

旱地红壤施用石灰对土壤供磷的影响

熊德中 刘淑欣

(福建农学院)

摘 要

旱地红壤施用适量石灰能中和土壤酸度,改善作物根系生长,增大根系的吸收面积,增强作物根系对磷的吸收能力。

福建旱地红壤占旱耕地面积的85%。由于受高温多雨气候影响,土壤风化强烈,酸性强,生物活性差,吸磷强度大。缺乏磷素营养,已成为旱地红壤限制作物正常生长的主要障碍因子之一。施用石灰可以调节旱地红壤的酸度,提高磷肥施用效果。但能否提高土壤的供磷水平,仍有不同看法^[1-4]。鉴此,我们进行了石灰用量对旱地红壤供磷特性,作物生长和吸磷状况影响的试验,为科学地确定石灰用量,充分发挥磷肥效果提供理论依据。

一、试验材料与方法

(一)供试土壤 土壤采自三明荆东地区。成土母质为第四纪红色粘土。表土(0—20厘米)的理化性质为:有机质0.57%;全磷(P)0.024%;有效磷(P)3.1ppm; pH4.7;粘粒(<0.01毫米)含量51.65%。土壤吸磷强度(以磷酸吸收系数(PAC)表示^[5]为315毫克P/100克干土。

(二)石灰用量的盆栽试验 试验分7个处理,见表1。

具体方法是:每盆装入通过0.2毫米筛孔的风干土壤3.25公斤,使之与石灰充分混合后,再施入肥料。然后播入箭舌豌豆,75天后收获。测定各处理植株的干重和含磷量(用 $H_2SO_4-HClO_4$ 消煮,钼黄比色)。各处理均重复3次。

(三)培养试验 分两组进行:

第一组为石灰用量对土壤PAC影响试验。试验处理同前面的盆栽试验。方法如下:称50克供试土壤于烧杯内(共18份),按处理要求分别加入石灰和肥料,拌匀后,加水至湿润状态,在室温下培养一周后,测定各处理土壤的PAC。

第二组为土壤干湿交替对土壤吸磷状况影响试验。分3个处理:A,50克土壤加0.1克CaO及15毫升磷溶液(含P50ppm);B,50克土壤加15毫升磷溶液(含P50ppm);C,50

表1 各处理的肥料和石灰用量*

处理代号	肥料及石灰用量 (克/盆)
L ₀	N 0.3克; P ₂ O ₅ 0.4克; K ₂ O 0.4克
L ₃	施肥同上, CaO 3克。
L ₆	施肥同上, CaO 6克。
L ₉	施肥同上, CaO 9克。
L ₁₂	施肥同上, CaO 12克。
L ₁₅	施肥同上, CaO 15克。
NK	N 0.3克; K ₂ O 0.4克

* 肥料品种: 氮肥硫酸铵、磷肥过磷酸钙、钾肥氯化钾

克土壤加0.1克CaO。各处理重复2次。将水分调至田间持水量的60%，放置在室内，待土壤干燥后复行加水，使之湿润，再放置土壤干燥，如此重复2次(历时25天)。然后测定各处理的速效磷量(Olsen法)。

二、结果与讨论

(一) 施用石灰对旱地红壤pH、有效磷、PAC的影响

施用石灰对土壤pH和供磷特性具有显著的影响。从图1看出，供试土壤原来的pH为4.7，施用石灰后土壤pH不断上升。当每公斤土壤施CaO为1.846克时，pH上升至6.1；而每公斤土壤施CaO2.769克时，pH为6.9。石灰用量与Hp之间呈正显著相关，相关系数 r 为0.996**。施用石灰并保持土壤处于湿润状态下，土壤吸磷强度随石灰用量的增加而增大。石灰施用量与土壤PAC呈极显著正相关($r = 0.977^{**}$)。据Robarge和Corey (1979)研究认为，这可能是由于随着酸性土壤的pH上升，活性铁铝产生沉淀，这种新沉淀的聚合体在土壤中形成一个活性很强的吸附表面，使土壤的吸磷能力明显增强。

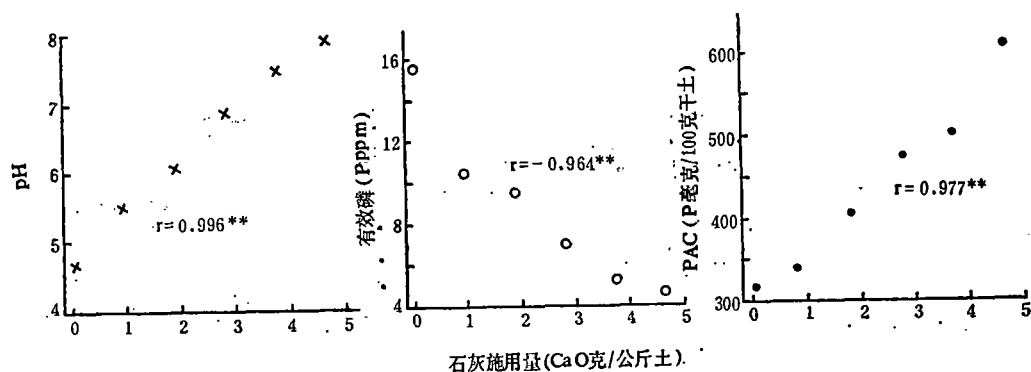


图1 石灰用量与旱地红壤PH、有效磷及PAC的关系

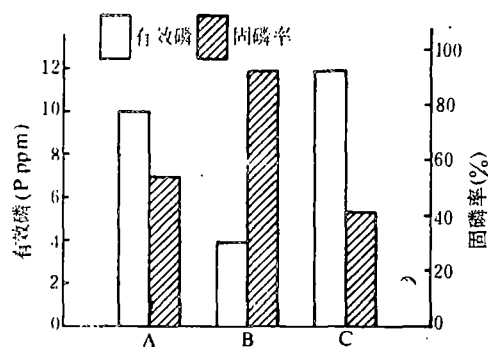


图2 土壤干湿交替过程对旱地红壤吸附磷酸的影响

A: 50克土 + 0.1克CaO + 15ml 50ppm溶液。

B: 50克土 + 15ml 50ppmP溶液。

C: 50克土 + 0.1克CaO + 15ml 50ppmP溶液(磷在测定前72小时加入)。

在室温下风干后再湿润，如此反复2次，历时25天。

由于施用石灰能增强土壤的吸磷强度，从而导致施入土壤中的磷肥有效性的下降。土壤有效磷含量与石灰用量呈极显著负相关，相关系数 r 为-0.964**。

(二) 土壤干湿交替对旱地红壤吸磷特性的影响

旱地红壤施用石灰并保持土壤处于湿润状态，能增强土壤对磷酸盐的吸附强度。但施用石灰后，如土壤经历一个干湿交替过程再施磷肥，则土壤的吸磷强度明显降低(见图2C)，土壤固磷率为40.5%，土壤有效磷(P)为12ppm。而未施石灰处理者，土壤虽经干湿交替过程，但土壤吸磷强度却大大上升，土壤固磷率高达93.9%，有效磷含量也大大下降(见图2B)。石灰与磷肥同时

施用,再经干湿过程,其土壤固磷率为53.9%,也明显低于未施石灰处理者。由此可见,施石灰的土壤,经干湿交替过程后降低了土壤的吸磷强度,从而使施入土壤中的磷肥保持较高的有较性。

据研究,对于风化度较高的土壤,施用石灰后,土壤经过由湿到干的过程,可能使土壤的表面化学特性发生重大变化,促使无定形氢氧化铝聚合物转化为结晶态的水铝矿。新形成的结晶氢氧化铝的活性吸附表面比氢氧化铝聚合物的表面积小得多。因此,施用石灰后土壤再经过干湿交替过程,使其对磷酸盐的吸附作用明显减弱。

(三)石灰施用量对磷肥效果的影响

旱地红壤施用石灰并保持土壤处于湿润状态,石灰一方面中和了土壤酸度,减少了活性铝浓度,改善了作物根系生长的环境条件;而另一方面,又使土壤吸磷强度增大,有效磷含量降低。因此,石灰用量不同对作物生长、产量和磷肥利用率的影响具有明显差异。

在供试的旱地红壤上,每公斤土壤CaO用量在1.846克以内时,作物干重随石灰用量的增加而明显上升。若石灰用量超过此数值,作物干重就明显下降。石灰施用量与作物干重之间的关系,经方差分析得出处理间的差异极显著,F值为11.449** ($F=5.46$)。用L.S.D法进行多重比较(表2)看出,L₀处理的作物产量最高,与L₀处理的差异极显著;与L₀处理的差异也达到显著水准。而L₁₅处理与L₀处理的差异呈负的显著水准,说明施石灰非但未能提高作物产量,反而使产量显著下降。

表2 石灰用量对作物干物质产量(克/盆)影响的比较

处 理	平均产量($\bar{x}$)	$\bar{x}-3.793$	$\bar{x}-2.438$	$\bar{x}-3.031$	$\bar{x}-4.051$	$\bar{x}-5.119$
L ₀	5.543	1.750**	3.105**	2.512**	1.492*	0.424
L ₃	5.119	1.326*	2.681**	2.088**	1.068	
L ₆	4.051	0.258	1.568**	1.512*		
L ₁₂	3.031	-0.762	0.548			
L ₁₅	2.438	-1.355*				
L ₀	3.793					

* 5%L.S.D=1.104; **1%L.S.D=1.570

从图3看出,各处理作物的吸磷量和磷肥利用率,以L₀处理的作物吸磷量和磷肥利用率都最高。而L₁₅处理最差,作物吸磷量比L₀处理低53.15%,磷肥利用率仅达1.34%。作物的生长状况也有同样的趋势(表3)。旱地红壤不施用石灰或施用石灰过多都不利作物正常生长。

L₀、L₃、L₁₂、L₁₅四处处理的植株都表现出不同程度的缺磷症状,它们的植株高度第一次分枝数、根瘤状况等都不及L₀处理。从各处理作物根系生长状况看出,L₀处理的作物根系生长最旺

盛,根量最大,每盆干根重较L₀处理的增加了57.2%,较L₃处理的增加了39.0%。L₃处理的作物根系生长也较好,每盆干根重较不施石灰的

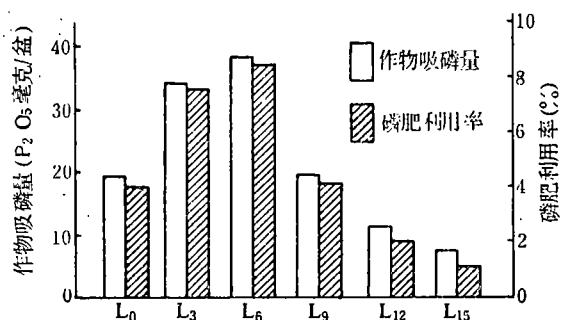


图3 石灰用量对旱地红壤作物的吸磷量及磷肥利用率的影响

表3

石灰用量对作物生长的影响

处 理	株 高 (厘米)	第一次分枝数 (个)	根瘤状况	作 物 长 势
L ₀	28.2	2.5	少量、小	茎上部粗、老化卷缩、叶淡紫、叶尖枯黄。
L ₃	26.3	3.8	较多、较大	叶色正常、长势较好。
L ₆	29.0	4.8	多、大	叶色正常、长势良好。
L ₉	28.3	2.7	少量、小	心叶淡紫，下部叶暗绿
L ₁₂	24.3	2.4	少量、小	叶严重紫色，枯黄、直立。
L ₁₅	24.2	2.0	很少、小	心叶枯萎、卷缩、直立。

处理增加了46.4%，比L₀处理的增加升了29.5%。而L₁₅处理的作物根系生长最差，根系短而较粗，根量也最低，较L₀处理的根重降低了43.7%。Barher认为，作物根系是影响磷素吸收的最为重要的参数。但随石灰用量的增加，土壤吸附磷量增加，严重地限制了磷肥效果的发挥，减少作物可利用的磷素。

根据我们的试验，石灰用量似以使土壤pH调节在6.1左右为宜，当石灰施用量使土壤pH上升至6.9时，磷肥效果大大降低。

表4 石灰用量对作物根系重量的影响

处 理	L ₀	L ₃	L ₆	L ₉	L ₁₂	L ₁₅
根系干重(克/盆)	1.348	1.974	2.119	1.524	1.048	0.759

三、小 结

旱地红壤施用石灰在湿润状态下，土壤吸磷强度随石灰用量的增加而增大；土壤有效磷含量则随石灰用量的上升而下降。旱地红壤施用石灰后，经过干湿交替过程再施用磷肥，土壤吸磷量较未施石灰处理明显下降，土壤有效磷含量显著上升。

旱地红壤施用适量石灰，可中和土壤酸度，改善作物根系生长环境条件，扩大根系吸收面积，增加了作物根系对土壤磷素的吸收能力，提高了磷肥效果。石灰施用量以使土壤pH调节至6.1左右为宜，用量过大，土壤pH达到中性时，作物产量和磷肥利用率都显著下降。

参 考 文 献

- [1] Haynes, 酸性土壤施用石灰与磷酸盐的有效性(评述), 国外农学-土壤肥料, (2):39-43页, 1984。
- [2] Kamprath 等, 施石灰对土壤养分有效性的影响。土壤农化(参考资料), (6):29-40页, 1976。
- [3] K. 门格尔, 植物营养与施肥原理, 65-68页。农牧渔业部教育司、西北学院, 1983。
- [4] Haynes, Sil Science, Vol. 135, No. 4:22 :-227, 1983。
- [5] 刘淑欣, 熊德中, 福建省主要土类固磷强度的研究, 福建农学院学报, 21-33页, 1期, 1983。

(上接第238页)

- [5] 龚子同第著, 华中亚热带土壤。163-169页, 湖南出版社, 1983。
- [6] 欧阳洮、钱承樑、李贵, 湖南衡阳盆地土壤中锌的地球化学特征及其与植物生长的关系。土壤学报, 21卷1期45-57页, 1984。
- [7] N. S. Randhawa and J. C. Katyal, Transaction of 12TH International Congress of Soil Science Symposia Paper II. Vol. 3, 192-211, New Delhi India, 1982。