第2卷 第3期
1996年9月

植物营养与肥料学报
PLANT NUTRITION AND FERTILIZER SCIENCE

Vol.2 No.3
Sep. 1996

有机肥对土壤磷吸附—解吸的直接影响①

章永松　林咸永　倪吾钟

（浙江农业大学农业化学系，杭州 310029）

摘　要

本文采用自行设计的一种扣除来自有机肥中磷的方法，对有机肥影响土壤磷吸附与解吸的直接作用进行了研究。结果表明，猪粪和牛粪均能明显降低两种水稻土对磷的吸附，增加磷解吸；而纤维素只有在土壤磷水平较高时才起作用。上述作用在红壤性水稻土中优于青紫泥；在同一土壤上，对磷水平高的土壤的作用明显大于磷水平低的土壤。在有机肥对土壤磷吸附—解吸的直接影响中，其中的可溶性有机物起主要作用。

关键词　有机肥　纤维素　磷吸附—解吸　水稻土

有机肥能减少土壤对无机磷的固定，提高土壤磷的有效性[4~6,8,9]。普遍认为通过影响土壤磷吸附—解吸特性是有机肥提高土壤磷有效性的一个重要原因[2,3,5,7]。因此，有关有机肥降低土壤磷吸附、增加磷解吸的效果与机理研究引起了广大研究者的兴趣。然而，以往有关有机肥对土壤吸磷特性与解磷特征的研究，多采用有机肥与土壤混合后直接或经培养后的样品进行磷的吸附与解吸试验。由于有机肥本身带入大量的磷，使得有机肥处理与对照样品的磷吸附不在同一水平上进行，自然会得出不同的吸磷特性。另外，用磷的解吸量来解释有机肥活化土壤中磷的作用也会出现较大误差。因来自有机肥的有机磷在解吸过程中，尤其是在做连续解吸试验时，有可能发生矿化而使结果偏高。为此，设计了一种扣除来自有机肥中磷的方法，对有机肥影响土壤磷吸附与解吸的直接作用进行了研究。

一、材料与方法

（一）供试土壤和有机肥

供试土壤为浙江省分布较广的红壤性水稻土和青紫泥。其基本性状见表1。为研究有机肥对不同施磷水平土壤磷吸附—解吸影响的差异，以0、500和1000mg/L的P溶液，按土液比1:1混合，保湿培养1个月后，风干、磨碎过1mm筛备用。

猪粪、牛粪和化学纯纤维素分别代表含磷较高、低和不含磷三种有机肥（物）。有机肥采集后立即在70℃下烘干，粉碎后备用。猪、牛粪中的磷组分见表2。

（二）处理

试验共设6个，分别为：(1)100g土（对照）；(2)100g土＋2.427g猪粪；(3)100g土＋2.700g猪粪（比处理2多加10%）；(4)100g土＋2.813g牛粪；(5)100g土＋3.094g牛粪（比处理4多加10%）；(6)100g土＋2.000g纤维素。上述处理的土样充分混匀后按下述方法直接进行磷的吸附试验。处理(2)(4)(6)中所加有机肥的量，按各种有机

① 国家自然科学基金资助项目。
收稿日期：1996－03－04

表 1　供试土壤基本性状

Table 1　Some properties of the soils used

土壤类型 Soil type	有机质 O.M (%)	pH	粘粒含量 Clay (%)	全磷 Total P (%)	有机磷 Organic P (mg/kg)	有效磷 Olsen P (mg/kg)
红壤性水稻土 Ultisol	3.09	5.72	45.3	0.487	130	164
青紫泥 Entisol	4.56	5.97	46.3	0.680	170	28.3

表 2　有机肥中的磷组份 (mg/g)

Table 2　P-fractions of the organic manure

有机肥　Org. manure	有机质 O. M.	全磷　Total P	有机磷　Po	无机磷　Pi
猪粪　Pig feces	824	23.1	15.2	7.9
牛粪　Cow feces	711	6.60	3.7	2.9

肥所含有机质的量计算，相当于土重的2%。处理(3)和(5)是用作扣除来自有机肥的磷对土壤解吸磷带来影响而特别设置的。其扣除原理类似于化学分析中的标准加入法，即通过增加10%的有机肥用量作为加入的标准物质，因多加的一部分有机肥与各处理处于同一条件，在解吸过程中有机磷的矿化速率应非常接近，故处理(3)比处理(2)高出的磷解吸量可视为来自多加的10%猪粪的磷解吸量，此值乘以10即为处理(2)中来自猪粪的磷解吸量。其计算方法如下：

$$Q = Q_2-(Q_3-Q_2)\times 10$$

式中Q为猪粪(或牛粪)处理土壤中来自土壤的磷解吸量；Q_2为猪粪(或牛粪)处理土壤的磷解吸总量(处理2或4)；Q_3为多加10%猪粪(或牛粪)处理土壤的磷解吸总量(处理3或5)；(Q_3-Q_2)为来自多加的10%猪粪(或牛粪)的磷解吸量。选择多加10%有机肥是因增加比例太小将增大测定误差，比例太大则会因条件改变较多影响矿化速率。

(三)磷吸附与解吸试验

1. 吸附试验　为使各处理土壤的磷吸附试验液起始磷浓度相同(P，20mg/L，以0.01mol/L $CaCl_2$配制)，各处理的吸附液磷浓度分别进行配制，即猪粪和牛粪处理的土壤需分别扣除它们自身带入的无机磷的量，取上述处理的土样0.5000g于25mL塑料离心管中，加10ml吸附液(土液比1:20)，振荡1小时，于30℃下吸附23小时后再振荡半小时，3600r/min离心10分钟，上清液以钼锑抗法定磷。

2. 解吸试验　经上述吸附试验后的土样，用5mL无水乙醇悬浮，离心洗涤2次。加10ml 0.01mol/L $CaCl_2$悬浮，其余步骤与吸附试验相同。上述解吸试验连续进行10次，以观察解吸容量，有机肥处理的解吸量按前面介绍的方法计算。

二、结果与讨论

(一)有机肥和纤维素对土壤磷吸附一解吸的直接影响

将有机肥和纤维素与经不同磷水平处理的两种土壤混合后，立即进行磷吸附试验结果(图1)表明，猪粪和牛粪均能明显降低两种水稻土对磷的吸附，尤其是高磷水平处理的土壤效果更

为显著，猪粪的效果优于牛粪。纤维素则表现为除对高磷(1000mg/L)处理的土壤略有减少对磷的吸附作用外，对磷处理水平为500mg/L和对照处理土壤的磷吸附均无明显影响。Lynch等人曾研究指出[8]，植物残体在分解过程中其碳水化合物可被蒙脱石和高岭石有效吸附，对粘土矿物表面的磷吸附位点可起掩蔽作用而降低磷的吸附。因此，上述结果说明纤维素在分解之前可能对粘土矿物表面的磷吸附位点的掩蔽作用不大，因而降低磷吸附的效果不明显。然而，对高磷处理的土壤表现出一定效果则说明纤维素有可能对磷的拟物理吸附过程产生直接影响。土壤磷吸附一般包括化学吸附和拟物理吸附。土壤经高磷处理后，大多数吸附自由能大的化学吸附位点(以共价键结合)已被占据，剩下的大多为拟物理吸附位点。通过比较红壤性水稻土和青

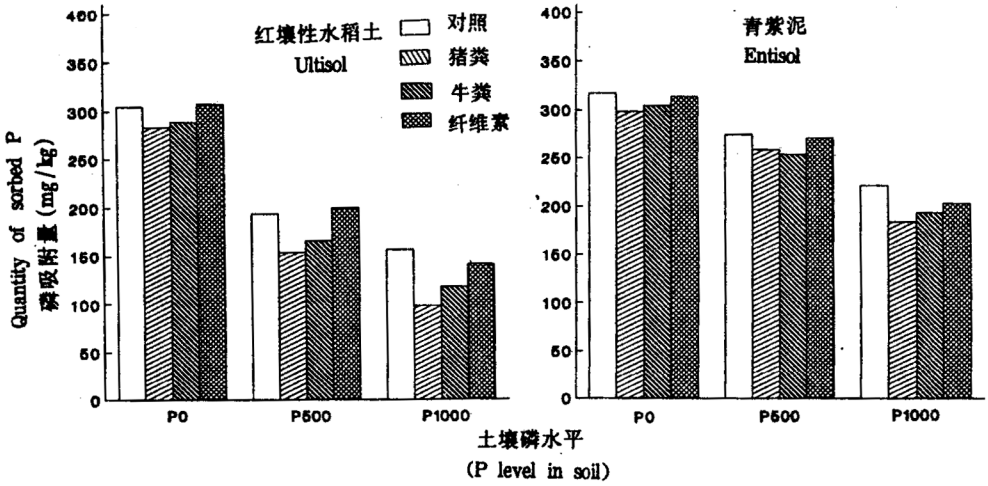

图1 不同有机肥对两种土壤磷吸附的直接影响

Fig.1 Direct effect of different organic manure on P adsorption in two soils

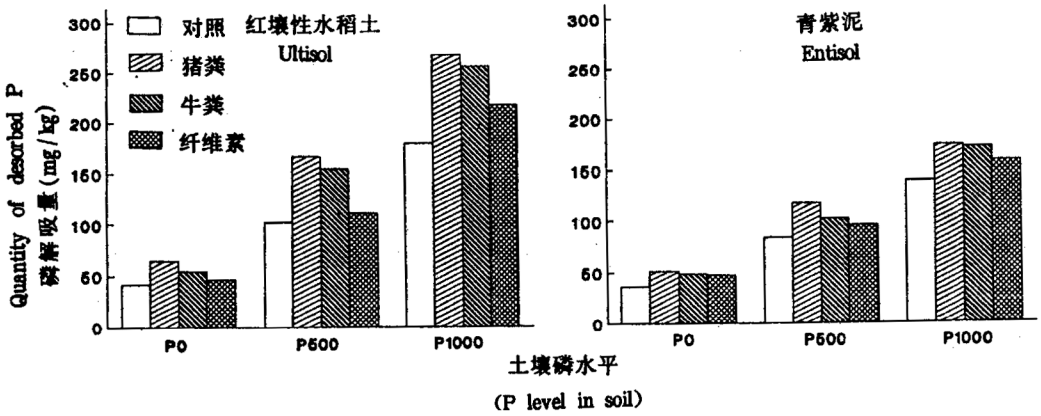

图2 不同有机肥对两种土壤连续解吸的直接影响

Fig.2 Direct effect of different organic manure on continual P-desorption in two soils

紫泥可以发现，有机肥对前者降低磷吸附的效果明显大于后者，并且前者不同磷水平处理之间的差异也比后者大得多。这一结果说明青紫泥的磷吸附容量比红壤性水稻土大，而且化学吸附位点所占的比例较高。

从连续10天的磷解吸试验来看(图2)，无论是有机肥还是纤维素对所有不同磷水平处理的土壤均有明显增加磷解吸的作用。其中有机肥的效果大于纤维素，在高磷水平下优于低磷水平。从解吸过程中还发现，开始解吸的第一、二天有机肥和纤维素对增加磷解吸的效果并不明显。然而，随着解吸进程的推进效果开始逐步明显，随后又下降，这一变化以有机肥处理的更为突出。以上变化过程有可能是由在连续解吸过程中有机物逐步开始分解产生的阴离子对吸附点位上的磷发生取代作用引起的，因有机肥比纤维素容易分解，故效果更为显著。这一现象说明有机肥在增加土壤磷解吸中，起主要作用的不是纤维素，而是其降解产物。

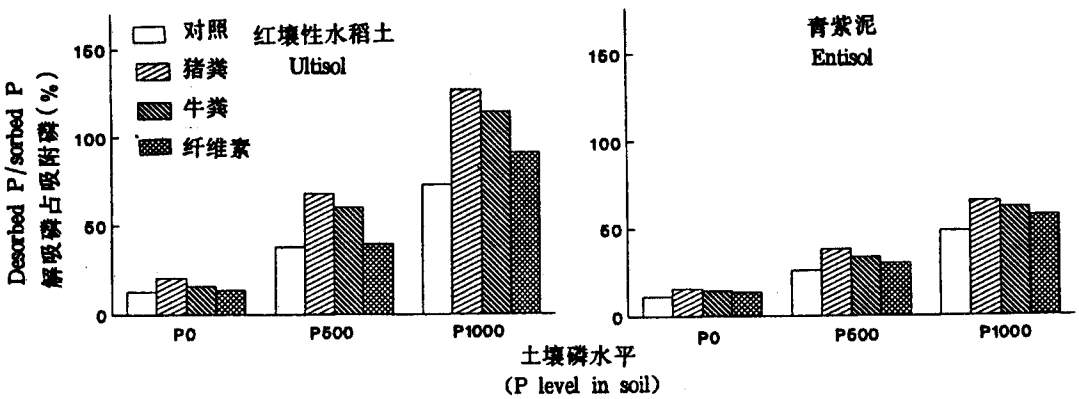

图3 各处理土壤中解吸磷占吸附磷的百分比

Fig.3 The rate of desorbed P in percentage of adsorbed P in each treatment of the soil

将解吸磷计算为占吸附磷的百分比(图3)可以发现，未经磷预处理的原始土壤的解吸磷占吸附磷的比例都相当低，不到20%。而经磷处理的解吸／吸附比明显提高，尤其是P1000处理的红壤性水稻土，加入有机肥可使解吸／吸附比大于100%。也就是说，除吸附试验中所吸附的磷被全部解吸外，还有一部分土壤中的磷也被解吸出来。这一结果说明有磷水平比较低的土壤上单施有机肥来提高土壤磷解吸的效果相对较差，而有机肥与化学磷肥配施则有利于提高化学磷肥的利用率。

(二)有机肥影响土壤磷吸附一解吸的原因

为了探明有机肥降低土壤磷吸附和提高解吸的效果明显大于纤维素的原因，将猪粪用酒精提取可溶性有机物后再按上述方法加入土壤中进行磷吸附一解吸试验。结果(图4)发现，经酒精提取后，猪粪的效果明显降低。这一结果说明有机肥对土壤吸附一解吸的直接影响，其中的可溶性有机物起着主要作用。但酒精提取后的猪粪效果仍比纤维素好，则说明有机肥中非酒精溶性的一些其它有机物对土壤磷吸附一解吸也有直接作用。

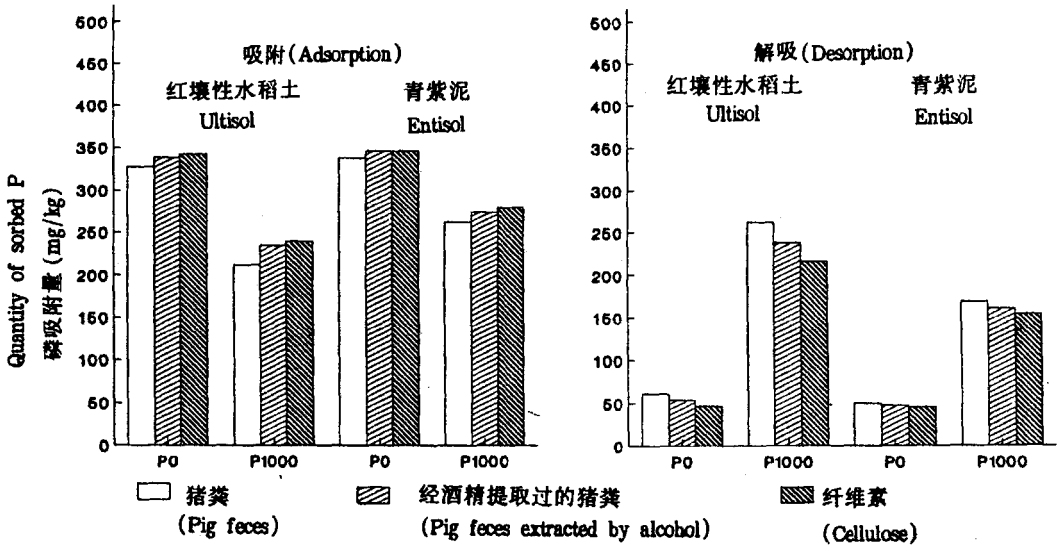

图4 经酒精提取后的猪粪对土壤吸附一解吸的影响

Fig.4 Effect of pig feces extracted by alcohol on P adsorption-desorption in the soils

参 考 文 献

1 王永和,1990:有机肥料对石灰性土壤磷素形态转化及其有效性的影响。南京农业大学硕士论文。

2 何念祖,1981:热带土壤的磷吸附作用。土壤学进展,5:33～39。

3 赵晓齐,鲁如坤,1991:有机肥对土壤磷素吸附的影响。土壤学报,28(1):7～13。

4 罗安程,1991:有机肥改善作物磷素营养效果及其机理研究。浙江农业大学博士论文。

5 A.D. 麦克拉伦等,闵九康译,1984:土壤生物化学。农业出版社。

6 Appelt H, Coleman N T and Pratt P 1975: Interaction between organic compounds, minerals and ions in volcanic-ash-derived soils: I. Adsorption of benzoate, p-OH benzoate, salicylate and phthalate ions. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 39:623～627.

7 Earl K D, Syers J K and McLaughlin J R, 1979: Origin of the effects of tartrate and acetate on phosphate sorption by soil and synthetic gels. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:674～678.

8 Meek B D, Graham L E, Donovan T J and Mayberry K S, 1979: Phosphorus availability in a calcareous soil after high loading rate of animal manure. Soil Sci, Soc. Am. J. 43:741～743.

9 Zhang Y S, Wemer W and Sun X, 1993: Phosphorus adsorption and desorption in paddy soils as affected by organic manure and cellulose. Agribiol. Res. 46:286～294.

DIRECT INFLUENCE OF ORGANIC MANURE ON PHOSPHORUS ADSORPTION-DESORPTION IN THE SOILS

Zhang Yongsong Lin Xianyong Ni Wuzhong
(Dept. of Agrochem. Zhejiang Agri. Univ. Hangzhou 310029)

Summary

In present paper the direct effect of organic manure on phosphorus adsorption-desorption in two paddy soils was studied by a specially designed method to separate the phosphorus coming from minerialization of the organic manure during desorption period. The results showed that both pig feces and cow feces could significantly reduce P-adsorption and increase P-desorption in the soils while cellulose could only play those effects in higher P level soils, especially in the ultisol. On the same type soil, the effect was much more pronounced in the higher P-level soils. The soluble organic substances of organic manure played a main role in the direct effect of organic manure on phosphorus adsorption-desorption in the soils.

Key words Organic manure Cellulose P adsorption-desorption Paddy soil.