

微量元素对玉米缩二脲毒害的缓解作用

郭宗端^{1,2},贾 亮^{1*},王 州¹,贾洪秀¹,李新柱¹,刘 毅²

(1. 金正大生态工程集团股份有限公司/农业部植物营养与新型肥料创制重点实验室,山东 临沭 276700;
2. 广东金正大生态工程有限公司,广东 英德 513000)

摘要: 采用盆栽试验研究了施用微量元素对玉米缩二脲毒害的影响,为脲基复合肥的生产改进和降低缩二脲毒害提供理论指导。结果表明,含2%和4%缩二脲的脲基复合肥对玉米幼苗有明显的毒害作用,使玉米幼苗植株矮小、生物量降低,且随肥料中缩二脲含量的增加玉米受到的毒害作用更加明显。配施5%的螯合锌和0.4%的硼砂可以明显缓解肥料中缩二脲的毒害,含2%缩二脲的脲基复合肥在配施微量元素以后,玉米幼苗毒害完全消除;而含4%缩二脲的脲基复合肥配施微量元素后,毒害得到一定程度的缓解,但未能完全消除。此外,若脲基复合肥配施2%氨基酸会促进根系对缩二脲的吸收,加剧缩二脲的毒害。总之,含高浓度缩二脲的脲基复合肥配施一定量的锌和硼可以降低缩二脲的毒害,建议在玉米生产上施用脲基肥料时,缩二脲最好控制在2%以内,并配施适量微量元素。

关键词: 微量元素; 玉米; 缩二脲; 毒害

中图分类号: S143.1;S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2015)11-0055-03

Alleviation Effect of Trace Elements Application on
Biuret Phytotoxicity of Maize

GUO Zongduan^{1,2}, JIA Liang^{1*}, WANG Zhou¹, JIA Hongxiu¹, LI Xinzhu¹, LIU Yi²

(1. Key Laboratory of Plant Nutrition and New Fertilizer R&D of Agriculture Ministry/Kingenta Ecological Engineering Group Co., Ltd., Linshu 276700, China; 2. Guangdong Kingenta Ecological Engineering Group Co., Ltd., Yingde 513000, China)

Abstract: A pot experiment was carried out to study the effect of trace elements on the biuret toxicity of maize, so as to provide theoretical basis for improving the urea-based compound fertilizer production and reducing the biuret toxicity. The results showed that the compound fertilizer with 2% and 4% biuret caused obvious toxicity on the maize. The plant became short, and the biomass decreased, and the toxicity phenomenon of maize would become more obvious when the biuret level increased. Application of 5% EDTA-Zn and 0.4% B could reduce the toxicity of biuret in fertilizers. The toxicity would be eliminated completely when the level of biuret was 2% in compound fertilizers, while the toxicity effects of 4% biuret was just alleviated to a certain extent. In addition, application of 2% amino acids with urea-based compound fertilizer could promote root absorption of biuret, and increase the biuret toxicity. In conclusion, the urea compound fertilizers with high biuret concentrations should be applied with appropriate trace elements to reduce the biuret damage. It was suggested that the biuret content in the complex fertilizers for maize should be controlled below 2%, and appropriate trace elements should be applied at the same time.

Key words: trace elements; maize; biuret; phytotoxicity

收稿日期:2015-04-20
基金项目:“十二五”国家科技支撑计划项目(2011BAD11B02);山东省自主创新专项(2012CX90202)
作者简介:郭宗端(1978-),男,山东潍坊人,中级工程师,硕士,主要从事新型肥料的应用与研发工作。
E-mail: guozongduan@kingenta.com
* 通讯作者:贾 亮(1987-),男,山东临沂人,中级农艺师,硕士,主要从事植物营养调控与新型肥料研究。
E-mail: jialiang624@foxmail.com

目前,肥料中的缩二脲多是由于尿素或者含尿素复合肥生产过程中温度或高温熔融状态时间等条件控制不当而产生的^[1-3]。近年来,因肥料中缩二脲含量过高造成农田作物毒害和经济损失的事件屡有报道。大量研究表明,直接将含有超标缩二脲的尿素或复合肥施于农田土壤中,会造成作物烧苗烧根等现象^[4-6]。平泉瑞等^[5]通过盆栽试验研究表明,当小麦、玉米、水稻所施肥料中,缩二脲含量分别高于 1.6%、2.0%、2.0% 时,作物受到明显毒害作用。缩二脲对作物苗期生长发育的毒害作用会直接影响作物最终产量。因此,在施用含缩二脲的肥料时,要采取必要的措施以降低缩二脲对作物的毒害。研究表明,利用缩二脲解毒剂和缩二脲降解菌分解肥料中缩二脲,可以有效缓解缩二脲带来的毒害^[7-8]。余弢伍等^[9]研究表明,施用的尿素中缩二脲含量较高时,配施硼、钼、锌、铜等微量元素可以减轻缩二脲造成的毒害。目前,关于降低肥料中缩二脲对作物毒害的研究较少。为此,本研究通过盆栽试验,向种植玉米的土壤中添加高浓度缩二脲和微量元素锌和硼,研究微量元素对缩二脲毒害的缓解作用,为今后脲基复合肥生产的改进和降低缩二脲毒害提供理论指导。

1 材料和方法

1.1 试验材料

供试盆栽土壤类型为棕壤,采自山东临沂市临沭县。土壤 pH 值为 4.52,含有机质 12.11 g/kg、全氮 0.93 g/kg、碱解氮 51.54 mg/kg、速效磷 43.03 mg/kg、速效钾 62.90 mg/kg、有效锌 0.95 mg/kg。

试验所用脲基复合肥(15-15-15)由山东金正生态工程股份有限公司提供,螯合锌(含 Zn 12.95%)由国家缓控释肥工程技术研究中心实验室研制,硼砂为分析纯,氨基酸为动物源水解氨基酸。

1.2 试验设计

盆栽试验于 2013 年 9 月 15 日—10 月 20 日在国家缓控释肥工程技术研究中心智能温室中进行,花盆直径为 28 cm,高度为 20 cm。试验共设 7 个处理(表 1),其中 T1 处理为对照,重复 3 次。采用层施方式进行施肥:将肥料与少量土混匀后覆土约 10 cm,每盆装土 9 kg。T1—T7 处理施肥量按照 1 500 kg/hm²脲基复合肥(15-15-15)进行,换算到盆栽试验中约为 6 g/盆(总施肥量);所施微量元素为螯合锌和硼砂,其中螯合锌按总施肥量的 5%(0.3 g/盆)、硼砂按总施肥量的 0.4%(0.024 g/盆)添加;氨基酸按总施肥量的 2%(0.12 g/盆)添加;各处理分别按照总施肥量的 0%、2%、4%(即 0 g/盆、0.12 g/盆、0.24 g/盆)添加缩二脲。

玉米品种为郑单 958,选取大小均匀的玉米种子于 2013 年 9 月 15 日播种,每盆播种 6 粒,出苗后通过称质量法,保持全生育期每盆土含水量在田间持水量的 75%~85%,待幼苗的 2~3 片真叶完全展开后,于 9 月 30 日(播种后 15 d)每盆定苗 3 株,10 月 20 日(播种后 35 d)测定植株株高、茎粗,并采集所有玉米植株,测定生物量。

表 1 不同处理施肥量

处理	具体施肥量
T1(对照)	6 g/盆脲基复合肥
T2	5.88 g/盆脲基复合肥+0.12 g/盆缩二脲
T3	5.76 g/盆脲基复合肥+0.24 g/盆缩二脲
T4	5.676 g/盆脲基复合肥+0.3 g/盆锌+0.024 g/盆硼
T5	5.56 g/盆脲基复合肥+0.3 g/盆锌+0.024 g/盆硼+0.12 g/盆缩二脲
T6	5.44 g/盆脲基复合肥+0.3 g/盆锌+0.024 g/盆硼+0.24 g/盆缩二脲
T7	5.64 g/盆脲基复合肥+0.12 g/盆氨基酸+0.24 g/盆缩二脲

1.3 测定项目及方法

株高和茎粗:用钢卷尺测定株高,用游标卡尺测量茎粗。

生物量:齐土剪下地上部玉米苗,在烘箱中以 105 ℃下杀青 30 min,然后 75 ℃烘至恒质量;地下部根系用水冲洗干净,75 ℃烘干后称质量。

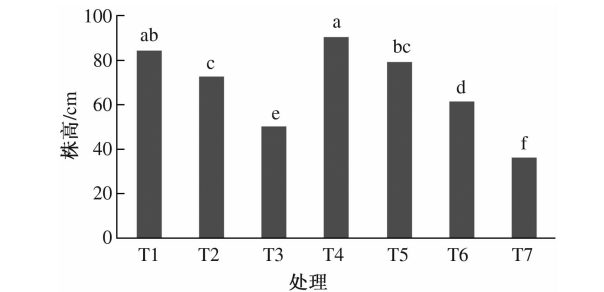
1.4 数据处理

试验数据采用 Excel 2003 和 DPS 7.05 软件进行处理、统计分析,采用 LSD 法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对玉米幼苗株高的影响

由图 1 可知,玉米播种 35 d 后,各处理以不含缩二脲且增施微量元素的 T4 处理玉米幼苗植株最高,说明增施微量元素可以促进玉米幼苗的生长;玉米幼苗株高表现为 T1>T2>T3,说明缩二脲明显抑制了玉米植株的生长,并且这种抑制作用随着缩二脲含量的增加而增强;玉米幼苗株高表现为 T5>T2、T6>T3,表明在含有缩二脲的脲基复合肥中添加适量微量元素,可以明显促进玉米幼苗的生长,从而



不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05),下同
图 1 不同施肥处理对玉米幼苗株高的影响

缓解缩二脲造成的毒害;各处理以添加氨基酸和缩二脲的处理 7 株高最低,这可能是由于氨基酸通过促进玉米根系生长而增加了对缩二脲的吸收,从而加剧了缩二脲的毒害作用,抑制了玉米的生长。

2.2 不同施肥处理对玉米幼苗茎粗的影响

由图 2 可知,玉米播种后 35 d,不同施肥处理对玉米茎粗的影响趋势与株高变化相近,T1 处理的茎粗显著高于添加缩二脲的 T2、T3 处理,再次说明缩二脲显著抑制玉米幼苗的生长;而增施微量元素后,玉米茎粗表现为 T5 > T2、T6 > T3,茎粗明显提高,再次说明微量元素可以在一定程度上缓解缩二脲的毒害;所有处理中茎粗仍以 T7 处理最低,再次说明氨基酸不仅不能缓解缩二脲造成的毒害,反而会加剧缩二脲的毒害。

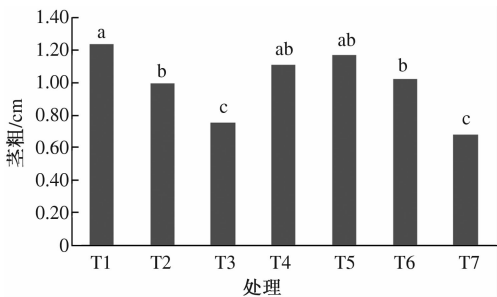


图 2 不同施肥处理对玉米幼苗茎粗的影响

2.3 不同施肥处理对玉米幼苗生物量的影响

由表 2 可知,玉米地上部鲜、干质量及根系干质量均表现为 T1 > T2 > T3,处理之间差异显著,说明施用含有缩二脲的复合肥可以显著降低玉米地上部鲜、干质量及根系干质量,并且随着缩二脲含量的提高玉米受到的毒害程度更加严重。同时也说明,肥料中的过量缩二脲会抑制玉米的养分吸收和干物质形成,阻碍玉米的正常生长发育。另外,玉米地上部鲜、干质量及根系干质量均表现为 T5 > T2、T6 > T3,说明增施微量元素可以促进受缩二脲抑制的玉米地上部分及根系的生长,缓解缩二脲造成的毒害。与对照相比, T5 处理的玉米地上部及根系生长接近正常,而 T6 处理的玉米生物量明显低于对照,说明添加适量微量元素只能缓解部分缩二脲造成的毒害,但无法恢复植株的正常生长。T7 处理的各项指标均显著低于其他处理,说明氨基酸对玉米苗期根系的生长没有促进作用,同时也无法缓解缩二脲的毒害,这可能是由于肥料中的氨基酸促进根系对养

表 2 不同施肥处理对玉米幼苗生物量的影响 g/盆

处理	地上部鲜质量	地上部干质量	根系干质量
T1	98.50a	14.42a	4.44a
T2	62.50b	7.96c	3.15b
T3	25.50c	2.87d	1.08c
T4	87.25a	11.33a	5.30a
T5	86.50a	11.14b	4.62a
T6	56.75b	6.32c	2.61b
T7	16.50c	2.52d	0.26c

分和缩二脲的吸收,增加了缩二脲的毒害。

3 结论与讨论

目前,国家对复混肥质量标准中缩二脲含量没有制定明确限制性定量指标^[2],导致目前含尿素复合肥中缩二脲含量超标,农作物受肥料缩二脲毒害的事件屡次发生。在现有的肥料生产工艺条件下,实施科学的田间施肥管理,控制尿素和脲基复合肥的用量或者增加田间的灌水,可以减少作物对缩二脲的吸收,从而可以在一定程度上降低缩二脲对作物的毒害。

本研究结果表明,高浓度缩二脲的脲基复合肥配施锌、硼等微量元素可以有效缓解缩二脲造成的毒害,这与前人研究结果一致^[9]。当玉米施用的肥料中缩二脲含量达 2% 以上时,缩二脲会对幼苗产生明显的毒害作用,并且随着缩二脲浓度的提高,玉米幼苗受到的毒害越强。玉米生长 35 d 时,含 2% 缩二脲和微量元素处理的玉米株高、茎粗、生物量等生长状况接近对照,说明缩二脲含量在 2% 时,配施适量的微量元素可以消除缩二脲毒害造成的影响。而含 4% 缩二脲和微量元素处理的玉米生长状况虽然较含 4% 缩二脲处理已有改善,但明显低于对照,说明施用含 4% 缩二脲的肥料时,增施微量元素只有缓解缩二脲毒害的作用,并不能完全解毒。因此,玉米种植中若施用含有缩二脲的肥料,应控制缩二脲含量不高于 2%,同时配施适量微量元素,可以保证玉米的正常生长。对于其他作物,建议农田施肥中根据其对于缩二脲的敏感性,选用合适肥料,配施适量微肥或者缩二脲解毒剂等以减少缩二脲毒害的发生。本试验主要研究缩二脲对玉米苗期的毒害,以及锌、硼对缩二脲的解毒作用,就微量元素的解毒机制还有待进一步研究。

参考文献:

[1] 魏作峰. 基于尿素低负荷生产时缩二脲的控制[J]. 化肥设计,2007,45(6):27-28.

[2] 郭钦奎,曹洪文. 复混肥料中缩二脲的生成及测定[J]. 质量天地,2003(2):65.

[3] 平泉瑞. 复混肥中缩二脲对作物毒害的临界值与缩二脲降解菌的研究[D]. 南京:南京农业大学,2010.

[4] 刘明辉. 缩二脲对作物的危害及补救措施[J]. 安徽农学通报,1996,2(4):51.

[5] 平泉瑞,邹凤珠,黄为一. 复混肥中缩二脲含量对作物生长的影响[J]. 中国土壤与肥料,2009(6):41-46.

[6] Mikkelsen R L. Biuret in urea fertilizer [J]. Fertilizer Research,1990,26(1/2/3):311-318.

[7] 平泉瑞,陆艳娜,黄为一. 缩二脲降解菌在作物根际 GFP 标记示踪[J]. 土壤学报,2012,49(6):1194-1201.

[8] 蒋永忠,何家骏,吴金桂,等. 缩二脲对冬小麦的毒害及解毒剂的应用[J]. 江苏农业科学,1997(5):49-50.

[9] 余斌伍,李光英,丘文超. 微肥对降低缩二脲毒性试验(初报)[J]. 广东蚕业,1986(3):35-36.