

控释氮肥不同施用位置对春玉米产量及氮素吸收利用的影响

孔丽丽, 李 前, 侯云鹏, 秦裕波, 王 蒙, 于 雷, 刘春光, 王立春, 尹彩侠*
(吉林省农业科学院农业资源与环境研究所/农业农村部东北植物营养与农业环境重点实验室, 长春 130033)

摘 要: 通过田间试验, 系统研究了控释氮肥不同施用位置对春玉米产量、养分利用及土壤速效养分的影响。结果表明, 与农民习惯施肥(FP)相比, 控释氮肥种下 8~10 cm(T1)施用可以显著地提高春玉米的产量, 增产幅度为 5.3%, 氮肥农学利用率、氮肥偏生产力和氮肥利用率分别提高了 14.6%、3.7% 和 16.3%, 显著增加了耕层土壤速效养分的含量。因此, 控释氮肥在春玉米生产中最佳施用位置为种下 8~10 cm, 对指导控释氮肥在一次性施肥技术上的应用具有重要的意义。

关键词: 春玉米; 控释氮肥; 施用位置; 氮肥利用率

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2019)04-0025-04

Effects of Different Application Location of Release-Controlled Nitrogen Fertilizer on Yield, Nitrogen Absorption and Utilization of Spring Maize

KONG Lili, LI Qian, HOU Yunpeng, QIN Yubo, WANG Meng, YU Lei, LIU Chunguang,
WANG Lichun, YIN Caixia*

(*Institute of Agricultural Resources and Environment, Jilin Academy of Agricultural Sciences / Key Laboratory of Plant Nutrition and Agro-Environment in Northeast Region, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P.R. China, Changchun 130033, China*)

Abstract: The field experiment was conducted to study the effects of different application location of release-controlled nitrogen fertilizer on yield, nutrient absorption and utilization and soil nutrient of spring maize. The result showed that maize yield of release-controlled nitrogen fertilizer application 8-10 cm under seed treatment (T1) was significantly increased by 5.3% than farmer's practice treatment (FP), and nitrogen agronomic utilization efficiency, nitrogen partial factor productivity and nitrogen utilization efficiency of T1 treatment were increased by 14.6%, 3.7% and 16.3% than FP treatment, respectively. Release-controlled nitrogen fertilizer application improved the available nutrient contents in surface soil significantly. Therefore, the optimum location of release-controlled nitrogen fertilizer application was 8-10 cm under seed in spring maize production. This is of significance to guide the application of release-controlled nitrogen fertilizer in the technique of single basal fertilizer application.

Key words: Spring Maize; Release-controlled nitrogen fertilizer; Application location; Nitrogen utilization efficiency

玉米是我国主要粮食作物,在粮食安全中占有重要地位,氮肥是玉米生长发育过程中需求量最大的营养元素,对提高玉米产量有着重要作用。大量施用氮肥且施肥方法不当导致氮肥利用率逐渐下降,引发一系列环境问题,对生态系统

和人类健康的危害日益严重^[1-3]。提高肥料资源的利用效率是目前我国农业生产中亟须解决的问题,它不仅影响我国粮食增产增收的步伐,而且影响着能源资源的持续利用及可持续农业的快速发展^[4-5]。有效解决施肥问题首先要弄清肥料施用的基本原则和方法。有资料表明,在肥料的损失中,约有 60% 源于不正确的施肥方法,所以确定合理的施肥方法,在提高肥料利用率的措施中占有关键地位。本研究根据目前农业生产实际需要,研究了控释氮肥不同施用位置对春玉米产量、养分吸收利用及土壤速效养分的影响,为缓控释肥在春玉米上的合理应用提供科学依据。

收稿日期: 2018-12-11

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2017ZY012、CXGC2018ZY013); 农业农村部植物营养与肥料学科学群开放基金项目(KLPNF-2018-1)

作者简介: 孔丽丽(1982-),女,助理研究员,硕士,主要从事农业资源高效利用研究。

通讯作者: 尹彩侠,女,硕士,副研究员, E-mail: yincaixia@163.com

1 试验材料和方法

1.1 试验地点及生产条件

试验地点选取在吉林省公主岭市刘房子镇进行。试验土壤类型为黑土,质地为中壤,施肥前0~30 cm 供试土壤的基本养分状况为:全氮含量 130.00 mg/kg,速效氮含量 127.15 mg/kg,有效磷含量 35.90 mg/kg,速效钾含量 124.05 mg/kg,有机质含量 25.69 g/kg,pH值 5.45。

1.2 供试玉米品种与种植密度

供试玉米品种为先玉 335,种植密度 6.0 万株/hm²。

1.3 试验设计及方法

试验设置了5个不同氮肥施用处理,分别为:不施氮肥(CK);农民习惯施肥,普通氮肥种下 15 cm (FP);控释氮肥种下 8~10 cm (T1);控释氮肥种下 5~6 cm (T2);控释氮肥种侧 6~8 cm,深 8~10 cm (T3)。小区面积 40 m²,3次重复,随机排列。试验用控释氮肥为金正大树脂包膜尿素(N 43%),磷肥为重过磷酸钙(P₂O₅46%),钾肥为氯化钾(K₂O 60%),农民习惯施肥所用肥料为普通复合肥(26-12-12)。所有肥料于播种前一次性基施。具体肥料用量见表1。

表1 肥料施用量

处理	施肥量(kg/hm ²)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
CK	0	75	90
FP	200	75	90
T1	200	75	90
T2	200	75	90
T3	200	75	90

1.4 样品采集

试验于春播施肥前取0~30 cm土样,测定土壤全氮、速效氮、有效磷、速效钾、有机质含量及pH值;成熟期取0~30 cm土样,测定速效氮、有效磷、速效钾含量,并采集玉米植株样品在105℃恒温下杀青20 min,在80℃恒温下烘干至恒重,粉碎,测定养分含量。

1.5 数据处理与统计分析

数据采用SAS 9.0和Microsoft Excel软件进行统计分析及图形绘制。

相关参数计算如下:

氮肥利用率(%)=(施氮区玉米吸氮量-不施氮区玉米吸氮量)/施氮量×100

氮肥农学利用率(kg/kg)=(施氮处理子粒产量-不施氮处理子粒产量)/施氮量

氮肥偏生产力(kg/kg)=施氮区产量/施氮量

2 结果与分析

2.1 控释氮肥不同施用位置对春玉米产量及氮肥效率的影响

施氮是影响子粒产量的主要因素,施氮后增产效果明显(表2),各施氮处理下的玉米产量、穗粒数、百粒重均显著高于CK处理,T1、T3处理的穗粒数和百粒重均高于FP处理。产量数据显示,T1处理的玉米产量最高,达13 229 kg/hm²,较FP处理增产5.3%,其次是T3处理,较FP处理增产4.2%。T1、T3处理的氮肥农学利用率、氮肥偏生产力和氮肥利用率均高于FP处理。其中T1、T3处理的氮肥农学利用率与氮肥偏生产力分别较FP处理提高了14.6%、10.3%和3.7%、2.5%,氮肥利用率较FP处理分别提高了16.3%和5.6%。可见,缓控释氮肥施用位置适当不仅可以提高玉米产量,还可显著提高氮肥的利用效率。

表2 不同氮肥处理对玉米产量及氮肥效率的影响

处理	穗粒数(粒)	百粒重(g)	产量(kg/hm ²)	氮肥农学利用率(kg/kg)	氮肥偏生产力(kg/kg)	氮肥利用率(%)
CK	31.9c	559c	9 421d	—	—	—
FP	33.5b	590b	12 559b	18.5ab	70.9ab	35.5b
T1	35.5a	610a	13 229a	21.2a	73.5a	41.3a
T2	34.7ab	583b	12 284bc	15.9c	68.2ab	30.3c
T3	34.0ab	608a	13 086a	20.4a	72.7a	37.5b

注:同列数据后不同小写字母表示处理间差异达5%显著水平,下同

2.2 控释氮肥不同施用位置对玉米干物质积累及分配的影响

由图1可以看出,成熟期各处理分配到茎叶

和子粒的干物质比重相近,施氮各处理茎叶和子粒的干物质积累量显著高于不施氮肥处理,控释氮肥各处理的玉米茎叶与子粒干物重均高于普通

氮肥处理, T1处理茎叶和子粒的干物质积累量显著高于FP处理, 分别较FP处理提高8.6%和9.3%, 其次是T3处理, 其茎叶和子粒的干物质积累量较FP处理分别提高4.9%和6.8%。干物质分配结果显示, 各施氮处理干物质分配比例与干物

质积累趋势相一致, 各处理间差异不显著, 玉米营养器官所占比例为48.2%~50.0%, 生殖器官所占比例为50.5%~51.4%。可见, 施用缓控释氮肥施用位置适当可增加地上部干物质的形成, 减少作物产量损失。

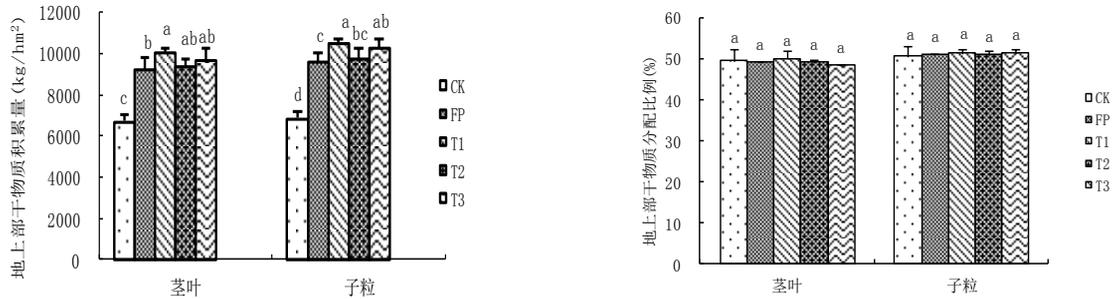


图1 不同氮肥处理地上部干物质积累及分配

2.3 控释氮肥不同施用位置对玉米氮素积累量及分配的影响

养分的吸收与转运直接影响着作物的生长和发育, 从而影响产量。由图2可以看出, 成熟期以CK处理地上部的氮素积累量最低, 而施氮处理显著提高了玉米成熟期地上部氮素积累量。且T1

和T3处理子粒的氮素积累量显著地高于FP处理, 分别提高了9.1%和6.2%。各施氮处理氮素分配比例与氮素积累趋势相一致, 各处理间差异不显著, 茎叶和子粒中氮素积累量占总吸氮量的比例分别为36.6%~41.18%和59.0%~63.4%。

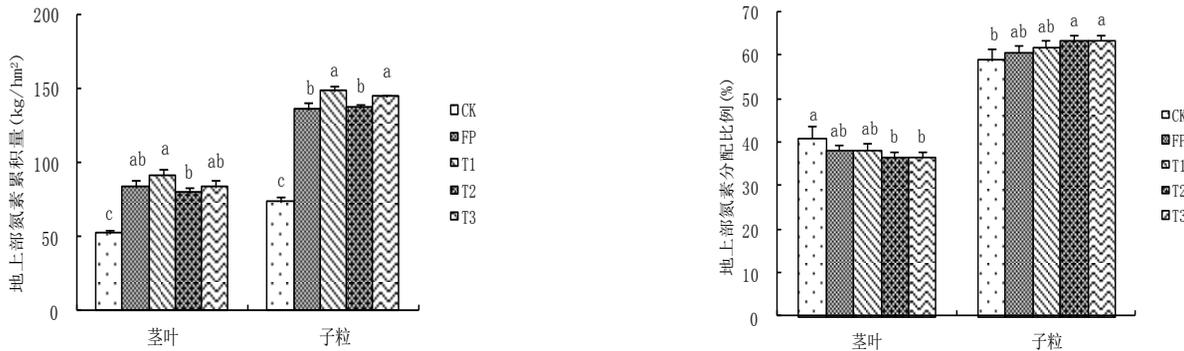


图2 不同氮肥处理地上部氮素积累及分配

2.4 控释氮肥不同施用位置对耕层土壤养分的影响

土壤养分是指土壤中含有植物生长发育所需要的营养物质, 是土壤肥力的重要因素之一, 土壤速效养分含量是评价土壤供肥能力的主要指标, 不同的施肥位置或深度对土壤有效养分产生

不同的影响^[6-8]。由表3可以看出, 缓控释肥种下位8~10 cm(T1)施用可以显著增加土壤耕层速效养分含量, 成熟期土壤碱解氮、有效磷、速效钾含量较普通肥料(FP)处理分别增加了12.1 mg/kg(9.3%)、12.6 mg/kg(45.7%)、21.1 mg/kg(17.7%), 其他各施氮处理间差异不显著。

表3 不同氮肥处理对土壤速效养分含量的影响

处理	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
CK	102.3b	23.6b	116.1c
FP	130.5ab	27.6b	119.2b
T1	142.6a	40.2a	140.3a
T2	129.7ab	25.0b	120.2b
T3	130.4ab	28.9b	126.9b

3 结论与讨论

产量水平和肥料利用效率是检验一种施肥方法是否合理的重要指标^[9-12]。控释氮肥的不同施用位置明显影响着春玉米生长发育、干物质积累、养分吸收的变化。本研究表明, 施用控释氮肥在种下8~10 cm(T1)可较农民习惯施肥(FP)增产5.3%, 子粒的干物质积累量与氮素积累量分

别提高了9.3%和9.1%,且T1处理较FP处理的氮肥农学利用率、氮肥偏生产力与氮肥利用率分别提高了14.6%、3.7%和16.3%。

土壤的碱解氮、有效磷、速效钾含量分别是反映土壤氮、磷、钾素供应强度的主要指标,其水平的高低在很大程度上决定着作物对氮、磷、钾的吸收情况以及作物的产量和品质^[13-15]。本研究表明,施用控释氮肥在种下8~10 cm(T1)可较农民习惯施肥(FP)的耕层土壤的碱解氮、有效磷、速效钾含量分别增加了12.1 mg/kg、12.6 mg/kg和21.1 mg/kg。

可见,控释氮肥一次性施用并选择最佳的施用位置(种下8~10 cm),既可以提高玉米的产量又可以提高氮肥的利用效率,是一条简约化、高效化、环境友好化的施肥途径。

参考文献:

- [1] 郭新送,丁方军,陈士更,等.控释肥不同施肥位置及深度对小麦产量及根区土壤养分的影响[J].中国农学通报,2018,34(4):9-15.
- [2] Shaviv A, Mikkelsen R L. Slow release fertilizers for a safer environment maintaining high agronomic use efficiency[J]. Fertilizer Research, 1993, 35: 1-12.
- [3] Berber M R, Hafez I H, Minagawa K. A sustained controlled release formulation of soil nitrogen based on nitrate-layered double hydroxide nanoparticle material[J]. Journal of Soils and Sediments, 2014(14): 60-66.
- [4] 马星竹,郝小雨,高中超,等.氮肥用量对土壤养分含量、春玉米产量及农学效率的影响[J].玉米科学,2016,24(6):131-135.
- [5] 朱兆良.推荐氮肥适宜施用量的方法论刍议[J].植物营养与肥料学报,2006,12(1):1-4.
- [6] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等.中国农业面源污染形势估计及控制对策.1.21世纪初期中国农业面源污染的形势估计[J].中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.
- [7] 张福锁,王激清,张卫锋,等.中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J].土壤学报,2008,45(5):915-924.
- [8] Fageria N K, Baligar V C. Methodology for evaluation of lowland rice genotypes for nitrogen use efficiency[J]. Journal of Plant Nutrition, 2003, 26: 1315-1333.
- [9] 董旭,姜翼来.长期定位施肥对土壤养分和玉米产量的影响[J].现代农业科学,2008,15(1):9-11.
- [10] 符鲜,杨树青,刘德平,等.套作小麦/玉米不同施氮水平对土壤养分与微生物数量的影响[J].干旱区研究,2017,34(1):43-50.
- [11] 刘慧颖,韩瑛祚,华利民.施氮方式对玉米氮吸收及土壤养分、N₂O排放的影响[J].中国土壤与肥料,2013(6):17-21.
- [12] 侯云鹏,孔丽丽,李前,等.不同施肥模式对水稻养分吸收利用及土壤养分平衡的影响[J].东北农业科学,2018,43(1):1-8.
- [13] 金继运.我国肥料资源利用中存在的问题及对策建议[J].中国农技推广,2005(11):4-6.
- [14] 张树清.中国农业肥料利用现状、问题及对策[J].中国农业信息,2006(7):11-14.
- [15] 李子双,谭德水,赵同凯,等.控释氮肥施用位置对夏玉米产量及养分利用的影响[J].山东农业科学,2017,49(6):79-82.
- [1] 宋军,余桂容,杜文平,等.几种分析方法在玉米丰产与稳产性分析中的应用[J].作物杂志,2010(2):69-71.
- [2] Babić Milosav, Anđelković Violeta, Babić Vojka. Genotype by environment interaction in maize breeding[J]. Genetika, 2008, 40(3): 303-312.
- [3] 王志强,刘声锋,郭守金,等.用AMMI双标图分析西瓜品种的产量稳定性及试点分辨力[J].干旱地区农业研究,2013,31(4):89-93.
- [4] 罗洋,郑金玉,郑洪兵,等.玉米宽窄行种植模式下肥密互作效应的研究[J].吉林农业科学,2009,34(5):12-13,17.
- [5] Gauch H G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE[J]. Crop Science, 2006, 46(4):1488-1500.
- [6] 余本勋,张时龙,何友勋,等.AMMI模型在水稻品种稳定性和适应性评价中的应用[J].贵州农业科学,2010,38(2):64-66.
- [7] 孙日彦,王照红,杜建勋,等.基于AMMI模型的桑品种产量性状稳定性分析[J].蚕业科学,2008,34(1):101-105.
- [8] Gauch H G. A simple protocol for AMMI analysis of yield trials[J]. Crop Science, 2013, 53(5):1860-1869.
- [9] Nzuve, F., S. Githiri, D.M. Mukunya and J. Gethi. Analysis of genotype × environment interaction for grain yield in maize hybrids[J]. Journal of Agricultural Science, 2013, 5(11): 75-85.
- [10] Nzuve F, S Githiri, D M Mukunya et al. Analysis of genotype × environment interaction for grain yield in maize hybrids[J]. Journal of Agricultural Science, 2013, 5: 75-85.
- [11] 李辛村,张恩和,董孔军,等.用AMMI双标图分析糜子品种的产量稳定性及试点代表性[J].中国生态农业学报,2012,20(4):422-426.
- [12] 吴雯雯,欧杨虹.应用AMMI模型对玉米杂交组合多点试验的稳定性分析[J].山东农业科学,2016,48(4):24-27,33.
- [13] 苏义臣,苏桂华,金明华,等.GGE双标图在玉米区域试验中的应用[J].东北农业科学,2015,40(3):4-7.
- [14] 杨锦忠,郝建平,姚宏亮.基于AMMI模型的玉米区域试验地点鉴别力的重演性研究[J].玉米科学,2011,19(4):145-148.
- [15] 李玉发,王佰众,张学军,等.AMMI模型在花生区试数据分析中的应用[J].东北农业科学,2012,37(6):12-16.

(上接第8页)