

津郊潮土磷素组成及其演变规律的定位研究*

姚炳贵 姚丽竹 王萍 张玺 王德芳

(天津市土壤肥料研究所, 300192)

摘要

本文从1979—1993年研究了长期定位施肥对津郊潮土磷素组成及其演变规律的影响。结果表明潮土磷的组成以无机磷为主, 其中又以磷酸钙盐最多, 其次是闭蓄态磷酸盐, 而磷酸铝盐与铁盐所占比例很少。长期定位施肥对潮土速效磷影响显著, 变幅也最大, 并以化肥的影响高于有机肥。研究表明, 化学磷肥的施用与原则显著地左右着速效磷的升降, 在平均施入或亏缺磷素45kg/ha左右时, 则土壤速效磷约升降1mg/kg。潮土速效磷的累积与下降呈现阶段性, 一般开始1—2年变幅大, 其后6—8年时间保持稳定变化, 当升降到某一值后, 变化显著变小。小麦、夏玉米连作每公顷产11400公斤, 平均每生产100公斤籽实, 施磷1.2公斤, 在15年中可保持土壤磷素平衡。

关键词 长期定位, 潮土, 磷素演变与平衡

1979年初, 我们在天津郊区潮土上设置了肥料长期定位试验。潮土是天津市主要耕地土壤类型, 约占全市总耕地面积的81.3%。土壤中全磷含量不低, 而速效磷普遍缺乏。按全国分级标准统计有98%以上土壤全磷含量在1.1g/kg以上。而速效磷含量小于5mg/kg占53.3%, 5—10mg/kg占27.3%, 大于10mg/kg只有19.4%。因此, 多数土壤在需磷的临界水平以下, 这种情况在华北地区的潮土上是具有代表性的。本试验是在“长期定位”这一特定条件下, 探讨不同种类肥料对土壤磷素动态变化的影响, 从而为平衡施肥及土壤磷素丰缺预报提供准确的决策依据和有效途径。

1 材料与方方法

试验共设八个处理, 四次重复, 随机排列, 小区面积16.7平方米, 区间采用水泥池结构(如表1)。试验地属重壤质潮土, 1979年4月试验前0—20cm耕层土壤有机质为 $18.9 \pm 2.0\text{g/kg}$, 全氮 $1.0 \pm 0.06\text{g/kg}$, 全磷 $1.59 \pm 0.055\text{g/kg}$, 水解氮 $75.1 \pm 8\text{mg/kg}$, 速效磷 $16.6 \pm 2.8\text{mg/kg}$, 速效钾 $173.3 \pm 9\text{mg/kg}$ 。

* 本文中无机磷分级数据由天津农学院刘先觉等同志分析提供, 特此致谢。

试验从 1979—1993 年共进行了 15 年, 经历一个气象周期, 除第一季种春玉米外, 其余是冬小麦与夏玉米连作。玉米只施氮素化肥, 前 10 年每公顷施氮 195 公斤, 10 年后每公顷增施氮 15 公斤。有机肥及磷钾肥全部在冬小麦上基施, 小麦前 10 年每公顷施氮 255 公斤, 10 年后每公顷增施氮 15 公斤。化肥处理 N、P、K 比例是 1:0.5:0.25。有机肥处理是等氮量的, 氮不足用化学氮补足, 磷钾量是按每年实际测试结果计算, 不再另补。其中粪肥施量以氮为准占总施氮量的 40%, 秸秆与绿肥以每年每公顷收获量为准。室内分析: 速效磷采用 Olsion 法(分析 1979—1992 样品), 全磷用酸溶钼锑抗比色法, 无机

表1 试验设计与施肥量统计表(公斤/公顷)

Table 1 Field trial design and fertilizer rates (kg/ha)

处 理 Treatment	代号 Code	小 麦 Wheat			玉 米 Corn		合 计 Total		有机肥占% Percentage of
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Organic Manure
N	01	262.5	/	/	211.5	474.0	/	/	0
NP	02	262.5	133.5	/	211.5	474.0	133.5	/	0
NPK	03	262.5	133.5	75.0	211.5	474.0	133.5	75.0	0
N+粪	04	262.5	129.0	114.0	211.5	474.0	129.0	114.0	28.9
N+秸秆	05	262.5	13.5	124.5	211.5	474.0	13.5	124.5	21.8
N+绿肥	06	270.0	22.5	124.5	/	270.0	22.5	124.5	67.2
无肥	07	/	/	/	/	/	/	/	0
休闲	08	262.5	129.0	114.0	211.5	474.0	129.0	114.0	28.9

注: 表中数据是 1979—1993 年平均数, 休闲区全不种作物。

磷分级采用张守敬分级方法测定(后两项只分析 1979—1988 年样品)。

2 结果与分析

2.1 定位施肥对土壤全磷动态变化的影响

土壤全磷是标志土壤磷素的总储量, 但是全磷高并不一定意味着土壤供磷水平高, 土壤供磷水平主要决定于速效磷含量。

1979 年试验基础土壤全磷含量平均为 $1.59 \pm 0.055\text{g/kg}$, 其变异系数为 3.45%。而 10 年后全磷平均为 $1.63 \pm 0.22\text{g/kg}$, 其变异系数上升到 13.6%, 而且比基础土壤全磷增加 2.5g/kg 。

定位施肥 10 年中土壤全磷的演变规律为:

2.1.1 化肥区 凡施磷区土壤全磷皆有显著增加, 其中以 N、P、K 区增加 20.3% 为最多(以增加的百分率计算, 而不是以增加的含量计算, 以下同), 年度间递增达到显著水准($R = 0.802^*$)。只有单施氮区土壤全磷减少 10.3%。

2.1.2 有机肥区 只有施城市垃圾大粪区土壤全磷增加 10.3%, 其年度间递增达到显著水准($R = 0.823^*$), 而秸秆还田和绿肥对提高土壤全磷含量无明显作用。

2.1.3 休闲区 土壤全磷增加 17.4%, 每年递增近 2%。而无肥区土壤全磷减少 9.7%,

而且年度间增减达到或接近显著水准。综上所述,只有增施磷肥(包括有机、无机)才能提高土壤全磷含量。同时土壤全磷与速效磷间的相关性达到极显著水准($R = 0.92^{**}$),从而可以把潮土全磷含量作为供磷的参考指标,这与前人的研究结果是一致的^[1]。

2.2 定位施肥对土壤速效磷演变与磷素平衡的影响

我们以往的大量田间试验表明,在石灰性土壤上用 Olsen 法测得的速效磷与施磷效应有显著的相关性,因此,速效磷是土壤供磷水平的主要指标^[2-3]。

在定位施肥土壤中速效磷变幅是最大的,1979 年基础土壤中速效磷含量是 $16.6 \pm 2.8 \text{ mg/kg}$,其变异系数为 16.9%,到 1992 年土壤速效磷含量下降到 $7.3 \pm 4.2 \text{ mg/kg}$,变异系数竟达到 57.5%(不含休闲区),差异幅度在两倍以上,这充分表明定位施肥对土壤速效磷的影响是极大的(表 2)。

表 2 长期定位施肥对土壤速效磷的影响(P mg/kg)

Table 2 Effect of long-term fertilization on the content of soil available phosphorus (P mg/kg)

处 理 Treatment	基础值 Basic Value		12年后 After 12 years		1979—1992 变 幅 Range	变异系数 (%) CV	R值 R Value
	1979	1992	+ / -	+ - %			
N	19	4	-15	-78.9	3—19	60.0	-0.711**
NP	13	15	+2	+15.4	11—18	34.2	0.326
NPK	17	10	-7	-41.1	11—25	35.3	-0.036
N+粪	14	7	-7	-50.0	7—20	24.7	-0.414
N+秸秆	18	6	-12	-66.7	4—18	41.1	-0.846**
N+绿肥	21	7	-14	-66.7	5—21	43.0	-0.786**
无 肥	17	2	-15	-88.2	2—17	54.3	-0.763**
休 闲	14	66	+52	+371.4	14—81	49.5	0.916**

在 15 年定位施肥条件下,不同施肥处理的土壤速效磷的动态变化为(图 1):

2.2.1 化肥区 两个有磷处理区(NP 与 NPK),15 年中土壤速效磷的增减均未达到显著相关水准。这是由于有磷处理区,小麦、夏玉米两季平均每公顷产 11400 公斤,吸收总磷量达 104.4kg/ha,平均每年每公顷归还磷量(表 3)133.5 公斤,考虑到施磷的一定损失,则磷素基本上达到了平衡。平均每生产 100 公斤粮食(小麦与夏玉米),需施磷 1.2 公斤。而无磷处理区(N 与无肥区),土壤速效磷呈逐年递降,15 年中共下降 15mg/kg,其逐年下降的相关性达到极显著水准($R = -0.711^{**}$ 与 -0.763^{**})。从回归方程(N 区: $y = 12.3 - 0.9x$, 无肥区: $y = 12.5 - 0.8x$, 式中 y 代表速效磷量, x 代表试验年数)看每年下降 0.8—0.9mg/kg。无磷处理区磷的亏缺均在 93% 以上。试验期间累积亏缺磷 1485kg/ha,平均每年带走磷 49.5kg/ha(以 P_2O_5 计,下同),土壤速效磷下降 1mg/kg。

2.2.2 有机肥区 土壤速效磷在 15 年中均呈逐年下降趋势,其中以施垃圾大粪下降 41.2% 为最少,且年度间变化无相关性。而秸秆区与绿肥区下降达到极显著水准

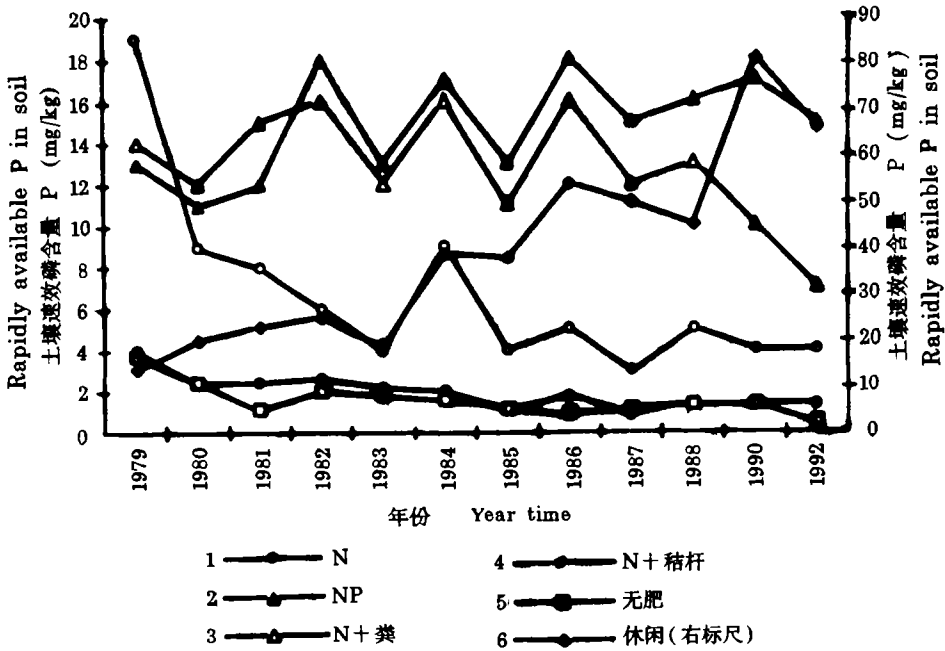


图1 长期定位施肥条件下潮土速效磷的演变

Fig.1 Changes of available P contents of Fluvo-aquic soil under long-term fertilization (P mg/kg)

表3 长期定位施肥对土壤磷素平衡的影响 (P₂O₅公斤/公顷)

Table 3 Soil phosphorus balance as affected by long-term fertilization (P₂O₅ kg/ ha)

处 理 Treatment	生物产量 Biomass			吸收磷量 P Uptake			归还磷量 P Input			平衡系数 Coeffi- cient	盈亏 +/- (%)
	籽粒 Grain	秸秆 Straw	合计 Total	小麦 Wheat	玉米 Corn	合计 Total	施 肥 Fertilizer	其它 Others	合计 Total		
N	8340	8565	16905	37.80	43.80	81.60	/	4.35	4.35	0.05	-95
NP	10995	11340	22335	53.55	49.20	102.75	133.50	4.35	137.85	1.34	+34
NPK	11400	12090	23490	54.30	51.60	105.90	133.50	4.35	137.85	1.30	+30
N+粪	11415	11850	23265	55.20	50.40	105.60	129.00	4.35	133.35	1.26	+26
N+秸秆	10215	10860	21075	47.70	49.20	96.90	13.50	4.35	17.85	0.18	-82
N+绿肥	4500	4890	9390	48.30	/	48.30	22.50	2.85	25.35	0.53	-47
无肥	3990	6990	10980	19.80	20.40	40.20	00.00	2.85	2.85	0.07	-93
休闲	/	/	/	/	/	/	129.00	/	129.00	/	/

注：表中数值是1979—1993年的平均数。其它包括雨水、灌水、根茬及种子中含磷量。平衡系数是归还量除以吸收量，1以上为盈，1以下为亏。

($R = 0.846^{**}$ 与 $R = 0.786^{**}$)，平均下降 67%，每年下降 0.9—1.0mg / kg。其主要原因

是由于作物秸秆与绿肥中磷的含量低, 亏缺严重, 平均土壤磷收支亏缺 65%(48% 与 82%), 因此造成磷的收支不平衡, 致使土壤速效磷逐年下降(表 3)。这表明在施用垃圾大粪尤其是秸秆与绿肥时, 必须增施化学磷肥, 以弥补有机肥中(富含磷的除外)磷的不足。

长期定位施肥中磷的盈亏与土壤速效磷的增减有极显著的相关性($R=0.906^{**}$), 在小麦、夏玉米连作 14 年中无磷处理每年亏缺磷 227.3kg/ha, 而土壤速效磷年平均下降 4.64mg/kg, 平均每亏缺磷 51.0kg/ha, 土壤速效磷下降 1mg/kg。这充分表明, 土壤速效磷的变化与磷的收支平衡是密切相关的。

2.2.3 休闲区 由于该处理施肥后不种作物, 15 年中土壤速效磷累积达到 66mg/kg, 比基础土壤增加 52mg/kg, 增加近三倍, 其逐年增加相关性达到极显著程度($R=0.916^{**}$)。15 年中累积每公顷施磷 1797 公斤, 平均每施磷 34.6 公斤可提高土壤速效磷 1mg/kg。

2.2.4 休闲区与无磷处理中磷的演变规律 津郊潮土中速效磷的升降呈现阶段性。在休闲区, 由于磷只进不出, 逐年累积, 土壤速效磷因而逐年递增, 但不是按一定比例递增, 而是前八年递增快, 每年递增 5mg/kg, 8 年后显著变慢, 平均每年只有 2mg/kg。本试验表明, 当土壤速效磷上升到 50mg/kg 以上时, 累积速度大大变缓。而无磷处理区(N 与无肥区), 由于土壤磷只出不进, 因而速效磷逐年下降, 但也不是呈均匀下降, 而是头 1—2 年下降幅度最大(下降 35—50%), 2—6 年下降变缓, 以后就几乎不下降了。这表明土壤速效磷下降速度是逐年变缓的, 当下降到某一定值时(本试验是 5mg/kg), 由于土壤自身的缓冲作用, 速效磷则处于一个稳定阶段, 这个阶段持续多长时间, 有待进一步观察。

2.3 定位施肥对土壤无机磷组成变化的影响

根据张守敬的分级体系, 土壤无机磷是由磷酸铝盐(Al-P)、磷酸铁盐(Fe-P)、磷酸钙盐(Ca-P)和闭蓄态磷酸盐(O-P)等组成^[4-6]。1979 年基础土壤中无机态磷占全磷 $85.2 \pm 4.1\%$, 这说明津郊潮土磷的组成以无机磷为主。长期定位施肥对各种形态的无机磷均有不同的影响(如表 4)。

2.3.1 磷酸铝盐(Al-P) 占无机磷的 5.4%。定位施肥 10 年后土壤中磷酸铝盐平均减少 2.5%。在处理中只有休闲区、NP 区与 NPK 区是增加的, 分别增加 110.1%、27.1% 与 12.4%, 粪肥区增减不明显, 而其它区均有明显的减少(减少 37.4—43.1%)。Al-P 与速效磷有极显著的相关性($R=0.980^{**}$)。无磷处理区 Al-P 均有下降, 必然导致土壤速效磷的下降, 从而证明单施氮肥是不合理的, 秸秆还田和绿肥仍然要加施磷肥。

2.3.2 磷酸铁盐(Fe-P) 含量很少, 只占无机磷的 0.78%。定位施肥 10 年后, 土壤中磷酸铁盐显著下降, 平均下降 80.4%, 其中以休闲与 NPK 区下降最少, 其它处理均下降 70% 以上。

2.3.3 磷酸钙盐(Ca-P) 占无机磷的 62.3%, 是无机磷的主要组成部分。经过 10 年的定位施肥, 只有 NPK 区 Ca-P 增加了 2.4%, 其它处理均有减少, 其中粪肥与休闲区减少不明显, 而 N 区、秸秆还田区、绿肥区以及无肥区减少达 27.6—35.6%。磷酸钙盐与速效磷有显著相关性($R=0.728^*$), 凡少施磷或不施磷区的 Ca-P 下降明显, 这说明磷酸钙

表 4 长期定位施肥对土壤无机磷组成的影响 (P mg/kg)

Table 4 Effect of long-term fertilization on components of soil inorganic phosphorus (P mg/kg)

处 理	项 目	无 机 磷				总 计	占全磷 (%) Percentage in total P
		Inorganic Phosphorus					
Treatment	Item	Al-P	Fe-P	Ca-P	O-P	Total	
N	A	32.5	5.0	380.0	195.0	612.5	90.1
	B	21.3	1.3	242.0	200.0	464.6	
	C	-11.2	-3.7	-138.0	5.0	-147.9	
NP	A	28.8	5.0	395.0	185.0	613.8	91.6
	B	36.6	0.1	315.0	177.0	528.7	
	C	7.8	-4.9	-80.0	-8.0	-85.1	
NPK	A	35.6	5.0	374.0	200.0	614.6	83.1
	B	40.0	2.5	383.0	345.0	770.5	
	C	4.4	-2.5	9.0	145.0	155.9	
N+粪	A	35.0	3.8	305.0	187.5	531.3	78.1
	B	33.8	0.5	285.0	295.0	614.3	
	C	-1.2	-3.3	-20.0	107.5	83.3	
N+秸秆	A	31.3	3.8	376.0	187.5	598.6	85.5
	B	17.8	0.1	242.0	225.0	484.9	
	C	-13.5	-3.7	-134	37.5	-113.7	
N+绿肥	A	29.4	5.0	382.0	162.5	578.9	85.1
	B	17.3	0.1	275.0	250.0	542.4	
	C	-12.1	-4.9	-107.0	87.5	-36.5	
无肥	A	35.0	5.0	380.0	200.0	620.0	86.1
	B	21.9	0.1	275.0	205.0	502.0	
	C	-13.1	-4.9	-105.0	5.0	-118.0	
休闲	A	28.8	3.8	358.0	175.0	565.6	82.0
	B	60.5	3.1	312.0	180.0	555.6	
	C	31.7	-0.7	-46.0	5.0	-10.0	
平均	A	32.0	4.6	368.8	186.6	591.9	85.2
	B	31.2	1.0	291.1	234.6	557.9	
	C	-0.8	-3.6	-77.7	48.0	-34.4	

注: A: 1979年基础值。 B: 1988年测定值。 C: B-A值。

盐作为储备磷能够部分的转化为速效磷供作物利用。

2.3.4 闭蓄态磷酸盐(O-P) 占无机磷的 31.5%, 仅少于磷酸钙盐。一般认为 O-P 是无效态磷。定位施肥 10 年, 凡是施磷区 O-P 均有增加, 其中以 NP 与粪肥区增加最多(增加 57.1—72.5%), 而不施磷区与休闲区增减不明显。这说明在石灰性土壤上明显地存在

着磷的固定,同时也说明 O-P也有可能转化为速效磷为作物利用。

2.4 定位施肥对磷的利用率的影响

磷的利用率是用田间差减法计算的,该法受施肥量影响很大^[7]。由于本研究只求等氮,而磷用量仅化肥处理相等,有机肥处理都不相等,因此化肥与有机肥间以及有机肥各处理间磷的利用率都不好相互比较。

从表 5 看,施用化学磷肥,1979 年第一季磷的利用率只有 15—16%,但后效较高,到第 7 年(1985 年)全年累积利用率就达到 50% 以上(个别年因气候减产除外),以后变化就不明显了,到 1993 年累积利用率达到 56.5%,从 1980—1993 年磷的平均累积利用率为 48.5%。在不同化肥处理中,NPK 区比 NP 区磷的利用率提高 2.4%。

表 5 长期定位施肥对磷的利用率的影响 (%)

Table 5 Effect of long-term fertilization on the utilization efficiency of soil phosphorus

处理	第一季值		各 年 累 积 值								1980—1993
	First		Accumulation value of each year								年平均值
Treat-	season										Average of
ment	1979	1980	1982	1984	1985	1986	1988	1990	1992	1993	1980—1993
NP	15.2	39.0	48.3	46.0	59.9	58.4	38.9	50.8	57.3	55.6	47.3
NPK	16.0	41.0	44.9	48.9	61.1	62.1	42.8	51.0	63.0	57.3	49.7
N+粪	28.2	69.1	61.5	93.0	95.0	94.4	27.0	38.9	46.2	33.4	52.5

注:表内平均系 1980—1993 年 14 年的平均值,而不是表内所列 9 年平均值。

2.5 土壤速效磷的演变与作物产量的相关

在定位施肥中,土壤速效磷的变化严重影响着小麦产量的增减,两者间存在着显著的相关性,无磷处理区均表现出一致的结果。

单施 N 区:土壤速效磷(x)与小麦产量(y)间的回归方程是: $y = 128.9 + 18.5x$ ($R = 0.600^* n = 10$),从方程分析土壤速效磷每增减 1mg/kg,小麦每公顷产量可增减 277.5 公斤。而无肥区的方程是: $y = 70.0 + 8.7x$ ($R = 0.677^* n = 10$),在不施肥情况下土壤速效磷每下降 1mg/kg,小麦每公顷产量就减少 130.5 公斤。土壤速效磷与玉米产量间没有显著相关性,只有单施 N 区相关系数达到 0.1 的明显水准,土壤速效磷每下降 1mg/kg,玉米每公顷产量下降 298.5 公斤。

3 小 结

1. 定位施肥对土壤全磷影响相对较小,10 年中其变异系数只由 3.5% 上升到 13.6%。在不同施肥中,凡施磷区土壤全磷皆有显著增加,而单施 N 区及无肥区则明显减少。在有机肥中,只有垃圾大粪有提高土壤全磷效果,而秸秆和绿肥无明显作用。

2. 不同定位施肥对土壤速效磷影响很大,15 年中其变异系数由 16.9% 上升到 57.5%,在所有养分中其变幅最大。在不同肥料中,化肥影响显著高于有机肥,化学磷的施用与否显著左右着土壤速效磷的升降,平均每公顷施入磷素 34.5 公斤或亏缺 51.0 公

斤, 土壤速效磷就升降 $1\text{mg} / \text{kg}$ 。施用有机肥区土壤速效磷均显著下降, 这主要是由于磷的收支不平衡造成的, 尤其秸秆还田与绿肥区磷的亏缺严重, 平均年下降 $0.9\text{--}1\text{mg} / \text{kg}$ 。因此, 施用有机肥(除富含磷者外), 必须增施磷肥, 以弥补磷的不足。

土壤速效磷的升降呈现阶段性, 头 1—2 年变幅最大, 其后 6—8 年保持稳定升降, 当上升或下降到某一定值后(本研究分别是 50 与 $5\text{mg} / \text{kg}$)变化就很小了。土壤速效磷的累积速度显著高于磷的消耗。

3. 津郊潮土磷的组成以无机磷为主, 占全磷 85.2% , 其中以磷酸钙盐占无机磷 62.3% 为最高, 其次是闭蓄态磷, 占无机磷 31.5% , 而磷酸铝盐和铁盐所占比例很小, 分别只有 5.4% 与 0.78% 。定位施肥对无机磷的组成均有显著影响, 定位施肥 10 年后土壤中无机磷由占全磷的 85% 下降到 77% , 其中以 Al-P 降的最少, 而 Fe-P 和 Ca-P 下降显著, 只有 O-P 是增加的。关于各种形态无机磷的有效性问题, 一般认为闭蓄态磷几乎无效^[8], 而非闭蓄态磷对速效磷的贡献, 在天津潮土上以磷酸铝盐显著, 其次是磷酸钙盐。增施磷肥和大粪能提高土壤中 Al-P 和 Ca-P 含量, 从而对速效磷作出贡献, 但也显著增加闭蓄态磷酸盐而增加磷的固定。

4. 保持土壤养分平衡是施肥上一个重要原则。在定位施肥 15 年中, 小麦与夏玉米两季每公顷产 11400 公斤, 每年每公顷施磷 130.5 公斤, 则基本上保持了土壤磷素的平衡。平均每生产 100 公斤粮食(小麦与夏玉米), 需施磷 1.2 公斤。

5. 津郊潮土速效磷的演变严重影响着小麦产量的增减, 尤其在不施磷的情况下表现更为突出。而土壤速效磷与玉米产量间没有显著的相关性, 仅单施 N 区达到 0.1 的相关水准。

参 考 文 献

1. Krshnamoorthy, K. K., 1984: 印度长期肥料试验总结。土壤学进展, 第 12 卷 5 期, 36—40 页。
2. 赵建强、白大鹏、刘富, 1993: 北方石灰性土壤磷的研究动向。土壤肥料, 第 4 期, 11—14 页。
3. 林葆、林继雄、李家康, 1992: 关于合理施用磷肥的几个问题。土壤, 第 24 卷第 2 期, 57—60 页。
4. 蒋柏藩、沈仁芳, 1990: 石灰性土壤无机磷分级的研究。土壤学进展, 第 18 卷第 1 期, 1—8 页。
5. 鲁如坤, 1990: 土壤磷素化学研究进展。土壤学进展, 第 18 卷第 6 期, 1—5 页。
6. 蒋柏藩, 1992: 石灰性土壤无机磷有效性的研究。土壤, 第 24 卷第 2 期, 61—64 页。
7. 林葆、林继雄, 1988: 磷的不同分配方式与后效。土壤肥料, 第 2 期, 6—10 页。
8. 张漱茗、于淑芳, 1992: 石灰性土壤中无机磷形态和有效性的研究。土壤肥料, 第 3 期 1—4 页。

LONG-TERM EXPERIMENTAL STUDY ON COMPONENTS AND CHANGES OF PHOSPHORUS IN FLUVO-AQUIC SOIL OF TIANJIN SUBURBS

Yao Bingui Yao Lizhu Wang Ping Zhang Xi and Wang Defeng

(*Tianjin Soil and Fertilizer Institute, Tianjin 300192*)

Summary

Effect of long-term fertilization on components and changes of phosphorus in fluvo-aquic soil was studied in Tianjin during 1979—1993. Results showed that inorganic phosphorus was predominant, in which Ca-P occupied the largest percentage, O-P was second only to Ca-P and only small part was the Al-P and Fe-P. Long-term fertilization could significantly influence both the content of soil available P and the range of its changes. The effects of chemical phosphorus were more obvious than those of organic sources. The increasing and decreasing of soil available P depended heavily on whether chemical phosphorus was applied or not, soil available p increased or decreased at the rate of 1 mg / kg when 45kg P / ha was added or removed. In addition, our study also suggested that the changes of soil available P differed with the periods of experiment at time. Generally speaking, soil available P changed largely in the first two years, and the changes became smaller in the later 6-8 years, finally it remained in a normal value with quite small changes. Soil phosphorus could be balanced in 15 years when 18 kg / ha. year P_2O_5 was applied for per 100 kg of grain yield under the wheat-corn cropping system with the grain yield of 11400kg / ha in total.

Key words Long-term experiment, Fluvo-aquic soil, Balance and changes of phosphorus