

松嫩平原中南部不同施肥模式玉米产量特性及生产效益分析

葛选良¹, 钱春荣¹, 于洋¹, 宫秀杰¹, 李梁¹, 姜宇博¹, 刘媛媛²

(1. 黑龙江省农业科学院 耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 黑龙江省农业科学院 人事处, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为提高肥料利用效率,明确化控施肥下的玉米生产效益,以传统农民施肥模式为对照,研究了缓释肥机械施用模式的玉米产量特性和生产效益。结果表明:与农户传统施肥相比,机械施用控释肥产量增加10.19%,氮肥偏生产力提高4.40%;秃尖减少44.31%、穗长与行粒数分别增加9.40%和14.84%;农户传统施肥总投入为3 865.05元·hm⁻²,总收入8 806.10元·hm⁻²,纯收入4 941.05元·hm⁻²;机械施用控释肥总投入3 467.25元·hm⁻²,总收入9 703.70元·hm⁻²,实现纯收入6 236.45元·hm⁻²,较农户传统施肥增收1 295.40元·hm⁻²。可见,与农户传统施肥相比,机械施用控释肥的氮肥利用效率更高,稳产性更强,更利于机械化收获。

关键词:寒地;玉米;施肥模式;产量;生产效益

中图分类号:S513 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)12-0032-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.12.0032

黑龙江省地处我国黄金玉米带最北端,玉米常年播种面积已经由21世纪初的270多万hm²扩大到2014年的730多万hm²,占全国玉米播种面积的25%,是全国玉米播种面积最大的省份。松嫩平原中南部地区位于黑龙江省南部,玉米常年种植面积在270万hm²以上,占黑龙江省玉米种植面积的1/3以上,其玉米产量的多少对拉动黑龙江省玉米总产量有举足轻重的作用。目前,黑龙江省松嫩平原中南部玉米长年连作,生产上盲目追求高产而采用不合理施肥方式,过量施用氮肥的现象十分普遍,化肥高施低效、生产成本增加的同时,土壤养分比例失衡、酸化、硝态氮淋洗、温室气体排放等环境问题亦逐年加剧,粮食安全生产面临严重威胁^[1-3]。控释肥可减缓或控制养分的释放,肥效期长且稳定,进而满足玉米在整个生育期对养分的需求,从而减少施肥量和施肥次数,在节约生产成本的同时,可有效提高肥料利用效率、降低环境风险^[4-6]。本研究以当地农户传统

施肥模式为对照,对比分析了缓释肥一次性机械施用施肥模式的玉米产量特性和生产效益,以期优化黑龙江省松嫩平原中南部玉米生产资源投入、降低生产成本、提高玉米种植效益提供一定的科学依据,同时为适应当地气候变化和减缓环境风险提供参考价值。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点位于黑龙江省哈尔滨市双城区新华镇新华村(N 45°46', E 126°40'),玉米连片种植,地势平坦,肥力较高,可进行全程机械化操作。

1.2 材料

中晚熟玉米品种京农科728(京MC01×京2416),由北京农林科学院玉米研究中心选育(国审编号2012003)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 试验采用大区对比设计,设农户传统施肥(TF)和控释肥一次性机械施用(CRFM)2个施肥模式,每个处理面积0.67hm²,不设重复。其中农户传统施肥模式采用“底肥+追肥”的施肥方式,底肥为掺混肥(N-P₂O₅-K₂O=33-21-16),施用量562.5kg·hm⁻²,追肥为尿素(N≥46%),施用量为150.0kg·hm⁻²;控释肥一次性机械施用模式采用机械化一次性基肥的施肥方式,其肥料为茂施控释掺混肥(N-P₂O₅-K₂O=29-13-10),施用量为600.0kg·hm⁻²。田间管理:机械深施底肥(垄下15cm),种肥同播;供

收稿日期:2017-10-24

基金项目:国家“十三五”重点研发计划专项资助项目(2017YFD0300505-1);公益性行业(农业)科研专项资助项目(201303125);现代农业产业技术体系专项资金资助项目(CARS-02)

第一作者简介:葛选良(1984-),男,内蒙古通辽市人,博士,助理研究员,从事玉米高产栽培生理生化研究。E-mail:gexuanliang@163.com。

通讯作者:钱春荣(1973-),女,黑龙江省齐齐哈尔市人,博士,副研究员,从事玉米高产栽培研究。E-mail:qcr3906@163.com。

播种密度 67 500 株·hm⁻²;3~5 叶期化学除草;完熟期机械化粒收测产。

1.3.2 测定项目与方法 (1)收获测产:拔节期后分别将两种施肥模式按等面积划分为 6 个子区,收获期在两种施肥模式的 6 个子区中选择 10 行×10 m 进行小区测产,同时调查空秆数、发病株数、倒伏数,3 次重复;使用凯斯 6130 联合收获机进行机械化粒收测产,折算成标准含水量(14%)的产量,并根据不同施肥模式所用肥料的纯氮施用量,计算氮肥偏生产力(氮肥偏生产力=产量/纯氮施用量)。(2)生物产量测定:收获期在两种施肥模式的 6 个子区中分别选取长势一致、有代表的植株 5 株,取回后分成籽粒、茎、叶,烘干称重(105 ℃烘 30 min,60 ℃烘至恒重),测定籽粒、茎、叶干重和全株干物重。收获指数=籽粒地干重/全株干物重。(3)农艺性状测定:灌浆期在两种施肥模式的 6 个子区中分别选取长势一致、可代表小区平均长势的连续 20 株玉米,用塔尺测定株高、穗位高、秃尖长度,并用游标卡尺测

定首节中部的茎粗。调查记录玉米行数、行粒数以及玉米籽粒百粒重。(4)生产成本分析:详细记录两种施肥模式在翻耕整地、施肥、播种、植保、收获、运输等各农事活动中所产生的农资、人工、机械等费用,结合不同年份农产品价格,计算不同施肥模式的生产成本和净收益,同时结合环境效益分析,综合评价两种不同施肥模式的净收益价值。

1.3.3 数据分析 试验数据采用 Microsoft Excel和 SPSS 进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同施肥模式产量与氮肥偏生产力分析

由表 1 可知,与农户传统施肥相比,机械施用控释肥处理的产量增加 10.19%,氮肥偏生产力提高 4.40%,青枯病发病率仅为 17.7%,为农户传统施肥的 39.78%,空秆率也低于农户传统施肥。可见,与农户传统施肥相比,机械施用控释肥的氮肥利用效率更高,生育后期群体的抗性更强,更利于机械化收获。

表 1 不同施肥模式产量与氮肥偏生产力比较

Table 1 Comparisons of yield and nitrogen partial factor productivity in different fertilizer applying patterns

| 处理 Treatments | 产量/ (kg·hm ⁻²) Yild | 氮肥偏生产力 PFP-N | 空秆率/% Empty ear rate | 倒伏率/% Lodging rate | 发病率/% Morbidity |
|------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| 农户传统施肥 TF | 8 005.5 | 43.2 | 5.14 | 0 | 44.5 |
| 控释肥一次性机械施用 CRFM | 8 821.5 | 45.1 | 3.41 | 0 | 17.7 |

2.2 不同施肥模式穗部性状分析

由表 2 可知,农户传统施肥与机械施用控释肥处理的玉米穗行数相同,百粒重接近;与农户传统施肥相比,机械施用控释肥的穗粗降低4.38%,

秃尖减少 44.31%;而穗长与行粒数分别增加了 9.40%和 14.84%。可见,与农户传统施肥相比,控释肥一次性机械施用的穗部性状更好,单穗产量更高,稳产性更强。

表 2 不同施肥模式穗部性状比较

Table 2 Comparisons of ear characteristics in different fertilizer applying patterns

| 处理 Treatments | 穗粗/cm Ear diameter | 穗长/cm Ear length | 秃尖/cm Bare length | 穗行数 Rows per ear | 行粒数 Grains per row | 百粒重/g 100-grain weight |
|------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 农户传统施肥 TF | 5.25 | 17.66 | 3.43 | 14.4 | 31.0 | 50.25 |
| 控释肥一次性机械施用 CRFM | 5.02 | 19.32 | 1.91 | 14.4 | 35.6 | 50.32 |

2.3 不同施肥模式农艺性状分析

由表 3 可知,农户传统施肥与机械施用控释肥处理玉米的首节长度相近;与农户传统施肥相比,机械施用控释肥处理的玉米次节长度、首节茎粗、次节茎粗、穗位均略高;株高增加了6.35%。可见,与农户传统施肥相比,控释肥一次性机械施

用的茎秆强度略好,单株生物量有所增加,植株抗逆性更强。

2.4 不同施肥模式干物质积累分析

由图 1 可知,与农户传统施肥相比,机械施用控释肥处理的单株茎干重、籽粒产量分别增加了 9.45%和 8.03%;农户传统施肥与机械施用控释

肥处理的单株干物重、生物产量和收获指数的差异较为明显,与农户传统施肥相比,控释肥一次性机械施用的收获指数略高,单株干物重、生物产量分别增加 7.41%、18.3%。可见,与农户传统施肥相比,机械施用控释肥的收获指数、生物产量均较高,丰产性更好。

表 3 不同施肥模式农艺性状比较

| Table 3 Comparisons of agronomic characteristics in different fertilizer applying patterns | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 处理 Treatments | 株高/cm Plant height | 穗位/cm Ear position | 首节茎粗/cm Diameter of first stem node | 次节茎粗/cm Diameter of second stem node | 首节长度/cm Length of first stem node | 次节长度/cm Length of second stem node |
| 农户传统施肥 TF | 288.3 | 124.2 | 2.20 | 2.09 | 11.0 | 15.9 |
| 控释肥一次性机械施用 CRFM | 306.6 | 126.7 | 2.27 | 2.21 | 11.1 | 16.2 |

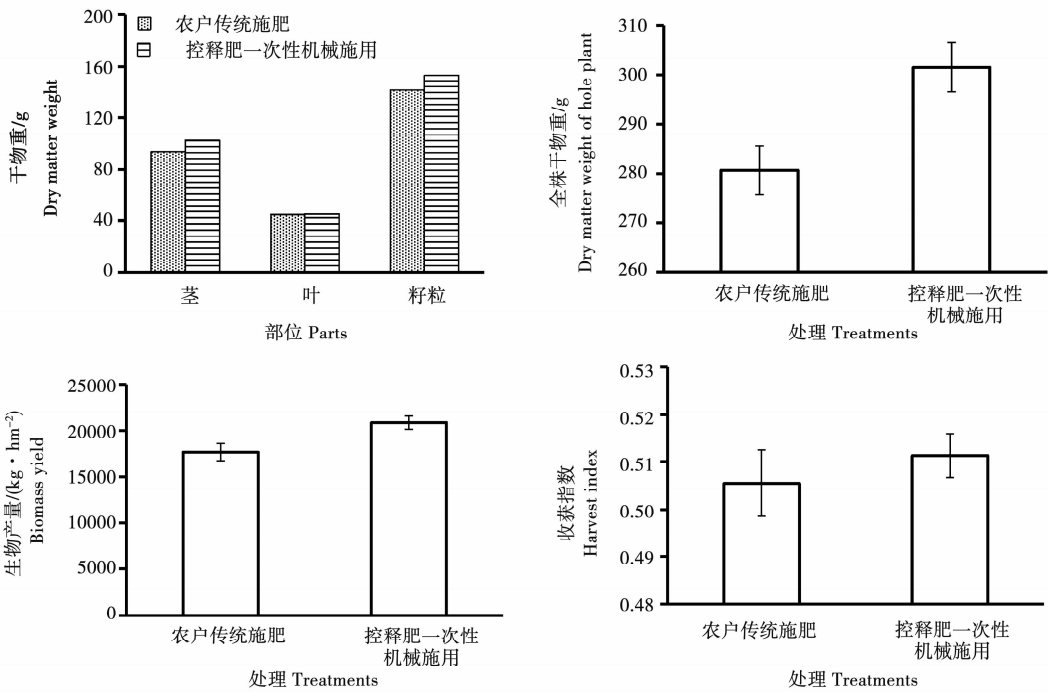


图 1 不同施肥模式干物质积累分析
Fig.1 Analysis of dry matter accumulation in different fertilizer applying patterns

2.5 不同施肥模式经济效益分析

由表 4 可知,从总体生产成本与经济效益方面分析,控释肥一次性机械施用较农户常规施肥模式少投入 397.80 元·hm⁻²,其中农户传统施肥模式较控释肥一次性机械施用模式分别在总农药、机械多投入 187.50、45.30 元·hm⁻²。农户传统施肥模式总投入为 3 865.05 元·hm⁻²,总收入 8 806.10 元·hm⁻²,纯收入 4 941.05 元·hm⁻²;控释

表 4 不同施肥模式经济效益比较

| 处理 Treatments | 种子/ Seed (元·hm ⁻²) | 肥料/(元·hm ⁻²) Fertilizer | | | | 农药/ Pesticide (元·hm ⁻²) | 机械费用/ Cost of mechanical (元·hm ⁻²) | 人工费用/ Artificial cost (元·hm ⁻²) | 总成本/ Total cost (元·hm ⁻²) | 总收入/ Total income (元·hm ⁻²) | 净效益/ Net benefit (元·hm ⁻²) |
|------------------|--------------------------------------|--|-------------|-------------|-------------|---|--|---|---|---|--|
| | | 基肥 1 | 基肥 2 | 基肥 3 | 追肥 | | | | | | |
| | | Basic | Basic | Basic | Top | | | | | | |
| | | fertilizer1 | fertilizer2 | fertilizer3 | application | | | | | | |
| 农户传统施肥 TF | 765.00 | 240.00 | 945.00 | 540.00 | 240.00 | 445.50 | 633.00 | 56.55 | 3865.05 | 8806.10 | 4941.05 |
| 机械施用控释肥 CRFM | 765.00 | 1800.00 | — | — | — | 258.00 | 587.70 | 56.55 | 3467.25 | 9703.70 | 6236.45 |

肥一次性机械施用模式,总投入 3 467.25 元·hm²,总收入9 703.70 元·hm²,实现纯收入 6 236.45 元·hm²,较农户传统施肥增收 1 295.40 元·hm²。

3 结论

本研究表明,得益于较好的穗部性状、更合理的植株抗逆性,控释肥一次性机械施用处理玉米产量性能更好、氮肥利用效率更高,且更利于机械化收获。虽然总投入较高,但仍较农户传统施肥处理增收 1 295.40 元·hm²。随着规模化生产应用,机械施用控释肥可获得万吨以上的产量,同时减少了机械作业和劳动力投入,减轻劳动强度,推广应用前景十分广阔。控释肥的应用不能只考虑到当地温度的影响,还要综合考虑当地气候因素合理应用推广。鉴于 2016 年试验地区玉米灌浆期旱情严重,对玉米造成一定程度的减产,从而在一定程度上影响到本试验的结果。由于年际间的气温、降水分布均存在较大变幅,气候因子的改变

势必会影响到玉米的生长,故应在本试验研究结果的基础上进一步开展年际间的相关试验。同时,有关田间水分状况和降水情况与控释肥释放利用规律的相关研究也应尽快开展。

参考文献:

[1] 王桂良. 中国三大粮食作物农田活性氮损失与氮肥利用率的定量分析[D]. 北京:中国农业大学,2014.

[2] 巨晓棠,谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. 植物营养与肥料学报,2014,20(4): 783-795.

[3] 杨宪龙,路永莉,同延安,等. 长期施氮和秸秆还田对小麦-玉米轮作体系土壤氮素平衡的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2013,19(1): 65-73.

[4] 冯爱青,张民,李成亮,等. 控释氮肥对土壤酶活性与土壤养分利用的影响[J]. 水土保持学报,2014,28(3): 177-184.

[5] 谷佳林,边秀举,徐凯,等. 不同缓控释氮肥对高羊茅草坪生长及氮素挥发的影响[J]. 草业学报,2013,22(2): 235-242.

[6] 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.

Analysis of Yield Characteristics and Production Benefit of Maize Under Different Fertilization Patterns in South Central of Songnen Plain

GE Xuan-liang¹, QIAN Chun-rong¹, YU Yang¹, GONG Xiu-jie¹, LI Liang¹, JANG Yu-bo¹, LIU Yuan-yuan²

(1. Tillage and Cultivation Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Personnel Office of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to improve the efficiency of fertilizer utilization, and to clarify the maize production efficiency under the chemical control, yield characteristics and productivity effect of controlled release fertilizer mechanical application model were studied using peasant household traditional fertilization as the contrast. The results showed that compared with peasant household traditional fertilization, mechanical harvest yield of controlled release fertilizer mechanical application increased by 10.19%, and the nitrogen partial factor productivity increased by 4.40%; However, the length of bald tips decreased by 44.31 while the ear length and number of grains per row increased by 9.40% and 14.84% respectively; The total investment of peasant household traditional fertilization was 3 865.05 yuan·hm², with total income of 8 806.10 yuan·hm² and net benefit of 4 941.05 yuan·hm². The total investment of the controlled release fertilizer was 3 467.25 yuan·hm² while the total income and net was 9 703.70 and 6 236.45 yuan·hm² respectively, which was 1 295.40 yuan·hm² higher than the traditional fertilizer application. In conclusion, compared with the traditional fertilization of peasant households, the nitrogenous fertilizer applied in the controlled release fertilizer is more efficient and more stable, which is more conducive to mechanization.

Keywords: cold land; maize; fertilization mode; yield; production efficiency

(本文作者还有郝玉波,单位同第一作者)