

黑龙江省玉米平衡施肥及养分循环试验研究

刘 颖, 张明怡, 李玉影, 刘双全, 姬景红

(黑龙江省土壤环境与植物营养重点实验室/黑龙江省农业科学院土壤肥料与环境资源研究所, 黑龙江哈尔滨 150086)

摘要: 在平衡施肥的基础上设置各种缺素处理, 研究各种元素对玉米产量的影响, 对养分的吸收特性及各种养分在作物体内的循环试验。结果表明: 与最佳处理(OPT)相比, 各减素处理均有一定程度减产, 其中不施肥处理减产最严重, 其次是减氮和减磷处理, 再次是减钾和减锌处理。苗期~抽雄期及抽雄期~成熟期是作物吸收养分的高峰期。植株吸收养分量和平衡系数试验则表明, 氮的投入与产出基本维持平衡, 磷已能满足玉米高产需要, 并有剩余, 钾肥投入不足。

关键词: 平衡施肥; 吸收特性; 养分循环

中图分类号: S513.06 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2009)05-0050-03

Study on the Balanced Fertilization and Nutrient Recycle of Maize in Heilongjiang Province

LIU Ying, ZHANG Ming-yi, LI Yu-ying, LIU Shuang-quan, JI Jing-hong

(Soil Environment and Plant Nutrition Key Lab of Heilongjiang Province, Soil and Fertilize and Environment Resources Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: We set the treatment of some element absent on the base of balanced fertilization to investigate the effect of each element on the yield of maize and the absorption character and their recycling in plant. The result showed: comparing with the optimum treatment, the yield of each treatment all decreased. The treatment of no fertilization was the worst, followed by the treatments of no nitrogen and no phosphorus, the treatment of no potassium and no zinc followed. Seedling stage to tasseling stage and tasseling stage to maturity stage were the absorption fastigium to plant. The experiment of the absorption of nutrition and balanced coefficient showed that the input and output of nitrogen was about balance, phosphorus was excessive for high yield and the input of potassium was not enough.

Key words: balanced fertilization; absorption character; nutrition recycle

玉米是黑龙江省重要的农作物, 常年种植面积约占粮豆薯播种面积的 30% 左右。面积和总产约占全国的 10% 左右, 玉米商品率达 70% 左右^[1]。玉米的产量高低和质量好坏直接影响农业、畜牧业乃至加工业的发展和效益^[2]。近十几年来, 农田主栽作物品种与土壤肥力发生了很大变化, 肥料配比、施肥量以及肥料效应会随土壤养分的变化而变化。而农田养分性状也会随时间而自然变化, 同时又会受人为的生产活动而改变^[3]。双城市是黑龙江省玉米主产区, 现有耕地面积 18.9 万 hm^2 , 其中玉米年平均播种面积为 15.1 万 hm^2 , 占播种面积的 80%, 在这个地区开展玉米平衡施肥具有代表性和示范作用。

1 材料与方法

根据李比希最小养分率原理, 施肥效果受土壤养分限制因子的影响。本试验设计了最佳处理(OPT), 在 OPT 的基础上, 做减素处理, 来确定土壤养分限制因子, 以使最佳处理更合理, 为平衡施肥提供科学的理论依据。双城试验设在双城镇中兴村王常山家生产田, 土壤类型为黑土, pH 5.01、有机质 23.0 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效钙 3 652 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效镁 581.1 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、速效钾 63 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、铵态氮 12.4 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效磷 12.8 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效硫 10.7 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效硼 0.2 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效锰 27.1 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、有效锌 1.3 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。试验采用田间小区试验方法, 小区面积 30 m^2 , 试验设 8 个处理, 3 次重复, 随机区组排列。供试玉米品种为郑单 958, 种植密度为 60 000 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 。4 月 26 日播种, 9 月 27 日收获。试验处理见表 1。

收稿日期: 2009-04-25
第一作者简介: 刘颖(1979-), 女, 吉林省吉林市人, 硕士, 研究实习员, 从事土壤肥料与植物营养研究。E-mail: ly890@sina.com。

表 1 双城玉米平衡施肥小区试验处理养分含量					
处理	kg·hm ⁻²				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	石膏	硫酸锌
1. OPT	160	67.5	90	135	20
2. O-N	0	67.5	90	135	20
3. O-P	160	0	90	135	20
4. O-K	160	67.5	0	135	20
5. O-S	160	67.5	90	0	20
6. O-Zn	160	67.5	90	135	0
7. CK	0	0	0	0	0
8. FP	175	45	45	0	0

注:尿素含 N46%;重过磷酸钙含 P₂O₅46%;氯化钾含 K₂O60%;石膏含 S23%;硫酸锌含 Zn20%。

2 结果与分析

2.1 平衡施肥对玉米产量的影响

产量结果表明(见表 2),各减素处理均较最佳处理(OPT)减产,且与 OPT 间差异均达到显著水平。其中不施肥处理(CK0)减产最严重 减产 30.4%,与最佳处理(OPT)间差异达到极显著水平;其次是减氮和减磷处理,减产 26.2%和 26.0%,与最佳处理(OPT)间差异达到极显著水平;再次是减钾和减锌处理,较 OPT 减产 21.4%和 21.2%,与最佳处理(OPT)间差异也达到极显著水平;此外硫肥也不可忽视。农民习惯施肥(FP)较 OPT 减产 19.8%,差异也达到极显著水平,说明农民施肥还存在问题,主要是没有平衡施肥,没有重视中微量元素的作用。OPT 处理较其它处理经济效益都好(见表 3),不施肥处理较 OPT 处理少收入 2 328 元·hm⁻²;不施氮肥少收入 2 548 元·hm⁻²;不施磷肥少收入 2 792 元·hm⁻²;不施钾肥少收入 2 305 元·hm⁻²;不施硫肥少收入 1 316 元·hm⁻²;不施锌肥少收入 2 487 元·hm⁻²;农民习惯施肥(FP)较 OPT 少收入 2 086 元·hm⁻²。

表 2 不同处理对玉米产量的影响						
处理	产量	增产	相对产量 /%	差异显著性		秸秆产量 /kg·hm ⁻²
	/kg·hm ⁻²	/kg·hm ⁻²		0.05	0.01	
1. OPT	9258	—	—	a	A	10615
2. O-N	6830	-2428	-26.2	cd	C	8538
3. O-P	6852	-2407	-26.0	cd	C	8760
4. O-K	7278	-1981	-21.4	c	BC	9098
5. O-S	8207	-1052	-11.4	b	AB	10075
6. O-Zn	7300	-1959	-21.2	c	BC	9125
7. CK	6447	-2812	-30.4	d	C	8059
8. FP	7422	-1837	-19.8	bc	BC	9278

注:SE= 266 kg·hm⁻²。

2.2 玉米养分吸收特性研究

在双城试验点,于主要生育时期采集玉米植株和籽粒样品,测定其生物量并分析其养分含量,从而计算其养分吸收量。分析结果表明,玉米苗期氮、磷、钾养分含量最高,苗期~成熟期养分含量逐渐降低。随着生育期的推进,生物量逐渐增加,植株养分吸收量迅速增大,由苗期~抽雄期是玉米营养生长旺盛期,养分吸

收达到一个高峰,由抽雄期~成熟期是籽粒贮存养分旺盛期,养分吸收又形成一个高峰。因此在施肥上应注意这几个养分需求关键时期。

表 3 不同处理经济效益分析				
处理	产量	增产	施肥成本	效益
	/kg·hm ⁻²	/kg·hm ⁻²	/元·hm ⁻²	/元·hm ⁻²
1. OPT	9258	—	1328	—
2. O-N	6830	-2428	720	-2548
3. O-P	6852	-2407	990	-2792
4. O-K	7278	-1981	1058	-2305
5. O-S	8207	-1052	1276	-1316
6. O-Zn	7300	-1959	1268	-2487
7. CK	6447	-2812	0	-2328
8. FP	7422	-1837	1026	-2086

注:尿素 1 750 元·t⁻¹,三料 2 00 元·t⁻¹,氯化钾 1 800 元·t⁻¹,硫酸锌 3 000 元·t⁻¹,玉米 1.30 元·kg⁻¹。

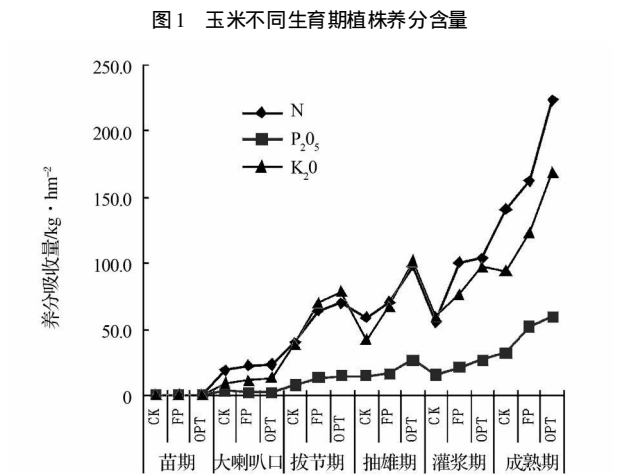
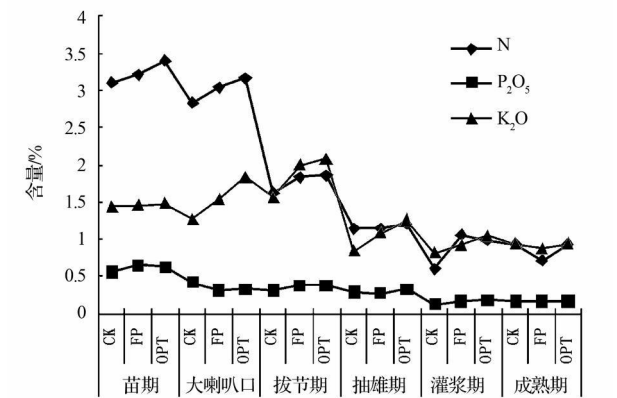


图 1 玉米不同生育期植株养分含量

图 2 玉米不同生育期植株养分吸收量

2.3 玉米平衡施肥与养分循环

氮、磷、钾是植物营养和生长发育的三要素,掌握该三要素在作物与土壤体系中的循环对平衡施肥具有重要的意义。于收获期取样分别测定各处理生物产量和全 N、全 P、全 K 含量,然后计算植株吸收养分量和平衡系数。玉米是需肥量较大的作物,试验结果表明,在该试验条件下,氮的平衡系数在 1 左右,投入与产出基本维持平衡,即 N160 kg·hm⁻²基本能满足玉米生产需要;磷的平衡系数基本都大于 1,说明 P₂O₅ 60 kg·

hm⁻²已能满足玉米高产需要,并有剩余;钾平衡系数基本上都小于1,说明 K₂O 90 kg[·]hm⁻²钾肥投入不足。在该试验条件下氮肥利用率为 51.3%,磷肥利用率为 36.7%,钾肥利用率为 46.7%。

表 4 玉米植株养分含量 %

处理	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	植株	籽粒	植株	籽粒	植株	籽粒
1. OPT	0.940	1.186	0.167	0.435	0.941	0.334
2. O-N	0.655	1.063	0.101	0.346	0.986	0.332
3. O-P	0.750	1.060	0.113	0.382	1.166	0.353
4. O-K	0.816	1.162	0.099	0.404	0.750	0.332
5. O-S	0.754	1.127	0.129	0.420	1.095	0.314
6. O-Zn	0.762	1.138	0.119	0.345	1.159	0.326
7. CK	0.703	1.059	0.111	0.380	1.004	0.371
8. FP	0.702	1.130	0.168	0.296	0.880	0.318

表 5 玉米穗轴养分含量 %

处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. OPT	0.177	0.042	0.787
2. O-N	0.163	0.055	0.796
3. O-P	0.653	0.060	0.874
4. O-K	0.139	0.032	0.715
5. O-S	0.266	0.040	0.875
6. O-Zn	0.220	0.059	0.794
7. CK	0.274	0.038	0.743
8. FP	0.170	0.039	0.779

表 6 玉米植株养分吸收量(成熟期) kg[·]hm⁻²

处理	N (植株+籽粒 +穗轴)	P ₂ O ₅ (植株+籽粒 +穗轴)	K ₂ O (植株+籽粒 +穗轴)
1. OPT	212	59	142
2. O-N	130	33	115
3. O-P	145	37	136
4. O-K	160	39	100
5. O-S	171	48	146
6. O-Zn	155	37	139
7. CK0	128	34	112
8. FP	151	38	114

表 7 玉米养分平衡概算

处理	养分投入/ kg [·] hm ⁻²			养分支出/ kg [·] hm ⁻²			平衡系数		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. OPT	160	60	90	212	59	142	0.75	1.02	0.63
2. O-N	0	60	90	130	33	115	0.00	1.82	0.78
3. O-P	160	0	90	145	37	136	1.10	0.00	0.66
4. O-K	160	60	0	160	39	100	1.00	1.54	0.00
5. O-S	160	60	90	171	48	146	0.94	1.25	0.62
6. O-Zn	160	60	90	155	37	139	1.03	1.62	0.65
7. CK0	0	0	0	128	34	112	0.00	0.00	0.00
8. FP	175	45	45	151	38	114	1.16	1.18	0.39

3 结论

双城黑土不施肥处理玉米减产 30.4%, 不施氮肥和磷肥分别减产 26.2%和 26.0%, 不施钾肥和锌肥分别减产 21.4%和 21.2%, 不施硫减产 11.4%, 也不容忽视。

双城黑土氮和磷的平衡系数在 1 左右, 氮和磷的投入与产出基本维持平衡, 即 N160 kg[·]hm⁻²、P₂O₅ 60 kg[·]hm⁻²; 钾平衡系数基本上都小于 1, 说明 K₂O90 kg[·]hm⁻²钾肥投入不足。

氮肥利用率为 51.3%, 磷肥利用率为 36.7%, 钾肥利用率为 46.7%。农民习惯施肥钾严重不足, 如生产上不给予重视, 将影响土壤中养分平衡和农业的可持续发展。

参考文献:

[1] 苏俊. 黑龙江省玉米育种研究 50 年回顾与展望[J]. 黑龙江农业科学, 2006(5): 8-13.
[2] 李春霞, 苏俊. 黑龙江省玉米主要病害的发生因素分析及其防治对策[J]. 黑龙江农业科学, 2001(6): 38-39.
[3] 韩秉进, 韩晓增, 王德建. 大豆玉米轮作区适宜 NPK 用量试验研究[J]. 土壤通报, 2006 37(2): 303, 308.

欢迎订阅 2010 年《大豆科学》

《大豆科学》是由黑龙江省农业科学院主管主办、国内外公开发行的我国大豆专业领域学术性期刊, 也是被国内外多家重要数据库和文摘收录源收录的重点核心期刊, 反映大豆科学研究的最新成果。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养肥料、生物技术、食品加工、药用功能及工业用途等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。

《大豆科学》主要面向从事大豆科学研究的科技工作者、大专院校师生、各级农业技术推广部门的技术人员及科技种田的农民。

国内外公开发行, 双月刊, 16 开本, 每期 180 页。国内每期定价: 10.00 元, 全年 60.00 元, 邮发代号: 14—95。国外每期定价: 10.00 美元(包括邮资), 全年 60 美元。由中国国际图书贸易总公司发行, 北京 399 信箱。国外代号: Q5587。

本刊热忱欢迎广大科研及有关企事业单位刊登广告, 广告经营许可证号: 2301030000004

地 址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号《大豆科学》编辑部

邮 编: 150086 电 话: 0451-86668735 E-mail: dadoukx@sina.com ddkexue@126.com