

控释氮肥与速效氮肥配施对玉米氮素吸收及利用的影响

张磊, 杨建, 侯云鹏, 尹彩侠, 谢佳贵, 王立春*

(农业部东北植物营养与农业环境重点实验室/吉林省农业科学院农业资源与环境研究所, 长春 130033)

摘要: 采用田间试验研究 3 个施氮水平 (0、105、150 kg/hm²) 与 2 种配施比例 (控释氮肥 100%、控释氮肥与速效氮肥配比为 70:30) 对玉米产量、干物质积累、氮素积累、转运及氮肥利用效率的影响。结果表明, 施氮可显著提高玉米产量, 提高幅度为 10.4% ~ 28.2%。其中 N150 kg/hm² 处理玉米产量最高。在相同氮水平条件下, 控释氮肥与速效氮肥配施处理玉米产量高于单施控释氮肥处理。施氮可显著提高玉米各生育期干物质积累量和氮素积累量, 并随施氮水平的提高而提高。在相同氮水平条件下, 控释氮肥与速效氮肥配施处理玉米各生育期干物质积累量和氮素积累量高于单施控释氮肥处理。氮素农学利用率和当季回收率均随施氮水平的提高而提高, 氮肥偏生产力表现为随施氮水平的提高而降低。在相同氮水平条件下, 控释氮肥与速效氮肥配施处理氮肥当季回收率、农学利用率和偏生产力均高于单施控释氮肥处理。

关键词: 控释氮肥; 玉米产量; 氮素吸收; 氮肥利用率

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)01-0024-04

Effect of Combined Application of Controlled-Release Nitrogen Fertilizer and Fast-Release Nitrogen Fertilizer on Nitrogen Absorption and Utilization of Maize

ZHANG Lei, YANG Jian, HOU Yunpeng, YIN Caixia, XIE Jiagui, WANG Lichun*

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

Abstract: Effects of three nitrogen levels (0, 105, 150 kg/ha) and two fertilizer mixture proportions (100% CRN and 70% CRN+30% FRN) on maize yield, dry matter accumulation, nitrogen accumulation, translocation and nitrogen use efficiency were studied by field experiments. The results showed that maize yield was improved significantly by nitrogen fertilizer application, and increased by 10.4% ~ 28.2%. Yield was the highest in the treatment of N150 kg/ha. The maize yield of the treatment of 0% CRN+30% FRN was higher than that of the treatment of 100% CRN under the same condition of nitrogen level. Nitrogen fertilizer application improved Dry matter accumulation and nitrogen accumulation was significantly improved by nitrogen fertilizer application in different growing stages, and dry matter accumulation and nitrogen accumulation increased with the increment of nitrogen levels. Nitrogen agronomic use efficiency and recovery efficiency enhanced with the increment of nitrogen levels, and partial fertilizer productivity of nitrogen fertilizer reduced with the increment of nitrogen levels. Nitrogen recovery efficiency, agronomic use efficiency and partial fertilizer productivity of the treatment of 70% CRN+30% FRN was higher than the 100% CRN treatment under the same condition of nitrogen level.

Key words: Controlled-release nitrogen fertilizer; Maize yield; Nitrogen uptake; Nitrogen fertilizer efficiency

收稿日期: 2016-11-19

基金项目: 公益性行业项目 (201303103); 国家粮食丰产科技工程项目 (2012BAD04B02)

作者简介: 张磊 (1987-), 男, 助理研究员, 从事玉米栽培研究工作。

通讯作者: 王立春, 男, 博士, 研究员, E-mail: wlc1960@163.com

吉林省位于东北平原中部,是世界三大典型黑土带之一,土地肥沃,光照充足,昼夜温差较大,十分有利于玉米高产^[1]。玉米是吉林省主要粮食作物之一,据统计,种植面积达370.9万hm²,总产量达3343万t,其商品量、人均占有量和调出量均在全国居首位^[2],在各种营养元素中,氮素是影响玉米生长发育和产量最敏感的因素。然而近年来的研究表明,东北平原玉米生产中氮肥施用的增产效果趋于降低,而氮肥对环境的污染渐趋严重^[3-6]。可见,合理的氮肥养管理对提高玉米产量、提高氮肥利用效率和保护生态环境具有重要意义。因此,本研究在吉林省中部玉米主产区,通过研究不同施氮水平及控释氮肥与速效氮肥不同配施比例条件下,玉米干物质积累量和氮素积累特性,氮素转运及氮肥利用效率的变化,旨在为吉林省中部玉米主产区协调玉米持续高产和提高氮肥利用效率目标下合理施肥提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2011年在吉林省公主岭市刘房子村进行,该地区位于吉林省中部,据当地气象局资料,2011年公主岭玉米生长季内 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为3063 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,降雨量为479.5 mm,供试土壤为黑土,0~20 cm层土壤基本肥力为:有机质24.2 g/kg,全氮1.11 g/kg,碱解氮109.4 mg/kg,速效磷34.7 mg/kg,速效钾100.2 mg/kg, pH 5.29。

1.2 试验设计

试验设3个施氮水平,分别为0、105、150 kg/hm²,分别记作N₀、N₁₀₅、N₁₅₀,2种配施比例,分别为控释氮肥100%基施(A)和控释氮肥70%与速效氮肥30%基施(B),具体施肥量见表1。试验各处理磷肥与钾肥用量相同,分别为75 kg/hm²和90 kg/hm²。控释氮肥选用硫磺加树脂包膜(N 35%),速效氮肥选用尿素(N 46%),磷肥选用重过磷酸钙(P₂O₅ 46%),钾肥选用氯化钾(K₂O 60%),氮磷钾

肥全部作为基肥于播种前施入。小区面积40 m²,6垄宽,3次重复,随机区组排列。供试玉米品种为银河33,种植密度为5.0万株/hm²,5月1日播种,9月30日收获。试验田管理措施按常规生产田进行。

1.3 样品采集与测定

分别于玉米不同生育期,即苗期、拔节期、大口期、抽雄期、灌浆期和成熟期(即出苗后29 d、55 d、69 d、83 d、106 d、138 d)采取植株样品,每小区选取有代表性玉米6株(苗期30株),灌浆期植株样品分为秸秆和子粒两部分。样品于105 $^{\circ}\text{C}$ 杀青30 min后,于80 $^{\circ}\text{C}$ 烘干至恒重,计算其地上部干物重。样品粉碎后,植株采用H₂SO₄-H₂O₂消煮,凯氏定氮法测定全氮含量。成熟期收获每小区中间四垄玉米以14%水分计产。

1.4 计算公式及统计方法^[7-9]

氮肥当季回收率(RE_N, %)=[(施氮区地上部吸氮量-无氮区地上部吸氮量)/施氮量]×100;

氮肥偏生产力(PEP_N, kg_{grain}/kg)=施氮区子粒产量/施氮量;

氮肥农学利用率(AE_N, kg_{grain}/kg)=(施氮区子粒产量-无氮区子粒产量)/施氮量;

营养体转运量(kg/hm²)=抽雄期营养体养分吸收量(kg/hm²)-成熟期营养体养分吸收量(kg/hm²);

运转率=(抽雄期营养体氮积累量-成熟期营养体氮积累量)/抽雄期营养体氮积累量×100;

对子粒氮贡献率=[(抽雄期营养体氮积累量-成熟期营养体氮积累量)/成熟期子粒氮积累量]×100。

试验数据用Microsoft Excel 2010和SPSS 11.5统计软件处理。

2 结果与分析

2.1 氮肥不同用量及配施比例对玉米产量及构成因素的影响

氮肥不同配施比例对玉米产量及构成因素产生重要的影响。表2表明,与不施氮肥处理相比,施氮各处理的玉米产量差异均达到显著水平($P<0.05$),增产幅度为10.4%~28.2%。在不同氮肥用量及配施比例处理中,高氮处理N_{150A}和N_{150B}较低氮处理N_{105A}和N_{105B}玉米产量分别提高11.8%和10.4%,差异达到显著水平($P<0.05$),在相同氮肥水平下,采用控释氮肥与速效氮肥配施处理玉米产量均高于单施控释氮肥处理,但差异未达显著

表1 试验处理

处理	施氮量(kg/hm ²)	施肥比例(%)
N ₀	0	
N _{105A}	105	基肥(SPCU)100%
N _{105B}	105	基肥(SPCU)70%+(PU)30%
N _{150A}	150	基肥(SPCU)100%
N _{150B}	150	基肥(SPCU)70%+(PU)30%

水平。

产量构成因素结果表明,与玉米产量结果趋势一致,高氮处理 N_{150A} 和 N_{150B} 穗长、穗粒数和千粒重等指标结果均高于低氮 N_{105A} 和 N_{105B} 处理,其中穗长和穗粒数指标差异达到显著水平($P<0.05$)。在相同氮肥水平条件下,采用控释氮肥与速效氮肥配施处理产量、穗长、穗粒数和千粒重等指标均高于单施控释氮肥处理,但差异不显著。

表 2 氮肥不同用量及配施比例对玉米产量及其构成因素的影响

处理	穗长 (cm)	穗粒数	千粒重 (g)	产量 (kg/hm ²)	增产率 (%)
N_0	14.8 c	453.2 c	282.1 b	8398 c	—
N_{105A}	17.6 b	607.4 b	332.6 a	9273 b	10.4
N_{105B}	18.0 b	619.0 b	331.5 a	9744 b	16.0
N_{150A}	20.3 a	656.2 a	337.3 a	10365 a	23.4
N_{150B}	20.6 a	679.4 a	340.2 a	10762 a	28.2

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$),不同

2.2 氮肥不同用量及配施比例对玉米生长发育及养分吸收动态的影响

由图 1A 可见,在整个生育期内,不同施氮处理干物质积累趋势基本相同,玉米地上部干物质积累苗期至拔节期比较缓慢,拔节至灌浆期干物质积累快速增加,灌浆期至成熟期,增幅有所下降。在不同施氮处理中,施氮处理干物质积累量均显著高于不施氮肥处理,并随着施氮水平的提高而提高。在相同氮肥水平条件下,采用控释氮

肥与速效氮肥配施处理各生育期干物质积累量均高于单施控释氮肥处理。

玉米氮素积累量各处理的趋势基本相同(图 1B);苗期至拔节期,氮素积累较低,拔节至灌浆期,氮素的积累进入快速增长阶段,而灌浆期至成熟期,氮素积累进入平稳阶段。在不同施氮处理中,施氮处理氮素积累量显著高于不施氮处理,并随着施氮水平的提高而提高。在相同氮肥水平条件下,采用控释氮肥与速效氮肥配施处理玉米各生育期氮积累量均高于单施控释氮肥处

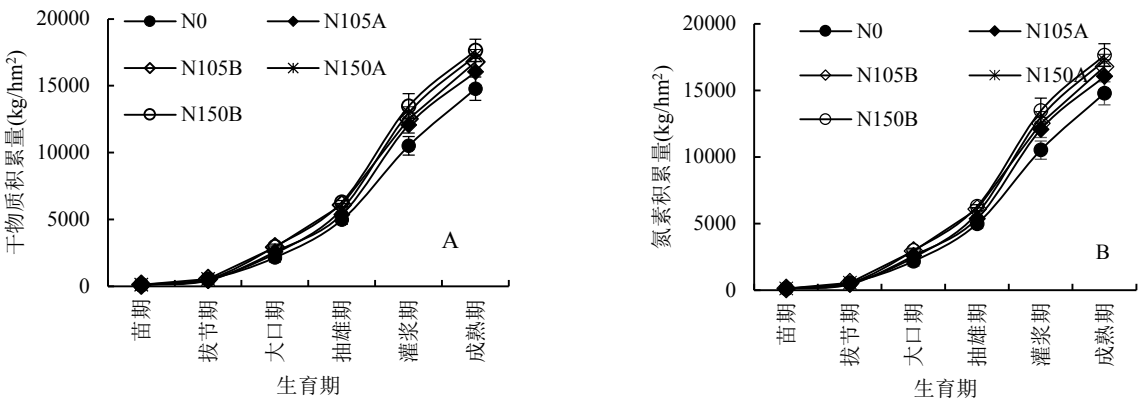


图 1 玉米生育期植株地上部干物质积累量和氮积累量的动态变化

理。

表 3 结果表明,不施氮处理玉米氮素转运效率最高,对子粒的贡献率也高,说明由于氮素供应不足使营养体氮素外运过多。在不同氮肥用量

2.3 氮肥不同用量及配施比例对营养体氮素再分配及其对子粒贡献的影响

表 3 营养体氮向子粒的转运量及转运效率

营养体氮素转运	处理				
	N_0	N_{105A}	N_{105B}	N_{150A}	N_{150B}
转运量	17.2	21.2	23.7	28.9	33.2
转运效率	33.7	25.9	27.2	30.6	30.2
对子粒的贡献率	39.1	31.1	32.3	32.9	36.9

处理中,氮转运量、转运效率和对子粒的贡献率均表现为随施氮水平的提高而提高。在相同氮肥水平中,采用控释氮肥与速效氮肥配施处理氮素转运量、转运效率及对子粒的贡献率均高于单施控释氮肥处理,说明控释氮肥与速效氮肥配施有利于营养器官氮素向生殖器官的分配。

2.4 氮肥不同用量及配施比例对氮肥利用效率的影响

国际上用以表征农田肥料利用效率最常用的有肥料利用率(RE)、肥料农学利用率(AE)及肥料偏生产力(PEP)。分别从不同角度描述肥料对作物的有效性。表4结果表明,高氮 N_{150A} 和 N_{150B} 处理氮肥农学利用率和氮肥当季回收率均高于低氮 N_{105A} 和 N_{105B} 处理,而氮肥偏生产力随施氮量的增加而下降,在相同氮肥水平条件下,采用控释氮肥与速效氮肥配施处理,氮肥农学利用率、氮肥当季回收率及氮肥偏生产力均高于单施控释氮肥处理。提高幅度分别为20.6%~54.2%、14.2%~76.8%和3.8%~5.1%。

表4 氮肥不同用量及配施比例对玉米氮肥利用效率的影响

处理	氮肥农学效率 (kg/kg)	氮肥当季回收率 (%)	氮肥偏生产力 (kg/kg)
N_{105A}	8.3 c	15.1 c	88.3 a
N_{105B}	12.8 b	26.7 b	92.8 a
N_{150A}	13.1 ab	33.1 a	69.1 b
N_{150B}	15.8 a	37.8 a	71.7 b

3 结 论

3.1 氮素是玉米生长最重要的营养元素之一,施用氮肥对玉米有明显的增产效果^[10]。本项研究结果表明,高氮处理(N_{150})的玉米子粒产量均高于低氮处理(N_{105}),主要是由于增施氮肥显著提高了穗粒数。在相同氮水平下,采用控释氮肥与速效氮肥配施产量构成因素各项指标都得到不同程度的提高,因而产量也较高。

3.2 与不施氮肥处理相比,施用氮肥可显著增加

玉米各生育时期干物质积累总量和氮素积累总量,其中高氮处理干物质积累总量和氮积累总量均高于低氮处理。在相同施氮水平条件下,采用控释氮肥与速效氮肥配施增加了玉米各生育期干物质积累量和氮积累总量。由此可见,控释氮肥与速效氮肥配施可满足玉米整个生育期对氮素养分的需求,进而提高产量。

3.3 本研究结果表明,氮肥农学利用率及氮肥当季回收率表现为随施氮量的增加而增加,氮肥偏生产力与之相反,表现为随施氮量的增加而显著下降。而在相同氮素水平条件下,采用控释氮肥与速效氮肥配施氮肥农学利用率、氮肥当季回收率及氮肥偏生产力均高于单施控释氮肥处理。

参考文献:

- [1] 吉林省玉米高产理论与实践[M]. 长春: 科学出版社, 2014: 29.
- [2] 中华人民共和国农业部. 中国农业年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2012: 106.
- [3] 邹晓锦, 张鑫, 安景文, 等. 氮肥减量后移对玉米产量和氮素吸收利用及农田氮素平衡的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2011(6): 25-29.
- [4] 串丽敏, 赵同科, 安志装, 等. 土壤硝态氮淋溶及氮素利用研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 200-205.
- [5] 郑伟, 何萍, 高强, 等. 施氮对不同土壤肥力玉米氮素吸收和利用的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 301-309.
- [6] 赵营, 同延安, 赵护兵. 不同供氮水平对夏玉米养分累积、转运及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(5): 622-627.
- [7] 隗英华, 汪仁, 孙文涛, 等. 春玉米产量、氮素利用及矿质氮平衡对施氮的响应[J]. 土壤学报, 2012, 16(3): 544-551.
- [8] 王蒙, 赵兰坡, 王立春, 等. 不同氮肥运筹对东北春玉米氮素吸收和土壤氮素平衡的影响[J]. 玉米科学, 2012, 20(6): 128-131, 136.
- [9] 李青军, 张炎, 胡伟, 等. 氮素运筹对玉米干物质积累、氮素吸收分配及产量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(3): 755-760.
- [10] 侯云鹏, 孔丽丽, 李前, 等. 不同施氮水平对春玉米氮素吸收、转运及产量的影响[J]. 玉米科学, 2015, 23(3): 136-142.

(责任编辑: 王昱)