。这些文献都是以中性盐为对象研究其对碱蓬的影响, 但有关碱性盐胁迫对碱蓬种子萌发及幼苗生长影响的研究还未见报道。该文主要研究了碱性盐 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 对碱蓬种子萌发和幼苗生长的胁迫效应, 旨在利用以碱蓬治理碱性盐渍土提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

新鲜饱满、发芽力正常的碱蓬种子, 由中国科学院烟台海岸带研究所提供。 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 均为市售。

1.2 试验方法

选取碗口直径 12 cm、高 9 cm 的小碗, 底部打直径 2~3 mm 的小孔, 装入经过检测为中性、捡去石块、树枝等杂物、拌匀的土壤, 土壤表面距小碗顶部 1 cm。分别用浓度为 0、50、100、150、200 mmol/L 的 Na_2CO_3 溶液以及浓度为 0、100、200、300、400 mmol/L 的 NaHCO_3 溶液均匀浇透小碗中的土壤并做好标记, 每碗用溶液量约为 80 mL。在每碗中均匀播种碱蓬种子 30 粒, 播种深度约 1 cm。3 次重复, 共 30 个小碗。将小碗置于室内可照进阳光之处。之后视土壤表面情况适量浇清水, 以保持土壤湿润但不流出为宜。

1.3 项目测定

播种后第 3 天开始观测记录。每 3 d 观察 1 次。记录出苗数, 直到出苗数保持不变为止, 并计算成苗率、发芽指数。试验结束后测量所有植株的地上部分高度、干重和地下部分长度、干重。发芽指数 $(GI) = \Sigma GT/DT$ (GT 为 T 天的发芽数, DT 为相应的天数)^[9]; 地上部分高度和地下部分长度的测定, 完整取出各个小碗中所有

第一作者简介:赵楠(1987-), 女, 在读硕士, 研究方向为植物资源利用。

责任作者:鲁周民(1966-), 男, 硕士, 研究员, 研究方向为植物资源利用。E-mail: lzm@nwsuaf.edu.cn。

收稿日期:2011-10-26

碱蓬幼苗,用去离子水冲洗掉泥土和灰尘,分别用尺子测量地上部分高度和地下部分长度,取其平均值。

地上部分和地下部分干重的测定,用剪刀将幼苗地下部分和地上部分剪开,放入烘箱于 105℃ 杀青 10 min,然后在 80℃ 烘干至恒重。用电子天平分别称量各处理幼苗地上部分和地下部分的干重,取平均值。

1.4 数据处理

采用 DPS 7.05 软件对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 碱胁迫下碱蓬种子的萌发情况

植物种子在碱性盐胁迫下能否萌发及成苗率的大小是植物抗盐碱的前提。由表 1 可知,种子出苗数随盐浓度升高而降低。当 Na_2CO_3 溶液浓度达到 100 mmol/L 和 NaHCO_3 溶液浓度达到 300 mmol/L 时,能显著抑制碱蓬萌发 ($P < 0.05$),但不同种类碱性盐对种子萌发的抑制程度不同。在 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 胁迫下,碱蓬种子的成苗率有显著差异, Na_2CO_3 溶液对碱蓬种子的毒害大于 NaHCO_3 溶液。因为植物受盐碱害的生理原因主要是水胁迫作用和盐离子毒害作用,而碱性盐特有的胁迫因素是高 pH 值,2 种溶液共有的胁迫因素是 Na^+ 毒害,当溶液中 Na^+ 浓度相同时, Na_2CO_3 溶液的 pH 值高于 NaHCO_3 。当用 Na^+ 浓度为 400 mmol/L 的溶液处理碱蓬种子时,种子出苗数先随着萌发天数的增加而增大,但当经过一段时间后显著降低,且该浓度溶液处理过的碱蓬萌发一段时间后便死亡。分析其原因,一是种子萌发过程中需要的部分水分可以从自身获得,而幼苗的生长需要根从土壤中吸收大量水分,过高浓度的 Na^+ 使土壤溶液浓度过大、渗透压过高,导致植物根系吸水困难,造成生理干旱,幼苗枯萎死亡;二是过多的 Na^+ 对土壤产生分散作用,造成一种干时坚硬收缩、湿时泥泞恶劣的土壤物理性质,严重地阻碍水和空气的通透性。因此,当溶液中 Na^+ 浓度大于 400 mmol/L 时碱蓬幼苗不能存活。

表 1 2 种碱性盐胁迫下种子的萌发及成苗率情况

处理	浓度 /mmol·L ⁻¹	播种后天数/d								成苗率/%
		3	6	9	12	15	18	21	24	
NaHCO_3	0	1	4	12	23	23	24	24	24	80.0Aa
	100	1	3	13	17	19	21	23	23	76.7Aa
	200	1	2	10	16	18	21	22	22	73.3Aa
	300	1	4	7	14	16	17	18	18	60.0Bb
	400	1	1	5	13	15	9	7	6	20.0Cc
Na_2CO_3	0	1	4	12	23	23	24	24	24	80.0Aa
	50	1	3	9	17	18	21	22	22	73.3ABa
	100	1	3	6	12	16	19	19	19	63.3BCb
	150	1	4	7	12	15	15	16	16	53.3Cb
	200	0	4	8	11	14	9	5	5	13.3Dc

出苗情况可以反映盐分对种子萌发的影响,但不能反映出苗的整齐度。而发芽指数却包含了种子萌发的速度和整齐度,指标越高,种子的发芽速度越快,出苗的一致性越好。发芽指数可以较全面地反映植物种子与环境之间的作用结果^[9]。由图 1 可知,2 种碱性盐胁迫下,碱蓬种子发芽指数都随着溶液中 Na^+ 浓度的升高而降低, NaHCO_3 胁迫下种子的发芽速度和出苗一致性均优于 Na_2CO_3 胁迫。

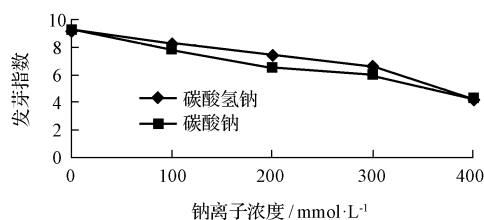


图 1 不同钠离子浓度下碱蓬种子发芽指数

2.2 碱胁迫对碱蓬生物量的影响

由表 2 可知,在 2 种碱性盐的胁迫下,幼苗生物量均随着盐浓度的升高而成下降趋势。当溶液中 Na^+ 浓度达到 200 mmol/L 时,幼苗地上部分和地下部长度都随处理碱溶液浓度的升高受到抑制作用显著增强。当 Na^+ 浓度达到 300 mmol/L 时,碱蓬干重均极显著下降。当溶液中 Na^+ 浓度相同时, NaHCO_3 胁迫下的幼苗生长情况显著大于 Na_2CO_3 的胁迫 ($P < 0.05$)。说明碱胁迫对碱蓬幼苗生物量影响与碱种类和浓度有关。相关性分析表明,碱性盐对于幼苗株高及幼根的抑制程度不同,对碱蓬幼苗根的生长影响较大,说明根是盐胁迫首先并直接产生伤害的部位。试验中观察到,死亡幼苗根部老根基本都成褐色、黑色,也很少见到有新根生长。

表 2 2 种碱性盐胁迫下幼苗地上部分高度、干重和地下部分长度、干重情况

处理	浓度 /mmol·L ⁻¹	地上部分高 度/cm	地上部分干 重/mg	地下部分长 度/cm	地下部分干 重/mg
NaHCO_3	0	6.15Aa	3.45Aa	2.57Aa	0.38Aa
	100	6.13Aa	3.30Bb	2.51Aa	0.28Ab
	200	6.03Aa	3.11Bc	1.89Bb	0.27Ab
	300	5.52Bb	2.55Cd	1.64Bb	0.12Bc
	400	5.01Cc	0.05De	1.12Cc	0.02Bd
Na_2CO_3	0	6.13Aa	3.46Aa	2.57Aa	0.38Aa
	50	6.12Aa	3.26Bb	2.46Aa	0.15Bb
	100	5.94Ba	2.94Cc	1.88Bb	0.09Cc
	150	5.47Cb	2.43Dd	1.44Cc	0.03Dd
	200	4.92Cd	0.05Ee	1.08Cd	0.02Dd

3 结论与讨论

在 2 种碱性盐的胁迫下,碱蓬种子的成苗率和幼苗生物量均随处理盐溶液浓度的升高而下降,并且碱蓬种

子在对照处理(即蒸馏水处理)中的出苗率最高,这与段德玉等^[10]研究的结论一致。当溶液中 Na^+ 浓度达到 400 mmol/L 时,碱蓬幼苗不能存活。碱蓬对 NaHCO_3 具有更大的萌发和生长耐受能力,该结论与刘祖祺等^[11]结论相同。盐分对不同种类植物的不同部位影响也有所不同。在大多数试验中,人们认为盐分对植物地上部分的抑制作用相对明显^[12-13],但是也有人提出与之相反的结论^[14]。Croser C 认为,在根系相对比较幼嫩的时候,地下部分对盐分更加敏感。该试验认为,碱性盐对碱蓬幼苗地下部分胁迫作用大于地上部分,这与与颜宏等^[15]对藜科抗盐碱植物碱地肤、地肤种子萌发以及幼苗生长的结果相同。

综上所述,碱蓬具有一定的抗碱性,但其抗碱性不强。该结论与曲元刚等^[16]在 NaCl 和 Na_2CO_3 对同属盐地碱蓬胁迫效应的比较研究中结论相同。该试验结果表明,可以将碱蓬引种到 Na_2CO_3 浓度小于 50 mmol/L、 NaHCO_3 浓度小于 100 mmol/L 的盐碱地。如我国松辽平原、华北平原等含盐量较低的地区,可为这些地方碱性盐渍土的治理做出贡献。

参考文献

- [1] 柳参奎,张欣欣,金洙哲,等. 中国东北盐碱地植物原色图鉴[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社,2006:39.
- [2] 赵可夫,冯立田. 中国盐生植物资源[M]. 北京:科学出版社,2001:73,75,79.
- [3] 黎立群. 盐渍土基础知识[M]. 北京:科学出版社,1986:2.
- [4] 赵福庚,何龙飞,罗庆云. 植物逆境生理生态学[M]. 北京:化学工业出版社,2004:137.
- [5] 张剑锋. 盐碱地生态修复原理与技术[M]. 北京:中国林业出版社,2008:14.
- [6] 张立宾,徐化凌,赵庚星. 碱蓬的耐盐能力及其对滨海盐渍土的改良效果[J]. 土壤,2007,39(2):310-313.
- [7] 乔永旭,张永平,陈超,等. 温度、光照、盐分和 pH 值对碱蓬种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2009(11):60-63.
- [8] 管博,于君宝,陆兆华,等. 黄河三角洲滨海湿地水盐胁迫对盐地碱蓬幼苗生长和抗氧化酶活性的影响[J]. 环境科学,2011,32(8):2422-2429.
- [9] 吐儿逊娜依,高辉远. 8 种牧草耐盐性综合评价[J]. 中国草地,1995(1):30-32.
- [10] 段德玉,刘小京,冯凤莲,等. 不同盐分胁迫对盐地碱蓬种子萌发的效应[J]. 中国农学通报,2003,19(6):168-172.
- [11] 刘祖祺,张石城. 植物抗性生理学[M]. 北京:中国农业出版社,1994:223.
- [12] Murillo-amador B, Lopez-aguilar R, Kaya C, et al. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of Cowpea[J]. J Agronomy Crop Science, 2002, 188: 235-247.
- [13] Jeannette S, Bayuelo-jime'N E Z, Craig r, et al. Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth[J]. Crop Sci, 2002, 42: 1584-1594.
- [14] Croser C, Renault S, Franklin J, et al. The effect of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea mariana*, *Picea glauca*, and *Pinus banksiana*[J]. Environmental Pollution, 2001, 115: 9-16.
- [15] 颜宏,赵伟,秦峰梅,等. 盐碱胁迫对碱地肤、地肤种子萌发以及幼苗生长的影响[J]. 东北师范大学学报,2006,38(4):118-122.
- [16] 曲元刚,张可夫. NaCl 和 Na_2CO_3 对盐地碱蓬胁迫效应的比较[J]. 植物生理与分子生物学报,2003,29(5):387-394.

Effect of Alkali Stress on Seed Germination of *Suaeda glauca* Bunge

ZHAO Nan¹, LU Yan¹, ZUO Jin-cheng², LU Zhou-min¹

(1. College of Forestry, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. College of Life Science, Ludong University, Yantai, Shandong 264025)

Abstract: In order to study the effects of alkaline salts on the growth of *Suaeda glauca* Bunge, and provide theoretical foundation for saline-alkali field control. The soil was treated with different concentration of NaHCO_3 and Na_2CO_3 , and the germination percentage of *Suaeda glauca* Bunge, seedling growth and biomass of plantlet were measured. The results showed that its plantlet forming rate decreases with the increase of alkali stress intensity. The relative of plantlet forming rate, germination index, seedling growth were declined. The germination and the growth of seedling were more inhibited by Na_2CO_3 with the same concentration of Na^+ . The *Suaeda glauca* Bunge can be planted to the places where the concentration of NaHCO_3 less than 100 mmol/L or Na_2CO_3 less than 50 mmol/L.

Key words: alkali stress; *Suaeda glauca* Bunge; plantlet forming rate; seedling growth