

NaCl 胁迫下虎尾草种子萌发特性的研究

刘 杰¹, 张建坤¹, 张学政²

(1. 潍坊科技学院, 山东 寿光 262700; 2. 寿光市第二职业中等专业学校, 山东 寿光 262700)

摘 要:以虎尾草种子为试材,研究了 0、50、100、150、200、250 mmol/L NaCl 胁迫处理对其发芽率、发芽指数及胚芽、胚根生长情况的影响;并将胁迫下未萌发种子转移至蒸馏水中,观察其在胁迫解除后的恢复情况。结果表明:虎尾草种子的发芽率、发芽速度随着 NaCl 胁迫浓度的增大而降低,萌发率和处理浓度之间呈显著负相关。而且随着 NaCl 胁迫浓度的增大,对胚芽、胚根生长的抑制作用均不断加大,且胚根受抑制作用要大于胚芽。复萌试验结果表明,虎尾草种子在盐溶液中保持一定活力,胁迫解除之后,仍能迅速萌发。经一定浓度盐锻炼后,虎尾草幼苗恢复生长的能力明显提高。

关键词:NaCl 胁迫;虎尾草;种子萌发;复萌

中图分类号:Q 945.34 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)21-0092-03

种子萌发与幼苗生长是截然不同的生理过程^[1]。不同的环境条件对二者的影响,及二者对环境的适应特点都明显不同^[1]。植物对盐碱胁迫的适应性不仅取决于其种性^[2-3],而且也与其生育阶段密切相关;而种子萌发期是植物生活史中对盐碱生境较为敏感的时期,植物能否生存,首先是取决于其能否萌发,萌发速度的快慢以及萌发率的高低^[4]。

虎尾草(*Chloris virgate*)是一种典型的盐生植物,也因此是一种蛋白质含量较高的优质牧草而被广泛种植。该物种对盐胁迫具有高耐受性,常作为先锋植物入侵盐碱地,甚至形成单优势盐生植物群落,并且能维持相对稳定性和产量。目前,国内外有关虎尾草的研究,大都集中于其分类学、栽培驯化以及幼苗生理响应等方面^[5-8],而对于虎尾草种子萌发特性的研究尚鲜有报道。现对虎尾草种子在 NaCl 胁迫下发芽率、发芽速度、复萌率以及胚根和胚芽的生长情况等特性进行研究,以期更深入的了解虎尾草萌发的耐盐特性,并对虎尾草的种植等提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试虎尾草种子采自吉林省西部长岭县东北师范大学松嫩草地生态系统研究站附近的草原地区。

1.2 试验方法

挑选优质、饱满的虎尾草种子,采用 NaCl 单盐系列溶液对虎尾草种子进行处理,设 NaCl 溶液 50、100、150、200、250 mmol/L,共 5 个处理,以 0 mmol/L 为对照。将

各溶液分别加到铺有双层滤纸的培养皿中,直至滤纸饱和,然后向每个培养皿中整齐的摆入经过 1% HgCl 溶液消毒的虎尾草种子 100 粒(消毒 5 min,然后用自来水与蒸馏水分别冲洗 3 次,用吸水纸吸干种子外附水分),每处理 3 次重复。放入(25±1)℃光照培养箱中培养。每天以各处理盐溶液少量多次冲洗种子(注意不能冲动种子)后吸出盐处理液,使培养皿中的处理液浓度保持不变;并固定时间检查种子萌发情况,记录发芽数(以胚根伸出种皮作为发芽标准),持续 9 d。发芽结束后,从每个处理浓度中任意选择 30 株,测量幼苗的胚根、胚芽长。将每处理组未萌发的种子用蒸馏水冲洗,然后全部转移到清水中进行复萌试验,试验进行 9 d,方法同上。发芽率(%)=胁迫下种子发芽数/供试种子数×100%;复萌率(%)=复萌发数/未萌发种子数×100%;总发芽率(%)=(胁迫下种子发芽数+复萌数)/供试种子数×100%;发芽指数 $G_i = \sum G_t / D_t$ 。式中, G_t 为 t 日内的发芽数; D_t 为相应的发芽天数。耐盐极限浓度为发芽指数达到对照发芽指数 10%时相对应的盐浓度值;耐盐半致死浓度为发芽指数达到对照发芽指数的 50%时相对应的盐浓度值。

1.3 数据分析

采用单因素方差分析(One-way ANOVA)和最小显著差异法(LSD 法)进行显著性检验。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对虎尾草种子发芽率的影响

从图 1 可以看出,随着 NaCl 胁迫逐渐增加,虎尾草种子发芽率、发芽速率均明显降低,而且萌发时间也随之延后;在较低 NaCl 胁迫下虎尾草发芽速率较高,在相对短的时间内迅速萌发并很快接近最终发芽率。以对照所对应的发芽率为基数,计算各处理浓度下的相对发

第一作者简介:刘杰(1984-),女,博士,讲师,现主要从事植物逆境生理生态方面的教学与科研工作。E-mail:liujie655@163.com.

收稿日期:2013-05-20

芽率(图2)。相对发芽率均随处理浓度的升高而降低,且呈显著负相关($r=-0.9768$)。

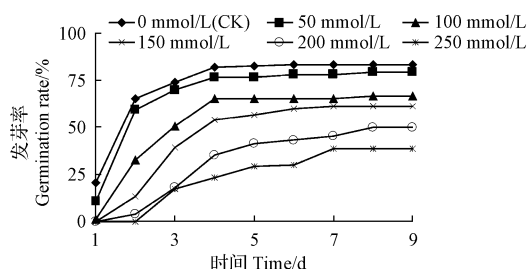


图1 盐胁迫下虎尾草种子发芽率与萌发时间的关系

Fig. 1 Relationships between germination rate and germination time of *Chloris virgate* seeds under NaCl stress

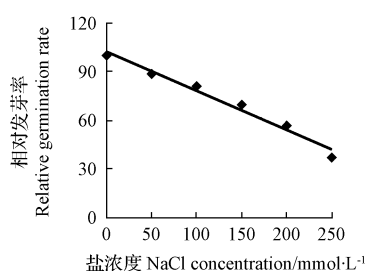


图2 虎尾草种子相对发芽率与盐浓度的关系

Fig. 2 Relationships between relative germination rate of *Chloris virgate* seeds and NaCl concentration

2.2 NaCl胁迫对虎尾草种子累计发芽率、复萌率及总发芽率的影响

由图3可知,虎尾草种子累计发芽率随NaCl胁迫的升高而呈明显的下降趋势。而将未萌发的种子转移到清水中复萌,其复萌率均随着NaCl胁迫的升高而呈上升趋势。虽然总发芽率随着胁迫强度的增加而降低,但是都在50%以上。这说明NaCl对虎尾草种子的伤害可能并不是致死性的。

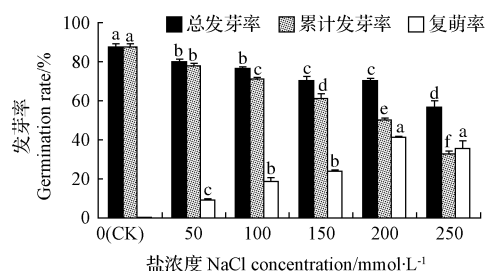


图3 盐胁迫对虎尾草种子累计发芽率、复萌率及总发芽率的影响

Fig. 3 Effects of NaCl stress on germination rate, recovery rate and total germination rate of *Chloris virgate* seeds

2.3 NaCl胁迫对虎尾草种子发芽指数的影响

该试验采用发芽指数来分析种子萌发与盐浓度之间的关系,是为了反映种子萌发的速度和整齐程度。从图4可以看出,虎尾草发芽指数随NaCl胁迫浓度的增

加而减小。将对照的虎尾草种子发芽指数作为基数,计算出各处理浓度下的相对发芽指数,并做回归分析,得到的回归方程为 $y=-0.3438x+96.811$,发芽指数与相对发芽指数与胁迫浓度间均呈显著负相关,相关系数为 -0.9720 。由方程可以进一步求出虎尾草种子发芽NaCl胁迫耐盐半致死浓度为136.16 mmol/L,耐盐极限浓度为252.50 mmol/L。

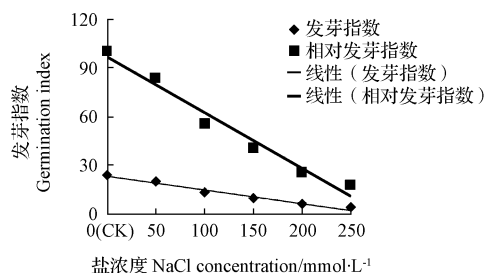


图4 盐胁迫对虎尾草种子发芽指数的影响

Fig. 4 Effect of NaCl stress on the germination index of *Chloris virgate* seeds

2.4 NaCl胁迫对虎尾草种子胚芽、胚根的影响

胁迫环境对植物影响的最直观表现在植物的生长状况,所以NaCl胁迫下植物幼苗的长度可作为衡量植物抗性的指标之一。从图5可以看出,在50~150 mmol/L NaCl处理下,胚芽的长度与对照相比变化不显著,200~250 mmol/L胁迫下,胚芽长度明显降低。说明一定浓度的NaCl胁迫对胚芽生长并无太大影响,而当浓度过高时,NaCl开始对幼苗产生毒害作用,抑制其生长。胚

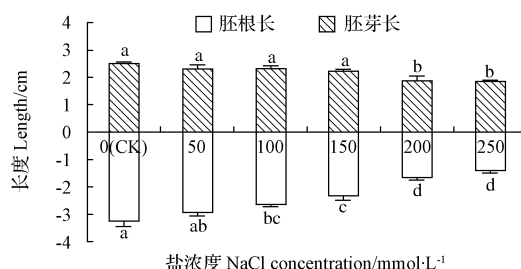


图5 盐胁迫对虎尾草胚根长、胚芽长的影响

Fig. 5 Effects of NaCl stress on the length of radicle and germ of *Chloris virgate*

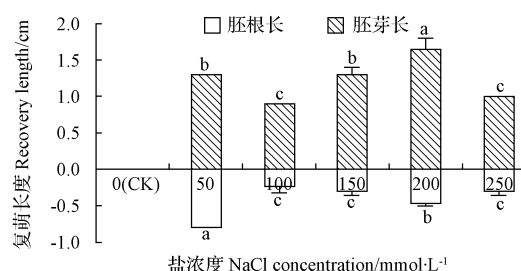


图6 复萌后虎尾草胚根长、胚芽长

Fig. 6 The lengths of radicle and germ of *Chloris virgate* after recovery

根的长度却随着胁迫处理浓度的增加明显降低;而且NaCl胁迫对胚根的抑制作用明显大于胚芽,这反映出根是植物对盐胁迫较为敏感的部位。从图6可以看出,通过较高盐浓度(200 mmol/L)处理,虎尾草种子复萌后胚根、胚芽的生长反而更好,这说明经一定浓度的盐锻炼后,虎尾草幼苗恢复生长的能力明显提高。

3 讨论

NaCl胁迫抑制种子萌发的主要原因是较低的渗透势造成的渗透胁迫。较低的渗透势会使种子吸水受到影响,造成种子萌发时间延迟,萌发率下降,从而影响全苗、齐苗;并且从该试验结果也可以看出,在高盐胁迫下,虎尾草种子不但发芽率低,而且发芽时间推迟;而低盐胁迫下恰恰相反,不但发芽率高,发芽速率也相对较高,而且在较短时间内种子便可迅速萌发。

在高盐环境下种子能否保持活力及幼苗生长状况是植物能否存活的关键^[9],条件不适合种子萌发时,土壤中的种子可以保持静止状态是至关重要的^[10],当胁迫条件减轻时大多数盐生植物表现的显著的复萌状态表明它们可能比正常生长的植物更耐盐,这具有重要的生态学意义^[11]。从复萌试验结果可以看出,在高盐条件下虎尾草清水复萌后累计发芽率也都达到50%以上,这足以说明环境水势是影响萌发的关键因素。随着盐度胁迫的增强,虎尾草种子周围水势下降,细胞内外水势差也随之变小,种子吸水困难^[12-13],由于吸水不足,胚乳内储藏物质不能动员,呼吸作用受到抑制^[14],种子难以萌发。虎尾草种子在高盐环境下不萌发,但保持了活力,具有发芽能力,待雨量充足时,土壤盐浓度降低,种子便能够迅速吸水、萌发,而且表现出更强的生长能力,使其能够在盐渍环境中存活和生长,这有可能是虎尾草种子耐盐的一种机制;而在低盐条件下,虎尾草种子能够迅速萌发并成苗,这可以免除环境变化带来的负面效应,这也可能是虎尾草种子适应多面环境的一种机制。

该试验还通过计算得到虎尾草耐盐半致死浓度(136.16 mmol/L)和耐盐极限浓度(252.50 mmol/L),这不仅对虎尾草生理生态研究具有理论意义,而且对人工播种虎尾草进行生物治理盐渍土地具有指导价值。

参考文献

- [1] 刘杰,张美丽,张义,等.人工模拟盐、碱环境对向日葵种子萌发及幼苗生长的影响[J].作物学报,2008,34(10):1818-1825.
- [2] Katerji N, Van Hoorn J W, Hamdy A, et al. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index[J]. Agricultural Water Management, 2000, 43(1): 99-109.
- [3] Katerji N, Van Hoorn J W, Hamdy A, et al. Salt tolerance of crops according to three classification methods and examination of some hypothesis about salt tolerance[J]. Agricultural Water Management, 2001, 47(1): 1-8.
- [4] 郑慧莹,李建东.松嫩平原盐生植物与盐碱化草地的恢复[M].北京:科学出版社,1992:22-26.
- [5] 李长有.盐碱地四种致害盐分对虎尾草胁迫作用的混合效应与机制[D].长春:东北师范大学,2010.
- [6] 尹红娟.虎尾草对盐碱混合胁迫的生理响应特点[D].长春:东北师范大学,2008.
- [7] 杨春武.虎尾草和水稻抗碱机制研究[D].长春:东北师范大学,2010.
- [8] 徐华华.盐碱胁迫对虎尾草有机酸代谢、光合及荧光特性的影响[D].长春:东北师范大学,2009.
- [9] Ungar I A. Seed germination and seed bank ecology in Halophytes[M]. In: Kigel J, Galili G, eds. Seed development and germination. New York: Marcel Dekker, 1995: 599-628.
- [10] Bajji M, Kinet J M, Lutts S. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae)[J]. Canadian Journal of Botany, 2002, 80(3): 297-304.
- [11] Pujol J A, Calvo J F, Ramírez-Díaz L. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from Southeastern Spain[J]. Annals of Botany, 2000, 85(2): 279-286.
- [12] Munns R. Comparative physiology of salt and water stress[J]. Plant Cell and Environment, 2002, 25(2): 239-250.
- [13] 陈月艳,孙国荣,李景信. Na₂CO₃胁迫对星星草种子萌发过程中水分吸收及膜透性的影响[J]. 草业科学, 1997, 14(2): 27-30.
- [14] 孙国荣,陈月艳,关畅,等.盐碱胁迫下星星草种子萌发过程中有机物、呼吸作用及其几种酶活性的变化[J]. 植物研究, 1999, 19(4): 445-451.

Study on the Germination Properties of Seeds of *Chloris virgate* Under NaCl Stress

LIU Jie¹, ZHANG Jian-kun¹, ZHANG Xue-zheng²

(1. Weifang University of Science and Technology, Shouguang, Shandong 262700; 2. Shouguang No. 2 Vocational Secondary Specialized School, Shouguang, Shandong 262700)

Abstract: Taking the seeds of *Chloris virgate* as test material, the effect of different concentrations of NaCl salinity 0, 50, 100, 150, 200, 250 mmol/L on the germination rate, germination index and growth status of radicle and germ were determined; after removing the stress, the response of the seed and seedling were also observed. The results showed the germination rate and speed of *Chloris virgate* seeds decreased with stress of NaCl increasing, and there was significant negative correlation between germination rate and salinity. With salinity increasing, the radicle and germ lengths decreased and the inhibition on the radicle was more greatly than that on the germ. Recovery experiment revealed that *Chloris virgate* seeds could keep viable in salt solution. After removing stress, the seeds also germinate rapidly. After being tempered by the salt, the ability of growing of the seedlings was improved.

Key words: NaCl stress; *Chloris virgate*; seed germination; recovery