

文章编号: 1003-8701(2015)03-0046-04

恩泰克长效稳定性肥料对玉米生长及硝酸盐淋失的影响

夏婷婷¹, 苏效坡¹, 肖焱波², 米国华^{1*}

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 云南民族大学植物营养与新型肥料研究所, 昆明 650500)

摘要: DMPP是一种新型硝化抑制剂, 添加到含铵肥料中具有抑制铵态氮向硝态氮转化的作用。本文在冲积土条件下, 研究了含有DMPP的恩泰克肥料对玉米生长及土壤系统中硝态氮淋失的影响。结果表明, 与普通复合肥相比, 播前基施或八叶期追施恩泰克长效稳定性肥料均能抑制硝化作用, 降低土壤硝态氮的含量, 提高铵态氮与硝态氮的比值。结果能显著促进玉米根的生长, 对玉米产量没有影响。本研究认为, 在肥料中添加硝化抑制剂DMPP, 能在不影响玉米生长的前提下降低硝酸盐淋失的风险。

关键词: 玉米; 硝化抑制剂; DMPP; 硝态氮淋失

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.03.012

Effects of the Long-Lasting Stabilized Fertilizers ENTEC on Maize Growth and Nitrate Leaching

XIA Ting-ting¹, SU Xiao-po¹, XIAO Yan-bo², MI Guo-hua^{1*}

(1. College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100193;

2. Institute of Plant Nutrition and Fertilizer, Yunnan Nationalities University, Kunming 650500 China)

Abstract: DMPP is a new type nitrification inhibitor and has been added in some ammonium-containing fertilizers to reduce the transformation of ammonium to nitrate in the soil. A field experiment was carried out to investigate the effects of DMPP-containing fertilizer ENTEC on maize growth and nitrate leaching in alluvial soil. The results showed that compared to the normal fertilizer, ENTEC application as either basal fertilizer before sowing or as side-dressing at V8 inhibited nitrification and reduced the content of nitrate in the soil, and increased the ratio of ammonium to nitrate in the soil. As a result, ENTEC fertilizer significantly promoted root growth and have no effect on the yield of maize. It is concluded that adding the nitrification inhibitors such as DMPP in the fertilizer can be a way to reduce the risk of nitrate leaching without adverse effect on maize growth.

Key words: Maize; Nitrification inhibitor; DMPP; Nitrate leaching

氮素是玉米生长需要量最大的矿质元素, 控制着玉米的生长和产量。通常情况下, 土壤氮素以硝态氮为主, 以尿素、磷酸二铵等形态施入土壤中的氮肥, 会在短时间内转化为硝态氮。硝态氮因带负电荷不能被土壤胶体吸附, 易随水移动, 致使农田氮素利用效率较低; 而铵态氮带正电荷, 易被

土壤吸附固定, 在土壤中迁移速率较慢, 不易淋失损失。研究表明, 田间条件下, 玉米在铵态氮和硝态氮混合供应下能取得较为理想的生长和产量^[1-2], 可能是由于铵态氮能促进生根并酸化根际环境, 从而促进了其他营养元素吸收^[1, 3-4]。因此, 抑制土壤中的硝化作用, 维持较高浓度的铵态氮营养, 是一种提高农田氮肥利用率的有效途径。

由德国巴斯夫公司研发的新型硝化抑制剂3, 4-二甲基吡唑磷酸盐(DMPP)是一种在土壤和农作物中无毒害、无残留的环境友好型硝化抑制剂^[5-6]。相关研究报道了DMPP在提高氮肥利用率, 减少硝酸盐淋洗, 提高作物产量和改善环境等方面的应用

收稿日期: 2014-12-13

基金项目: 农业部公益性行业专项(201103003)

作者简介: 夏婷婷(1988-), 女, 在读硕士, 主要从事养分资源精准管理方面的研究。

通讯作者: 米国华, 男, 教授, 博士, E-mail: miguohua@cau.edu.cn

效果^[7-10],目前加入DMPP的肥料由欧洲化学比利时安特卫普工厂生产,以商品名恩泰克(ENTEC)在世界各地销售。本文主要探索此类复合肥和氮肥对春玉米生长及土壤硝酸盐淋失的影响,为新型肥料在东北地区春玉米上的使用提供科学指导。

1 材料与方 法

1.1 实验材料与 设计

实验在吉林省梨树县田间进行,供试土壤为冲积土。实验为单因素随机区组设计,设3个处理:基施普通复合肥+追施尿素(对照,普通复合肥选择狮马牌复合肥);基施恩泰克长效稳定性复合肥+追施尿素;基施普通复合肥+追施恩泰克长效稳定性氮肥。各处理总施氮量为180 kg/hm²,基追比1:1,V8期追肥;磷肥(P₂O₅)90 kg/hm²、钾肥(K₂O)100 kg/hm²全部作基肥施入。小区面积90 m²(3.6 m×25 m),4次重复。

玉米品种为先玉335,宽窄行种植(宽行80 cm,窄行40 cm),密度65 000株/hm²,5月7日播种,9月27日收获。

1.2 样品采集及测定

在吐丝期和成熟期,各小区选两株长势均匀的植株,取植株地上部,烘干称重,凯氏定氮法测全氮。在吐丝期同时挖取根系,挖根区域为单株所占的面积(边界在行间和株间的一半处),深度

为60 cm,分3层,连续挖两棵。挑出各层土体中的全部根系,冲洗干净后用扫描仪扫描(扫描软件为Fotolook 32 V3.00.05);扫描后的根系图片经根系分析程序(WinRhiao Pro 5.0 a, Canada)处理后得出总根长、各层根长等数据。扫描后的根系烘干称重。

在吐丝期、成熟期,打钻法取0~120 cm土样,每20 cm一层,分6层。各小区取3点,同一层土样混合,0.01 mol/L CaCl₂浸提,TRAACS2000流动分析仪测定土壤N_{min}。

在成熟期,每小区划出20 m²收获全部果穗测产,换算成14%的子粒含水率,穗部性状进行考种。用Excel2010软件进行数据处理,Spss17软件进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 硝化抑制剂肥料对玉米生育后期生长和产量的影响

恩泰克肥料对春玉米生育后期地上部和地下部干物质的积累动态均无显著影响;从吐丝期到成熟期,地上部氮素的吸收和转运以及成熟期产量也不受硝化抑制剂作用效果的影响(表1)。结果表明,恩泰克肥料抑制硝化作用后对春玉米生育后期干物质积累与分配、产量、以及氮素的吸收和转运均无负面影响。

表1 不同施肥处理对玉米生育后期干物质积累、产量、氮素吸收与转运的影响

处理	地上部干重(g/株)		根系干重(g/株)	产量(kg/hm ²)	地上部吸氮量(kg/hm ²)		氮素转运效率(%)
	吐丝期	成熟期	吐丝期		吐丝-成熟期		
狮马(肥料品牌)+尿素	118.7	348.5	8.75	10533	79.2		53.4
恩泰克复合肥+尿素	130.2	337.4	9.32	10918	80.9		60.3
狮马+恩泰克氮肥	126.1	329.2	9.34	10439	84.4		55.1

基施或追施恩泰克肥料均能促进根系伸长,0~60 cm土体内总根长显著高于对照处理(图

1)。比较吐丝期比根长(m/g干重),基施、追施恩泰克处理分别为11.5 m/g和10.9 m/g,均高于普通

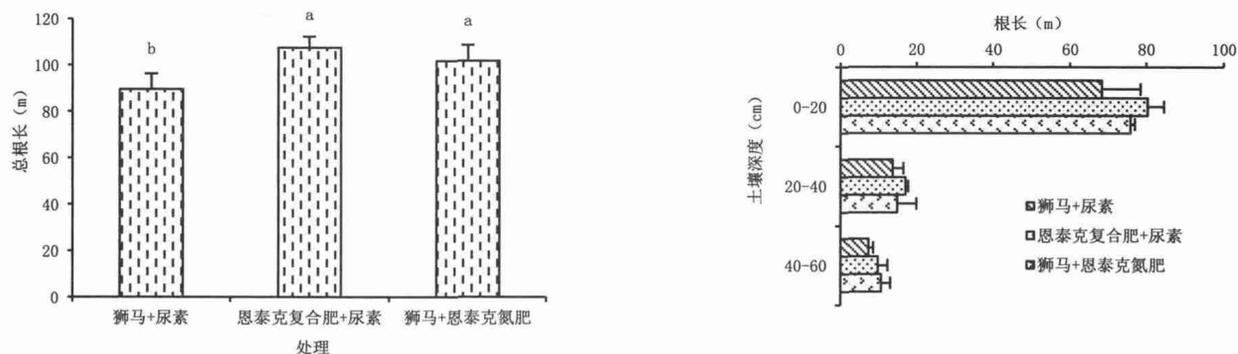


图1 不同施肥处理对根长的影响

肥料处理(10.2 m/g)。在根系总根长增加的情况下对干物质没有贡献,可能是由于DMPP抑制硝化作用后促进了侧根的伸长。从不同土壤深度根系的生长状况来看(图1),恩泰克肥料处理对各土壤深度的根长均有一定的促进作用。

2.2 硝化抑制剂肥料对土壤无机氮分布的影响

土壤 N_{min} 是铵态氮和硝态氮的总和。吐丝

期,两个恩泰克肥料处理0~120 cm土体内无机氮含量相似,均低于普通施肥处理,这是由于恩泰克中的DMPP有效抑制了硝化作用,减少了硝态氮的含量,而铵态氮则主要被土壤吸附。成熟期,各处理0~120 cm土体内无机氮残留量基本相同,没有显著差异。

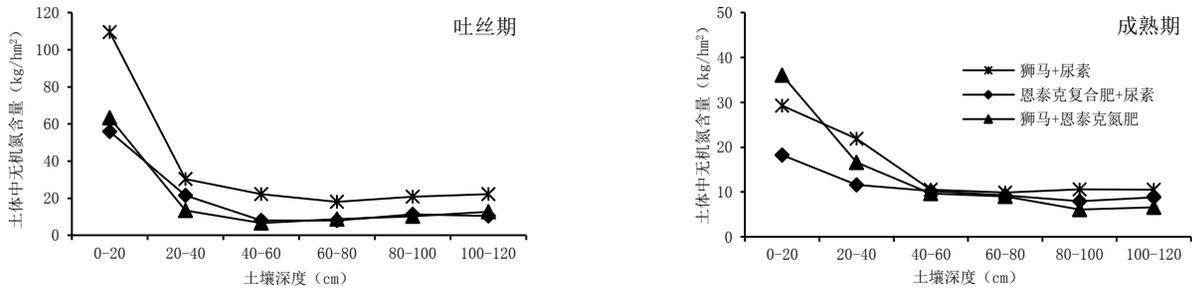


图2 不同土壤深度无机氮含量

硝化抑制剂的作用效果影响了两种形态的氮素养分在土体内的分布(图3)。吐丝期,追施恩泰克氮肥的处理表层土壤硝态氮含量显著低于对照处理,且铵态氮含量较高,铵硝比值为1.03,而对照处理只有0.18,这是DMPP抑制铵态氮向硝态氮转化的结果。在成熟期,恩泰克肥料仍能表现出一定的减少硝态氮的作用,但效果显著减弱。可能与硝化抑制剂的有效作用时间有限有关。与普通肥料相比,从吐丝期到成熟期,两个

恩泰克肥料处理后,深层土体内硝态氮和铵态氮含量变化较小,可能是DMPP对土壤氮素迁移调控的结果,减少了硝酸盐随土壤水的淋失;或是由于恩泰克肥料的缓释作用,使土壤中的无机氮维持在一定的水平。在吐丝期,追施恩泰克肥料增加了土壤表层铵态氮的含量,恩泰克作基肥则没有此效果。在成熟期,不同肥料处理的土壤铵态氮含量均很低。

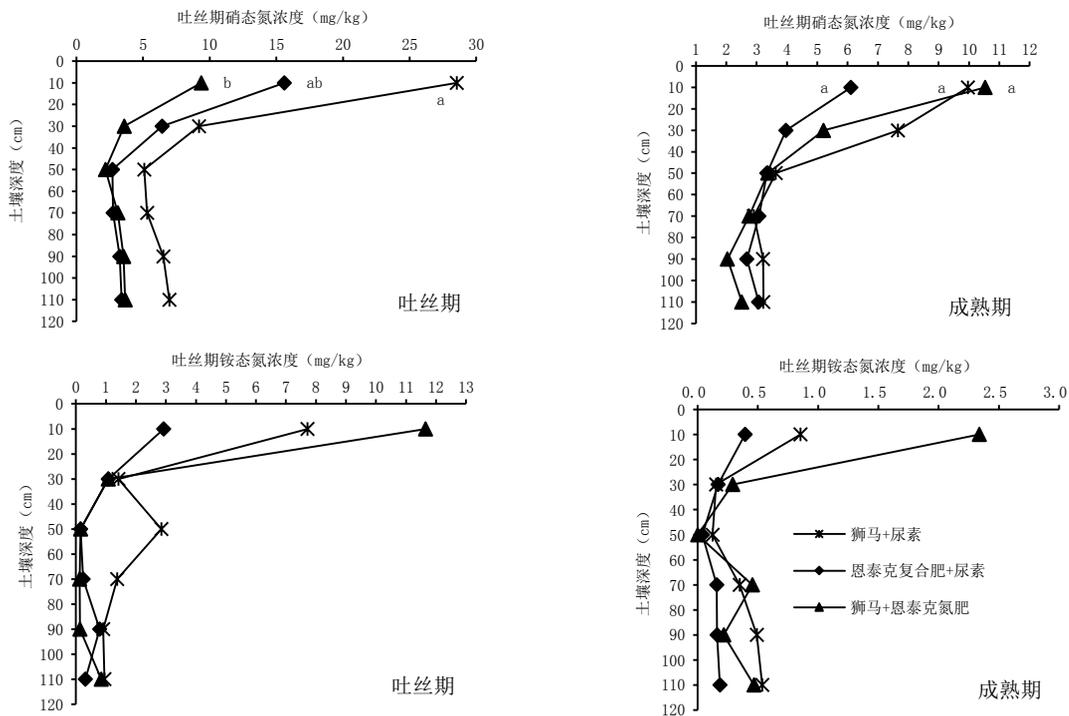


图3 土壤不同深度硝态氮和铵态氮含量

3 讨论与结论

研究表明,恩泰克长效稳定性复合肥和恩泰克长效稳定性氮肥均可达到与普通肥料相同的施肥效果,产量相当,均在 $10 \text{ t/hm}^2 \sim 11 \text{ t/hm}^2$ 之间;吐丝期恩泰克肥料处理地上和地下生物量均稍高于普通肥料处理,但差异不显著,成熟期普通施肥处理干物质质量最大,因此可以看出,玉米生育期内干物质的积累和分配也不受硝化抑制剂的影响(表1)。目前DMPP对作物增产效果的报道不一^[6-9],但均无减产现象,硝化抑制剂的作用效果受温度、降雨、土壤条件等诸多因素的影响。

恩泰克长效稳定性肥料由于添加了DMPP能有效地抑制铵态氮向硝态氮转化,降低表层土壤硝酸盐含量,调控土体内氮素的迁移,有助于降低土壤硝态氮淋失的风险,这种效果与前人相关研究结果一致^[11-13]。有研究表明,供应铵态氮时能促进生根,同时酸化根际环境,从而有利于其他营养元素的吸收^[14];提高田间条件下铵态氮和硝态氮的比例,能够促进玉米生长^[1-4]。DMPP抑制硝化作用后提高了铵态氮:硝态氮比例,使土壤达到铵态氮和硝态氮的混合供应,从而促进根系的生长,尤其是侧根伸长显著增加,表现在比根长的增加。比较不同时期恩泰克长效稳定性肥料的试用效果,在分期施肥的条件下,将DMPP用于玉米关键生育期追肥中,效果优于播前基施,表现在减少土壤硝态氮和增加铵态氮含量上(图2),一方面DMPP作用效果会随着时间推移降低^[14],另一方面,玉米中后期降雨较多,减少这一阶段的土壤硝态氮含量更有利于控制硝态氮淋失。

恩泰克长效稳定性肥料在抑制硝化作用的基础上起到了对土体内氮素迁移的调控作用,能降低土壤硝态氮淋失的风险,并且对根系的生长具有一定的促进作用,是一种值得推荐使用的新型肥料。

参考文献:

[1] Below F E, Gentry L E. Effect of mixed N nutrition on nutrient accumulation, partitioning, and productivity of corn[J]. J Fert, 1987(4): 79-85.

- [2] Smiciklas K D, Below F E. Role of cytokinin in enhanced productivity of maize supplied with NH_4^+ and NO_3^- [J]. Plant and soil, 1992, 142(2): 307-313.
- [3] Bloom A J, Meyerhoff P A, Taylor A R, et al. Root development and absorption of ammonium and nitrate from the rhizosphere[J]. Journal of Plant Growth Regulation, 2002, 21(4): 416-431.
- [4] Jing J, Zhang F, Rengel Z, et al. Localized fertilization with P plus N elicits an ammonium-dependent enhancement of maize root growth and nutrient uptake[J]. Field Crops Research, 2012 (133): 176-185.
- [5] 孙艳楠,张清,朱灵珊.德国新型硝化抑制剂DMPP的研究进展[J].世界农业,2013(6):132-134.
- [6] Zerulla W, Barth T, Dressel J, et al. 3, 4- Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - a new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture[J]. Biology and fertility of soils, 2001, 34(2): 79-84.
- [7] 肖焱波,杨丛梅,高强,等.稳定性长效复合肥在玉米上的施用效果[J].玉米科学,2009,17(1):117-119.
- [8] Pasda G, Hähndel R, Zerulla W. Effect of fertilizers with the new nitrification inhibitor DMPP (3, 4-dimethylpyrazole phosphate) on yield and quality of agricultural and horticultural crops[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(2): 85-97.
- [9] Weiske A, Benckiser G, Herbert T, et al. Influence of the nitrification inhibitor 3, 4- dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in comparison to dicyandiamide (DCD) on nitrous oxide emissions, carbon dioxide fluxes and methane oxidation during 3 years of repeated application in field experiments[J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34(2): 109-117.
- [10] Menéndez S, Barrena I, Setien I, et al. Efficiency of nitrification inhibitor DMPP to reduce nitrous oxide emissions under different temperature and moisture conditions[J]. Soil Biology and Biochemistry, 2012(53): 82-89.
- [11] Yu Q, Chen Y, Ye X, et al. Evaluation of nitrification inhibitor 3, 4-dimethyl pyrazole phosphate on nitrogen leaching in undisturbed soil columns [J]. Chemosphere, 2007, 67(5): 872-878.
- [12] Díez López J A, Hernaiz P. Effect of a nitrification inhibitor (DMPP) [3, 4- dimethylpyrazole phosphate] on nitrate leaching and maize yield during two growing seasons[J]. Spanish Journal of Agricultural Research, 2008, 6(2): 294-303.
- [13] 俞巧钢,陈英旭,张秋玲,等. DMPP对氮素垂直迁移转化及淋溶损失的影响[J].环境科学,2007,28(4):813-818.
- [14] 杜安刚,巨晓棠,张福锁,等.新型肥料Entec26在土壤中的转化及其对玉米的增产效果[J].中国农业科技导报,2003,5(5):47-51.