

doi: 10.11838/sfsc.20150603

硝化抑制剂对春玉米氮素利用及 土壤 pH 值和无机氮的影响

方玉凤^{1,2}, 王晓燕¹, 庞荔丹¹, 宋鹏慧³, 戴建军^{1*}

(1. 东北农业大学资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030;

2. 黑龙江省森林与环境科学研究院, 黑龙江 齐齐哈尔 161005;

3. 黑龙江省农业科学院浆果研究所, 黑龙江 绥化 152200)

摘要: 通过大田试验, 研究了黑土区春玉米施用硝化抑制剂对土壤 pH 值、土壤铵态氮和硝态氮变化、硝化抑制率、产量及氮素利用率的影响。试验结果表明: 硝化抑制剂处理中, 混合物 B 的中水平添加量处理 (B2) 玉米产量较一次性全施肥处理 (AF) 能够增产且增产率最高, 为 5.60%, 氮素利用率较追肥处理 (TP) 提高 5.43%, 硝化抑制作用和增产的效果明显; 施用硝化抑制剂可使土壤 pH 值缓慢阶梯式下降; 土壤含水率与土壤铵态氮含量呈负相关性 ($P < 0.01$); 土壤铵态氮含量与土壤 pH 值呈显著正相关; 所选用的两种硝化抑制剂的配方中, B2 和 A3 (混合物 A 的低水平添加量) 处理的增产和硝化抑制效果最佳。

关键词: 硝化抑制剂; 土壤 pH 值; 硝化抑制率; 氮素利用率

中图分类号: S153; S143.1⁺6; S513

文献标识码: A

文章编号: 1673-6257 (2015) 06-0018-05

玉米为黑龙江省种植面积最大的粮食作物^[1], 玉米播种面积对粮食总产颇具意义。目前我国农业生产中一直存在着尿素的氮素利用率低、农田氮素损失严重的问题, 每年通过淋溶、挥发等途径损失的氮素导致严重的水体污染、农产品污染及温室效应等环境问题^[2]。硝化抑制剂能在很大程度上减少氮素的流失, 并在不追肥的情况下保证作物后期的需肥量^[3]。张浩在大田小区试验条件下, 研究了复合氮肥增效剂对玉米生长、产量和尿素氮利用的影响, 结果表明, 复合增效剂对玉米氮素养分含量较对照处理均有很大的提高作用, 各处理玉米产量较 CK 增产 3.3% ~ 8.2%^[4], 硝化抑制剂的使用和研究对提高作物产量、制定最佳施肥配比以及生态环境的改善方面意义重大^[5]。王玲莉等的研究表明, 与常规施氮处理相比, 等氮量施用 NAM 处理使土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 在较长时间内维持较高的水平, 并显著提高了作物后期的土壤总有效氮供应水平, 从而使作物吸氮量增加了 6.8%, 增产 3.1%^[6]。田秀英

等研究显示, 氮素减量 5% ~ 15% 时配施复合氮肥增效剂, 玉米氮素利用率比不施增效剂的处理提高 5.6% ~ 7.3%, 大田条件下, 尿素氮减少 5% ~ 15% (即减少施氮 7.8 ~ 23.7 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 配施复合氮肥增效剂不影响玉米的单季产量, 玉米植株吸氮总量、氮素净吸收量、氮肥生理效率和农学效率与不施增效剂的处理相当或增加, 氮素表观利用率提高 14.8% ~ 15.2%^[7]。施用硝化抑制剂不仅能使作物增产, 而且能明显降低硝酸盐的淋溶损失, Walter 和 Malzer^[8]认为应用硝化抑制剂可减少 NO_3^- 的淋失, 减少污染地下水的危险, Nitrapyron 连续施用 6 年, 硝酸盐的积累淋失量减少了 20%^[9], DCD 的施用可减少休闲地土壤中硝态氮的淋失达 25% ~ 50%^[10], 大田作物土壤中 3 年的平均淋失量减少 21 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 减少尿素损失达 48%^[11]。另外, 植物以 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的形式吸收氮, 导致根际周围的 pH 值下降, 激活土壤中固定的磷, 促进了植株对磷的吸收^[12-13]。由于硝化抑制剂易受外界环境条件的影响, 其作用机理及大田试验仍然有待深入研究, 针对黑土区大田试验的研究也基本空白, 本试验以典型旱作黑土区大田小区试验为基础, 通过研究硝化抑制剂的施用与土壤 pH 值、硝化抑制率、氮素利用率及产量的关系, 探讨硝化抑制剂的作用机理。

收稿日期: 2014-09-24; 最后修订日期: 2015-01-13

基金项目: 黑龙江省应用技术与开发计划 (GC13B105)。

作者简介: 方玉凤 (1988-), 女, 黑龙江人, 硕士研究生, 研究方向为土壤与植物营养。E-mail: zhaojiashizz@163.com。

通讯作者: 戴建军, E-mail: daijianjun@126.com。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验于 2013 年 5 月开始在东北农业大学实习试验基地进行。2013 年 6 月 1 日至 8 月 20 日, 哈尔滨

市平均降水量比历年同期多 3 成, 且降雨较集中, 连续降雨 3~5 d 居多。玉米品种为东农 253。试验用硝化抑制剂型缓释尿素为自制, 分别将硝化抑制剂与粘结剂混合后, 均匀涂覆于大粒尿素表面, 晾干备用。试验区耕层土壤基础理化性状见表 1。

表 1 供试区表层土壤基础理化性状

试验地点	有机质 (g · kg ⁻¹)	全氮 (g · kg ⁻¹)	全磷 (P g · kg ⁻¹)	缓效钾 (K mg · kg ⁻¹)	碱解氮 (mg · kg ⁻¹)	有效磷 (P mg · kg ⁻¹)	速效钾 (K mg · kg ⁻¹)	pH 值
香坊农场	37.4	0.89	0.79	471.9	281.6	143.5	246.4	6.21

1.2 试验设计

本试验共设 9 个处理, 3 次重复, 随机区组排列。各处理分别为: CK (空白): 不施肥; TP (50% N 基肥 + 50% N 一次追肥): 基肥大粒尿素 N 60 kg · hm⁻², 拔节期追施大粒尿素 N 60 kg · hm⁻²; AF (一次性全施): 大粒尿素全部作基肥 N 120 kg · hm⁻²; 试验采用 2 种硝化抑制剂, 系自制吡啶、吡啶类化合物的混合物, 处理代号 A 和 B, 各设 3 个水平, 使用的硝化抑制剂的用量分别为高、中、低 3 个水平, 分别为尿素施用量的 0.5%、0.25% 和 0.125%, 代号依次为 A1、A2、A3 和 B1、B2、B3。硝化抑制剂处理的施氮量均为 N 120 kg · hm⁻², 施用方式与 AF 一致; 各处理磷、钾水平相同, 均基施过磷酸钙 (P₂O₅) 72 kg · hm⁻²、氯化钾 (K₂O) 48 kg · hm⁻²。

田间小区垄宽 0.7 m, 每个小区 5 垄, 区组间 0.5 m 过道, 玉米株距 25 cm, 种植密度约为 57 143 株 · hm⁻²。小区长 8.5 m, 宽 3.5 m, 小区面积 29.75 m²; 中耕、除草、病虫害防治等田间管理措施同常规大田。

1.3 样品采集与测定项目

分别在播种前 (5 月 4 日)、苗期 (6 月 8 日)、拔节期 (7 月 7 日)、抽雄期 (7 月 26 日)、乳熟期 (8 月 11 日)、成熟期 (9 月 25 日) 取每小区中间 3 行随机抽选 2~5 株长势均匀的植株进行全株取样, 于 105℃ 杀青, 80℃ 烘干至恒重, 并称重, 浓硫酸消煮, 测定全氮; 成熟期植物茎秆与穗分开处理。土壤常规取样后留 50 g 鲜样冰冻保存, 2 mol · L⁻¹ KCl 浸提, 用于铵态氮和硝态氮的测定, 其余土样风干用于测定 pH 值和全氮; 全氮、铵态氮及硝态氮的测定采用 AA3 连续流动分析仪。

产量测定: 每个小区割下选定的玉米植株, 分别将果穗扒开, 穗劈下, 包叶留在茎秆上, 分别称

取小区采样果穗重和茎叶重, 计算产量。

1.4 参数计算

氮素利用率 (RE_N) = (施氮区吸氮量 - 不施氮区吸氮量) / 施氮量 × 100%;

氮收获指数 (NHI) = 籽粒吸氮量 / 植株总吸氮量;

经济系数 = 经济产量 (子粒) / 生物产量 (整个地上部)。

硝化率 (%) = 硝态氮含量 / 无机总氮含量 × 100;

硝化抑制率 (%) = (只施氮区硝态氮含量 - 施用氮肥增效剂区硝态氮含量) / 只施氮区硝态氮含量 × 100;

1.5 数据处理分析

采用 Excel 2003 及 SPSS 19.0 数据统计分析软件进行结果分析, 差异性分析采用 one-way ANOVA, Duncan 检验, 相关性分析采用 Pearson 相关性双侧检验。

2 结果与分析

2.1 硝化抑制剂对氮素利用率、产量、增产率、氮收获指数及经济系数的影响

由表 2 可以看出, A3、B1、B2 的氮素利用率分别为 32.55%、32.53%、33.79%, 均高于 TP 处理, 说明一定浓度的硝化抑制剂处理能够发挥长效作用, 提高植株的吸氮水平, 保证植株生育后期对养分的需要, 促进植株茎秆和籽粒中积累更多的氮素营养, 增加产量, 减少氮素损失。产量最高的处理是 TP, 说明拔节期追施尿素效果显著; 产量的高低顺序依次是 TP > B2 > A3 > A2 > AF > A1 > B1 > B3 > CK, 处理 B2、A3、A2 的产量高于 AF, 其增产率分别为 5.60%、3.83%、0.04%, 说明增施一定浓度的硝化

抑制剂有明显的增产效果。TP 处理的增产率与 A2、A3、B2 之间差异不显著，但与其他处理有显著差异；产量与 AF、A1、A2、A3、B2 之间差异不显著，

但与其他处理有显著差异。氮收获指数方面，除 TP 和 A2 之间差异显著外，各处理之间差异不显著；各处理之间的经济系数差异均不显著。

表 2 不同处理对氮素利用率、产量、增产率、氮收获指数及经济系数的影响

处理	氮素利用率 (%)	产量 (t · hm ⁻²)	增产率 (%)	氮收获指数	经济系数
CK		9.19 ± 0.31d	-27.23 ± 2.43d	0.56 ± 0.01ab	0.45 ± 0.02a
TP	28.36 ± 6.50ab	13.38 ± 0.12a	5.96 ± 0.96a	0.54 ± 0.04b	0.45 ± 0.02a
AF	23.56 ± 6.71ab	12.63 ± 0.42ab		0.62 ± 0.03ab	0.45 ± 0.00a
A1	21.13 ± 3.75ab	12.54 ± 0.18ab	-0.70 ± 1.45b	0.60 ± 0.01ab	0.43 ± 0.01a
A2	20.62 ± 8.62ab	12.64 ± 0.08ab	0.04 ± 0.61ab	0.64 ± 0.05a	0.45 ± 0.02a
A3	32.55 ± 7.65ab	13.11 ± 0.29ab	3.83 ± 2.28ab	0.59 ± 0.01ab	0.45 ± 0.02a
B1	32.53 ± 6.24ab	12.46 ± 0.39b	-1.31 ± 3.08b	0.58 ± 0.02ab	0.41 ± 0.00a
B2	33.79 ± 12.42a	13.34 ± 0.25ab	5.60 ± 1.94a	0.59 ± 0.02ab	0.41 ± 0.01a
B3	8.58 ± 2.32b	10.70 ± 0.10c	-15.32 ± 0.78c	0.60 ± 0.02ab	0.41 ± 0.01a

注：增产率是各处理与 AF 相比得到的结果，计算公式：增产率 (%) = (各处理产量 - 一次性全施肥产量) / 一次性全施肥产量 × 100。同列数据后小写字母不同表示处理间差异达 0.05 显著水平。

2.2 硝化抑制剂对不同生育时期土壤 pH 值变化的影响

由图 1 可以看出，不施用硝化抑制剂的处理 CK、TP、AF 的土壤 pH 值在苗期均低于施用硝化抑制剂的处理，拔节期均高于施用硝化抑制剂的处理。总体来看，不施用硝化抑制剂的处理 CK、TP、AF 土壤 pH 值变化分为 2 个阶段：一是施肥前至苗期，土壤 pH 值下降幅度很大；二是苗期至乳熟期，土壤 pH 值的下降幅度较小。施用硝化抑制剂的处理 A1、A2、A3、B1、B2、B3 土壤 pH 值变化可分为 3 个阶段：一是施肥前至苗期，土壤 pH 值下降幅度较小；二是苗期至拔节期，土壤 pH 值迅速大幅下降；三是拔节期至成熟期，土壤 pH 值呈现阶梯式小幅度波动，基本以下降趋势为主。从 A、B 两种配方处理来看，各生育时期，A3 处理的土壤 pH 值低于 A1、A2 处理，B2 处理的土壤 pH 值低于 B1、B3 处理，可以预测 A3 和 B2 处理中硝化抑制剂的施用是理想的添加量。

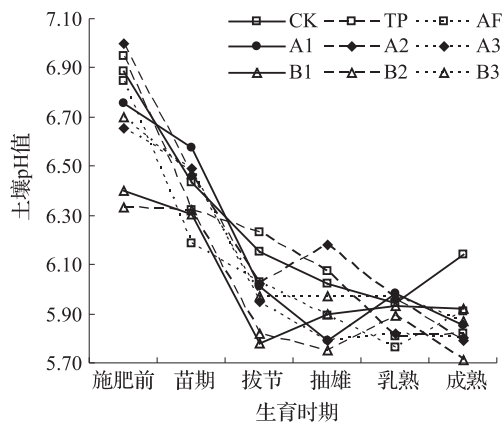


图 1 不同处理对不同生育时期土壤 pH 值的影响

2.3 硝化抑制剂对不同生育时期土壤铵态氮、硝态氮、硝化率及硝化抑制率的影响

由图 2 和图 3 可以看出，氮肥的释放量在施用后一个月左右的时间达到峰值，各生育时期中，苗期土壤中 NH₄⁺ - N 和 NO₃⁻ - N 含量最高，施用硝化抑制剂的处理土壤 NH₄⁺ - N 含量明显高于不施用

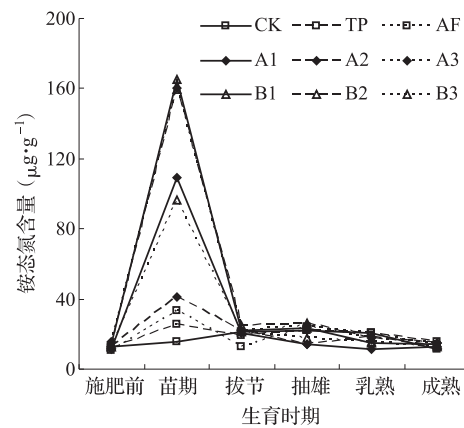


图 2 不同处理对不同生育时期土壤铵态氮的影响

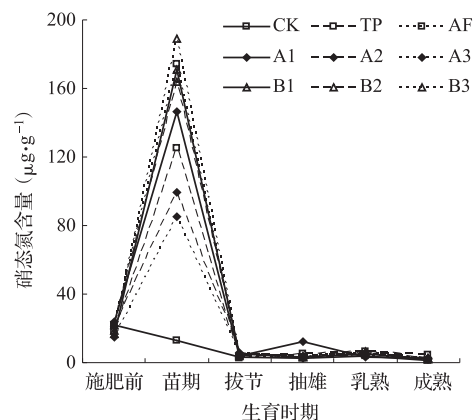


图 3 不同处理对不同生育时期土壤硝态氮的影响

硝化抑制剂的处理 CK、TP、AF，土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量在苗期达到最大值后迅速下降，至拔节期之后基本恢复到施肥前土壤铵态氮水平。土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量与 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量走势大体一致，除未施用氮肥的处理 CK 外，其他处理的苗期土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量均达到整个生育时期的最大值，但拔节期 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 含量略低于施肥前。

从图 4 和图 5 可以看出，A3 处理的硝化率最低，硝化抑制率最高；B1 和 B2 处理之间的硝化率和硝化抑制率差异均不显著，这 2 个处理的硝化率均低于其他处理（除 A3、CK 处理外），B2 处理的硝化抑制率高于 B1 处理。从配方角度分析，A 类硝化抑制剂效果最优的处理为 A3，B 类硝化抑制剂效果最优的为 B2。

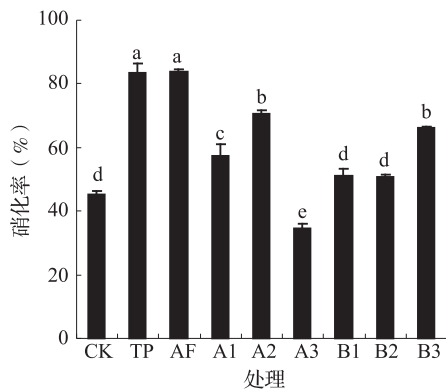


图 4 不同处理对苗期土壤硝化率的影响

注：图柱上小写字母不同表示处理间差异达到 0.05 显著水平。下同。

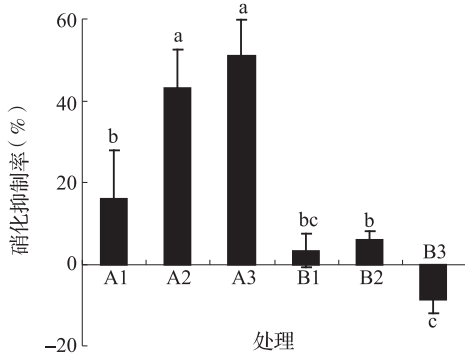


图 5 不同处理对苗期土壤硝化抑制率的影响

2.4 不同处理对土壤含水率、pH 值、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量及氮素利用率的相关性分析

表 3 显示的是苗期、拔节期、抽雄期、成熟期的各处理土壤含水率、pH 值、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量及氮素利用率的相关性分析。由表 3 可以得出，整个生育期内，土壤含水率与土壤 pH 值呈现显著负相关，说明土壤 pH 值随降雨量的增加有下降的趋势。由铵态氮和硝态氮变化图（图 2 和 3）可知，后期土壤中硝态氮含量并没有增加，说明铵态氮没有大量转化为硝态氮，发

挥了其硝化抑制作用，因此拔节期后土壤铵态氮含量下降的主要原因是拔节期植株的快速生长，大量吸收利用土壤无机氮；土壤 pH 值与土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量达到 0.01 水平显著正相关，由此可以通过土壤 pH 值来分析土壤氮素转化方向及氮素利用情况；土壤 pH 值、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量与氮素利用率均呈现显著负相关，针对苗期至成熟期，土壤 pH 值和 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量基本表现为下降趋势，氮素利用率相应明显增加。

表 3 相关性分析

	土壤含水率	土壤 pH 值	土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量
土壤 pH 值	-0.243 *		
土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量	-0.292 **	0.587 **	
氮素利用率	0.067	-0.347 **	-0.311 **

注：* 表示在 0.05 水平上显著相关；** 表示在 0.01 水平上显著相关。
n = 96, $r_{0.05} = 0.199$, $r_{0.01} = 0.259$ 。

3 结论与讨论

土壤 pH 值缓慢阶梯式下降是施用硝化抑制剂的必然结果。徐婷婷等在黑土区进行盆栽试验，研究氮的挥发，试验表明，氮的挥发受土壤 pH 值影响较大，pH 值为 6 时，氮全部转化为 NH_4^+ ，在 pH 值为 7 时，有约 6% 的氨气挥发，在 pH 值大于 7.5 时，大部分以氨气形态挥发掉。为了提高氮肥利用率，必须使尿素颗粒周围的局部土壤呈酸性，即 pH 值小于 6.5 才能阻止氮的挥发损失^[14]。本试验中的硝化抑制剂施于土壤后，能长时间维持根际土壤处于酸性环境中，充分保证了 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的释放和吸收利用。研究表明，在一定范围内，土壤含水量越大，氮挥发量越低，土壤含水率与土壤 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量呈负相关性，氮挥发与土壤含水率呈负相关，降水越大，氮挥发能力越弱，相应的留在土壤中的铵态氮含量会增加^[14-17]。而试验得出土壤含水率与土壤铵态氮含量之间呈现显著负相关性 ($P < 0.01$)，植株生育期内，降雨过量，土壤含水率相应增加，铵态氮含量和氮挥发量均下降，硝态氮含量却没有明显增加的趋势，这应该是被植物吸收利用的结果。

有相关文献报道，在美国，施用硝化抑制剂能使小麦、玉米等作物的氮素利用率提高 23% ~ 35%^[18]。本试验中 A3 和 B2 处理硝化抑制剂的作用时间最多可延长至拔节期 (63 d)，氮素利用率分别达到了 32.55% 和 33.79%，较追肥处理提高 4.19% 和 5.43%，较一次性全施肥处理提高 8.99% 和 10.23%，因此，A3 和 B2 的硝化抑制作用较其他处理强。但是由于抑制剂的作用效果受外界环境因素

(如水分、气候、土壤等特性)的影响显著,作用效果不甚稳定。Zerulla W 认为硝化抑制剂 DCD 在强降雨的情况下,容易发生与 NH_4^+ 的分离现象,影响硝化抑制效果^[19]。Cui 等认为硝化作用与土壤水分状况呈正相关^[20]。部分增效剂在试验研究阶段效果很好,但是在大田中应用的效果很不稳定;在高温、高湿条件下,抑制剂易于降解失效^[12,21-22],大田试验存在较多环境因素的不利影响,可能也是导致本试验得出的氮素利用率相对较低的原因之一。

参考文献:

- [1] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [2] 樊小林, 廖宗文. 控释肥料与平衡施肥和提高肥料利用率 [J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4 (3): 219-223.
- [3] 田秀英, 张艳梅, 王正银. 植物性氮肥增效剂作用条件的研究 [J]. 西南农业大学学报 (自然科学版), 2006, 28 (3): 402-405.
- [4] 张浩. 复合氮肥增效剂对玉米利用尿素氮的影响 [J]. 西南农业大学学报, 2003, 25: 535-541.
- [5] 田秀英, 王正银. 尿素与复合氮肥增效剂配施对水稻氮素利用的影响 [J]. 水土保持学报, 2006, 20: 121-123.
- [6] 王玲莉, 古慧娟, 石元亮, 等. 尿素配施添加剂 NAM 对三江平原白浆土氮素转化和玉米产量的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2012 (2): 34-38.
- [7] 田秀英, 王正银. 玉米对尿素减量与复合氮肥增效剂配施的响应 [J]. 核农学报, 2006, 20 (6): 539-543.
- [8] Walters D T, Malzer G L. Nitrogen management and nitrification inhibitors effects on ^{15}N -urea: 1. Yield and fertilizer use efficiency [J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1990, 54: 115-122.
- [9] Yadav S N. Formulation and estimation of nitrate-nitrogen leaching from corn cultivation [J]. Journal of Environmental Quality, 1997, 26 (3): 808-814.
- [10] Francis G S, Haynes R J, Speir T W, et al. The effects of a ni-

- trification inhibitor on leaching losses and recovery of mineralized nitrogen by a wheat crop after ploughing - in temporary leguminous pastures [J]. Fertilizer Research, 1995, 41 (1): 33-39.
- [11] Ball-Coelho B R, Roy R C. Enhanced ammonium sources to reduce nitrate leaching [J]. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 1999, 54 (1): 73-80.
- [12] 姜佰文, 戴建军, 王春宏, 等. 氮素调控对寒地玉米氮素吸收与叶片 SPAD 值影响的初探 [J]. 中国土壤与肥料, 2010, (3): 41-44.
- [13] 孙爱文, 石元亮, 张德生, 等. 硝化/脲酶抑制剂在农业中的应用 [J]. 土壤通报, 2004, 35 (3): 357-361.
- [14] 徐婷婷, 宋鹏慧, 闫暮春, 等. 改性尿素施用对氨挥发量及无机氮变化的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2013, (5): 29-33.
- [15] 邵蕾, 张民, 王丽霞. 不同控释肥类型及施肥方式对肥料利用率和氮素平衡的影响 [J]. 水土保持学报, 2006, 20 (6): 115-119.
- [16] 易镇邪, 王璞, 张红芳, 等. 氮肥类型与施用量对夏玉米生长发育及氮肥利用的影响 [J]. 华北农学报, 2006, 21 (1): 115-120.
- [17] 赵斌, 董树亭, 张吉旺, 等. 控释肥对夏玉米产量和氮素积累与分配的影响 [J]. 作物学报, 2010, 36 (10): 1760-1768.
- [18] 何威明, 保万魁. 氮肥增效剂及其效果评价的研究进展 [J]. 中国土壤与肥料, 2011, (3): 1-7.
- [19] Zerulla W, Barth T, Dressel J, et al. 3, 4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) - A new nitrification inhibitor for agriculture and horticulture: An introduction [J]. Biology and Fertility of Soils, 2001, 34 (2): 79-84.
- [20] Cui F, Yan G, Zhou Z, et al. Annual emissions of nitrous oxide and nitric oxide from a wheat-maize cropping system on a silt loam calcareous soil in the North China Plain [J]. Soil Biology and Biochemistry, 2012, 48: 10-19.
- [21] 黄益宗, 冯宗炜, 王效科, 等. 硝化抑制剂在农业上的研究进展 [J]. 土壤通报, 2002, 33 (4): 310-314.
- [22] Sahrawat K L. Control of urea hydrolysis and nitrification in soil by chemicals prospects and problems [J]. Plant and Soil, 1980, 57: 335-352.

Effects of nitrification inhibitor on nitrogen use efficiency of spring maize, soil pH and inorganic nitrogen

FANG Yu-feng^{1,2}, WANG Xiao-yan¹, PANG Li-dan¹, SONG Peng-hui³, DAI Jian-jun^{1*} (1. College of Resources and Environmental Sciences, Northeast Agricultural University, Harbin Heilongjiang 150030; 2. Academy of Forestry and Environmental Science of Heilongjiang Province, Qiqihaer Heilongjiang 161005; 3. Berries Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suiling Heilongjiang 152200)

Abstract: A field experiment was conducted to examine the effects of nitrification inhibitor application in black soil area on soil pH, soil ammonium and nitrate change, nitrification inhibition rate, yield and nitrogen use efficiency of spring maize. Results showed that: yield of treatment of nitrification inhibitor added in fertilizer (B2) increased by 5.60% compared with nitrogen fertilization of all-in-one treatment (AF). The nitrogen use efficiencies of treatment of nitrification inhibitor B2 increased by 5.43% compared with that of nitrogen top dressing (TP). Nitrification inhibition was significant and production was increased. Nitrification inhibitor slowly decreased soil pH stepwise. Soil moisture content and soil NH_4^+ -N were negatively correlated ($P < 0.01$) and there was a significant positive correlation between ammonium nitrogen content and soil pH. The two nitrification inhibitors treatments, B2 and A3, had the best effects on yield increasing and nitrification inhibition.

Key words: nitrification inhibitor; soil pH; nitrification inhibition rate; nitrogen use efficiency