

# 盐胁迫对紫花地丁种子萌发的影响

刘玉艳<sup>1</sup>, 于凤鸣<sup>2</sup>, 曹慧颖<sup>1</sup>, 张丽娟<sup>3</sup>, 代波<sup>1</sup>

(1. 河北科技师范学院 园艺科技学院, 河北 昌黎 066600; 2. 河北科技师范学院 生命科技学院, 河北 昌黎 066600; 3. 河北旅游职业学院, 河北 承德 067000)

**摘要:**以紫花地丁种子为试材,用不同浓度的NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>及二者质量比1:1配成的混合盐在种子萌发过程中进行胁迫,调查盐胁迫对种子萌发的影响。结果表明:盐胁迫使紫花地丁种子的发芽势、发芽指数和发芽率明显降低,而且随着盐浓度的增加抑制作用增强;3种盐对种子萌发的抑制作用强度依次为NaCl>混合盐>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;紫花地丁种子萌发时3种盐的耐盐适宜范围为Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.2‰、混合盐 0.54‰、NaCl 0.54‰,耐盐半致死浓度为Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.98‰、混合盐 0.83‰、NaCl 0.80‰,耐盐极限浓度为Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3.24‰、混合盐 1.30‰、NaCl 1.22‰。

**关键词:**紫花地丁;盐胁迫;种子萌发

**中图分类号:**S 681.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2011)05-0082-03

盐胁迫是全球普遍存在的一种非生物胁迫,是限制植物生长和发育的主要环境因素。土壤盐渍化是一个世界性的资源与生态问题。盐碱化土壤是植物生长过程中最常遇到的自然逆境之一。根据联合国教科文组织(UNESCO)和粮农组织(FAO)不完全统计,全世界盐碱地面积约9.54亿hm<sup>2</sup>。中国盐渍土面积大,分布广泛,类型多样。据最新研究,现代盐渍化土壤面积约3 693.3万hm<sup>2</sup>,残余盐渍化土壤约4 486.7万hm<sup>2</sup>,潜在盐渍化土壤为1 733.3万hm<sup>2</sup>,各类盐碱地面积总计9 913.3万hm<sup>2</sup>[1]。

紫花地丁(*Viola yedoensis* Makino)为堇菜科堇菜属多年生草本植物,别名辽堇菜、犁头草、宝剑草等。植株低矮,花紫蓝色,3~4月开放。生于路旁、林源、草地、灌丛、荒地等。分布于我国东北、华北及陕西、甘肃、湖北等省[2]。其花色泽明丽,是一种良好的有花地被植物材料;同时它作为一种药用植物,具有杀菌等作用;拓荒能力较强,海边荒地有自然群落分布。

目前,我国对耐盐性植物研究较多,主要集中于盐渍条件下植物生长的受害表现、耐盐的生理机制、盐胁迫对植物种子萌发的影响等方面[3-7]。紫花地丁的研究主要集中于栽培技术、繁殖特性及耐阴性、耐旱性等方面[8-12]。而紫花地丁作为一种抗性较强且观赏性较好的地被植物,具有良好的发展前景。由于紫花地丁种子易自然脱落,具有自播能力,因此自然状态下可自行播种繁殖。在盐碱地上紫花地丁种子能否自行萌发及盐胁迫

下种子萌发状况无相关研究报道。现以紫花地丁种子为试材,研究盐处理对其种子萌发的影响,旨在探讨不同种类不同浓度的盐对紫花地丁种子萌发的影响,为大量繁殖、引种驯化和栽培应用紫花地丁提供理论依据,加快其在园林绿化中的应用步伐,为盐碱地绿化提供新的优良材料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试紫花地丁种子采于河北科技师范学院园林实验站。

### 1.2 试验方法

试验于2008年春季进行。分别设置浓度为0‰(CK)、0.3‰、0.6‰、0.9‰、1.2‰、1.5‰的NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>和二者质量比为1:1的混合盐溶液[3]。在洁净的培养皿中铺3层滤纸,分别加入同量的不同浓度盐溶液,让滤纸吸收饱和。播种后用保鲜膜将培养皿封紧,防止水分蒸发,置于24℃恒温自然光条件下的培养箱内培养。每处理播种40粒,3次重复。每天记录各处理发芽数,以胚根伸出长度不小于种子长度为发芽标准[14],到种子不再萌发或处于低水平萌发为止。然后将没有发芽的种子置于滴入适量的蒸馏水的培养皿中,调查解除盐胁迫后种子萌发情况。

根据调查数据统计各处理种子发芽率、发芽势及发芽指数,计算种子耐盐适宜浓度、半致死浓度及极限浓度。发芽率=正常发芽的种子数/供检种子总量×100%;发芽势:发芽种子数达到高峰时正常发芽种子总数与供检种子总数的百分比;发芽指数(GI)= $\sum G_t/D_t$ ,式中G<sub>t</sub>为不同时间(t,d)的发芽数,D<sub>t</sub>为相应的发芽试验天数[14];种子耐盐适宜范围=发芽率达到对照发芽率75%时相对应的盐液浓度;种子耐盐半致死浓度=发芽率达到对照发芽率的50%的盐液浓度;种子耐盐极限浓

**第一作者简介:**刘玉艳(1966-),女,河北昌黎人,教授,现主要从事园林植物栽培及栽培生理研究工作。E-mail: lyuyan66@163.com。  
**基金项目:**河北省教育厅资助项目(2007448)。

**收稿日期:**2010-12-14

度=发芽率达到对照发芽率的 10% 的盐液浓度<sup>7</sup>。试验数据均用 Excel 软件进行绘图, DPS 统计分析软件进行显著性检验(*F* 检验)。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对紫花地丁种子发芽能力的影响

从表 1 及图 1~3 可看出, 不同种类、不同浓度的盐分对紫花地丁种子萌发的影响不同。不同浓度的 3 种盐处理对紫花地丁的萌发均有不同程度的抑制作用, 且随浓度的升高, 抑制作用增强。同种盐处理其发芽势、发芽指数和发芽率均随着盐的浓度的增加而降低。低浓度的 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、NaCl(0.3%) 处理下紫花地丁种子的发芽率稍高于对照, 但差异不显著; 0.6% NaCl、0.6%~1.2% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、0.6% 混合盐的发芽率与对照差异不显著; 0.9%~1.2% NaCl、1.5% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、0.9%~1.5% 混合盐发芽率极显著地低于对照, 1.5% NaCl 处理则不萌发。除 0.3% NaCl、0.3% 及 0.9% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、0.3% 混合盐外, 其它处理均显著地降低了紫花地丁的发芽势。除 0.3% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、0.3% 混合盐外, 其它处理均显著地降低了紫花地丁种子的发芽指数。NaCl 对紫花地丁种子的抑制程度最大, 随着浓度的增加发芽势降低最快, 其次为混合盐, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 对紫花地丁种子发芽势影响最小。

总之较高浓度的盐处理抑制了紫花地丁种子萌发, 使得发芽迟缓、萌发不整齐。该结论与尤扬对高羊茅等草坪草试验、李妍对中华补血草中所得的基本结论一致<sup>[15-16]</sup>。

表 1 盐胁迫下紫花地丁种子萌发的差异显著性比较

处理	发芽率/%	发芽势/%	发芽指数
CK	40.00aAB	26.67aA	3.224aA
NaCl 0.3	41.67aA	24.17abAB	2.526bcdAB
NaCl 0.6	37.50abAB	17.50bcdeABCD	1.706efgBCDE
NaCl 0.9	8.333dDE	3.333ghiEF	0.2970jFG
NaCl 1.2	3.333dE	1.667hiF	0.08179G
NaCl 1.5	0.000dE	0.000iF	0.000G
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.3	44.17aA	20.83abcdABC	3.169abA
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.6	35.83abAB	15.00cdefBCD	2.374cedABC
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.9	33.33abABC	22.50abcABC	1.980defBCD
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1.2	34.17abABC	13.33defCDE	1.519fghCDE
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1.5	26.67bcdBC	9.167fghDEF	1.125ghDEF
multiple salts 0.3	40.00aAB	20.83abcdABC	2.933abcA
multiple salts 0.6	35.00abAB	18.33bcdABCD	2.006defBC E
multiple salts 0.9	20.00cD	10.00efgDEF	0.8686hiEFG
multiple salts 1.2	1.667dE	0.8333iF	0.04647G
multiple salts 1.5	0.8333dE	0.000iF	0.000G

2.2 盐胁迫对紫花地丁种子发芽进程的影响

盐处理推迟了紫花地丁种子的萌发, 而且随着盐浓度的增加推迟时间延长(图 4)。对照在 6 d 时达到发芽高峰, 0.3% 混合盐也达到高峰, 但萌发率低于对照; 而 0.3% NaCl、0.3% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、0.9% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 处理在第 9 天达到高峰, 1.5% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 在第 12 天达到萌发高峰; 0.9% NaCl、0.9% 混合盐处理在第 15 天达到萌发高峰,

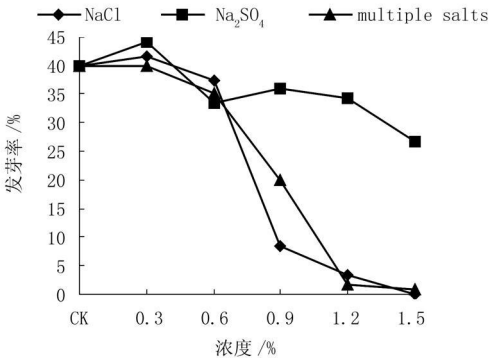


图 1 盐胁迫对紫花地丁种子发芽率的影响

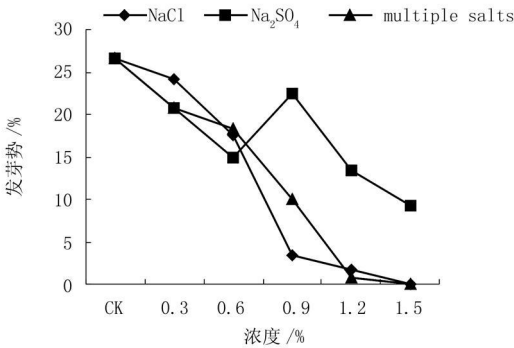


图 2 盐胁迫对紫花地丁种子发芽势的影响

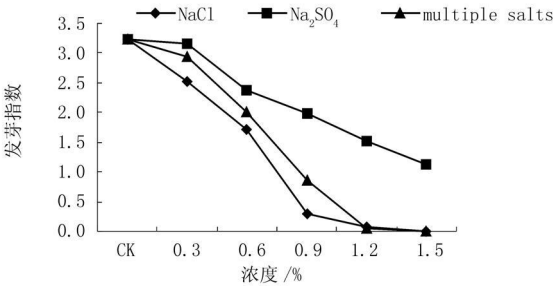


图 3 盐胁迫对紫花地丁种子发芽指数的影响

1.5% NaCl、1.5% 混合盐基本不萌发。这与李孔晨等对黑麦草属种子萌发的结论基本一致<sup>[17]</sup>。

对盐处理未萌发的种子进行复水试验, 结果次日所有的种子均萌发。说明盐胁迫仅仅暂时抑制了紫花地丁种子的萌发, 没有影响种子的生活力, 或者说抑制了种子萌发过程正常的吸水, 一旦恢复正常供水, 种子即正常萌发。这与杨远昭研究的一定浓度的 NaCl 对盐角草、鞑靼滨藜和小白藜 3 种盐生植物种子的萌发结论一致<sup>[18]</sup>。

根据 3 种盐处理的种子相对发芽率与对应盐浓度作相关分析, 盐溶液浓度与萌发率均呈极显著负相关(表 2)。参考白玉娥、曾幼玲文献<sup>[19-20]</sup>, 得出紫花地丁种子萌发时 3 种盐的耐盐适宜范围为 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.20%、混合盐 0.54%、NaCl 0.54%, 耐盐半致死浓度为 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.98%、混合盐 0.83%、NaCl 0.80%, 耐盐极限浓度为 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3.24%、混合盐 1.30%、NaCl 1.22%。

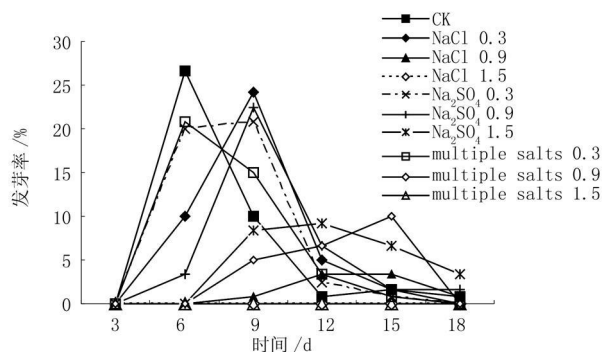


图4 盐胁迫对紫花地丁种子萌发的动态影响

表2 紫花地丁种子相对萌发率与盐浓度的相关性

处理	回归方程	相关系数 $r$	耐盐适宜范围/%	耐盐半致死浓度/%	耐盐极限浓度/%
NaCl	$y=1.32-1.05x$	-0.927 **	0.54	0.80	1.22
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$y=3.55-3.14x$	-0.839 *	1.20	1.98	3.24
混合盐	$y=1.42-1.17x$	-0.951 **	0.54	0.83	1.30

注 \*\*表示相关性达到极显著水平 \*表示相关性达到显著水平  $y$  表示盐浓度,  $x$  表示种子的相对发芽率。

综合以上结果, 3种盐对紫花地丁种子萌发的抑制作用强度依次为  $\text{NaCl} > \text{混合盐} > \text{Na}_2\text{SO}_4$ , 这与郭建华对小麦种子、甄丽娜等对黍子种子萌发的影响结论相似<sup>[21-23]</sup>。

### 3 结论

盐胁迫是影响植物生长、降低产量的主要逆境因素之一。但是由于不同地区地理位置的差异, 土壤盐渍化的构成物质也不一样。沿海地区以氯化盐为主, 内陆地区主要是硫酸盐和碳酸盐。该研究在实验室模拟一定浓度的盐溶液对紫花地丁种子萌发的影响, 综合盐胁迫对紫花地丁种子萌发的发芽率、发芽势、发芽指数及发芽动态变化的影响, 结果表明, 盐胁迫导致紫花地丁种子萌发率降低, 萌发进程推迟, 萌发进程延长, 最终影响种子的萌发水平; 种子萌发率与盐浓度之间呈显著的负相关。3种盐对紫花地丁种子萌发的抑制作用强弱顺序为  $\text{NaCl} > \text{混合盐} > \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

### 参考文献

- [1] 孙建昌, 王兴盛, 杨生龙. 植物耐盐性研究进展[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 226-230.

## Effects of Salt Stress on Seed Germination of *Volia yedoensis* Makino

LIU Yu-yan<sup>1</sup>, YU Feng-ming<sup>2</sup>, CAO Hui-ying<sup>1</sup>, ZHANG Li-juan<sup>3</sup>, DAI Bo<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600; 2. College of Life and Technology, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600; 3. Hebei Tourism Vocational College, Chengde, Hebei 067000)

**Abstract:** Under salts stress ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ), the seed germination of *Volia yedoensis* Makino were studied. The results showed that the germination percentage, germination energy and germination index were decreased visibly, and the inhibition effect increased significantly with increasing salt concentration. The inhibition effect was in the sequence  $\text{NaCl} > \text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{Na}_2\text{SO}_4$ . The fit salt concentration for *Volia yedoensis* Makino seed germination was 1.20%  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 0.54%  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ , and 0.54%  $\text{NaCl}$ , and the half-lethal concentration and fatal concentration of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ , and  $\text{NaCl}$  was 1.98% and 3.24%, 0.83% and 1.30%, and 0.80% and 1.22%, respectively.

**Key words:** *Viola yedoensis* Makino; salt stress; seeds germination

- [2] 肖培根, 连文琰. 中药植物原色图鉴[M]. 北京: 中国农业出版社 1999: 298.
- [3] 陈静波, 阎君, 张婷婷, 等. 四种暖季型草坪草对长期盐胁迫的生长反应[J]. 草业学报 2008 17(5): 30-36.
- [4] 廖岩, 陈桂珠. 三种红树植物对盐胁迫的生理适应[J]. 生态学报 2007, 27(6): 2208-2214.
- [5] 张建伟, 张慧蓉, 段旭堂, 等. 不同处理对  $\text{NaCl}$  胁迫下野生地肤萌发的缓解效应[J]. 种子, 2008, 27(11): 108-110.
- [6] 崔玮, 张芬琴, 李玉兰, 等. 中性盐和碱性盐胁迫对黄瓜种子萌发的影响[J]. 种子 2006 25(4): 66-69.
- [7] 白玉娥, 易津, 谷安琳, 等. 八种根茎类禾草种子耐盐性研究[J]. 中国草地 2005 27(2): 55-60.
- [8] 徐海燕, 曹丽萍. 紫花地丁的栽培技术及其在园林绿化中的应用[J]. 防护林科技, 2008, 3(2): 103-104.
- [9] 王峰祥, 张福鑫, 郑泽荣. 紫花地丁的组织培养与快速繁殖[J]. 生物学通报, 2006, 41(6): 49.
- [10] 刘绮丽, 刘香梅, 刘薇薇. 紫花地丁开花和闭锁花繁殖特征的研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2006 42(6): 605-609.
- [11] 于凤鸣, 郭明春, 刘玉艳, 等. 紫花地丁的耐阴性研究[J]. 唐克轩, 黄丹枫, 王世平. 园艺学进展第八辑. 上海: 上海交通出版社 2008: 468-473.
- [12] 马武昌, 王雁, 彭镇华. 车前和紫花地丁对水分胁迫的生理反应[J]. 林业科学研究, 2006, 19(5): 633-637.
- [13] 崔英. 三种三叶草的耐盐性和抗寒性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005.
- [14] 史宝胜, 刘冬云, 孟祥书, 等.  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  胁迫下盐蒿种子萌发过程中的生理变化[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(5): 45-48.
- [15] 尤扬, 郝峰鸣, 袁志良, 等. 盐胁迫对草坪草种子发芽的影响[J]. 广东农业科学, 2008(10): 21-22.
- [16] 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.
- [17] 李孔晨, 卢欣石. 黑麦草属 9 个品种萌发及苗期耐盐性研究[J]. 草业科学 2008 25(8): 111-115.
- [18] 杨远昭. 新疆三种盐生植物种子萌发对主要生态因子响应的研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学 2007: 44-47.
- [19] 白玉娥, 易津, 谷安琳, 等. 八种根茎类禾草种子耐盐性研究[J]. 中国草地 2005 27(2): 55-60.
- [20] 曾幼玲, 蔡忠贞, 马纪, 等. 盐分和水分胁迫对两种盐生植物盐爪爪和盐穗木种子萌发的影响[J]. 生态学杂志, 2006, 25(9): 1014-1018.
- [21] 郭建华, 李跃进, 卢炜丽. 3 种盐胁迫对小麦苗期生长的影响[J]. 华北农学报, 2007 22(2): 148-150.
- [22] 甄丽娜, 高茹雪, 张美艳, 等. 盐胁迫对黍子种子萌发的影响[J]. 北方园艺 2010(10): 28-31.