



于洪久,刘杰,柴永山,等.优化施肥对黑龙江半湿润区春玉米产量及肥料利用效率的影响[J].黑龙江农业科学,2020(10):34-37.

优化施肥对黑龙江半湿润区春玉米产量及肥料利用效率的影响

于洪久¹,刘杰¹,柴永山²,张楠¹,郭炜¹,林红³,钟鹏¹,王大蔚¹

(1. 黑龙江省农业科学院 农村能源与环保研究所,黑龙江 哈尔滨 150086;2. 黑龙江省农业科学院,黑龙江 哈尔滨 150086;3. 黑龙江省农业科学院 草业研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为指导玉米生产科学施肥,根据黑龙江半湿润区的土壤供肥特性、春玉米养分需求规律,在双城区、巴彦县、望奎县进行玉米施肥试验,提出施肥建议。结果表明:优化施肥处理的玉米产量平均值为 8 945.0 kg·hm⁻²,较农民习惯施肥提高 8.4%;优化施肥处理的氮、磷、钾肥利用率平均值分别为 36.7%、20.8%和 41.8%,较农民习惯施肥处理分别提高 12.8%、1.8%和 2.9%;优化施肥处理的氮、磷、钾农学效率平均值分别为 18.2、20.3 和 21.3 kg·kg⁻¹。

关键词:黑龙江半湿润区;春玉米;优化施肥;产量;肥料利用效率

黑龙江省农业区划分为半湿润农业区、半干旱农牧区和湿润农林区 3 个生态类型区^[1]。半湿润农业区位于松嫩平原中南部,是我国重要的春玉米主产区,其肥沃的黑土地和大量优质耕地使玉米种植业得到了较快的发展,玉米种植面积、玉米总产与单产在全国玉米生产中占有极其重要的地位^[2]。随着我国农村城镇化进程加快,大量农业劳动力向城市转移,玉米生产方式和劳动力结构正在发生巨变。与传统施肥方式相比,轻简化一次性施肥技术能够有效减少作业次数、降低玉米施肥成本^[3-5]。当前玉米生产中仍存在重氮肥,轻磷、钾、微肥,盲目选用复混肥,苗期“一炮轰”等不合理的施肥现象,造成施肥成本高,产量和效益低^[6]。科学有效的施肥技术是玉米稳产增产的关键^[7],可保障和促进我国农业友好和可持续发展^[8]。本文根据黑龙江半湿润区的土壤供肥特性、玉米养分需求规律和肥料品种特点,提出了黑龙江半湿润区春玉米施肥建议,在双城区、巴彦县、望奎县进行试点试验,验证其对玉米产量、肥料利用效率、农学效率的影响,旨在为黑龙江省玉

米生产提供指导。

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米品种为京农科 728、天农九和禾育 187。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验分别设在黑龙江半湿润区的双城区、巴彦县和望奎县。双城试验点设在双城区幸福乡庆城村,土壤类型为黑土,供试品种为京农科 728,种植密度为 6.0 万株·hm⁻²。巴彦试验点设在巴彦县松花江乡江北村,土壤类型为碳酸盐黑钙土,供试玉米品种为天农九,种植密度为 6.0 万株·hm⁻²。望奎试验设在望奎县火箭乡正兰村,供试土壤类型为黑土,供试玉米品种为禾育 187,种植密度为 6.0 万株·hm⁻²。

根据土壤测试结果以及当地生产情况^[9],试验设优化施肥处理(OPT)、不施氮肥(O-N)、不施磷肥(O-P)、不施钾肥(O-K)、不施肥(CK0)和农民习惯施肥(CK)共 6 个处理,小区面积 50 m²,3 次重复,随机区组排列。氮肥采用大颗粒普通尿素(含 N 46%)、硫包衣尿素(含 N 46%)、树脂包衣尿素(含 N 46%),3 种氮肥各占氮肥总量的 1/3,磷肥采用过磷酸钙(含 P₂O₅ 46%),钾肥采用氯化钾(含 K₂O 60%)。种肥同播,一次性施入;正常田间管理,及时除草和病虫害防治。

供试土壤基础肥力详见表 1,玉米施肥试验处理详见表 2。

收稿日期:2020-08-07

基金项目:国家科技支撑计划资助项目子课题“黑龙江半湿润区春玉米全程机械化丰产增效技术体系集成与示范”(2018YFD0300102);国家重点研发计划 2019 年度省级资助项目(2018YDF0300102)。

第一作者:于洪久(1981-),男,硕士,副研究员,从事作物栽培与施肥技术研究。E-mail:yuhongjiu0818@126.com。

通信作者:柴永山(1964-),男,硕士,研究员,从事作物高产栽培技术研究。E-mail:mdjycs@126.com。

表 1 供试土壤基础肥力状况
Table 1 Basic fertility of tested soil

试验地点 Test site	速效氮 Available nitrogen/ (mg·kg ⁻¹)	有效磷 Available phosphorus/ (mg·kg ⁻¹)	速效钾 Available potassium/ (mg·kg ⁻¹)	有机质 Organic matter/ (g·kg ⁻¹)	pH
双城	163.5	32.8	182.3	30.5	6.57
巴彦	136.2	25.9	147.6	23.5	7.63
望奎	145.3	27.4	157.3	28.9	6.32

表 2 玉米施肥试验设计

Table 2 Design of maize fertilization experiment
(kg·hm⁻²)

试验地点 Test site	处理 Treatments	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn
双城	OPT	165	75	90	7.5
	O-N	0	75	90	7.5
	O-P	165	0	90	7.5
	O-K	165	75	0	7.5
	CK0	0	0	0	0
	CK	225	75	60	0
巴彦	OPT	160	75	90	7.5
	O-N	0	75	90	7.5
	O-P	160	0	90	7.5
	O-K	160	75	0	7.5
	CK0	0	0	0	0
	CK	210	75	75	0
望奎	OPT	157.5	75	90	9
	O-N	0	75	90	9
	O-P	157.5	0	90	9
	O-K	157.5	75	0	9
	CK0	0	0	0	0
	CK	225	75	75	0

1.2.2 测定项目及方法 土壤速效氮含量测定参照 LY/T 1229-1999,土壤有效磷含量测定参照 NY/T 1121.7-2006,土壤速效钾测定参照 NY/T 889-2004,土壤有机质含量测定参照 NY/T 1121.6-2006,土壤 pH 值测定参照 NY/T 1121.2-2006,玉米植株和籽粒全氮、全磷、全钾采用 H₂SO₄-H₂O₂ 消煮,氮采用凯氏法测定,磷采用钒钼黄比色法测定,钾采用火焰光度计法测定。

1.2.3 数据分析 统计分析采用 Excel 2019 软件和 SPSS 19.0 分析软件。

2 结果与分析

2.1 不同处理对玉米产量的影响

由表 3 可以看出,双城试验点优化施肥处理

玉米产量最高,达到了 9 472.5 kg·hm⁻²,较对照增产 9.4%;O-N、O-P、O-K、CK0 处理较对照分别减产 27.2%、11.0%、15.1%和 39.3%,各处理

表 3 不同施肥处理对玉米产量的影响
Table 3 Effects of different fertilization
treatments on maize yield

试验地点 Test site	处理 Treatments	产量 Yield/ (kg·hm ⁻²)	增产量 Yield increase/ (kg·hm ⁻²)	增产率 Yield increase rate/%
双城	OPT	9472.5 a	814.5	9.4
	O-N	6307.3 e	-2350.7	-27.2
	O-P	7704.1 c	-953.9	-11.0
	O-K	7351.6 d	-1306.4	-15.1
	CK0	5254.7 f	-3403.3	-39.3
	CK	8658.0 b	-	-
巴彦	OPT	8644.5 a	609.0	7.6
	O-N	5848.2 e	-2187.3	-27.2
	O-P	7281.6 c	-753.9	-9.4
	O-K	6798.3 d	-1237.2	-15.4
	CK0	4698.8 f	-3336.7	-41.5
	CK	8035.5 b	-	-
望奎	OPT	8718.0 a	660.0	8.2
	O-N	5920.3 e	-2137.7	-26.5
	O-P	7276.7 c	-781.3	-9.7
	O-K	6937.2 d	-1120.8	-13.9
	CK0	4810.5 f	-3247.5	-40.3
	CK	8058.0 b	-	-
3个试 验区平 均值	OPT	8945.0 a	694.5	8.4
	O-N	6025.3 e	-2225.2	-27.0
	O-P	7420.8 c	-829.7	-10.0
	O-K	7029.0 d	-1221.5	-14.8
	CK0	4921.3 f	-3329.1	-40.4
	CK	8250.5 b	-	-

间均达到显著水平。巴彦试验点,优化施肥处理玉米产量最高,达到了8 644.5 kg·hm⁻²,较对照增产7.6%;O-N、O-P、O-K、CK0处理较对照分别减产27.2%、9.4%、15.4%和41.5%,各处理间均达到显著水平。望奎试验点,优化施肥处理玉米产量最高,达到了8 718.0 kg·hm⁻²,较对照增产8.2%;O-N、O-P、O-K、CK0处理较对照分别减产26.5%、9.7%、13.9%和40.3%,各处理间均达到显著水平。3个试验点优化施肥处理玉米平均产量达到8 945.0 kg·hm⁻²,较对照增产8.4%。

2.2 不同施肥处理对肥料利用率的影响

由表4可以看出,双城试验点,优化施肥处理

氮肥利用率为37.9%、磷肥利用率为20.7%、钾肥利用率为43.1%,较对照分别提高13.8%、1.5%和3.6%。巴彦试验点,优化施肥处理氮肥利用率为35.5%、磷肥利用率为21.3%、钾肥利用率为40.7%,较对照分别提高12.0%、1.9%和2.3%。望奎试验点,优化施肥处理氮肥利用率为36.6%、磷肥利用率20.5%、钾肥利用率41.5%,较对照分别提高12.6%、2.0%和2.7%。3个试验点优化施肥处理氮肥利用率平均值为36.7%、磷肥利用率平均值为20.8%、钾肥利用率平均值为41.8%,较对照分别提高12.8%、1.8%和2.9%。

表 4 不同施肥处理对肥料利用率的影响

试验地点	处理	氮肥利用率	较对照增加	磷肥利用率	较对照增加	钾肥利用率	较对照增加
Test site	Treatments	Utilization rate of nitrogen fertilizer	Compared with the control	Utilization rate of phosphate fertilizer	Compared with the control	Utilization rate of potassium fertilizer	Compared with the control
双城	OPT	37.9	13.8	20.7	1.5	43.1	3.6
	CK	33.3	-	20.4	-	41.6	-
巴彦	OPT	35.5	12.0	21.3	1.9	40.7	2.3
	CK	31.7	-	20.9	-	39.8	-
望奎	OPT	36.6	12.6	20.5	2.0	41.5	2.7
	CK	32.5	-	20.1	-	40.4	-
平均值	OPT	36.7	12.8	20.8	1.8	41.8	2.9
	CK	32.5	-	20.5	-	40.6	-

2.3 不同施肥处理对农学效率的影响

根据各试验处理产量和相应施肥量,按照氮、磷、钾肥的农学效率公式进行计算,3个试验点优

化施肥处理N农学效率、P₂O₅农学效率磷、K₂O农学效率农学效率平均值分别为18.2、20.3和21.3 kg·kg⁻¹(表5)。

表 5 不同施肥处理对农学效率的影响

试验地点	处理	N 农学效率	P ₂ O ₅ 农学效率	K ₂ O 农学效率
Test site	Treatments	N agronomic efficiency	P ₂ O ₅ agronomic efficiency	K ₂ O agronomic efficiency
双城	OPT	19.2	23.6	23.6
巴彦	OPT	17.5	18.2	20.5
望奎	OPT	17.8	19.2	19.8
平均值	OPT	18.2	20.3	21.3

3 结论

黑龙江半湿润区是我国重要的春玉米主产区,当前玉米生产中仍存在重氮肥,轻磷、钾、微肥等不合理现象,科学有效的施肥技术是玉米稳产增产的关键。与农民习惯施肥处理相比,采用轻简化一次性施肥的优化施肥处理能显著提高玉米的产量,3个试验点玉米产量平均提高8.4%;不施氮肥、不施磷肥、不施钾肥、不施肥处理均减产。3个试验点优化施肥处理的氮、磷、钾肥利用率平均值分别为36.7%、20.8%和41.8%,较农民习惯施肥处理分别提高12.8%、1.8%和2.9%。3个试验点优化施肥处理氮、磷、钾的农学效率平均值分别为18.2、20.3和21.3 kg·kg⁻¹。因此,黑龙江半湿润区春玉米施肥要适当提高磷、钾肥的施用量,优化氮、磷、钾肥料的配比,增施锌肥等微量元素。

Effects of Optimized Fertilization on Spring Maize Yield and Nutrients Utilization Rate in Semi-humid Regions of Heilongjiang

YU Hong-jiu¹, LIU Jie¹, CHAI Yong-shan², ZHANG Nan¹, GUO Wei¹, LIN Hong³, ZHONG Peng¹, WANG Da-wei¹

(1. Rural Energy Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 2. Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China; 3. Prataculture Research Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to guide the scientific fertilization of maize production, according to the characteristics of soil fertilizer supply and the law of nutrient demand of spring maize in semi humid area of Heilongjiang, fertilization experiments were carried out in Shuangcheng District, Bayan County and Wangkui County, and fertilization suggestions were put forward. The results showed that the average yield of maize under optimal fertilization treatment was 8 945.0 kg·hm⁻². The maize yield of optimal fertilization treatment increased by 8.4%, compared with farmer accustomed fertilization. The average utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium under optimal fertilization treatment were 36.7%, 20.8% and 41.8%. The average utilization rates of nitrogen, phosphorus and potassium increased by 12.8%, 1.8% and 2.9%, compared with farmer accustomed fertilization. The average efficiency of agriculture under optimal fertilization treatment were 18.2, 20.3 and 21.3 kg·kg⁻¹.

Keywords: semi-humid regions of Heilongjiang; spring maize; optimized fertilization; yield; nutrients utilization rate

参考文献:

[1] 吴建忠. 黑龙江省玉米施肥存在问题及建议[J]. 黑龙江农业科学, 2018(11): 143-145.
[2] 石运强, 孙艳杰, 邵勇, 等. 黑龙江省半湿润区不同玉米品种不同密度变化规律研究与高产栽培模式探讨[J]. 农业科技通讯, 2020(1): 102-104.
[3] 郑曙峰, 韩效钊, 徐道青, 等. 长江流域棉花减量简化一次性施肥技术研究[J]. 中国棉花, 2020, 47(6): 9-13.
[4] 谭德水, 刘兆辉. 一次性施肥技术实现三大粮食作物轻简化绿色生产[J]. 中国农业科学, 2018, 51(20): 3823-3826.
[5] 董建军, 代建龙, 李霞, 等. 黄河流域棉花轻简化栽培技术评述[J]. 中国农业科学, 2017, 50(22): 4290-4298.
[6] 陈东义, 王伟, 胡素文, 等. 豫东潮土区夏玉米高产创建简化施肥技术应用效果[J]. 农学学报, 2016, 6(9): 48-51.
[7] 自由路. 高效施肥技术研究的现状与展望[J]. 中国农业科学, 2018, 51(11): 2116-2125.
[8] 展晓莹. 长期不同施肥模式黑土有效磷与磷盈亏响应关系差异的机理[D]. 北京: 中国农业科学院, 2016.
[9] 中华人民共和国农业部. NY/T 2911-2016 测土配方施肥技术规范[S]. 北京: 中华人民共和国农业部, 2016.

协办单位

黑龙江省农业科学院水稻研究所
黑龙江省农业科学院克山分院
黑龙江省农业科学院黑河分院
黑龙江省农业科学院绥化分院
内蒙古丰垦种业有限责任公司
黑龙江省农业科学院佳木斯分院
黑龙江省农业科学院牡丹江分院