

235-238

有机肥料对黄潮土有效磷库的影响

S147.2
S158.2

曹翠玉 张亚丽 沈其荣 蒋仁成
(南京农业大学资环学院 南京 210095) (江苏省徐淮地区徐州农科所)

摘 要 通过室内培养与田间长期定位试验,研究了有机肥料及有机-无机肥料配合施用对土壤供磷的影响。结果表明,黄潮土经15年连年施用有机肥料后,土壤速效磷大幅度提高,土壤中活性、中等活性和中稳性有机磷对提高土壤供磷水平有不同程度的作用;施用猪粪等有机肥料,土壤中磷酸酶和生物量磷活性提高,从而改善了作物的磷素营养。

关键词 有机肥;石灰性土壤;土壤有效磷库

黄潮土, 施肥

近年来,有机肥料中磷素养分的循环与再利用受到国内外的广泛重视。

我国施用有机肥料保持土壤肥力在世界上素有美称。就养分元素而言,过去多着眼于有机肥中氮素的利用。针对我国高品位磷矿与钾矿资源不足的实际需要,近年来更多的注意到有机肥料中磷、钾养分的再利用。

石灰性土壤因含碳酸钙(5—15%),土壤中全磷含量高,而速效磷水平低,土壤供磷不足。因此,研究有机肥料中磷素的再利用,对提高黄潮土的供磷水平有重要的现实意义。

1 材料和方法

1.1 材料

1, 供试土壤 培养试验土壤采自江苏省淮阴县,田间试验土壤采自江苏省徐淮地区徐州农科所长期定位试验田。采样深度0—20cm,土样经风干磨细后,分别过筛备用。土壤基本性状见表1。

表1 供试土壤的基本性状

有机质 (C, g/kg)	全氮 (N, g/kg)	全磷 (P, mg/kg)	速效磷 (P, mg/kg)	有机磷 (P, mg/kg)	pH _{4.2} (1:1 土液比)	CEC (mol/kg)	CaCO ₃ (%)	粘粒% (<0.001mm)	注
2.99	0.57	626	15	139	8.00	8.94	8.44	20.4	培养试验
6.00	0.66	740	12	177	8.25	10.0	8.50	21.5	田间试验

2, 供试肥料 尿素、硫酸钾、过磷酸钙(含P₂O₅ 15.5%),猪粪、紫云英和稻草分别采自南京农业大学江浦实验农场和南京近郊农户。猪粪晾干,紫云英、稻草烘干后,粉碎过20目筛备用。其基本农化性状见表2。

表2 供试有机肥料的基本性状

有机肥	全碳 C (%)	全氮 N (%)	全磷 P (%)	全钾 K (%)	C/N	C/P	有机磷 P (mg/kg)
猪粪	37.6	2.13	1.09	0.76	17.7	34.5	54.5
紫云英	40.0	4.00	0.44	1.80	10.0	90.9	21.1
稻草	43.0	0.58	0.10	1.75	74.1	430	8.00

• 国家自然科学基金会重点基金资助项目内容之一(基金号 39430090)

1.2 试验设计

1, 培养试验 处理为(1)对照(不施有机肥空白), (2)过磷酸钙(SP), (3)猪粪, (4)紫云英, (5)稻草。每 100 g 土加有机肥 2.5 g, 磷肥(P_2O_5) 37.5 mg, 按方案称取肥料加入土中, 充分混匀, 装入 100 ml 烧杯, 加水调至田间持水量的 70%, 恒温($25 \pm 1^\circ C$)、恒湿培养 15、30、60、90 和 120 天, 分别取样备用。

2, 田间试验 处理为(1)对照(CK), (2)氮肥(N), (3)氮磷肥(NP), (4)氮磷钾肥(NPK), (5)有机肥(M), (6)有机肥+氮肥(MN), (7)有机肥+氮磷肥(MNP), (8)有机肥+氮磷钾肥(MNPK)。试验为裂区设计, 主处理为有机肥, 付处理为氮、磷、钾肥。化肥用量每季每亩为 10kgN 的尿素, 5.0kg P_2O_5 的过磷酸钙和 7.5kg 氯化钾。其中除 1/2 氮肥作追肥外, 其余肥料均作基肥施用。有机肥用量 1980—1984 年为每季每亩 2500kg, 1985—1995 年每季每亩 1250kg, 小区面积主处理为 0.2 亩, 付处理为 0.05 亩, 重复 4 次, 轮作方式为小麦—玉米。

1.3 测定方法

1, 土壤有机磷分组 Bowman—Cole 法^[1]。

2, 土壤生物量磷(Biomass—P) $CHCl_3$ 熏蒸—0.5 mol/L $NaHCO_3$ (pH 8.5) 提取, P. C. Brooks 法^[2]。

3, 土壤、肥料、植株中养分元素测定按常规方法进行^[3]。

2 结果和讨论

2.1 不同有机肥料对黄潮土供磷的影响

2.1.1 不同有机肥料对土壤速效磷水平的影响

施用等量的猪粪、紫云英和稻草能有效地提高土壤速效磷量, 但 3 种有机肥处理土壤速效磷变化很大^[4]。猪粪因其全磷含量较高, 磷素中以无机态磷为主, 有机磷组分中也以活性和中等活性有机磷为主体, C/P 比小, 供磷能力强。施入土壤后, 土壤速效磷水平明显提高; 稻草则相反, 因其全磷含量低, 其中大部分为有机态磷。在有机磷组分中, 以中等活性与中稳性有机磷为主, C/P 比高, 施入土壤后, 不仅不能改善当季作物的磷素营养, 而且由于磷的生物固定, 反而使土壤速效磷水平降低。只有在微生物和酶的作用下, 有机态磷逐步分解, 释放出无机磷, 使 C/P 比逐步降低, 磷的有效性提高, 作物根系才能吸收利用。

2.1.2 不同有机肥料对土壤生物量磷的影响

近年来的研究表明, 生物量磷与土壤供磷的关系密切, 培养试验中施用猪粪、紫云英和稻草能显著提高土壤中生物量磷(表 3)。

从表 3 可以看出, 施有机肥各处理生物量磷随培养时间延长迅速上升, 60 天后虽有下降, 但至 120 天时仍远高于对照和施过磷酸钙处理, 说明有机肥对土壤生物量磷在较长时间内仍有一定作用, 其作用顺序为猪粪>紫云英>稻草。

土壤中生物量磷的活性很高, 它是土壤有效磷库的重要成分。相关分析表明, 3 种有机肥料处理经培养后, 除稻草外, 土壤生物量磷与土壤速效磷、活性有机磷和中等活性有机磷均呈显著或极显著正相关, 猪粪的相关系数分别为 0.962^{**}、0.944^{**}、0.964^{**}, 紫云英相应为

表 3 有机肥对潮土生物量磷的影响
(P mg/kg, 培养试验)

处理	培养时间(天)				
	15	30	60	90	120
CK	13.6	13.1	19.1	12.3	12.0
猪 粪	34.7	123	156	110	49.1
紫云英	24.3	39.1	97.1	44.6	34.6
稻 草	20.8	25.6	52.0	30.0	26.9
过磷酸钙	23.3	20.1	17.7	16.7	15.9

0.908*、0.850*和0.812,而与稻草的相关系数均不显著。

盆栽试验结果趋势一致^①。由不同采样时间看出,随着气温升高,土壤中生物量磷迅速增加。以种作物与不种作物两个处理比较,土壤中生物量磷有明显的差异,在小麦出苗期(1995年11月9日),各处理差异不明显,随着小麦生长发育,根系不断增加,种作物一组各处理生物量磷明显提高,其中施猪粪和紫云英处理更为明显;施过磷酸钙处理虽比对照好,但不如有机肥各处理。可见,作物根系也是一种不可忽视的生物量,它可刺激微生物生长。

2.1.3 不同有机肥料对磷酸酶活性的影响

土壤磷酸酶是植物根系和土壤微生物分泌的产物,它对土壤有机磷的转化起重要作用。黄潮土以中性和碱性磷酸酶为主,施用有机肥料能不同程度提高土壤磷酸酶的活性(表4),其中紫云英的作用最明显,稻草的作用较小,这与我们以前的报道结果一致⁽⁴⁾。

表4 有机肥料对潮土磷酸酶活性的影响(mg 酶/100g±·24小时)

培养时间	CK			猪粪			紫云英			稻草		
	碱性	中性	总和									
处理前	0.306	0.164	0.470									
15天	0.422	0.087	0.509	0.721	0.204	0.925	0.741	0.324	1.065	0.732	0.324	1.056
30天	0.446	0.100	0.509	0.923	0.257	1.180	0.946	0.303	1.249	0.795	0.299	1.094
60天	0.430	0.136	0.566	1.025	0.271	1.296	1.555	0.341	1.896	1.048	0.302	1.350
90天	0.417	0.090	0.507	0.786	0.254	1.040	0.978	0.273	1.241	0.768	0.154	0.922
120天	0.416	0.083	0.499	0.768	0.100	0.868	0.691	0.156	0.849	0.498	0.168	0.688

从表4看,施有机肥各处理土壤磷酸酶活性,开始时呈上升现趋势,60天后迅速下降,120天时仍均高于对照,说明有机肥料在较长时间内对磷酸酶活性仍有一定影响。

关于土壤磷酸酶活性与速效磷的关系报道不一。相关分析表明,黄潮土施用有机肥料后,土壤磷酸酶总活性与速效磷呈显著正相关,猪粪、紫云英和稻草的相关系数(r 值)分别为0.811*、0.898*和0.891*($n=5$, $r_{0.05}=0.811$, $r_{0.01}=0.917$)。说明土壤磷酸酶活性在一定程度上能反映土壤速效磷的供应水平,但当土壤速效磷含量高时,也会抑制磷酸酶的活性。

黄潮土施用有机肥后,土壤磷酸酶活性与土壤有机磷组分的关系国内尚未见报道。本实验的相关分析表明,土壤磷酸酶活性与土壤活性有机磷、中等活性有机磷呈显著正相关,猪粪、紫云英、稻草的 r 值分别为0.966**、0.836*、0.980**和0.986**、0.907*、和0.888*($n=5$, $r_{0.05}=0.811$, $r_{0.01}=0.917$)。

有机肥料施入土壤后,在其分解过程中,微生物的酶系起着重要作用。土壤酶活性的提高,可表征各类微生物的大量繁殖。黄潮土施有机肥各处理中除稻草外,土壤磷酸酶活性与生物量磷呈显著正在相关,猪粪、紫云英和稻草的 r 值分别为0.972**、0.932**和0.734($n=5$, $r_{0.05}=0.811$, $r_{0.01}=0.917$)。

2.2 有机一无机肥配施对黄潮土供磷的影响

石灰性土壤有机肥与无机肥配施,对土壤供磷水平及土壤无机磷组分的影响,我们已作报道⁽⁵⁾。这里重点讨论有机肥与无机肥配施对土壤有机磷组分的影响及其与土壤供磷的关系。

2.2.1 有机一无机肥配施对土壤供磷水平的影响

土壤速效磷是评价土壤供磷水平的重要指标,它直接反映土壤对当季作物的供磷水平。

① 张亚丽等. 有机肥料对土壤有机磷组分及其生物有效性的影响. 南农大学学报 1998 年待刊出。

田间长期(15年)定位试验的结果表明,有机肥与无机肥配施,可大幅度提高土壤速效磷量(表5)。

从表5结果说明,施有机肥各处理分别比CK、N、NP、NPK土壤速效磷相应提高72.1、52.5、89.3和104.5P mg/kg,与1980年种植前相比,单施有机肥或有机肥配合无机肥施用,均显著提高了土壤速效磷量;相反,在单施化肥区,即使施磷处理(NP)其速效磷也下降35%,不施磷处理下降幅度更大。可见,施有机肥对提高潮土的供磷水平具有重要作用。

表5 有机一无机肥配施对土壤速效磷的影响
(P mg/kg)

处理	单施化肥组	化肥与有机肥配施
种植前(1980年)	13.6	
CK(1995年)	2.00	74.1
氮	1.60	54.1
氮磷	8.90	98.2
氮磷钾	6.50	111.0

2.2.2 有机一无机肥配施对土壤有机磷组分的影响

经过15年种植,在施用化肥的基础上,连年施用有机肥,土壤有机磷各组分均有不同程度的提高(表6)。

表6 有机一无机肥配施对土壤有机磷各组分及当季小麦产量的影响

	活性有机磷 (P mg/kg)	中活性有机磷 (P mg/kg)	中稳性有机磷 (P mg/kg)	高稳性有机磷 (P mg/kg)	当季小麦产量 (kg/亩)
CK	3.60	110	10.3	11.9	70.1
N	3.50	113	6.30	11.8	114
NP	5.60	154	21.8	13.1	295
NPK	5.50	143	15.7	13.3	327
M	9.10	177	19.7	16.4	172
MN	8.90	174	17.1	13.5	362
MNP	10.4	226	25.0	15.5	375
MNPK	11.4	228	28.3	11.5	412

从表6看出,有机一无机肥配施与单施化肥区比较,试验各处理土壤活性有机磷分别提高150%、154%、85.7%和107%;中等活性有机磷相应提高50—70%;中稳性有机磷提高60—107%;高稳性有机磷提高幅度则较小。土壤中活性有机磷含量虽少,但其有效性高;中等活性有机磷有效性也较高,它是土壤有机磷的主体;中稳性有机磷的有效性较前者低;高稳性有机磷的有效性更低,对当季作物磷素营养几乎不起作用。相关分析表明,土壤有机磷各组分与速效磷的相关系数(r)分别为0.970**、0.942**、0.864**和0.343($n=8$, $r_{0.05}=0.666$, $r_{0.01}=0.798$)。可见,除高稳性有机磷外,其余各组分与速效磷之间均呈极显著正相关,说明它们对速效磷均有不同种度的贡献。

可见,黄潮土连年施用有机肥料能提高土壤速效磷水平和土壤有机磷的有效性,从而提高土壤供磷水平,改善作物磷素营养,这从田间定位试验小麦产量(见表6)得到证实。

参 考 文 献

- 1 R A Bowman, C A Cole. Soil Sci., 1978 b, 125:95-101
- 2 P C Brookes et al. Soil Biol Biochem, 16(2):169-175
- 3 南京农业大学主编.土壤农化分析.第二版.北京:农业出版社,1988
- 4 曹翠玉,王永和等.有机肥料对石灰性土壤供磷影响的研究.南京农业大学学报,1992,15(4):117-119
- 5 王永和,曹翠玉等.石灰性土壤有机一无机肥配施对土壤供磷的影响.南京农业大学学报,1993,16(4):36-41