

用示踪原子法研究水田土壤施磷肥的效果

姜立華 周振輝 嚴寄生

(江西省贛南区农业科学研究所)

磷是植物生活和生长所必需的元素,是肥料三要素之一。

土壤中大部分磷均存在于难溶解的无机物质和有机物质中,不能直接被作物吸收利用。据我所几年来的分析资料,贛南地区水稻田土壤中 P_2O_5 的含量在0.055%至0.11%之间,活性磷含量一般在0.7至2ppm之间。群众实践证明,合理增施磷肥,提高土壤中有效磷含量,乃是南方山地水稻土耕作的一项重要农业技术措施。如宁都县城郊公社老洒大队水田增施磷肥较不施者增产稻谷20—32%,效果显著。

研究方法及经过

采用贛南主要水稻土:紫色岩母质水稻土和贛江上游冲积性水稻土两种。土壤一般特征列于表1。

表1 土壤的特性

项 目 土 壤	pH	有机质 (%)	全氮 (%)	P_2O_5 (%)	活性磷 ppm	土壤代换性 (毫升/100克)		盐基饱和 度(%)
						代换性 盐基	代换量	
紫色水稻土	6.4	1.9906	0.1506	0.1095	1.2	18.6460	22.250	83.8
冲积性水稻土	6.0	1.5848	0.1151	0.0992	1.0	19.9705	23.256	85.9

盆钵栽。盆钵直径25厘米,高14厘米,每钵装土壤4公斤。磷肥用量分两级,即每公斤土壤施 P_2O_5 为38.5和47.5毫克,以不施磷为对照,共三个处理。 $P^{32}(K_2HP^{32}O_4)$ 用量为每公斤土壤50微居里。先用 P^{32} 标记过磷酸钙(过磷酸钙含 P_2O_5 18%),然后把示踪磷盐与少量土壤搅拌均匀,再将该土壤与整个盆钵土壤均匀拌和,加水浸湿全盆土壤至钵保留约1厘米水层为止。

供试验品种为早秈南特号。将萌芽状态的种子于4月12日播种,每钵播三穴,每穴种子4粒。播种后,分别在4月19日,29日,5月7日除草、耕表土三次。追肥三次,分别在出苗期(4月19日),分蘖盛期(5月8日),抽穗前三天(6月10日)施硫酸铵1.5克/钵。7月10日成熟收割。

植株样品放射性比度,是以研磨碎的干物质每平方厘米匀铺50毫克样品进行测定,用盖革-弥勒计数管计数,同时测定试验时保留下来的对照样品(示踪磷盐)的放射性强度,从而计算出进入植株的示踪磷量。

结果讨论

表2指出,紫色水稻土试验中,每公斤土壤施 P_2O_5 为38.5和47.5毫克,每钵植株含全磷量分别为465.9,432.2毫克,不施磷肥的对照试验钵,水稻植株含磷量为407毫克。如按照通常肥料试验差异法,即根据在施磷和不施磷的处理植株吸收磷量之差来计算,水稻植株从肥料中吸收的磷量只有58.9,25.2毫克/钵,但根据植株样品比度测定,每公斤土壤施 P_2O_5 38.5毫

表2 土壤实际吸收磷肥量与理论数量的比较

土壤	处理 P ₂ O ₅ 毫克/ 公斤土壤	植株产量 干物质, 克/钵	植株含全 磷量, P ₂ O ₅ 毫克/钵	示踪磷盐吸收量 P ₂ O ₅ 毫克/钵		示踪磷盐吸收率 (%)	
				示踪原子法	肥料差异法	示踪原子法	肥料差异法
紫色水稻土	对照(不施磷)	49.6808	407	—	—	—	—
	38.5	52.1442	465.9	66.8	58.9	43.38	38.25
	47.5	49.3446	432.2	67.8	25.2	35.68	13.26
冲积性水稻土	对照(不施磷)	37.7313	334.4	—	—	—	—
	38.5	36.2708	413.8	48.9	79.4	31.75	51.57
	47.5	35.8237	351.7	51.1	17.3	26.89	9.11

克处理,每钵植株从肥料中实际吸收磷量为 66.8 毫克,磷肥吸收利用率为 43.38%;每公斤土壤施 P₂O₅ 47.5 毫克处理,每钵植株从肥料中实际吸收磷量为 67.8 毫克,磷肥吸收利用率为 35.68%。在冲积性水稻土盆栽试验中,水稻植株实际从肥料中吸收的磷肥量,每公斤土壤施 P₂O₅ 38.5 毫克处理的为 48.9 毫克,每公斤土壤施 P₂O₅ 47.5 毫克的为 51.1 毫克。两个处理的磷肥利用率分别为 31.75%、26.89%。如果根据肥料差异法计算,则所得理论数量与实际吸收量相差甚悬殊(见表 2)。

从上述结果看来,无论是紫色岩母质水稻土或冲积性水稻土,两种不同磷肥用量(每公斤土壤施 P₂O₅ 为 38.5、47.5 毫克)处理,水稻植株从肥料中吸收磷盐量没有明显的差异,如紫色水稻土仅相差 1 毫克,冲积性水稻土相差 2.2 毫克。那就是说,磷肥用量少,肥料吸收利用率高;磷肥用量多,则肥料吸收利用率低。但从两种不同土质的肥料利用率看来,则紫色水稻土无论是多肥或少肥,其吸收利用率均较冲积性水稻土为高。在本试验处理中,紫色水稻土的磷肥吸收利用率为 35.68—43.38%,冲积性水稻土为 26.89—31.75%。

值得指出的,示踪原子法能将植株中从土壤和肥料中的营养元素分辨出来,这是任何化学分析方法所不可能做到的。如从植株含磷量中减去从肥料中实际吸收的磷,所得数即为从土壤中吸收的磷酸盐。在紫色水稻土中,随着磷肥施用量增加,水稻植株从土壤攫取可给态磷盐量相应减低(见表 3),冲积性水稻土亦有相似的规律性。因此,可以认为,过去肥料试验计算方法中,认为植物对土壤磷酸盐的吸收在施肥和不施肥时同样被吸收利用的假设,是不符合实际情况的。即从施肥时进入植物体内的磷素量,减去不施肥时进入植物体的磷素量,这样来测定

表3 植株吸收磷肥来源的比较

土壤	处理 P ₂ O ₅ 毫克/ 公斤土壤	植株含 磷量 P ₂ O ₅ 毫克/ 钵	来自土壤 P ₂ O ₅ 毫克/钵		来自肥料 P ₂ O ₅ 毫克/钵		占植株全磷量 (示踪原子法)(%)	
			示踪原子法	肥料差异法	示踪原子法	肥料差异法	来自土壤	来自肥料
紫色水稻土	不施磷	407						
	38.5	465.9	399.1	407	66.8	58.9	85.66	14.34
	47.5	432.2	364.4	407	67.8	25.2	84.31	15.69
冲积性水稻土	不施磷	334.4						
	38.5	413.8	364.9	334.4	48.9	79.4	88.18	11.82
	47.5	351.7	300.6	334.4	51.1	17.3	85.47	14.53

实际由肥料吸收的磷素是没有可靠根据的。

表 3 指出,无论是紫色水稻土或冲积性水稻土,水稻植株吸收磷肥,绝大部分是依靠土壤中的有效磷,如紫色水稻土中,水稻植株内磷素有 84.31—85.66% 是从土壤中吸收的,从肥料中吸收 14.34—15.69%; 同样地,在冲积性水稻土中,水稻植株内磷素有 85.47—88.18% 是从土壤中吸收的,从肥料中吸收的只有 11.82—14.53%。这就说明提高土壤肥力、促使土壤有效磷素增多的重要性。

磷肥的增产作用。在盆栽条件下,磷肥全层均匀施入,在紫色水稻土中能增产 13—18.7%,而在冲积性水稻土中,增施磷肥增产效果不大,用量过多,会造成减产。如每公斤土壤施 P_2O_5 38.5 毫克较对照(不施磷)增产 2.7%; 而每公斤土壤施 P_2O_5 47.5 毫克处理,稻谷产量仅有对照处理的 93.9%,即减产 6.1%(见表 4)。

表 4 磷肥对水稻增产的作用

土 壤	项 目	处 理 (P_2O_5 毫克/公斤土壤)	平均 稻谷 产量 (克/钵)	产 量 百 分 比
紫 色 水 稻 土		不施磷	29.9	100
		38.5	33.8	113
		47.5	35.5	118.7
冲 积 性 水 稻 土		不施磷	29.6	100
		38.5	30.4	102.7
		47.5	27.8	93.9

初 步 结 论

1. 水田土壤增施磷肥,能改变水稻对土壤中不同状态有效性磷盐的利用程度。在亚热带赣南地区紫色岩母质水稻土和赣江上游冲积性水稻土中,当每公斤土壤施 P_2O_5 为 38.5 和 47.5 毫克时,水稻植株从土壤中攫取磷肥较不施磷的少(冲积性水稻土每公斤土壤施 P_2O_5 38.5 毫克处理例外,有多吸收磷的效果),且磷肥施用量越多,从土壤中吸收的磷肥越少,规律明显。

2. 水田增施磷肥,用量少,吸收利用率高;用量多,吸收利用率低。如紫色水稻土每公斤土壤施 P_2O_5 38.5 毫克,磷肥被吸收利用率为 43.38%,每公斤土壤施 P_2O_5 47.5 毫克,磷肥被吸收利用率为 35.68%; 冲积性水稻土每公斤土壤施 P_2O_5 38.5, 47.5 毫克二种处理,磷肥吸收利用率分别为 31.75%, 76.89%。

3. 水稻作物的磷素营养,主要依赖于土壤中的有效磷盐。在施磷肥的情况下,紫色水稻土中水稻植株中磷素量有 84.31—85.66% 是从土壤有效磷盐中攫取的,从肥料中吸收的只占 14.34—15.69%; 冲积性水稻土中,水稻植株中磷素量有 85.47—88.18% 是从土壤有效磷盐中攫取的,来自肥料中的占 11.82—14.53%。

4. 用同位素法试验结果指出,过去肥料试验认为植物对土壤有效磷盐的吸收,在施肥和不施肥时同样被吸收利用的说法,是不符合实际情况的。即从施肥时进入植物体内的磷素量减去不施肥时进入植物体的磷素量,这样来测定实际由肥料中吸收的磷素,是没有可靠根据的。

5. 在钵栽条件下,紫色水稻土每公斤土壤施 P_2O_5 38.5—47.5 毫克,较不施磷的对照处理能提高稻谷产量 13—18.7%; 冲积性水稻土每公斤土壤施 P_2O_5 38.5 毫克处理的增产稻谷 2.7%,每公斤土壤施 P_2O_5 47.5 毫克的则较对照减产 6.1%。

参加试验工作的尚有谢永梯、苏芳艾、邓宜潮等三位同志,在此表示感谢。

(下转第 115 页)

本領时, 要求真空度大于 5×10^{-7} 毫米汞柱, 加速电压的慢变化小于 5×10^{-5} , 快变化小于 1×10^{-6} 。如果用汞峯来調分辨本領, 加速电压先用 2 千伏、选择电子聚焦磁铁的位置、引出电压、聚焦电压使 Hg^{202} 峯最强, 在 50—70 伏和 1.25—1.75 毫安范围内选择电离电压和发射电流, 使 Hg^{202} 和 Hg^{201} 的分辨度最小, 但同时应保证 Hg^{202} 的强度不小于 1—1.5 伏。

如果发现 Hg^{202} 的强度大于 30 伏, 这可能是在分析室中和分析室与扩散泵连接管道内进入了水銀。在这种情况下, 应当清洗真空系統。如果发现离子源也附着有水銀, 則离子源也要清洗。清洗可用无水酒精和絲綢。清洗后 Hg^{202} 的强度就会降低到 1—3 伏。

(3) 改变接收器的垂直方向的測微器, 减小 θ 角, 使 Hg^{202} — Hg^{201} 的分辨度为最小。

(4) 調整磁铁的位置, l_1 改变范围为 290—330 毫米 (离子源縫到接离子源的法兰盘外緣的距离为 134.9 ± 0.1 毫米), 相应 x 和 y 的改变范围为 ± 2 毫米, β 約为 $\pm 30'$ 。

(5) 重复調整引出电压、聚焦电压和发射电流。

(6) 經過以上調整, Hg^{202} — Hg^{201} 的分辨度将小于 1%, 分辨本領約为 200—240。如果用比較慢的扫描速度, 将发现梯形峯, 这时可以調节接收縫水平方向的測微器, 使峯形由梯形 (图 11) 变成三角形 (图 12)。同时保持峯高不变。这样, 可使分辨本領达到 400 以上。

(7) 如果經過以上調整, 分辨本領仍然很差, 可以检查离子源安装得是否正确。特别是阴极是否互相准直, 阳极是否不平。此外, 还可以适当調整离子束的偏向电压, 使离子束进入磁場的角度滿足二級聚焦条件。

毛存考、李新明、柴保平和孟传信等同志在数据計算上給以很大帮助, 在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] R. Herzog, *Phys. Zs. f.*, **89**, 447, 786 (1934).
- [2] W. E. Stephens, *Phys. Rev.*, **45**, 513 (1934).
- [3] G. P. Barnrd. *Modern Mass Speltrometry* London (1953).
- [4] L. Kerwin, *Rev. Sci. Instr.*, **70**, 36, 381 (1949).

(編輯部收稿日期 1961 年 12 月 15 日)

(上接第 162 頁)

参 考 文 献

- [1] A. П. 庫尔薩諾夫等著, 同位素在生物学和农业中的应用 (科学出版社, 1955).
- [2] A. B. 索科洛夫等著, 同位素在农业化学和土壤学研究中的应用 (科学出版社, 1955).
- [3] A. M. 庫津等著, 生物学中的示踪原子法 (科学出版社, 1955).
- [4] A. B. 索科洛夫, И. П. 謝尔多波里斯基, 在农业化学研究中磷同位素的应用 (科学出版社, 1955).

(編輯部收稿日期 1961 年 11 月 21 日)