

不同浓度缩二脲对苗期玉米主要生理指标的影响

邹春野, 高 强*

(吉林农业大学资源与环境学院, 长春 130118)

摘 要: 本文通过设置盆栽试验, 研究了不同浓度缩二脲对玉米苗期主要生理指标的影响。结果表明: 随着缩二脲浓度的增加, 叶片中过氧化氢酶(CAT)活性先升高后降低, 在缩二脲浓度为 60 mg/kg(土)时达到峰值, 随后逐渐下降; 丙二醛(MDA)含量随缩二脲浓度增加而逐渐增加; 叶绿素含量随缩二脲浓度增加而逐渐降低; 根长、根表面积和根系活力都随着缩二脲浓度增加而逐渐降低, 当缩二脲浓度为 40 mg/kg(土)时, 根长、根表面积与对照相比显著降低; 当缩二脲浓度为 60 mg/kg(土)时, 根系活力显著降低, 根系的生理功能也受到破坏, 直接影响到整个植株的生长。

关键词: 玉米; 缩二脲; 毒害; 生理指标

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)01-0043-04

Effects of Different Concentrations of Biuret on Physiological Indexes of Maize Seedlings

ZOU Chunye, GAO Qiang*

(College of Resource and Environment, Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China)

Abstract: A pot experiment was conducted to study the effects of different concentrations of biuret on physiological indexes of maize seedlings. The results showed that CAT activity in leaves increased firstly and then decreased with the increasing of biuret concentration in soil, which reached its peak when biuret concentration was 60 mg/kg (in soil). The MDA content in leaves increased with the increasing of biuret concentration in soil, but chlorophyll content showed gradual reduction trend. In addition, root length, root surface area and root activity decreased with the increasing of biuret concentration. When biuret concentration was 40 mg/kg (in soil), significant decreases were observed in root length and root surface area compared with the control. When biuret concentration was 60 mg/kg (in soil), root activity decreased significantly and its physiological function was also damaged, resulting in direct damage to the growth of entire plant.

Key words: Maize; Biuret; Toxicity; Physiological indexes

玉米作为我国第一大作物, 在保障粮食安全、饲料安全及缓解能源危机等方面发挥了不可替代的作用, 同时东北地区又是我国玉米主产区, 当前随着高氮复合肥的发展以及农村劳动力的短缺, 一次性施肥正在逐步成为东北地区主要的施肥方式^[1-2], 在该施肥方式下, 又以高塔工艺高氮复合肥为主要施用对象, 高塔工艺高氮复合肥由于生产工艺的原因, 如若控制不好很容易造成缩二脲含量超标^[3-4]。据报道近年来各地多次出现

玉米的缩二脲毒害事件^[5], 多是施用了缩二脲超标的复合肥造成的, 所以研究缩二脲对玉米的毒害有重要的意义。本文以玉米为供试材料, 用室内盆栽培养的方式, 研究不同浓度缩二脲对苗期玉米的主要生理指标的影响, 以期阐明缩二脲对玉米毒害的生理机制, 为指导东北春玉米的安全生产, 以及辨别缩二脲对玉米的毒害提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 供试材料

供试玉米品种为良玉 11。

供试缩二脲为上海生工生物公司生产的分析纯缩二脲。

供试土壤类型为草甸黑土, 2014年春季在吉林农业大学培养场附近采集, 阴凉处自然风干后

收稿日期: 2015-08-28

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201103003); 国家现代农业玉米产业技术体系项目(CARS-02)

作者简介: 邹春野(1990-), 男, 硕士, 主要从事植物营养与肥料研究。

通讯作者: 高 强, 男, 博士, 教授, E-mail: gy1199962@163.com

混匀,过 2 mm 筛,用作盆栽培养试验,土壤基本理化性质:pH 值为 6.83,有机质含量为 30.1 g/kg,土壤全氮为 1.74 g/kg,碱解氮为 151.6 mg/kg,速效磷为 48.5 mg/kg,速效钾为 289.4 mg/kg。

1.2 试验处理设置

试验处理设缩二脲 0(ck)、20、40、60、80、120、160 mg/kg(土)7 个浓度梯度,所添加缩二脲为分析纯,试验 6 次重复;盆栽试验应用德国宾得 KBW400 植物光照培养箱。模拟东北春季天气,白天温度设为 18℃,夜晚温度为 13℃,每天光照时间 12 h。每盆装干土 1 kg,土壤含水量调节为田间持水量的 70%,并添加 220 mg 尿素(缩二脲含量 0.09%)、100 mg P₂O₅、150 mg K₂O 混匀(重过磷酸钙 0.22 g、硫酸钾 0.3 g),密封放置一周。然后按照试验处理添加缩二脲(分析纯),在种子以下 2 cm 土层均匀层施。挑选大小均匀、子粒饱满的玉米种子进行催芽,挑选发芽情况基本一致的种子,每盆播种 6 粒,播种深度为 2 cm,各处理均随机排列,称重保持田间持水量、同时更换盆栽位置。

1.3 测定项目及方法

土壤理化性质指标均参考鲍士旦所编的《土壤农化分析》^[6]一书。

玉米叶片中 POD、CAT 活性及 MDA、Pro 含量,玉米根系活力的测定方法均参考张立军、樊金娟的《植物生理学实验教程》^[7]。

根长、根表面积测定:将根系小心从盆中取出,清洗干净后放入扫描盘中,用 EPSON PERFECTION V700 扫描仪扫描,将照片保存,用 WinRHIZO Pro Vision 5.0 a.Canada 根系分析系统分析根长、根表面积。

2 结果与分析

2.1 不同浓度缩二脲对玉米叶片 CAT 活性的影响

过氧化氢酶(CAT)是植物体内重要的抗氧化酶,H₂O₂可以氧化细胞内核酸和蛋白质等生物大分子,使细胞膜遭受损害,最终造成细胞的加速衰老和解体。过氧化氢酶可以清除 H₂O₂,减少细胞受到的损害,是植物体内酶促防御系统的重要组分。从图 1 中可以看出,随着缩二脲浓度逐渐增大,玉米叶片 CAT 活性先升高后降低。缩二脲浓度低于 60 mg/kg(土)时,CAT 活性随着缩二脲浓度升高而增大,当缩二脲浓度为 40 mg/kg(土)时,CAT 活性略微增加,但与对照相比不显著;当缩二脲浓度为 40、60 mg/kg(土)时,CAT 活性继续升高,与对照相比达到显著效果。当缩二脲浓度高于 60

mg/kg(土)时,CAT 活性随着缩二脲浓度升高逐渐降低;当缩二脲浓度为 80 mg/kg(土)时,CAT 活性仍高于对照,且与对照相比达到显著效果;当缩二脲浓度为 120、160 mg/kg(土)时,CAT 活性继续降低,但仍略高于对照,与对照相比差异不显著。

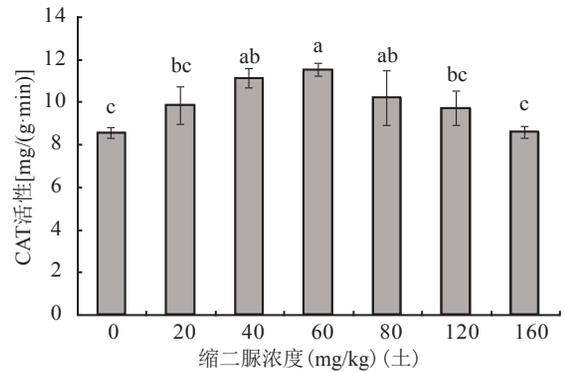


图 1 不同浓度缩二脲对玉米 CAT 活性的影响

注:图 1 中差异显著性分析 P<0.05

2.2 不同浓度缩二脲对玉米叶片 MDA 含量的影响

植物在衰老或逆境条件下,生物膜中的不饱和脂肪酸与自由基发生过氧化反应,使膜中不饱和脂肪酸含量降低,导致膜流动性下降,透性增大,使膜的正常功能遭到破坏。丙二醛是膜脂过氧化分解的最终产物之一,其数量不仅反映膜脂过氧化分解程度,而且其在植物体内积累还会对膜和细胞产生进一步的伤害,所以组织中 MDA 的含量可以反映植物衰老和遭受逆境伤害的程度。从图 2 中可以看出,低浓度缩二脲处理,MDA 含量随缩二脲浓度增加而增加,但增加趋势较缓,与对照相比差异不显著;当缩二脲浓度为 120、160 mg/kg(土)时,MDA 含量与对照相比显著增加,分别增加 43.4%和 33.4%。

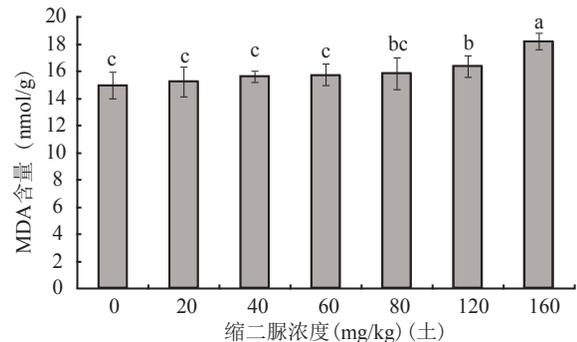


图 2 不同浓度缩二脲对玉米 MDA 含量的影响

2.3 不同浓度缩二脲对玉米叶片叶绿素含量的影响

叶绿素是与光合作用有关的最重要色素,叶

绿素从光中吸收能量,将二氧化碳转化为碳水化合物,当植物遭遇逆境或衰老时,叶绿素会受到破坏,叶绿素含量高低直接影响光合作用的强弱。从图3中可以看出,随着缩二脲浓度的增加,叶绿素含量整体呈现下降趋势,这与李联铁等的研究结果一致^[8]。当缩二脲浓度为40 mg/kg(土)时,叶绿素含量与对照相比显著降低;当缩二脲浓度大于80 mg/kg(土)时,叶绿素含量降低趋势变快,当缩二脲浓度为160 mg/kg(土)时,叶绿素含量达到最低值,与对照相比降低31%,达到极显著,此时玉米叶片光合作用受到极大影响,叶片的生理功能也受到影响。

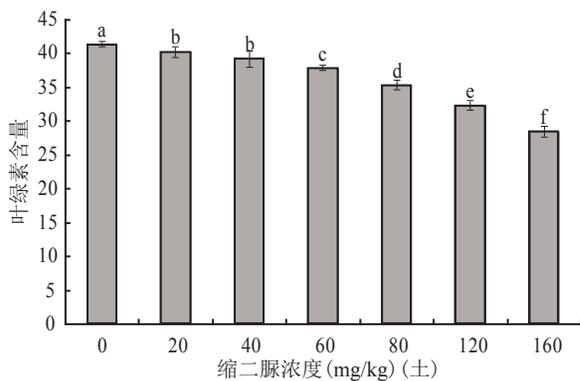


图3 不同浓度缩二脲对玉米叶绿素含量的影响

2.4 不同浓度缩二脲对玉米根系长度、根表面积的影响

从图4、图5中可以看出,缩二脲处理根长和根表面积变化趋势大体相同;当缩二脲浓度为20、40 mg/kg(土)时,根长和根表面积与对照相比都变化不显著;随着缩二脲浓度逐渐增大,根长和根表面积逐渐降低,当缩二脲浓度为60 mg/kg(土)时,根长和根表面积与对照相比显著降低;此后,根长和根表面积降低幅度增大,当缩二脲浓度为160 mg/kg(土)时,降到最低值,根长和根表面积分别降低为对照的60.8%、61.4%。

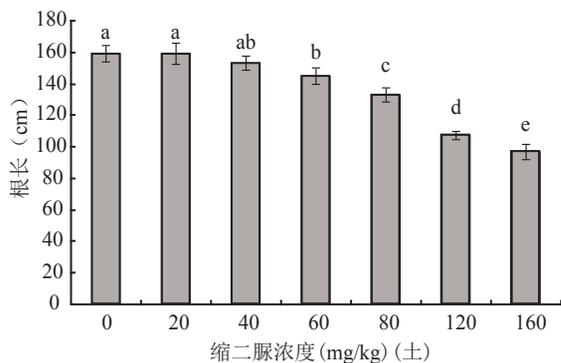


图4 不同浓度缩二脲对根系长度影响

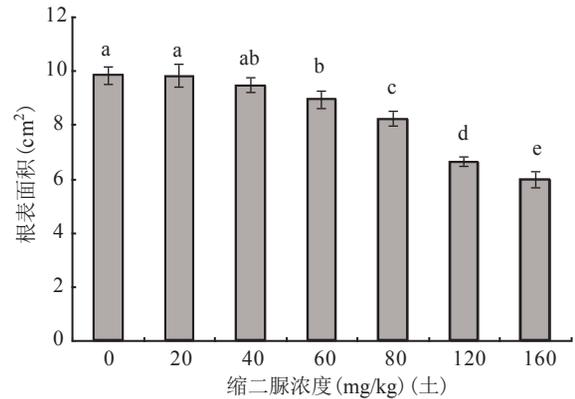


图5 不同浓度缩二脲对根表面积的影响

2.5 不同浓度缩二脲对玉米根系活力的影响

植物根系是活跃的吸收器官和合成器官,根的生长情况和活力水平直接影响地上部的营养状况及生产水平。在不良环境下,植物根系受到损伤,根系活力会下降,抗逆性较强的作物根系活力下降较少。从图6中可以看出,随着缩二脲浓度的逐渐增大,缩二脲对作物根系的毒害效果逐渐显现,根系活力整体呈现下降趋势。当缩二脲浓度为20 mg/kg(土)时,根系活力与对照相比有一定的降低,但不明显,与对照相比不显著;说明低浓度缩二脲对玉米根系影响很小,玉米根系还可以适应;随着缩二脲浓度升高,根系活力持续下降,当缩二脲浓度为40 mg/kg(土)时,根系活力下降明显,与对照相比达到显著效果;当缩二脲浓度为160 mg/kg(土)时,根系活力下降到最低,与对照相比下降了29.8%,达到极显著水平。

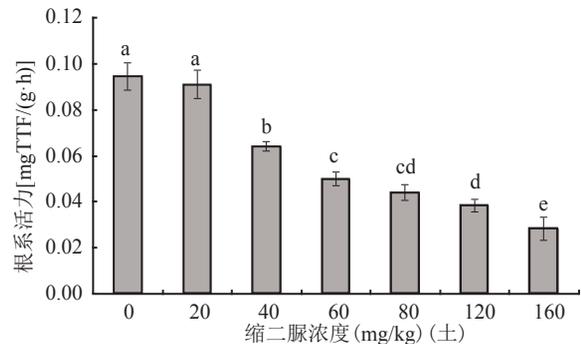


图6 缩二脲浓度对根系活力的影响

3 结果与讨论

本文通过土培试验,在黑土中添加不同浓度缩二脲,对苗期玉米叶片和根系主要生理指标影响进行了研究,主要得出以下结论:随着缩二脲浓度的增加,CAT活性先升高后降低,MDA含量逐渐升高,叶绿素含量逐渐降低;当缩二脲浓度达到60

mg/kg(土)时,CAT活性达到峰值,随后逐渐降低,但仍高于对照;当缩二脲浓度为120 mg/kg(土)时,MDA含量与对照相比显著升高;当缩二脲浓度为40 mg/kg(土)时,叶绿素含量与对照相比显著降低;这与赵娜对玉米遭受镍胁迫的研究中^[9],CAT活性和MDA含量的变化规律相似。受逆境环境影响,植物细胞结构和功能受到破坏,叶片中叶绿素含量也逐渐降低,直接影响了玉米的光合作用,影响了玉米的能量转化途径(高浓度缩二脲会导致植物体内营养物质尤其是氮源化合物的不平衡,这是缩二脲对作物产生毒害的原因^[10-11])。

植物依靠根系吸收养分,不同浓度缩二脲影响下,根系生长和功能直接受到影响,整个植株营养状况和生长水平也受到影响。随着缩二脲浓度的增加,玉米根长、根表面积和根系活力都逐渐降低,缩二脲浓度较低时,对根系影响较小,随着缩二脲浓度继续增加,当缩二脲浓度为40 mg/kg(土)时,根系活力下降明显,与对照相比达到显著效果;当缩二脲浓度为60 mg/kg(土)时,根长和根表面积与对照相比显著降低,李联铁等的研究中,当缩二脲浓度达到28 mg/kg(土)时,根长、根鲜重、地上部鲜重明显降低,可能是因为缩二脲施入的方式不同导致毒害临界浓度的不同^[8]。当缩二脲浓度达到最大时,根系活力与对照相比下降了29.8%,达到极显著水平。根长和根表面积分别降低为对照的60.8%、61.4%。根系的生理功能受到严重影响。高浓度缩二脲对作物根系的毒害,可能是由于缩二脲在植物体内的不断积累,或者由于硝化作用导致 H^+ 、 Al^{3+} 浓度上升, H^+ 可通过硝化作用以及吸收 HN_3 而产生,而产生的 H^+ 在土壤中通过铝的氢氧化物来缓冲,结果导致 Al^{3+} 浓度升高,土壤中这些高浓度的离子会对根系生

长产生毒害效果^[12-13]。

参考文献:

- [1] 安景文,汪仁,包红静,等.不同肥料配方一次性施肥对玉米产量和养分吸收的影响[J].土壤通报,2008,39(4):874-877.
- [2] 高强,李德忠,汪娟娟,等.春玉米一次性施肥效果研究[J].玉米科学,2007,15(4):125-128.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 鲍士旦.土壤农化分析(第三版)[M].北京:中国农业出版社,2000:34-109.
- [7] 张立军,樊金娟.植物生理学实验教程[M].北京:中国农业大学出版社,2007:19-102.
- [8] 李联铁,王正银,邹国纯.尿素和缩二脲对作物的双重毒害作用[J].西南农业大学学报,1993,15(6):546-551.
- [9] 赵娜.镍胁迫对玉米、大豆苗期生长及生理特性的影响[D].长春:吉林农业大学,2011.
- [10] ImPey R L, Jones, W W. Effects of biuret on nitrogen status of Washington Navel and Valencia Orange leaves[J].Proe Am Soe Hort Sci, 1960(76): 176-196.
- [11] KrisPer J, Tanew S, Michl H.Effects of biuret on some enzymes of the tomato Plant in water Culture[J].Z Pflanz Bodenk, 1972(133): 52-63.
- [12] Van Breemen N, Burroughpa, Veldhorst E J, et al. Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall[J].Nature, 1982(299): 548-590.
- [13] Gorissen A, Jansen A E, Olsthoorn AFM. Effects of a two-year application of ammonium sulphate on growth,nutrient uptake, and rhizosphere microflora of juvenile Douglas-fir[J].Plant soil, 1993(157): 41-50.

(责任编辑:王昱)