

陈日远,代明,侯文通,等. 聚磷酸铵对玉米幼苗吸收磷、锌养分及生长的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):104-106.

聚磷酸铵对玉米幼苗吸收磷、锌养分及生长的影响

陈日远,代明,侯文通,胡兆平,李新柱,刘毅

(山东金正大生态工程股份有限公司/国家缓控释肥工程技术研究中心/
山东省新型肥料创制与养分资源高效利用重点实验室,山东临沂 276700)

摘要:通过盆栽试验,研究了新型磷肥聚磷酸铵对玉米幼苗吸收磷、锌养分及生长的影响。结果表明:在施等磷量条件下,添加聚磷酸铵后能明显提高播种 60 d 的玉米幼苗株高、茎粗,同时提高了玉米地上部和根系的生物量以及根冠比,其中聚磷酸铵:磷酸二铵为 2:1(有效磷比)时,效果最好。添加聚磷酸铵对玉米幼苗地上部磷含量影响不大,但提高了磷累积量。另外,施用聚磷酸铵后,无论苗期玉米地上部还是根系的锌浓度、锌累积量都得到了明显的提升。说明聚磷酸铵具有较好的生物有效性,同时还促进了作物对微量元素锌的吸收。

关键词:聚磷酸铵;玉米;生长发育;磷、锌;吸收累积

中图分类号: S513.06 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0104-03

磷是植物生长发育所必需的大量营养元素,其影响作用仅次于氮^[1],故土壤缺磷成为限制作物生长和产量的重要因素^[2]。施磷是作物增产的主要有效途径之一。然而,施入土壤中的普通磷肥很容易被固定或随土壤水溶液的运动而流失,导致作物对磷肥的当季利用率一般只有 5%~15%,即使将后效包括在内也不超过 25%^[3],而且长期大量施用磷肥,带来了诸多环境问题^[4-5]。因此,近年来国内外专家致力于选育能高效吸收利用磷的作物品种,希望依靠作物自身吸磷

能力来提高对磷肥的利用^[6-7]。但仅靠挖掘植物自身潜力不能实现土壤培肥、持续利用以及粮食的高产稳产。

聚磷酸铵是一种含氮、磷的聚磷酸盐,其分子通式为 $(\text{NH}_4)_{n+2}\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$,当 n 为 10~20 时为水溶性,农用聚磷酸铵 n 通常为 5~18;当 n 大于 20 时为难溶性^[8]。农用聚磷酸铵已逐渐进入复混肥和液体肥料的生产,特别是在发达国家已得到广泛应用。但目前在中国仅有少量生产,而且还未形成商品出售。关于聚磷酸铵在作物上应用的相关研究更是鲜见报道。作物苗期是磷素营养的关键期和敏感期,苗期吸收的磷素大约占全生育期磷素吸收量的 2/3 以上^[9]。基于此,本试验以玉米为试材,研究聚磷酸铵、磷酸二铵以及两种肥料不同配比对玉米苗期生长发育、磷素吸收累积以及对微量元素

收稿日期:2013-09-09

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD11B02)。

作者简介:陈日远(1987—),男,山东日照人,硕士,主要从事新型肥料研究与应用。E-mail:riyuan1023@126.com。

以饲用茎叶为目的,可将密度增加至 12 万~15 万株/hm²^[1]。

4.3 田间管理

栽后浇透定根水,3 d 内复水保湿。干旱时栽插应及时查苗补苗,栽后 1 个月,松土除草 1 次。中后期及时搞好沟系配套,做到雨止田间无积水。

4.4 病虫害防治

4.4.1 病害防治 该品种不抗根腐病,不宜在根腐病病区种植。在种薯贮藏和育苗时,可用多菌灵喷洒预防普通病害。

4.4.2 害虫防治 由于甘薯再生能力强,害虫对产量一般不会有较大影响,但在害虫发生严重时或地下薯块用做商品鲜薯生产时需进行防治。蛴螬等地下害虫,6 月中旬用 50% 辛硫磷乳油 600 倍液滴注基部。斜纹夜蛾幼虫大量发生时,可用苏云金杆菌或甲维盐治虫。蚱蜢蝗虫大量发生时,可用 80% 敌敌畏乳油 1 500 g/hm² 喷雾^[2-3]。

4.4.3 草害防治 选用禾本科除草剂,起垄后喷撒进行地表封闭,中期可用精禾草克等除草剂进行杂草防治。

5 生产应用

在常规栽培条件下,苏薯 19 号生物产量达到 112 500~150 000 kg/hm²,在 150 000 株/hm² 高密度栽培条件下,夏季

生长 35 d,茎叶产量超过 45 000 kg/hm²,1 个生长季可割蔓 4~5 次,总产量超 150 000 kg/hm²^[4]。苏薯 19 号在蛋白质等多种营养成分含量上,能满足奶牛、生猪饲料要求。2012 年,南京地区部分小型奶牛场、羊场种植苏薯 19 号做专用饲料,由于收割方便,再生能力强,节省了大量外出割草用工。

苏薯 19 号较高的生物产量既可用于饲料生产,薯块也可用于烘烤食用;叶柄产量较高,可专门用作食用叶柄品种。在江苏中北部传统种植区推广,可改变当地甘薯产业模式,由甘薯洗粉改为藤蔓及薯块(切片)晒干,制作干饲料,从源头上避免淀粉产业对洪泽湖、东海湖等相关河流的污染。

参考文献:

- [1]程润东,余义斌,曾燕楠,等. 甘薯新品种南紫薯 65 的选育及栽培技术[J]. 江苏农业科学,2013,41(3):82-83.
- [2]谢一芝,郭小丁,贾赵东,等. 食用甘薯新品种苏薯 16 号的选育及栽培技术[J]. 江苏农业科学,2012,40(7):104-105.
- [3]王庆南,俞春涛,戎新祥. 特色甘薯[M]. 南京:江苏科学技术出版社,2008:53-87.
- [4]杜高唐. 甘薯饲用高产栽培技术研究[J]. 畜牧与兽医,2012,44(1):47-48.

锌吸收的影响,以期为推广聚磷酸铵提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

玉米品种为郑单 958,选取大小均匀的玉米种子于 2012 年 5 月 7 日播种,出苗后通过称质量法,保持全生育期盆土含水量为田间最大持水量的 75% ~ 85%,待幼苗 2 ~ 3 片真叶完全展开后,在 5 月 27 日每盆定苗 3 株,7 月 6 日试验结束。

供试盆栽的土壤类型为砂礓黑土,采自山东临沂市。土壤 pH 值 7.6、有机质 10.22 g/kg、全氮 0.78 g/kg、速效磷 5.5 mg/kg、速效钾 120 mg/kg、有效锌 8.85 mg/kg。

试验所用聚磷酸铵(含 N 10%、P₂O₅ 34%)由国家缓控释肥工程技术研究中心实验室研制,磷酸二铵(含 N 18%、P₂O₅ 46%)、氯化铵(含 N 26%)以及氯化钾(含 K₂O 62%),其等级均为化学纯。

1.2 试验设计

盆栽试验在国家缓控释肥工程技术研究中心智能温室中进行。共设 5 个处理,T1:10 kg 土 + 60 mg/kg P₂O₅(磷酸二铵:聚磷酸铵 = 1 : 0,有效磷比);T2:10 kg 土 + 60 mg/kg P₂O₅(磷酸二铵:聚磷酸铵 = 2 : 1,有效磷比);T3:10 kg 土 + 60 mg/kg P₂O₅(磷酸二铵:聚磷酸铵 = 1 : 1,有效磷比);T4:10 kg 土 + 60 mg/kg P₂O₅(磷酸二铵:聚磷酸铵 = 1 : 2,有效磷比);T5:10 kg 土 + 60 mg/kg P₂O₅(磷酸二铵:聚磷酸铵 = 0 : 1,有效磷比)。N 和 K₂O 的用量分别为 100、50 mg/kg。试验选用氯化铵(含 N 26%)为平衡氮,氯化钾(含 K₂O 62%)为平衡钾,具体肥料用量见表 1。每盆装土 10 kg,与肥料混匀后装入直径为 28 cm,高度为 20 cm 的花盆中,每个处理 4 次重复。

表 1 各处理肥料用量

处理	磷酸二铵 (g)	聚磷酸铵 (g)	氯化铵 (g)	氯化钾 (g)
T1	1.304	0	2.943	0.807
T2	0.870	0.588	3.018	0.807
T3	0.588	0.652	3.055	0.807
T4	0.435	1.176	3.093	0.807
T5	0	1.765	3.167	0.807

1.3 测定项目

玉米长势:于播种后 40、60 d 用钢卷尺测量其株高,游标卡尺测茎粗。

玉米生物量:在试验结束时,齐土剪下地上部玉米苗,在 105 ℃ 下杀青 30 min 后,75 ℃ 烘干称干质量,地下部根系用水冲洗干净,75 ℃ 烘干后称质量。

地上部和根系磷、锌累积量:采用 H₂SO₄ - H₂O₂ 消煮 - 钒钼黄比色法测定全磷含量;用 HNO₃ - HClO₄ 消煮,火焰原子分光光度计测定锌含量。

2 结果与分析

2.1 不同磷肥处理对玉米长势的影响

由表 2 可以看出,在播种后 40 d,各处理对玉米幼苗的株高、茎粗影响不大,只有 T4 处理的玉米株高显著高于其他处理;在播种后 60 d 各处理的株高、茎粗出现差异,其中添加聚

磷酸铵的各处理的株高、茎粗均高于仅施用磷酸二铵处理,其株高顺序为 T4 > T3 > T5 > T2 > T1,茎粗略有差异其顺序为 T4 > T5 > T3 > T2 > T1。表明添加聚磷酸铵后,对幼苗生长前期影响不大,可能原因是苗期对磷营养需要量较少,而土壤中的有效磷能满足玉米幼苗的需要,而播种后 40 d 施用磷酸二铵处理的土壤中有有效磷含量降低,从而限制了玉米的生长。

表 2 不同磷肥处理对玉米长势的影响

处理	40 d		60 d	
	株高 (cm)	茎粗 (cm)	株高 (cm)	茎粗 (cm)
T1	82.07b	0.910a	105.57c	1.438c
T2	81.87b	0.928a	106.25c	1.498c
T3	82.80b	0.926a	112.58ab	1.512b
T4	83.67a	0.948a	113.58a	1.580a
T5	82.66b	0.940a	110.93b	1.528ab

注:同列数值后不同字母表示差异达 5% 显著水平。

2.2 不同磷肥处理对玉米幼苗干物质的影响

磷在土壤中极易被固定而无效,故一种磷肥的肥效并不决定于其本身的化学有效性而取决于其生物有效性^[10],而作物干物质大小是磷生物有效性的重要指标。从表 3 可以看出,施等磷量情况下,添加聚磷酸铵后能明显促进玉米幼苗地上部和根系的生长发育从而提高干物质累积量以及提高了根冠比。其中 T4 处理的地上部分和根系干物质质量最大,其根冠比也最大。这表明聚磷酸铵的生物有效性要优于磷酸二铵,但磷酸二铵与聚磷酸铵以含磷量 1 : 2 配施时,其生物有效性最高。

表 3 不同磷肥处理对玉米幼苗生物量的影响

处理	植株生物量 (g)	根系生物量 (g)	根冠比
T1	107.81c	12.76c	0.118c
T2	112.08bc	14.27b	0.127bc
T3	115.34b	15.39ab	0.133b
T4	119.38a	16.52a	0.138a
T5	114.22b	14.95b	0.131b

注:同列数值后不同字母表示差异达 0.05 显著水平。

2.3 不同磷肥处理对玉米幼苗地上部磷吸收累积量影响

通过对不同磷肥处理玉米幼苗植株磷含量、磷累积量统计分析可知,添加聚磷酸铵后对玉米幼苗植株磷含量无明显影响,但随着聚磷酸铵用量比例的增大植株磷含量有提高的趋势。但对玉米幼苗地上部磷累积量有明显的促进作用,相对于 T1 处理,含聚磷酸铵各处理(T2、T3、T4、T5)每盆玉米磷累积量分别提高了 6.11%、11.52%、16.50% 和 11.32%,其中 T3、T4、T5 处理与 T1 处理差异达显著性水平(图 1)。这说明施入聚磷酸铵促进了玉米苗期对磷的吸收,从而有利于植株和根系的生长发育。

2.4 不同磷肥处理对玉米幼苗锌吸收累积的影响

磷与微量元素间存在拮抗作用^[11],施磷不当会影响玉米对锌的吸收^[12]。由表 4 可以看出,添加聚磷酸铵各处理的地上部和根系的锌含量明显高于磷酸二铵处理(T1),T2、T3、T4、T5 处理玉米地上部锌含量分别比 T1 处理提高 1.52%、6.74%、13.75% 和 17.70%;根系锌含量分别提高 1.67%、4.20%、6.79% 和 12.51%,这表明施用聚磷酸铵后,促进了玉米对土壤中锌的吸收。

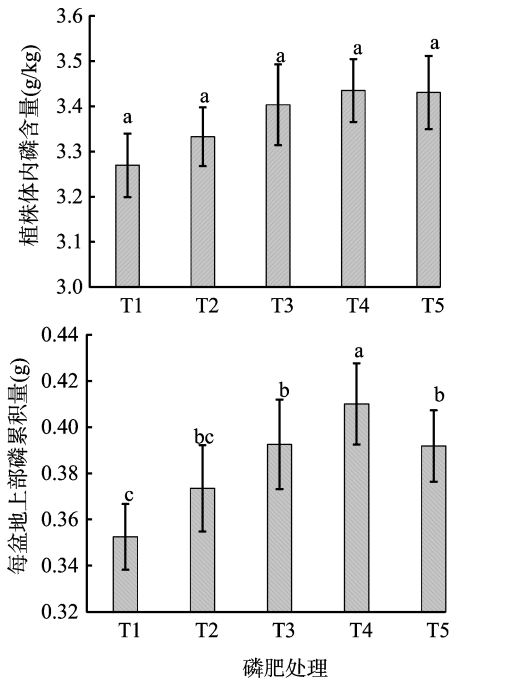


图1 不同磷肥处理对玉米幼苗磷含量和磷累积量的影响

表 4 不同磷肥处理对玉米幼苗锌吸收累积的影响

处理	植株锌含量 (mg/kg)		锌累积量 (mg/盆)	
	地上部	根系	地上部	根系
T1	22.99c	33.56c	2.48c	0.43c
T2	23.34bc	34.32bc	2.62b	0.49c
T3	24.54b	34.97bc	2.83b	0.54b
T4	26.15ab	35.84b	3.12a	0.59a
T5	27.06a	37.76a	3.09a	0.56ab

注:同列数值后不同字母表示差异达 0.05% 显著水平。

3 讨论

玉米苗期对磷的吸收较少,但苗期是对磷营养反应的敏感时期^[13],在玉米出苗后至 3、4 叶期,所需养分绝大部分由胚乳提供,后期主要由土壤提供。有研究结果表明,一般水溶性磷肥施入土壤中 30 d,其残留仅为施入时的 27%^[14],而此时正是作物对磷需求的关键期,土壤中有效磷的迅速减少对玉米苗期生长发育极为不利,而聚磷酸铵不能被作物直接吸收,是在土壤中逐步水解成正磷酸被植物吸收利用,保证了土壤中有效磷的供给,因而是一种长效磷肥^[8]。从试验结果来看,添加聚磷酸铵各处理对播种后 40 d 的玉米幼苗影响不大,随后随着土壤中有效磷的下降,没有添加聚磷酸铵或添加较少的处理逐渐限制了玉米的生长,另外全由聚磷酸铵供磷处理的玉米幼苗长势也不如磷酸二铵和聚磷酸铵 1:1、1:2 配施的效果好,其可能原因是聚磷酸铵分解较慢,不能保证土壤中有效磷充分供应。这表明单独施用聚磷酸铵存在分解慢、磷营养供应不足的风险,以磷酸二铵和聚磷酸铵按 2:1 配施时效果最好。

植物组织中养分含量与养分积累量与介质养分供应直接相关^[15]。试验结果表明,施用聚磷酸铵对玉米苗期植株体内磷含量影响不大,但其促进了植株的生长,所以磷累积量明显

高于磷酸二铵处理,从而提高了磷的利用率。磷锌拮抗作用的发生与磷素形态有关,这可能与不同形态的磷进入土壤后引起土壤与锌的作用机制变化有关^[16]。本试验结果显示,施用聚磷酸铵后,无论苗期玉米地上部还是根系的锌含量都得到了明显的提升,而且聚磷酸铵用量比例越大,植株锌含量相对越高,这表明聚磷酸铵能改善植物对微量元素锌的吸收和利用。

磷在土壤中极易被固定而无效化,同时还会使土壤胶体上的负电荷增加,致使土壤对锌的吸附能力增强,使土壤有效锌降低^[17]。故一种磷肥的肥效并不完全决定于其本身的化学有效性,化学有效性并不等于其生物有效性。本试验通过研究聚磷酸铵对玉米幼苗对磷、锌养分吸收及其生长发育的影响发现,磷酸二铵与聚磷酸铵 1:2 配施时,能显著提高磷的生物有效性。

参考文献:

[1] 李继云,孙建华,刘全友,等. 不同小麦品种的根系生理特性、磷的吸收及利用效率对产量影响的研究[J]. 西北植物学报,2000,20(4):503-510.

[2] Wissuwa M. How do plants achieve tolerance to phosphorus deficiency? Small causes with big effects[J]. Plant Physiol,2003,133(4):1947-1958.

[3] Barber S A, Mackay. Root growth and potassium uptake by two corn genotypes in the field[J]. Fert Res,1986,10:217-231.

[4] 李生秀. 植物营养与肥料学科的现状与展望[J]. 植物营养与肥料学报,1999,5(3):193-205.

[5] Gahoonia T S, Nielsen N E. Root traits as tools for creating phosphorus efficient crop varieties[J]. Plant and Soil,2004,260:47-57.

[6] Foches D, Claassen N, Jungk A. Phosphorus efficiency of plant: I. External and internal P uptake efficiency of different plant species[J]. Plant Soil,1998,110:101-109.

[7] Marschner H. Role of root growth, arbuscular mycorrhiza, and root exudates for the efficiency in nutrient acquisition[J]. Field Crops Res,1998,56:203-207.

[8] 王连祥. 农用肥料聚磷酸铵的制备与应用[J]. 磷肥与复肥,2008(2):49-50.

[9] 何念祖,孟赐福. 植物营养原理[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.

[10] 毛小云,吴平霄,廖宗文. 几种改性磷肥肥效研究初报[J]. 土壤与环境,1999(4):318-320.

[11] Teng Y, Timmer V R. Phosphorus-induced micronutrient disorders in hybrid poplar[J]. Plant and Soil,1990,126(1):19-29.

[12] Singh, Mahindra, Singh S P. Effects of zinc and phosphorus on absorption of iron and nitrogen by submerged paddy[J]. Soil Science,1983,135(2):71-78.

[13] 张丽梅,贺立源,李建生,等. 玉米自交系耐低磷材料苗期筛选研究[J]. 中国农业科学,2004,37(12):1955-1959.

[14] 冯 固,杨茂秋,白灯莎,等. 用³²P 示踪法研究石灰性土壤中磷素的形态及有效性变化[J]. 土壤学报,1996,33(3):301-307.

[15] 王 艳,李晓林. 不同基因型植物低磷胁迫适应机理的研究进展[J]. 生态农业研究,2000,8(4):34-36.

[16] 赵秀兰,王 勤,胡需堂. 磷锌拮抗作用研究进展[J]. 土壤通报,1999(3):42-43.

[17] Parfitt R L. Anion adsorption by soils and soil materials[J]. Adv Agron,1978,30:1-50.