

# 铅胁迫对绿豆种子萌发及幼苗生长的影响

张晓雯, 陈世华

(1. 清华大学生物科学与技术系, 北京 100084; 2. 烟台大学化学生物理工学院, 山东烟台 264005)

**摘要** [目的] 研究  $Pb^{2+}$  处理对绿豆种子萌发及幼苗生长的影响。[方法] 以潍绿4号绿豆种子为材料, 研究不同浓度  $Pb^{2+}$  处理对绿豆种子发芽率、发芽势、发芽指数和活力指数的影响。[结果] 当  $Pb^{2+}$  浓度为 6 ng/L 时, 种子发芽率稍高于 CK, 随着  $Pb^{2+}$  浓度的升高, 发芽率呈下降趋势, 当  $Pb^{2+}$  浓度为 80 ng/L 时, 发芽率仅为 CK 的 42.6%。当  $Pb^{2+}$  浓度低于 10 ng/L 时, 种子发芽势高于 CK, 随着  $Pb^{2+}$  处理浓度的升高, 发芽势逐渐降低, 当  $Pb^{2+}$  浓度为 80 ng/L 时, 发芽势仅为 CK 的 28.2%; 当  $Pb^{2+}$  处理浓度小于 10 ng/L 时, 种子发芽指数和活力指数均高于 CK, 随着  $Pb^{2+}$  浓度的升高, 种子发芽指数和活力指数逐渐下降。低浓度  $Pb^{2+}$  能促进绿豆根和芽的生长。[结论]  $Pb^{2+}$  对绿豆种子萌发及幼苗生长具有低浓度促进、高浓度抑制作用。

**关键词** 铅; 绿豆; 种子萌发; 幼苗生长

中图分类号 S522 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2008)34-14859-01

## Effects of Lead Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Mung Bean

ZHANG Xiao wen et al (Department of Biological Science and Biotechnology, Tsinghua University, Beijing 100084)

**Abstract** [Objective] The aim was to study the effect of  $Pb^{2+}$  treatment on seed germination and seedling growth of Mung bean. [Method] With Mung bean seed of Weilu 4 as the material, the effects of  $Pb^{2+}$  treatments with different concn. on its germination rate, germination potential, germination indexes and vigor indexes were studied. [Result] When the  $Pb^{2+}$  was 6 ng/L, the seed germination rate was higher than those of CK. With the increase of  $Pb^{2+}$  concn., the germination rate showed a decreasing trend. When  $Pb^{2+}$  was 80 ng/L, the germination rate was only 42.6% of that of CK. When the  $Pb^{2+}$  was lower than 10 ng/L, the germination potential was higher than that of CK. With the increase of treatment  $Pb^{2+}$  concn., the germination potential was decreased slowly. When the  $Pb^{2+}$  was 80 ng/L, the germination potential was only 28.2% of that of CK. When  $Pb^{2+}$  was lower than 10 ng/L, the germination indexes and vigor indexes were all higher than those of CK. With the increase of  $Pb^{2+}$  concn., the seed germination indexes and vigor indexes decreased slowly.  $Pb^{2+}$  with low concn. could promote root and bud growth of Mung bean. [Conclusion]  $Pb^{2+}$  had promotion at low concn and inhibition at high concn on seed germination and seedling growth of mung bean.

**Key words** Lead; Mung bean; Seed germination; Seedling growth

随着全球经济的迅速发展, 环境污染特别是重金属污染对土壤和农作物的污染问题越来越突出, 城市周围和道路两侧区域农田的污染日益严重。铅是重金属污染中的主要元素之一, 它可随着汽车排放的废气及城市污水而污染空气和土壤<sup>[1]</sup>。铅在土壤中沉积, 积累到一定程度就会影响植物的生长发育和品质<sup>[1-4]</sup>。笔者利用水培法研究了不同浓度的  $Pb^{2+}$  对绿豆种子萌发及幼苗生长的影响。

## 1 材料与方法

**1.1 供试材料** 所用绿豆种子(潍绿4号)购于山东省农业科学研究院。 $Pb^{2+}$  来源于  $Pb(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$  (天津市盛奥化学试剂有限公司提供), 所用试剂均为分析纯, 水为去离子水<sup>[5]</sup>。

**1.2 试验方法** 挑选大小一致且饱满的种子, 用 0.4% 高锰酸钾对其进行表面消毒 6 min, 然后用自来水冲洗数次, 再用去离子水反复冲洗, 用滤纸将水吸干<sup>[6]</sup>。 $Pb^{2+}$  处理浓度分别为 0 (CK)、6、10、20、30、50、80 ng/L (分别标记为处理  $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ )。选取直径为 9 cm 的培养皿, 每皿放入 50 粒绿豆种子, 每个处理设 3 次重复, 在保持溶液中  $Pb^{2+}$  质量和浓度恒定的条件下进行发芽试验<sup>[7]</sup>。在  $(25 \pm 1)$  °C 下分别用不同浓度的  $Pb^{2+}$  溶液浸种 12 h 并催芽, 催芽期间每日用上述处理液浸润种子, 以保持处理浓度基本不变并维持一定的湿度。发芽期间每隔 24 h 记录 1 次, 第 3 天统计种子发芽势, 第 6 天统计种子发芽率, 并计算发芽指数及活力指数, 测定根长及芽长<sup>[8]</sup>。

**1.3 计算公式** 种子萌发的各项指标计算公式为: 发芽率 (%) = 供试种子的发芽数 / 供试种子数  $\times 100\%$ ; 发芽势 (%) = 3 d 内供试种子的发芽数 / 供试种子数  $\times 100\%$ <sup>[9]</sup>; 发芽指

数 ( $G$ ) =  $G/D$ , 式中,  $G$  为种子在  $t$  日的发芽数,  $D$  为发芽天数; 活力指数 ( $V$ ) =  $G \times S$ , 式中,  $G$  为发芽指数,  $S$  为幼苗生长势(芽长度 + 根长度)。

## 2 结果与分析

**2.1 不同浓度  $Pb^{2+}$  处理对绿豆种子萌发的影响** 由表 1 可知, 不同浓度的  $Pb^{2+}$  对绿豆种子发芽率及发芽势的影响不同。当  $Pb^{2+}$  处理浓度为 6 ng/L 时, 绿豆种子的发芽率高于 CK, 说明低浓度  $Pb^{2+}$  对绿豆发芽有促进作用;  $Pb^{2+}$  处理浓度为 10 ng/L 时, 种子发芽率与 CK 无明显差异; 随着  $Pb^{2+}$  处理浓度的升高, 种子发芽率逐渐降低, 当  $Pb^{2+}$  处理浓度为 80 ng/L 时, 种子发芽率为 CK 的 42.6%。当  $Pb^{2+}$  处理浓度低于 10 ng/L 时, 种子的发芽势高于 CK; 随着  $Pb^{2+}$  处理浓度的提高, 发芽势逐渐降低, 当  $Pb^{2+}$  处理浓度为 80 ng/L 时, 发芽势仅为 CK 的 28.2%。

表 1 不同浓度  $Pb^{2+}$  处理对绿豆种子发芽的影响

**Table 1 Effects of different concentration of  $Pb^{2+}$  on the seed germination of mung bean**

编号	发芽率 %	发芽势 %	50% 种子发芽的天数
Code	Germination rate	Germination potential	Days for 50% seed germinating
$T_0$	96.0 $\pm$ 1.9	78.0 $\pm$ 1.10	3
$T_1$	100.0 $\pm$ 0.0	82.0 $\pm$ 0.70	2
$T_2$	95.3 $\pm$ 1.2	81.3 $\pm$ 0.80	2
$T_3$	81.5 $\pm$ 1.0	75.4 $\pm$ 0.50	3
$T_4$	75.8 $\pm$ 0.8	72.1 $\pm$ 0.60	3
$T_5$	62.1 $\pm$ 0.6	53.2 $\pm$ 0.50	5
$T_6$	42.6 $\pm$ 0.5	28.2 $\pm$ 0.30	> 10

**2.2 不同浓度  $Pb^{2+}$  处理对绿豆种子发芽指数及幼苗生长的影响** 由表 2 可知, 当  $Pb^{2+}$  处理浓度低于 10 ng/L 时, 绿豆种子的发芽指数和活力指数均高于 CK, 随着  $Pb^{2+}$  处理浓度

(下转第 14882 页)

基金项目 山东省自然科学基金 (Y2007D34)。

作者简介 张晓雯 (1987 - ), 女, 山东烟台人, 从事生物科学与技术研究。

收稿日期 2008-09-27

值作回归方程,可以得到刺槐 MDS 的回归方程为:  $MDS = 0.41688 - 0.01556 SWC$ 。

从图1中元宝枫的地径日变化中可以发现,土壤含水率为16.47%时的MDS值最小,比含水率18.75%下的MDS值小了0.083 mm,而土壤含水率7.50%下的MDS值仍然最大,由此说明,元宝枫在高含水率下的生长并不是最佳,而次高含水率条件更有利于其生长,可能是土壤高含水率下提供给元宝枫的水分超过元宝枫本身的耗水量,多余水分影响了根系呼吸,从而影响其生长。说明元宝枫在正常生长状况下的需水量比刺槐少。

从图1中油松和侧柏地径变化情况可以看出,除了在土壤含水率为7.50%下的MDS值最大以外,其他各处理水平的MDS值很接近,有的几乎完全重叠,特别是油松土壤含水率为18.75%、16.47%和9.78%以及侧柏土壤含水率为18.75%、16.47%和13.13%时的MDS值,而且地径变化率也基本一致。据此可以得出如下结论:土壤含水率在18.75%、16.47%和9.78%3个水平下对油松地径生长影响不大,说明高的含水率同样不利于油松地径的生长,土壤含水率高于9.78%就能满足油松地径生长的需求;侧柏的土壤含水率在18.75%、16.47%和13.13%3个水平下,其MDS值几乎相同,而且相对变化率曲线也近乎重叠,显然这3个水分处理对侧柏生长几乎没有影响,同时也反映出在土壤含水率高于13.13%时侧柏就能正常生长。

根据4个树种在不同含水率下的地径日间变化,笔者得

(上接第14859页)

的升高,种子的发芽指数和活力指数均逐渐下降。当 $Pb^{2+}$ 处理浓度低于10 ng/L时,有促进绿豆根生长的作用,随着 $Pb^{2+}$ 浓度的提高, $Pb^{2+}$ 对绿豆根生长的影响转变为抑制作用,表现为根长逐渐变短。表2还表明,当 $Pb^{2+}$ 处理浓度低于20 ng/L时,对绿豆芽的生长有正向刺激作用,随着 $Pb^{2+}$ 浓度的提高, $Pb^{2+}$ 对绿豆芽的生长有抑制作用,表现为芽长逐渐变短。

表2 不同浓度 $Pb^{2+}$ 处理对绿豆种子发芽指数及幼苗生长的影响

Table 2 Effects of different concentration of  $Pb^{2+}$  on the seed germination index and seedling growth of mung bean

编号	发芽指数	根长 cm	芽长 cm	活力指数
Code	Germination index	Root length	Bud length	Vigr index
T <sub>0</sub>	28.30 ± 0.26	2.80 ± 0.06	3.60 ± 0.08	181.1
T <sub>1</sub>	30.10 ± 0.17	3.20 ± 0.04	3.90 ± 0.06	213.7
T <sub>2</sub>	31.20 ± 0.15	3.30 ± 0.06	4.00 ± 0.09	227.8
T <sub>3</sub>	26.20 ± 0.12	2.62 ± 0.03	3.81 ± 0.05	162.4
T <sub>4</sub>	23.10 ± ± 11	2.60 ± 0.06	2.70 ± 0.03	122.4
T <sub>5</sub>	16.80 ± 0.12	2.00 ± 0.02	2.10 ± 0.03	68.9
T <sub>6</sub>	10.10 ± 0.04	1.10 ± 0.01	1.00 ± 0.01	21.2

### 3 结论与讨论

试验表明,当 $Pb^{2+}$ 处理浓度较低(6 ng/L)时,绿豆种子的发芽率比CK稍有提高;随着 $Pb^{2+}$ 处理浓度的升高,发芽率呈下降趋势。较低浓度(10 ng/L) $Pb^{2+}$ 的处理可提高

出4个树种的地径生长对土壤含水率要求大小为:刺槐>元宝枫>侧柏>油松。

2.2 不同天气状况对幼树地径变化的影响 由图2可以看出,除了侧柏的地径日变化晴天和阴天差异不显著外,其余树种在不同的天气条件下的茎直径变化存在着明显的差异,主要表现在每日最大收缩量(MDS)上。晴天的太阳辐射强度比阴天高,MDS值也明显高于阴天,说明太阳辐射是影响茎直径变化的主动力。

### 3 小结

土壤水分含量和天气状况都是影响树木茎直径日变化的显著因素。各树种地径生长对土壤含水率的要求大小为:刺槐>元宝枫>侧柏>油松。天气变化对地径影响的研究表明:晴天地径的MDS值大,对茎直径的变化影响大,而阴天的影响则相对较小。

### 参考文献

- [1] BARTHLOMEWE T. Internal decline of lencors. Water deficit in lemon fruits caused by excessive leaf evaporation[J]. *Ann J Bot*, 1925, 13: 102-117.
- [2] KOZLOWSKI T T. Diurnal changes in diameters of fruits and tree stems of *Mirt-nareny cherry*[J]. *J Hort Sci*, 1968, 43: 1-15.
- [3] TURNER NC. Grop water deficits: A decade of progres[J]. *Advance in Agronomy*, 1987, 39: 1-51.
- [4] TURNER NC. Technique and experimental approaches for the measurement of plant water stress[J]. *Hort and Soil*, 1981, 58: 339-366.
- [5] GOLDHAMER D A, FERERES E. Irrigation scheduling of almond trees with trunk diameters[J]. *Irrigation Science*, 2004, 23: 11-19.
- [6] LEE B W, SHIN J H. Optimal irrigation management system of greenhouse tomato based on stem diameter and transpiration monitoring[M]. *Agricultural Information Technology in Asia and Oceania*, 1998: 87-90.

绿豆种子的发芽势;随着 $Pb^{2+}$ 处理浓度的升高,发芽势逐渐降低。说明 $Pb^{2+}$ 对绿豆种子的发芽率及发芽势具有一个低浓度下的促进效应和高浓度下的抑制效应,引发促进效应和抑制效应的生理生化及分子机理有待于进一步研究。

### 参考文献

- [1] 王德宣,富德义,张学林,等.我国大城市铅污染研究[J].*城市环境与城市生态*,1991(2):16-2.
- [2] 宋玉芳,许华夏,任丽萍,等.土壤重金属对白菜种子发芽与根伸长抑制的生态毒性效应[J].*环境科学*,2002,11(3):103-107.
- [3] 王真辉,林位夫.农田土壤重金属污染及其生物修复技术[J].*海南大学学报*,2000,12(1):19-21.
- [4] 李湘南,冷玲,李海东.汽车废气中铅对沿线农田污染的环境质量评价[J].*武汉汽车工业大学学报*,2000,8(6):37-41.
- [5] 陶嘉玲,郑光华.种子活力[M].北京:科学出版社,1991:109-111.
- [6] 庞奖励,黄春长,孙根年.西安污灌土壤重金属含量及对西红柿影响[J].*土壤与环境*,2001,10(2):94-97.
- [7] 陈怀满.土壤-植物系统中的重金属污染[M].北京:科学技术出版社,1996.
- [8] 乔向明.车用汽油铅损害及其对策研究[J].*中国安全科学学报*,1998,8(3):2-5.
- [9] 张芬琴,金自学.两种豆科作物的种子萌发对 $Cd^{2+}$ 处理的不同响应[J].*农业环境科学学报*,2003,22(6):660-663.
- [10] MA E, FUS S, ZHANG H B. Effects of excessive  $Mg^{2+}$  on the germination characteristics of crop seeds[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(2): 26-29.
- [11] 张丽,郁建锋,杜兰芳.铅胁迫对豌豆种子的毒害效应[J].*安徽农业科学*,2007,35(34):10997-11000.
- [12] 刘拥海,俞乐,林馥丽.不同重金属胁迫对绿豆种子萌发和幼苗初期生长影响的差异[J].*种子*,2007,26(11):41-44.
- [13] ZHAO Y C. Effects of  $Cu^{2+}$  and  $Cd^{2+}$  stress on growth and POD activity of tomato seedling[J]. *Agricultural Science & Technology*, 2008, 9(2): 106-108, 125.