

## Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗生长的影响

李进学, 曹 虎, 张芬琴, 李彩霞

(河西学院生物系, 甘肃 张掖 734000)

**Effects of Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> on growth of *Triticum aestivum* seedling** LI Jin-xue, CAO Hu, ZHANG Fen-qin, LI Cai-xia (Department of Biology, Hexi College, Zhangye 734000, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(4): 59-60

**Abstract:** The effects of Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> on growth and physiological characters of *Triticum aestivum* Linn. seedling were studied. The results indicated that the higher concentration of Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> had obvious inhibition, showing that the content of chlorophyll was reduced, the content of MDA and electrical conductivity increased, the vigor of root reduced. It showed that the effect of Cu<sup>2+</sup> on *T. aestivum* was more poisonous than that of Zn<sup>2+</sup>.

**关键词:** Cu<sup>2+</sup>; Zn<sup>2+</sup>; 普通小麦; 生长

**Key words:** Cu<sup>2+</sup>; Zn<sup>2+</sup>; *Triticum aestivum* Linn.; growth

中图分类号: Q945.78; X503.231 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2005)04-0059-02

Zn<sup>2+</sup> 在植物体中参与生长素的合成和某些酶系统的活动; Cu<sup>2+</sup> 在催化氧化还原反应中起作用, 是植物体内多种氧化酶的组成部分, 与光合作用密切相关, 在脂肪代谢、蛋白质分解中有一定的作用<sup>[1]</sup>。当植物体内 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 含量超过一定浓度时对细胞有较大的毒害, 危害植物的生长和发育, 并可经食物链富集危害人的健康<sup>[2]</sup>。本文研究了相同浓度的 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗生理生化特征的影响, 以期为防止金属离子污染和培育抗性品种提供参考数据。

### 1 材料和方法

#### 1.1 营养液

对照 CK(基础营养液), 主要含有 0.51 g · L<sup>-1</sup> KNO<sub>3</sub>, 0.41 g · L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 1.02 × 10<sup>-3</sup> g · L<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub>, 0.82 g · L<sup>-1</sup> Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 0.56 g · L<sup>-1</sup> FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, 0.14 g · L<sup>-1</sup> KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 和 0.75 g · L<sup>-1</sup> EDTA;

Cu<sup>2+</sup> 营养液: CK + 100 μmol · L<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub>;

Zn<sup>2+</sup> 营养液: CK + 100 μmol · L<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub>。

#### 1.2 实验方法

选取大小一致且饱满的普通小麦 (*Triticum aestivum* Linn.) 种子, 用 1% HgCl<sub>2</sub> 表面消毒 1 h。蒸馏水充分漂洗后, (25 ± 1) °C 下用蒸馏水浸种催芽 48 h。挑选发芽良好(露白一致)的种子置于光照培养箱中进行砂基培养, 温度为 25°C/22°C (昼/夜)。5 d 后分别移至对照、Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 营养液中培养, 各重复 3 次。2 d 更换 1 次营养液, 至幼苗长出三叶一心时, 取样测量各项生理指标。

地下部和地上部长度的测定及地上部形态变化的观测采用常规法<sup>[3]</sup>; 叶绿素含量和抗逆性的测定参照文献<sup>[4]</sup>; 丙二醛(MDA)含量和根系活力的测定参照文献<sup>[5]</sup>。各指标均重复测定 3 次, 取平均值进行统计分析。

### 2 结果和分析

#### 2.1 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗生长的影响

Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 处理对普通小麦幼苗生长的影响见表 1 和表 2。经 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 处理后幼苗地上部在形态上与对照相比差异较大; 与对照相比, Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对叶长度和根系长度的抑制率分别为 3.03%、1.91% 和 0.83%、0.74%, 表明 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对茎叶生长的抑制程度大于根, 其中 Cu<sup>2+</sup> 处理的影响较 Zn<sup>2+</sup> 明显。

表 1 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗生长的影响

Table 1 Effects of Cu<sup>2+</sup> and Zn<sup>2+</sup> on growth of *Triticum aestivum* Linn. seedling

处理 Treatment	浓度/μmol · L <sup>-1</sup> Concentration	根长/cm Root length	叶长/cm Leaf length
CK		24.70	29.28
Zn <sup>2+</sup>	100	24.52	28.75
Cu <sup>2+</sup>	100	24.50	27.88

#### 2.2 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗叶绿素含量的影响

Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 处理降低了普通小麦叶片中的叶绿素含量(表 3), 处理后叶片的叶绿素含量分别比对照降低 19.327% 和 5.525%, 表明 Cu<sup>2+</sup> 较 Zn<sup>2+</sup> 毒害作用更为明显。

#### 2.3 Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 对普通小麦幼苗 MDA 含量的影响

Cu<sup>2+</sup> 和 Zn<sup>2+</sup> 处理后普通小麦叶片和根系中 MDA 含量分别比对照高 47.798%、23.126% 和 82.866%、53.698% (表 4), 表明经 Cu<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup> 处理后, 幼苗膜脂过氧化作用水平提

收稿日期: 2004-12-21

作者简介: 李进学(1979-), 男, 甘肃静宁人, 学士, 助教, 从事生物学教学。

高,推测普通小麦对  $\text{Cu}^{2+}$  的毒害较敏感。

表2  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦幼苗形态的影响<sup>1)</sup>

Table 2 Effects of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  on morphology of *Triticum aestivum* Linn. seedling<sup>1)</sup>

时间/d Time	处理 Treatment	浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration	I	II	III
6	CK		-	+	-
	$\text{Zn}^{2+}$	100	+	+	-
	$\text{Cu}^{2+}$	100	+	+	-
9	CK		-	++	-
	$\text{Zn}^{2+}$	100	+	++	-
	$\text{Cu}^{2+}$	100	++	+	-
11	CK		-	+++	+
	$\text{Zn}^{2+}$	100	++	+++	+
	$\text{Cu}^{2+}$	100	+++	++	-

<sup>1)</sup> I: 叶尖发黄 Leaf top yellow; II: 两叶一心 Two leaves one heart; III: 三叶一心 Three leaves one heart.

表3  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦幼苗叶绿素含量的影响

Table 3 Effects of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  on chlorophyll content of *Triticum aestivum* Linn. seedling

处理 Treatment	浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration	叶绿素含量/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ Chlorophyll content
CK		14.637
$\text{Zn}^{2+}$	100	13.836
$\text{Cu}^{2+}$	100	11.809

表4  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦幼苗 MDA 含量的影响

Table 4 Effects of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  on MDA content of *Triticum aestivum* Linn. seedling

处理 Treatment	浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration	MDA 含量/ $\text{mmol} \cdot \text{g}^{-1}$ MDA content	
		叶 Leaf	根 Root
CK		40.09	58.05
$\text{Zn}^{2+}$	100	49.36	89.22
$\text{Cu}^{2+}$	100	59.25	106.15

## 2.4 $\text{Cu}^{2+}$ 和 $\text{Zn}^{2+}$ 对普通小麦根系活力的影响

经  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理后,普通小麦幼苗根系氧化的  $\alpha$ -萘胺的微克数比对照分别降低了 7.104% 和 1.251% (表5),说明  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理降低了普通小麦的根系活力。

表5  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦根系活力的影响

Table 5 Effects of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  on vigor of root of *Triticum aestivum* Linn. seedling

处理 Treatment	浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration	吸光度 Absorbancy	$\alpha$ -萘胺/ $\mu\text{g}$ $\alpha$ -naphthylamine
CK		0.393 0	47.637
$\text{Zn}^{2+}$	100	0.417 3	47.041
$\text{Cu}^{2+}$	100	0.422 5	44.253

## 2.5 $\text{Cu}^{2+}$ 和 $\text{Zn}^{2+}$ 对普通小麦幼苗电导率的影响

经  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理后,普通小麦叶片的电导率分别比对照增加了 101.002% 和 90.114%,说明普通小麦幼苗细胞膜结构受到了一定程度的破坏,导致电解质外渗。

表6  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦幼苗电导率的影响

Table 6 Effects of  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Zn}^{2+}$  on electrical conductivity of *Triticum aestivum* Linn. seedling

处理 Treatment	浓度/ $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration	电导率/% Electrical conductivity	伤害率/% Injury percentage
CK		74.85	100.000
$\text{Cu}^{2+}$	100	150.45	201.002
$\text{Zn}^{2+}$	100	142.50	190.114

## 3 讨 论

以  $100 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理普通小麦幼苗,导致幼苗叶片叶绿素含量降低,幼苗生理代谢和能量供给受到抑制,幼苗生长受到影响。

MDA 对细胞具有一定的保护作用,使植物能够抵抗或减缓逆境伤害的作用,MDA 含量增加,说明  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理一定程度上提高了普通小麦幼苗的自身调节作用。

膜透性增大的程度与逆境胁迫强度有关,也与植物的抗逆性有关<sup>[3,4]</sup>。 $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理后,普通小麦幼苗叶片浸提液的电导率明显增大,说明  $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理使膜的完整性受到破坏,对细胞膜结构有负面影响。

$\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  处理降低了普通小麦根系的活力,根活力的下降对普通小麦幼苗的生长及形态变化也有一定的影响。

上述实验结果说明, $\text{Cu}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  对普通小麦幼苗生长和生理代谢过程均有一定的影响,且  $\text{Cu}^{2+}$  的抑制作用大于  $\text{Zn}^{2+}$ 。

## 参考文献:

- [1] 王洪春. 生物膜结构功能和渗透调节[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.
- [2] Adirao D C. Trace elements and terrestrial environment [M]. New York: Spring-Verlag Inc, 1986. 1-21,107-154.
- [3] 刘吉祥, 马国良, 白冬梅, 等.  $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  对小麦毒性的比较研究[J]. 农业环境保护, 2001, 20(4): 252-253.
- [4] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,1999. 5.
- [5] 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验[M]. 北京:人民教育出版社,1980. 11.

(责任编辑:张垂胜)