

# 铜和锌胁迫对红小豆种子萌发的影响

刘爱玉,郝梦霞

(中国农业大学 烟台研究院,山东 烟台 264670)

**摘要:**为了探明重金属污染对植物生长及生理的影响,研究了不同浓度  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  胁迫对红小豆种子萌发的影响。结果表明:低浓度  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对红小豆种子萌发具有促进作用,高浓度具有抑制作用。 $\text{Cu}^{2+}$  浓度为  $0\sim 0.05\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,红小豆发芽率和发芽势随浓度的增加而增加, $\text{Zn}^{2+}$  浓度为  $0\sim 0.10\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,促进红小豆种子萌发和生长。当  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  浓度大于  $0.50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,红小豆根和芽的生长受到严重抑制,且  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  胁迫对根的抑制效果大于对芽的抑制效果。

**关键词:**铜和锌胁迫;红小豆;种子萌发

**中图分类号:**S521

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2014)04-0046-03

随着工业的发展,重金属污染问题日益严重,越来越多的饮用水和耕地受到重金属离子的污染和影响<sup>[1]</sup>。如何运用科学、有效的方法解决重金属污染问题,成为近几年生态学和环境科学的研究重点。在重金属污染中铜和锌的污染非常严重,相关研究也较多,铜和锌污染不仅影响作物生长发育,降低产量和质量,而且还可通过植物吸收和积累残留在植物的可食用部分,最终通过食物链进入人体,对人类健康产生巨大威胁<sup>[2-3]</sup>。

红小豆又名赤豆、红饭豆、饭豆、蛋白豆和赤山豆,是豆科豇豆属植物,可用于治疗水肿胀满、脚气浮肿、黄疸尿赤、风湿热痹、痈疮毒和肠痈腹痛等,具有很高的栽培价值<sup>[4]</sup>。目前对红小豆的重金属胁迫研究较少,种子萌发既是植物生活周期的起点,也是植物感知外界环境的最初生命阶段,该文研究了铜和锌胁迫对冀红 352 红小豆种子萌发的影响,对于重金属污染条件下红小豆的栽培和增产具有重要意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试红小豆为冀红 352,种子为市购,硫酸铜和硫酸锌试剂为天津市瑞金特化学品有限公司制造。

### 1.2 方法

试验于 2013 年 4 月在中国农业大学烟台研

究院植物培养实验室进行,取大小均匀健康饱满的红小豆种子 650 粒,0.3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液浸泡 30 min,自来水冲洗数次,去离子水冲洗 3 次。配制浓度分别为 0.01、0.05、0.10、0.25、0.50 和  $1.00\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  溶液。培养皿灭菌后在底部铺上双层滤纸,每个培养皿内放入 50 粒种子,每个浓度 3 次重复,清水处理为对照。置于  $21^\circ\text{C}$  恒温培养箱中培养。

### 1.3 测定项目与方法

每隔 24 h 记录一次种子的发芽数(当根长达到种子长度时记为发芽),计算种子发芽势、发芽率及抑制指数,并测量芽长、根长和根毛数、可溶性糖含量和可溶性蛋白含量。

发芽势(%)=(发芽 3 d 正常发芽粒数/供试种子粒数) $\times 100$ <sup>[5]</sup>;发芽率(%)=(发芽 7 d 全部正常发芽粒数/供试种子粒数) $\times 100$ <sup>[5]</sup>;抑制指数(%)=(对照根或芽长度-处理根或芽长度)/对照根或芽长度 $\times 100$ <sup>[6]</sup>。用 Excel 2003 和 SPSS 13.0 统计分析软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 铜和锌胁迫对红小豆种子萌发的影响

从表 1 可以看出,在  $0\sim 0.05\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  浓度范围内,随着  $\text{Cu}^{2+}$  浓度的增加,红小豆种子发芽势和发芽率逐渐增加, $\text{Cu}^{2+}$  浓度为  $0.05\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,红小豆种子发芽势和发芽率均最高,分别为 92% 和 95%。当  $\text{Cu}^{2+}$  浓度为  $0.50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,红小豆种子萌发开始受到抑制,发芽势仅为 64%,显著低于对照。 $\text{Cu}^{2+}$  浓度为  $1.00\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  时,发芽势和发芽率最低,为

收稿日期:2013-12-13

第一作者简介:刘爱玉(1990-),女,山东省日照市人,学士,从事园艺学研究。E-mail:aiyubj829@126.com。

60%和85%。由表2可知,不同浓度 $\text{Zn}^{2+}$ 对红小豆种子萌发影响的趋势与 $\text{Cu}^{2+}$ 的作用相同,浓度为0~0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,随着 $\text{Zn}^{2+}$ 浓度的增加,红小豆的发芽势和发芽率逐渐增加, $\text{Zn}^{2+}$ 浓度为

0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆种子发芽势和发芽率最高,分别为88%和95%。 $\text{Zn}^{2+}$ 浓度为1.00 mmol·L<sup>-1</sup>时,发芽势和发芽率最低,为66%和87%。

表 1 不同浓度  $\text{Cu}^{2+}$  胁迫对红小豆种子萌发的影响

Table 1 The effect of  $\text{Cu}^{2+}$  concentration on seed germination of adzuki bean

项目 Items	Cu <sup>2+</sup> 浓度/mmol·L <sup>-1</sup> Concentration						
	0	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
发芽势/% Germination energy	70 c	80 b	92 a	90 a	83 b	64 d	60 d
发芽率/% Germination rate	92 ab	93 a	95 a	94 a	93 a	90 ab	85 b

注:不同小写字母代表差异达到显著水平( $P<0.05$ )。下同。  
Note: Different lowercases mean significant difference at 0.05 level. The same below.

表 2 不同浓度  $\text{Zn}^{2+}$  胁迫对红小豆种子萌发的影响

Table 2 The effect of  $\text{Zn}^{2+}$  concentration on seed germination of adzuki bean

项目 Items	Zn <sup>2+</sup> 浓度/mmol·L <sup>-1</sup> Concentration						
	0	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
发芽势/% Germination energy	70 bc	74 b	82 a	88 a	84 a	70 bc	66 c
发芽率/% Germination rate	92 ab	92 ab	95 a	95 a	90 ab	88 b	87 b

2.2 铜和锌胁迫对红小豆芽长及根系生长的影响

$\text{Cu}^{2+}$ 对红小豆芽长、根系生长和根毛数有明显的影响。由表3可知,当 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度在0~0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,能够明显促进红小豆幼苗的生长。当 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度为0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆幼苗生长开始受到抑制。 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度为0.05 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆幼苗芽长、根长最长,侧

根数最多,且显著高于对照。 $\text{Cu}^{2+}$ 浓度超过0.50 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆幼苗不生根,芽长显著小于其它各处理。由表4可知, $\text{Zn}^{2+}$ 浓度为0~0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,对红小豆幼苗生长起促进作用。 $\text{Zn}^{2+}$ 浓度为0.10 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆幼苗芽长、根长和侧根数最大,与对照差异显著。 $\text{Zn}^{2+}$ 浓度超过0.50 mmol·L<sup>-1</sup>时,红小豆幼苗不生根,芽长显著小于其它各处理。

表 3 不同浓度  $\text{Cu}^{2+}$  胁迫对红小豆种子幼苗芽长和根系生长的影响

Table 3 The effect of  $\text{Cu}^{2+}$  concentration on bud length and root growth of adzuki bean

项目 Items	Cu <sup>2+</sup> 浓度/mmol·L <sup>-1</sup> Concentration						
	0	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
芽长/cm Bud length	6.97 ab	7.70 ab	7.90 a	7.06 ab	4.76 b	1.98 c	1.30 c
根长/cm Root length	3.69 ab	4.05 a	4.34 a	3.00 b	2.21 c	0 d	0 d
侧根数/条 Lateral root number	2.60 b	5.60 a	5.20 a	5.00 a	2.80 b	0 c	0 c
芽长抑制指数/% Inhibition index of bud	0 b	10.47 a	13.34 a	1.29 b	-31.71 c	-71.66 d	-81.35 d
根长抑制指数/% Inhibition index of root	0 ab	9.76 a	17.62 a	-18.70 b	-40.11 c	-100.00 d	-100.00 d

表 4 不同浓度  $Zn^{2+}$  处理红小豆种子幼苗芽长和根系生长的比较Table 4 The effect of  $Zn^{2+}$  concentration on bud length and root growth of adzuki bean

项目 Items	Zn <sup>2+</sup> 浓度/mm $\cdot$ L <sup>-1</sup> Concentration						
	0	0.01	0.05	0.10	0.25	0.50	1.00
芽长/cm Bud length	6.97 b	7.27 ab	7.94 ab	8.12 a	5.19 c	2.84 d	1.42 e
根长/cm Root length	3.69 b	3.64 b	4.79 ab	4.93 a	2.90 b	0.00 c	0.00 c
侧根数/条 Lateral root number	2.60 c	3.90 b	3.60 b	4.93 a	3.40 b	0.00 d	0.00 d
种子芽长抑制指数/% Inhibition index of bud	0 b	4.30 b	13.92 a	16.50 a	-25.54 c	-59.25 d	-79.63 e
种子根长抑制指数/% Inhibition index of root	0 b	-1.36 b	29.81 a	33.60 a	-21.41 c	-100.00 d	-100.00 d

### 3 结论与讨论

铜和锌都是植物体必须的微量元素,也是污染环境的主要重金属,不同浓度的铜和锌离子会对植物生长及生理产生严重影响。重金属胁迫对红小豆萌发的影响宏观上主要体现在发芽势和发芽率上, $Cu^{2+}$  和  $Zn^{2+}$  离子浓度相同时,铜的抑制效果要强,说明铜对红小豆萌发的危害更大,这可能与植物对铜元素的需求量相对较少且易达到饱和状态有关。该试验结果表明,重金属对红小豆的萌发具有低浓度促进高浓度抑制的效果,与李军红<sup>[7]</sup>和李蕊<sup>[8]</sup>的研究结果一致。在幼苗的生长情况方面,两种金属离子均表现出对根的抑制效果大于对芽的抑制效果,侧根数和主根长均明显抑制,其原因可能是因为根部直接与溶液接触,遭受的危害较大所致,同时也说明了高浓度金属离子具有抑制根部细胞分裂的作用。

### 参考文献:

- [1] 黄长干,梁英,卢向黄,等.紫鸭跖草对铜盐胁迫的生理反应[J].湖南农业大学学报:自然科学版,2008,34(5):526-530.
- [2] 孙建云,沈振国.铜胁迫下甘蓝幼苗生长和铜吸收的基因型差异[J].西北植物学报,2005,25(10):2003-2009.
- [3] 白宝璋,史国安,赵景阳.植物生理学[M].北京:中国农业出版社,2001:96-99.
- [4] 于军香.盐胁迫对红小豆种子萌发与生理生化特性的影响[J].作物杂志,2010(4):47-48.
- [5] 闫芳,张春梅,王勤礼,等.赤霉素和 6-BA 对苦豆子种子萌发生理特性的影响[J].中国野生植物资源,2012,31(6):28-31.
- [6] 任安芝,高玉葆.铅、镉、铬单一和复合污染对青菜种子萌发的生物学效应[J].生态学杂志,2000,19(1):19-22.
- [7] 李军红,田胜尼,孙萌. $Cu$ 、 $Pb$ 、 $Zn$  及复合重金属对油菜种子萌发的抑制性研究[J].安徽农学通报,2007,13(19):69-72.
- [8] 刘蕊. $Cu$  胁迫对香豌豆生长及生理特性影响[J].华北农学报,2012,27(S):193-197.

## Effect of $Cu^{2+}$ and $Zn^{2+}$ Stress on Germination of Adzuki Bean

LIU Ai-yu, HAO Meng-xia

(Yantai Research Institute of China Agricultural University, Yantai, Shandong 264670)

**Abstract:** In order to probe effects of heavy metal pollution on plant growth and physiology, the effects of different concentrations of  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  stress on adzuki bean seed germination were studied. The results showed that low concentration of  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  could promote seed germination of adzuki bean, higher concentration of  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  had inhibitory effect on seed germination. When  $Cu^{2+}$  concentration was 0~0.05 mmol $\cdot$ L<sup>-1</sup>, germination rate and germination energy of adzuki bean increased with the increasing of  $Cu^{2+}$  concentration. When  $Zn^{2+}$  concentration was 0~0.10 mmol $\cdot$ L<sup>-1</sup>, seed germination was promoted to grow. When  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  concentration were over than 0.50 mmol $\cdot$ L<sup>-1</sup>, it had inhibitory effect on growth of root and bud, the effect of  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  stress on root inhibition was greater than bud.

**Key words:**  $Cu^{2+}$  and  $Zn^{2+}$  stress; adzuki bean; seed germination