

文章编号:1673-5021(2010)01-0058-06

# 盐碱及变温条件对花苜蓿种子发芽的影响

管博<sup>1,2,3</sup>,周道玮<sup>4,\*</sup>,田雨<sup>5</sup>,杨季云<sup>5</sup>,肖模昕<sup>5</sup>

(1. 中国科学院烟台海岸带研究所,山东 烟台 264000;2. 中国科学院南海海洋研究所,广东 广州 510301;  
3. 中国科学院研究生院,北京 100049;4. 中国科学院东北地理与农业生态研究所,吉林 长春 130012;  
5. 东北师范大学草地科学研究所植被生态科学教育部重点实验室,吉林 长春 130024)

**摘要:**用3个变温处理(10/20, 15/25, 20/30)、6个浓度盐处理(盐为NaCl,浓度为0、50mmol/L、100mmol/L、150mmol/L、200mmol/L、250mmol/L)和碱处理(碱为Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,浓度为0、5mmol/L、10mmol/L、15mmol/L、20mmol/L、25mmol/L)研究盐、碱以及盐碱与温度的交互作用对两种不同来源花苜蓿种子萌发的影响。结果表明:随着盐、碱浓度的升高,种子发芽率、发芽速度均显著降低。低浓度盐、碱条件下,温度对花苜蓿种子发芽影响不显著;但在较高浓度的盐、碱条件下,不同温度处理对种子发芽率和发芽速度的影响差异显著;最适发芽温度为15/25。随着盐浓度升高,花苜蓿种子胚根长度逐渐减小,但胚轴长度没有明显变化;在一定浓度Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>胁迫下花苜蓿能正常发芽,当Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>浓度为15mmol/L(pH=10.95)时,两种花苜蓿发芽率均高于60%。两种花苜蓿相比较,林下花苜蓿抗盐碱性高于草甸花苜蓿。

**关键词:**花苜蓿;NaCl;Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;发芽率;发芽速度

**中图分类号:**Q948.11 **文献标识码:**A

植物在不同生长时期的耐受性不同,发芽期是决定植物能否成功建植及生长的关键阶段。所以研究种子发芽期对盐碱的响应,并寻找提高其耐受性的方法,是建立人工草地、增加草地产量的重要途径之一。目前,国内外许多学者对盐胁迫下各种种子发芽期的生理生化反应、抗盐性鉴定方法和指标等做了大量研究<sup>[1-5]</sup>。Khan等人<sup>[2-3,13,16-18]</sup>对多种盐生植物在不同NaCl浓度和温度下的发芽反应做过报道。国内也有学者对豆科牧草的抗性做过研究<sup>[6-9]</sup>,但对豆科牧草在种子发芽期对盐、碱的响应报道较少。另外,由于温度也是决定种子发芽时间以及植物分布的重要因子,所以研究温度和各胁迫因子的交互作用对植物发芽的影响更具有必要性和科学性。

花苜蓿(*Medicago ruthenica*)又名扁蓿豆、野苜蓿,是一种多年生豆科牧草,广泛分布于西伯利亚、蒙古和中国北方大部分的山地山坡、混合禾草草原以及草甸草原<sup>[10]</sup>,是松嫩平原地区的一种优势豆科牧草。石凤翎<sup>[11]</sup>等对几种不同花苜蓿材料的抗旱性做了研究;乌日娅等<sup>[12]</sup>对三种不同生态型花苜蓿的形态学特性进行了研究;Balabaev<sup>[13]</sup>研究认为花苜蓿作为一种新的饲料用草具有广泛的应用前景。本文以花苜蓿为研究对象,针对其在松嫩草甸及山地林下两种不同来源的材料,探讨其发芽率、发

芽速度在不同胁迫条件下的反应,以期在花苜蓿抗逆品种选育和种质资源优化等提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试种子为松嫩平原不同地点生长的花苜蓿(*M. ruthenica*),一种来源于林下(取自山坡阳面,与榆树等混生,简称林下花苜蓿),一种来源于草甸(取自草甸,多与羊草、全叶马兰等混生,简称草甸花苜蓿)。所选种子于2005年秋天采集,采收的种子置4℃冰箱中保存。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 种子预处理

试验前所有种子均用浓硫酸(98%)打破硬实。处理时间为15~20min,流水冲洗1h,并用10%次氯酸钠溶液消毒10min,然后回干。

#### 1.2.2 处理方法

分别用NaCl、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液模拟盐、碱胁迫,NaCl浓度分别为0、50mmol/L、100mmol/L、

\*通讯作者

收稿日期:2008-10-29;修回日期:2009-12-02

基金项目:国家重点基础研究发展项目(2007CB106800)

作者简介:管博(1981-),男,吉林伊通人,博士研究生,目前从事湿地恢复研究。

150mmol/L、200mmol/L、250mmol/L;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  浓度分别为 0、5mmol/L、10mmol/L、15mmol/L、20mmol/L、25mmol/L;各浓度范围均为预试验所得。以上各浓度均在 3 个温度水平下试验:10/20、15/25、20/30,均采用高温段 16h 光照 ( $200\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ,400~700nm),低温段 8h 黑暗处理。

在培养皿中铺双层滤纸,分别加入不同浓度溶液 12ml,然后摆入 30 粒种子,每处理 4 次重复,移入培养箱。试验过程中每天用称重法补充蒸发的水分,使各处理浓度保持不变。每天同一时间观察种子发芽情况,并记录发芽数。试验周期为 7d。试验 7d 结束后,随机选取 NaCl 溶液中 10 粒发芽的种子测量胚根和胚轴长度(下胚轴,早期幼苗无上胚轴),以检测盐离子对胚根、胚轴的影响,4 次重复。

### 1.2.3 测定指标

种子发芽率 = 实际发芽数 / (种子总数 - 硬实数)  $\times 100\%$ ;

发芽速度 =  $G/t \times 100\%$  [13] (式中 G 为每天的发芽率, t 为发芽总时间)。

### 1.2.4 数据分析

所有数据均经过反正弦转换进行统计分析,应用 SPSS 11.5 进行数据处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对两种花苜蓿萌发的影响

温度是种子萌发的主要条件之一,是影响盐胁迫下种子萌发的重要生态条件[15]。清水条件下,不同温度对花苜蓿发芽率和发芽速度影响差异不显著,但在同一较高盐碱浓度下,3 个不同温度处理对花苜蓿发芽率和发芽速度影响差异显著。15/25℃ 是花苜蓿发芽的最适温度,温度升高或降低都会降低发芽率,这可能是由于不适温度与盐碱的交互作用使种子萌发的生理生化条件产生了变化,如膜透性以及一些酶的活性等,从而推迟了发芽时间,甚至导致种子由于生理失衡而死亡[16~18]。两种材料对温度和盐的交互作用的响应差异显著,相同温度和盐浓度条件下,林下花苜蓿比草甸花苜蓿耐受性更强。但在最高浓度的盐、碱处理下,除在 25mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  15/25℃ 条件下发芽率为 30.2% 外,3 个温度下两种材料发芽率均低于 10%,差异不显著。

### 2.2 盐胁迫对两种花苜蓿发芽的影响

盐生土壤中所含最多的盐是 NaCl,NaCl 也是限制种子发芽的主要因素之一。由表 1 可知,不同浓度 NaCl 胁迫对花苜蓿种子发芽率、发芽速度的影响差异显著。花苜蓿在清水中发芽率最高,随着 NaCl 溶液浓度的升高发芽率不断下降,这与其他研究如 *Atriplex griffithii*[18] 和 *Cressa cretica*[19] 结果相同。以 15/25℃ 温度条件为例,低浓度 NaCl 溶液抑制作用不明显(如 50mmol/L NaCl 条件下,发芽率为林下花苜蓿 85.1%,草甸花苜蓿 92.3%),与对照(林下花苜蓿 98.8%,草甸花苜蓿 94.6%)无显著差异,但发芽速度随浓度升高均明显降低。林下花苜蓿与草甸花苜蓿的发芽率在低浓度下差异不显著,随着浓度的升高,林下的耐盐性显著高于草甸,当浓度为 250mmol/L 时,两材料发芽率均低于 7% 且差异不显著,原因可能是 250mmol/L NaCl 是花苜蓿种子发芽耐受的上限。

在胚根和胚轴方面(表 1),NaCl 溶液抑制花苜蓿胚根的生长,李海燕等[20] 有过相似的报告。但是 NaCl 溶液对胚轴的生长并没有产生明显抑制作用,原因可能是低浓度 NaCl 溶液造成的低水势造成了种子引发现象。毛培春等[21] 对不同禾本科牧草的萌发试验认为低浓度盐有促进种子生长的作用。

### 2.3 碱胁迫对两种花苜蓿发芽的影响

由表 2 可知,不同浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  胁迫对两种花苜蓿发芽率的影响与 NaCl 胁迫具有相似的趋势。随着  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  浓度的升高,发芽率下降。在低浓度下( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10mmol/L),发芽率与对照之间差异不显著;随着浓度的继续升高,发芽率显著降低。从表 2 可知,各浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液的 pH > 10,花苜蓿仍然能够发芽,但随着  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  浓度继续升高发芽率下降。以相同温度下 50mmol/L NaCl 和 25mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  为例,两种溶液均含有相同浓度的  $\text{Na}^+$ ,50mmol/L NaCl 处理的发芽率高于 83%,而 25mmol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  处理的发芽率均低于 30%,这说明  $\text{CO}_3^{2-}$  对种子发芽的影响大于  $\text{Cl}^-$ ,这与石德成[22] 的结果一致。至少有两个原因导致以上结果的产生:一个是不同离子的影响,另一个是较高 pH 值的作用。当溶液浓度达到足够高的时候,离子与 pH 的交互作用远大于单纯的离子对发芽影响。Campbell 和 Nishio[23] 认为,碱性盐使土壤 pH 升高,导致植物周围环境的离子失衡。松嫩平原花苜蓿种群的土壤环境 pH 约 8.5~10.0,本试验

表1 不同浓度 NaCl 胁迫下花苜蓿发芽情况

Table 1 The seed germination situations of *M. ruthenica* in the different solution of NaCl

花苜蓿 <i>M. ruthenica</i>	温度 Temperature	指标 Index	氯化钠 NaCl (mmol/L)					
			0	50	100	150	200	250
		pH	6.55	6.74	6.85	6.92	6.95	7.05
林下花苜蓿	10/20 ℃	发芽率(%)	97.8 ±1.3a	83.9 ±6.4a	67.4 ±4.1b	43.7 ±10.5c	13.6 ±4.2d	6.2 ±2.6e
		发芽速度(%)	74.3 ±1.5a	47.3 ±3.0b	30.5 ±3.6c	16.6 ±3.6d	4.0 ±1.1e	2.4 ±1.0e
		胚轴长(cm)	0.52 ±0.01	0.51 ±0.01	0.43 ±0.04	0	0	0
		胚根长(cm)	1.82 ±0.13	1.33 ±0.03	0.89 ±0.10	0	0	0
	15/25 ℃	发芽率(%)	98.8 ±1.0a	85.1 ±3.1b	73.1 ±3.8c	69.5 ±4.7c	42.2 ±4.8d	8.9 ±2.5e
		发芽速度(%)	85.8 ±1.0a	59.5 ±2.5b	43.6 ±2.5c	31.5 ±3.1d	18.6 ±1.2e	3.3 ±1.3f
		胚轴长(cm)	0.41 ±0.01	0.48 ±0.02	0.50 ±0.02	0	0	0
		胚根长(cm)	2.59 ±0.09	1.58 ±0.20	0.94 ±0.03	0	0	0
	20/30 ℃	发芽率(%)	97.8 ±1.3a	94.3 ±2.1a	89.0 ±3.9a	52.9 ±8.5b	19.8 ±7.1c	2.1 ±1.2d
		发芽速度(%)	80.2 ±1.1a	63.6 ±1.8b	48.1 ±3.8c	22.5 ±4.6d	7.3 ±2.9e	0.3 ±0.2f
		胚轴长(cm)	0.52 ±0.18	0.67 ±0.21	0.69 ±0.17	0	0	0
		胚根长(cm)	2.98 ±0.06	1.92 ±0.04	1.77 ±0.16	0	0	0
草甸花苜蓿	10/20 ℃	发芽率(%)	96.7 ±2.2a	90.7 ±3.2a	68.1 ±6.4b	27.4 ±13.3c	9.8 ±1.9d	1.3 ±1.3d
		发芽速度(%)	66.7 ±3.2a	50.3 ±3.6b	29.5 ±2.9c	11.4 ±5.8d	3.3 ±0.6e	0.4 ±0.4e
		胚轴长(cm)	0.46 ±0.05	0.41 ±0.08	0.34 ±0.04	0	0	0
		胚根长(cm)	1.45 ±0.00	1.12 ±0.01	0.71 ±0.00	0	0	0
	15/25 ℃	发芽率(%)	94.6 ±1.0a	92.3 ±3.1a	72.7 ±3.8b	59.1 ±4.7c	46.6 ±4.8d	11.4 ±2.5e
		发芽速度(%)	76.4 ±2.2a	61.8 ±0.8b	40.9 ±0.9c	22.7 ±2.7d	17.6 ±3.0e	3.3 ±1.2f
		胚轴长(cm)	0.33 ±0.10	0.36 ±0.04	0.34 ±0.03	0	0	0
		胚根长(cm)	2.48 ±0.01	1.30 ±0.01	0.62 ±0.02	0	0	0
	20/30 ℃	发芽率(%)	95.7 ±2.9a	86.9 ±2.4a	66.2 ±6.6b	30.2 ±4.2c	12.4 ±3.4d	5.3 ±2.1d
		发芽速度(%)	73.3 ±3.3a	47.9 ±4.8b	27.8 ±0.8c	11.7 ±2.1d	3.3 ±1.7e	0.9 ±0.4e
		胚轴长(cm)	0.48 ±0.08	0.51 ±0.11	0.48 ±0.08	0	0	0
		胚根长(cm)	2.19 ±0.02	1.63 ±0.02	1.12 ±0.02	0	0	0

注:不同字母表示不同浓度间差异显著( $P < 0.05$ ),下同。

Note: Different letters indicate significant differences from different salt concentrations ( $P < 0.05$ ). The same as below.

中花苜蓿在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  浓度为 15mmol/L、pH 为 10.95 条件下的发芽率均高于 60%,说明其具有很强的耐碱性。两种材料相比较,林下花苜蓿的耐碱性明显优于草甸花苜蓿。

不同温度与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的交互作用对两种材料的

发芽速度有影响(表2)。低浓度下,3个温度对发芽速度的影响差异不显著,但随着  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  浓度的升高,10/20 ℃和 20/30 ℃温度下的发芽速度下降趋势明显高于 15/25 ℃,且差异显著。

表2 不同浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 胁迫下花苜蓿的发芽情况Table 2 The seed germination situations of *M. ruthenica* in the different solution of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

花苜蓿 <i>M. ruthenica</i>	温度 Temperature	指标 Index	碳酸钠 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mmol/L)					
			0	5	10	15	20	25
		pH	6.55	10.8	10.86	10.95	11.05	11.2
林下花苜蓿	10/20 ℃	发芽率 (%)	96.5 ±2.1a	98.1 ±1.9a	93.3 ±2.4a	74.1 ±3.7b	49.0 ±10.1c	12.6 ±2.0d
		发芽速度 (%)	78.8 ±1.8a	75.7 ±1.5ab	71.7 ±2.5bc	50.2 ±3.5d	30.9 ±7.3e	8.2 ±1.7f
	15/25 ℃	发芽率 (%)	96.5 ±1.0a	96.6 ±1.7a	94.3 ±1.7a	90.8 ±0.8a	65.3 ±6.6b	30.2 ±5.2c
		发芽速度 (%)	79.5 ±3.7a	78.4 ±0.9a	70.2 ±2.0ab	62.8 ±1.2bc	44.2 ±4.8d	18.8 ±3.3e
	20/30 ℃	发芽率 (%)	97.7 ±2.3a	96.8 ±1.1a	96.7 ±2.1a	71.6 ±6.8b	29.1 ±3.2c	6.6 ±2.8d
		发芽速度 (%)	85.0 ±1.2a	81.0 ±1.8a	76.2 ±3.4a	52.8 ±5.2b	22.4 ±2.5c	4.6 ±1.9d
草甸花苜蓿	10/20 ℃	发芽率 (%)	94.4 ±3.2a	98.9 ±1.1a	91.5 ±2.2a	74.9 ±1.8b	28.7 ±2.9c	4.5 ±0.0d
		发芽速度 (%)	69.3 ±3.4a	71.4 ±2.4a	59.2 ±1.6b	40.7 ±2.6c	15.7 ±0.7d	1.6 ±0.2e
	15/25 ℃	发芽率 (%)	95.3 ±0.1a	94.0 ±3.6a	87.4 ±6.3a	90.4 ±6.9a	47.6 ±3.3b	6.7 ±0.6c
		发芽速度 (%)	75.2 ±2.9a	74.7 ±2.9a	60.0 ±4.6b	53.0 ±6.1b	26.7 ±2.0c	2.4 ±0.8d
	20/30 ℃	发芽率 (%)	94.1 ±2.3a	91.2 ±2.8a	90.0 ±2.0a	60.1 ±10.8b	24.4 ±6.7c	0.0 ±0.0d
		发芽速度 (%)	73.1 ±2.6a	65.1 ±2.6ab	60.3 ±2.4bc	38.3 ±7.2d	14.2 ±4.0e	0.0 ±0.0f

### 3 小结

3.1 在一定的盐碱条件下,花苜蓿在 15/25 ℃ 条件下的发芽率显著高于其他两个温度,说明 15/25 ℃ 为花苜蓿种子发芽的最适温度。

3.2 在 50mmol/L NaCl 胁迫下,花苜蓿种子的发芽率与对照差异不显著,但随着 NaCl 浓度继续升高,发芽率逐渐下降,最高耐受浓度为 250mmol/L。NaCl 溶液抑制花苜蓿胚根的生长,但对胚轴生长无显著影响。

3.3 花苜蓿种子发芽能够耐受一定浓度的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 在 pH 值较高的情况下仍然能够维持较高的发芽率。两种花苜蓿相比较,林下花苜蓿的耐碱性明显优于草甸花苜蓿。

#### 参考文献(References):

- [1] Keiffer C W, Ungar I A. Germination responses of halophyte seeds exposed to prolonged hyper saline conditions[M]// M A Khan, I A Ungar. Biology of salt tolerant plants. Department of Botany, University of Karachi, Pakistan, 1995:43-50.
- [2] Khan M A, Ungar I A. Influence of salinity and temperature on the germination of *Haloxylon recurvum* [J]. *Annals of Botany*, 1996, 78:547-551.
- [3] Khan M A, Salman Gulzar. Seed germination of a halophytic grass *Aeluropus lagopoides* [J]. *Annals of Botany*, 2001, 87: 319-324.
- [4] Ungar I A. Germination ecology of halophytes[M]// D N Sen, K S Rajpurohit. Contribution to the ecology of halophytes. *The Hague, Junk*, 1982:143-154.
- [5] Welbaum G E, Tissaoui T, Bradford K J. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). Sensitivity of germination to water potential and abscisic acid during development[J]. *Plant Physiology*, 1990, 92:1029-1037.
- [6] 王颖,穆春生,王彦靖,李晓宇. 松嫩草地主要豆科牧草种子萌发期耐旱性差异研究[J]. *中国草地学报*, 2006, 28(1):7-11. Wang Ying, Mu Chunsheng, Wang Yanjing, Li Xiaoyu. Study on the difference of drought resistance of main legumes in Songnen grassland at germination stage[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2006, 28(1):7-11.
- [7] 姜义宝,李建华,方丽云,王成章. 钙处理对苜蓿幼苗抗旱性的影响[J]. *中国草地学报*, 2008, 30(1):17-20. Jiang Yibao, Li Jianhua, Fang Liyun, Wang Chengzhang. Effect of calcium on drought resisting of alfalfa seedlings[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2008, 30(1):17-20.
- [8] 殷秀杰,王明玖,石凤翎,崔国文. 三种三叶草幼苗期抗旱性差异的研究[J]. *中国草地学报*, 2008, 30(2):68-73. Yin Xiujie, Wang Mingjiu, Shi Fengling, Cui Guowen. The differences of drought resistance of three species of clovers during seedling stage[J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2008, 30(2):68-73.
- [9] 杨德光,郭景文,马明祥. 四种牧草种子萌发期抗旱性的研究[J]. *草原与草坪*, 1995, (3):26-28.

- Yang Deguang, Guo Jingwen, Ma Mingxiang. The drought tolerance of four forage germination stage [J]. *Grassland and Turf*, 1995, (3) :26-28.
- [10] Small E, Jomphe M. A synopsis of the genus *Medicago* (Leguminosae) [J]. *Canadian Journal of Botany*, 1989, 67: 3260-3294.
- [11] 郝建辉, 石凤翎. 不同扁蓿豆材料抗旱性比较研究[J]. *中国草地学报*, 2006, 28(3) :39-43.  
Hao Jianhui, Shi Fengling. Study on drought resistance of *Melilotoides ruthenica* accessions [J]. *Chinese Journal of Grassland*, 2006, 28(3) :39-43.
- [12] 乌日娅, 雍世鹏, 包贵平. 扁蓿豆生态生物学特性的比较研究[J]. *中国草地*, 1994, (2) :1-7.  
Wu Riya, Yong Shipeng, Bao Guiping. A comparative study on ecobiological characteristics of *Melilotoides ruthenica* [J]. *Grassland of China*, 1994, (2) : 1-7.
- [13] Balabaev G A. Yellow lucernes of Siberia, *Medicago ruthenica* (L.) Lebd. and *M. platycarpus* (L.) Lebd. Bull App Bot Genet [J]. *Plant Breeding Service*, 1934, 7:113-123.
- [14] Khan M A, Ungar I A. The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd [J]. *American Journal of Botany*, 1984, 71 :481-489.
- [15] 渠晓霞, 黄振英. 盐生植物种子萌发对环境的适应策略[J]. *生态学报*, 2005, 25(9) :2390-2398.  
Qu Xiaoxia, Huang Zhenying. The adaptive strategies of halophyte seed germination [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(9) :2390-2398.
- [16] Ungar I A. Seed germination and seed-bank ecology of halophytes [M] // Kigel J, Galili G Seed development and germination. New York: *Marcel Dekker Inc.*, 1995 :599-629.
- [17] Khan M A, Ungar I A. Seed germination and dormancy of *Polypogon aviculare* L. as influenced by salinity, temperature, and gibberellic acid [J]. *Seed Science and Technology*, 1998, 26:107-117.
- [18] Khan M A, Rizvi Y. Effect of salinity, temperature, and growth regulators on the germination and early seedling growth of *Atriplex griffithii* var. *stocksii* [J]. *Canadian Journal of Botany*, 1994, 72 :475-479.
- [19] Khan M A. Studies on germination of *Cressa cretica* [J]. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 1991, 4: 89-98.
- [20] 李海燕, 丁雪梅, 周婵, 杨允菲. 盐胁迫对三种盐生禾草种子萌发及其胚生长的影响[J]. *草地学报*, 2004, 12(1) :46-50.  
Li Haiyan, Ding Xuemei, Zhou Chan, Yang Yunfei. The effect of saline stress on the germination and embryo growth of three saline-grass seeds [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2004, 12(1) :46-50.
- [21] 毛培春, 王勇. 不同禾本科牧草材料种子萌发的耐盐性试验[J]. *内蒙古农业大学学报*, 2004, 25(2) :115-118.  
Mao Peichun, Wang Yong. Experiment on salt resistance in seed germination stage of six grass varieties [J]. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University*, 2004, 25(2) : 115-118.
- [22] 石德成, 殷立娟. 盐 (NaCl) 与碱 (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 对星星草胁迫作用的差异[J]. *植物学报*, 1993, 35(2) :144-149.  
Shi Decheng, Yin Lijuan. Difference between salt (NaCl) and alkaline (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) stresses on *Puccinellia tenuiflora* (Griseb.) Scribn. et Merr. plants [J]. *Acta Botanica Sinica*, 1993, 35(2) :144-149.
- [23] Campbell S A, Nishio J N. Iron deficiency studies of sugar beet using an improved sodium bicarbonate-buffered hydroponics growth system [J]. *Journal of Plant Nutrition*, 2000, 23 :741-757.

## Effect of Salinity, Alkalinity and Temperature on Germination of *Medicago ruthenica* Seeds

GUAN Bo<sup>1,2,3</sup>, ZHOU Dao-wei<sup>4</sup>, TIAN Yu<sup>5</sup>, YANG Ji-yun<sup>5</sup>, XIAO Mo-xin<sup>5</sup>

1. Yantai Institute of Coastal Zone Research, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264000, China;
2. South China Institute of Ocean, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China;
3. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Northeast Institute of Geography and Agro-ecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China;
5. Institute of Grassland Science, Northeast Normal University, Key Laboratory of Vegetation Ecology, Ministry of Education, Changchun 130024, China)

**Abstract:** The effects of salinity, alkalinity and temperature on germination of two accessions of *Medicago ruthenica* under different treatments of temperature (10/20, 15/25, 20/30), NaCl (0, 50mmol/L, 100mmol/L, 150mmol/L, 200mmol/L, 250mmol/L) and Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (0, 5mmol/L, 10mmol/L, 15mmol/L, 20mmol/L, 25mmol/L) were studied. The results showed that the germination percentage and the germination rate were not significantly affected by low salt concentrations and their interactions with temperature, but at higher level of salt concentrations, there were significant effects on germination percentage and the germination rate. The optimum temperature for seed germination was 15/25. Radicles of *M. ruthenica* were significantly affected by low salt concentrations, but not for hypocotyl. *M. ruthenica* germinated well in some Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> concentrations lower than 20mmol/L, germination percentage of two accessions of *M. ruthenica* were higher than 60% at 15mmol/L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (pH = 10.95). The tolerance of Linxia was higher than Caodian.

**Key words:** *Medicago ruthenica*; NaCl; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Germination percentage; Germination rate