

柳叶马鞭草耐盐性评价研究

郭艳超, 孙昌禹, 王文成, 孙 宇, 李可晔, 吴新海

(河北省农林科学院 滨海农业研究所, 河北 唐海 063200)

摘 要:以柳叶马鞭草为试材,研究了 NaCl 单盐胁迫对其种子萌发的影响,并调查了种苗大田生长情况,以探明柳叶马鞭草的耐盐性。结果表明:NaCl 胁迫使柳叶马鞭草种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等指标明显降低,且随着 NaCl 浓度的增加,抑制作用增强;NaCl 溶液浓度与相对发芽率呈极显著负相关,柳叶马鞭草种子萌发的耐盐适宜范围是 0.4%,耐盐半致死浓度为 0.7%,耐盐极限浓度为 1.2%;土壤全盐含量为 2‰~4‰大田鉴定下,柳叶马鞭草实生苗移栽成活率 97%,株高 108.5 cm,茎粗 7.60 cm,无盐胁迫症状,观赏性佳。试验表明柳叶马鞭草具有较强的耐盐性和极佳的观赏性,可作为耐盐碱新优花卉在中度盐碱地区进行试栽应用。

关键词:柳叶马鞭草;NaCl 胁迫;耐盐性评价

中图分类号:Q 949.777.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)02-0079-03

柳叶马鞭草(*Verbena bonariensis*)属马鞭草科马鞭草属植物,株高 60~150 cm,苗期叶片形状为椭圆形边缘有裂刻,叶片暗绿色丛生于基部;花茎抽高后的叶片转为细长型如柳叶状,边缘仍有尖裂刻。茎直立,正方形,细长而坚韧,全株有纤毛,花期 6~10 月。聚伞花序,小筒状花着生于花茎顶部,冠径 60 cm,花色淡紫色,清香高雅。

近年来,柳叶马鞭草以其摇曳的身姿、雅致的花色、清香的花序、繁茂而长久的花期受到园林景观设计师的青睐。花葶虽高却不倒伏,花色柔和尤其适合与其它植物配置,最适合作花境的背景材料,大面积群植景观效果尤为壮观。

河北省沿海地区土壤含盐量高,柳叶马鞭草的园林应用受到其耐盐性的限制,因此预先掌握柳叶马鞭草的耐盐性,对其在该地区园林推广应用具有现实的指导意义。

到目前为止,国内有关柳叶马鞭草研究主要集中在基本形态特征、育苗、园林应用特性等方面^[1-2],而有关柳叶马鞭草的耐盐性研究尚鲜见报道,盐渍化土壤对植物的生长发育及观赏价值有着不良影响,会导致柳叶马鞭草在盐碱地区园林应用受到一定影响。现以柳叶马鞭草为试材,研究了 NaCl 单盐胁迫对种子萌发和种苗生长的影响,以期以柳叶马鞭草在盐渍化地区播种育苗和园林绿化应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试柳叶马鞭草种子购自厦门爱垦园艺有限公司,规格为 5 000 粒。

1.2 试验方法

1.2.1 种子萌发期耐盐试验 采用目前较为通用的培养皿纸上发芽法^[3-4]。用去离子水和分析纯 NaCl 配制成 0.3%、0.6%、0.9%、1.2%、1.5% 的盐溶液,以去离子水为对照(CK)。将 2 层滤纸放入直径为 9 cm 的培养皿中,用移液管加入 10 mL 处理液使滤纸饱和,作为发芽床,将种子放入其中,每个培养皿 30 粒种子,每处理 3 次重复。将培养皿放入程控人工气候箱中,温度(23±3)℃,相对湿度 75%~80%,光照时间 12 h/d,光照强度 $\geq 56.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。培养皿用封口膜封口,使各处理 NaCl 溶液浓度保持基本不变。

1.2.2 大田种苗生长耐盐试验 试验在河北农林科学院滨海所十一场试验基地示范池内进行,示范池规格为 4 m×10 m,池内土壤全盐含量 2‰~4‰左右。育苗盘提前播种育苗,苗高大于 20 cm 时,于 5 月中旬移栽,每垄栽植 50 株,共栽植 4 垄,株行距 20 cm×50 cm。

1.3 项目测定

1.3.1 种子萌发指标 种子萌发以胚根伸出种皮作为萌发标志。第 4 天统计发芽势,第 8 天统计发芽率,试验结束时称量每皿发芽种子的鲜重。发芽率(%)=发芽终期(第 8 天)发芽数/种子数×100%;发芽势(%)=发芽初期(第 4 天)发芽数/种子总数×100%;发芽指数(GI)= $\sum(G_i/D_i)$;活力指数(VI)=GI×S, S 为幼苗鲜重。式中, G_i 指第 i 天的种子发芽数; D_i 指相应的发芽天数。相对发芽率=盐胁迫下的发芽率/对照发芽率;耐盐适宜浓度=发芽率达到对照发芽率的 75%时相对

第一作者简介:郭艳超(1974-),女,河北定兴人,硕士,副研究员,现主要从事园林植物抗逆生理及分子遗传育种研究工作。E-mail:guoyanchao2008@sina.com

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(C2010001573);河北省农科院基本科研业务资助项目(A2010010201)。

收稿日期:2013-10-24

应的盐浓度;耐盐半致死浓度=发芽率达到对照发芽率的50%时相对应的盐浓度;耐盐极限浓度=发芽率达到对照发芽率的10%时相对应的盐浓度^[5]。

1.3.2 大田种苗生长指标 试验期间对柳叶马鞭草生长状况进行观察记录,测定存活率、株高、茎粗等指标,同时观测记录茎、叶及植株 NaCl 胁迫症状、观赏性状。根据土壤含盐量、结合存活率、生长量和 NaCl 胁迫症状综合确定柳叶马鞭草的耐盐能力。

1.4 数据分析

试验数据采用 SPSS 11.5 软件进行统计分析,数据

表 1 NaCl 胁迫对柳叶马鞭草种子萌发的影响

Table 1 Effects of NaCl stress on seeds germination of *Verbena bonariensis*

NaCl 浓度 NaCl concentration/%	发芽率 Germination rate/%	发芽势 Germination potential/%	发芽指数 Germination index	鲜重 Fresh weight/mg	活力指数 Activity index
CK	86.7±0.0a	75.6±3.9a	10.3±0.3a	70.6±33.4ab	720.2±329.0a
0.3	83.3±3.3a	62.2±5.1b	7.0±0.3b	87.4±17.9a	615.9±147.1a
0.6	46.7±3.3b	12.2±1.9c	2.6±0.2c	36.3±5.8b	96.7±22.3b
0.9	12.2±5.1c	1.1±1.9d	0.6±0.2d	—	—
1.2	2.2±1.9d	1.1±1.9e	0.2±0.1e	—	—
1.5	0.0±0.0d	0.0±0.0e	0.0±0.0e	—	—

注:不同字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)。

Note: Histograms capped with different letters indicated the differences significantly ($P<0.05$).

发芽率、鲜重、活力指数在低度(0.3%)NaCl 胁迫下与对照差异不显著,在此盐度下种子可以正常萌发;随着盐度的逐渐加大,种子萌发受到抑制,使得发芽迟缓,发芽不整齐。NaCl 浓度 $\geq 0.6\%$ 时,发芽率和活力指数迅速降低,与对照差异显著。发芽势和发芽指数在所设盐浓度下,均与对照差异显著。并且,随着 NaCl 浓度的增大,柳叶马鞭草材料的各项指标平均值均逐渐下降,说明 NaCl 胁迫对柳叶马鞭草萌发期的各项指标抑制程

表示为平均值±标准差,Excel 软件绘图。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对柳叶马鞭草萌芽期各性状的影响

从表 1 可以看出,NaCl 胁迫抑制了柳叶马鞭草种子的萌发,种子的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等性状指标都随 NaCl 浓度的增加而降低。鲜重指标表现略有差异,0.3% NaCl 浓度下的鲜重与 CK 相比有所增加,但差异并不显著。当 NaCl 浓度 $\geq 0.9\%$ 时,鲜重指标数值很小或无法取样分析。

度加大。

2.2 柳叶马鞭草萌发期的耐盐浓度

根据相对发芽率与对应 NaCl 浓度作回归分析,并建立相应的回归方程。由表 2 可知,NaCl 浓度与发芽率呈极显著负相关。根据回归方程可以得知柳叶马鞭草萌发的耐盐适宜浓度为 0.4%,耐盐半致死浓度为 0.7%,耐盐极限浓度为 1.2%。

表 2 柳叶马鞭草种子相对发芽率与 NaCl 浓度的相关性分析

Table 2 The correlation analysis between relative germination rate and salt concentration range of *Verbena bonariensis*

处理 Treatment	回归方程 Regression equation	相关系数 Pearson correlation r	耐盐适宜浓度 Salt tolerance concentration/%	耐盐半致死浓度 Semi-lethal salt concentration/%	耐盐极限浓度 Limit salt concentration/%
NaCl 浓度	$y=1.03-0.78x$	-0.957**	0.4	0.7	1.2

注:“**”表示相关性达到极显著水平, y 表示相对发芽率, x 表示盐浓度。

Note: “**” represent the significance at 0.01 level, y means relative germination rate, x means salt concentration.

2.3 NaCl 胁迫对柳叶马鞭草种子发芽进程的影响

由图 1 可知,NaCl 胁迫推迟了柳叶马鞭草种子的萌发,而且随着 NaCl 浓度的增加,推迟时间延长。CK 在 5 d 时达到发芽高峰,0.3% NaCl 在 8 d 达到高峰,但

发芽率低于对照;NaCl 浓度为 0.6% 时,发芽率显著降低,发芽进程推迟;NaCl 浓度为 1.2%、1.5% 时柳叶马鞭草种子基本不萌发。

2.4 柳叶马鞭草种苗大田生长情况调查

表 3 的田间观察结果表明,柳叶马鞭草种苗大田移

表 3 柳叶马鞭草种苗主要田间性状结果

Table 3 Main characters of *Verbena bonariensis* in the field

处理区 Treat area	观察株数 Number of plants/株	成活率 Survival rate/%	株高 Plant height/cm	茎粗 Stem diameter/cm	观赏性状 Ornamental characteristics	盐胁迫症状 Salt stress symptoms
I	50	100	110	6.68	佳	无
II	50	96	99	8.08	佳	无
III	50	98	118	7.15	佳	无
IV	50	94	107	8.47	佳	无
均值	50	97	108.5	7.60	佳	无

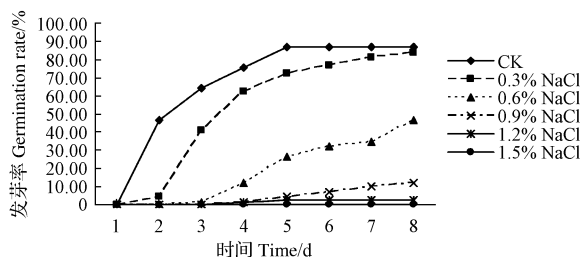


图 1 NaCl 胁迫下柳叶马鞭草种子的萌发曲线

Fig. 1 Germination curve of *Verbena bonariensis* under NaCl stress

栽植平均成活率在 90% 以上,生长正常,花期 6~9 月。柳叶马鞭草在河北轻、中度盐碱地区可以正常生长,平均株高 108.5 cm,平均茎粗 7.60 cm,无盐胁迫症状,观赏效果极佳。

3 结论与讨论

河北滨海盐碱地区土壤分布广泛,含盐量高,且以氯化盐为主。植物的生长发育受盐胁迫的影响,产量和观赏价值降低。为了避免盲目引种植,需要对植物进行耐盐性检测。种子萌发期的耐盐性是植物耐盐性早期鉴定的基础。发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数已在多数研究中用于植物早期耐盐性鉴定^[6-8]。发芽率能反映种子发芽的潜在能力,发芽势、发芽指数可以反映种子发芽的速度和整齐程度,而活力指数是种子活力水平的综合体现,反映种子在较广的范围内能否迅速生长和生长的整齐度^[9]。应用这 4 个指标能够全面综合反映盐胁迫对种子萌发的作用。

该试验结果表明,0.3% NaCl 胁迫对柳叶马鞭草种子的萌发影响不明显,随着 NaCl 浓度的提高,种子萌发受到抑制,0.6% NaCl 浓度下,种子发芽率低于 50%。柳叶马鞭草的发芽率、发芽势、发芽指数、活力指数等指标均随 NaCl 浓度的增大而降低,呈负相关关系。通过对耐盐指标的相关分析得知,柳叶马鞭草种子萌发的耐盐适宜范围为 0%~0.4%,耐盐半致死浓度为 0.7%,耐盐极限浓度为 1.2%,表明柳叶马鞭草种子萌发期具有较强的耐盐性。

赵可夫等^[10]提出,植物的存活阈值是指植株生长在一定盐浓度的土壤中,植株死亡数超过 50% 时的土壤盐浓度。张玉等^[11]根据园林观赏效果提出植物耐盐阈值,即植株生长在一定盐分的土壤中,其外部形态表现

为不影响园林观赏效果的土壤盐浓度,即观赏价值跌落的临界值。课题组以前人研究结果为标准,对大田移栽的柳叶马鞭草存活率和观赏性状进行了观测。结果表明,柳叶马鞭草在土壤含盐量为 0.2%~0.4% 时不存在植株枯萎死亡现象,生长正常,枝叶茂盛,花朵繁茂,观赏性很好,花期 2 个半月左右。由此可推断,柳叶马鞭草在河北滨海轻、中度盐碱地可以大范围推广应用。

该研究通过种子萌发和大田移栽的综合检测,初步明确了柳叶马鞭草的耐盐性,为其在河北滨海盐碱地区的园林应用提供了科学依据。

参考文献

- [1] 靳文东,张庆.柳叶马鞭草的栽培管理技术[J].花木盆景(花卉园艺),2013(5):22-23.
- [2] 闫玲.新优宿根花卉扦插技术研究[J].园林绿化,2009(6):55-56.
- [3] 王禹,易镇邪,王学华,等.湘杂芒 2 号种子发芽条件的研究[J].草业科学,2013,30(1):69-73.
- [4] 郭艳超,孙昌禹,王文成,等.NaCl 胁迫对芙蓉葵和黄秋葵种子萌发的影响[J].河北农业科学,2011,15(8):10-14.
- [5] 武俊英,刘景辉,翟利剑,等.不同品种燕麦种子萌发和幼苗生长的耐盐性[J].生态学杂志,2009,28(10):1960-1965.
- [6] 刘宝玉,张文辉,刘新成,等.沙枣和柠条种子萌发期耐盐性研究[J].植物研究,2007,27(6):226-233.
- [7] 刘玉燕,于凤鸣,曹慧颖,等.盐胁迫对紫花地丁种子萌发的影响[J].北方园艺,2011(5):82-84.
- [8] 李妍.多种盐胁迫对中华补血草种子萌发及幼苗生长的影响[J].北方园艺,2009(5):54-57.
- [9] 殷秀杰,燕昌江,李凤兰,等.混合盐碱胁迫对白三叶种子萌发的影响[J].东北农业大学学报,2009,40(12):58-61.
- [10] 赵可夫,范海.盐生植物及其对盐渍生境的适应生理[M].北京:科学出版社,2005.
- [11] 张玉,芦建国,廖勇.NaCl 胁迫对花蔺蒲叶片生长及几种生理指标的影响[J].安徽农业科学,2009,37(23):10976-10978.

Study on Evaluation of Salt Resistance of *Verbena bonariensis*

GUO Yan-chao, SUN Chang-yu, WANG Wen-cheng, SUN Yu, LI Ke-ye, WU Xin-hai

(Institute of Coastal Agriculture, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Tanghai, Hebei 063200)

Abstract: Taking *Verbena bonariensis* as test material, the effect of NaCl single salt stress on seed germination were studied and its main ornamental characteristics in fields were observed, to explore the salt resistant ability of *Verbena bonariensis*. The results showed that the germination rate, germination energy, germination index and vigor index were decreased visibly, and the inhibition effect increased significantly with increasing salt concentration. Salt solution concentration were very significant negative correlation with the relative germination rate, the fit salt concentration for *Verbena bonariensis* seed germination was 0.4% NaCl, and the half-lethal concentration and fatal concentration of NaCl was 0.7% and 1.2%, respectively. Field plant culturing under 2‰~4‰ concentration of total salt content, the survival rate of transplants was 97%, the plant height was 108.5 cm and the stem diameter was 7.60 cm, no salt stress symptoms, the ornamental characteristics was good. The experiment showed that, *Verbena bonariensis* had strong salt resistance and excellent ornamental, could grow in moderate salinity area as new optimum plants of salinity tolerance in moderate salinity area.

Key words: *Verbena bonariensis*; NaCl stress; salt tolerance evaluation