

# 施用 N、P、K 肥后铜对小麦种子萌发和幼苗生长影响的研究

郑曦, 吕文明, 华政

(徐州师范大学生物系, 江苏徐州 221116)

**摘要:** 以不同质量浓度 Cu 处理下小麦种子萌发和幼苗生长的状况为对照, 研究增施 N、P、K 肥后, 小麦种子萌发和幼苗生长所受到的影响。结果表明: 施加 N、P、K 肥有利于叶绿素的合成。在低质量浓度 Cu (20~80 mg/L) 条件下, 施加 N、P、K 肥有利于增强小麦淀粉酶的活性, 促进小麦种子的萌发, 高质量浓度 Cu (150~300 mg/L) 条件下, 施加 N、P、K 肥降低小麦淀粉酶活性, 抑制小麦种子的萌发。施肥后, 小麦脯氨酸含量较对照组均有所上升。

**关键词:** 小麦; N、P、K 肥; Cu

**中图分类号:** Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2004)04-0363-04

## Effects of N, P, K fertilizer and Cu on seed germination and seedling growth of wheat

ZHENG Xi, LU Wen-ming, HUA Zheng

(*Biology Department, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116, China*)

**Abstract:** This paper dealt with effects of N, P, K and Cu on seed germination and seedling growth of wheat. The results showed that N, P, K improve the synthesis of chlorophyll. With low quality concentration of Cu (20~80 mg/L), applying N, P, K improve the activity of amylase and increase the seed germination of wheat. With high quality concentration of Cu (150~300 mg/L), applying N, P, K reduce the activity of amylase and check the seed germination of wheat.

**Key words:** wheat; N, P, K; Cu

小麦是长江以北地区的主要粮食作物之一。随着品种的改良和耕种技术的提高, 小麦亩产量整体在上升。但是, 环境污染也抑制着小麦的产量, 其中重金属污染是原因之一。小麦生长过程中, 重金属铜对小麦生长发育的影响, 已有众多的报道(张士功, 1999; 常红岩, 2000; 刘登义等, 2002; 朱云集等, 1997; 袁玲等, 2000; 陈怀满等, 2001), 但在小麦生长过程中所施用的 N、P、K 肥是否会影响到重金属离子对小麦种子萌发和幼苗生长所产生的作用, 还未

见相关的报道, 本文在此作了一些初步的研究, 为通过对小麦施肥来改良被重金属污染的土壤, 提供进一步研究的理论依据。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 实验材料与 设计

(1) 供试作物: 烟农 19 小麦种子, 购自江苏省徐州市种子 公司。

收稿日期: 2003-07-24 修订日期: 2003-11-20

基金项目: 校青年科研基金项目

作者简介: 郑曦(1971-), 女, 江苏睢宁人, 硕士, 讲师, 主要从事植物学及植物生态学研究。

(2)材料处理:取子粒饱满,均匀的小麦种子,0.1%升汞消毒10~15 min后流水冲洗1 h,放入硫酸铜溶液中浸种,溶液含Cu量(以纯Cu计算)分别为0、20、50、80、150、300 mg/L。浸种12 h,于23℃条件下催芽15 h。

(3)实验设计:实验以Hoagland营养液为稀释液,一次性加入硫酸铵与磷酸二氢钾,使营养液中硫酸铵与磷酸二氢钾的质量浓度分别为0.3%和0.1%,以Hoagland营养液为对照。精选催芽后种子移栽入石英砂盘中,每日分别添加上述两种营养液,在25℃(±1℃),叶表面光强不低于40 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>,每天光照15 h培养。实验设3个重复。

## 1.2 测试指标与方法

(1)种子萌发率的测定:种子移栽24 h后开始记录发芽率,每天定时观察,直至0 mg/L纯Cu浸种的种子的发芽率不再变化为止,记录此时的发芽率。

(2)过氧化物酶的测定:于种子处理后的第四天,采用分光光度法(张志良,1990),在470 nm波长下测定吸光度,吸光度的变化值以 $\Delta A_{470}/\text{min} \cdot \text{g}$ 表示酶活性单位。

(3)淀粉酶活力测定:按王秀奇(1996)的方法,于种子处理、出芽后3 d,测定小麦淀粉酶的活性,以光密度变化0.001为1个酶活性单位(U/min·mg-FW)。

(4)脯氨酸活力测定:采用张志良(1990)分光光度法,于小麦培养5 d后测定。

(5)叶绿素含量测定:采用张志良(1990)分光光度法,于小麦培养1周后测定。

## 2 结果与分析

### 2.1 施用N、P、K肥后,不同质量浓度的Cu对小麦发芽率的影响

图1可见,随着Cu质量浓度的增加,小麦种子发芽率降低。对照组 $y=79.92-0.173x$ , $r=-0.852^*$ ;处理组 $y=86.83-0.217x$ , $r=-0.912^{**}$ ,呈显著或极显著相关。施用N、P、K肥后,在低质量浓度Cu( $\leq 80$  mg/L)条件下,小麦种子的发芽率有所提高,尤其当Cu质量浓度为50 mg/L时,施用N、P、K肥可明显提高小麦种子的发芽率;在较高质量浓度Cu(150~300 mg/L)的条件下,小麦种子的发芽率有所下降。这表明在低质量浓度Cu( $\leq 80$  mg/L)条

件下,N、P、K肥可降低Cu对小麦种子萌发的抑制,有效提高小麦种子发芽率。在高质量浓度(150~300 mg/L)Cu条件下,N、P、K肥加强Cu对小麦种子萌发的抑制,降低小麦种子发芽率。

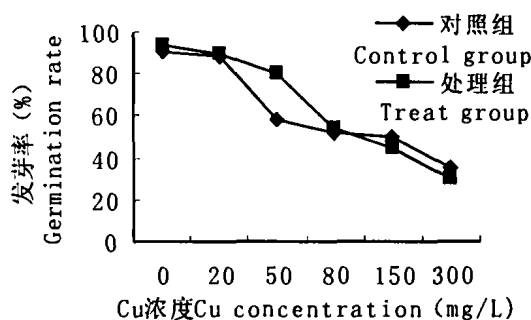


图1 小麦种子发芽率

Fig. 1 Germination rate of wheat seeds

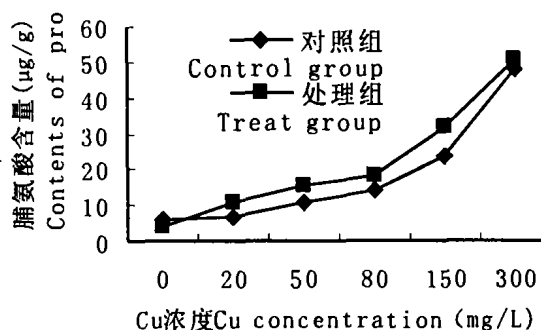


图2 脯氨酸的含量

Fig. 2 Contents of Pro in wheat seedlings

### 2.2 施用N、P、K肥后,不同质量浓度的Cu对小麦脯氨酸含量的影响

游离pro含量的增加,可作为植物抗盐害的一个指标(汤章城,1984)。实验结果(图2)显示,对照组与处理组中脯氨酸的含量随着Cu处理浓度的升高,呈上升的趋势,相关系数 $r$ 分别为0.996<sup>\*\*</sup>和0.994<sup>\*</sup>,呈极显著或显著相关。对比对照组和处理组的情况来看,在无Cu条件下,施加N、P、K肥对植物体内脯氨酸含量的影响不大,略有下降;在有Cu条件下,施加N、P、K肥后,各处理组脯氨酸的含量均略高于相应对照组。这表明随着Cu浓度的增加,小麦所受到的盐毒害也随之增加,施加N、P、K肥基本上不能改善盐毒害的影响。

### 2.3 施用N、P、K肥后,不同质量浓度的Cu对小麦过氧化物酶活性的影响

POD是一种氧化还原酶,它可催化有毒物质氧

化分解,植物 POD 活性的增加是污染物进入植物体内后通过一系列生理生化反应产生了对植物有害的过氧化物,随着过氧化物的增加,过氧化物酶利用过氧化氢来催化这些过氧化物的氧化分解,POD 活性的变化基本上反应出污染物浓度的变化。

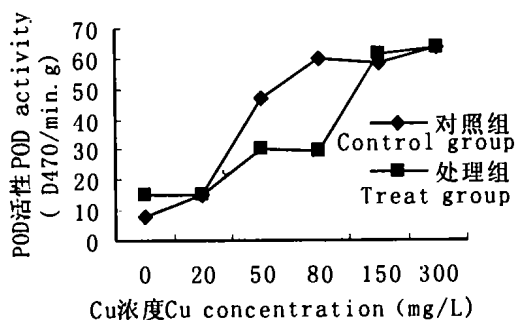


图 3 POD 的活性

Fig. 3 POD activity of wheat

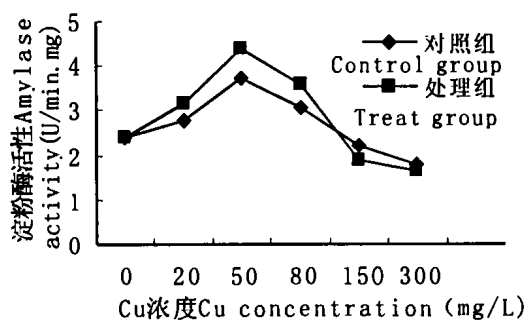


图 4 淀粉酶的活性

Fig. 4 Amylase activity of wheat

从图 3 可以看出,随 Cu 质量浓度的增加,对照组与处理组 POD 的活性也随之增加,相关系数  $r$  分别为 0.777 和 0.909<sup>\*</sup>,呈相关或显著相关。在无 Cu(0 mg/L)的条件下,施 N、P、K 肥提高小麦的 POD 活性;在有 Cu 存在的条件下,施 N、P、K 肥使得低质量浓度的 Cu(<150 mg/L)处理小麦幼苗的 POD 活性较对照组有所降低,而使得高质量浓度 Cu(150~300 mg/L)处理小麦幼苗的 POD 活性较对照组有所提高。说明在较低质量浓度的铜离子条件下,施用 N、P、K 肥可抑制植物体内过氧化物的产生,而在高质量浓度铜离子的条件下,施用 N、P、K 肥不但不能抑制植物体内过氧化物的产生,相反,由于铜离子与 N、P、K 肥的共同存在使得植物体内产生更多的过氧化物,加深对小麦的毒害作用。

## 2.4 施用 N、P、K 肥后,不同质量浓度的 Cu 对小麦淀粉酶活性的影响

小麦种子富含淀粉,在小麦萌发时,淀粉酶起了相当重要的作用,测定淀粉酶活性,可以在一定程度上反映出小麦种子的生长情况。从图 4 可以看出,在一定 Cu 质量浓度( $\leq 50$  mg/L)范围内,Cu 可提高小麦淀粉酶的活性;Cu 质量浓度超过 50 mg/L,则淀粉酶的活性下降。N、P、K 肥有加强 Cu 处理小麦幼苗淀粉酶活性的作用,但当 Cu 质量浓度超过 80 mg/L 时,N、P、K 肥有加剧淀粉酶活性下降的作用。

## 2.5 施用 N、P、K 肥后,不同质量浓度的 Cu 对小麦叶绿素含量的影响

由表 1 可知,低质量浓度 Cu(20~80 mg/L)对小麦叶绿素的合成有促进作用,而高质量浓度 Cu(150~300 mg/L)对小麦叶绿素的合成有抑制作用。施加 N、P、K 肥后,各处理组总叶绿素的含量均高于对照。比较叶绿素 a 和叶绿素 b 的质量含量后发现,增加的主要是叶绿素 b 的含量,而叶绿素 a 的含量无明显变化,说明通过所施 N、P、K 肥与铜离子的相互作用,可有效促进小麦幼苗叶绿素 b 的合成,从而提高小麦幼苗总叶绿素的含量,加强小麦幼苗的光合作用。为何 N、P、K 肥与铜离子的相互作用主要影响了叶绿素 b 的合成途径,而对叶绿素 a 的合成基本上无影响,有待于进一步的研究探讨。

## 3 结 论

低质量浓度 Cu(20~80 mg/L)条件下,施加 N、P、K 肥可增强小麦淀粉酶的活性,抑制小麦过氧化物等有害物质的产生,促进小麦种子的萌发;而在高质量浓度 Cu(150~300 mg/L)条件下,施加 N、P、K 肥可降低小麦淀粉酶的活性,促使小麦产生更多的过氧化物等有害物质,抑制小麦种子的萌发。

施加 N、P、K 肥可有效提高小麦叶片中叶绿素 b 的含量,从而提高植物总叶绿素的含量,提高光合作用的效率,有利于小麦幼苗的生长。

在低质量浓度 Cu( $\leq 80$  mg/L)的背景条件下,施加 N、P、K 肥可有效缓解 Cu 对小麦种子萌发和幼苗生长的不良影响,促进小麦种子的萌发和幼苗生长。

在农田施肥时,应充分考虑土壤中重金属的种

类与含量,确定合理的施肥方式,使所施肥料可缓解重金属离子对作物的危害,真正的促进作物的生长。

本实验研究了 N、P、K 共同施用, Cu 对小麦种子萌发和幼苗生长的影响,至于 N、P、K 分别施

表 1 施用 N、P、K 肥后,不同质量浓度的 Cu 对小麦叶绿素含量的影响  
Table 1 Effects of fertilizer on the contents of chlorophyll of wheat with Cu

Cu 浓度 Cu concentration (mg/L)	处理组叶绿素含量(mg/g) Contents of chlorophyll in treatment group			对照组叶绿素含量(mg/g) Contents of chlorophyll in control group		
	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 Total chl	叶绿素 a Chl a	叶绿素 b Chl b	总叶绿素 Total chl
0	1.008	0.368	1.376	0.984	0.404	1.384
20	1.100	0.496	1.596	1.092	1.568	2.660
50	1.140	1.412	2.552	1.080	2.212	3.292
80	1.060	0.920	1.580	1.040	1.212	2.252
150	1.001	0.325	1.326	1.048	0.520	1.608
300	0.989	0.173	1.162	1.052	0.512	1.594

用时如何影响 Cu 对小麦种子的萌发和幼苗的生长,我们将在下一步进行更为详尽的研究。

本文得到了孙存华教授和张健副教授的热情指导,在此表示衷心的感谢。

#### 参考文献:

- 王秀奇. 1996. 基础生物化学实验(第二版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 205-209.
- 朱云集, 王晨阳, 马元喜, 等. 1997. 铜胁迫对小麦根系生长发育及生理特性的影响[J]. 麦类作物, (5): 49-51.
- 汤章城. 1984. 逆境条件下植物体内脯氨酸累积及其可能的意义[J]. 植物生理学通讯, 20(1): 15-26.
- 张志良. 1990. 植物生理实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 88-91, 154-155, 259-260.
- Chang HY(常红岩). 2000. Advances in the study of plants copper toxicity(植物铜素毒害研究进展)[J]. *J of Shandong Agric Univ(Natural Science)* 山东农业大学学报(自然科学版), 2: 227-230.

Chen HM(陈怀满), Zheng CR(郑春荣), Wang SQ(王慎强), et al. 2001. Effect of soil polluted by different heavy metal sources on rice(不同来源重金属污染的土壤对水稻的影响)[J]. *Rural Eco-Environment*(农村生态环境), 17(2): 35-40.

Liu DY(刘登义), Wang YB(王友保). 2002. Effects of Cu and As on germination and seedling growth of crops(Cu, As 对作物种子萌发和幼苗生长影响的研究)[J]. *Chinese J of Appl Ecol*(应用生态学报), 13(2): 179-182.

Yuan L(袁玲), Zhu LL(祝莉莉), He GC(何光存). 2000. Role of Cu<sup>2+</sup> and Ag<sup>2+</sup> in seeds germination and seedlings growth of rice(Cu<sup>2+</sup>, Ag<sup>2+</sup> 在水稻种子萌发及幼苗生长中的作用)[J]. *Hubei Agric Sci*(湖北农业科学), (2): 24.

Zhang SG(张士功). 1999. Effect of salicylic acid on self-resistance of wheat (*Triticum aestivum*l)(水杨酸对小麦高盐毒害的缓解作用)[J]. *Chin J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 5(3): 264-267.

(上接第 349 页 Continue from page 349)

- the wild diploid wheat *Triticum urartu* revealed by RFLP and RAPD markers[J]. *Theor Appl Genet*, 88: 818-823.
- Choi JS, Ahn BJ, et al. 1997. Classification of Zoysiagrasses (*Zoysia* spp.) native to the southwestern coastal regions of Korea using RAPDs[J]. *J Kor Soc Hort Sci*, 38(6): 789-795.
- Li Y(李亚), Ling PP(凌萍萍), Liu JX(刘建秀). 2002. Morphological diversity of above-ground part of *Zoysia* spp. in China(中国结缕草属植物 *Zoysia* spp. 地上部分形态类型多样性)[J]. *Journal of Plant Resources and Environment*(植物资源与环境学报), 11(4): 33-39.
- Qian W(钱韦), Ge S(葛松). 2001. Analysis of popula-

tion genetic structure by using dominate markers(居群遗传结构研究中显性标记数据分析方法初探)[J]. *Acta Genetica Sinica*(遗传学报), 28(3): 244-255.

Thormann CE, Ferreira ME, et al. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species[J]. *Theor Appl Genet*, 88: 973-980.

Zhang FM(张富民), Ge S(葛松). 2002. Data analysis in population genetics I. Analysis of RAPD data with AMOVA(群体遗传学研究中的数据处理方法 I. RAPD 数据的 AMOVA 分析)[J]. *Biodiversity Science*(生物多样性), 10(4): 438-444.