

文章编号: 1003-8701(2015)02-0053-04

吉林省不同类型土壤磷肥效应研究

侯云鹏, 李 前, 孔丽丽, 秦裕波, 于 雷,
尹彩侠, 杨 建, 张 磊, 谢佳贵*

(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: 采用田间试验研究了不同磷肥用量对吉林省东、中、西部不同类型土壤玉米产量的影响。结果表明, 施用磷肥可显著提高玉米产量, 且随着施磷量的增加呈先增后降的趋势, 依据玉米产量(y)和施磷量(x)拟合得出一元二次关系式: 其中东部地区为 $y = -0.2830x^2 + 47.632x + 9097.4$, $R^2 = 0.9509$; 中部地区为 $y = -0.1997x^2 + 26.881x + 9172.3$, $R^2 = 0.9573$; 西部地区为 $y = -0.2202x^2 + 38.357x + 7341.5$, $R^2 = 0.9549$ 。结合当年玉米价格和肥料投入, 得出吉林省东、中、西部最高产量磷肥用量和最佳经济产量磷肥用量分别为 84.2 kg/hm²、67.3 kg/hm²、87.1 kg/hm² 和 80.1 kg/hm²、61.6 kg/hm²、81.9 kg/hm²。土壤有效磷含量与最佳经济产量磷肥用量和最高产量磷肥用量存在极显著的负相关。

关键词: 吉林省; 肥料效应函数法; 玉米产量; 土壤有效磷

中图分类号: S143.2

文献标识码: A

DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2015.02.015

Studies on Effect of Phosphate on Different Soil Type of Jilin Province

HOU Yun-peng, LI Qian, KONG Li-li, QIN Yu-bo, YU Lei,

YIN Cai-xia, YANG Jian, ZHANG Lei, XIE Jia-gui*

(Key Laboratory of Plant Nutrition and Agro-Environment in Northeast Region,

Ministry of Agriculture, P. R. China / Institute of Agricultural Resources and

Environment Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun, 130033, China)

Abstract: Field experiments were carried out to study the effects of different phosphorus (P) application rate on maize yield on different types of soil in the East, Middle and West parts of Jilin Province. The results showed that phosphate fertilizer significantly increased the yield of maize, the yield increased at first and then decreased as the application of phosphate fertilizer increased, the fitted equation of two degree with maize yield and application of phosphate fertilizer were: the eastern region $y = -0.2830x^2 + 47.632x + 9097.4$, $R^2 = 0.9509$, the central region $y = -0.1997x^2 + 26.881x + 9172.3$, $R^2 = 0.9573$, the western region $y = -0.2202x^2 + 38.357x + 7341.5$, $R^2 = 0.9549$. Combined with the current price of maize and fertilizer inputs, P application rates of maximum and optimum yields were 84.2 kg/hm², 67.3 kg/hm², 87.1 kg/hm² and 80.1 kg/hm², 61.6 kg/hm², 81.9 kg/hm² in the East, There was a extremely significant negative correlation between the content of soil available phosphate and the phosphate fertilizer application of the highest yield and the maximum economic yield.

Key words: Jilin Province; Function Method for Fertilizer Response; Maize Yield; Soil Available P

磷是玉米正常生长发育必不可少的营养元素, 对玉米体内细胞的生长和增殖起重要作用。

磷不仅能促进玉米苗期根系的生长, 在玉米灌浆期还可以大量转移到子粒中, 使得子粒饱满, 从而提高玉米产量。但在我国玉米生产中, 磷肥的过量使用时有发生, 磷肥的供应过量会使玉米呼吸作用过于旺盛, 消耗的干物质大于积累的干物质, 营养生长和生殖生长失调, 使玉米植株早衰, 从而使玉米产量和品质下降, 严重影响了农业的可持续发展^[1-3]。因此, 合理施用磷肥对于提高玉

收稿日期: 2014-10-26

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2013BAD07B02、2013BAD07B14); 吉林省科技厅科技成果转化计划(NC2010FB0068); 国家 863 计划(NC2010FB0068)

作者简介: 侯云鹏(1982-), 男, 助理研究员, 从事植物营养研究。

通讯作者: 谢佳贵, 男, 研究员, 博士, E-mail: xiejiaogui@163.com

米产量、保护生态环境具有重要意义。目前,关于磷对玉米的施肥效应前人进行了大量的研究^[4-9],并获得了一些重要结论,但这些研究大多只针对某一试验点磷肥施用的产量效应进行分析,而关于不同类型土壤下施磷对玉米产量方面影响的研究涉及较少。不同土壤类型下土壤养分供应能力和特征不同,由此导致磷肥对玉米的增产效果也将有所不同,这直接影响到磷肥的合理施用和养分管理。因此,本研究在吉林省东、中、西部不同类型土壤玉米带设置不同磷肥用量,研究磷肥的施用对玉米产量的影响,旨在为吉林省不同类型土壤玉米带磷肥合理施用、提高玉米产量提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

表1 供试土壤基本理化性状

试验地点	土壤类型	有机质 (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)	pH
东部	冲积土	21.2±3.3	137.1±26.1	57.8±6.1	103.0±28.1	5.2±0.6
中部	黑土	22.0±4.5	155.8±32.5	69.4±14.0	156.1±22.0	6.1±1.0
西部	淡黑钙土	19.3±2.2	124.6±30.0	52.6±8.6	157.4±26.4	7.2±0.6

2 结果与分析

2.1 施磷对玉米产量的影响

施用磷肥对玉米产量有重要的影响,由表2可知,与不施磷肥处理相比,施磷各处理的玉米产量均显著高于不施磷肥(P₀)处理,东、中、西部增产幅度分别为9.1%~23.9%、6.0%~10.4%、7.0%~23.0%,表明磷在东部地区的冲积土和西部地区的淡黑钙土对玉米的增产效果要好于中部

地区的黑土。试验在吉林省东部(桦甸、东辽)、中部(公主岭、梨树、榆树、农安)、西部(扶余、乾安、长岭)9个市县不同类型土壤共计32个试验点进行。

32个试验点磷肥(P₂O₅)用量均设为0、23 kg/hm²、46 kg/hm²、69 kg/hm²、92 kg/hm²、115 kg/hm²(分别以P₀、P₂₃、P₄₆、P₆₉、P₉₂、P₁₁₅表示)。试验各处理氮、钾肥用量均为180kg/hm²和90kg/hm²。施肥方法为1/3氮肥与全部磷、钾肥于播种前基施,2/3氮肥在拔节期作追肥施用。氮、磷、钾肥分别采用尿素(N 46%)、重过磷酸钙(P₂O₅ 46%)和氧化钾(K₂O 60%)。供试玉米品种和种植密度为当地主推品种。试验于4月25日至30日完成播种,9月30日至10月5日收获。试验田管理按生产田进行。收获时取中间四垄玉米按14%水分计产。

地区的黑土。

在不同磷肥用量处理中,玉米产量随着磷肥用量的提高呈先增后降的趋势,东部地区和西部地区,在施磷量23~92 kg/hm²范围内玉米产量不断提高,当施磷量超过92 kg/hm²后,玉米产量开始下降。中部地区的黑土与东部和西部地区不同,在施磷量23~69 kg/hm²范围内玉米产量不断提高,当施磷量超过69 kg/hm²后,玉米产量开始下降。

依据产量(y, kg/hm²)与施磷量(x, kg/hm²)的

表2 不同磷肥用量对不同类型土壤玉米产量的影响

处理	东部地区		中部地区		西部地区	
	产量(kg/hm ²)	增产率(%)	产量(kg/hm ²)	增产率(%)	产量(kg/hm ²)	增产率(%)
P ₀	9175±549 d	-	9109±773 c	-	7450±736 e	-
P ₂₃	10 007±798 c	9.1	9812±677 ab	7.7	7974±858 d	7.0
P ₄₆	10 494±534 b	14.4	9948±791 a	9.2	8509±740 bc	14.2
P ₆₉	11 069±1005 ab	20.6	10 058±810 a	10.4	9055±931 a	21.6
P ₉₂	11 367±763 a	23.9	9913±663 a	8.8	9164±864 a	23.0
P ₁₁₅	10 674±761 b	16.3	9658±644 b	6.0	8725±929 b	17.1

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05);磷肥价格为4.95元/kg,玉米价格为2.16元/kg

关系可建立一元二次回归方程 $y=Ax^2+Bx+C$ (图1),通过对该方程求导数,并结合玉米和磷肥的价格,求得东、中、西部的最高产量磷肥用量、最佳经济磷肥用量及其对应的最高产量和最佳经济产量(表3)。

由表3可知,吉林省东、中、西部地区的最高产量磷肥用量分别为84.2 kg/hm²、67.3 kg/hm²和87.1 kg/hm²,最佳经济产量的磷肥用量分别为80.1 kg/hm²、61.6 kg/hm²和81.9 kg/hm²,与最高产量磷肥用量相比,采用最佳经济磷肥用量,则在

表3 不同类型土壤试验区玉米最高产量磷肥用量和最佳经济产量磷肥用量 kg/hm²

试验地点	最高产量磷肥用量	最高产量	最佳经济产量磷肥用量	经济产量
东部地区	84.2	11 102	80.1	11 097
中部地区	67.3	10 077	61.6	10 070
西部地区	87.1	9012	81.9	9006

保证产量在基本不降低的条件下(为最高产量的99%~100%),可节约磷肥用量4.9%~8.5%。

表3还表明,吉林省东、中、西部地区中,西部

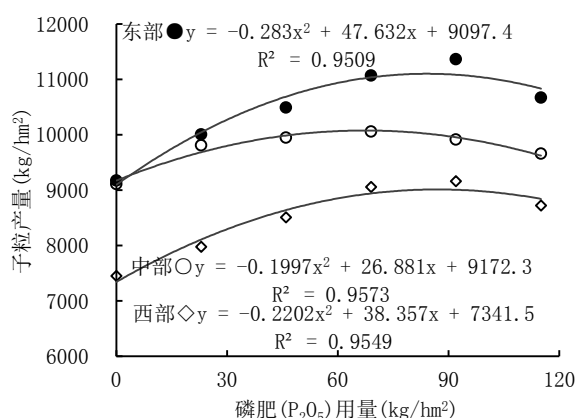


图1 不同类型土壤试验区玉米产量对施磷量的反应

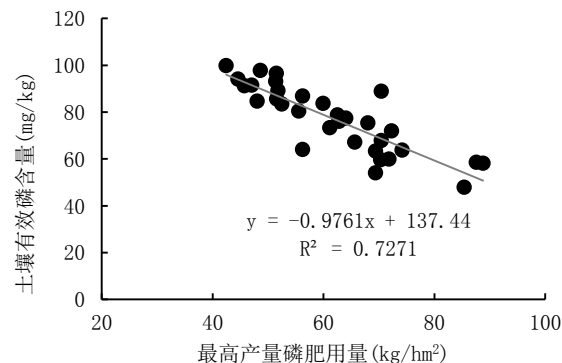
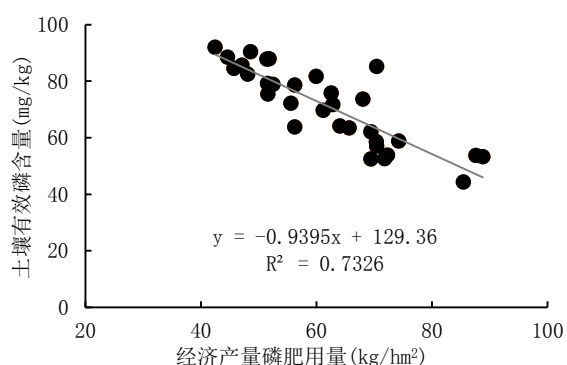


图2 土壤有效磷含量与经济产量磷肥用量、最高产量磷肥用量关系图

3 结论

不同土壤类型条件下土壤养分供应能力和特征不同,直接影响作物对肥料中磷的吸收,进而影响玉米产量,本试验通过肥料效应函数法研究了不同磷肥用量对吉林省东、中、西部不同类型土壤玉米产量的影响。结果表明,吉林省东、中、西部地区中,西部与东部地区最高产量和最佳经济产量需磷量相近,分别为84.2kg/hm²、87.1kg/hm²和80.1kg/hm²、81.9kg/hm²,而中部地区最高产量和最佳经济产量需磷量明显低于东、西部地区,分别为67.3kg/hm²和61.6kg/hm²。主要是由于吉林省

与东部地区最高产量和最佳经济产量需磷量相近,中部地区需磷量明显低于东、西部地区。

2.2 土壤有效磷含量与施磷量的关系

将吉林省东、中、西部32个试验点获得的玉米最佳经济产量磷肥用量和最高产量磷肥用量与各试验点土壤有效磷含量进行回归分析(图2)。结果表明,供试土壤有效磷含量与玉米最佳经济产量磷肥用量和最高产量磷肥用量间均存在极显著的负相关,回归方程分别为 $y = -0.9395x + 129.36$ ($R^2 = 0.7326$)和 $y = -0.9761x + 137.44$ ($R^2 = 0.7271$)。说明土壤速效磷含量可以很好地反映田块需要施用的磷肥量。因此,在试验区域内,可依据土壤速效磷含量 x (mg/kg),根据推荐施肥方程计算出相应的磷肥经济用量或最高产量用量 y (kg/hm²)。

中部地区(黑土)土壤有效磷含量较高,土壤有效磷含量较东部地区(冲积土)和西部地区(淡黑钙土)土壤分别高出20.1%和31.4%。与最高产量磷肥用量相比,采用最佳经济玉米产量磷肥用量,则在保证玉米产量在基本不降低的条件下(为最高产量的99%~100%),可节约磷肥用量4.9%~8.5%。因此,综合考虑提高玉米产量和效益等方面,在吉林省东、中、西部适宜施磷量为采用最佳经济磷肥用量较为适宜。

本研究在基于较多田间试验结果基础上建立土壤速效磷含量与磷肥推荐用量之间的回归方程,通过回归分析计算得出,供试土壤有效磷含

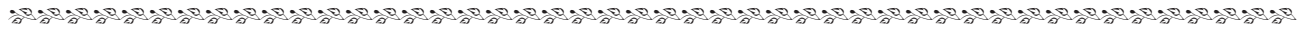
量与玉米最佳经济产量磷肥用量和最高产量磷肥用量均存在极显著的负相关。因此利用该回归方程可以计算出适宜的磷肥用量,可在简化工作量的同时提高精确度,对试验区域内磷肥推荐具有重要作用。

参考文献:

- [1] 张立花,张 辉,黄玉芳,等.施磷对玉米吸磷量、产量和土壤磷含量的影响及其相关性[J].中国生态农业学报,2013,21(7):801-809.
- [2] 边秀芝,盖嘉慧,郭金瑞,等.玉米施磷肥的生物效应[J].玉米科学,2008,16(5):120-122.
- [3] 邢月华,汪 仁,包红静,等.不同磷肥用量对玉米产量效益及养分吸收的影响[J].安徽农业科学,2011,39(32):19834-19835,19923.
- [4] 王荣辉,王朝辉,李生秀,等.施磷量对旱地小麦氮磷钾和干物质积累及产量的影响[J].干旱地区农业研究,2011,29

(1):115-121.

- [5] 温林钦,赵牧秋,牛明芬,等.施磷对不同质地土壤 Olsen-P 和 CaCl₂-P 动态变化的影响[J].生态学杂志,2009,28(5):872-878.
- [6] 丁 艳,韩 卓,王泽港,等.缺磷对玉米根系形态的影响[J].扬州大学学报(农业与生命科学版),2011,32(3):52-54.
- [7] 李绍长,胡昌浩,龚 江,等.供磷水平对不同磷效率玉米氮、钾素吸收和分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2004,103(3):237-240.
- [8] 张可炜,李坤朋,刘治刚,等.磷水平对不同基因型玉米苗期磷吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2007,13(5):795-801.
- [9] 袁 硕,李春俭,彭正萍,等.磷对不同玉米品种生长、体内磷循环和分配的影响[J].植物营养与肥料学报,2011,17(2):310-316.



(上接第 45 页)科学技术出版社,1990:57-62.

- [3] Andaya V C, Tai T H. Finemapping of the acts 12 locus, amajor QTL for seedling cold tolerance in rice[J]. Theor Appl Genet, 2006(113): 467-475.
- [4] 潘业兴,刘玉兰,范文忠.水稻苗期低温处理对水稻生长性状及产量的影响研究[J].稻作技术,2008(5):44-45.
- [5] 王 江.低温冷害对黑龙江省水稻栽培的影响及预防措施[J].现代农业科技,2012(9):92.
- [6] 孟庆英.人工气候箱模拟低温对水稻抗冷性的研究[J].黑龙江农业科学,2012(2):30-31.
- [7] Kuk Y I, Shin J S, Burgos N R. Antioxidative enzymes offer protection from chilling damage in rice plants[J]. Crop Science, 2003, 43(6): 2109-2117.
- [8] 王以柔,曾韶西,刘鸿先.冷锻炼对水稻和黄瓜幼苗 SOD、GR 活性及 GSH、AsA 含量的影响[J].植物学报,1995,37(10):779-780.
- [9] Rotruckj T, Popeal, Ganther H E, et al. Selenium: Biochemical role as a component of glutathione peroxidase[J]. Science, 1973(179): 588-590.

- [10] Schwarz K, Foltz C M. Selenium as an integral part of factor against dietary necrotic liver degeneration [J]. J Am Chen Soc, 1957, 70(32): 92-93.
- [11] 邵继荣,刘永胜,周仕春,等.冷锻炼对提高水稻幼苗抗寒性及其细胞器膜结构稳定性的影响[J].作物学报,1999,25(5):570-572.
- [12] 李美如,刘鸿先,王以柔,等.冷锻炼和 ABA 诱导水稻幼苗提高抗冷性期间膜保护系统的变化[J].热带亚热带植物学报,1994,2(1):44-50.
- [13] 吴露露,杨安富,耿建梅.硒对不同类型杂交水稻品种发芽特性的影响[J].热带作物学报,2010(5):711-718.
- [14] 赵 巍.硒促进水稻种子萌发的生理机制初探[D].郑州:河南科技大学,2011.
- [15] 邵志慧,林匡飞,徐小清,等.硒对小麦和水稻种子萌发的生态毒理效应的比较研究[J].生态学杂志,2005,24(12):1440-1443.
- [16] 罗海波.有益元素对水稻种子萌发的生理效应[J].2000(3):24-25.