

网络出版日期:2014-12-31

网络出版地址:tp://www.cnki.net/kcms/detail/61.1220.S.20141231.1039.007.html

乌拉尔甘草种子对 3 种盐胁迫的萌发响应

吴琼¹,韩亚楠¹,高睿¹,马淼^{1,2},赵红艳³

(1.石河子大学 生命科学学院,新疆石河子 832003;2.石河子大学 甘草研究所,新疆石河子 832003;
3.新疆师范大学 图书馆,乌鲁木齐 830054)

摘要 选取 NaCl、Na₂SO₄ 和 NaHCO₃ 3 种盐,在乌拉尔甘草的种子萌发阶段进行不同浓度的盐胁迫试验,研究乌拉尔甘草种子的萌发行为对 3 种盐胁迫的响应。结果表明,Na₂SO₄ 和 NaCl 2 种盐胁迫使种子萌发的起始期和高峰期延迟。相同浓度条件下,Na₂SO₄ 处理对种子萌发行为的抑制作用比 NaCl 处理的强。NaHCO₃ 胁迫条件下的萌发率、萌发势和萌发指数随着盐浓度的升高均呈现下降趋势,但各处理未出现种子萌发延迟的现象。25 mmol/L 的 NaHCO₃ 处理对种子萌发的影响与对照组无显著差异,说明弱碱性的土壤环境对乌拉尔甘草种子的萌发无明显影响。80 mmol/L 的 NaCl 和 Na₂SO₄ 处理均促进乌拉甘草种子的萌发,表明乌拉尔甘草种子能够在低盐的土壤环境中较好地萌发。

关键词 乌拉尔甘草;萌发率;萌发势;萌发指数;积累萌发率

中图分类号 S567.7⁺1

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2014)12-0184-05

The Responses of Seed Germination of *Glycyrrhiza uralensis* under Three Kinds of Salt Stress

WU Qiong¹, HAN Yanan¹, GAO Rui¹, MA Miao^{1,2} and ZHAO Hongyan³

(1. College of Life Science, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003, China; 2. Institute of Licorice (*Glycyrrhiza*)
in Shihezi University, Shihezi Xinjiang 832003, China; 3. Library of Xinjiang Normal University, Urumuqi 830054, China)

Abstract Effects different concentration of NaCl, Na₂SO₄ and NaHCO₃ on *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. seed germination were studied in this paper, it will provide the reference for the selection of suitable saline-alkali land to growing *Glycyrrhiza uralensis*. The results showed that the germination starting and germination peak were delayed in Na₂SO₄ and NaCl stress. The inhibition on germination in Na₂SO₄ stress was more severe than NaCl treatment under the same condition. With the increasing concentration of NaHCO₃, the germination rate, germination potential and germination index all declined. But there were no influence on the germination starting. The concentration of 25 mmol/L NaHCO₃ had no significant effect on the germination rate, germination potential and germination index. The germination rate increased under 80 mmol/L NaCl or Na₂SO₄ treatment.

Key words *Glycyrrhiza uralensis* Fisch; Germination rate; Germination potential; Germination index; Cumulative germination rate

收稿日期:2014-04-25 修回日期:2014-06-05

基金项目:国家自然科学基金(31360047);石河子大学重大科技攻关项目(gxjs2012-zdgg06);国家级大学生创新训练计划(201310759022)。

第一作者:吴琼,女,研究生,从事甘草耐盐机制研究。E-mail:845032633@qq.com

通信作者:马淼,男,回族,博士,教授,主要从事资源植物学研究。E-mail:mamiaogg@126.com

赵红艳,女,硕士,讲师,从事资源植物学研究。E-mail:zhaohy99@163.com

土壤盐碱化已成为制约农业经济发展的重要原因之一,特别是中国内陆干旱、半干旱地区地处中国自然生态环境脆弱带,巨大的蒸降比、水库大坝的修建所引发的地下水位升高以及人为引水灌溉等均可能引发土壤的次生盐渍化,导致良田面积减少,与当年收益的农作物相比,多年生经济作物的推广受阻^[1-3]。乌拉尔甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch)为豆科(Leguminosae)甘草属(*Glycyrrhiza*)多年生草本植物^[4],甘草主要以根和根状茎入药,是《中国药典》中药用甘草的主要品种^[5],具有抑菌^[6]、消炎^[7]、清热解毒^[8]、止咳^[9]、解痉^[10]、清除自由基^[11]、抗辐射^[12]、抗癌^[13]和免疫调节^[14-16]等多种功效,在中国素有“药之国老”之称。随着甘草研究的深入和应用领域的拓展,甘草的需求量也在逐年增加,市场前景越来越广阔^[17-18]。乌拉尔甘草的分布范围广,适应性强^[19],但在自然条件下萌发率低,通常在 20% 以下,且生产周期较长,一般需三、四年以上^[20],使得甘草人工种植的推广受到限制。如能熟知其对盐碱胁迫的耐受能力,结合其优良的生长特性,利用盐渍化的弃耕地和盐碱荒漠发展甘草的人工种植,不仅可以有效缓解其与棉粮作物的争田压力,还能实现盐碱荒漠的生态恢复,实现经济效益与生态效益的双赢。

本试验以采自南疆轮台地区的乌拉尔甘草种子为材料,研究不同浓度的 NaCl、Na₂SO₄ 和 NaHCO₃ 3 种单盐胁迫对乌拉尔甘草种子萌发行为的影响,比较乌拉尔甘草种子对 3 种盐胁迫的萌发响应,为选择适宜的盐碱土地资源发展乌拉尔甘草的人工种植提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试材料采自新疆轮台县成熟的乌拉尔甘草种子,种子千粒质量为(8.86±0.041)g。种子采集地的土壤是以 NaCl 为主的盐碱地,pH 为 10.01,电导率为 44.96 mS/cm。

1.2 试验方法

1.2.1 盐溶液的配制 用重蒸馏水配制浓度为 0(CK)、80、160、200、240、280、320、360、400 mmol/L 的 NaCl 和 Na₂SO₄ 的单盐溶液以及浓度为 0、25、50、75、100 mmol/L 的 NaHCO₃ 溶液。

1.2.2 种子处理 选取大小均一、健康饱满的乌拉尔甘草种子置于烧杯中,用 $\omega=80\%$ H₂SO₄ 溶

液在室温条件下浸泡预处理 50 min,然后用流动清水冲洗 2 h。再用 $\omega=5\%$ 的次氯酸钠溶液浸种消毒 10 min,之后用无菌水冲洗干净。

在洁净干燥的培养皿中放入 2 层无菌滤纸,分别加入 10 mL 各浓度的盐溶液,每皿放置被相应浓度盐溶液浸泡过的种子 30 粒,重复 3 次,以蒸馏水作为空白对照组(CK)。将培养皿置于 25 ℃ 恒温光照培养箱中,光照强度为 450 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,光照时间为 12 h/d。每天用称量法补充蒸发了的水分,使各培养皿中盐浓度保持不变。

1.2.3 测定方法 每 24 h 观察记录 1 次种子萌发个数,以胚根长>2 mm 作为萌发种子的标准,连续观察记录 7 d,计算种子萌发率、萌发势和萌发指数。

种子萌发率(GP) = 萌发种子数/受试种子总数;萌发势(GE) = 4 d 发芽种子总数/受试种子总数;萌发指数(GI) = $\sum(Gt/Dt)$ (Gt 为 t 天发芽数,Dt 为萌发天数)。

1.3 数据处理

用 Excel 对数据进行整理,SPSS 16.0 统计分析软件进行 One-way 单因子方差分析, $P<0.05$ 表示组间存在显著差异, $P<0.01$ 表示组间存在极显著差异,并用 OriginPro 8.6 对所得数据进行绘图。

2 结果与分析

2.1 不同浓度的 Na₂SO₄ 对乌拉尔甘草种子萌发行为的影响

图 1 结果表明,80 mmol/L 的 Na₂SO₄ 处理促进种子萌发,萌发率为 65.5%,比 CK 高 10%。当 Na₂SO₄ 浓度 ≥ 160 mmol/L 时,随着盐浓度的升高种子萌发率呈极显著下降趋势($P<0.01$)。Na₂SO₄ 浓度 ≥ 320 mmol/L 的各处理组的种子萌发率均不足 10%。萌发势变化趋势与萌发率的相似,80 mmol/L 处理组的萌发势比 CK 高 4.45%,其余各处理组均极显著地小于 CK。种子萌发指数整体随盐浓度升高而降低。从累积萌发率可以看出(图 2),种子萌发初期受到的抑制作用随盐浓度的升高而增强,浓度 ≥ 240 mmol/L 时出现种子延迟萌发的现象,盐浓度越高延迟作用越明显。盐胁迫萌发 7 d 后,将种子置于蒸馏水中复水,种子恢复萌发,说明高浓度的 Na₂SO₄ 处理对乌拉尔甘草种子萌发有极显著的

抑制作用(图 2)。

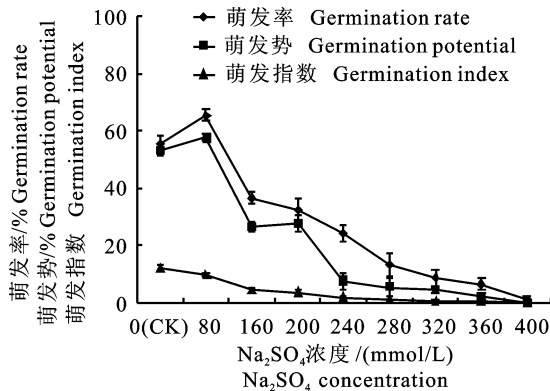


图 1 不同浓度 Na_2SO_4 处理下乌拉尔甘草种子萌发率、萌发势和萌发指数的变化

Fig. 1 Effects of different concentration of Na_2SO_4 on germination rate, germination potential and germination index of *Glycyrrhiza uralensis*

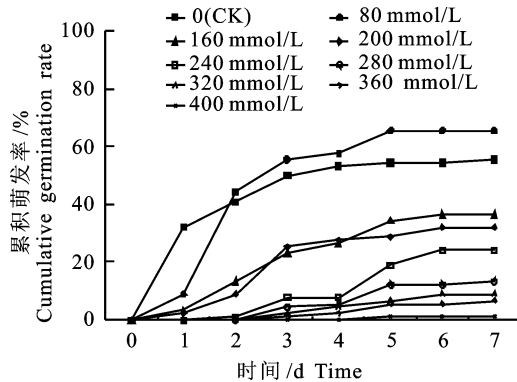


图 2 不同浓度 Na_2SO_4 处理下乌拉尔甘草种子累积萌发率的变化

Fig. 2 Effects of different concentration of Na_2SO_4 on cumulative germination rate of *Glycyrrhiza uralensis*

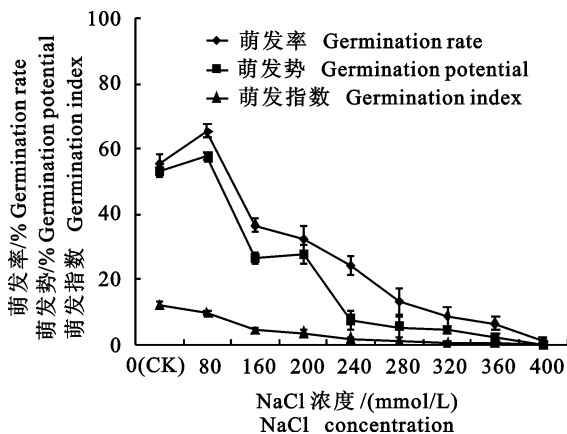


图 3 不同浓度 NaCl 处理下乌拉尔甘草种子萌发率、萌发势和萌发指数的变化

Fig. 3 Effects of different concentration of NaCl on germination rate, germination potential and germination index of *Glycyrrhiza uralensis*

2.2 不同浓度的 NaCl 对乌拉尔甘草种子萌发行为的影响

由图 3 可知,在 NaCl 胁迫条件下,种子萌发率和萌发势变化趋势相似,80 和 160 mmol/L 处理条件下的萌发率和萌发势与 CK 无显著差异 ($P>0.05$)。盐浓度 ≥ 200 mmol/L 时,种子萌发率和萌发势均呈显著降低趋势。从种子萌发指数的数据可以看出,除 80 mmol/L 的处理组与 CK 无显著差异外,其余各盐浓度组的萌发指数均极显著低于 CK。从累积萌发率(图 4)可以看出, NaCl 处理对种子萌发初期的抑制作用也是随着浓度的升高而增加,当浓度 ≥ 240 mmol/L 时也出现种子萌发延迟现象,但延迟效果不及 Na_2SO_4 处理组明显,时间上仅延迟了 1 d(图 4)。

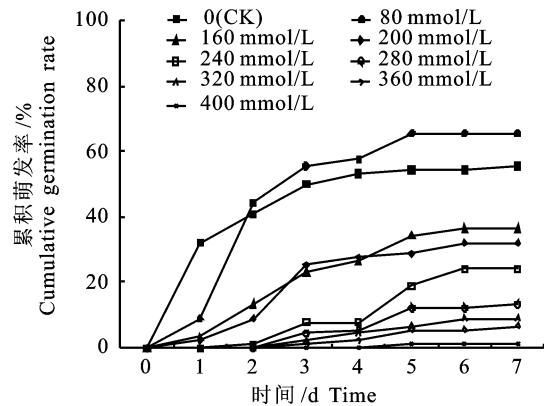


图 4 不同浓度 NaCl 处理下乌拉尔甘草种子累积萌发率的变化

Fig. 4 Effects of different concentration of NaCl on cumulative germination rate of *Glycyrrhiza uralensis*

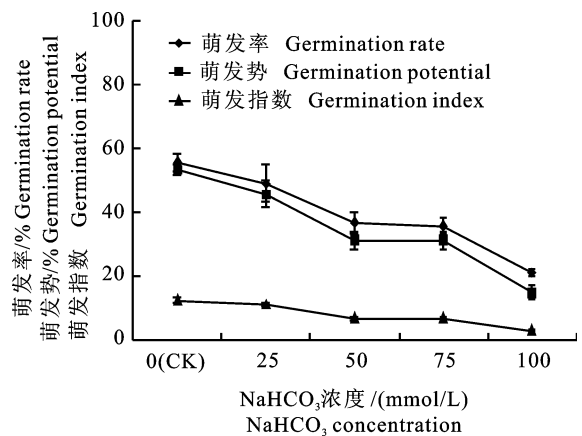


图 5 不同浓度 NaHCO_3 处理下乌拉尔甘草种子萌发率、萌发势和萌发指数的变化

Fig. 5 Effects of different concentration of NaHCO_3 on germination rate, germination potential and germination index of *Glycyrrhiza uralensis*

2.3 不同浓度的 NaHCO_3 对乌拉尔甘草种子萌发行为的影响

图 5 为不同浓度 NaHCO_3 处理对乌拉尔甘草种子萌发行为的影响,结果显示各处理组的萌发率、萌发势和萌发指数均随着盐浓度的升高呈下降趋势,其中 25 mmol/L 处理的萌发率、萌发势和萌发指数与 CK 间无显著差异,而其他各处理组的萌发率、萌发势和萌发指数均极显著地低于 CK。从累积萌发率的变化可以看出, NaHCO_3 处理对种子萌发初期的抑制作用同样是随浓度的升高而增强,但未出现种子萌发延迟现象(图 6)。

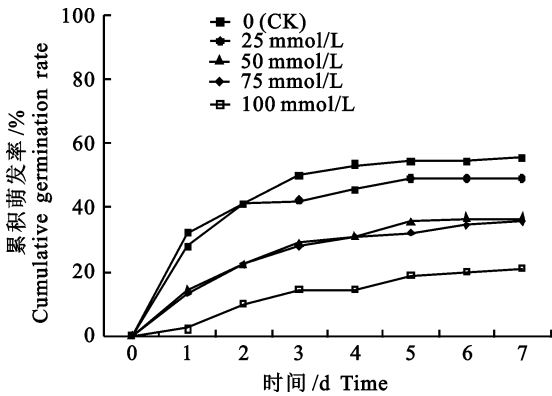


图 6 不同浓度 NaHCO_3 处理下乌拉尔甘草种子累积萌发率的变化

Fig. 6 Effects of different concentration of NaHCO_3 on cumulative germination rate of *Glycyrrhiza uralensis*

3 结论与讨论

本试验所用的乌拉尔甘草种子在 CK 条件下的萌发率为 55.5%,3 种盐对乌拉尔甘草种子萌发的影响程度不同。碱性较强的 NaHCO_3 溶液的浓度设置比 NaCl 和 Na_2SO_4 溶液的浓度要低很多,其对种子萌发的抑制作用却十分显著,萌发率、萌发势和萌发指数随着盐浓度的升高均呈现极显著的下降趋势,但各处理并未出现种子萌发延迟的现象。其中 25 mmol/L NaHCO_3 处理的萌发率、萌发势和萌发指数与 CK 无显著差异,说明弱碱性的土壤环境对乌拉尔甘草种子的萌发无明显影响。类似的情况是低浓度的 NaCl 和 Na_2SO_4 处理(80 mmol/L)促进了乌拉甘草的种子萌发,表明乌拉尔甘草种子能够在低盐的土壤环境中较好地萌发。相同浓度条件下, Na_2SO_4 处理对种子萌发的抑制作用比 NaCl 处理的强,当 Na_2SO_4 浓度 ≥ 160 mmol/L 时,极显著地抑制乌拉尔甘草种子的萌发,且浓度 ≥ 320 mmol/L

处理时,萌发率降低到不足 10% 的水平。从积累萌发率的变化趋势看,当浓度 ≥ 240 mmol/L 时, Na_2SO_4 和 NaCl 处理都出现萌发的起始期和高峰值延迟的现象,但 Na_2SO_4 处理对种子萌发初期的抑制作用更强, NaCl 处理对种子萌发初期的抑制作用略小于 Na_2SO_4 处理,使萌发仅延迟 1 d。

综上所述,乌拉尔甘草种子对 3 种盐适应能力的强弱顺序为 $\text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{NaHCO}_3$,说明其对中性盐胁迫的适应能力强于碱性盐胁迫;在中性盐胁迫条件下,对 NaCl 胁迫的适应能力强于 Na_2SO_4 。因此,在盐碱地开展乌拉尔甘草人工种植时,有针对性地选择不同土壤性质(土壤含 NaCl 、 Na_2SO_4 或 NaHCO_3)及含盐量的土地来种植(土壤中 NaHCO_3 的浓度控制在 25 mmol/L 左右,而土壤中 NaCl 和 Na_2SO_4 的浓度以 80 mmol/L 为宜),栽培成功的机率可能会增大。

Reference (参考文献):

[1] LÜ Xiao(吕 晓),XU Hui(徐 慧),LI Li(李 丽),等. Saline-alkali land sustainable utilization of agricultural and evaluation[J]. Soils(土壤),2012(2):203-207(in Chinese).
[2] LIU Hong(刘 宏),LIU Jianzhao(刘剑钊),YAN Xi-aogong(闫孝贡),et al. Progress of Researches on Technology of Saline Soil Improvement and Utilization[J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences(吉林农业科学),2012(2):673-684(in Chinese with English abstract).
[3] Yan Pan, Li Junwu, Zeng Liangyu. Effect of salt and drought stress on antioxidant enzymes activities and SOD isoenzymes of liquorice(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) [J]. Plant Growth Regulation,2006,49(2/3):157-165.
[4] FU Kunjun(傅坤俊). Flora of China(中国植物志)[M]. Beijing:Science Press,1998:42(in Chinese).
[5] Chinese Pharmacopoeia Commission(国家药典委员会). Chinese Pharmacopoeia(中华人民共和国药典)[M]. Beijing:Chemical Industry Press,2005:59-63(in Chinese).
[6] Gafner S, Bergeron C, Villinski J, et al. Isoflavonoids and coumarins from *Glycyrrhiza uralensis*:antibacterial activity against oral pathogens and conversion of isoflavans into isoflavan-quinones during purification [J]. Journal of Natural Products ,2011,74(12):2514-2519.
[7] Kolbe L, Eggers K, Immeyer J, et al. Anti-oxidative and anti-inflammatory properties of licochalcone A from *Glycyrrhiza inflata* on human skin in vitro and in vivo [J]. Journal of Investigative Dermatology,2007,127(2):71.
[8] Kwon H J, Kim H H, Ryu Y B, et al. In vitro anti-rotavirus activity of polyphenol compounds isolated from the roots of *Glycyrrhiza uralensis* [J]. Bioorganic & Medicinal Chemistry,2010,18(21):7668-7674.
[9] Saha S, Nosalova G, Ghosh D, et al. Structural features and

- in vivo antitussive activity of the water extracted polymer from *Glycyrrhiza glabra* [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2011, 48(4): 634-638.
- [10] Yazdi A, Sardari S, Sayyah M, *et al.* Evaluation of the anticonvulsant activity of the leaves of *Glycyrrhiza glabra* var. *glandulifera* grown in Iran, as a possible renewable source for anticonvulsant compounds [J]. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 2011, 10(1): 75-81.
- [11] Khattak K F, Simpson T J. Effect of gamma irradiation on the antimicrobial and free radical scavenging activities of *Glycyrrhiza glabra* root [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2010, 79(4): 507-512.
- [12] Shetty T K, Satav J G, Nair C K K. Protection of DNA and microsomal membranes in vitro by *Glycyrrhiza glabra* L. against gamma irradiation [J]. Phytotherapy Research, 2002, 16(6): 576-578.
- [13] Hwang J H, Suh H J, Yu K W. Immunostimulating and anticancer activities of hot-water extracts from *acanthopanax senticosus* and *Glycyrrhiza uralensis* [J]. Food Science and Biotechnology, 2008, 17(6): 1185-1190.
- [14] Wang J J, Chen X Q. Glycyrrhizic acid as the antiviral component of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch against coxsackievirus A16 and enterovirus 71 of hand foot and mouth disease [J]. Journal of Ethnopharmacology, 2013, 147(1): 114-121.
- [15] Cakmak Y S, Aktumsek A, Duran A. Studies on antioxidant activity, volatile compound and fatty acid composition of different parts of *Glycyrrhiza echinata* L. [J]. Excli Journal, 2012, 11: 178-187.
- [16] Kuang P H, Zhao W X, Su W X. 18 beta-glycyrrhetic acid inhibits hepatocellular carcinoma development by reversing hepatic stellate cell-mediated immunosuppression in mice [J]. International Journal of Cancer, 2013, 132(8): 1831-1841.
- [17] LI Xuebin(李学斌), CHEN Lin(陈 林), LI Guoqi(李国旗), *et al.* Ecological distribution and propagative technique research of *Glycyrrhiza* resources in China [J]. Ecology and Environmental Sciences (生态环境学报), 2013, 22(4): 718-722 (in Chinese with English abstract).
- [18] JIAO Yanhong(焦艳红), SONG Yanru(宋艳茹), GAO Shumin(高述民). Research Advances on Production of Flavonoids by Licorice Tissue Culture [J]. Plant Physiology Journal (植物生理学报). 2013, 49(1): 13-18 (in Chinese with English abstract).
- [19] WANG Lianxi(王连喜), LI Jianping(李剑萍), LI Qi(李琪). Research status and sustainable utilization strategy of *Glycyrrhiza uralensis* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs (中草药), 2009, 40(3): 496-499 (in Chinese with English abstract).
- [20] MAO Peisheng(毛培胜), WANG Yuhong(王玉红). Conditions and Stimulation for Germination in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch Seeds [J]. Agricultural Sciences in China (中国农业科学), 2008, 7(12): 1438-1444 (in Chinese with English abstract).