

增效磷肥的研制与增产效应研究

穆环珍¹, 曾 文¹, 黄衍初¹, 孙悦凤², 杨问波¹

(1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 2. 北京市怀柔县农科所)

摘 要:以造纸废液中回收的木质素为主要原料对高溶磷肥改性,研制的增效磷酸二铵在水中溶解平衡时间延缓 1 倍;在 14 周观察期间土壤有效磷含量提高 10%—20%; 两年田间实验结果, 冬小麦、夏玉米产量分别提高 18.5% 和 14.36%。

关键词:肥料利用率; 木质素; 增效磷肥

中图分类号:S143.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1000 – 0267(2002)01 – 0026 – 03

A Study Made for Developing Synergist of Phosphoric Fertilizer and Its Function on Enhancement of CropYield

MU Huan-zhen¹, ZENG Wen¹, HUANG Yan-chu¹, SUN Yue-feng², YANG Wen-bo¹

(1. Research Center for Eco – Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, P. R. China;

2. Institute of Agriculture Science in Huairou County, Beijing , P. R. China)

Abstract: Modification of phosphoric fertilizer with lignin from waste liquor of a paper – pulp – making factory and preparing synergist of phosphoric manure were conducted in the present study. The balance time for dissolution of the phosphoric compound containing the synergist in water was found to be double compared with control. According to a 14 – week period for observation, the content of activity of phosphate was heightened by about 10%—20%. The outturns of yield for planting wheat and summer maize in two – year test increased by 18.5% and 14.36%, respectively.

Keywords: fertilizer availability; lignin; synergist of phosphate

我国农业生产中化学肥料利用率普遍较低,特别是磷肥的当季利用率仅为 10%—25% 左右, 其余磷素残留在土壤或流失到水体,不但造成严重浪费及经济损失,而且可使水体富营养化导致生态环境的破坏。

目前,国内关于提高磷肥利用率的研究多集中于磷肥在土壤中的形态转化、磷肥利用率不高原因的研究及施肥、耕作方式的合理化方面。从肥料自身的理化特性、研制与生产方面提高磷肥在土壤中的有效性和利用率的报道较少。因此无论对有限磷矿资源的合理利用还是对农作物产量提高以及保护农村生态环境,研究开发提高磷肥利用率的增效磷肥是十分必要的。

本研究以造纸黑液回收的木质素^[1]为主要原料之一,合成磷肥增效剂,为高溶磷肥改性,使高溶磷肥溶解度降低,减少施肥点磷酸根的浓度,削弱土壤组

分固持磷酸根的速率和程度,引入竞争吸附。利用木质素分子的羟基、羰基、羧基及其网状结构以及木质素被土壤微生物降解产生的有机酸^[2]对土壤中固持磷的铁、铝、钙等的络合、吸附作用,降低对可溶磷酸根毒性离子的浓度,减少活性磷酸根的化学沉淀和固定,提高土壤磷的有效性,实现节肥增产。

1 材料与方法

1.1 增效磷肥合成

1.1.1 原料

木质素(制浆造纸黑液提取物),含量80%—85%;磷酸二铵及其它原料市售购置。

1.1.2 合成

木质素和其它辅助材料与市售磷酸二铵按比例复配,送入反应器中,在适当的温度条件下反应后,计量包装。

产品增效磷酸二铵:P₂O₅ > 41%,N≥16%。

1.2 增效磷酸二铵水中电导率测定

1.2.1 实验仪器

收稿日期: 2001 – 02 – 06

作者简介: 穆环珍(1952—),女,中国科学院生态环境研究中心高级工程师。

(日)柳本 WPM-3001 水质测定器。

1.2.2 测定方法

分别称取等 P₂O₅ 量和等 N 量的磷酸二铵和增效磷酸二铵,各加入盛有等体积蒸馏水的容器中,以 KCl 标准溶液为基准,测定样品在水中的电导率变化,以电导率不再明显增加为肥料溶解的平衡点。

1.3 增效磷酸二铵在土壤中有效性试验

1.3.1 土壤样品

北京地区沙性壤质,pH 7.30,有机质 1.5%,速效磷(P₂O₅)22.4 mg·kg⁻¹。

1.3.2 模拟实验

将土壤样品风干、磨细,过 60 目筛。每 160 g 风干土加含 P₂O₅ 0.92 g 的磷酸二铵或增效磷肥,充分混合,分装于 200 mL 塑料杯中,加蒸馏水至田间持水量,放在半封闭(防风沙)自然环境中,以后每隔一段时间补充水,使土壤保持湿润,放置不同时间后,分别测定速效磷含量^[3],观察不同处理磷酸二铵在土壤环境中速效磷随时间的变化。

1.4 田间试验

在相同耕作、管理条件下,以等施肥量的方法进行田间试验。夏玉米试验施肥设 2 个处理:普通磷酸二铵和增效磷酸二铵,施底肥分别为 3.0 kg·hm⁻²,同时配施尿素 1.5 kg·hm⁻²。每种处理重复 3 次,试验面积 267 hm²,随机分组排列。冬小麦试验施肥设 2 个处理:处理 1 底施普通磷酸二铵、普通尿素各 3.0 kg·hm⁻² 和 1.5 kg·hm⁻²;处理 2 底施木质素磷酸二铵和普通尿素各 3.0 kg·hm⁻² 和 1.5 kg·hm⁻²,每种处理重复 3 次,试验面积 267 hm²,拔节时各追施普通尿素 2.25 kg·hm⁻²。

2 结果分析与讨论

2.1 增效磷酸二铵电导率变化

从磷酸二铵和增效磷酸二铵浸溶电导率变化曲线(如图 1)说明,在相同条件下,普通磷酸二铵溶解达到平衡的时间为 30 min,用木质素等改性后的增效磷酸二铵溶解达到平衡的时间为 60 min,较普通磷酸二铵溶解时间延长 1 倍,起到了延缓高溶磷酸二铵释放的作用。

2.2 增效磷酸二铵在土壤中有效性变化

根据下式计算土壤中速效磷含量率(%):
$$R = [W - (C - Co)] / W \times 100$$

式中:R——土壤中有效磷占施入总磷的百分比,%;
W——施入土壤中的总含磷量(P₂O₅),mg·kg⁻¹;



图 1 磷肥在水溶液中电导率变化
Figure 1 The conductivity of phosphate fertilizer in water

C——施肥土壤中测得的含(P₂O₅)量,mg·kg⁻¹;
Co——供试土壤中(P₂O₅)本底含量,mg·kg⁻¹。

图 2 曲线表明,普通磷酸二铵与增效磷酸二铵在同一条件下模拟观测,表现出在土壤中速效磷保持水平上的显著差异。在 14 周观察期内,增效磷酸二铵在土壤中被固定量明显低于普通磷酸二铵。在此期间,土壤速效磷(P₂O₅)含量较普通磷酸二铵约高 10%—20%,木质素的引入有效控制了高溶磷肥被土壤成分固定的作用。



图 2 土壤中磷肥有效性变化
Figure 2 The availability of phosphate fertilizer in the soil studied

2.3 增效磷酸二铵田间应用效应

利用增效磷酸二铵与氮肥配施,在北京地区怀柔沙壤土农田进行夏玉米、冬小麦种植肥效试验。结果见表 1、表 2。

增效磷酸二铵田间应用效应试验表明,在北京地区沙壤田夏玉米、冬小麦施用,较对照分别增产 14.36% 和 18.5%。

2.4 土壤有效磷提高与增产机理分析

磷酸二铵是高浓度、速溶性磷肥,在土壤溶液中以离子态存在。遇到土壤溶液中的其它阳离子或土壤胶体上吸附的阳离子如 Fe³⁺、Al³⁺、Ca²⁺等,很容易生

表 1 增效磷酸二铵对夏玉米产量及产量因素的影响						
Table 1 Effect of diammonium phosphate containing synergist on output of summer corn						
处理	株数* /株·hm ⁻²	穗粒数 /粒	千粒重 /g	实产 /kg·hm ⁻²	较普通二铵增产	
					/kg·hm ⁻²	/%
增效二铵	66 800	451.3	226.0	75.85	9.53	14.36
普通二铵	68 400	398.4	246.0	66.33	—	—

* 试验地单位面积基本苗相同。

表 2 增效磷酸二铵对冬小麦产量及产量因素的影响
Table 2 Effect of diammonium phosphate containing synergist
on output of winter wheat

处理	株数*	穗粒数	千粒重	实产	较普通二铵增产	
	/万穗·hm ⁻²	/粒	/g	/kg·hm ⁻²	/kg·hm ⁻²	/%
增效二铵	508	28.7	45.8	61.4	9.57	18.50
普通二铵	489	24.2	44.0	51.8	—	—

* 试验地单位面积基本苗相同。

成难溶性或不溶性沉淀化合物而被固定起来,磷肥的有效性被降低,作物正常生长对磷酸的营养吸收受到束缚。以木质素为主要原料与磷酸二铵复配、合成为类有机矿物性肥料,使肥料的溶解性得到合理降低,有效地减缓磷酸二铵进入土壤后迅速溶解成离子而被土壤成分有害化固持,保证作物在较高供磷状态下正常生长。

木质素是广泛存在于自然界中的大分子有机物^[4]。我国每年 5 亿多 t 农作物秸秆中,其含量约占 20%,每年可自然生长的木质素约 1 亿 t。木质素是一种酚型三度空间带分支的网状结构化合物,结构单元中有多种活性基团,如羟基、羧基、羰基等,在土壤环境中可被土壤微生物降解转变为腐殖质^[4],有利于改善土壤结构,提高土壤肥力,促进化学肥料的有效利用。木质素分子中的活性基团及其分子结构特征,使其具有与铁、铝离子形成络合物、螯合物的能力,植入土壤能减少固持磷酸根的铁、铝离子的活性,生成磷酸铁、磷酸铝的机会大大减少,有效磷的浓度被提高。木质素在土壤里向腐殖质转化过程中,生成酸性有机物^[2],有利碱性土壤难溶高钙磷酸盐向易溶低态型转化并与阳离子钙产生物理化学作用而使土壤中易溶钙磷

酸盐含量增加,有利作物吸收。
木质素在土壤中腐殖质化,形成与腐植酸相似的植物生长刺激作用,分子中的羟基、醌等可有效促进植物呼吸作用,加速植物细胞繁衍,提高植物的生命活动,进一步达到促长、增产的作用。

3 结论

- (1)增效磷酸二铵有缓释、增效功能,在水中溶解的平衡时间较普通磷酸二铵延长约 1 倍;98 d 土壤培养观测试验结果表明,增效磷酸二铵速效磷含量可较普通磷酸二铵提高 10%—20%。
- (2)木质素对土壤中固持磷酸根离子的铁、铝、钙等有害元素有形成络合物、螯合物的作用,可使土壤溶液和土壤胶体中 Fe³⁺、Al³⁺、Ca²⁺等活性降低,有效减少易溶磷酸生成难溶磷酸铁、磷酸铝高钙磷酸盐,保证作物在较高有效磷供给环境中正常生长。

- (3)冬小麦、夏玉米施用增效磷酸二铵大田试验,可较普通磷酸二铵分别获得 18.5%、14.36% 的增产效果。

参考文献:

[1]孙连超,穆环珍. 碱法草浆蒸煮液资源化回收治理技术[J]. 环境科学, 1993, 增刊:17—20.

[2]张 锐,严慧峻,等. 有机肥在改良盐渍土中的作用[J]. 土壤肥料, 1997, 4:11—14.

[3]李笃仁,黄照愿. 实用土壤肥料手册[M]. 北京:中国农业科技出版社, 1992. 659—661, 38—40.

[4][日]中野准三. 高 洁,鲍 禾,李忠正译. 木质素化学[M]. 北京:轻工业出版社, 1988. 378.



《农业环境监测实用手册》出版发行

由农业部环境监测总站刘凤枝主编的《农业环境监测实用手册》已由中国标准出版社出版发行。全书约 70 万字,内容系统、翔实、全面,不仅收录了《农田土壤环境质量监测技术规范》、《农用水源环境质量监测技术规范》、《农区大气环境质量监测技术规范》、《农、畜、水产品污染监测技术规范》等四项规范的原文和与之匹配的分析方法,同时,还介绍了相关污染物的限量标准,土壤背景值等。该书具有很强的实用性和参考价值,是广大农业环境监测、科研、教学、管理工作、学生不可多得的工具书。

本书为精装本,每册定价 118 元,有订阅者请从邮局汇款至:天津市南开区复康路 31 号 农业部环境监测总站 邮编:300191 联系人:战新华 联系电话:022—23003832