

长期定位施肥设施土壤微团聚体磷素 吸附解吸特征性探讨

赵宇光, 梁成华, 杜立宇, 陈新之

(沈阳农业大学 土地与环境学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘 要:以长期定位施肥设施土壤为材料,研究了土壤微团聚体对磷素的吸附特征。结果表明:长期定位施用有机肥料使设施土壤有机质含量增幅达到80%~106%,对比未施用有机肥料的设施土壤,土壤总磷量增幅为16%~33%。设施土壤磷素24 h的释放量大于6 d的释放量。而施用有机肥料土壤的磷素释放量明显大于未施用有机肥料土壤的磷素释放量。施用有机肥料的设施土壤微团聚体对磷素的吸附量与粒径相关性差,但是小粒径微团聚体的磷素释放量增加明显。这可能是由于小粒径微团聚体的有机质与磷素富集所产生的结果。在未施用有机肥料的设施土壤中,小粒级微团聚体对磷素吸附量大于大粒级微团聚体。

关键词:设施土壤;土壤磷素;微团聚体;有机质;等温吸附解析

中图分类号:S 153 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2009)05-0001-04

磷素是制约农业种植业发展的限制因素,磷肥的投入对提高产量有重要作用。然而由于磷素的阴离子存在形式,易被土壤吸附、固持,所以磷肥在土壤中表现为低利用性,致使为保证农作物产量,大量的磷肥被投入农田土壤以保证充足的活性磷素提供作物需要。如此肥料管理措施使农田总磷量富集,对水体环境安全带来隐患。近年来,磷素环境行为的研究不仅集中在结合了磷素的土壤颗粒在地表随水土流失进入水体,还关注在有机肥料的投入增加了磷素在土壤中活动,磷素下迁,在地下水位较高地区,进入地下水,污染水质。

土壤有机质与土壤水是土壤中最活跃的组分,也是土壤发生形成、土壤肥力营造等重要的主控因子^[1]。这两个因子,不仅本身对农业生产构成重要影响,而且对施加到农田土壤中的化学肥料利用同样构成重要影响^[2]。因此调控有机质和土壤水是作为管理土壤质量的重要手段。

土壤各粒径团聚体与土壤磷素关系的研究报道众多^[3],土壤团聚体作为土壤结构功能的基本单位之一,直接与施入土壤中的磷肥发生作用。由于各粒径团聚

体构造组分存在差异,所以对磷素的作用表现不同^[3]。农田土壤有机质与土壤磷素关系的研究也屡见报道^[4],土壤有机质优化土壤结构性的同时,增加了土壤磷素的行为活动。土壤有机质改变土壤团聚体原有状况,影响了土壤磷素行为^[5]。而设施农业具有独特的水、肥、气、热条件及其负荷的耕作管理模式,致使设施土壤质量问题也受到关注^[6]。

针对这一研究,不同利用方式的农田土壤已有报道,而长期定位施肥的设施土壤中团聚体与磷素的关系报道为数不多。该研究以设施蔬菜栽培长期定位试验土壤为材料,采用干筛法分散原土,通过振荡平衡法、等温吸附解析试验,研究长期定位施肥条件下有机肥料的施用对风干土壤团聚体与磷素吸附解析特征的影响。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验在辽宁省沈阳市东陵区沈阳农业大学(北纬41°31',东经123°24')园艺学院蔬菜保护地长期定位肥料试验基地进行,土壤类型为草甸土。该长期定位试验已经连续进行了20 a,其中1988~1996年间完成了2个露地蔬菜栽培轮作循环,1996年将定位土壤分层搬到塑料大棚开始设施蔬菜栽培微区定位试验,试验持续至今^[7]。

1.2 田间试验设计

试验采用完全随机区组设计,3次重复,在重复中设A、B 2组,其中A为施有机肥组 B 为不施有机肥组,试验选用处理如下:AN₀,BN₀。

供试肥料:有机肥(马粪)11.25 kg·plot⁻¹·a⁻¹。

第一作者简介:赵宇光(1983-),男,辽宁人,硕士,现从事农业生态与环境方面的研究工作。E-mail:zyg830120@yahoo.com.cn。

通讯作者:梁成华(1958-),男,辽宁铁岭人,博士,教授,博士研究生导师,现主要从事环境保护与土壤肥力方面的教学与研究工作。E-mail:liang110161@163.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30571266)。

收稿日期:2008-12-20

小区面积 1.5 m², 为防止肥料相互渗透影响, 每个小区建成 0.8 m 深的无底水泥池, 有机肥在每年茬前结合翻地施入。

1.3 供试土壤

供试土壤于 2007 年 4 月采自沈阳农业大学蔬菜设施栽培定位施肥试验基地。在每个处理小区随机采取深度为 0~20 cm 的 3 个土样, 风干后混合。

1.4 测试方法

对风干原土 AN₀, BN₀ 进行干筛, 分别得到粒径在 0.25~0.125 mm, 0.125~0.053 mm, <0.053 mm 3 组不同粒径的力稳性微团聚体。

有机质测定采用重铬酸钾-浓硫酸容量法; 全磷测定采用高氯酸-浓硫酸消解; 磷素测定采用钼蓝比色法。

等温吸附解吸试验: 取同一定量的土壤微团聚体与原土若干份于离心管中, 按 1:25 土液比分别加入含磷 0、20、40、60、80、100 mg/kg 的 pH 7 的 0.01 mol/L CaCl₂ 溶液, 再加 2 滴氯仿以抑制微生物活动, 塞紧管口室温下保存, 保持每天振荡 1 次, 每次 30 min, 平衡培养 6 d, 离心后测定平衡液中磷的浓度, 并计算出吸附量。将上述离心后残留在离心管中的土壤用 95%乙醇淋洗多次, 至淋洗液中磷素检测限量。然后按 1:25 土液比加入不含磷的 pH 7, 0.01 mol/L CaCl₂ 溶液, 同样室温条件下平衡培养 6 d, 保持每天振荡 1 次, 每次 30 min, 平衡培养 6 d, 离心后测定平衡液磷的浓度, 并计算出解吸

量。试验做重复^[8-9]。24 h 连续振荡平衡试验吸附解析试验, 试验处理如上, 振荡时间保持连续 24 h。

2 结果与分析

2.1 供试土壤基本理化性质

供试土壤质地属于砂质粘壤土, 有机物肥料的施用明显改变土壤有机质含量(增幅 80%~106%), 对土壤中的总磷含量的改变也产生影响(增幅 16%~33%), 这可能是由于有机磷的含量差异所造成的。风干土壤微团聚体(<0.053 mm, 0.053~0.125 mm, 0.125~0.25 mm)占风干土壤比重较大(AN₀: 39%; BN₀: 45%), 并且对于土壤机械扰动的敏感性小。因此, 其对磷素的吸附解析特征可以大体表征原土该方面的特征。土壤微团聚体是由其它较小粒径的土壤颗粒团聚而成, 而在一定扰动条件下, 其稳定性遭到破坏, 分散为各不同粒径的更具有稳定性土壤颗粒。供试风干土壤、微团聚体的在湿筛条件下的<0.053 mm 粒级的颗粒含量见表 1。

表 1 供试土样基本理化性质

Table 1	The basic properties of selected soils					
	AN ₀			BN ₀		
	TP	SOM	<0.053	TP	SOM	<0.053
	/mg·L ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	mm/%	/mg·L ⁻¹	/mg·kg ⁻¹	mm/%
原土	1 544.91	37.3	20.49	1 158.10	18.1	24.66
0.25~0.125 mm	1 259.69	31.9	13.96	1 084.67	17.5	16.63
0.125~0.053 mm	1 590.47	40.2	33.94	1 358.06	20.0	38.04
<0.053 mm	1 491.21	27.4	100.00	1 275.18	14.8	100.00

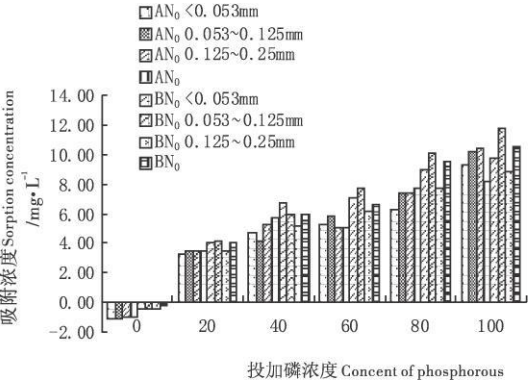


图 1 24 h 土壤微团聚体磷素吸附量

Fig.1 Content of phosphorus sorption of soil micro-aggregate in 24 hours

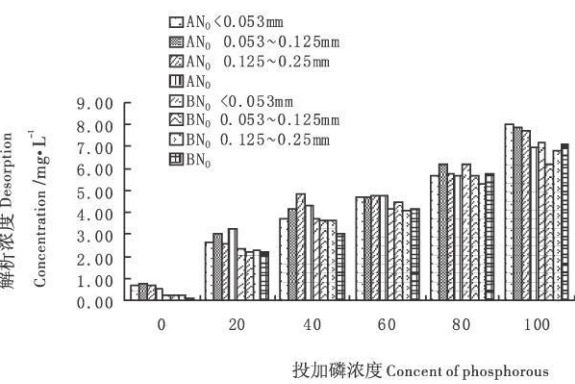


图 2 24 h 土壤微团聚体磷素解析量

Fig.2 Content of phosphorus desorption of soil micro-aggregate in 24 hours

2.2 24 h 连续振荡吸附解析试验

试验设计了不同时间段的吸附解析试验, 以观察时间对磷素的固持与迁移的影响效果。24 h 连续振荡平衡试验吸附解析结果见图 1、2。

试验中设定不投加磷素的土样作为空白, 其在 24 h 振荡平衡后, 测定磷浓度, 结果表明, 施用有机肥料的土壤磷素释放量大于没有施用有机肥的土壤。这一方面表明有机肥料的有机磷矿化增加土壤磷素含量, 另一方

面有机质对土壤磷素的行为有活化作用。在其他投加不同磷素浓度的试验中, 可以明显地观察到没有施用有机肥料的土壤对磷素的吸附量大于施用有机肥料处理的土壤。未施用有机肥料土壤中 0.125~0.25 mm 粒级微团聚体在各磷浓度处理中吸附量低于该施肥处理的其他粒级, 其原因可能由于该粒级<0.053 mm 土壤颗粒含量较低, 致使对磷素吸附量下降。施用有机肥料土壤中各个粒级土壤微团聚体<0.053 mm 土壤颗粒含量

虽然同样存在差异,但由于有机质含量普遍较高,致使对磷素吸附效果。

24 h 吸附试验结束之后,对离心管内土样做等温解析试验。结果见图 2,在 48 h 之后,各空白土样测得结果表明有机肥料处理土壤的磷素释放量仍较大。对其他试验结果观察发现有机质处理土壤的解析量较大于未施用有机肥料的土壤。对于不同粒径的微团聚体的磷素解析量也未见有规律性的表现。

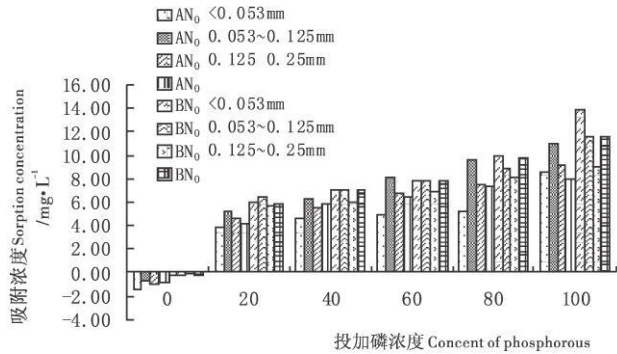


图3 6 d 土壤微团聚体磷素吸附量

Fig.3 Content of phosphorus sorption of soil micro-aggregate in 6 days

有机肥料处理土壤小粒径微团聚体 $<0.053\text{ mm}$, 6 d 释放量显著高于其他粒径微团聚体,而在 6 d 的吸附试验中却表现为吸附量显著低于其他粒径微团聚体,由此可以认定 $<0.053\text{ mm}$ 微团聚体富集磷素量最大,因此释放最多,其富集度接近饱和,而吸附量因此最小。在施用有机肥料的土壤中, $0.053\sim0.125\text{ mm}$ 粒径的微团聚体 6 d 释放量最小,而吸附量最大。 $0.125\sim0.25\text{ mm}$ 微粒级团聚体的吸附量高于 $<0.053\text{ mm}$ 粒级微团聚体,而低于 $0.053\sim0.125\text{ mm}$ 粒级微团聚体,这可能是因为砂粒含量所影响,不仅有机质含量低,而且 $<0.053\text{ mm}$ 土壤颗粒含量较低。

未施用有机肥料的土壤,小粒径微团聚体 ($<0.053\text{ mm}$, $0.053\sim0.125\text{ mm}$) 吸附高于较大粒径微团聚体 ($0.125\sim0.25\text{ mm}$)。这与以往小粒径微团聚体吸附性强的理论相一致。可见,土壤有机质影响着磷肥施入土壤后的行为。

6 d 的解析过程的结果见图 4 有机肥料处理过的土壤 $<0.053\text{ mm}$ 粒径微团聚体释放仍持续,而大量吸附磷素的 $0.053\sim0.125\text{ mm}$ 粒径微团聚体解析量很高,这说明这一粒径微团聚体对磷的固持能力不强。未施用有机肥料的土壤各粒径微团聚体的释放量,在投加磷浓度较低条件下,差异不显著,而在投加磷浓度较高条件下, BN_0 中的 $0.053\sim0.125\text{ mm}$ 粒径微团聚体解析量明显增加。

2.4 测试土样对外加磷素的把持固定

在对土壤磷素释放量与解析量的分析中,有机肥料处理土壤的解析量较大,可能其中一部分是由于其释放量大引起的。

2.3 6 d 培养吸附解析试验

6 d 间歇振荡平衡试验结果见图 3、4。经过 6 d 的培养,土壤微团聚体对磷素的吸附作用比短时间连续振荡更表现为一种稳定平衡状态。

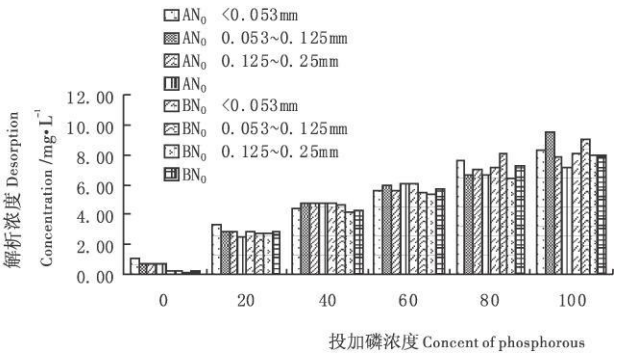


图4 6 d 土壤微团聚体磷素解析量

Fig. 4 Content of phosphorus desorption of soil micro-aggregate in 6 days

土壤颗粒对磷素的固持是施入土壤中磷肥有效性降低的原因之一。在上述试验结果的基础上,对比未施加有机肥料与施用有机肥料的原土土样的磷素固持量,结果表明,未施加有机肥料的土样固持量为 2.85 mg/kg (1 d)、 14.06 mg/kg (6 d), 施加有机肥料的土样固持量为 0.99 mg/kg (1 d)、 4.74 mg/kg (6 d)。可见,有机肥料的施用对外源磷素的固持与移动具有明显作用。

3 结论与讨论

试验通过对有机肥料处理土壤与未施用有机肥料土壤的 3 个粒径风干微团聚体不同时间等温吸附解析试验表明,在未施用有机肥料土壤中,土壤微团聚体对磷素的吸附量随粒径的递减而增加。有机肥料施用显著增加了土壤有机质含量,并且增加土壤磷素含量。土壤磷素释放因有机肥料的施用而明显增加。有机肥料处理土壤中,土壤微团聚体对磷素的吸附量与粒径相关性差,但是小粒径的微团聚体的磷素释放量增加明显。这可能由于小粒径团聚体的有机质与磷素富集所产生的结果。

试验意在说明土壤有机质、磷素与不同团聚体相互存在影响,具有密切联系。而在今后的研究中,应注意的问题:磷素的各存在形态对其土壤行为具有指示作用。土壤磷素的转化、矿化、利用和释放都与磷素形态具有直接关系。土壤有机质的形态,如:水溶性有机质、颗粒态有机质、矿物结合态有机质等,对土壤磷素行为的具有影响。在长期定位施肥中不仅要考虑从投加磷

肥的作用效果,还应考虑到磷素组分之间的相互转化,土壤有机质,有机磷的矿化对土壤无机磷的补贴。以平衡振荡法研究土壤颗粒形态对磷素作用存在一些问题,平衡振荡的过程不利于保持土壤颗粒原始形态,而且风干土壤团聚体在水环境下存在分散现象,这样使得试验结果可考虑为风干土壤团聚体对磷素吸附的容量。土壤中的颗粒对磷素吸附主要应考虑颗粒稳定性形态表面的吸附效应,同时也考虑磷素引起的周边微生物、土粒对磷素的闭蓄性吸附。至此,在今后试验中应该考虑以维持土壤团聚体形态去设计试验方案,从而更好的模拟现实。

参考文献

[1] 史吉平,张夫道,林葆.长期定位施肥对土壤有机无机复合状况的影响[J].植物营养与肥料,2002,8(2):131-136.

- [2] 刘京,常庆瑞,李岗,等.连续不同施肥对土壤团聚性影响的研究[J].水土保持通报,2000,30(4):24-26.
- [3] 汪景宽,张继宏,王雷,等.棕壤不同粒级微团聚体中磷素的保持与供应[J].土壤通报,2001,32(3):113-115.
- [4] 王艳玲,何园球,李成亮,等.有机无机肥配施对红壤磷库重建质量的长期效应[J].土壤,2008,40(3):399-402.
- [5] 马玲玲,韩晓日,刘骏.长期定位施肥对棕壤有机磷形态及转化的影响[J].安徽农业科学,2007,25(18):5487-5489.
- [6] 李东坡,武志杰,梁成华,等.设施土壤生态环境特点与调控[J].生态学杂志,2004,23(5):192-197.
- [7] 李延东,梁成华.不同施肥对蔬菜保护地土壤有机无机复合体中磷素状况的影响[J].土壤通报,2008,39(4):791-798.
- [8] 杜立宇,梁成华,潘大伟.长期定位施肥条件下设施土壤磷的吸附特性[J].安徽农业科学,2007,35(3):774-775.
- [9] 杜立宇,梁成华,潘大伟.长期定位施肥条件下设施土壤磷的解吸特性[J].北方园艺,2007(8):13-14.

Adsorption-desorption of Phosphorus on Micro-aggregates of Greenhouse Soil of Long-term Fertilization

ZHAO Yu-guang, LIANG Cheng-hua, DU Li-yu, CHEN Xin-zhi

(Soil and Environment College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China)

Abstract: An increase of 80%~106% of soil organic matter had been achieved by long-term application of fertilizer, compared to non-application of fertilizer, and 16%~33% of soil total phosphorus. The release of greenhouse soil phosphorus in 24 hours was more than in 6 days. The soil phosphorus release by use of fertilizer was more than non-organic fertilizer application. There were no obviously correlation between size of soil micro-aggregates and content of sorption of phosphorus. But the smaller size of micro-aggregates had significantly increase content of phosphorus release, which may be due to enrichment of organic matter and soil phosphorus. Under no fertilizer application, the smaller micro-aggregate adsorped more phosphorus than the larger micro-aggregates.

Key words: Greenhouse soil; Soil phosphorus; Micro-aggregates; Soil organic matter; Sorption and desorption

· 科普知识 ·

农村消费 信息体系 的建立

信息经济学奠基人阿克洛夫指出,卖方能向买方推销低质量商品等现象的存在,是因为市场双方各自掌握的信息不对称所造成的。此种卖方与买方处于信息非对称的状况,卖方具有信息优势,而买方则处于“劣势选择”地位。由于信息的不对称,将最终导致高质量商品从市场退出,而只有低劣商品仍留在市场中,结果造成市场萎缩。建立农村消费信息体系,是预防农村消费陷阱的重要一环。

政府首先要确保农民如实地获得商品质量、性能等各方面的信息,确保信息的真实性。其次,要确保进入农村市场的产品质量好、信誉好,企业和商品透明度高。第三,要加强商品消费信息反馈收集,发现异常情况,政府及时介入调查,采取措施。