

重金属 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发及生长的影响

张虹, 刘杰, 郭俊明*, 王宝森, 李乔花, 陈智斌 (红河学院, 云南蒙自 661100)

摘要 [目的] 探索 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发、根长及植株生长的影响。[方法] 重金属胁迫分别设置 9 个浓度梯度: Cu^{2+} 为 0、10、25、50、80、100、200、300 和 400 mg/L; Zn^{2+} 为 0、50、100、150、200、300、400、500、600 mg/L, 利用组织培养方法, 研究 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发及生长的影响。[结果] 低浓度 $\text{Cu}^{2+} \leq 25$ mg/L、 $\text{Zn}^{2+} \leq 100$ mg/L 对紫花苜蓿的萌发率、根长和株高生长具有促进作用, 并且在 Cu^{2+} 为 10 mg/L、 Zn^{2+} 为 100 mg/L 时根长和植株生长达到最佳。随着 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 浓度的增加, Cu^{2+} 浓度 ≥ 50 mg/L、 $\text{Zn}^{2+} \geq 150$ mg/L 时对紫花苜蓿萌发率、根系和植株生长抑制作用逐渐加大, 高浓度时 Zn^{2+} 浓度为 600 mg/L、 Cu^{2+} 浓度为 400 mg/L 时, 抑制作用最明显。[结论] 不同 Zn^{2+} 和 Cu^{2+} 浓度对紫花苜蓿种子的萌发率、根长和植株生长有不同影响作用。

关键词 紫花苜蓿; Cu^{2+} ; Zn^{2+} ; 胁迫; 生长

中图分类号 S541 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)24-11487-02

Effect of Heavy Metal Cu^{2+} and Zn^{2+} Stress on Seed Germination and Plant Growth of Common Alfalfa

ZHANG Hong et al (Honghe College, Mengzi, Yunnan 661100)

Abstract [Objective] The study aimed to explore the effects of Cu^{2+} and Zn^{2+} stress on the seed germination, root length and plant growth of common alfalfa. [Method] The heavy metal stress was set up by 9 concn. grades for Cu^{2+} as 0, 10, 25, 50, 80, 100, 200, 300 and 400 mg/L and Zn^{2+} as 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600 mg/L and the effect of Cu^{2+} and Zn^{2+} stress on the seed germination and plant growth of common alfalfa were studied by using the tissue culture method. [Result] The low concn. of Cu^{2+} at ≤ 25 mg/L and Zn^{2+} at ≤ 100 mg/L had some improvement on the seed germination, root length and plant growth of common alfalfa and when Cu^{2+} was 10 mg/L and Zn^{2+} was 100 mg/L the root length and plant growth of common alfalfa were optimum. Along with the increase of Cu^{2+} and Zn^{2+} concn., Cu^{2+} at ≥ 50 mg/L and Zn^{2+} at ≥ 150 mg/L showed a gradual-increasing inhibition on the seed germination, root length and plant growth of common alfalfa and the high concn. of Zn^{2+} at 600 mg/L and Cu^{2+} at 400 mg/L had most obvious inhibition. [Conclusion] Cu^{2+} and Zn^{2+} with different concn. had different effects on the seed germination, root length and plant growth of common alfalfa.

Key words Common alfalfa; Cu^{2+} ; Zn^{2+} ; Stress; Growth

紫花苜蓿 (*Medicago sativa*) 属于豆科 (Leguminosae), 为多年生草本植物, 素有“牧草之王”的美称, 是世界上栽培面积最广的牧草之一。随着化肥、农药大量施用和工业的发展, 金属污染日趋严重^[1-3], 铜污染妨碍了农作物的正常生长发育, 锌毒害则影响植物光合作用及呼吸作用, 使植物出现生长迟缓、黄化现象等^[4], 从而对牧草的品质产生了一定影响。该文旨在探索不同重金属 (Cu^{2+} 、 Zn^{2+}) 浓度胁迫对紫花苜蓿种子萌发、根芽长及植株生长情况的影响, 为紫花苜蓿的种植提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试种子。紫花苜蓿种子购于云南省红河州。

1.1.2 化学试剂。重金属胁迫浓度的设置: 铜、锌浓度分别采用分析纯 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 配制。浓度梯度分别为: Cu^{2+} 0、10、25、50、80、100、200、300、400 mg/L, Zn^{2+} 0、50、100、150、200、300、400、500、600 mg/L。

1.2 试验方法

1.2.1 处理方法。精选一批均匀饱满的紫花苜蓿种子, 用清水清洗干净后, 放入无菌操作台。先用 75% 的酒精消毒 30 s, 再用 0.1% HgCl_2 消毒 7 min, 蒸馏水冲洗 3 次, 用滤纸吸干种子表面水分。接种于 1/2 MS 培养基上, 每瓶或每皿接 10~15 粒种子, 每个处理 5 个重复。

1.2.2 培养条件。接种后移入温度为 25~27 °C、光照强度为 1 500 lx 的培养室中培养。

1.2.3 测定方法。

1.2.3.1 萌发率的测定。接种 4 d 后测定种子的发芽率。发芽率 (%) = 发芽种子数/种子总数 $\times 100$

1.2.3.2 根长及株高的测定。出芽 7 d 后测量其根长, 生长 20 d 后测定株高。

2 结果与分析

2.1 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发率的影响 由图 1、图 2 可知, 不同浓度的 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发均有一定的影响。 Cu^{2+} 浓度为 10、25 mg/L 时, 萌发率略高于对照; Cu^{2+} 浓度 ≥ 50 mg/L 时, 表现出抑制效应, 且随 Cu^{2+} 浓度增加, 抑制作用增大; 当 Cu^{2+} 浓度 ≥ 300 mg/L 时, 萌发作用抑制明显。当 Zn^{2+} 浓度为 50 mg/L 时, 与对照相比差异不大; 当 Zn^{2+} 浓度为 100 mg/L 时, 则表现出对紫花苜蓿种子萌发有促进作用; 当浓度高于 150 mg/L 时, Zn^{2+} 对紫花苜蓿种子萌发表现为抑制, 且随 Zn^{2+} 浓度增大, 抑制作用增强; Zn^{2+} 浓度达到 600 mg/L 时, 萌发率相对较低, 但总体趋势变化不大。

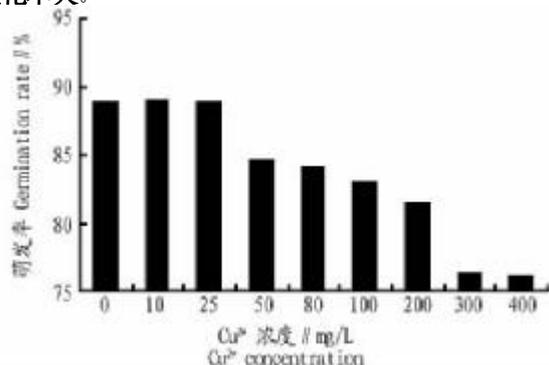


图 1 Cu^{2+} 胁迫对紫花苜蓿种子萌发率的影响

Fig. 1 Effect of Cu^{2+} stress to germination rate of alfalfa seed

基金项目 国家自然科学基金项目 (90610011)。

作者简介 张虹 (1962 -), 女, 云南昆明人, 副教授, 从事生物技术研究。

* 通讯作者, 教授, E-mail: guojunming@tsinghua.org.cn。

收稿日期 2009-06-08

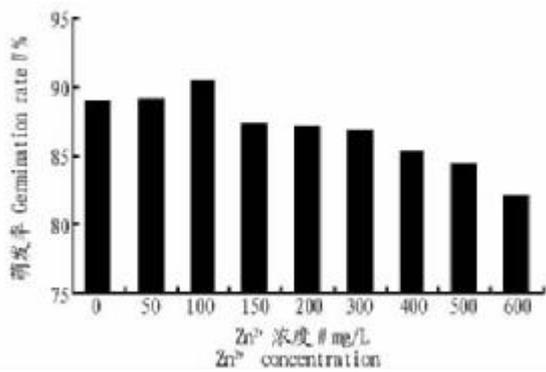


图2 Zn²⁺胁迫对紫花苜蓿种子萌发率的影响

Fig.2 Effect of Zn²⁺ stress to germination rate of alfalfa seed

2.2 Cu²⁺、Zn²⁺胁迫对紫花苜蓿根长及株高的影响

2.2.1 Cu²⁺、Zn²⁺胁迫对紫花苜蓿根长影响。由图3、图4可知,低浓度的Cu²⁺、Zn²⁺对根长生长具有促进作用。当Cu²⁺浓度≤25 mg/L、Zn²⁺浓度≤100 mg/L时,根长均比对照高,并且在Cu²⁺浓度为10 mg/L、Zn²⁺浓度为100 mg/L时根生长达到最佳,分别比对照长3.30 cm和1.51 cm。随着Cu²⁺、Zn²⁺浓度的增加,抑制作用逐渐加大,Cu²⁺浓度≥50 mg/L、Zn²⁺浓度≥150 mg/L时,对根长抑制作用开始明显;当Cu²⁺浓度≥100 mg/L、Zn²⁺浓度≥300 mg/L时,抑制作用增大,大部分只有主根无侧根;在高浓度即Cu²⁺浓度为400 mg/L、Zn²⁺浓度为600 mg/L时,抑制作用达到最大,主根和侧根均无生长。

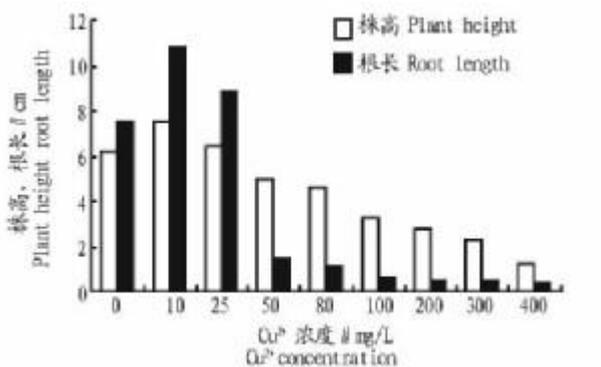


图3 Cu²⁺胁迫对紫花苜蓿根长及株高的影响

Fig.3 Effects of Cu²⁺ stress to root length and plant height of alfalfa

2.2.2 Cu²⁺、Zn²⁺胁迫对紫花苜蓿株高的影响。由图3、图4可知,低浓度的Cu²⁺、Zn²⁺不仅对根系生长有促进作用,对株高生长也具有促进作用。Cu²⁺浓度≤25 mg/L、Zn²⁺浓度

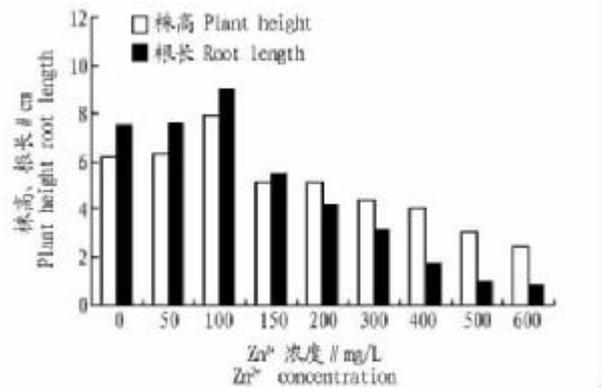


图4 Zn²⁺胁迫对紫花苜蓿根长及株高的影响

Fig.4 Effects of Zn²⁺ stress to root length and plant height of alfalfa

≤100 mg/L时,株高均高于对照,在Cu²⁺浓度为10 mg/L、Zn²⁺浓度为100 mg/L时,植株生长达到最好,株高比对照高1.36 cm和1.75 cm。随Cu²⁺、Zn²⁺浓度的增加,植株生长变缓,抑制作用加大。Cu²⁺浓度≥50 mg/L、Zn²⁺浓度≥150 mg/L时,植株株高逐渐变矮,幼苗生长变弱;在高浓度即Cu²⁺浓度≥300 mg/L、Zn²⁺浓度为600 mg/L时,植株已无生长,叶片黄化,植株生长受到了明显抑制。

3 结论

Zn²⁺、Cu²⁺是植物生长所必需的微量元素,但过量的Zn²⁺、Cu²⁺对细胞内的酶产生毒害作用,影响植物体内正常的生理生化过程^[4-5]。试验结果说明,不同Zn²⁺、Cu²⁺浓度对紫花苜蓿种子的萌发率、根长、植株生长的影响作用也不同,Cu²⁺浓度≤25 mg/L、Zn²⁺浓度≤100 mg/L时对紫花苜蓿的萌发率、根长和株高生长产生促进作用,并且在Cu²⁺浓度为10 mg/L、Zn²⁺浓度为100 mg/L时根长和植株生长达到最佳。随着Cu²⁺、Zn²⁺浓度的增加,Cu²⁺浓度≥50 mg/L、Zn²⁺浓度≥150 mg/L对萌发率、根系和植株生长抑制作用逐渐加大;在高浓度时即Zn²⁺浓度为600 mg/L、Cu²⁺浓度为400 mg/L时,抑制作用最明显。

参考文献

[1] 丁园,谢海荣,魏洽,等.重金属胁迫对紫花苜蓿种子萌发的影响[J].南昌航空工业学院学报:自然科学版,2004,18(4):45-53.
 [2] 丁园,宗良纲.潮土重金属复合污染对紫花苜蓿的影响[J].南昌航空工业学院学报,2002,3(16):47-50.
 [3] 张春荣,李红,夏立江,等.镉、锌对紫花苜蓿种子萌发及幼苗的影响[J].华北农业报,2005,20(1):96-99.
 [4] 李淑艳,郭微. Cu²⁺、Zn²⁺胁迫对黄瓜种子萌发及幼苗生长的影响[J].中国种业,2006(1):33-34.
 [5] 王忠.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2001:121-123.

(上接第11429页)

[4] 王振恒,张继,哈飞,等.二色补血草资源综合利用[J].中华实用中西医杂志,2005,18(7):1076-1077.
 [5] 王文,孙志峰.二色补血草的组织培养[J].植物生理学通讯,1990(5):42.

[6] 张小苹,马双马,那淑芝,等.二色补血草叶片组织培养及无性系的建立[J].沈阳农业大学学报,1998,29(1):96-97.
 [7] 陈银凤,陈嵩.二色补血草试管苗生根及移栽基质研究[J].亚热带植物科学,2001(3):37-39.