

## 微量元素对大豆种子发芽及其保护酶表达的影响

张子学, 胡能兵, 葛鑫波, 陈金, 崔广荣

(安徽科技学院, 安徽 凤阳 233100)

**摘要:**在砂培条件下,研究了6种微量元素对大豆种子发芽及其幼苗保护酶的影响。结果表明:在适宜的浓度范围内,6种不同的处理均能提高大豆种子的发芽率、主根长度和侧根数量,其作用大小顺序分别是:Mo > Cu, B > Zn > Fe, Mn; B > Zn > Cu, Mo > Fe > Mn, 和 Fe > Mo > Cu, B > Zn, Mn; B 和 Mo 处理对大豆胚轴伸长和 Mo、Fe 处理对大豆侧根数量增加均有明显的促进作用。随着处理浓度的提高,6种微量元素处理均使 POD 和 SOD 活性有所增强,不同微量元素处理 CAT 活性变化趋势有所差异。

**关键词:**大豆;微量元素;发芽率;同工酶

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1000-9841(2011)02-0347-03

## Effect of Trace Elements on Germination and Protective Enzyme Expression of Soybean

ZHANG Zi-xue, HU Neng-bing, GE Xin-bo, CHEN Jin, CUI Guang-rong

(Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, Anhui, China)

**Abstract:** By using sand culture, effect of 6 kinds of trace elements on germination and protective enzyme expression were studied. The results showed that among the appropriate concentration range, six different kinds of treatments all could improve seed germination rate, root length and lateral root number, Mo > Cu or B > Zn > Fe or Mn; B > Zn > Cu or Mo > Fe > Mn and Fe > Mo > Cu or B > Zn, Mn. Treatment of B and Mo promoted elongation of soybean. Treatment of Fe and Mo enhanced lateral root number. With the increase of the trace elements concentration, activity of POD and SOD enhanced, and activity of CAT varied with the change of trace elements.

**Key words:** Soybean; Trace elements; Germination rate; Enzyme

微量元素铜(Cu)、钼(Mo)、锌(Zn)、硼(B)、铁(Fe)、锰(Mn)等虽然在作物体内含量甚微,但它们在作物生长发育过程中起着不可替代的重要作用<sup>[1]</sup>。随着氮磷钾化学肥料的大量施用,作物产量虽然不断提高,但生产效益有逐年下降的趋势,农业中对微量元素的需要逐渐迫切。我国微量元素缺乏的土壤分布面积较广,据农业部全国土肥总站1993年统计,我国1/3以上的土壤缺钼或硼等微量元素<sup>[2]</sup>,大豆是需钼、硼等微量元素较多的作物<sup>[3-4]</sup>。该文通过微量元素对大豆发芽及其幼苗植物保护酶表达的影响来探讨各种微量元素的补充数量与使用效果,同时也为种子包衣或拌种提供参考依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 供试材料

大豆品种为中国农科院油料所培育的中豆26,该品种主茎高约65 cm,平均产量、蛋白质和脂肪含量分别为2550 kg·hm<sup>-2</sup>、41%和18%左右。是淮

北地区推广的优质、高产大豆品种。所用微量元素化学试剂均为分析纯。

#### 1.2 试验设计

挑选籽粒完整无损、大小均匀的种子,于每个发芽盘中播种40粒,进行发芽率、幼苗长势试验。每个微量元素各设置3个浓度梯度(表1),蒸馏水处理为对照(CK),共19个处理,3次重复。每个处理分别加处理液50 mL,于发芽盒洗净砂子的基质中,置于25℃恒温箱中,处理7 d记载发芽率和发芽之后的长势,测定大豆幼苗胚轴、根数、根长等。

#### 1.3 测定项目与方法

**1.3.1 取样方法** 处理7 d后,根据每个发芽盒发芽的种子数量分别计算发芽率,再取3次重复平均值作为相应处理的发芽率(其它性状计算方法同上)。每个发芽盒随机取5株幼苗测定下胚轴长度(子叶节向下至最上部侧根着生位置长度)、主根长(最上部侧根着生位置至主根最下端长度)和侧根数。同时,分别取根系和茎叶各0.5 g左右,1:1加Tris-柠檬酸缓冲液,冰浴研磨后离心,取上清液于

-20℃冰箱备用。

表 1 微量元素(硼、铜、锌、铁、锰、钼)处理

Table 1 Trace elements (B, Cu, Zn, Fe, Mn, Mo) treatment

处理因子 Treatment factor		处理水平 Treatment level /mg · L <sup>-1</sup>		
		a1	a2	a3
B	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> · 10H <sub>2</sub> O	2	20	200
Cu	CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	5	100	500
Zn	ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	5	50	250
Fe	FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	3	30	300
Mn	MnSO <sub>4</sub> · H <sub>2</sub> O	50	200	800
Mo	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	5	50	500

1.3.2 同工酶分析 过氧化物酶(POD)染色,采用改良联苯胺法;超氧化物歧化酶(SOD)染色,采用氮蓝四唑(NBT)法;过氧化氢酶(CAT)染色,采用 KI 法<sup>[6]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 微量元素对大豆发芽的影响

2.1.1 发芽率 由图 1 可知,不同微量元素处理对种子发芽率的效应有所不同,方差分析表明处理之间存在极显著差异,同一微量元素不同浓度处理之间大豆的发芽率也存在明显差异。随着处理浓度的提高,所有元素处理均呈现低—高一低的变化趋势,不同元素适宜处理浓度下,对提高大豆发芽率由高到低的顺序依次为:Mo > Cu 或 B > Zn > Fe 或 Mn。

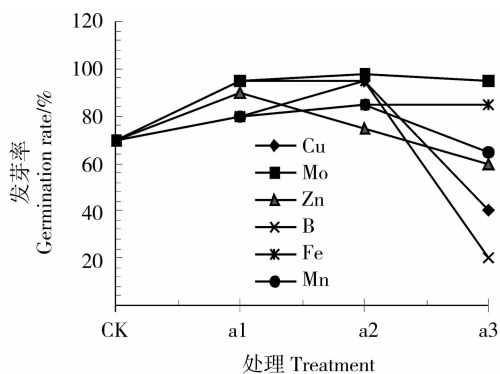


图 1 不同微量元素对大豆发芽率的影响

Fig. 1 Effect of different trace elements on soybean germination rate

2.1.2 下胚轴长度 从图 2 可以看出,不同微量元素处理对胚轴长的效应有所不同,方差分析表明处理之间存在极显著差异,同一微量元素不同浓度处理之间大豆胚轴长也存在明显差异。随着处理浓度的提高,除 Cu, Fe 处理呈现逐渐下降的趋势外,其它处理均呈现低—高一低的变化趋势,其中适宜浓度的 B 和 Mo 处理对促进大豆胚轴伸长作用最明显,分别是对照的 2.17 倍和 1.83 倍。

2.1.3 主根长 从图 3 可以看出,不同微量元素处理对种子根长的效应有所不同,方差分析表明处理

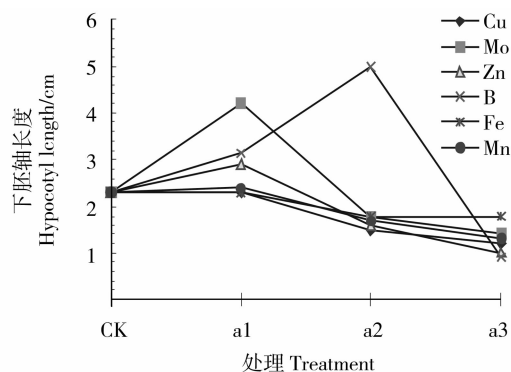


图 2 不同微量元素对大豆下胚轴长度的影响

Fig. 2 Effect of different trace elements on soybean hypocotyl length

之间存在极显著差异,同一微量元素不同浓度处理之间大豆种子根长也存在明显差异。随着处理浓度的提高,所有元素处理同样呈现低—高一低的变化趋势,在试验区间内,不同元素适宜处理浓度下,对促进大豆根伸长由高到低的顺序依次为: B > Zn > Cu 或 Mo > Fe > Mn。

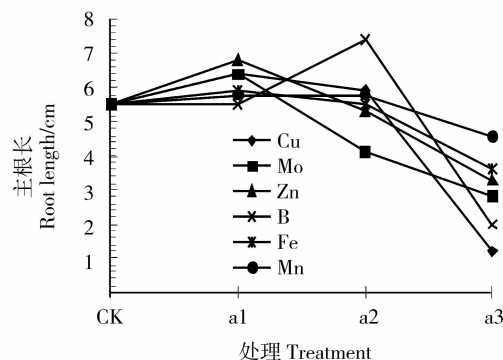


图 3 不同微量元素对大豆根长的影响

Fig. 3 Effect of different trace elements on soybean root length

2.1.4 侧根数 从图 4 可以看出,不同微量元素处理对侧根数的效应有所不同,方差分析表明处理间存在极显著差异,同一微量元素不同浓度处理间也存在明显差异。随着处理浓度的提高,所有元素处理均呈现低—高一低的变化趋势,其中适宜浓度的 Mo、Fe 处理对提高大豆侧根数量最明显,分别是对照的 1.38 倍和 1.54 倍。

### 2.2 微量元素对大豆幼苗根系和地上部分 POD, SOD, CAT 的影响

2.2.1 POD 同工酶 根据电泳图谱可以看出,分别采用 6 种微量元素对大豆进行处理,随着处理浓度的增加,POD 同工酶的活性均有增加的趋势,其中 Cu、B、Mn 对根系 POD 活性的增加更为明显,Fe 对茎叶 POD 活性的增加更为明显;同时,不同元素处理对 POD 的表达种类也有影响,采用 Cu、Zn 处理可抑制根系小分子 POD 同工酶的表达,而采用 B 处理则可明显增强茎叶小分子 POD 同工酶的表达活

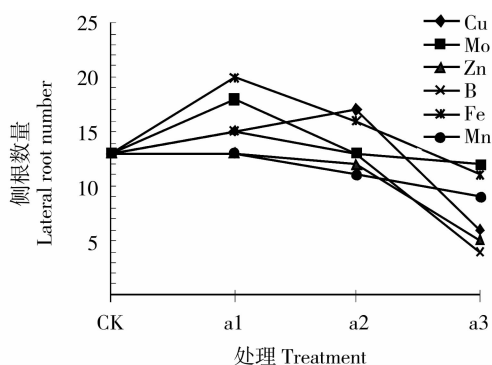


图4 不同微量元素对大豆侧根数量的影响

Fig.4 Effect of different trace elements on soybean lateral root number

性。部分微量元素高浓度处理 POD 活性及其表达种类有所下降,如茎叶 Zn、Mn 处理和根 Mn 处理等(电泳图谱略)。

**2.2.2 SOD 同工酶** SOD 同工酶电泳图谱表明,分别采用 6 种微量元素对大豆进行处理,随着处理浓度的增加 SOD 同工酶的活性均有增加的趋势,其中 Mo 对根系和茎叶、Cu 对茎叶、Mn 对根系 SOD 活性的增加更为明显。同工酶表达种类差异不明显。

**2.2.3 CAT 同工酶** CAT 同工酶电泳图谱表明,分别采用 6 种微量元素对大豆进行处理,同工酶表达种类无明显差异。但是,随着处理浓度的增加,不同元素处理 CAT 同工酶的活性有所不同,其中 Cu、B、Mn 处理 CAT 同工酶的活性逐渐增强;Zn 处理使根系 CAT 同工酶的活性逐渐下降,而使茎叶 CAT 同工酶的活性逐渐增强;相反,Fe 处理则使根系 CAT 同工酶的活性逐渐增强,而使茎叶 CAT 同工酶的活性逐渐下降;Mo 处理对根系及其茎叶 CAT 活性无明显影响。

### 3 讨论

微量元素在植物体内虽然含量很低,但在植物生命活动过程中至关重要,采用适宜浓度的微量元素处理可以使种子的发芽率提高,高浓度微量元素处理对种子发芽起抑制作用<sup>[7-8]</sup>,该研究结果表明,在适宜的浓度范围内,6 种微量元素处理均能提高大豆种子的发芽率。同时发现分别采用适宜浓度的 B 或 Mo 处理对大豆胚轴伸长和 Mo 或 Fe 处理对大豆侧根数量增加均有明显的促进作用。

适宜浓度的微量元素处理可提高 POD 和 SOD 同工酶的活性<sup>[9]</sup>。在试验区间内随着处理浓度的提高,6 种微量元素处理均使 POD 和 SOD 活性有所增强,但 Mo 对 CAT 同工酶的影响存在一定差异。锰是 36 种酶的活化剂和 3 种酶的成分,锰所活化的一系列酶促反应,主要是磷酸化作用,脱羧基作用,还原反应和水解反应等,所以锰离子和植物的呼吸

作用有密切的关系<sup>[10]</sup>。该研究表明锰对增强大豆根系 SOD 同工酶的活性具有独特的作用。试验仅研究了微量元素单独处理对大豆种子发芽和幼苗同工酶的影响,有关大量元素与微量元素以及微量元素之间存在协同与拮抗作用机理及其调控机理有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] 王丽明,李立群,王爱萍,等. 微量元素肥料的研究应用及发展趋势[J]. 山东科学, 1996, 9(3): 62-64. (Wang L M, Li L Q, Wang A P, et al. Research and application on microelement fertilizer with trace of development[J]. Shandong Science, 1996, 9(3): 62-64.)
- [2] 钱进,王子健,单孝全. 土壤中微量金属元素的植物可给性研究进展[J]. 环境科学, 1995, 16(6): 73-75, 78. (Qian J, Wang Z J, Shan X Q. Progress in the investigation on plant availability of soil trace metals[J]. Environment Science, 1995, 16(6): 73-75, 78.)
- [3] 韩丽梅,鞠会艳,王树起,等. 大豆连作微量元素营养障碍与调控效果研究[J]. 吉林农业大学学报, 2000, 22(1): 73-80. (Han L M, Ju H Y, Wang S Q, et al. The nutrition barriers and regulating effects of microelement in continuous cropping soybean[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2000, 22(1): 73-80.)
- [4] 王艳,孙杰,吴俊兰. 锌、锰、钼微量元素营养对大豆产量品质的影响[J]. 山西农业大学学报, 1997, 17(2): 116-119. (Wang Y, Sun J, Wu J L. The Effects of soybean with application of some elements[J]. Journal of Shanxi Agricultural University, 1997, 17(2): 116-119.)
- [5] 杨习文,田霄鸿,曹玉贤,等. 不同 P-Zn 配比对小麦幼苗微量元素营养的影响[J]. 华北农学报, 2009, 24(6): 138-144. (Yan X W, Tian L H, Cao Y X, et al. Effect of different combinations of P and Zn on the micronutrients of wheat seedling[J]. Acta Agriculturae Boreali-Sinica, 2009, 24(6): 138-144.)
- [6] 何忠效,张树政. 电泳[M]第 2 版. 北京,科学出版社,1999, 286-298. (He X Z, Zhang S Z. Electrophoresis (Second edition) [M]. Beijing: Science Press, 1999: 286-298.)
- [7] 张秋菊. 微量元素对种子萌发的生理效应[J]. 北方园艺, 2004(6): 56-58. (Zhang Q J. Physiological effect of trace elements on seed germination[J]. Northern Horticulture, 2004(6): 56-58.)
- [8] 鲁璐,吴瑜. 3 种微量元素对小麦生长发育及产量和品质的影响研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(3): 435-439. (Lu L, Wu Y. Advance in study of effects of three trace elements on wheat[J]. Chinese Journal of Applied Environmental Biology, 2010, 16(3): 435-439.)
- [9] 刘鹏,杨玉爱. 钼、硼浸种对大豆幼苗生理特性的影响[J]. 浙江大学学报(理学版), 2003, 30(1): 83-88. (Liu P, Yang Y A. Effect of soaking of molybdenum and boron on physiological characteristics of soybean seedling[J]. Journal of Zhejiang University (Science edition), 2003, 30(1): 83-88.)
- [10] 施益华,刘鹏. 锰在植物体内生理功能研究进展[J]. 江西林业科技, 2003(2): 26-28, 31. (Liu P, Yang Y A. Review of advance in physiological function of manganese in plants[J]. Jiangxi Forestry Science Technology, 2003(2): 26-28, 31.)