

# 铅胁迫对玉米种子萌发及叶片渗透调节物质含量的影响

郑世英 王丽燕 商学芳 李妍 (德州学院生物系, 山东德州 253023)

**摘要** 采用水培方法, 研究铅胁迫对玉米种子萌发及叶片渗透调节物质含量的影响。结果表明: 铅对玉米种子萌发率有低浓度的促进效应和高浓度的抑制效应。Pb<sup>2+</sup> 浓度较低时, 不影响玉米种子的发芽指数, 随着Pb<sup>2+</sup> 浓度的提高, 发芽指数逐渐降低。种子的活力指数与发芽势均随着Pb<sup>2+</sup> 浓度的提高而逐渐降低。随着Pb<sup>2+</sup> 浓度的增加, 叶片内的可溶性糖和脯氨酸含量均显著增加。

**关键词** 铅胁迫; 玉米; 种子萌发; 可溶性糖; 脯氨酸

中图分类号 Q946 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)21-5471-02

## Effect of Pb<sup>2+</sup> on the Seed Germination and the Content of Osmotic Adjusting Substance of Maize

ZHENG Shi-ying et al (Department of Biology, Dezhou University, Dezhou, Shandong 253023)

**Abstract** Effect of Pb<sup>2+</sup> on seed germination and content of osmotic adjusting substance of maize was studied. The results showed that the low concentration of Pb<sup>2+</sup> was capable of stimulating germination ratio, but high concentration. The budding indexes were not affected at low concentrations, but it was reduced at high concentration. The vitality indexes and germination power were low when the concentration of Pb<sup>2+</sup> rose. The vitality indexes and germination power were low but the content of soluble sugar and proline was high.

**Key words** Pb<sup>2+</sup> stress; Seed germination; Soluble sugar; Proline

由于工业生产的迅速发展以及农田污灌等人类活动, 重金属进入土壤的速度加快, 已成为土壤污染的一个重要方面<sup>[1]</sup>。铅是环境污染最严重、危害最大的重金属元素之一, 它可以与体内一系列蛋白质、酶和氨基酸的官能团结合, 干扰机体的正常生化活动, 会对人体的各个器官造成不同程度的危害<sup>[2]</sup>。大气环境中90%的铅污染来自含铅汽油燃烧所产生的废气, 汽油中添加的四乙基铅在发动机里燃烧后成为铅化物粒子, 以颗粒物的形式排到大气中, 经过光化学反应, 生成氧化铅、碳酸铅等无机铅化物<sup>[3]</sup>。笔者以玉米为供试作物, 探讨玉米在种子萌发及幼苗生长过程中, 铅对玉米种子萌发以及叶片渗透调节物质可溶性糖、脯氨酸含量的影响。

## 1 材料与试验方法

**1.1 种子发芽试验** 供试玉米为登海3号, 由德州市农业科学研究所提供。精选玉米种子, 用0.4%高锰酸钾表面消毒6 min, 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。选取直径13 cm的培养皿, 处理溶液浓度(以Pb<sup>2+</sup>计)分别为0、6、10、20、30、50、80 ng/L(分别标记为处理0、1、2、3、4、5、6)。每皿放入30粒玉米种子, 每个处理3次重复, 在保持溶液铅离子质量浓度恒定条件下进行发芽试验。在(25±1)℃下分别用不同浓度的Pb<sup>2+</sup>溶液浸种12 h, (25±1)℃催芽, 催芽期间每日用各自处理液冲洗种子, 以保持处理浓度基本不变和维持一定的湿度。发芽期间每隔24 h记录1次, 第4天统计发芽势, 第7天统计种子发芽率, 并计算发芽指数及活力指数。发芽率(%) = 供试种子的发芽数/供试种子数 × 100%; 发芽指数(*G*) =  $\sum G/D$ , 式中, *G*为在*t*日的发芽数, *D*为发芽天数; 活力指数(*V*) =  $\sum G \times S$ , 式中, *G*为发芽指数, *S*为幼苗的生长势(芽长度); 发芽势(%) = 3 d内供试种子的发芽数/供试种子数 × 100%。

**1.2 Pb<sup>2+</sup>胁迫下幼苗生长试验** 精选玉米种子, 经消毒、浸泡后播于珍珠岩中培养玉米幼苗, 待长至2叶1心时再移至白瓷缸中, 用1/2 Hoagland培养液进行培养, 3 d后更换1次

营养液。培养7 d后, 移入Pb<sup>2+</sup>浓度分别为0、6、10、20、30、50、80 ng/L的1/2 Hoagland培养液, 试验设3次重复, 每盆3株, 处理10 d后取样。

**1.3 测定方法** 可溶性糖(WSS)含量的测定参照张志良等<sup>[4]</sup>的方法。脯氨酸(Pro)含量的测定参照邹琦等的<sup>[5]</sup>方法。

## 2 结果与分析

**2.1 Pb<sup>2+</sup>胁迫对玉米种子萌发的影响** 由表1可见, 当Pb<sup>2+</sup>浓度为6 ng/L时, 玉米种子的发芽率不受Pb<sup>2+</sup>溶液浓度的影响; 当Pb<sup>2+</sup>浓度为6、10 ng/L时, 玉米种子的发芽指数不受Pb<sup>2+</sup>溶液浓度的影响; 种子的发芽率在Pb<sup>2+</sup>浓度分别为10、20、30、50、80 ng/L条件下依次下降; 当Pb<sup>2+</sup>浓度分别为20、30、50、80 ng/L条件下, 种子的发芽指数依次下降, 但和对照相比活力指数与发芽势随着Pb<sup>2+</sup>浓度的增加而下降。

表1 不同浓度的Pb<sup>2+</sup>处理对玉米种子萌发的影响

Pb <sup>2+</sup> 浓度 ng/L	发芽率 %	发芽 指数	活力 指数	发芽势 %
0	96.5 ± 0.24	21.2 ± 0.11	96.4 ± 0.36	89.6 ± 0.41
6	97.1 ± 0.26	21.0 ± 0.09	92.1 ± 0.35	82.1 ± 0.38
10	90.2 ± 0.23	20.3 ± 0.09	82.6 ± 0.38	61.8 ± 0.27
20	84.3 ± 0.20	16.3 ± 0.08	71.8 ± 0.35	51.2 ± 0.24
30	75.6 ± 0.21	14.8 ± 0.06	68.2 ± 0.32	38.6 ± 0.17
50	65.2 ± 0.16	13.6 ± 0.06	56.8 ± 0.27	29.6 ± 0.15
80	51.2 ± 0.13*	13.1 ± 0.04*	49.6 ± 0.24*	20.2 ± 0.09**

注: \* 表示 P < 0.05 差异性显著, \*\* 表示 P < 0.01 差异性极显著。

**2.2 Pb<sup>2+</sup>胁迫对玉米 WSS 含量的影响** 从图1可以看出, 当Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度为0~50 ng/L, 随着Pb<sup>2+</sup>处理浓度的提高, 玉米叶片WSS的含量逐渐增加, 当Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度达到50 ng/L, WSS含量达到最高, 然后随着Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度的提高, WSS含量降低。

**2.3 Pb<sup>2+</sup>胁迫对玉米叶片 Pro 含量的影响** 从图2可以看出, 随着Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度的升高, Pro含量逐渐上升。当Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度为0~30 ng/L, 上升速度比较缓慢; 当Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度为30~50 ng/L, 上升速度比较明显; 当Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度为50~80 ng/L, 上升速度又处于较缓慢状态。

## 3 小结与讨论

Pb<sup>2+</sup>处理对玉米种子萌发率具有低浓度下的刺激效应和高浓度下的抑制效应。当Pb<sup>2+</sup>浓度较低时, 对玉米种子的

基金项目 山东省德州市科技局资助项目。

作者简介 郑世英(1962-), 女, 山东德州人, 教授, 从事植物抗性生理的研究与教学工作。

收稿日期 2006-07-28

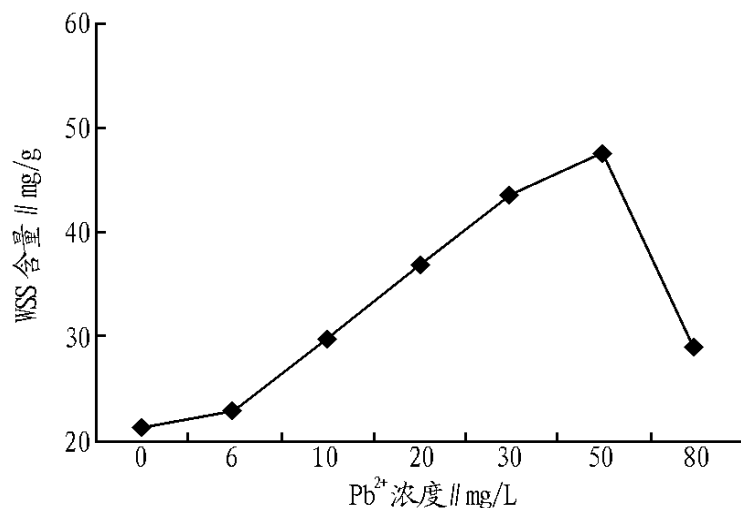


图1 Pb<sup>2+</sup> 胁迫对玉米可溶性糖 (WSS) 含量的影响

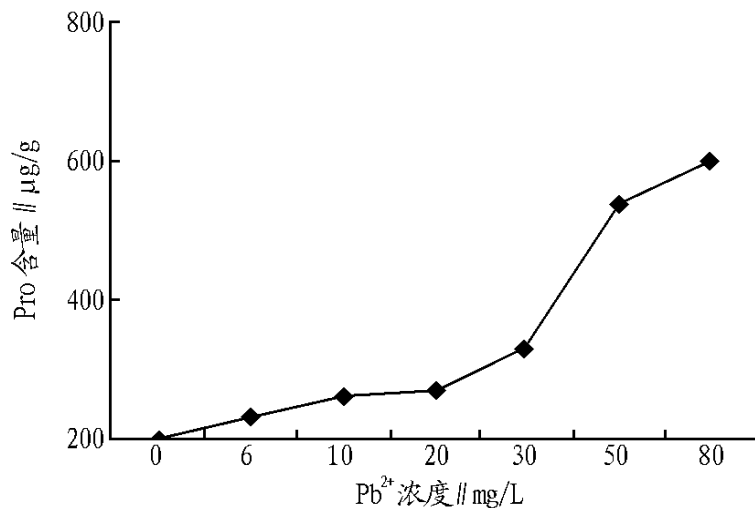


图2 Pb<sup>2+</sup> 胁迫对玉米叶片脯氨酸 (Pro) 含量的影响

发芽指数影响不大,随着Pb<sup>2+</sup>浓度的提高,发芽指数逐渐降低。随着Pb<sup>2+</sup>浓度的提高,种子的活力指数与发芽势均逐渐

降低。

当植物受到Pb<sup>2+</sup>胁迫时,会使植物体内可溶性糖和游离脯氨酸含量积累增加。在Pb<sup>2+</sup>胁迫下,这些物质是作为渗透调节物质而起作用的<sup>[6]</sup>。该试验结果表明,在Pb<sup>2+</sup>胁迫时,苗期玉米叶片中可溶性糖和游离脯氨酸都有明显的积累。但是,在Pb<sup>2+</sup>处理过程中,可溶性糖和脯氨酸积累进程不同,游离脯氨酸自始至终持续积累,而可溶性糖的积累在Pb<sup>2+</sup>胁迫浓度为50 mg/L时达到最高,以后呈持续下降的趋势。可溶性糖的这种表现,可能是由于Pb<sup>2+</sup>胁迫的前期植物体内水分亏缺使叶片淀粉水解加强,光合产物输出减慢,糖类累积所致。随着Pb<sup>2+</sup>胁迫加剧,水分进一步缺乏,叶片气孔关闭,叶绿体类囊体结构破坏,光合速率显著下降,光合产物合成受阻,叶片内可溶性糖的积累趋于减慢和停止<sup>[7]</sup>。

#### 参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 孔祥生,张妙霞,郭秀璞,等.Cd<sup>2+</sup>毒害对玉米幼苗细胞膜透性及保护酶活性的影响[J].农业环境保护,1999,18(3):133-134.
- [5] 职明星,李秀菊.脯氨酸测定方法的改进[J].植物生理学通讯,2005,41(3):355-357.
- [5] 邹琦.植物生理实验指导[M].北京:中国农业出版社,1995:96-97.
- [6] 张美云,钱吉,郑师章.渗透胁迫下野生大豆游离脯氨酸和可溶性糖的变化[J].复旦大学学报,2001,40(5):558-561.
- [7] CHRIS B, MARC V H, DIRKI. Superoxide dismutase and stress tolerance[J]. Annu Rev Hart Physiol Hart Mol Biol, 1992, 43: 83.