

文章编号: 1005-0906(2004)02-0102-03

# 江汉平原玉米施用磷肥效果研究

鲁剑巍<sup>1</sup>, 鲁君明<sup>2</sup>, 陈 防<sup>3</sup>, 余常兵<sup>3</sup>

(1.华中农业大学资源环境学院,湖北 武汉 430070; 2.湖北省国营大同湖农场农科所,湖北 洪湖 440000;

3.中国科学院武汉植物园/武汉植物研究所,湖北 武汉 430074)

**摘要:** 在江汉平原布置 3 个玉米磷肥用量试验,以确定该地区种植玉米施磷效果和适宜的磷肥用量。结果表明,施用磷肥能明显增加玉米叶片数和株高,在不同磷肥用量时 3 个试验点的子粒最大增产幅度分别为 15.4%、18.8%和 39.9%,磷增产效果显著。结果还显示,磷肥对子粒的增产作用大于其它部分,足量磷肥施用有助于子粒产量的形成。磷肥施用能有效地提高经济收益,施磷处理的产投比均>2.0,表明江汉平原玉米施磷是增加收入的有效措施。磷肥用量结果表明,第一个和第三个试验点在施磷( $P_2O_5$ )112.5 kg/hm<sup>2</sup>时、第二个试验点在施磷 150 kg/hm<sup>2</sup>时增产和增收效果最好。肥料效益方程表明,江汉平原玉米施磷量在 128~156 kg/hm<sup>2</sup>时能达到高产高效的目的。

**关键词:** 玉米;磷肥;产量;经济效益;江汉平原

中图分类号: S513.062

文献标识码: A

## A Study of Phosphate Fertilization on Corn in Jianghan Plain

LU Jian-wei<sup>1</sup>, LU Jun-ming<sup>2</sup>, CHEN Fang<sup>3</sup>, YU Chang-bing<sup>3</sup>

(1. Resource & Environment College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Agriculture Research Institute, Datonghu Administration District of Jingzhou City, Hubei 434300, China;

3. Botanical Garden of Wuhan/Wuhan Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Three field experiments with five phosphate (P) application rates on corn were carried out in Jianghan Plain to determine the effect of P on corn and P suitable applied rate. It was showed that with P application corn leaf number and height increased and corn yield significantly improved, which the largest increased by 15.4%, 18.8% and 39.9% at site one, two and three, respectively. The results demonstrated that P applied could bring profit for corn raise and the VCR (value to cost ratio) was almost above 2.0 for all P application treatments. The highest yield for site one and three was harvested with 112.5 kg/ha  $P_2O_5$  was applied and for site two with 112.5 kg/ha  $P_2O_5$ . The study indicated in Jianghan Plain applied 128~156 kg/ha  $P_2O_5$  can gain high yield and profit for corn growth.

**Key words:** Corn; Phosphate; Yield; Profit; Jianghan plain

江汉平原素以其鱼米之乡而闻名,近年来随着农业产业结构的调整和退田还水(湖)执行力度的加大,鱼池面积不断扩大,因此对鱼饲料的需要量也随之增加,为了满足渔业生产的发展和节省成本,当地玉米种植的面积也不断扩大,为解决鱼饲料的缺口发挥了重要作用。然而,在江汉平原大面积种植玉米是一件新鲜事物,由于玉米种植不同于水稻,农民对

玉米种植中的养分管理仍存在误区,例如偏施氮肥而对磷、钾肥的施用不足,这种错误的管理常导致玉米产量不高,资源利用效率低,种植玉米的经济潜力得不到充分发挥。针对生产中存在的实际问题,我们在江汉平原腹地的国营大同湖农场和长江南岸的咸宁市进行了玉米施用磷、钾肥试验研究,希望为江汉平原种植玉米平衡施肥提供科学依据。本文是该研究的一部分,对玉米施磷效果进行了研究。

收稿日期: 2003-09-20

基金项目: 湖北省涝渍灾害与湿地农业重点实验室开放基金项目(HNKFJ20021301)和加拿大钾磷肥研究所(PPL/PPIC)资助项目(HuB20)

作者简介: 鲁剑巍(1967-),男,湖北武穴人,博士,副教授,从事土壤肥料和作物营养等科研和教学工作。Tel:027-87287141  
E-mail: lujianwei@mail.hzau.edu.cn 陈防为责任作者。

## 1 材料与方法

试验分别在湖北省国营大同湖农场和咸宁市贺胜桥,大同湖农场试验起止时间为 2002 年 3 月中旬到 8 月上旬,咸宁试验为 6 月中旬到 9 月下旬。大同湖农场 2 个试验供试玉米品种分别为登海 1 号(试

验 1)和登海 9 号(试验 2),咸宁试验供试玉米品种为西玉 3 号(试验 3)。玉米种植密度为 60 000 株/hm<sup>2</sup>。供试土壤大同湖试验为长江冲积物发育的潮土,咸

宁试验为红壤,基本理化性状经加拿大钾磷肥研究所(PPIC)北京实验室测试分析结果见表 1。

表 1 供试土壤基本理化性状(ASI 法<sup>[1]</sup>)

| 试验代号 | 地点    | pH  | 有机质 (%) | 有效养分(mg/L) |      |       |         |       |      |      |       |       |     |     |
|------|-------|-----|---------|------------|------|-------|---------|-------|------|------|-------|-------|-----|-----|
|      |       |     |         | N          | P    | K     | Ca      | Mg    | S    | B    | Fe    | Mn    | Cu  | Zn  |
| 1    | 大同湖八场 | 7.6 | 1.12    | 17.3       | 16.9 | 160.2 | 3 675.3 | 344.0 | 3.5  | 0.64 | 22.2  | 18.3  | 5.1 | 2.6 |
| 2    | 大同湖三场 | 8.2 | 1.13    | 12.8       | 10.8 | 143.1 | 3 871.6 | 275.5 | 1.5  | 0.36 | 21.9  | 13.6  | 4.5 | 1.7 |
| 3    | 咸宁贺胜桥 | 5.2 | 0.73    | 12.5       | 8.0  | 90.5  | 1 228.3 | 271.2 | 17.1 | 0.00 | 146.3 | 102.9 | 3.7 | 3.7 |

试验设计为 5 个处理:①不施磷对照,②P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 37.5 kg/hm<sup>2</sup>,③P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75.0 kg/hm<sup>2</sup>,④P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 112.5 kg/hm<sup>2</sup>,⑤P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 150.0 kg/hm<sup>2</sup>。各处理 N 用量为 180 kg/hm<sup>2</sup>,K<sub>2</sub>O 用量为 120 kg/hm<sup>2</sup>,ZnSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O 用量为 30 kg/hm<sup>2</sup>,硼砂用量为 7.5 kg/hm<sup>2</sup>。肥料品种 N 肥用尿素,P 肥用过磷酸钙,K 肥用氯化钾。肥料施用方法:P、Zn 和 B 肥一次性作基肥施用,N 和 K 肥 2/3 作基肥,余下的 K 肥作苗肥,余下的 N 肥平均分两次分别作苗肥和穗粒肥。

试验小区面积 20 m<sup>2</sup>,4 次重复,随机区组排列。

## 2 结果与分析

### 2.1 对玉米生长的影响

表 2 结果表明,施用磷肥明显影响玉米生长发育。同不施磷处理相比,玉米叶片数随着磷肥用量的增加而增加,其中试验 3 的效果最明显,但当施磷量(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)超过 112.5 kg/hm<sup>2</sup>后,试验 2 和试验 3 的叶片数有下降趋势。玉米株高测定结果具有相同的趋势。

表 2 磷肥用量对玉米叶片数和株高的影响

| 磷肥用量 (kg/hm <sup>2</sup> ) | 叶片数(叶/株)    |             |             | 株高(cm)       |              |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
|                            | 试验 1 (5月4日) | 试验 2 (5月4日) | 试验 3 (7月7日) | 试验 1 (5月30日) | 试验 2 (5月30日) | 试验 3 (7月7日) |
| 0(CK)                      | 5.6(100.0)  | 5.0(100.0)  | 9.0(100.0)  | 84.8(100.0)  | 55.9(100.0)  | 74.0(100.0) |
| 37.5                       | 5.9(105.4)  | 5.2(104.0)  | 10.8(120.0) | 86.1(101.5)  | 57.0(102.0)  | 82.8(111.9) |
| 75.0                       | 6.0(107.1)  | 5.3(106.0)  | 11.0(122.2) | 86.9(102.5)  | 62.2(111.3)  | 95.8(129.5) |
| 112.5                      | 6.1(108.9)  | 5.6(112.0)  | 12.5(138.9) | 90.3(106.5)  | 68.8(123.1)  | 99.8(134.9) |
| 150.0                      | 6.8(121.4)  | 5.3(106.0)  | 11.0(122.2) | 92.4(109.0)  | 69.5(124.3)  | 89.3(120.7) |

注:括号中的数据为相对值。

### 2.2 对产量的影响

试验结果表明,3 个试验点玉米施磷均有明显的增产效果,3 个施磷点最高分别增产 865、1 097 和 1 710 kg/hm<sup>2</sup>,增产幅度分别为 15.4%、18.8% 和 39.9%,显示出江汉平原种植玉米施磷的重要性,同时也说明了磷肥的增产效果与土壤养分含量密切相关,玉米施磷效果与供试土壤的磷含量呈负相关(图 1)。

第一个和第三个试验点在施磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)112.5 kg/hm<sup>2</sup>的范围内,玉米产量随着磷肥用量的增加而提高,而第二个试验点的最高产量的施磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)量是 150 kg/hm<sup>2</sup>,反映出不同土壤及供试玉米种子对磷的反应不同。

各试验点的效益方程如下:

$$\text{试验 1: } y = -0.0325X^2 + 10.492X + 5629.6$$

$$R^2 = 0.9479$$

$$\text{试验 2: } y = 0.0196X^2 + 4.7707X + 5771.4$$

$$R^2 = 0.9512$$

$$\text{试验 3: } y = -0.096X^2 + 25.04X + 146$$

$$R^2 = 0.9054$$

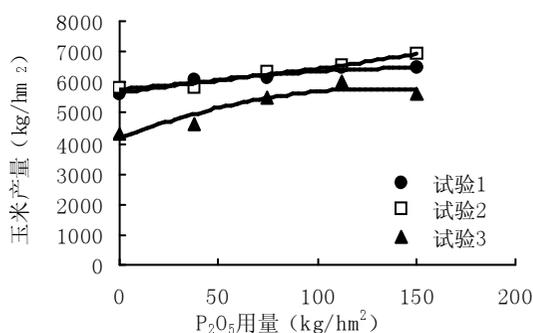


图 1 磷肥用量对玉米产量的影响

根据各试验点磷肥的效益方程,计算出的磷肥最大施用量分别为:第一点施磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)量 161 kg/hm<sup>2</sup>和第三点施磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)量 130 kg/hm<sup>2</sup>时玉米产量最高<sup>[2]</sup>。根据玉米和磷肥的价格计算,第一点和第三点的最

佳施磷量(最大经济施磷量)分别为156 kg/hm<sup>2</sup>和128 kg/hm<sup>2</sup>。

从图1还可以看出,第二试验点施磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)37.5 kg/hm<sup>2</sup>时基本没有表现增产效果,而增加磷肥施用量后产量显著提高,这可能与该供试土壤质地粘重对磷的吸附较大有关,当少量的磷肥施入后很快被吸附和固定,这一现象的出现说明了江汉平原农作物施磷时应注意施用量及施用方法,以达到施磷的增产效果。

试验3在玉米收获时各部分的产量结果表明,

磷肥施用对子粒、穗轴及秸秆产量提高均有促进作用,但各部分提高的幅度并不相同。总体而言,磷肥对玉米子粒产量的影响程度大于其它两部分,对秸秆的影响程度相对较少(表3)。结果还表明,磷肥用量不同时各部分的增产效果也不同,子粒产量在施磷112.5 kg/hm<sup>2</sup>时最高,而穗轴及秸秆产量在施磷75.0 kg/hm<sup>2</sup>时最高。子粒经济效率因施磷有不同程度的提高,且有随着磷肥用量增加经济效率不断提高的趋势。说明磷肥对子粒的增产作用大于其它部分,足量施用磷肥有助于子粒产量的形成。

表3 磷肥用量对玉米生物学产量及子粒经济效率的影响(试验3)

| 磷肥用量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 玉米子粒产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 玉米穗轴重量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 玉米秸秆重量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 经济效率1<br>(%) | 经济效率2<br>(%) |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|
| 0(CK)                         | 4 290(100.0)                    | 1 710(100.0)                    | 21 615(100.0)                   | 71.5         | 15.5         |
| 37.5                          | 4 650(108.4)                    | 1 890(110.5)                    | 23 580(109.1)                   | 71.1         | 15.4         |
| 75.0                          | 5 520(128.7)                    | 2 505(146.5)                    | 24 180(111.9)                   | 68.8         | 17.1         |
| 112.5                         | 6 000(139.9)                    | 1 995(116.7)                    | 20 355(94.2)                    | 75.0         | 21.2         |
| 150.0                         | 5 610(130.8)                    | 1 545(90.4)                     | 21 900(101.3)                   | 78.4         | 19.3         |

注:经济效率1=玉米产量×100/(玉米产量+玉米穗轴重量),经济效率2=玉米产量×100/(玉米产量+玉米穗轴重量+玉米秸秆重量)

## 2.3 玉米施磷的经济效益分析

表4 玉米施磷的经济效益分析

| 试验代号 | 磷肥用量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 玉米产量<br>(kg/hm <sup>2</sup> ) | 产值<br>(元/hm <sup>2</sup> ) | 磷肥投入<br>(元/hm <sup>2</sup> ) | 增加产值<br>(元/hm <sup>2</sup> ) | 纯利润<br>(元/hm <sup>2</sup> ) | 磷肥产投比 |
|------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------|
| 1    | 0                             | 5 610                         | 5 610                      | -                            | -                            | -                           | -     |
|      | 37.5                          | 6 055                         | 6 055                      | 100.13                       | 445                          | 344.87                      | 4.4   |
|      | 75.0                          | 6 118                         | 6 118                      | 200.25                       | 508                          | 307.75                      | 2.5   |
|      | 112.5                         | 6 475                         | 6 475                      | 300.38                       | 865                          | 564.62                      | 2.9   |
|      | 150.0                         | 6 453                         | 6 453                      | 400.50                       | 843                          | 442.50                      | 2.1   |
| 2    | 0                             | 5 823                         | 5 823                      | -                            | -                            | -                           | -     |
|      | 37.5                          | 5 830                         | 5 830                      | 100.13                       | 7                            | -93.13                      | 0.1   |
|      | 75.0                          | 6 373                         | 6 373                      | 200.25                       | 550                          | 349.75                      | 2.7   |
|      | 112.5                         | 6 525                         | 6 525                      | 300.38                       | 702                          | 401.62                      | 2.3   |
|      | 150.0                         | 6 920                         | 6 920                      | 400.50                       | 1 097                        | 696.50                      | 2.7   |
| 3    | 0                             | 4 290                         | 4 290                      | -                            | -                            | -                           | -     |
|      | 37.5                          | 4 650                         | 4 650                      | 100.13                       | 360                          | 259.87                      | 3.6   |
|      | 75.0                          | 5 520                         | 5 520                      | 200.25                       | 1 230                        | 1 029.75                    | 6.1   |
|      | 112.5                         | 6 000                         | 6 000                      | 300.38                       | 1 710                        | 1 409.62                    | 5.7   |
|      | 150.0                         | 5 610                         | 5 610                      | 400.50                       | 1 320                        | 919.50                      | 3.3   |
| 平均   | 0                             | 5 241                         | 5 241                      | -                            | -                            | -                           | -     |
|      | 37.5                          | 5 512                         | 5 512                      | 100.13                       | 271                          | 170.87                      | 2.7   |
|      | 75.0                          | 6 004                         | 6 004                      | 200.25                       | 763                          | 562.75                      | 3.8   |
|      | 112.5                         | 6 333                         | 6 333                      | 300.38                       | 1 092                        | 791.62                      | 3.6   |
|      | 150.0                         | 6 328                         | 6 328                      | 400.50                       | 1 087                        | 686.50                      | 2.7   |

注:效益按玉米市场价格1.00元/kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>价格2.67元/kg计算。

表4结果表明,施用磷肥不但提高玉米产量,还明显提高经济收益。最高纯收益的施磷量试验1和试验3均为112.5 kg/hm<sup>2</sup>,其纯利润分别为564.62元/hm<sup>2</sup>和1 409.62元/hm<sup>2</sup>;而试验2最高利润的磷肥用量为150.0 kg/hm<sup>2</sup>。几乎所有施磷处理的产投比均>2.0,表明江汉平原玉米施磷是增加收入的有效措施。

参考文献:

- [1] 金继运,张宁,梁鸣早,等.土壤养分系统研究法在土壤肥力研究及测土施肥中的应用[A].土壤养分系统研究法学术讨论会论文集[C].北京:中国农业出版社,1995.40-51.
- [2] 黄元仿,贾小红.平衡施肥技术[M].北京:化学工业出版社,2002.80-83.