

控释肥对夏玉米产量及土壤性状的影响

揣峻峰^{1,2,3}, 肖艳^{1,2*}, 杜迎辉^{1,2}, 王磊^{1,2}, 张东旭^{1,2}, 刘洪钧², 徐志文^{1,2}

(1. 河北省农业生物技术工程技术研究中心, 河北 秦皇岛 066004; 2. 领先生物农业股份有限公司, 河北 秦皇岛 066004; 3. 秦皇岛领先康地农业技术有限公司, 河北 秦皇岛 066004)

摘要: 本研究在大田条件下研究普通掺混肥(CK)、等养分含量玉米专用控释肥(CRF)和减量20%玉米专用控释肥(CRF80%)对夏玉米农艺性状、产量、经济效益及土壤性状的影响, 以期为控释肥在玉米上大面积推广提供参考依据。结果表明, 等养分含量施用控释肥(CRF)能显著提高玉米的株高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数和百粒重等农艺性状指标, 显著提高玉米产量, 增产15.53%, 且产量与穗行数、行粒数、百粒重呈显著正相关, 与秃尖长呈显著负相关, 农民收益增加2 371.43元/hm², 显著提高氮肥偏生产力及土壤速效氮、速效钾含量。控释肥在玉米上应用效果显著, 值得在玉米生产中大力推广应用。

关键词: 控释肥; 夏玉米; 产量; 氮肥偏生产力; 土壤性状

中图分类号: S513

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)03-0041-04

Effects of Controlled-release Fertilizer on Yield and Soil Properties of Summer Maize

CHUAI Junfeng^{1,2,3}, XIAO Yan^{1,2*}, DU Yinghui^{1,2}, WANG Lei^{1,2}, ZHANG Dongxu^{1,2}, LIU Hongjun², XU Zhiwen^{1,2}

(1. *Engineering Technology Research Center of Agricultural Biotechnology in Hebei Province, Qinhuangdao 066004*; 2. *Leading Bio-agricultural Co., Ltd., Qinhuangdao 066004*; 3. *Qinhuangdao Leading Comdee Agricultural Technology Co., Ltd., Qinhuangdao 066004, China*)

Abstract: The field experiment was conducted to investigate the effects of common mixed fertilizer (CK) and controlled-release fertilizers with equal nutrient content (CRF) and 20% reduction (CRF80%) on agronomic traits, yield, economic benefits and soil properties of spring maize, so as to provide reference basis for large-scale promotion of controlled-release fertilizer on maize. The results indicated that the application of CRF with equal nutrient content could significantly improve the agronomic traits of maize, such as plant height, ear length, ear diameter, ear row number, grain number per row and 100 grain weight, and significantly increased maize yield by 15.53%. The yield was positively correlated with ear row number, row grain number and hundred grain weight, and negatively correlated with the length of bare tips. Farmers' income increased by 2 371.43 yuan/ha. And the partial productivity of nitrogen fertilizer and the content of available nitrogen and potassium were significantly increased. Moreover, the application of CRF on corn has remarkable effect and it is worth popularizing and applying vigorously in corn production.

Key words: Controlled-release fertilizer; Summer maize; Yield; Nitrogen partial factor productivity; Soil properties

玉米是具有饲用、工业和食用等综合利用价值的第一大粮食作物, 在我国农业生产中发挥了举足轻重的作用。科学施肥是保证玉米高产稳产的重要措施。然而近年来为追求高产而盲目超量

施用化肥, 致使土壤养分失衡, 肥料利用率逐年降低^[1], 我国氮肥当季利用率为30%~35%^[2-3], 玉米的氮肥利用率仅为25.6%~26.3%^[4], 氮肥损失特别严重, 不仅造成经济浪费, 而且污染环境^[5]。控释肥料由于其本身养分释放可控制的特点, 按照作物不同时期的需肥量, 缓慢趋向释放与作物需肥规律基本相一致, 可显著降低氮素的挥发和淋失^[6-7], 成为提高氮肥利用效率和增加作物产量的有效途径^[8-10], 能够节省肥料15%~20%, 且基肥一次施用能够满足作物整个生育期对养分的需

收稿日期: 2019-01-04

基金项目: 国家重点研发计划重点专项(2017YFD0200705)

作者简介: 揣峻峰(1987-), 男, 农艺师, 硕士, 从事新型肥料研发、应用技术方面的研究。

通讯作者: 肖艳, 男, 博士, 高级农艺师, E-mail: xiao.yan@leadst.cn

求,无需追肥,节省劳力投入^[11]。近年来,我国对控释肥料养分释放机理及包衣技术的研究取得了显著成效^[12]。但仍存在一些问题,如价格偏高就是限制控释肥应用推广的一个主要因素,同时,控释肥在大田作物上的应用推广还需大量的试验验证,尤其是华北平原中低产田控释肥的应用和推广问题,还缺少系统量的评价。为此,本研究分析了普通掺混肥和玉米专用控释肥处理下玉米农艺性状、产量及经济效益上的差异,并对玉米收获后的土壤性状进行比较,探讨控释肥对玉米增产增效的可行性,为控释肥在玉米中大面积推广提供科学依据和技术支持。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验在河北省沧州市东光县吴定杆村进行,该区域属华北冲积平原,暖温带半湿润大陆季风气候,年均温13℃,≥10℃积温4 349℃·d,年均降水量616 mm。土壤为沙质潮土,土壤pH值8.35,有机质含量17.2 g/kg,土壤碱解氮、有效磷、速效钾含量分别为60.20 mg/kg、38.23 mg/kg、90.34 mg/kg。

试验设3个处理,分别为:(1)CK为普通掺混肥,施用量750 kg/hm²; (2)CRF为“富思德”玉米专用控释肥,施用量750 kg/hm²; (3)CRF80%为“富思德”玉米专用控释肥,施用量600 kg/hm²,根据当地种植习惯,肥料均为基施,不追肥,其他田间管理一致。每个处理试验面积约3.33 hm²,不设重复。“富思德”玉米专用控释肥(N-P₂O₅-K₂O=26-12-8),其中控释氮素占配方肥中氮素的20%,为聚氨酯包膜控释尿素,控释期30 d,含氮量44%。磷、钾分别为磷酸一铵和硫酸钾。普通掺混肥,氮磷钾含量同“富思德”玉米专用控释肥,氮、磷、钾分别为尿素、磷酸一铵和硫酸钾。两种肥料均由领先生物农业股份有限公司生产。玉米

供试品种为“郑单958”,种植密度为7.5万株/hm²,夏玉米于2017年6月15日播种,6月21日出苗,10月7日收获。

1.2 测定项目和方法

玉米成熟期进行农艺性状调查并测定产量。每个处理随机选择3个点,每个点随机抽取10株,测量株高及穗位高,并进行考种,测量穗粗、穗长、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重。每个点测量20行的宽度,计算平均行距,测量50米株数,计算平均株距,穗数=1hm²/平均行距/平均株距。产量=穗数×穗行数×行粒数×百粒重/100×0.85(含水量以15%计);氮肥偏生产力(kg/kg)=施氮处理产量(kg/hm²)/施氮量(kg/hm²)。

玉米收获期采集0~20 cm土层土样,用自封袋封好带回室内,风干后测定土壤pH值及土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾的含量。

1.3 数据处理

采用Microsoft Excel 2010进行数据处理及绘图,采用SPSS 13.0软件进行单因素方差分析(ANOVA)及多重比较(Duncan法)并进行相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对玉米农艺性状的影响

由表1可知,与CK相比,CRF处理能显著提高玉米的株高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数和百粒重,分别提高1.62%、7.24%、3.78%、5.60%、3.49%和5.36%;玉米秃尖长显著降低了50%;对玉米的穗位高和穗数影响不大。CRF80%处理能显著提高玉米的穗长、穗粗,对其他农艺性状影响不大,差异不显著;CRF和CRF80%处理,行粒数和百粒重之间差异显著,其他农艺性状差异不显著。说明等量养分条件下,控释肥对玉米植株的生长发育具有更好的促进作用。

表1 不同施肥处理对玉米农艺性状的影响

处理	株高(cm)	穗位高(cm)	穗长(cm)	穗粗(cm)	秃尖长(cm)	穗数(个/hm ²)	穗行数	行粒数	百粒重(g)
CK	262.90b	116.21a	17.82b	4.50 b	1.56 b	76 995a	14.28 b	32.05 b	31.90b
CRF	267.15a	114.26a	19.11a	4.67a	0.78 a	77 250a	15.08 a	33.17 a	33.61a
CRF80%	266.32ab	118.50 a	18.94 a	4.63 a	1.25 ab	76 950a	14.59 ab	32.29 b	32.61b

注:同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05),下同

2.2 不同施肥处理对玉米产量及经济效益的影响

由表2可知,与CK相比,CRF和CRF80%均能提高玉米产量,分别提高15.53%和5.17%,CRF处理差异达显著水平。CRF比CRF80%处理玉米产

量提高9.86%,差异不显著;与普通掺混肥相比,CRF和CRF80%处理能提高经济效益,分别增加2 371.43元/hm²和1 068.41元/hm²。说明施用控释肥可实现玉米增产和农民增收。

表2 不同施肥处理对玉米产量及经济效益影响

处理	产量(kg/m ²)	增产(%)	经济效益(元/hm ²)
CK	9 554.95 b	-	11 948.91
CRF	11 039.08 a	15.53	14 320.34
CRF80%	10 048.51 ab	5.17	13 017.32

注:按当时的市场价,玉米1 800元/t,普通掺混肥2 800元/t,玉米专用控释肥3 200元/t,种子及其他管理成本3 150元/hm²

2.3 玉米农艺性状与产量的相关性分析

表3分析结果表明:玉米各农艺性状与产量

表3 玉米农艺性状与产量的相关性分析

	株高 X1	穗位高 X2	穗长 X3	穗粗 X4	秃尖长 X5	667 m ² 穗数 X6	穗行数 X7	行粒数 X8	百粒重 X9
产量	0.863	-0.62	0.829	0.883	-0.997*	0.891	0.998*	0.992*	0.996*

注:*代表相关性在0.05水平显著

2.4 不同施肥处理对氮肥偏生产力的影响

氮肥偏生产力是衡量氮肥利用率的重要指标。施用控释肥有利于获得较高的氮肥利用率,如图1所示,CRF和CRF80%处理均能显著提高玉米的氮肥偏生产力,CRF80%处理的氮肥偏生产

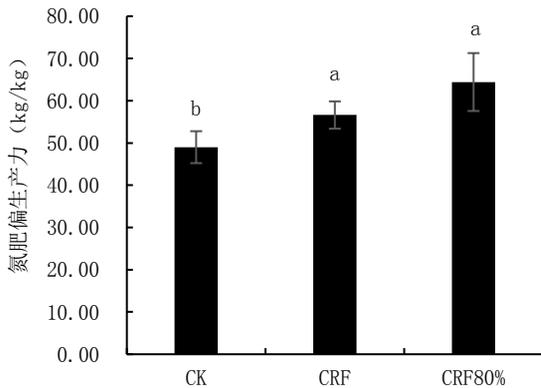


图1 不同施肥处理对氮肥偏生产力的影响

的相关系数由大到小依次为穗行数、百粒重、行粒数、667 m²穗数、穗粗、株高、穗长、穗位高和秃尖长,其中产量与穗行数、行粒数、百粒重呈显著性正相关,相关系数分别为0.998、0.992、0.996,说明这3个性状对玉米产量的提高极其重要,产量与秃尖长呈显著负相关,相关系数为-0.997,说明秃尖长是制约玉米产量的一大重要因素,产量与株高、穗位高、穗长、穗粗、667 m²穗数相关性不显著,说明这些性状对玉米产量的影响大不。

力最高,为64.41 kg/kg,而CRF和CRF80%之间氮肥偏生产力差异不显著。

2.5 不同施肥处理对土壤性状的影响

由表4可知,相比于试验前土壤,各处理的有机质含量变化不大,差异均不显著,各处理的pH值和有效磷含量均有显著降低,但处理间差异不显著。CK碱解氮含量有显著降低,CRF和CRF80%碱解氮含量有所提高,CRF处理达到显著水平,相比于CK,CRF和CRF80%碱解氮含量均有显著提高,增幅分别为21.0%和7.0%,可能与普通尿素前期释放快,氮素易挥发和淋失,而控释肥在土壤中释放缓慢有关,收获期检测的土壤碱解氮含量控释肥处理显著高于CK。相比于试验前土壤,各处理速效钾含量均有所提高,其中CRF处理达到显著水平。上述实验结果表明,等养分施用控释肥能显著提高土壤速效氮、速效钾含量,有利于玉米对速效养分的吸收。

表4 不同施肥处理对土壤性状的影响

处理	pH值	碱解氮(mg/kg)	有效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)	有机质(g/kg)
试验前	8.35a	60.20b	38.23a	90.34b	17.2a
CK	8.24b	56.41c	29.21b	92.65b	16.9a
CRF	8.21b	68.23a	32.75b	101.71a	17.3a
CRF80%	8.23b	60.58b	28.37b	91.70b	17.1a

3 结论与讨论

肥料未来的开发与推广重点是如何提高肥料的利用率,而不是继续大幅度提高施肥水平^[3],缓/控释肥料具有省工、省力、省肥和免追(三省一免)等优点,同时能够提高肥料利用率、降低环境污染,已经成为今后肥料发展的趋势^[14]。本研究

对常规掺混肥和控释肥处理下的玉米产量、农艺性状及土壤性状等指标进行分析结果表明,控释肥能显著提高玉米的株高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数和百粒重等农艺性状指标,对玉米植株的生长发育具有更好的促进作用;控释肥能够显著提高玉米产量,产量与穗行数、行粒数、百粒重呈显著正相关,与秃尖长呈显著负相关;控释肥能

增加农民收益,同时显著提高氮肥偏生产力和土壤速效氮、速效钾含量,更好的为玉米提供养分。

关于控释肥可提高农艺性状、促进作物地上部分干物质积累、增加作物产量的报道已有很多^[15-19],在大田条件下,王友平等^[15]研究证明施用控释肥有助于玉米干物质积累,提高玉米的产量,比不施肥处理增产17.61%~24.39%,比习惯施肥增产0.59%~6.38%,朱红英等^[19]将控释肥应用于玉米上,研究了不同控释肥对玉米产量及产量性状的影响,结果表明玉米施用控释肥产量和产量性状得到显著提升。本试验条件下,等量养分施用控释肥能提高玉米的农艺性状,玉米增产效果明显,这与前人研究结果一致,同时减量20%施用控释肥对玉米也具有一定的增产效果,氮肥的偏生产力最高。王文岩^[20]、栗丽等^[21]研究也证实控释肥能够在减施25%氮肥的条件下保证产量并提高氮肥利用率,同时也能维持土壤氮素平衡。

张安邦^[22]的试验结果认为,穗长、穗行数、穗粒数、千粒重与产量间的关系较为密切,穗粒数与产量的相关系数最大;梁晓玲^[23]认为千粒重、穗粗、穗长、穗行数与产量呈正相关,千粒重对产量的直接作用最大。本试验研究表明,产量与穗行数、行粒数、百粒重呈显著正相关,与秃尖长呈显著负相关,穗行数与产量的相关系数最大,这与前人的研究结果基本一致。

刘飞等^[24]研究表明,与施用普通肥料相比,控释肥可显著减少氮素养分的挥发和淋失,并在一定程度上抑制了磷、钾的淋失,从而提高耕层土壤速效养分含量。长期定位试验也证实控释肥的施用能够保持并趋于提高土壤肥力,并达到减少肥料养分流失、降低环境污染、养地沃土的目标^[25]。本试验结果显示,等养分含量施用控释肥能显著提高土壤中碱解氮和速效钾的含量,而且减量20%施用控释肥也能显著提高土壤中碱解氮的含量。

综上所述,控释肥能显著增加玉米产量,增加农民收益,提高氮素利用效率。本试验条件下,基于控释肥对产量和经济效益以及肥料利用率的影响,以750 kg/hm²的控释肥处理为最佳施肥量,600 kg/hm²的控释肥处理效果次之。

参考文献:

[1] 邹长明,孙善军,王艳,等.新型肥料对夏玉米生长与产量的影响[J].安徽农学通报,2008(15):125,133.
[2] 朱兆良.农田中氮肥的损失与对策[J].土壤与环境,2000(1):1-6.
[3] 李生秀.植物营养与肥料学科的现状与展望[J].植物营养与肥料学报,1999(3):193-205.

[4] 张福锁,王激清,张卫峰,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(5):915-924.
[5] 朱兆良,文启孝.中国土壤氮素[M].南京:江苏科技出版社,1992:228-231.
[6] 张民,史衍玺,杨守祥,等.控释和缓释肥的研究现状与进展[J].化肥工业,2001(5):27-30,61,63.
[7] 王亮,秦玉波,于阁杰,等.新型缓控释肥的研究现状及展望[J].吉林农业科学,2008,33(4):38-42.
[8] 樊小林,刘芳,廖照源,等.我国控释肥料研究的现状和展望[J].植物营养与肥料学报,2009,15(2):463-473.
[9] 张磊,杨建,侯云鹏,等.控释氮肥与速效氮肥配施对玉米氮素吸收及利用的影响[J].东北农业科学,2017,42(1):24-27.
[10] 吴海燕,高玉山,范作伟,等.控释氮肥对鲜食玉米吸氮量及氮素效率的影响[J].吉林农业科学,2013,38(3):39-42.
[11] 李伟,李絮花,李海燕,等.控释尿素与普通尿素混施对夏玉米产量和氮肥效率的影响[J].作物学报,2012,38(4):699-706.
[12] 孙家琪,宋学君,孙挺,等.包膜型控释肥料的研究概况[J].吉林农业科学,2009,34(2):30-33.
[13] 赵秉强,林治安,刘增兵.中国肥料产业未来发展道路—提高肥料利用率减少肥料用量[J].磷肥与复肥,2008,23(6):1-4.
[14] 王恩飞,崔智多,何璐,等.我国缓/控释肥研究现状和发展趋势[J].安徽农业科学,2011,39(21):12762-12764,12767.
[15] 王友平,李宗新,张书良,等.不同类型玉米控释肥的应用效果研究[J].山东农业科学,2014,46(10):83-87.
[16] 谢佳贵,尹彩侠,侯云鹏,等.控释氮肥对春玉米产量和品质的影响[J].吉林农业科学,2009,34(2):28-29.
[17] 肖万欣,赵海岩,刘晶,等.不同氮、磷、钾肥料组合对玉米杂交种‘辽单527’产量和农艺性状的影响[J].中国农学通报,2011,27(12):196-200.
[18] 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.
[19] 朱红英,董树亭,胡昌浩.不同控释肥料对玉米产量及产量性状影响的研究[J].玉米科学,2003(4):86-89.
[20] 王文岩,董文旭,陈素英,等.连续施用控释肥对小麦/玉米农田氮素平衡与利用率的影响[J].农业工程学报,2016,32(S2):135-141.
[21] 栗丽,洪坚平,王宏庭,等.施氮与灌水对夏玉米土壤硝态氮积累、氮素平衡及其利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2010,16(6):1358-1365.
[22] 张安邦.夏玉米主要农艺性状与产量之间的关系[J].玉米科学,1993(2):30-33.
[23] 梁晓玲,阿布来提,冯国俊,等.玉米杂交种的产量比较及主要农艺性状的相关和通径分析[J].玉米科学,2001(1):16-20.
[24] 刘飞,张民,诸葛玉平,等.马铃薯玉米套作下控释肥对土壤养分垂直分布及养分利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(6):1351-1358.
[25] 徐培智,唐拴虎,陈建生,等.连续施用控释肥对稻田土壤养分状况的影响研究[J].广东农业科学,2006(9):13-15.

(责任编辑:王丝语)