

# 多种盐胁迫对中华补血草种子萌发及幼苗生长的影响

李妍<sup>1,2</sup>

(1. 德州学院 生物系, 山东 德州 253023; 2. 山东师范大学 逆境植物研究所, 山东 济南 250014)

**摘要:** 研究了不同浓度的 NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 及混合溶液对补血草种子萌发的影响。结果表明: 低浓度的单盐胁迫有利于补血草种子的萌发, 但在较高盐浓度条件下, 随着盐浓度的提高, 发芽率、幼苗叶长、根长均呈下降趋势, 盐胁迫对根长比 对叶长的抑制作用明显。

**关键词:** 盐胁迫; 中华补血草; 种子; 发芽率  
**中图分类号:** S 681.904<sup>+</sup>.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2009)05—0054—04

由于土壤盐化与碱化往往相伴发生, 所以长期以来人们将土壤可溶性盐的增加笼统地称为“土壤盐碱化”。我国北方盐碱地多属于既含有中性盐又含有碱性盐的复合盐碱地, 盐化和碱化往往相伴发生<sup>[1-3]</sup>。研究表明: 中性盐胁迫与碱胁迫实际是 2 种性质不同的胁迫, 应该将前者称为盐胁迫, 而将后者称为碱胁迫。碱胁迫比盐胁迫具有更大的生态破坏力。尽管目前在认识植物抗盐机制方面有了长足进展, 但在碱性胁迫及盐碱混合胁迫方面仍很少有人涉及<sup>[4,5]</sup>。中华补血草 (*Limonium Sinense* Kuntze) 属蓝雪科, 补血草属多年生草本植物。该植物耐盐、耐湿、耐干旱、耐瘠薄, 可在沙壤地、盐碱地和滨海滩涂等盐渍化程度较高的土壤中生长, 既可用做天然干花、鲜切花材料, 又是药用植物, 具有祛湿、清热、止血、温中健脾、滋补强壮之功效<sup>[6,7]</sup>。试验对硫酸钠、氯化钠、碳酸钠及混合盐溶液对补血草种子萌发的影响进行研究, 探讨一定环境中盐对中华补血草种子的作用, 以期为绿化作物补血草的推广应用提供参考资料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

中华补血草采自山东省东营市郊区盐碱地。

### 1.2 试验方法

试验所用盐溶液试剂为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、NaCl、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和混合溶液, 每种试剂采用 5 个浓度梯度处理 (表 1), 用去离子水配制, 用滴加去离子水的平皿作对照, 每个处理设 3 次重复。

挑选颗粒饱满、大小一致的补血草种子, 用 0.1% HgCl<sub>2</sub> 消毒 10 min, 蒸馏水冲洗 4 次, 用滤纸吸干外附水分, 从中随机取 50 粒种子, 均匀排列在加相应处理溶液

至滤纸饱和的培养皿中进行胁迫处理, 每处理 3 皿重复, 置智能型人工气候箱中 (上海一恒科学仪器有限公司生产 MGC-300H 型), 温度保持 (22±2) °C, 湿度 50%, 模拟自然条件下光照。试验过程中每天更换溶液, 使各处理的浓度保持不变。每天统计发芽数, 9 d 后进行总计数和相应指标的测定<sup>[8,9]</sup>。

表 1 各处理的浓度、成分

Table 1 The composition concentration of a set of salt treatments

| 处理编号            | 氯化钠  | 硫酸钠                             | 碳酸钠                             | 混合盐 Mixed salt  |                 |                              |                              |
|-----------------|------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| Na of treatment | NaCl | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | Na <sup>+</sup> | Cl <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |
| CK              | 0    | 0                               | 0                               | 0               | 0               | 0                            | 0                            |
| 1               | 50   | 10                              | 10                              | 90              | 50              | 10                           | 10                           |
| 2               | 200  | 50                              | 50                              | 400             | 200             | 50                           | 50                           |
| 3               | 400  | 150                             | 75                              | 850             | 400             | 150                          | 75                           |
| 4               | 600  | 200                             | 150                             | 1 300           | 600             | 200                          | 150                          |
| 5               | 800  | 400                             | 200                             | 2 000           | 800             | 400                          | 200                          |

### 1.3 测定方法

统计发芽数至 9 d 发芽基本结束时为止, 测定每个处理全部发芽种子的幼苗的根长、叶长和叶宽, 计算发芽率。种子活力测定按种子检验原理和技术<sup>[10]</sup>进行。

发芽率 (GR) = 每天统计发芽种子数 / 供试种子数 × 100%; 发芽势 (GV) = 1 d 最多发芽种子数 / 供试种子数 × 100%; 发芽指数 (GI) =  $\sum (G_t / D_t) (G_t \text{ 指在时间 } t \text{ 日内的发芽数, } D_t \text{ 为相应的发芽天数})$ ; 相对盐害率 = (对照发芽率 - 盐处理发芽率) / 对照发芽率 × 100%; 相对发芽率 = 盐处理发芽率 / 对照发芽率 × 100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 盐胁迫对种子萌发各项指标的影响

在 4 种盐的胁迫下, 中华补血草种子在 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10 mmol/L, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 mmol/L 浓度下发芽率高于对照。另外, 3 种盐的处理发芽率均随浓度的升高而降低, 其中 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 第 2 处理 (浓度见表 1) 的发芽率与对照相比降低并不明显, 说明中华补血草种子具有一定程度的耐盐性。低浓度 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 胁迫下中华补血草种

作者简介: 李妍 (1975-), 女, 山东陵县人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物生理与分子生物学。E-mail: lykxy0524@163.com。

基金项目: 德州市科技攻关资助项目 (042102)。

收稿日期: 2008-12-27

子发芽率比对照高,表明低浓度  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  胁迫促进中华补血草种子的萌发;在高浓度下,中华补血草种子的发芽率为 0。混合盐胁迫下,只有最低浓度下种子才萌发,说明混合盐对中华补血草种子的胁迫最大。

补血草种子在  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  及混合盐溶液 4 种胁迫条件下,叶长和叶宽均比 CK 条件下变小,随着

盐浓度升高,胁迫将更严重。数据表明:  $\text{NaCl}$  溶液比  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液对补血草幼苗的叶长和叶宽影响明显。在单盐胁迫下,盐胁迫对叶长的影响比对叶宽的影响大。相对于单盐胁迫,混合盐溶液对补血草幼苗的叶长和叶宽影响更明显。

表 2 盐胁迫下种子发芽率、相对发芽率、发芽势、发芽指数、相对盐害率

| Table 2 The germination rate,vigour of germination,germination index number,relative germination rate,relative salt damage rate |                                       |                  |                       |                   |                           |                           |             |            |
|---|---------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|------------|
| 处理  | 浓度处理                                  | 发芽率              | 发芽势                   | 发芽指数              | 相对发芽率                     | 相对盐害率                     | 叶长          | 叶宽         |
| Treatment   | Concentration/ mmol · L <sup>-1</sup> | Germination rate | Vigour of germination | Germination index | Relative germination rate | Relative salt damage rate | Leaf length | Leaf width |
| $\text{Na}_2\text{CO}_3$  | CK                                    | 0.95a            | 0.94a                 | 74.34a            | 1                         | 0                         | 7.1         | 1.97       |
|   | 10                                    | 0.99a            | 0.96a                 | 79.69a            | 1.04                      | -0.04                     | 7.03        | 2.13       |
|   | 50                                    | 0.79a            | 0.79a                 | 41.23a            | 0.83                      | 0.18                      | 0           | 0          |
|   | 75                                    | 0.78a            | 0.78a                 | 38.07a            | 0.82                      | 0.18                      | 0           | 0          |
|   | 150                                   | 0.09b            | 0.09b                 | 0.06b             | 0.09                      | 0.91                      | 0           | 0          |
|   | 200                                   | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
| $\text{NaCl}$   | 50                                    | 0.92a            | 0.92a                 | 58.34a            | 0.97                      | 0.03                      | 6.7         | 1.97       |
|   | 200                                   | 0.22c            | 0.22c                 | 9.18c             | 0.23                      | 0.77                      | 5.17        | 1.67       |
|   | 400                                   | 0.1              | 0.1                   | 3.42              | 0.11                      | 0.89                      | 3.78        | 1.06       |
|   | 600                                   | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
|   | 800                                   | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$  | 10                                    | 0.97a            | 0.97a                 | 71.78a            | 1.02                      | -0.02                     | 6.8         | 1.93       |
|   | 50                                    | 0.94c            | 0.94c                 | 47.56a            | 0.99                      | 0.01                      | 6.5         | 1.63       |
|   | 150                                   | 0.13c            | 0.13c                 | 4.34b             | 0.14                      | 0.86                      | 4.28        | 1.28       |
|   | 200                                   | 0.05c            | 0.05c                 | 1.49c             | 0.05                      | 0.95                      | 3.5         | 0.83       |
|   | 400                                   | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
| 混合盐   | CK                                    | 0.95a            | 0.95a                 | 40.62a            | 0.89                      | 0.11                      | 7.1         | 1.97       |
|   | 1                                     | 0.85c            | 0.85c                 | 0.004c            | 0.01                      | 0.99                      | 5.6         | 1.8        |
|   | 2                                     | 0.01c            | 0.01c                 | 0.004c            | 0.01                      | 0.99                      | 0           | 0          |
|   | 3                                     | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
|   | 4                                     | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |
|   | 5                                     | 0                | 0                     | 0                 | 0                         | 1                         | 0           | 0          |

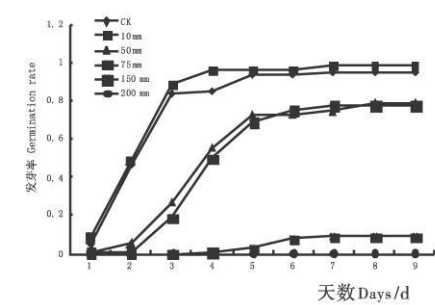


图1 碳酸钠对发芽率的影响

Fig. 1 On the germination rate of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

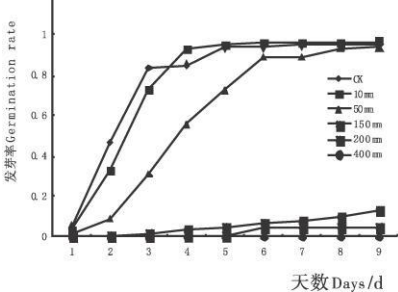


图3 硫酸钠对发芽率的影响

Fig. 3 On the germination rate of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

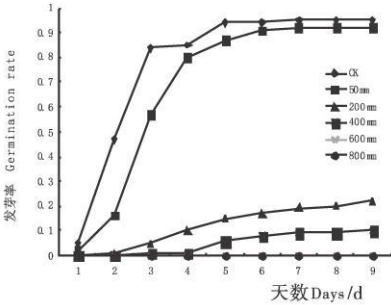


图2 氯化钠对发芽率的影响

Fig. 2 On the germination rate of  $\text{NaCl}$

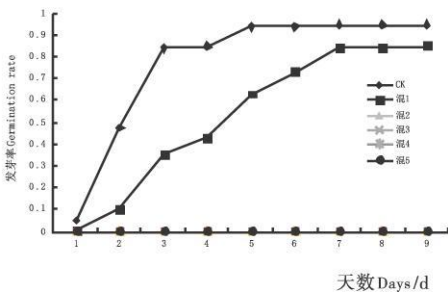


图4 混合盐溶液对发芽率的影响

Fig. 4 On the germination rate of mixed solution

2.2 盐胁迫对发芽率影响

不同盐碱胁迫条件下补血草种子发芽率的测定结果见图 1、2、3、4 与  $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  相比,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  对补血草种子萌发胁迫最明显,当种子处于 10、50、75、150 mmol/L 的胁迫下,种子可以萌发,盐浓度超过 150 mmol/L 时,种子不能萌发。在观察第 7 天时,处于 50、75、150 mmol/L 盐浓度胁迫的幼苗和种子已被盐溶液杀死,失去活性。在  $\text{NaCl}$  盐溶液胁迫下,补血草种子比 CK 条件下种子萌发较慢,当盐溶液为超过 400 mmol/L 时,补血草种子将不再萌发。在  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

盐溶液胁迫下,补血草比 CK 条件下种子萌发慢,当盐溶液超过 200 mmol/L 时,补血草种子也将不再萌发。与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  种单盐胁迫相比,混合盐胁迫对种子影响最大,只有在最低盐浓度胁迫下,补血草种子才会萌发,提高盐胁迫条件下盐浓度,补血草种子将不会萌发。

### 2.3 盐胁迫对叶长、根长的影响

补血草种子在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  及混合溶液 4

种条件胁迫下,叶长和根长均比 CK 条件下变短,随着盐浓度升高,胁迫将更明显。数据表明:在  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10 mmol/L 胁迫下,对中华补血草根长的影响很大,而对叶长几乎没有影响。在单盐胁迫下, $\text{NaCl}$  的胁迫对补血草幼苗根长的影响最大。与单盐胁迫相比,混合盐胁迫对根长的影响仍最明显。盐胁迫对补血草幼苗根长的影响比叶长的影响明显。

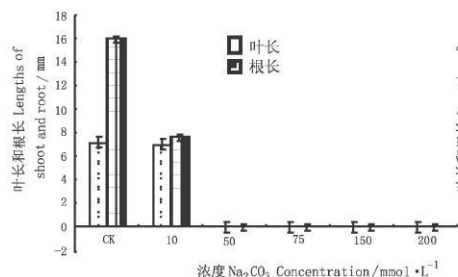


图5 碳酸钠对叶长、根长的影响

Fig. 5 On the length of shoot and foot of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

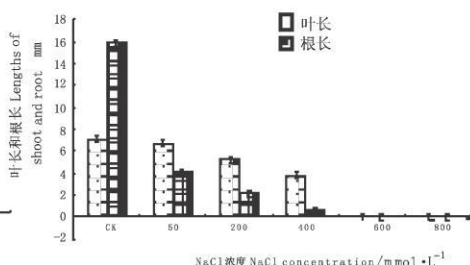


图6 氯化钠对叶长、根长的影响

Fig. 6 On the length of shoot and foot of  $\text{NaCl}$

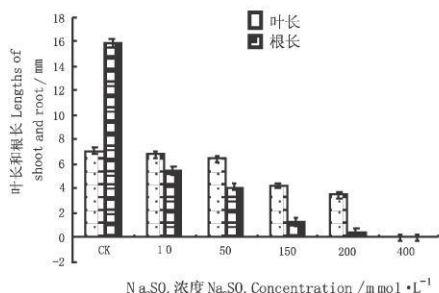


图7 硫酸钠对叶长、根长的影响

Fig. 7 On the length of shoot and foot of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

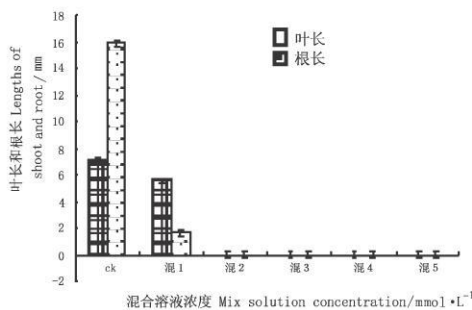


图8 混合盐溶液对叶长、根长的影响

Fig. 8 On the length of shoot and foot of mixed solution

长的影响比对叶长、叶宽的影响大,对叶长的影响比叶宽大。

相对于单盐胁迫,混合盐胁迫对补血草种子发芽率、叶长、叶宽和根长各项测定指标影响均比单盐胁迫明显。总之,混合盐胁迫对补血草的萌发和生长破坏最为严重。

### 参考文献

- [1] 邓旺华,王雁.补血草属植物在城市绿化中的应用[J].中国城市林业,2006(2):95-100.
- [2] 黄勇,张秀省,孟磊磊.野生花卉补血草属及其开发利用[J].中国种业,2002(8):42.
- [3] 江泽慧.中国盐碱地绿化造林与可持续发展研讨会论文集[C].天津:天津科学出版社,2001.
- [4] 孔冬瑞,王仲礼,张萍.野生花卉紫花补血草种子萌发特性研究[J].北方园艺,2006(4):123-125.

### 3 结论

种子萌发是植物生命起始的重要事件,也是植物最早接受盐胁迫的阶段。了解种子萌发对盐的胁迫反应,是系统认识盐渍伤害机理的较好途径<sup>[11-12]</sup>。试验结果表明,在单盐胁迫条件下,随着  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaCl}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  盐浓度的增加,补血草种子的发芽率,幼苗的叶长、叶宽和根长迅速下降,外观表现为种子不萌发,幼苗生长的延缓或延滞,甚至失去活性。

单盐胁迫时,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  对补血草种子发芽率影响最大,  $\text{NaCl}$  对补血草幼苗根长、叶长和叶宽影响最明显,盐胁迫对补血草幼苗根

- [5] 刘萍,张广民,赵国柱.盐分胁迫对园林植被高羊茅种子萌发的影响[J].山东林业科技,2006(6):114-117.
- [6] 林栖凤.耐盐植物研究[M].北京:科学出版社,2004:29-31.
- [7] 武德,曹帮华,刘欣玲,等.盐碱胁迫下刺槐种子萌发主导因素的确定[J].山东农业科学,2007,20(1):68-69.
- [8] 山东农学院,西北农学院编.植物生理学试验指导[M].济南:山东科技出版社,1985.
- [9] 谢承陶.盐渍土改良原理与作物抗性[M].北京:中国农业科技出版社,1993.
- [10] 颜启传.种子检验原理和技术[M].杭州:浙江大学出版社,2001:66-102.
- [11] 王雁,于红立.四种草坪草抗盐能力的研究[J].中国城市林业,2004(6):74-78.
- [12] WEI J J. Hopf Bifurcation Analysis for a Delayed Nicholson Blowflies Equation[J]. Nonlinear Analysis, 2005, 60: 1351-1367.

# 白菜丝核菌叶腐病原菌鉴定及生物学特性研究

刘志恒, 李艳君, 杨红, 钱国东, 孙俊

(沈阳农业大学 植物保护学院 辽宁 沈阳 110161)

**摘要:** 对白菜丝核菌叶腐病标样进行了鉴定及生物学特性研究。结果表明:白菜丝核菌叶腐病病原为立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani* Kühn)。病原菌菌丝最适生长条件为:20~25℃, pH 7, PDA 培养基, 黑暗条件, 在供试的碳、氮源中, 对可溶性淀粉和酵母浸膏利用最好; 菌核形成的最适条件为:28℃, pH 7, 查氏培养基, 光照条件, 以可溶性淀粉和蔗糖为碳源的查氏培养基有利于菌核的形成, 硫酸铵培养基主要在气生菌丝上形成小而多的菌核, 甘氨酸培养基形成的菌核较大。

**关键词:** 白菜丝核菌叶腐病; 立枯丝核菌; 生物学特性  
**中图分类号:** S 436.341.1<sup>+</sup>9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001—0009(2009)05—0057—04

立枯丝核菌引起的病害种类繁多, 很多病害在生产上危害较为严重。由该菌引起的白菜叶腐病, 在我国一直是一个危害并不严重的次要病害。但近年来, 在华南地区的广西以及辽宁省时有发生。尽管辽宁地处北国, 但由于近年来温室效应的不断增强, 大区域气候条件变化的影响, 温度的升高对北方省区一些作物病害的发生形成了较为有利的促进条件。因此该病在一些白菜栽培地区的秋菜采收期的为害有加重趋势。此病发生, 不仅在白菜生长后期直接造成危害, 而且在秋菜贮藏期间仍可继续扩展, 加剧危害, 导致后继的损失。如若继续

白菜生产上普遍而严重发病, 将会造成较大的经济损失, 以致影响白菜种植业的健康发展。

关于白菜立枯丝核菌引起的叶腐病, 国内外的研究报道极少, 病害有效的防治方法更为少见。为明确白菜丝核菌叶腐病病原菌的生物学特性, 该试验对采集的白菜丝核菌叶腐病标样, 进行了病原菌分离、鉴定, 并进行了病菌生物学特性研究。以便未雨绸缪, 为病害发生规律的研究和病害综合防治科学制定提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 症状描述及病原菌鉴定

白菜丝核菌叶腐病标样采自沈阳农业大学植物保护学院植物免疫研究所。试验对病害症状特点进行了观察描述, 并采用常规组织分离法和水琼脂法进行了病原菌分离, 获得纯培养, 进行病原菌形态鉴定<sup>1~4</sup>。

**第一作者简介:** 刘志恒(1954-), 男, 博士, 教授, 现从事植物病理学及真菌学等教学与研究工作。E-mail: lzhh1954@sina.com。  
**收稿日期:** 2008—12—15

## Salt Stress on Seed Germination and Seedling Growth of *Limonium sinense* (Grard) Kuntze

LI Yan<sup>1, 2</sup>  
(Department of Biological Science, Dezhou University, Dezhou, Shandong 253023, China)

**Abstract:** Studied the influence which the seeds of *Limonium sinense* (Grard) Kuntze sprouts and growth under different concentration of NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and the mixed solution. The result indicated that, the influence of mixed solution to the seed *Limonium sinense* (Grard) Kuntze was the biggest, the concentration of salt solution was bigger, the germination rate of the seeds of *Limonium sinense* (Grard) Kuntze was smaller and the length of shoot and root were shorter. The suppression of salt stress with the length of root was bigger than the suppression of salt stress with the length of shoot.

**Key words:** Salt stress; The seed of *Limonium sinense* (Grard) Kuntze; Germination rate; The length of shoot and foot