

NaCl 胁迫对花棒种子萌发的影响

晋丽娟¹, 张文辉^{1,2*}, 王 涛¹

(1. 西北农林科技大学生命科学学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 天津师范大学, 天津 300074)

摘 要: 用不同浓度的 NaCl 溶液对花棒(*heyedysarum scoparium*)种子进行胁迫萌发实验, 观察其发芽率和萌发后种苗的生长情况, 并测定萌发吸水率及淀粉酶活性。结果表明: 花棒种子萌发对盐胁迫有一定的适应性, 当 NaCl 盐浓度≤0.9%时, 种子的发芽率均能达到 90%以上; 但随着 NaCl 浓度的增加, 种子的萌发吸水受到抑制, 淀粉酶活性降低, 发芽率、发芽指数和活力指数均呈逐渐下降趋势。当 NaCl 盐浓度≤0.6%时, 种子萌发出的幼苗生长基本不受影响; 但当 NaCl 盐浓度≥1.5%时, 胚根伸长基本停止。

关键词: 花棒; 盐胁迫; 种子萌发

中图分类号: S311 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2007)03-0150-04

土壤盐碱化问题已成为全球关注的一个焦点, 引起越来越多国家和地区的重视。我国约有 $3 \times 10^7 \text{ hm}^2$ 盐碱土壤^[1], 开发利用盐碱地是改善生态环境、减缓土地人口压力的一项重要工程。盐碱地造林绿化是利用盐碱地最有效和最经济的措施。其中, 选择耐盐树种, 探讨不同树种的耐盐机理是盐碱地绿化成功与否的基础。种子植物萌发成苗的阶段是种子植物生活史中最脆弱的阶段。种子能够在盐胁迫下萌发成苗定居, 是植株在盐碱地生长发育的前提, 种子在发芽阶段的耐盐状况在一定程度上反映了该树种的耐盐能力。

花棒(*Heyedysarum scoparium* Fisch. et Mey), 学名细枝岩黄芩, 为豆科(*Leguminosae*)岩黄芩属(*Hedysarum* L.)多年生灌木, 适应性强, 生长快, 易于栽培, 根系庞大, 枝叶繁茂, 萌蘖力强, 是防风固沙林中的优选树种之一。花棒体形优美, 花期较长, 花色艳丽也可以作为园林植物。花棒不仅抗旱, 而且可在一定浓度的盐碱地生长^[1,2]。以前对花棒的研究多集中于栽培技术和飞播造林方面^[3,4], 以及抗旱特性方面^[5], 而对耐盐潜力方面的研究却从未见报道。

本试验通过设置了不同浓度盐胁迫梯度, 在控制条件下观测花棒种子吸水过程、发芽率、淀粉酶活性变化及胚根和胚芽的生长状况, 分析花棒种子在不同盐胁迫下发芽生长过程, 为阐明花棒种子的耐盐潜力, 及其在盐渍化地区栽培利用提供科学的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料花棒(*Hedysarum scoparium*)种子由内蒙古鄂尔多斯市碧森种业公司提供。处理所用盐为 NaCl, 设置 7 个处理浓度: 0(CK), 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%, 1.5%, 2.0%。

1.2 方 法

1.2.1 种子处理与培养方法 挑选饱满的花棒种子, 剥去外种皮, 用 0.1% HgCl 消毒 10 min, 无菌水冲洗干净并用滤纸擦干表面水分。在洗净烘干的培养皿($d=9 \text{ cm}$)中放入两张滤纸, 分别加入事先配好的上述浓度盐溶液各 5 ml, 摆入处理好的种子 40 粒, 每个处理 9 个重复(3 个用于测定发芽率及种苗生长量; 3 个用于测定萌发吸水率, 3 个用于测定淀粉酶活性), 置于 22℃ 恒温培养箱中暗发芽, 每天更换滤纸以保证各处理盐浓度维持不变, 共持续 7 天。

1.2.2 发芽率(Gr)、发芽指数(Gi)和活力指数(Vi)的测定 每天统计种子发芽数, 计算发芽率, 取平均值, 按照 GB2722-1999 国家标准计算发芽指数和活力指数:

$$Gi = \sum_t \frac{Gt}{Dt}$$
$$Vi = Gi \cdot S$$

式中, Gt 为第 t 天的发芽增值数; Dt 为相应的天数; S 为幼苗长度。

1.2.3 种子萌发吸水率的测定 分别在盐胁迫后的 4, 8, 12, 16, 24, 36, 48, 60, 72 h 时取出种子, 用滤

收稿日期: 2006-10-27
基金项目: 天津市科技发展计划项目(033121511)
作者简介: 晋丽娟(1982—), 女, 河南新密人, 硕士, 主要从事生物学研究。
通讯作者: E-mail: zwhckh@163.com

纸擦干表面水分,然后称重,计算吸水率:

$$RW = (B - A) / A \times 100\%$$

式中, A、B 分别为吸水前和吸水后的重量。

1.2.4 淀粉酶活性的测定 分别在盐胁迫后的 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 d 随机取各个处理的种子 5 粒, 去种皮, 用于淀粉酶活性的测定, 3 次重复取平均值, 测定方法参照文献[6]。

1.2.5 萌发种子含水率的测定 在第 7 d 随机取各个处理的种苗 10 株, 分别测定芽和根的长度、粗度和鲜重及干重, 并按照下式计算其占鲜重的含水率:

$$W(\%) = (W_1 - W_2) / W_1 \times 100\%$$

式中, W₁ 为 10 株种苗的鲜重; W₂ 为 10 株种苗的干重。

2 结果分析

2.1 不同浓度 NaCl 胁迫对种子萌发吸水的影响

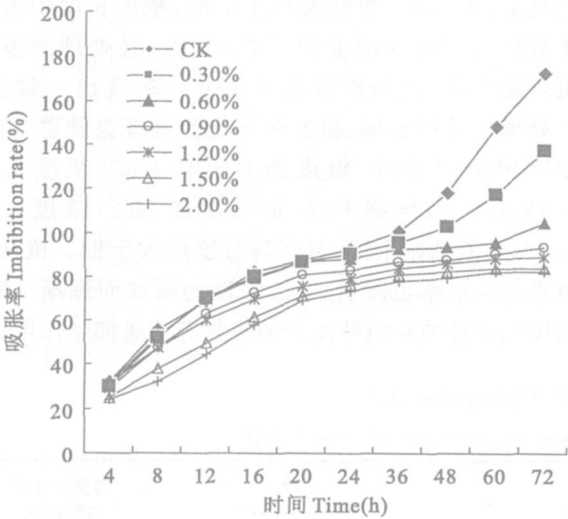


图 1 NaCl 胁迫下花棒种子萌发吸水的变化
Fig.1 Change of imbibition rate in *Heyedysarum scoparium* seed under salt stress

从图 1 我们可以看出,一开始,各盐浓度下的花棒种子均能进行快速吸水,在前 24 h 吸水率与对照相比略有下降,但差异并不显著。在处理 24 h 后,无盐处理花棒种子的吸胀率开始急剧增加,NaCl 浓度低于 0.6%的各处理种子的吸胀率也同样表现出增加的趋势,但吸胀率明显低于对照;当 NaCl 浓度大于 0.9%时,各处理种子的吸胀率随着胁迫时间的增加几乎不再发生变化。

2.2 不同浓度的 NaCl 胁迫对花棒种子发芽率的影响

由图 2 可知,随着盐浓度的升高,种子的发芽率

呈下降的趋势,起始萌发时间和发芽高峰日也相对延后,说明盐分对种子的萌发有抑制作用。在盐浓度小于 0.9%时,虽然盐处理下的种子同期发芽率低于对照,但累积发芽率均在 90%以上,与对照相比下降幅度均小于 10%。但当盐浓度大于 0.9%时,种子的发芽率开始迅速下降,且随着盐浓度的增加而迅速下降到 10%以下,当盐浓度大于 1.5%时几乎没有种子萌发。

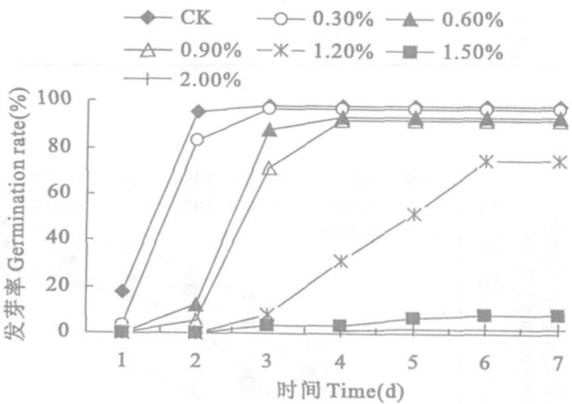


图 2 NaCl 胁迫下花棒种子的萌发曲线
Fig.2 Germination Curve of *Heyedysarum scoparium* seed under salt stress

2.3 不同浓度的 NaCl 胁迫对花棒发芽指数和活力指数的影响

累积发芽率只考虑了种子群中能够萌发的种子数目,而没有考察种子萌发的速率和整齐度,发芽指数和活力指数则恰好反应了种子萌发的速度和质量,发芽指数大表明发芽速度快,活力指数大表明发芽快而且长势好。由表 1 我们可以看出发芽指数和活力指数同发芽率一样也随着 NaCl 浓度的增加而下降,但下降幅度较大,当盐浓度大于 0.3%时,与对照相比,下降率就达 50%以上,说明其二者对 NaCl胁迫的反应比发芽率更为敏感。

2.4 不同浓度的 NaCl 胁迫对花棒种子淀粉酶活性的影响

由图 3 我们可以看出,干花棒种子有一定的淀粉酶活性,但较弱。试验开始后,淀粉酶活性逐渐上升。无盐胁迫下,从试验开始后的第二天淀粉酶活性急速上升。低浓度的 NaCl 胁迫下,淀粉酶活性在萌发过程中出现类似的变化趋势,但随着 NaCl 浓度的增加,酶活性逐渐降低,高峰值下降,NaCl 浓度大于 1.2%时,种子萌发过程中的淀粉酶活性略有升高,基本维持不变。

表 1 不同浓度 NaCl 胁迫对花棒种子发芽能力的影响

Table 1 Effect of salt stress on *Heyedysarum scoparium* seed germination

NaCl 浓度 Concentration of NaCl(%)	发芽率 <i>Gr</i> (%)	发芽率下降率 Decline percentage of <i>Gr</i> (%)	发芽指数 <i>Gi</i>	发芽指数下降率 Decline percentage of <i>Gi</i> (%)	活力指数 <i>Vi</i>	活力指数下降率 Decline percentage of <i>Vi</i> (%)
0	98.43	0	18.81	0	685.11	0
0.3	96.71	1.65	14.83	21.11	474.69	27.88
0.6	93.23	5.28	9.60	49.69	236.48	64.07
0.9	92.74	5.77	8.92	52.58	178.34	72.90
1.2	75.25	23.53	5.19	72.44	62.20	90.55
1.5	8.38	91.57	0.62	96.72	4.94	99.25
2.0	1.67	97.28	0.23	98.78	0.67	99.84

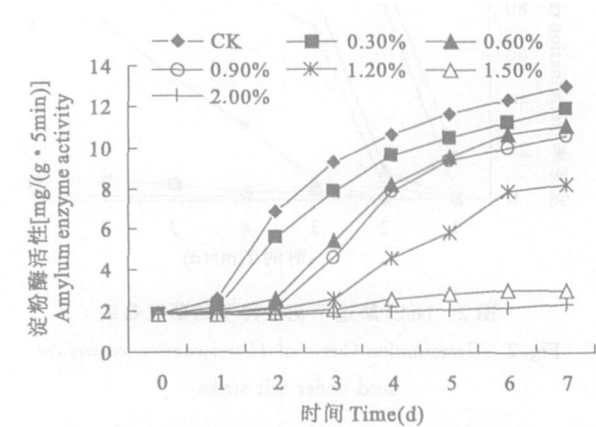


图 3 NaCl 对花棒种子萌发过程中淀粉酶活性的影响
Fig.3 Effect of salt stress on amylum enzyme activity of *Heyedysarum scoparium* seeds during germination

表 2 不同浓度 NaCl 胁迫下花棒种苗生长情况

Table 2 The seedling growth of *Heyedysarum scoparium* under salt stres

Nacl 浓度 Concentration of NaCl(%)	长度 Length(cm)		粗度 Diameter(cm)		干重 Dry weight(g)		鲜重含水率 Moisture content (%)
	根 Root	芽 Shoot	根 Root	芽 Shoot	根 Root	芽 Shoot	
0	4.49±0.18	1.21±0.10	0.16±0.02	0.32±0.02	0.020	0.037	93.25
0.3	5.41±0.35	0.97±0.06	0.14±0.01	0.25±0.03	0.019	0.032	91.63
0.6	4.03±0.26	0.56±0.12	0.13±0.02	0.20±0.01	0.017	0.026	90.47
0.9	2.56±0.14	0.46±0.13	0.11±0.01	0.13±0.02	0.010	0.012	85.34
1.2	1.02±0.17	0.34±0.04	0.09±0.01	0.12±0.01	0.080	0.008	80.21
1.5	0.84±0.16	—	0.08±0.02	—	0.006	—	78.18

注:表中的长度和粗度分别为各处理十株种苗的平均值,干重为 10 株种苗总的重量;“—”表示没有芽生长。
Note:The datum in the table of the length and the diameter are the average of ten seedlings of every treatment, the datum of the dry weight are the total weight of the ten seedlings;“—”means no shoot.

3 讨 论

种子萌发试验表明无盐处理的花棒种子在胁迫 20 h 后,吸胀率达 87% 时已开始萌发,而各处理下花棒种子在 72 h 内的吸胀率均能达到了 87% 以上,这说明花棒种子能在高浓度的盐胁迫下缓慢地吸足

2.5 不同浓度 NaCl 胁迫对种苗生长的影响

从不同浓度 NaCl 胁迫下花棒种苗生长情况(表 2)可看出,随着 NaCl 浓度的升高,种子虽然能够萌发,但是种苗的生长受到抑制。各处理的根的粗度和干重都明显的低于对照,且在 NaCl 浓度大于 0.6% 时急剧下降;而根的长度变化则呈现不同的趋势,当 NaCl 浓度为 0.3% 时,根的长度明显大于对照;当 NaCl 浓度大于 0.6% 时,各处理的根长也急剧下降,这与粗度和干重变化表现出一致性。各处理下芽的长度、粗度和干重都表现为随着 NaCl 浓度增加而下降,粗度和干重在 NaCl 浓度大于 0.6% 时开始急剧下降,而长度在 NaCl 浓度大于 0.3% 时就急剧下降,且下降程度均大于根。植株占鲜重的含水率也随着 NaCl 浓度的增加而逐渐下降,这说明盐胁迫对植株水分的吸收有明显抑制作用。

水分储存起来,用于抵御外界的盐胁迫。NaCl 浓度小于 0.6% 时,各处理种子在吸胀后经过短暂的缓慢吸水阶段即开始萌发,吸水量急剧上升,但高浓度的种子吸水量则不再发生变化。这可能是因为吸胀阶段种子细胞原生质处于凝胶阶段,细胞膜还没有得到修复,水分在衬质势的作用下以扩散的方式迅速进

入细胞内^[7],所以种子的吸胀没有受到影响。但吸胀以后种子开始萌动,细胞膜得到部分修复,水分主要以渗透方式进入细胞,胞膜内水势差为主要吸水动力,因盐溶液水势低,所以影响了种子的吸水率。

有关 NaCl 胁迫对种子发芽率的影响,目前报道存在两种不同的结果:前人在黄瓜^[8]、绒毛白蜡^[9]等种子上的研究结果表明,在低浓度时,NaCl 胁迫对种子的萌发有促进作用(其浓度因植物不同而异),高浓度时则相反。本试验结果表明:不同浓度的 NaCl 胁迫对花棒种子的萌发均有抑制作用,浓度越大抑制作用越强,这与张建锋等^[10]在流苏和香椿上的研究结果一致。但在 NaCl 浓度小于 0.9% 时,种子的累积发芽率均在 90% 以上,所以在这一浓度以内,花棒种子对盐胁迫有一定的适应性。而种子的发芽指数和活力指数受抑制的程度要大于发芽率。这可能是由于随着 NaCl 浓度的增加,种子内部膜系统的修复将更加延缓,而浓度过高将不能修复。

淀粉酶是分解种子内储藏养分的主要酶。种子萌发和幼苗生长初期,淀粉酶可使种子中的淀粉降解成为小分子物质,以供种子的萌发和幼苗生长,其活性高低能反映种子的活力。从本试验的结果来看,NaCl 胁迫使花棒种子淀粉酶活力下降,且 NaCl 浓度越大下降幅度越大,这可能是由于高浓度 NaCl 胁迫下种子的吸水受到影响,从而影响了种子的淀粉酶活性。

在盐胁迫下种子萌发后的生长都受到了不同程度的抑制。总体来看,当 NaCl 浓度小于 0.6% 时,种苗生长受影响的程度较小,而芽生长受 NaCl 胁迫的影响明显大于根生长。发芽种子通常会自动调

节地上与地下器官的比例,使其有限的营养物质和水分优先满足根部的生长^[11],因此在 NaCl 浓度为 0.3% 时花棒种苗的根长大于对照,这是一种对盐害条件的适应性反应。但如果胁迫时间延长或很严重时,种子萌发受到抑制甚至不能萌成苗。

以上分析表明,花棒在盐含量为 0.6% 以下的盐溶液中可以正常萌发生长。根据花棒种子吸涨特性,在实际造林应用中可以在播种前先对种子进行浸种处理,以提高其发芽率。

参考文献:

- [1] 徐恒刚. 中国盐生植被及盐渍化生态[M]. 北京:中国农业科学技术出版社, 2004. 23—28, 136—137.
- [2] 李辉, 王云霞, 乔霞. 花棒的生态生物学特性研究[J]. 内蒙古林业, 2004, (11): 21—22.
- [3] 刘瑞凤, 阎志宏, 王爱琴. 飞播用花棒种子丸粒化研究[J]. 种子, 2004, 23(9): 35—38.
- [4] 沈吉庆. 花棒育苗技术[J]. 林业实用技术, 2002, (10): 26.
- [5] ZHANG Zhi-qiang, WANG Sheng-ping. Tree-scale transpiration dynamics of *Hedysarum scoparium* in response to growth stage, groundwater table depth, and climate in a semi-arid environment in northwestern China [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24 (4): 736—742.
- [6] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 北京:世界图书出版社, 2000. 63—65.
- [7] 武维华. 植物生理学[M]. 北京:科学出版社, 2003. 38—44.
- [8] 王广印, 周秀梅, 张建伟, 等. NaCl 胁迫对不同品种黄瓜种子发芽的影响[J]. 干旱区农业研究, 2005, 23(1): 121—124.
- [9] 吴敏, 曹帮华. 盐胁迫下盐碱地和飞盐碱地绒毛白蜡种子的发芽和生理特性的研究[J]. 种子, 2006, 25(4): 4—7.
- [10] 张建锋, 李吉跃, 邢尚军, 等. 流苏和香椿在盐胁迫下的发芽研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, 25(4): 80—83.
- [11] 周希琴, 李裕红. Ca^{2+} 对铬胁迫下木麻黄种子萌发的生态效应[J]. 生态学杂志, 2003, 22(4): 37—41.

Effect of salt stress on seed germination of *Hedysarum scoparium*

JIN Li-juan¹, ZHANG Wen-hui^{1,2*}, WANG Tao¹

(1. Life Science Academy of Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China)

Abstract: The seeds of *Hedysarum scoparium* were treated with different concentrations of NaCl. The germination percentage, growth status of their roots and shoots were observed. The imbibition rate and the amylum enzyme activity of the seeds were determined. The results showed that the adaptation of *Hedysarum scoparium* to the salt stress were approved. The germination of the seeds were all above 90% by the lower concentrations of NaCl ($\leq 0.9\%$). With increasing of the concentrations of NaCl, the imbibition rate and the amylum enzyme activity were restrained. The germination rate, the germination index and the vigor index all presented downtrend. The growth of the seedlings were not influenced by the lower concentrations of NaCl $\leq 0.6\%$, but the radicle elongation was completely inhibited by the concentrations of NaCl $\geq 1.5\%$.

Keywords: *Hedysarum scoparium*; salt stress; seed germination