

施肥对红壤有机—无机复合体活性的影响*

甘海华 徐盛荣

(华南农业大学) (南京农业大学)

摘 要

盆栽试验结果表明,在红壤上施用有机肥或石灰,特别是二者配合施用,可以提高土壤的 pH 值,降低土壤有机—无机复合体的比表面积和无定形氧化铁、铝的含量,减少磷的固定,有利于改善土壤有机—无机复合体的品质。

红壤是我国热带、亚热带地区的地带性土壤,广泛分布于江南各省、区。由于红壤对磷肥有强烈的固定作用,因而造成红壤地区缺磷。本文通过盆栽试验,探讨施用有机肥、石灰及化肥等对红壤有机—无机复合体活性的影响,为改良红壤,提高红壤肥力提供一定的科学依据。

一、材料和方法

(一)供试土壤

为发育于第四纪红色粘土上的红壤,采自江西省临川县小华山红壤试验区。土壤 pH 值 (1mol/L KCl) 为 3.78,有机碳含量 1.69 g/kg,全磷 0.171g/kg,全氮 0.354g/kg,碱解氮 21.3mg/kg,速效磷 0.70mg/kg,CEC 10.24 cmol/kg。

(二)试验处理及方法

盆栽试验设 7 个处理(表 1),每处理 3 个重复。

将 21 只直径为 20cm,高 17cm 的塑料小桶的底部钻一小孔,用塑料纱布塞住,每桶装 2.5kg 土供盆栽试验用。1990 年 4 月 26 日第 1 次播种玉米,每桶 3 株,同年 8 月 5 日收割;1991 年 1 月 3 日播种小麦,每桶留苗 4 株,5 月 2 日收割。1991 年 6 月 17 日第 2 次播种玉米,每桶 3 株,9 月 12 日收割。9 月 15 日取混合土样,风干,过 1mm 筛备用。

表 1 试 验 处 理

处 理	1990 年 3 月 8 日	1991 年 1 月 16 日
对 照	—	—
化 肥	复合肥 1.5g	复合肥 2.0g
秸秆+化肥	秸秆 30.0g,复合肥 1.5g	复合肥 2.0g
石 灰	CaCO ₃ 2.0g	CaCO ₃ 2.0g
猪粪+化肥	湿猪粪 100g,复合肥 1.5g	湿猪粪 100g,复合肥 2.0g
猪 粪	湿猪粪 100g	湿猪粪 100g
石灰+猪粪	CaCO ₃ 2.0g,湿猪粪 100g	CaCO ₃ 2.0g,湿猪粪 100g

注:复合肥为芬兰产,N:P:K=15:15:15

* 试验得到潘剑君老师的帮助,特此致谢。

(三)测定方法

无定形氧化铁、铝用酸性(pH=3.2)草酸铵浸提,Fe用原子吸收法,Al用铝试灵比色法;土壤磷酸酶用人工培养基、酚量比色法^[1];红壤复合体比表面积采用乙二醇乙醚法^[2];土壤有机-无机复合体的提取采用超声波分散,沉降法分离^[3];磷的吸附和解吸试验采用平衡培养法^[1]。

二、结果与讨论

(一)各处理对土壤 pH、磷酸酶活性的影响

据研究^[4],土壤磷酸酶与土壤速效磷呈显著正相关($r=0.745^{**}$),土壤磷酸酶直接影响土壤有机磷的矿化和有效性。从盆栽试验结果(表2)可以看出,各处理红壤中都以酸性磷酸酶的活性最高(占总活性的38.8—49.4%),其次是碱性磷酸酶的活性(占总活性的26.2—36.7%),中性磷酸酶的活性最低(占总活性的21.0—26.4%)。各处理之间,以施用猪粪+石灰处理的磷酸酶总活性增加最多,其次是石灰和猪粪+化肥的处理,单施化肥和秸秆对磷酸酶总活性影响不大。

表2还表明,各处理土壤的pH值也发生明显的变化:施用石灰+猪粪的处理比对照提高

表2 各处理土壤的pH值及磷酸酶含量

处理	磷酸酶活性*						磷酸酶活性 mg/100g	pH (1mol/L KCl)
	酸性		中性		碱性			
	mg/100	占总活性 %	mg/100g	占总活性 %	mg/100g	占总活性 %		
对 照	170.6	49.4	73.0	21.2	101.2	29.4	345.1	3.85
化 肥	167.1	48.7	72.2	21.0	103.7	30.2	343.0	3.95
化肥+秸秆	171.7	47.8	77.9	21.7	109.3	30.5	358.9	3.98
石 灰	192.6	47.5	107.1	26.4	106.2	26.2	405.9	4.12
猪粪+化肥	195.3	48.7	92.7	23.1	113.0	28.2	401.0	4.82
猪 粪	195.3	38.8	134.2	26.7	173.5	34.5	503.0	5.62
石灰+猪粪	197.6	42.2	98.6	21.1	171.9	36.7	468.1	6.30

* 磷酸酶活性以24小时培养试验水解的酚量表示(mg 酚/100g)。

2.45个pH值单位;猪粪和猪粪+化肥的处理分别比对照的pH提高1.77和0.97个pH值单位,单施石灰的处理只增加0.27个pH值单位;只施化肥和秸秆的处理,其pH值变化不大。表明施用猪粪、石灰,特别是猪粪和石灰配合施用,可以显著地提高土壤的pH值。

(二)各处理对红壤有机-无机复合体性质的影响

由表3可看出:(1)石灰+猪粪处理的土壤复合体($<2\mu\text{m}$)的CEC比对照高29.8%,说明红壤施用石灰和猪粪能显著地提高复合体的CEC;(2)石灰+猪粪处理的土壤复合体的比表面积仅为对照的79%,猪粪处理的为对照的83%。不同处理对减少土壤复合体比表面积的次序为:石灰+猪粪>化肥+猪粪>猪粪>石灰>化肥>秸秆+化肥>对照。这主要是由于有机质在复合体中起连接作用,当增施有机肥后,就有更多的有机质与无机胶体结合形成有机-无机复合体,使被连接的无机胶体部分的比表面积减少;(3)施用猪粪和石灰可以减少红壤复合体中无定形氧化铁、铝的含量,降低氧化铁的活化度。各处理的复合体中无定形氧化铁的含量

减少的次序为:石灰+猪粪>猪粪>化肥+猪粪>化肥>秸秆+化肥>石灰;各处理复合体中无定形氧化铝的含量减少的次序为:化肥+猪粪>石灰+猪粪>猪粪>石灰>秸秆+化肥>化肥。这是由于红壤施用猪粪和石灰后,土壤的pH值上升,从而使无定形氧化铁、铝的含量下降;同时,施用化肥后,由于肥料中磷酸离子与无定形氧化铁、铝形成磷酸盐沉淀,也可以降低无定形氧化铁、铝的含量。统计分析表明,红壤的pH值与红壤复合体中无定形氧化铁、铝含量及氧化铁的活化度间的相关系数分别为-0.48*, -0.554和0.857*,除铝含量外,与其余两者都呈显著的负相关。

表3 各处理的土壤复合体(<2 μ m)性状

处 理	CEC (cmol/kg)	比表面积 (m ² /g)	无定形 Fe ₂ O ₃ (mg/kg)	无定形氧化铝 (Al,mg/kg)	氧化铁活化度 (%)	吸附磷 (μ g/g)	解吸磷 (μ g/g)
对 照	22.8	189.2	2425	4625	4.59	799.5	1.33
化 肥	23.7	175.1	2132	3965	4.22	794.9	4.14
秸秆+化肥	23.8	180.6	2136	2762	4.19	794.7	2.80
石 灰	24.3	168.1	2158	2310	4.33	792.9	5.90
猪粪+化肥	23.7	155.5	1827	935	3.60	779.2	15.14
猪 粪	24.6	157.5	1789	2229	3.68	722.7	45.96
石灰+猪粪	29.6	150.3	1766	1989	3.53	729.7	44.15

(三)各处理土壤对磷素吸附和解吸的影响

从试验结果(表3)可以看出,各处理均能减少土壤复合体对磷的吸附量,其中以施猪粪处理的减少得最多。其次序是:猪粪>猪粪+石灰>猪粪+化肥>石灰>化肥>秸秆+化肥。对磷的解吸量则相反,各处理都高于对照,其中也以猪粪处理的最高。

对各处理的红壤复合体(<2 μ m)的某些性质,经统计分析表明:土壤复合体的比表面积与土壤复合体中无定形氧化铁、铝含量呈极显著正相关(0.953**, 0.839**),也就是说,无定形氧化铁、铝含量减少,其复合体的比表面积也随之减小;土壤复合体的比表面积与复合体氧化铁的活化度(Fe_o/Fe_d)也呈极显著正相关(0.933**)。土壤复合体的比表面积与对磷的吸附量呈显著正相关(0.782*)。而与复合体对磷的解吸量呈显著负相关(-0.837*)。这些均说明减少比表面积可以减少复合体对磷的吸附能,增大对磷的解吸量。这与前人的研究相吻合^[5]。

红壤对磷的固定的主要原因是由于红壤中存在较多的 Al(OH)₂⁺和 Fe(OH)₂⁺,以形成难溶性的磷酸铁、铝化合物。土壤施入有机肥(猪粪)能增加土壤腐殖质的含量,腐殖质中羧基(-COOH)具有平衡 Al(OH)₂⁺, Fe(OH)₂⁺电荷的作用,减少对磷的固定;另一方面,由于红壤中施入石灰,使得 Al(OH)₂⁺, Fe(OH)₂⁺沉淀,降低了铁、铝的活性,减少了土壤复合体的比表面积,有利于磷的解吸。

从上可以看出,通过施用有机肥、石灰以及化肥等,可以改变土壤复合体对磷的吸附性能,降低磷的固定。

参 考 文 献

- [1] 严昶开,土壤肥力研究法,农业出版社,1988。
- [2] 马毅杰,测定比表面的乙二醇醚吸附法,土壤,第3期,105-107页,1981。
- [3] 熊毅等编著,土壤胶体,科学出版社,1985。
- [4] 杨邦俊、向世群,有机肥对紫色水稻土壤磷酸酶活性及磷素转化作用的影响,土壤通报,第3期,108-110页,1990。
- [5] 朱荫渭,土壤对磷酸盐吸附作用的研究(摘要),中国土壤学会论文集(下),243页,1983。