

# 潮土肥力演变与施肥作用的长期 定位试验初报\*

钦绳武 顾益初 朱兆良

(中国科学院南京土壤研究所, 南京 210008)

**摘要** 1989—1994年在河南封丘潮土上,对几种主要肥料的效益,以及不同施肥条件对土壤养分供应能力的影响进行了长期定位试验。试验结果表明:潮土的生产潜力很大,贫瘠的潮土单施N肥或P肥收效甚微。只要N、P肥配合施用,其交互增产作用极显著。如一旦停止施肥,产量又将急剧下降到很低水平。在富K的潮土上,连续五年不施K肥和有机肥,对小麦产量尚不构成影响。然而耕层土壤中的速效K以每年 $3.8\text{mg}/\text{kg}$ 的速度下降,已接近临界水平。定位试验中测得N、P肥五年的累计利用率远高于单季试验的结果,分别为57.2%和43.8%。在当前施肥模式和产量水平下,大多数潮土中的N、P养分和有机质都略有盈余,而K素养分则普遍亏缺。

**关键词** 潮土,肥料,长期定位试验

我国的长期肥料试验工作始于50年代末,但历经周折,几起几落,始终未能坚持和发展。80年代前,全国只有少数科研单位开展了一些单项的定位试验。80年代后期,随着我国农业的进一步发展,化肥施用量的大量增加,以及受国外大量肥料长期定位试验结果对农业生产的现实指导作用的启迪<sup>[1]</sup>,施肥效应以及对土壤肥力演变影响的长期定位试验工作才为我国有关部门重视。1987年中国农业科学院在全国9个不同土壤类型区布置了“全国土壤肥力和肥料效益监测试验网”。1989年中国科学院在全国不同生态类型区布置了“土壤养分循环和平衡的长期定位试验”,作为生态网络研究的重要内容之一,进行全国联网研究。本项长期试验就是该网络中的一个点。

本试验旨在研究以中国科学院封丘农业生态实验站站区为代表的黄潮土的养分供应能力以及在不同施肥条件下的发展趋势;潮土中主要养分元素的形态、含量及消长规律;长期施用有机肥和化肥对土壤肥力的影响和肥料效益。现将五年来的初步试验结果总结如下:

## 1 试验设计与方法

### 1.1 封丘站区土壤养分供应现状和特点

封丘站区土壤养分的供应水平比较差,这可由1983年及1992年两次土壤养分供应水平调查结果来

\* 本研究获国家自然科学基金重大项目资助,批准号为39790100。

收稿日期:1996-11-18;收到修改稿日期:1997-11-06

说明(表1)。和全国各大区土壤相比较,封丘站区的土壤供N属低中水平;供P水平为其它大区的1/2左右,也属低中水平;供K能力属于中高水平。另外的调查研究也表明,试区土壤中Mn、Zn、Mo、Fe等微量元素接近于临界水平或以下。所以封丘站区的土壤养分供应特点可以归纳为:缺N、缺P、富K,某些微量元素供应水平较低<sup>[2]</sup>。

表1 1983—1992年封丘站万亩试区土壤养分变化情况

Table 1 changes in soil nutrients of Fengqiu 1000-mu experiment zone in 1983—1992

年份 Year	有机质 O. M (g/kg)	全 N Total N (g/kg)	全 P Total P (g/kg)	全 K Total K (g/kg)	速效N Available N (mg/kg)	速效P Available P (mg/kg)	速效K Available K (mg/kg)
1983	6.9	0.42	0.66	18.5	41.0	4.58	114.4
1992	10.6	0.64	0.66	19.7	68.0	7.68	90.7

通过“六五”、“七五”时期以改土培肥为主要内容的综合治理,改善了站区生态环境,大量化肥的投入及其它先进农业技术的应用,在作物产量成倍提高的同时,土壤N、P养分供应水平也有明显提高。但和高产地区相比,尚属中低水平<sup>[3]</sup>。

## 1.2 试验设计

本项定位试验地点在中国科学院封丘农业生态实验站内。供试土壤为轻壤质黄潮土(两合土),试验前连续匀地三年,不施任何肥料。1989年秋天正式布置试验,此时土壤养分已相当贫乏。布置试验前的本底土壤养分含量分析结果见表2。

表2 试验田本底土壤养分含量

Table 2 Background soil nutrient contents of the experiment plots

有机质 O. M. (g/kg)	全 N Total N (g/kg)	全 P Total P (g/kg)	全 K Total K (g/kg)	速效N Available N (mg/kg)	速效P Available P (mg/kg)	速效K Available K (mg/kg)	缓效K Slowly available K (mg/kg)	pH
5.83	0.445	0.50	18.6	9.51	1.93	78.8	558.0	8.65

试验设七个处理,四次重复。小区面积为47.5m<sup>2</sup>。小区四周埋设了水泥预制板隔层,埋入土中60cm,露出地面10cm,以防止水、肥及根系的相互渗透。在两层水泥板之间铺设水泥路面,形成宽20cm的小区间小埂。试验区四周设1.5m以上的保护行。保护行中埋设地下灌水管,接上水表后可以定额定额灌溉。在保护行两侧铺设硬化排水沟。试验分四个区组,随机排列。本试验的七个处理为(1)NPK、(2)NP、(3)1/2 O. M. + 1/2 NPK、(4)O. M.、(5)PK、(6)NK、(7)CK(对照,不施肥)。肥料品种N肥为尿素,P肥为过磷酸钙,K肥为硫酸钾。其中处理(1)、(2)、(3)、(6)小麦、玉米都施基肥和追肥,处理(5)因不施N肥,小麦玉米只施基肥,不施追肥。处理(4)(有机肥)全季肥料都作基肥一次施入,不施追肥。肥料

表3 试验田肥料用量

Table 3 Fertilizer rates of the experiment plots

作物 Crop	施肥时期 Fertilization time	氮肥 N Fertilizer (N kg/ha)	磷肥 P Fertilizer (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha)	钾肥 K Fertilizer (K <sub>2</sub> O kg/ha)
小麦	基肥	90	75	150
	追肥	60	0	0
玉米	基肥	60	60	150
	追肥	90	0	0

用量见表 3。有机肥(O. M.)以粉碎的麦秆为主, 每季每公顷用量约 4500kg, 加上适量粉碎后的大豆饼和棉仁饼, 以提高有机肥的含 N 量。有机肥经堆制发酵后再施用。施用前先分析 N、P、K 养分含量。以等 N 量为标准。有机肥中的 P、K 不足部分用 P、K 化肥补足到等量。试验田的施肥量与当地农民当时所种大田施肥量相比, 只属中等水平(表 3)。

试验采用小麦-玉米一年两熟轮作。品种系当地大面积推广品种。灌水视每年降水情况而定, 一般小麦灌水 2—3 次, 玉米灌水 1—2 次。每次灌水量 900—1200m<sup>3</sup>/ha。

试验自 1989 年秋播小麦开始至 1994 年玉米收获, 五年共收获 10 季作物。每年秋季玉米收获后取一次耕层土壤样品, 每五年取一次 20—40cm 土层样品, 每季收获后取植株样品, 进行室内分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 潮土中 N、P 肥配合施用的交互增产作用。

由表 4 可见, 对照处理(试验前三年不施肥的基础上继续不施肥), 即使在灌溉条件下, 五年小麦的平均产量仅 601kg/ha, 只有 NP 处理的 12% 左右。如果单施 N 肥不施 P 肥, 或单施 P 肥不施 N 肥, 则任何一种肥料都难于发挥应有的效果。其产量和不施肥的对照相差无几。但只要 N、P 肥料合理配合施用, 即使肥料用量在当地只属中等水平, 小麦五年平均产量可达 5017kg/ha, 玉米平均产量达 7524kg/ha(表 4、图 1)。说明潮土的增产潜力很大, 肥料的效益也很显著, 每 kg 肥料(N 或 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)可增产小麦 19.63kg、玉米 31.59kg(小麦每公顷施 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 225kg, 玉米每公顷施 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 210kg)。

以上结果表明, 在提高作物产量方面, 供给充足的养分是最重要的技术措施。因此, 在有灌溉条件而没有盐害的黄淮海广大中低产土壤上, 增施化肥, 迅速提高产量, 增加单

表 4 各处理历年产量(kg/ha)

Table 4 Yields of the crops for different treatments during 1990—1994

作物 Crop	年份 Year	处 理 Treatment						
		NPK	NP	1/20. M.+1/2NPK	O. M.	PK	NK	CK
小麦	1990	5799	5832	5361	3245	2240	1466	1077
	1991	4842	5024	4424	2273	821	648	485
	1992	5135	5049	5447	4908	870	570	473
	1993	4481	4524	4047	2540	866	569	480
	1994	4602	4658	4550	3269	771	462	491
	平均	4972	5017	4766	3247	1114	743	601
玉米	1990	6495	6834	6398	2715	639	680	549
	1991	8801	8715	8342	6020	1034	764	966
	1992	6921	7298	6851	5931	1809	1361	1130
	1993	8502	8717	8849	7053	1745	1514	1427
	1994	5769	6054	6065	3509	696	545	387
	平均	7298	7524	7301	5046	1185	973	892

注: 1994 年玉米生长期受水淹, 所以各处理玉米产量都偏低。

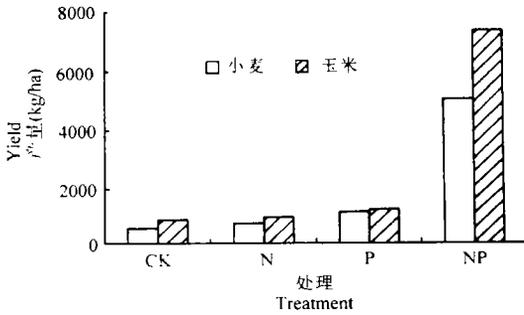


图1 氮磷配合的交互增产作用

Fig.1 Effect of N-P interaction on crop yield

150kg K<sub>2</sub>O(硫酸钾)小麦、玉米都未显示出明显的增产效应(表4、图2)植株样品分析结果也表明,施用K肥并不增加小麦籽粒、秸秆和玉米籽粒的含K量,仅玉米秸秆的含K量施K肥处理高于不施K处理(表5)。

表5 施K对植株K素养分含量的影响(K g/kg)  
Table 5 Effect of K application on plant K contents

作物 Crop	植株部位 Plant part	处 理 Treatment		作物 Crop	植株部位 Plant part	处 理 Treatment	
		NPK	NP			NPK	NP
小麦	籽粒	3.92	3.83	玉米	籽粒	3.82	3.58
	秸秆	14.3	13.6		秸秆	17.7	11.0

由于供试土壤的K库容量较大,在当前耕作条件及中等产量水平要求下,不施K肥基本能满足作物生长对K素的需要。增施K肥虽能稍微增加作物对钾素的吸收,但在作物的籽粒产量上未能反应出明显的差异。

从计算可知,无K区(NP处理)植株地上部分五年累计从土壤中带走了K 9203kg/ha。平均每年带走了K 184.1kg/ha。试验五年后的1994年秋季土壤分析结果,施K区(NPK处理)土壤速效K由原来(本底)的K78.8mg/kg增加到119.7mg/kg,缓效K含量由原来的K 558.0mg/kg增加到641.1mg/kg。而无K区(NP处理)土壤速效K由原来的K 78.8mg/kg降低为59.5mg/kg,平均每年下降3.8mg/kg,缓效K在五年内没有明显变化,仍保持在558.0mg/kg左右(表6)。

作物每年从土壤中带走了大量K素,如不进行K素的补充,迟早会引起土壤K素的贫乏,引起作物缺K反应,试验进行到第五年(1993年冬季)的小麦苗期,已可观察到不施K

位面积的总生物量,打破低产状况下的养分恶性循环,才能增加残留根茬和枯枝落叶及还田的秸秆,逐步增加土壤有机质,培肥土壤,建立稳产高产条件下的养分良性循环。看来这是当前改造黄淮海平原地区中低产土壤行之有效的途径。

### 2.2 中产条件下潮土钾素养分的变化及施用化学钾肥的效应。

据分析(表2),供试土壤含K比较丰富,速效K含量为78.8mg/kg,五年十季作物试验结果表明,每公顷每季施

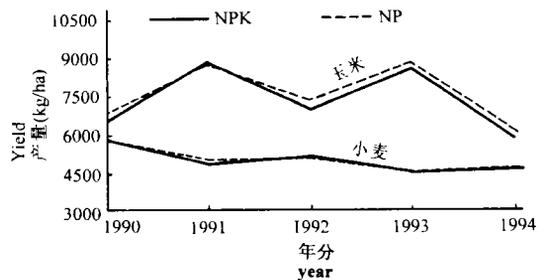


图2 钾肥对作物产量的影响

Fig.2 Effect of K fertilizer on crop yields

表6 不同处理作物吸K量及土壤K素含量的变化

Table 6 Effect of treatments on K uptake by plant and soil K content

处理 Treatment	每年施K量 (K kg/ha) K applied per year	植株地上部分 带走的K量 (K kg/ha) k removed by aerial part of plant	1989年秋季(本底)		1994年秋	
			土壤K含量 (K mg/kg) Soil K content (background) in autumn 1989	速效K Available K	缓效K Slowly available K	土壤K含量 (K mg/kg) Soil K content in autumn 1994
NPK	249	235	78.8	558.0	119.7	641.1
NP	0	184	78.8	558.0	59.5	558.9

的处理小麦幼苗明显差于施K处理,但到第二年春的拔节期(1994年4月),这种差异肉眼已无法观察到了。最后在产量上也没有表现明显的差异。小麦苗期施K与不施K处理的这种明显的差异,在试验开始的前四年中并没观察到。

由此可见,黄淮海地区比较富K的土壤,随着农业产量的大幅度提高,作物每年从土壤中带走大量的K素,如果不重视秸秆还田,又不施用化学K肥,K素终将成为作物生长的限制因子之一,土壤缺K将为期不太远了。

### 2.3 肥料N素累计利用率和当季利用率的比较。

南京土壤研究所N组,“七五”期间在封丘站用<sup>15</sup>N示踪法进行的田间微区试验结果表明,当季施入土壤的肥料<sup>15</sup>N,小麦全株<sup>15</sup>N的回收率平均为42.1%,玉米全株<sup>15</sup>N的回收率平均为32.6%<sup>[4]</sup>。全株回收率包括地上部分和地下根茬两部分所含的<sup>15</sup>N量。而我们通常所用的养分表观利用率,只计算作物地上部分所含的养分量。因此养分的表观利用率应低于全株回收率。通过连续五年的田间定位试验,结果表明,肥料N的累计表观利用率小麦为55.8%,玉米为58.6%,平均为57.2%(表6)。这些远高于上述用<sup>15</sup>N示踪法测出的肥料N当季的利用率。

### 2.4 石灰性土壤中肥料P的后效

“P肥固定”的传统观点几乎统治了一个世纪,按照这个观点,P肥施入土壤后,除了被当季作物吸收利用外,残留部分都被土壤固定了。甚至极端认为这些P素“永息”了。近二十年来,国际上相当部分学者对此提出异议。他们认为,过去对P的固定问题看得过于严重,对所谓被固定的P能否再利用,P磷肥的后效需要重新加以估量。有些农业生态系统中养分利用的研究者认为,残留在土壤中被土壤所吸附的肥料P,其中绝大部分是可以被以后的植物所吸收利用的,肥料P真正要转化成不能被植物吸收利用的“固定”态P,是要相当长的过程。因此,积累态肥料P的利用率是很高的。这些论点尽管现在还存在着很多争议,但至少表明,磷素固定的传统观念已经受到很大的冲击。

本试验中,P肥在5年十季作物上的表观利用率相当高,P肥(过磷酸钙)在小麦上的累计表观利用率为31.9%,玉米为58.7%,两季平均的累计表观利用率为43.8%。这比单季P肥试验所得到的结果要高得多(表8)。“六五”期间,我所P组在封丘站所做的试验结果

表7 五年累计的N肥表观利用率

Table 7 Cumulative apparent efficiency of fertilizer N applied for 5 years

作物 Crop	五年累计施入的 肥料N量(kg/ha) Cumulative N application rate of 5 years		五年累计作物地上部分 带走的N量(kg/ha) Cumulative N removal of 5 years in aerial part		N肥的表观利用率 (%) Apparent use efficiency of N fertilizers	用 <sup>15</sup> N示踪法测得的 当季N肥利用率(%) N recovery rate of current crop measured with the <sup>15</sup> N tracing method
	NPK	PK	NPK	PK		
小麦	750	0	521	103	55.8	<42.1
玉米	750	0	571	132	58.6	<32.6

注1: 施用的N肥品种为尿素。<sup>15</sup>N示踪法采用的施肥方法及时期与本试验相同。

注2: N肥的表观利用率计算方法<sup>[1]</sup>为:

$$\text{N肥的表观利用率(\%)} = \frac{\text{NPK处理地上部分带走的N量} - \text{PK处理地上部分带走的N量}}{\text{NPK处理施入的N量}} \times 100$$

注3: 本文计算N、P肥累计表观利用率的公式,是借用差减法计算肥料当季表观利用率的公式。由于长期定位试验中NK、PK、CK处理的产量因养分供应不平衡,在前一两年中作物产量会明显下降,然后处于一种低水平的平衡状态。因此,将给累计肥料利用率带来一些误差。但据现有国内外的资料,目前计算长期定位试验中肥料累计表观利用率,仍采用这种方法。

表明,过磷酸钙在小麦上的当季表观利用率为15.9%,玉米为11.4%<sup>[5]</sup>,而中国农科院的试验表明,P肥的当季平均利用率为18%<sup>[6]</sup>。

另据顾益初等人的试验表明<sup>[7,8]</sup>:在黄淮海平原的石灰性土壤上,施入土壤的P肥,除了当季被作物吸收带走一部分外,大部分都由原来的可溶性的Ca<sub>2</sub>-P(磷酸二钙型)转变成缓效性的Ca<sub>8</sub>-P(磷酸八钙型)和少量的缓效性Al-P和Fe-P而残留在土壤中。这部分P对下季作物或以后的作物都有很好的后效。连续五年施用十季P肥后,土壤中“固定态P”Ca<sub>10</sub>-P(磷灰石型)的含量没有明显变化。

表8 五年累计的P肥表观利用率

Table 8 Cumulative apparent efficiency of fertilizer P applied for 5 years

作物 Crop	五年累计施入的 肥料P量(kg/ha) Cumulative P application rate of 5 years		五年累计作物地上部分 带走的P量(kg/ha) Cumulative P removal of 5 years in aerial part		P肥的表观利用率 (%) Apparent use efficiency of P fertilizers	“六五”期间单季试验得到 的P肥表观利用率(%) Apparent use efficiency of P fertilizers of a single- cropping trial in the sixth “Five-Year Plan” period
	NPK	NK	NPK	NK		
小麦	163.7	0	61.4	9.2	31.9	15.9
玉米	131.0	0	92.6	15.8	58.7	11.4

本试验连续十季施用P肥的处理(NPK),作物不仅吸收当季施入的P肥中的P,而且还吸收了以前残留在土壤中的P。因此P肥的累计表观利用率就明显高于单季试验的结果。英国洛桑试验站长期试验的结果认为<sup>[9]</sup>,残留在土壤中的P,将增加可溶性P的潜在储

量,最终都有可能被作物所利用。他们在四种作物上进行的长期试验结果表明,在第四个五年期间,四种作物的磷肥平均利用率与第一个五年间相比较,增加了一倍多(利用率从17%增加到36%),这和我们的试验结果是相似的。

### 2.5 富钾潮土的钾肥利用率。

供试土壤为黄河冲积物发育的砂壤质黄潮土,在20—40cm土体中存在着一层15cm左右的粘土层。耕层土壤速效K为78.8mg/kg,土壤K含量比较丰富。因此在五年十季作物上,每公顷每季施含150kgK<sub>2</sub>O的硫酸钾,作物籽粒产量并无明显的增加(表4),K肥的经济利用率几乎等于零。但从施入土壤的K肥和作物地上部分吸收的K素计算而得的K肥累计表观利用率,小麦上仅为4.7%,而玉米上为36.0%(表9)。如仅从上数字看,玉米对K肥的累计表观利用率似乎不算太低。但从表5中可见,施K处理玉米籽粒的K素含量并无明显差异,而施K处理的玉米秸秆含K量显著高于不施K的处理,平均高出61%。造成了玉米对K的表观利用率比小麦高得多的假象。其实这是一种玉米对K肥的奢侈吸收,只增加了玉米秸秆中的含K量(浓度),而并没有增加籽粒和秸秆的产量。

### 2.6 封丘站区土壤肥力的演变趋势。

封丘站区近十年来,由于大搞农田基本建设,实现了农田方田化、林网化、水利化,百分之九十以上的农田发展了井灌,消灭了盐碱危害。农田生态环境有了显著改善。各种良种的推广应用,病虫害的化学防治等先进技术的应用,都为农业的高产稳产创造了良好的条件。

表9 五年累计K肥表观利用率

Table 9 Cumulative apparent efficiency of fertilizer K applied for 5 years

作物 Crop	五年累计施入的肥料K量 (kg/ha) Cumulative K application rate of 5 years		五年累计作物地上部分 带走的K量(kg/ha) Cumulative K removal of 5 years in aerial part		K肥的表观 利用率(%) Apparent use efficiency of K fertilizers
	NPK	NP	NPK	NP	
	小麦	622.7	0	450.3	
玉米	622.7	0	724.7	500.7	36.0

七十年代初氮肥的普遍施用,效果一直很明显。八十年代初磷肥的推广施用,氮磷肥的合理配合,充分发挥了肥料的交互增产作用,加之上述的农田生态环境的改善和技术的应用,农作物产量成倍增长,作物的根茬、枯枝落叶及还田的作物秸秆大量增加,为有机肥无机肥的配合施用奠定了物质基础。

封丘站近十多年来土壤肥力的总趋势是明显提高的。从1983年和1992年两次土壤养分含量监测的结果(表1)可见,土壤有机质含量由6.9g/kg,增加到10.6g/kg,提高了54.5%,全N由0.42g/kg,增加到0.63g/kg,提高了50.5%,全P含量无明显增加,而速效P增加幅度较大,由原来的4.58mg/kg增加到7.86mg/kg,提高了71.6%。速效K含量有所降低,由114.4mg/kg降低到90.7mg/kg,亏损了20.7%。

定位试验结果表明,1989—1994年五年间,NPK、1/20. M. +1/2NPK. O. M. 三处理土壤有机质含量、养分全量及速效P、K含量均有所提高,其中以单施有机肥及有机肥无机肥

配合施用的处理,土壤养分含量提高最多。由此可以看出有机肥培肥土壤的重要作用。NP处理的有机质、全N、全P及速效P也有所提高,提高程度和NPK处理相近,而速效K明显减少(表10)。

表10 1989—1994年五年间各处理耕层土壤养分的变化

Table 10 Changes in soil nutrients of the plowed layer of each treatment in 5 years (1989—1994)

年份	处理	全N (g/kg)	全P (g/kg)	全K (g/kg)	速效N (mg/kg)	速效P (mg/kg)	速效K (mg/kg)	缓效K (mg/kg)	有机质 (g/kg)
Year	treat- ment	Total N	Total P	Total K	Avail- able N	Avail- able P	Avail- able K	Slowly available K	O. M.
1989	原始土	0.445	0.495	18.6	9.51	1.93	78.8	558.0	5.91
1994	NPK	0.582	0.547	19.2	7.66	3.17	119.7	641.1	7.45
	NP	0.534	0.544	18.9	6.93	2.90	59.5	558.9	7.38
	1/2O. M. +1/2NPK	0.634	0.534	19.4	8.42	3.81	116.0	626.1	9.41
	O. M.	0.740	0.544	19.2	8.87	6.21	126.5	638.6	11.6
	PK	0.520	0.576	19.3	7.02	10.3	207.7	648.5	6.37
	NK	0.480	0.492	19.2	31.4	1.31	222.1	681.7	6.04
	CK	0.459	0.486	19.3	6.81	1.23	67.7	601.9	5.93

面上调查及定位试验结果都表明,封丘站区在目前这种以N、P化肥为主,以有机肥为辅,不施用化学K肥的施肥模式下,耕作土壤N、P营养元素能基本保持平衡或略有盈余,而K素处于亏缺状态。随着作物单位面积产量的进一步提高,N、P化肥用量将会增加,与此同时应注意提高P肥的施用比例,N、P比例逐步增加到1:0.5—0.6为宜。在目前K肥肥源紧缺,大面积施用K肥尚无可能的情况下,要十分重视秸秆还田,尽量减少土壤K素的亏缺。否则,含K比较丰富的黄淮海平原潮土区将不会永远富K。

### 3 结语

1. 黄淮海平原潮土,生产潜力很大,N、P肥配合施用的交互增产效益极显著。但土壤肥力及保肥能力较差,一旦不施肥,产量将急剧下降到很低水平。

2. 在砂壤土质地的潮土上,由于原来含钾比较丰富,在连续五年不施有机肥的情况下,施用化学钾肥在小麦、玉米上尚未显示出明显的增产效果,但不施钾肥的处理,耕层土壤的速效钾含量以每年3.8mg/kg速度降低,五年间已降到接近临界值了。

3. 五年定位试验所测得的肥料N的累计表观利用率(57.2%)远远高于用<sup>15</sup>N示踪法测得的当季肥料N的利用率(32—42%),而肥料P的累计表观利用率(43.8%)要高出一般认为的P肥的当季利用率(10—25%)近一倍。

4. 潮土在目前以N、P化肥为主,以有机肥为辅的施肥模式下,土壤养分是不平衡的。N、P养分略有盈余,K处于亏缺状态。今后施肥中应适当提高P肥的施用比例。在目前大面积施用化学钾肥尚无可能的情况下,要十分注意秸秆的还田,尽量减少K素的亏缺。

## 参 考 文 献

1. 沈善敏. 国外的长期肥料试验(一)(二)(三). 土壤通报, 1984, 15(2): 85—91, 15(3): 134—138, 15(4): 184—185
2. 傅积平, 凌美华, 高建邦等主编. 黄淮海平原区域治理技术体系研究. 北京: 科学出版社, 1987
3. 张绍林, 傅积平, 钦绳武. 黄淮海平原中低产土壤的合理施肥技术. 见: 赵其国主编, 豫北、淮北、苏北地区农业综合开发文集. 北京: 科学出版社, 1993. 69—76
4. 朱兆良, 张绍林, 徐银华等. 黄淮海平原潮土氮肥的去向和经济施用. 见: 傅积平等主编, 土壤培肥与农业环境生态研究, 北京: 科学出版社, 1992. 1—8
5. 蒋柏藩, 顾益初, 沈仁芳等. 石灰性土壤无机磷的形态、有效性和磷肥的经济施用. 见: 傅积平等主编, 土壤培肥与农业环境生态研究. 北京: 科学出版社, 1992. 9—18
6. 林继雄, 林葆, 艾卫. 磷肥后效及利用率的定位试验. 土壤肥料, 1995, (6): 1—5
7. 顾益初, 蒋柏藩. 石灰性土壤无机磷分级的测定方法. 土壤, 1990, 22(2): 101—102
8. 顾益初, 钦绳武. 长期施用磷肥条件下潮土中磷素的积累、形态转化和有效性. 土壤, 1997, 29(1): 13—17
9. 蒋柏藩, 顾益初. 土壤无机磷的形态、有效性和磷肥的经济施用. 见: 傅积平, 王遵亲主编, 豫北平原旱涝盐碱综合治理. 北京: 科学出版社, 1993, 36—46

## A PRELIMINARY REPORT ON LONG-TERM STATIONARY EXPERIMENT ON FERTILITY EVOLUTION OF FLUVO-AQUIC SOIL AND THE EFFECT OF FERTILIZATION

Qin Sheng-wu Gu Yi-chu Zhu Zhao-liang

*(Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)*

### Summary

A long-term stationary experiment was designed to determine crop responses to several major fertilizers in fluvo-aquic soils and the effect of fertilization models on soil nutrient supply. Results showed that fluvo-aquic soil had a great production potential. But on infertile fluvo-aquic soil, crop response to single N or P fertilizer was very limited. When they were applied in combination, the effect of their interaction on crop yield became significant. Once fertilization stopped, crop yield dropped down drastically to a very low level. On K-rich fluvo-aquic soil, the practice of no application of K and organic manure for 5 years did not cause any threat to crop yield. However, the readily available K in the plowed layer decreased at a rate of 3.8 mg / kg per annum, approaching the critical level. The long-term experiment also showed that the cumulative recovery rates of N and P fertilizers in the 5 years, 57.2% and 43.8% respectively, were much higher than the results in a single cropping experiment. With the current fertilization models and crop yield level, little surpluses of N and P nutrients and organic matter existed in most fluvo-aquic soils, whereas K deficit occurred in almost all the fluvo-aquic soils.

**Key words** Fluvo-aquic soil, Fertilizer, Long-term stationary experiment