

盐分对紫花苜蓿品种萌发的影响

陈托兄¹, 陈小兵², 郝文军³, 蔺宇坤¹, 卢欣石¹

(1. 北京林业大学 林学院, 北京 100083; 2. 天津出入境检验检疫局 植检处 天津 300457; 3. 渤海大学 旅游学院 辽宁 锦州 121000)

摘要: 用 0.3%、0.6%、0.9% 和 1.2% 的 NaCl 溶液分别对不同休眠等级的 10 种紫花苜蓿种子进行处理, 观测其不同盐浓度处理下发芽率。结果表明: 浓度和品种对发芽率的影响均显著。随着盐处理浓度的增加, 发芽率一般呈下降趋势。将不同盐溶液处理 10 d 的种子转移到蒸馏水后, 原来较高盐浓度下的种子具有较高的萌发恢复率。0.6%、0.9%、1.2% 的盐浓度下种子萌发率和萌发恢复率要比蒸馏水中的低, 表明 NaCl 处理后的部分种子永久地失去了萌发活力。

关键词: 苜蓿; 盐胁迫; 发芽率

中图分类号: S 551⁺.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)12-0038-03

根据植物对高浓度盐分的耐受能力, 将植物分为盐生植物(halophyte)和甜土植物(glycophyte)^[1]。无论是盐生植物还是甜土植物, 在高于 1.5‰ NaCl 的盐度下不萌发或萌发率降低。盐分对植物的有害影响是各种因子的联合作用, 包括渗透胁迫、Na⁺ 对酶的抑制作用以及与 K⁺ 相互竞争等^[2]。地球上约有 9.5×10⁸ hm² 盐碱地, 分布于 100 个国家, 其中中国的盐渍地面积约为 9.9×10⁷ hm², 土壤盐碱化是人类面临的世界性问题^[3-4]。全球范围内约 40% 的灌溉地受到土壤盐碱化的危害, 尽管灌溉地仅占耕地面积的 15%, 但高产灌溉地上产出的粮食却占粮食总产量的 1/3^[5]。另外, 土壤盐渍化可能会继续引起可耕地的废弃。利用耐盐、抗盐植物是进行盐碱地改良的经济有效措施。

苜蓿是重要的优良栽培牧草, 因其数千年来生长在低盐或非盐渍化土壤中, 其抗盐能力较弱, 属于中等抗盐牧草。王榕楷等^[6]的研究认为, 植物的耐盐性随个体的发育阶段而变化。龚明^[7]的研究表明, 植物的萌发期及幼苗期耐盐性最差, 其次是生殖期, 其他发育阶段对盐胁迫相对不敏感。紫花苜蓿在种子萌发和幼苗期对盐胁迫非常敏感, 但是到成熟的植株期却有较好的耐盐能力^[8]。但是即使苜蓿不同品种之间的抗盐性也不同^[9]。长期种植紫花苜蓿可促进土壤有机质、全氮在土壤表层的积累^[10]。该研究探讨了盐胁迫对不同紫花苜蓿品种种子萌发的影响, 为筛选和培育紫花苜蓿耐盐品种, 进一步开发利用紫花苜蓿提供理论依据。

第一作者简介: 陈托兄(1980-), 女, 甘肃静宁人, 在读博士, 主要从事植物耐盐生理方面的研究工作。E-mail: chentx03@lzu.cn

通讯作者: 卢欣石。

基金项目: 国家科技支撑课题资助项目(2006BAD01A19-2)。

收稿日期: 2008-07-29

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料共有 10 个不同休眠性紫花苜蓿品种(表 1)。

表 1 供试 10 个紫花苜蓿品种的名称和来源

编号	品种	休眠等级	来源
1	Maverick(Norseman)	I	美国
2	Vernal	II	美国
3	Pioneer5446(Ranger)	III	美国
4	Legend(Saranae)	IV	美国
5	Archer	V	美国
6	ABI700	VI	美国
7	Dona Aan	VII	美国
8	Pierre	VIII	美国
9	CUF101	IX	美国
10	中苜 1 号	未知	中国

1.2 试验方法

用 0.5% 次氯酸钠对种子消毒后用于发芽试验。NaCl 浓度分别为 0%、0.3%、0.6%、0.9%、1.2%, 10 种植物种子分别在直径 10 cm 的培养皿内发芽, 发芽床为双层滤纸, 每个培养皿内用 10 mL 的处理液使滤纸湿润, 重复 3 次, 每个培养皿内整齐的排好 50 粒种子。每天保持滤纸湿润。25℃ 恒温培养, 16 h 光照, 8 h 黑暗。第 10 天统计发芽数(胚根突破种皮 2 mm 被认为萌发)。将未萌发的种子转移至蒸馏水中继续培养 10 d, 检测种子的萌发恢复率。

1.3 数据分析

对百分率指标进行方差分析时, 进行反正弦平方根转换。根据试验的要求分别进行双因素和单因素的方差分析。在进行方差分析时, 先对数据进行方差齐性检验; 在满足方差齐性的情况下, 采用 LSD 检验进行多重比较; 方差非齐性的情况下, 采用 Dunnett's T3 检验进行多重比较, 确定哪些处理间的差异达到显著水平。

2 结果与分析

2.1 不同盐胁迫对紫花苜蓿种子发芽率的影响

从两个主效应和交互效应的 F 检验的 p 值看, $p \leq 0.01$ 。表明浓度、品种、浓度和品种的交互作用对发芽率的影响具有极显著性差异(表 2)。对相同的盐浓度,不同的苜蓿品种间发芽率大小明显不同;对相同的苜蓿品种,不同的盐浓度对发芽率大小也是明显不同。由于盐浓度为 1.2% 时,材料 1、2、3、4、6、10 的发芽率均为 0,尽管 5、7、8、9 也有极少量的种子发芽,但是各个品种间的差异并不显著,因此在发芽率的方差分析中不包括这个处理。

表 2 盐浓度和品种对发芽率影响的双因素方差分析

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
浓度	3	16 343.416	271.236	0.000
品种	9	1 162.878	19.299	0.000
浓度×品种	27	166.877	2.770	0.000
误差	80	60.255		
总和	119			

对不同的盐浓度下 10 个品种间发芽率分别做多重比较,得到各品种在不同盐浓度下的发芽率差异显著性情况(表 3)。在盐浓度为 0%、0.3%、0.6%、0.9% 时,10 个紫花苜蓿品种的平均发芽率分别是 82.53%、73.93%、46.53%、11.13%。发芽率的变异系数分别是 13.52%、23.06%、42.98%、126.52%。随着盐浓度的增加,苜蓿品种间的耐盐性差异增大,多重比较的结果显示,盐浓度为 0.3% 时,材料 3、6、7、8、9 的发芽率显著高于其他的材料,材料 1 的发芽率最低。当盐浓度为 0.6% 时,材料 3、7、8、9 的发芽率显著高于其他材料,材料 1、2 的发芽率极低。当盐浓度为 0.9% 时,品种间的差异急剧增大,材料 1、2、4 的发芽率不到 1%,材料 3、5、6 的发芽率不到 5%,材料 8 的发芽率高达 43.33%。

表 3 不同盐浓度下紫花苜蓿品种间发芽率的差异

序号	苜蓿品种	NaCl 浓度			
		0%	0.3%	0.6%	0.9%
1	Maverick	76.67defBCD	42.00eD	22.67deCD	0.67eD
2	Vernal	87.33bcdAB	76.67bcABC	18.00d	0.67eD
3	Pioneer5446	95.33aA	87.33abAB	76.00aA	4.67edeCD
4	Legend	62.67fD	50.67deCD	30.67deBCD	0.67eD
5	Archer	67.33eCD	71.33bcBC	40.00bcdeABCD	2.67deCD
6	ABI700	92.67abcA	84.67abAB	45.33bcdABCD	2.67deCD
7	DonaAan	95.33abA	95.33aA	72.67aA	24.67abAB
8	Pierce	84.67dBC	83.33abAB	63.33abAB	43.33aA
9	CUF101	82.67dBC	84.00abAB	54.67abcABC	18.00bcABC
10	中苜 1 号	80.67deBCD	64.00deBCD	42.00bcdABCD	13.33bcdBCD
	平均数	82.53	73.93	46.53	11.13
	变异系数	13.52	23.06	42.98	126.52

注:同列不同的小写字母表示差异显著($p < 0.05$),不同的大写字母表示差异极显著($p < 0.01$),下同。

对 10 个紫花苜蓿品种不同盐浓度下发芽率做多重比较,得到不同盐浓度各品种在发芽率的差异显著性情况(表 4)。与对照相比,盐浓度为 0.3% 时,材料 1 发芽

率显著降低,降低值为 45.22%;材料 10、4 分别降低了 20.67%和 19.15%;材料 5、9 的发芽率有所增加,但是除材料 1 外,0.3% 的盐浓度对各材料的发芽率影响不显著,表明紫花苜蓿种子能够耐受一定浓度的盐分。值得一提的是,该试验中 0.3% 的盐浓度对紫花苜蓿品种没有促进作用。盐浓度为 0.6% 时,各材料的发芽率较对照均显著降低;材料 1、2 的发芽率分别降低了 70%和 79%,盐伤害较重;材料 3、7、8、9 的发芽率分别降低了 20%、23%、25%、33%,盐伤害较轻。盐浓度为 0.9% 时,所有供试品种发芽率与对照相比降低极显著。材料 1、2 发芽率降低了 99%以上;材料 3、4、5、6 的发芽率降低了 95%以上;材料 10 的发芽率降低了 83.47%,材料 7、9 的发芽率分别降低了 74.13%和 78.23%;材料 8 的发芽率降低最少,降低值为 48.82%,伤害最轻。高浓度的盐分严重地抑制了紫花苜蓿种子的萌发。

表 4 各紫花苜蓿品种在不同的盐浓度处理下发芽率的差异

序号	苜蓿品种	NaCl 浓度			
		0%	0.3%	0.6%	0.9%
1	Maverick	76.67aA	42.00bAB	22.67bB	0.67cC
2	Vernal	87.33aA	76.67aA	18.00bAB	0.67bB
3	Pioneer5446	95.33aA	87.33abA	76.00bA	4.67cB
4	Legend	62.67aA	50.67abA	30.67bA	0.67cB
5	Archer	67.33aAB	71.33aA	40.00bB	2.67cC
6	ABI700	92.67aA	84.67aA	45.33bB	2.67cC
7	DonaAan	95.33aA	95.33aA	72.67bA	24.67dB
8	Pierce	84.67aA	83.33abA	63.33bcAB	43.33dB
9	CUF101	82.67aA	84.00aA	54.67bA	18.00cC
10	中苜 1 号	80.67aA	64.00abAB	42.00bBC	13.33cC

表 5 各紫花苜蓿品种转移至蒸馏水中的继续萌发的萌发率

序号	苜蓿品种	NaCl 浓度				
		0	0.3	0.6	0.9	1.2
1	Maverick	0.00	7.33	20.67	40.00	23.33
2	Vernal	1.33	2.66	20.67	28.67	27.33
3	Pioneer5446	0.00	6.00	13.33	39.33	18.00
4	Legend	5.33	4.66	18.00	36.00	24.67
5	Archer	4.67	6.33	10.00	37.33	25.33
6	ABI700	0.67	2.00	18.00	42.67	35.33
7	Dona Aan	0.00	0.00	17.33	39.33	32.00
8	Pierce	0.00	1.33	8.67	23.33	13.33
9	CUF101	2.67	3.33	7.33	30.00	24.00
10	中苜 1 号	3.33	7.33	8.33	46.00	32.00

2.2 不同盐胁迫对紫花苜蓿种子萌发恢复率的影响

在不同的 NaCl 溶液中培养 10 d 后,将未萌发的种子转移到蒸馏水中来研究种子在被盐抑制后的萌发恢复情况。如表 5 所示,萌发恢复率随 NaCl 浓度的增大逐渐上升。盐浓度为 0.3% 时,各紫花苜蓿品种的萌发恢复率均较低,均在 10% 以下。盐浓度为 0.9% 时,各紫花苜蓿品种的萌发恢复率达到最高,材料 1、6、10 的萌发恢复率达到 40% 以上。盐浓度为 1.2% 时,各紫花苜蓿

品种的萌发恢复率又有不同程度的降低,表明过高的盐浓度使一部分种子永久的失去了萌发活力。

3 讨论与结论

种子耐盐性及其机制是植物耐盐性早期鉴定及耐盐个体与品种早期选择的基础。研究表明,浓度和品种对发芽率的影响均达到显著水平,在同一盐浓度下,不同的紫花苜蓿品种间差异显著,表明紫花苜蓿品种耐盐性差异较大。在0.3%盐浓度处理下,紫花苜蓿各品种的发芽率与对照相比差异并不显著,表明低盐浓度对它们没有促进作用。在同一紫花苜蓿品种内,不同的盐浓度下,发芽率的差异显著。随着盐浓度的增加,紫花苜蓿各品种间发芽率的变异加大,各品种耐盐性差异增大。发芽率高的品种其种子耐盐性较强。非秋眠品种 Dona Aan、Pierce 和 CUF101 表现出较强的耐盐性,而秋眠品种 Maverick 和 Vernal 耐盐性较差。

盐分对种子萌发的影响一般归结为渗透效应和离子效应^[11-12]。盐分导致盐生植物种子萌发率降低的可能原因主要是渗透效应,但是非盐生植物种子萌发率降低的原因更多的是由于离子效应^[13]。该研究中,低浓度 NaCl 溶液对紫花苜蓿品种的萌发影响不大而高浓度则较强的抑制萌发。在较低盐浓度下(0.3%)培养的种子转移到蒸馏水后,各紫花苜蓿品种的萌发恢复率均低于10%;但是将高浓度下(0.6%~1.2%)未萌发的植物种子转入蒸馏水后,各紫花苜蓿品种萌发恢复率均在0.9%达到最大;在盐浓度为1.2%时,萌发恢复率又有所降低。这一现象表明,在盐溶液中,是低水势(渗透效应)抑制了种子萌发,而渗入种子中的离子在种子转入蒸馏水中时又使其内部渗透势相对降低(离子效应),因

而促进种子吸水萌发,若盐浓度过高,超过种子耐受限度则可能造成永久性毒害,使种子完全丧失活力。

参考文献

- [1] Flowers T J, Troke P F, Yeo A R. The mechanism of salt tolerance in halophytes[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1977, 28: 89-121.
- [2] Mäser P, Markus G, Schroeder J I. Molecular mechanisms of potassium and sodium uptake in plants[J]. Plant and Soil, 2002, 247: 43-54.
- [3] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [4] Flowers T J. Improving crop salt tolerance[J]. J Exp Bot, 2004, 55: 307-319.
- [5] Munns R. Comparative physiology of salt and water stress[J]. Plant Cell and Environment, 2002, 25: 239-250.
- [6] 王榕楷, 小球, 胡玉佳. 三种草坪草的耐寒性及其与超氧化物歧化酶作用关系初步研究[J]. 中国草地, 2001, 23(1): 46-49.
- [7] 龚明, 刘友良, 丁念诚等. 小麦不同生育期的耐盐性差异[J]. 西北植物学报, 1994, 14(1): 1-7.
- [8] Allen S G, Dobrenz A K, Bartels P G. Physiology response of salt tolerance and non tolerance alfalfa to salinity during germination[J]. Crop Sci, 1986, 26: 1004-1008.
- [9] Al-khatib M M, McNeilly T, Collins J C. Between and with in culture variability in salt tolerance in Lucerne[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 1994, 41: 159-164.
- [10] 张国盛, 黄高宝. 种植苜蓿对黄绵土土壤理化性质的影响[J]. 草业学报, 2003, 20(10): 39-41.
- [11] Ungar I A. Halophyte seed germination[J]. Bot Rev, 1978, 44: 233-264.
- [12] Levitt J. Response of plants to environmental stress[M]. New York: Academic Press, 1980: 365-434.
- [13] 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]. Can. J. Bot, 2002, 80: 297-304.

Influence of Salinity on Seed Germination of Alfalfa

CHEN Tuo-xiong¹, CHEN Xiao-bing², HAO Wen-jun³, LIN Yu-kun¹, LU Xin-shi¹

(1. Forestry College, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Plant Quarantine Office, Tianjin Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Tianjin 300457, China; 3. College of Tourism, Bohai University, Jinzhou, Liaoning 121000, China)

Abstract: Salt tolerance of 10 alfalfa varieties in germinating period have been studied by measuring the germination rate under the treatments with 0.3%, 0.6%, 0.9% and 1.2% NaCl solution. The experimental results indicated that the difference of the germination rate for alfalfa varieties in the same NaCl concentration was significant, that the difference of the germination rate for the same variety in the different NaCl was also significant. In general, the percentages of germination declined with salt concentration increasing. Seeds that were incubated in NaCl solution for 10 days recovered after being transferred to distilled water and the percentage of recovery from high salinity concentrations was higher than low concentrations. Under the treatments with 0.6%, 0.9%, 1.2% NaCl solution, the percentages of germination and those after being transferred to distilled water were lower than the none-saline control, indicating that parts of the NaCl treated seeds had permanently lost their germination ability.

Key words: Alfalfa; Salt tolerance; Germination rate