

文章编号: 1007- 2985(2006) 01- 0093- 04

# Mn<sup>2+</sup> 和 Mo<sup>6+</sup> 对棉花幼苗生长耐盐性的影响

汤菊香, 李广领, 徐新娟, 李琦路  
(河南科技学院生命科技学院, 河南 新乡 453003)

**摘 要:** 研究了 Mn<sup>2+</sup> 和 Mo<sup>6+</sup> 混合液浸种对棉花幼苗生长耐盐性的影响. 结果表明, 适宜浓度的 Mn<sup>2+</sup> 和 Mo<sup>6+</sup> 能明显提高盐渍土中棉花幼苗长度、根系活力、叶片叶绿素含量、过氧化物酶(POD) 活性, 即提高了棉花幼苗生长的耐盐性, 其中以 1 000 mg L<sup>-1</sup> Mn<sup>2+</sup> + 200 mg L<sup>-1</sup> Mo<sup>6+</sup> 效果最佳.

**关键词:** Mn<sup>2+</sup>; Mo<sup>6+</sup>; 棉花; 幼苗生长; 耐盐性

**中图分类号:** Q946. 91; S562

**文献标识码:** B

耕地盐渍化是一些地区生态环境恶化的一种表现, 是目前农业生产过程中不容忽视的问题, 因此人们日益关注盐渍化耕地的控制和利用<sup>[1]</sup>. 通过合理排灌、淡水洗涤、施用化学改良药剂而改善盐渍土和抗性育种、筛选高抗性品种固然重要, 但实践表明其不仅成本高, 而且效果也不理想<sup>[2]</sup>. 所以, 利用某些化学物质处理农作物, 改善作物自身生理性状, 提高其抗盐性, 可以为合理高效利用盐渍土地提供新的思路与方向. Mn 和 Mo 都是植物生长的必需元素, 尽管利用 Mn 和 Mo 调节植物生长的报道不少, 但未见将二者应用于盐渍土棉花幼苗生长的相关报道. 为此, 笔者将 Mn 和 Mo 结合对盐渍土棉花幼苗生长的影响做了初步研究, 以为棉花的抗盐栽培提供理论依据.

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料和试剂

棉花品种为 新高抗 5 号, 由河南科技学院棉花生物技术实验室提供, 棉花种子经硫酸脱绒处理后晾干备用.

NaNO<sub>3</sub> (AR.) 由国营上海试剂厂生产; 无水 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和 MgSO<sub>4</sub> (AR.) 由洛阳市化学试剂厂生产; CuSO<sub>4</sub> (AR.) 由广州化学试剂厂生产; KNO<sub>3</sub> (AR.) 由焦作化工三厂生产; Mn<sup>2+</sup> 为天津化学试剂厂生产的 AR. 级 MnCl<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O; Mo<sup>6+</sup> 为上海胶体化工厂生产的 AR. 级 H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O.

### 1.2 试验设计

试验采取两因素三水平随机区组设计. Mn<sup>2+</sup> 为 A 因素, 设 1 800 mg L<sup>-1</sup> (A<sub>1</sub>), 1 000 mg L<sup>-1</sup> (A<sub>2</sub>), 200 mg L<sup>-1</sup> (A<sub>3</sub>) 等 3 个浓度; Mo<sup>6+</sup> 为 B 因素, 设 1 800 mg L<sup>-1</sup> (B<sub>1</sub>), 1 000 mg L<sup>-1</sup> (B<sub>2</sub>), 200 mg L<sup>-1</sup> (B<sub>3</sub>) 等 3 个浓度; 对照为去离子水, 共 10 个处理. 试验重复 3 次.

### 1.3 处理和测定方法

模拟盐渍土的制备: 将 NaNO<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub> 和无水 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 配制成离子总质量分数为 1. 5

收稿日期: 2005- 08- 10

基金项目: 河南省自然科学基金资助项目(0311030300)

作者简介: 汤菊香(1963- ), 女, 河南省孟州人, 河南科技学院生命科技学院副教授, 主要从事植物生理生化研究.

$10^{-3}$  的盐液, 每个发芽盒中的砂基用 200 m 盐液浸泡, 即为模拟盐渍土。

将棉花种子分别在 10 个处理液中浸泡 24 h, 各取 60 粒分别置于发芽盒, 于 18~ 26 的室内散射光下培养. 12 d 后用直尺测幼苗长度, TTC 法测定幼苗根系活力<sup>[3]</sup>, 分光光度法测幼苗叶片叶绿素质量分数<sup>[4]</sup>, 愈创木酚法测幼苗过氧化物酶(POD)活性<sup>[5]</sup>.

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同处理的盐渍土中棉花幼苗生长指标的方差分析

不同处理的盐渍土中棉花幼苗生长指标及其方差分析见表 1, 2. 由表 1, 2 可以看出,  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  处理对盐渍土中棉花幼苗的苗长、叶绿素质量分数、根系活力、POD 活性均有极显著影响. 单独  $Mn^{2+}$  处理对盐渍土中棉花幼苗的苗长、叶绿素质量分数、根系活力、POD 活性的影响也达到极显著水平; 单独  $Mo^{6+}$  处理对其苗长的影响达到极显著水平, 对 POD 活性的影响达到显著水平, 对根系活力和叶绿素质量分数影响不显著. 这说明  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  除了有简单的积累效应外, 还存在不同浓度组合的互作效应. 由此可见,  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  单独使用和复配使用对盐渍土中棉花幼苗的生长都有促进作用, 且复配使用效果更佳.

表 1 不同处理的盐渍土中棉花幼苗的生长指标

处理	苗长 cm			叶绿素质量分数 $10^{-3}$			根系活力 (g TPF g <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )			POD 活性 (0.01 A min <sup>-1</sup> )		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	6.60	6.70	6.70	0.72	0.73	0.72	313.39	280.00	300.34	31.73	43.42	40.55
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	7.10	7.30	7.20	0.71	0.75	0.74	385.00	415.24	360.11	43.93	47.55	46.72
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	7.10	7.20	7.10	0.64	0.70	0.67	362.72	420.28	415.24	40.00	39.73	44.20
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	6.90	6.90	7.00	0.69	0.80	0.82	324.72	382.56	334.49	48.18	50.09	48.76
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	7.40	7.50	7.60	0.79	0.81	0.85	457.09	392.20	380.55	66.70	51.45	60.88
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	7.60	7.60	7.50	1.08	1.03	1.04	513.39	450.00	511.20	90.15	91.28	92.37
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	6.80	6.90	6.90	0.83	1.01	0.79	534.61	527.09	569.12	76.55	62.60	74.34
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	6.90	7.00	7.00	0.81	0.93	0.82	497.37	510.62	504.58	39.54	44.20	41.34
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	6.90	6.90	7.00	0.73	0.82	0.76	309.27	411.53	392.20	28.24	36.94	34.25
CK	6.40	6.50	6.40	0.65	0.63	0.64	340.56	320.46	329.46	32.10	28.40	31.30

表 2  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  对盐渍土中棉花幼苗生长指标影响的方差分析

变异来源	苗长	叶绿素质量分数	根系活力	POD 活性	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$
AB	65.0 <sup>a</sup>	16.32 <sup>a</sup>	16.72 <sup>a</sup>	46.42 <sup>a</sup>	2.59	3.89
A	107.5 <sup>a</sup>	30.35 <sup>a</sup>	24.18 <sup>a</sup>	65.55 <sup>a</sup>	3.63	6.23
B	117.5 <sup>a</sup>	1.74	2.81	3.81 <sup>b</sup>	3.63	6.23
A B	20.0 <sup>a</sup>	16.60 <sup>a</sup>	19.95 <sup>a</sup>	58.17 <sup>a</sup>	3.01	4.77

注 肩标 a 表示极显著, b 表示显著

### 2.2 不同浓度的 $Mn^{2+}$ 对盐渍土中棉花幼苗生长的影响

不同浓度的  $Mn^{2+}$  对盐渍土中棉花幼苗生长指标的影响见表 3. 由表 3 可以看出, 不同浓度的  $Mn^{2+}$  浸种对盐渍土中棉花幼苗的苗长、叶绿素质量分数、根系活力、POD 活性均有一定的影响. 其中除根系活力中 A<sub>1</sub> 外, 各处理对应的各项被测指标与 CK 相比均有极显著差异, 且 A<sub>2</sub> 与 A<sub>3</sub> 间差异都达极显著水平; 另除苗长外, A<sub>1</sub> 与 A<sub>3</sub> 间差异也极显著. 在所测指标中, 除根系活力外其余 3 个均是 A<sub>2</sub> 效果显著.

表 3 不同浓度  $Mn^{2+}$  对盐渍土中棉花幼苗生长指标的影响

$Mn^{2+}$	苗长	根系活力	叶绿素质量分数	POD 活性
A <sub>1</sub>	7.00 <sup>b</sup>	361.37 <sup>c</sup>	0.71 <sup>c</sup>	41.98 <sup>c</sup>
A <sub>2</sub>	7.33 <sup>a</sup>	416.17 <sup>b</sup>	0.88 <sup>a</sup>	66.65 <sup>a</sup>
A <sub>3</sub>	6.92 <sup>b</sup>	472.93 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>	48.67 <sup>b</sup>
CK	6.43 <sup>c</sup>	330.16 <sup>c</sup>	0.64 <sup>d</sup>	30.60 <sup>d</sup>

注 肩标 a, b, c, d 表示在  $P=0.05$  水平上的差异显著性

### 2.3 不同浓度的 $Mo^{6+}$ 对盐渍土中棉花幼苗生长的影响

不同浓度的  $Mo^{6+}$  对盐渍土中棉花幼苗生长指标的影响见表 4。由表 4 可以看出, 不同浓度的  $Mo^{6+}$  对盐渍土中棉花幼苗苗长、根系活力、叶绿素质量分数、POD 活性的影响与 CK 相比均有极显著差异, 但不同浓度  $Mo^{6+}$  处理之间对各项指标的影响情况不同。对叶绿素质量分数的影响中  $Mo^{6+}$  的 3 个浓度间差异不显著; 对苗长的影响中 B<sub>2</sub> 与 B<sub>3</sub> 间差异不显著, 但 B<sub>2</sub> 与 B<sub>1</sub> 及 B<sub>3</sub> 与 B<sub>1</sub> 间均达差异极显著水平; 对根系活力的影响中 B<sub>1</sub> 与 B<sub>3</sub> 间差异不显著, 但 B<sub>2</sub> 与 B<sub>1</sub> 及 B<sub>2</sub> 与 B<sub>3</sub> 间均达差异极显著水平; 对 POD 活性的影响中 B<sub>3</sub> 处理的值最大, 且 B<sub>3</sub> 与 B<sub>2</sub> 及 B<sub>1</sub> 与 B<sub>2</sub> 间都达差异极显著水平。综合评定以 B<sub>3</sub> 最佳, B<sub>2</sub> 次之。

表 4 不同浓度的  $Mo^{6+}$  对盐渍土中棉花幼苗生长指标的影响

$Mo^{6+}$	苗长	根系活力	叶绿素质量分数	POD 活性
B <sub>1</sub>	6.82 <sup>b</sup>	396.19 <sup>b</sup>	0.79 <sup>a</sup>	52.91 <sup>a</sup>
B <sub>2</sub>	7.22 <sup>a</sup>	433.64 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	49.15 <sup>b</sup>
B <sub>3</sub>	7.21 <sup>a</sup>	420.65 <sup>b</sup>	0.83 <sup>a</sup>	55.24 <sup>a</sup>
CK	6.43 <sup>c</sup>	330.16 <sup>c</sup>	0.64 <sup>b</sup>	30.60 <sup>c</sup>

注 肩标 a, b, c 表示在  $P=0.05$  水平上的差异显著性

### 2.4 $Mn^{2+}$ 和 $Mo^{6+}$ 交互效应对盐渍土中棉花幼苗生长的影响

$Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  交互效应对盐渍土中棉花幼苗生长的影响见表 5。由表 5 可以看出, 与 CK 相比, 不同浓度的  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  复配后对盐渍土中棉花幼苗的苗长、叶绿素质量分数、根系活力、POD 活性都有比较明显的促进作用, 其中以 A<sub>2</sub>B<sub>3</sub> 效果最佳, A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> 次之, 其交互效应明显优于  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  单独处理的效果。

表 5  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  交互效应对盐渍土中棉花幼苗生长的影响

处理	苗长	叶绿素质量分数	根系活力	POD 活性
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	6.67 <sup>d</sup>	0.72 <sup>d</sup>	297.91 <sup>e</sup>	38.57 <sup>e</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	7.20 <sup>b</sup>	0.73 <sup>d</sup>	386.78 <sup>cd</sup>	46.01 <sup>de</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	7.13 <sup>b</sup>	0.67 <sup>e</sup>	399.41 <sup>cd</sup>	41.31 <sup>e</sup>
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	6.93 <sup>c</sup>	0.77 <sup>d</sup>	347.04 <sup>de</sup>	49.01 <sup>d</sup>
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	7.50 <sup>a</sup>	0.82 <sup>e</sup>	409.95 <sup>c</sup>	59.68 <sup>c</sup>
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	7.57 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	491.53 <sup>b</sup>	91.27 <sup>a</sup>
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	6.87 <sup>c</sup>	0.88 <sup>b</sup>	543.61 <sup>a</sup>	71.16 <sup>b</sup>
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	6.97 <sup>c</sup>	0.85 <sup>b,c</sup>	504.19 <sup>b</sup>	41.69 <sup>e</sup>
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	6.93 <sup>c</sup>	0.77 <sup>d</sup>	371.00 <sup>d</sup>	33.14 <sup>f</sup>
CK	6.47 <sup>e</sup>	0.64 <sup>e</sup>	330.16 <sup>e</sup>	30.60 <sup>f</sup>

注 肩标 a, b, c, d, e, f 表示任  $P=0.05$  水平上的差异显著性

### 3 结语

$Mn^{2+}$  是糖酵解和三羧酸循环中某些酶的活化剂,能提高呼吸速率; $Mn^{2+}$  参与光合作用中水的裂解; $Mn^{2+}$  还是超氧化物歧化酶等的重要组成成分,参与植物代谢过程中自由基的清除,对植物细胞组织起保护作用<sup>[6]</sup>.同时, $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  分别是硝酸还原酶的活化剂和金属成分,会影响到叶绿体的结构和叶绿素的质量分数,从而调控氮代谢和糖代谢<sup>[7-8]</sup>.综合分析试验结果可见, $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  处理在一定浓度范围内提高了模拟盐渍土中棉花幼苗苗长、叶绿素质量分数、根系活力、POD 活性,即改善了模拟盐渍土中棉花幼苗的生理性状,为提高棉花幼苗的耐盐性奠定了生理基础.因此,适宜浓度的  $Mn^{2+}$  和  $Mo^{6+}$  复配液浸种能明显促进模拟盐渍土中棉花幼苗的生长,但其结果的应用尚有待于大田试验的进一步验证.

#### 参考文献:

- [1] 朱晓军,杨劲松,梁永超,等.盐胁迫下钙对水稻幼苗光合作用及相关生理特性的影响[J].中国农业科学,2004,37(10):1497-1503.
- [2] 于海武,李莹.植物耐盐性研究进展[J].北华大学学报(自然科学版),2004,5(3):257-263.
- [3] 赵世杰,刘华山,董新纯.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业科技出版社,1998.
- [4] 中国科学院上海植物生理研究所,上海市植物生理学会.现代植物生理学实验指南[M].北京:科学出版社,1999.
- [5] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:中国高等教育出版社,2000.
- [6] 刘剑锋,唐鹏,彭抒昂.采后浸钙对梨果实不同形态钙含量及生理生化变化的影响[J].华中农业大学学报,2004,23(5):560-562.
- [7] 门中华,李生秀.钼对冬小麦硝态氮代谢的影响[J].植物营养与肥料学报,2005,11(2):205-210.
- [8] 李文学,王震宇,张福锁,等.低温对缺钼冬小麦幼苗生长的影响[J].植物营养与肥料学报,2000,6(3):312-317.

## Effects of $Mn^{2+}$ and $Mo^{6+}$ on the Salt Tolerance of Cotton Seedling Growth

TANG Ji-xiang, LI Guang-ling, XU Xin-juan, LI Qi-lu

(College of Life and Science, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, Henan China)

**Abstract:** Effects of mixture liquid of  $Mn^{2+}$  and  $Mo^{6+}$  on the salt tolerance of cotton seedling were studied. The results showed that the suitable concentration of  $Mn^{2+}$  and  $Mo^{6+}$  could improve some characteristics of the seedling such as the length of seedling, the content of lamina chlorophyll, activity of the root system and activity of POD. That is to say the salt tolerance of cotton seedling-growth was strengthened. Among all the treatments, the combination of  $1\ 000\ mg\ L^{-1}$   $Mn^{2+}$  and  $200\ mg\ L^{-1}$   $Mo^{6+}$  could achieve the best effect.

**Key words:**  $Mn^{2+}$ ;  $Mo^{6+}$ ; cotton; seedling growth; salt tolerance

(责任编辑 易必武)