

的。

土壤溶液中即使只有极少量的铝，也会抑制玉米吸收养分和生长，因此，要使玉米获得高产，须将土壤pH调节到接近中性。

尿素表施会引起严重的氨的挥发损失，这种损失随着土壤pH升高而急剧增加，特别是在pH大于7.0时，深施可大大减少尿素的氨挥发损失。因此，在施用石灰的土壤上，施用尿素和铵态氮肥应注意深施复土。

石灰施用过量时，会显著降低磷和钾的有效度。所以，连年施用石灰或石灰施用过量的土壤上，作物都易于发生缺磷和缺钾症状。对这类土壤应增施磷、钾肥和硼、锌、锰等微量元素，并停止石灰的施用。

参 考 文 献

- [1] Haynes, R. J., Soil Sci., 135: 221-227, 1983.
- [2] Tisdale, S. L. and W. L. Nelson (孙秀延、曹志洪等译)，土壤肥力与肥料，第153页，科学出版社，1984.
- [3] Sims, J. T. and B. G. Ellis, Soil Sci. Soc. Am. J., 47: 912-916, 1983.
- [4] Van Dieet, A. (梁德印译)，影响土壤钾肥有效度的因素。国外农学—土壤肥料，第1期，23—25页，1982.

土壤有效硅含量变化的初步研究

臧惠林

(中国科学院南京土壤研究所)

近年来，在我国南方不同土壤上，对水稻硅肥肥效的研究，积累了较多的资料。对我国南方水稻土的供硅能力进行了大致的划分^[1]，基本上明确了我国南方水稻施用硅肥的前景。为了进一步探讨土壤有效硅含量变化与土壤性质的关系，本文特作初步的讨论。

一、土壤有效硅含量和土壤性质的关系

我国台湾省调查结果，酸性(pH5—6)红壤性水稻土和酸性冲积性水稻土的有效SiO₂一般为每百克土2.8—5.5毫克(酸性缓冲液提取，下同)，中性至碱性(pH7—8)水稻土则为17.3毫克^[2]。国外资料表明，重粘土和pH高于6.6的盐土供硅能力高。我国南方水稻土供硅能力的一般规律是：红砂岩和花岗岩母质发育的水稻土，供硅能力低，玄武岩和长江三角洲冲积物发育的土壤供硅能力高。前一类土壤的特点是砂性强和偏酸性，后一类土壤或则粘粒含量很高，或则粘粒含量较高且偏中性。若以有效硅含量(SiO₂毫克/100克土)为y，pH值和粘粒含量分别为x₁和x₂，根据所收集的27个样品统计结果，其关系式是：

* 本文得到陈家坊、何电源同志斧正，谨致谢意。

$$y = 16.6x_1 - 73$$

$$r = 0.835^{**}$$

$$y = 9.1 + 0.77x_2$$

$$r = 0.532^{**}$$

上述两个关系式的 r 值均达1%显著平准,尤以土壤pH与有效硅含量的关系更为密切。

将上述两式合并成一个关系式,得:

$$y = 0.49x_2 + 3.21x_1 - 3.74 \dots\dots\dots(1)$$

与日本学者提出的方程式〔2〕:

$$\text{有效硅: SiO}_2\text{ppm} = 65.8\text{pH} + 7.43\text{CEC} - 280.8 \dots\dots\dots(2)$$

进行比较,其相同点都是土壤pH对有效硅的含量起主要作用。由此可以推论,在土壤其它性质相似时,中性和石灰性水稻土有效硅含量较高。我国从南方至北方,随着土壤pH的提高,有效硅含量随之增加,水稻施用硅肥的效果也逐渐降低。

比较方程式中另一个自变量,虽然影响CEC的主要因素包括有机质和粘粒含量,但在方程式(2)中,CEC的作用比方程式(1)中粘粒含量的作用小。根据国外的资料,有机质丰富的酸性泥炭土和腐殖质铁质红壤的供硅能力低。我们统计20个土样的有机质含量对土壤有效硅含量的影响, r 值仅0.09,因此可以认为土壤有效硅与土壤有机质含量的相关性不大,方程式(1)比方程式(2)就更合乎土壤有效硅的变化规律。

用浙江金华的第四纪红色粘土母质和南京的长江冲积物发育的水稻土,加入占土重0.3%和0.6%的 CaCO_3 进行淹水培育,经3个月后测定各处理的pH和有效硅含量。从测定结果(表1)可以看出,随着 CaCO_3 加入量的增加,土壤pH相应提高,有效硅的含量也有增加。

在湖南长沙和双峰两种不同母质发育的水稻土上,自1981年起每年每亩施熟石灰85公斤,根据施用后第二年和第三年的土壤分析结果(表2)表明,施石灰的处理与对照(NPK)相比,土壤有效硅一般均有增加的趋势。

联系我国南方农民素有在水稻上施用石灰的习惯,其作用除可提高土壤pH等因素外,也可能有促进硅的释放,增加有效硅含量的效果。

表1 加入 CaCO_3 对水稻土有效硅含量的影响*

水稻土母质	加入 CaCO_3 量(占土重%)	pH	有效硅 (SiO_2 毫克/100克土)
第四纪 红色粘土	0	5.8	13.4
	0.3	7.7	19.4
	0.6	8.1	22.2
长江 冲积物	0	7.3	36.4
	0.3	7.6	41.4
	0.6	8.3	40.3

* pH用醋酸缓冲液提取,下同。

表2 连续施用石灰对水稻土有效硅含量的影响*

试验地点	水稻土母质	试验前土壤pH	处理	有效硅(SiO_2 毫克/100克土)	
				第2年	第3年
湖南长沙	第四纪红色粘土	6.9	NPK	13.5	15.0
			NPKCa	22.0	26.8
湖南双峰	石灰岩	6.7	NPK	17.5	12.3
			NPKCa	23.5	13.3

* 蒋佩弦提供土样。

至于土壤有效硅和粘粒含量的关系,从表3的资料可以看出,红砂岩发育的水稻土,粒径小于0.002毫米以下的土壤有效硅含量,显著高于其它粒级。当然粘粒矿物的种类和性质对土壤硅的有效性有很大影响,一般认为含蒙脱类矿物的硅有效性较高。

表3 不同粒级土壤水溶性硅和有效硅含量(SiO_2 毫克/100克土)

粒级直径(毫米)	0.177—0.149	0.149—0.074	0.074—0.053	0.053—0.002	0.002以下
水溶性硅	0.65	0.70	0.95	2.80	13.8
有效硅	1.66	1.53	2.14	16.8	48.5

二、施用稻草和厩肥对土壤有效硅的影响

硅在植物体内是以无定形的多硅酸,即植物性蛋白石为主的形态存在。稻草还田、施用草木灰和厩肥就增加了土壤中这一形态的硅素含量。土壤有效硅是单硅酸状态的硅。为了解施用稻草和厩肥后,蛋白石转变成单硅酸的过程与土壤pH的关系,进行了下述试验。称取长江冲积物发育的水稻土(pH7.3)和第四纪红色粘土母质发育的水稻土(pH5.6)各50克,加蒸馏水100毫升,按土重的0.3%、0.6%、0.9%加入含SiO₂8.6%的稻草粉,以不加稻草粉为对照,培育3个月后,测定水溶液中的SiO₂含量,所得结果列于表4。资料说明,在中性水稻土中加入稻草后,溶液中可溶性硅的增加较酸性土为明显。

同样,在湖南长沙的第四纪红色粘土发育的水稻土上(pH6.1),自1981年起每年每亩按300公斤稻草或猪粪500公斤连续施用。于1982—1983年分析有效硅的含量,与对照(NK或NP K)相比,增加也不明显。

表4 不同水稻土加入稻草后的溶性硅含量(SiO₂ppm)

水稻土类型	长江冲积性水稻土(pH7.3)				第四纪红色粘土发育的水稻土(pH5.6)			
稻草加入量(占土重%)	0	0.3	0.6	0.9	0	0.3	0.6	0.9
土壤溶液中可溶性硅含量	20	21	72	104	13	13	14	15
表观释效率(%)	—	0.7	20.1	21.7	—	0	0.4	0.5

表5 不同提取液对稻草中硅的提取量

提 取 剂	醋酸缓冲液	水溶液	NaOH浓度(N)		
			0.005	0.025	0.125
溶液中SiO ₂ 浓度(ppm)	痕 迹	11	101	388	393
稻草中SiO ₂ 溶解率(%)	—	1.3	11.7	45.1	45.7

在用偏光显微镜观察植稻土壤的矿物组成时,可以看到哑铃状的非结晶硅片,这就是水稻硅化物细胞腐败分解后残留的蛋白石。这一事实说明,稻草中的硅在土壤中从多硅酸聚合态转变成溶性单硅酸,是一个缓慢的过程。而转变过程的速度,从以上结果初步表明,提高土壤pH有加速其转化的趋向。

为了进一步了解pH对稻草中硅的分解作用,称取上述作培育试验的稻草粉1克,加不同提取液100毫升,于塑料瓶内放置24小时后测定溶液中的SiO₂量。从表5材料可以看出,稻草中的硅在pH4的醋酸缓冲液中几乎不溶解。以后随着溶液中NaOH浓度的增加,溶液pH的提高,溶解率也随之增加。但0.025N和0.125N NaOH溶液中稻草硅的溶解率差别不大,其原因可能是随着NaOH浓度的增加,离子活度降低,另外,由于硅酸的离解与聚合趋于平衡所致。总之,稻草中的硅不溶解于酸,而在碱性溶液中则能逐步溶解。

三、连续植稻过程土壤有效硅的消耗

试验是以盆栽方式进行。供试土壤采自浙江和江苏四种不同母质发育的水稻土,它们代表不同的供硅能力。每盆装土2.5公斤,每季每盆按N、P₂O₅、K₂O各0.6克施用。为了避免

表6 连续植稻过程土壤有效硅的变化*

水稻土母质	土壤有效硅(SiO_2 毫克/100克土)			
	试验开始	第1季	第2季	第3季
紫色土	36.0	21.0	13.5	10.5
冲积土	26.0	14.0	8.5	6.3
第四纪红色粘土	12.2	11.5	7.5	5.5
红砂岩	4.5	3.5	2.5	2.0

* 杜承林提供土样

稻土,其斜率分别为0.21和0.18,其它两种供硅能力低的水稻土则为0.12。这一事实说明,在有效硅含量高的土壤上,水稻对硅的吸收明显高于有效硅低的土壤。另外由于水稻吸收硅素的能力强,植稻过程有效硅的消耗大,土壤供硅能力降低很迅速。例如同为湖南桃江冲积物发育的土壤,植棉地耕层有效硅含量是43.6毫克,水稻土则仅为27.8毫克。因此实行稻棉轮作可改善水稻的硅素营养。

以上就土壤性质、施肥和连续植稻对土壤有效硅含量的影响作了初步探讨。此外在用浙江金华发育于第四纪红色粘土的水稻土进行淹水培育,观察有效硅含量变化的动态过程时,得到随着淹水过程土壤pH的提高,有效硅含量增加的规律^[3]。其原因可能是和溶性硅共沉淀的铁锰化合物,随着淹水过程铁锰还原游离,而使有效硅逐步释放。

参 考 文 献

- [1] 戚惠林等,我国南方水稻土供硅能力的研究。土壤学报,19(2):131—140,1982。
- [2] 周鸣铮,有关水稻土壤养料肥力的某些研究的论述(下)。土壤学进展,9(2):12—23,1981。
- [3] 戚惠林等,我国南方水稻施用电厂粉煤灰硅钙肥的研究。热力发电,2:34—38,1982。

(上接第118页)

真空提取装置的机械设计、加工与组装。和金坛电分析仪器厂联合研制的ECM—1型袖珍式电化学复用仪”已通过鉴定;完成含氮空环载体的新型pH电极及其影响机理的研究;筛选出一种中性载体PVC膜(ETH—129)钙电极;制备了硝酸根、高氯酸根和钾电极。水盐动态测定数据采集和处理系统的研制,完成了第一阶段的任务,解决了用于280个传感器自动换档测定的电导仪、长线屏蔽及计算机接口、计算机控制程序等关键性技术问题,并已进行观测仪器与计算机联结的演示,测量精度达到预定指标;第二阶段实验室土柱模拟观测已开始进行,观测正常后即可移至现场安装使用。现代化土壤常规分析样品前处理装置,已完成样品烘干、粉碎及过筛的研制,装配了相应的设备。恒温振荡器及无漏斗过滤提取有效养分的装置亦研制成功,即可投入试用。上述仪器设备的制作与研制,有力地促进了我所科研工作的发展。

(科技处)