

不同钠盐胁迫对草木樨和碱茅种子萌发的影响

赵满兴, 贺菲菲, 王文强

(延安大学 生命科学学院, 陕西 延安 716000)

摘要:为进一步探究草木樨和碱茅在盐碱地中的种植规律,研究了不同钠盐胁迫对草木樨和碱茅种子萌发的影响。采用纸上培养法对草木樨和碱茅种子用不同浓度的 NaCl 和 Na_2CO_3 溶液胁迫处理后进行发芽试验。结果表明:在不同浓度盐胁迫下,随着盐浓度的增加,草木樨和碱茅种子的发芽势、发芽率、发芽指数和部分萌发生理指标呈先上升然后逐渐降低的趋势,较低的盐浓度,可以促进草木樨和碱茅种子的萌发。在相同的盐度下,草木樨的各项生理指标和发芽特性均较碱茅的高,因此,在供试的盐浓度范围内,草木樨的耐盐性比碱茅强。NaCl 对草木樨和碱茅种子发芽的抑制作用较 Na_2CO_3 的抑制作用强。

关键词:草木樨;碱茅;盐胁迫;发芽率;萌发生理指标

中图分类号:Q94 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)06-0109-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.06.0109

盐分是影响作物生产力的主要环境因子之一,全世界大约 20% 的土地和 50% 的灌溉地受盐渍化影响^[1],盐碱地面积近 10 亿 hm^2 ,约占世界陆地面积的 7.6%^[2]。我国有 3 330 万 hm^2 盐渍土,约占全国可耕地面积的 25%^[3]。盐渍土是盐土与碱土的总称。盐土中主要含 NaCl 和 Na_2SO_4 ,碱土主要含 Na_2CO_3 、重碳酸钠和钾盐较多^[4]。随着环境的恶化及人类不合理的灌溉和耕作措施,土地盐碱化不断加剧,严重影响农业生产。而种植耐盐碱牧草是改良盐碱地的一项经济有效的措施。草木樨 (*Melilotus suaveolens* Ledeb) 是一种优良的越年生豆科牧草,耐贫瘠、干旱、寒冷和盐碱^[5],碱茅 (*Puccinellia distans*) 是一种优质牧草,潜在的优良草坪草资源对土壤中的 Na^+ 有较强的抗性,耐寒、抗涝、耐盐碱,喜湿润也能耐旱^[6]。研究草木樨和碱茅的耐盐性,不仅可以增加优质的蛋白质饲草,还可以改良盐碱地,培养土地肥力,促进农牧业向良性循环发展。

种子萌发期对环境胁迫最为敏感。目前,牧草种子萌发期耐盐性研究较多,使用最广泛的指标是发芽率^[7-9],多集中在不同牧草对同一种盐分(主要是 NaCl)的研究,而不同盐分对不同种牧

草种子萌发的影响鲜有报道^[10-13]。因此,本试验以草木樨和碱茅种子为材料,选用 NaCl 和 Na_2CO_3 两种不同钠盐模拟盐碱地环境。对草木樨和碱茅种子进行不同浓度梯度盐胁迫处理,通过测算其发芽势、发芽率、发芽指数多个生物学指标,研究草木樨和碱茅种子的发芽特性,以确定其对不同钠盐的耐性强弱及发芽规律,为草木樨和碱茅在盐碱地上的种植提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试仪器有:培养皿(9 cm×2 cm)、滤纸(直径为 9 cm 定量滤纸若干)、电热恒温鼓风干燥箱(DHG-9140A 型)、隔水式恒温培养箱[(GHP-9160 型)、电子分析天平、容量瓶、移液管、玻璃棒、镊子等。

供试种子为碱茅(产地:河南)和草木樨(产地:四川)的当年生种子。

1.2 方法

试验液^[14]为改良 Hoagland 营养液分别配制的 500、1 000、2 000、3 000 及 4 000 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 5 个浓度梯度的 Na_2CO_3 和 NaCl。以 Hoagland 营养液作对照。

1.2.1 种子的预处理 用 10% 次氯酸钠消毒 10 min,再用 30% H_2O_2 消毒后,在饱和 CaSO_4 溶液浸泡 6 h,再冲洗干净。为保证种子萌发易于观察,将种子的果皮剥除^[14-15]。

1.2.2 种子的培养 挑选籽粒大小相当的种子播于铺有滤纸的培养皿(发芽床)内,分别加入不同浓度的培养液 10 mL,每个培养皿中 50 粒,各

收稿日期:2014-12-03

基金项目:陕西省教育厅重点实验室科研资助项目(12JS122);延安大学科研资助项目(YD2007-61);陕西省高水平大学建设专项资金资助项目-生态学(2012SXTS03)

第一作者简介:赵满兴(1971-),男,陕西省合阳县人,博士,副教授,从事植物生态方面研究。E-mail: zhaomanxing@163.com。

品种各浓度均设 3 个平行样,然后将培养皿置于隔水式恒温培养箱中,在 25℃ 无光条件下培养 10 d。培养期间,每天用 Hoagland 溶液处理一次保持一定湿度。

1.2.3 测定项目及方法 1)发芽率、发芽势及发芽指数的测定:在种子萌发后,逐日观察记录正常萌发种子数、腐烂种子数。第一次观察后取正常发芽种子测其生理指标,之后每次观察后将正常发芽种子和腐烂种子取出弃掉。观察时间为发芽后 10 d,统计观察结果。发芽率、发芽势的计算公式:

发芽率(%) = 7 d 发芽的种子数/供试验种子数×100

发芽势(%) = 3 d 发芽的种子数/供试验种子数×100

发芽指数 = $\sum (G_t/D_t)$

式中: G_t 为在 t 天的发芽数; D_t 为相应的发芽天数

根据试验记录数据,分别计算发芽率、发芽势和发芽指数,将计算结果进行整理、统计。

2)生理指标的测定:种子萌发过程中的生理

指标主要包括芽长、总长、芽重和总重。发芽 3 d 后,用镊子轻轻将其取出,用滤纸吸干后,再用刻度尺分别测量芽长和总长;经电子天平测其全重和芽重。

所有数据用 SAS8.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同钠盐胁迫对种子发芽特性的影响

2.1.1 草木樨种子在 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫下的发芽特性 由表 1 可知,草木樨种子在 NaCl 浓度为 0~1 000 mg·L⁻¹时的发芽势和发芽指数随着 NaCl 浓度的升高而升高,但当 Na₂CO₃ 浓度大于 1 000 mg·L⁻¹时,草木樨种子发芽势和发芽指数随着 NaCl 浓度的升高而下降,在 NaCl 浓度为 1 000 mg·L⁻¹时,草木樨的发芽率、发芽势及发芽指数最高;草木樨种子的 3 项指标在 Na₂CO₃ 浓度为 0~4 000 mg·L⁻¹时随着 Na₂CO₃ 浓度的升高呈先升高后下降的趋势,在 Na₂CO₃ 浓度为 500 mg·L⁻¹时,草木樨的发芽率、发芽势及发芽指数最高;通过比较发现 NaCl 对草木樨的胁迫作用比 Na₂CO₃ 对其的胁迫作用强。

表 1 草木樨种子在 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫下的发芽特性

Table 1 Effect of salt stress on germination characteristics of *Melilotus*

指标 Index		处理浓度/(mg·L ⁻¹) Concentration					
		0(CK)	500	1000	2000	3000	4000
NaCl	发芽率/%	63.0 d	71.0 b	75.6 a	75.4 a	66.0 c	59.0 e
	发芽势/个·d ⁻¹	39.0 d	48.6 b	51.6 a	50.4 a	48.0 b	42.0 c
	发芽指数(5 d)	5.9 e	6.9 c	7.3 a	7.1 b	6.3 d	5.2 f
Na ₂ CO ₃	发芽率/%	78.4 e	98.8 a	92.2 b	90.6 c	80.8 d	61.0 f
	发芽势/个·d ⁻¹	37.0 d	59.6 a	54.6 b	54.0 b	47.0 c	31.0 e
	发芽指数(5 d)	6.5 e	9.2 a	8.8 b	8.3 c	7.5 d	5.7 f

表中不同小写字母表示在 0.05 水平下各数值之间差异显著,下同。
Different lowercases mean significant difference at 0.05 level. The same below.

2.1.2 碱茅种子在 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫下的发芽特性 从表 2 可以看出,碱茅种子在 NaCl 浓度 0~500 mg·L⁻¹时的发芽势和发芽指数随着 NaCl 浓度的升高而降低,当 NaCl 浓度大于 500 mg·L⁻¹时,碱茅种子发芽势和发芽指数随着 NaCl 浓度的升高而急剧下降,当 NaCl 浓度为 0 mg·L⁻¹时,碱茅的发芽率、发芽势及发芽指数最高;碱茅种子的 3 项指标在 Na₂CO₃ 浓度为 0~4 000 mg·L⁻¹时随着 Na₂CO₃ 浓度的升高呈先升高后降低的趋势,在 Na₂CO₃ 浓度为 500 mg·L⁻¹

时,碱茅的发芽率、发芽势及发芽指数最高。NaCl 对碱茅的胁迫作用比 Na₂CO₃ 对其的胁迫作用强。

2.2 种子萌发中的生理指标分析

2.2.1 草木樨种子在 NaCl 和 Na₂CO₃ 胁迫下的生理指标分析 通过对表 3 的数据分析,草木樨种子的发芽个数随着盐浓度升高呈先升高后降低的趋势,在 NaCl 浓度为 500 mg·L⁻¹时的芽长、总长、芽重、总重达到最高;随着 Na₂CO₃ 浓度升高,草木樨的各项生理指标除点长逐渐下降外,其它

都呈先升高再降低的趋势,Na₂CO₃浓度为1 000 mg•L⁻¹时达到最高,Na₂CO₃浓度大于1 000 mg•L⁻¹随着盐胁迫作用缓慢增强,种子萌

发生长逐渐受到抑制;通过以上比较发现 NaCl 对草木樨种子萌发以及生理生长方面的胁迫作用比 Na₂CO₃对其各方面生理指标的胁迫作用强。

表 2 碱茅种子在 NaCl 和 Na₂CO₃胁迫下发芽特性

Table 2 Effect of salt stress on germination characteristics of *Puccinellia distans*

指标 Index		处理浓度/(mg•L ⁻¹) Concentration					
		0(CK)	500	1000	2000	3000	4000
NaCl	发芽率/%	47.4 a	47.0 a	11.0 b	11.0 b	7.0 c	0.0 d
	发芽势/个•d ⁻¹	17.4 a	10.0 b	4.0 c	3.0 d	0.0 e	0.0 e
	发芽指数(5 d)	3.8 a	3.2 b	0.4 c	0.3 d	0.4 c	0.0 e
Na ₂ CO ₃	发芽率/%	31.0 d	59.0 a	51.4 b	39.0 c	23.0 e	17.6 f
	发芽势/个•d ⁻¹	4.0 e	15.0 a	14.0 b	12.0 c	11.4 d	4.0 e
	发芽指数(5 d)	1.6 d	3.7 a	2.94 b	2.9 b	1.9 c	1.3 e

表 3 草木樨种子在 NaCl 和 Na₂CO₃胁迫下生理指标分析

Table 3 Effect of salt stress on physiological index of *Melilotus*

指标 Index		处理浓度/(mg•L ⁻¹) Concentration					
		0(CK)	500	1000	2000	3000	4000
NaCl	发芽个数	19.50 d	21.50 c	26.00 b	31.50 a	22.50 c	22.00 c
	芽长/cm	0.98 b	1.08 a	0.86 c	0.82 d	0.65 e	0.48 f
	总长/cm	2.12 b	2.28 a	1.94 d	1.98 c	1.41 e	1.06 f
	芽重/mg	5.60 b	6.10 a	4.70 c	4.00 d	2.70 e	1.80 f
	总重/mg	26.00 bc	28.70 a	25.90 b	24.50 c	22.30 d	21.90 d
Na ₂ CO ₃	发芽个数	18.50 e	29.00 b	39.50 a	21.50 d	23.50 c	14.50 f
	芽长/cm	0.82 c	0.87 b	0.98 a	0.83 c	0.87 b	0.59 d
	总长/cm	2.35 a	1.93 c	2.20 b	1.92 c	1.80 d	1.12 e
	芽重/mg	4.20 d	4.30 c	5.00 a	4.70 b	4.60 b	2.90 e
	总重/mg	25.30 c	25.60 bc	28.70 a	25.80 b	25.70 b	22.90 d

表 4 碱茅种子在 NaCl 和 Na₂CO₃胁迫下生理指标分析

Table 4 Effect of salt stress on physiological index of *Puccinellia distans*

指标 Index		处理浓度/(mg•L ⁻¹) Concentration					
		0(CK)	500	1000	2000	3000	4000
NaCl	发芽个数	4.70 b	5.00 a	2.00 c	2.00 c	0.00 d	0.00 d
	芽长/cm	0.66 b	0.67 a	0.35 c	0.33 d	0.00 e	0.00 e
	总长/cm	1.02 c	1.18 a	1.05 b	0.80 d	0.00 e	0.00 e
	芽重/mg	1.10 b	1.20 a	0.50 c	0.20 d	0.00 e	0.00 e
	总重/mg	5.80 c	6.90 b	8.50 a	7.00 b	0.00 d	0.00 d
Na ₂ CO ₃	发芽个数	4.00 d	7.50 b	8.00 a	6.50 c	2.00 e	2.00 e
	芽长/cm	0.35 c	0.65 b	0.71 a	0.22 d	0.22 d	0.14 e
	总长/cm	0.73 c	1.21 b	1.29 a	0.59 d	0.32 e	0.28 f
	芽重/mg	0.80 d	1.10 c	1.60 a	1.30 b	1.25 b	0.60 e
	总重/mg	5.25 c	5.27 c	7.50 a	5.40 b	4.80 d	4.70 d

2.2.2 碱茅种子在 NaCl 和 Na_2CO_3 胁迫下的生理指标分析 通过对表 4 数据的分析,碱茅种子的各项生理指标随着 NaCl 浓度的升高呈先升高后降低的趋势,NaCl 浓度为 $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时种子萌发数最高,当 NaCl 浓度大于 $1\,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐胁迫作用增强,种子生长受到很大的抑制;在 Na_2CO_3 胁迫条件下,碱茅种子的各项生理指标同样随着 Na_2CO_3 浓度的升高呈先升高后降低的趋势,当 Na_2CO_3 浓度为 $1\,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时各项生理指标达到最高,但当 Na_2CO_3 浓度大于 $2\,000 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐胁迫作用急剧增强,种子萌发生长受到很大的抑制;通过以上比较发现 NaCl 对碱茅种子萌发以及生理生长方面的胁迫作用比 Na_2CO_3 对其各方面生理指标的胁迫作用强。

3 结论

NaCl 对草木樨和碱茅种子发芽的抑制作用较 Na_2CO_3 的抑制作用强。在不同浓度盐胁迫下,随着盐浓度的增加,草木樨和碱茅种子的发芽势、发芽率、发芽指数和部分萌发生理指标呈先上升后逐渐降低的趋势,较低的盐浓度,可以促进草木樨和碱茅种子的萌发。在相同的盐度下,草木樨的各项生理指标和发芽特性均较碱茅的高,因此,在供试的盐浓度范围内,草木樨的耐盐性比碱茅强。

参考文献:

[1] 周万海,师尚礼,寇江涛.外源水杨酸对苜蓿幼苗盐胁迫的

缓解效应[J].草业学报,2012,21(3):171-176.

- [2] 任小青,冀宏.盐胁迫对碱茅草种子萌发的影响[J].安徽农业科学,2011(19):11740,11770.
- [3] 朱杰辉,林鹏,刘明月.温度和盐分胁迫对野大麦种子萌发的影响[J].草业科学,2007,2(12):30-33.
- [4] 韩建国.草地学[M].3版.北京:中国农业出版社,2007:70-105.
- [5] 刘家宜.天津植物志[M].天津:天津科技出版社,2004:53.
- [6] 韩建国,李鸿祥,马春晖,等.施肥对草木樨生产性能的影响[J].草业学报,2000,9(1):15-26.
- [7] 谢振宇,杨光穗.牧草耐盐性研究进展[J].草业科学,2003,20(8):11-17.
- [8] 刘彦清,董宽虎,王奇丽,等.不同盐分胁迫对高冰草种子发芽的影响[J].草原与草坪,2007(2):18-21.
- [9] 景艳霞,袁庆华.不同钠盐胁迫对苜蓿种子萌发的影响[J].种子,2010,29(2):69-72.
- [10] 张颖超,贾玉山,任永霞.钠盐胁迫对白花草木樨种子发芽的影响[J].草业科学,2013(12):2005-2010.
- [11] F Ghaderi-Far J, Gherekhloo M, Alimaghani. Influence of environmental factors on seed germination and seedling emergence of yellow sweet clover (*Melilotus officinalis*) [J]. Planta Daninha, 2010, 3: 38-45.
- [12] 李响,沈禹颖,阎顺国. NaCl 胁迫下 5 种牧草种子萌发的比较研究[J].草业科学,1997(2):51-54.
- [13] 张颖超,贾玉山,任永霞.钠盐胁迫对白花草木樨种子发芽的影响[J].草业科学,2013(12):2005-2010.
- [14] 杨持.生态学实验与实习[M].北京:高等教育出版社,2003:30-35.
- [15] 李青丰,张海军.几种预处理对促进草地早熟禾种子萌发的效果[J].中国草地,1997(3):28-30.

Effect of Salt Stress on Seed Germination of *Melilotus* and *Puccinellia distans*

ZHAO Man-xing, HE Fei-fei, WANG Wen-qiang

(College of Life Sciences, Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000)

Abstract: In order to explore the planting regular of *Melilotus* and *Puccinellia distans* in the saline-alkali field, the effect of different salt tolerance on plant germination progress were investigated by indoor germination. The paper culture method was used with different NaCl and Na_2CO_3 salt stress solution concentrations, on the physiological indexes of *Melilotus* and *Puccinellia distans* were calculated. The results showed that under the salt stress the germination rate, germination index, some germination physiological indexes and sprouts growth of *Melilotus* and *Puccinellia distans* seeds increased first and then decreased with the increasing of salt concentration; Low concentration could promote the germination of *Melilotus* and *Puccinellia distans*. Under the same salt concentration, the salt tolerance of *Melilotus* was strong than *Puccinellia distans*. *Melilotus* had a relative high salt tolerance than *Puccinellia distans* in the certain salt concentration range, the inhibition of NaCl was strong than Na_2CO_3 on the seed germination of *Melilotus* and *Puccinellia distans*.

Keywords: *Melilotus*; *Puccinellia distans*; salt stress; germination rate; germination physiological index