



现代农业与肥料系列丛书

Modern Agriculture and Fertilizers

中国项目

学术论文集之二

China Program , Proceedings No . 2



土壤钾素和钾肥研究

——中加合作钾肥项目第五次年会论文集

农业部科学技术司
中国农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷研究所北京办事处

中国农业科技出版社

1992 北京

土壤钾素和钾肥研究

——中加合作钾肥项目第五次年会论文集

农业科学技术司
中国农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷研究所北京办事处

中国农业科技出版社

1992 北京

内 容 提 要

“中国—加拿大合作钾肥农学项目”第五次年会在农业部科技司主持下,于1991年1月11—12日在中国农业科学院土壤肥料研究所举行。大会提交论文28篇。

此论文集集中汇集了大量的有关钾的研究资料,反映了近年来土壤钾素和钾肥应用研究的动态和最新进展,可提供给广大农业研究人员,大专院校师生和技术推广人员作为进一步开展研究的参考。

土壤钾素和钾肥的研究 ——中加合作钾肥项目第五次年会论文集

农 业 部 科 技 司
中国农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷研究所北京办事处
中国农业科技出版社出版(北京海淀区白石桥路30号)
新华书店北京发行 各地新华书店经售
北京市第二印刷厂印刷

开本:16开 印张:11.375 插页: 字数:20万字

1992年9月第一版 1992年9月第一次印刷

印数:1—2,000册 定价:15.00元

ISBN 7-80026-375-4/Z·12

前 言

“中国—加拿大合作钾肥农学项目”第五次年会在农业部科技司主持下,于1991年1月11—12日在中国农业科学院土壤肥料研究所举行。来自28个合作单位的48位代表应邀出席了会议,大会提交论文28篇,交流了多年来在中—加合作项目中开展土壤钾素与钾肥研究的最新发现和进展。加拿大钾磷研究所总裁 James Beaton 博士,副总裁耿庆文先生,中国项目部主任 Sam Portch 博士参加了会议,Beaton 博士作了关于“肥料使用的经济学”的重要报告。

此论文集集中汇集了大量的有关钾的研究资料,反映了近年来土壤钾素和钾肥应用研究的动态和最新进展,可提供给广大农业研究人员,大专院校师生和技术推广人员做为进一步开展研究的参考。

加拿大钾磷研究所北京办事处
1992年7月30日

目 录

河北省土壤钾素和钾肥效果研究现状·····	(1)
安徽土壤营养元素的诊断·····	(6)
钾肥对作物产量、品质和抗逆性的影响·····	(13)
钾与硫对玉米和北方水稻产量的影响·····	(18)
吉林省主要作物最大产量的试验研究	
——玉米、水稻、大豆高产新种及适宜种植密度·····	(22)
从养分平衡看富钾土壤的钾素补充·····	(27)
高产平衡施肥——钾肥肥效的研究·····	(33)
夏玉米氮磷、氮钾交互作用效果·····	(39)
试析河南省土壤钾素肥力演变与钾肥肥效·····	(45)
向日葵钾素积累特性及对钾肥的反应·····	(51)
最高产量和最大经济效益产量研究·····	(57)
几种不同种植制中钾肥分配的定位研究·····	(65)
安徽钾肥肥效与平衡施肥·····	(70)
呋喃丹与磷钾肥混施对作物生长及土壤固氮的影响·····	(75)
黄土性土壤施钾对不同作物产量及品质影响的研究·····	(80)
肥料使用的经济学·····	(87)
高产小麦—玉米的经济合理施肥研究	
——土壤养分状况系统研究法在高产施肥中的应用·····	(96)
稻油耕作体系的施肥现状和管理途径研究·····	(104)
硼钾配施对油菜产量品质的影响·····	(107)
钾、镁营养水平对油菜产量和养分吸收的影响·····	(111)
高产红麻的氮钾吸收及其合理施用·····	(117)
不同种植密度与氮肥用量对春玉米产量的影响·····	(124)
稻田不同钾肥水平连续施用效应的定位研究·····	(128)
西瓜施用钾肥效应研究·····	(135)
施钾对香蕉叶片中营养元素含量的影响·····	(144)
影响广东蕉柑产量的营养因子分析——35个果园的调查报告·····	(152)
钾肥在稻—豆轮作田上平衡施用的研究·····	(162)
不同土壤上种间杂交稻对钾的反应,试验初报·····	(170)

河北省土壤钾素和钾肥效果研究现状

刘宗衡 邢 竹

(河北省农科院土壤肥料研究所)

[摘要] 河北省土壤风化淋溶程度较弱,全钾含量比较丰富。从全省范围看,土壤全钾含量为2%左右,不同质地差异较大,砂质土1.5—1.8%,壤质土1.8—2.3%,粘质土2.3—2.9%。按土壤母质分级,残坡积物全钾含量1.53—1.84%,洪冲积土1.62%,河流冲积土1.48—1.58%。河北省土壤速效钾含量大于150ppm的土壤占48.5%;100—150ppm的占38.4%;小于100ppm的土壤仅占13.1%,大多分布在冀东平原和冀中少数砂土地。

试验结果表明,河北省内,钾肥在下列作物上有增产效果,高产玉米、花生、棉花和薯类。但不同产量水平,不同质地土壤,肥效差异很大。

近年来有机肥料用量相对减少,作物产量不断提高。预计随着氮磷肥用量的增加,钾肥效果会逐渐表现出来。

一

回顾河北省农业生产的发展,在各历史阶段,不同的肥料结构与产量有密切的关系。五十年代主要靠农家肥料维持较低产量水平;六十年代有了一定数量的氮肥使产量提高了一大步;七十年代在氮肥数量的基础上又配合施用磷肥,产量又有明显的提高;八十年代以来,氮磷化肥用量急剧增加,产量继续提高,随之显露出钾的问题。在一些地区、一些土壤和一些作物上,施用钾肥逐渐成为进一步提高产量和产品品质的关键性措施。河北省的农业科研和技术部门对土壤钾素进行了分析研究并安排了一定数量的试验,以研究钾肥施用的有效条件。但是应该看到,河北省土壤钾的研究工作还不够系统、深入,有待进一步提高。

河北省土壤因风化淋溶程度较弱,故全钾含量比较丰富。就全省范围讲,土壤全钾含量在2%左右,比较不同质地,沙质1.5—1.8%,壤质1.8—2.3%,粘质2.3—2.9%。石家庄地区资料,全钾含量1.51—2.0%的土壤面积占85.45%,按土壤母质分级,残坡积物土壤全钾含量1.53—1.84%,洪冲积物土壤1.62%,河流冲积物土壤1.48—1.58%。

但土壤速效钾含量则差异很大。因此研究工作大多侧重对不同地区、不同土壤速效钾含量的分析比较。从地区特点分析,河北省中南部地区土壤速效钾含量普遍较高,东部唐山、秦皇岛一带则较低。例如沧州地区速效钾含量大于100ppm的土壤占86.87%,其中大于150ppm的占55.84%,而小于50ppm的土壤仅占1.39%。东部唐山市(地区)速效钾含量大于100ppm的土壤仅占29.17%,秦皇岛市土壤速效钾含量大于100ppm的仅占13.11%。

土壤速效钾含量与土壤类型的关系不甚明显,但与土壤母质与质地的关系比较密切。以秦皇岛市为例,花岗岩类残坡积物母质的土壤速效钾含量最低,石英岩类残坡积物母质的土壤速效钾含量最高;以质地而言,同样母质条件下,砂质土含量最低,土壤质地越粘,土壤速效钾含量越高。

表1 冀东冀中地区土壤速效钾含量分级

地 区		K ppm					
		>200	150—200	100—150	50—100	30—50	<30
石家庄地区	农田%	1.27	5.78	42.26	47.55	2.74	0.40
	荒地%	3.14	2.58	21.52	44.64	11.97	16.24
沧州地区	农田%	26.03	29.81	31.03	11.74	1.16	0.23
唐山市(地区)	农田%	8.12	5.25	15.80	52.54	14.80	3.50

表2 秦皇岛市土壤母质、质地与土壤速效钾含量

K₂O ppm

母 质 质 地	洪冲积物	花岗岩类 残坡积物	泥质岩类 残坡积物	石灰岩类 残坡积物	石英岩类 残坡积物
砂 质 土	78.4	—	—	—	—
砂 壤 土	87.0	71.5	110.9	—	—
轻 壤 土	100.0	90.8	105.5	106.0	112.0
中 壤 土	112.8	67.5	—	—	—

土壤速效钾含量的高低,在一定条件下可以做为钾肥肥效的重要指标。1985—1988年河北省土肥所在冀中南潮土区棉花上进行多点氮磷钾用量比例试验,在129个试验中,钾肥有效的试验占60%。按不同土壤速效钾含量分级,小于100ppm的土壤,施钾肥有效的试验占全部试验的80%;大于100ppm的施钾有效数占40%—43.5%。

另外,唐山市(地区)土肥站在棉花上安排的18个钾肥试验,按土壤速效钾含量分级,小于80ppm,增产25.7%;80—120ppm,增产16.7—16.9%;大于120ppm,增产10.8%。结果说明土壤速效钾含量小于100ppm,特别是小于80ppm,钾肥增产效果明显;大于120ppm增产效果较小。

二

利用培养试验法测定土壤有效钾含量的初步研究

为了研究土壤中钾素含量与作物吸收钾之间的相关性,我们采用生物培养试验法测定土壤可利用钾含量,并与常规化学方法作了比较。

试验采用中国农科院土肥所介绍的法国双层塑料培养钵(底面积10×10cm,下层高6cm,上层高4cm),上层底铺纱布,并向下层延伸以吸收水分。将待测土壤100克(干土),与经HCl洗过的砂子100克混合,放在上层纱布上,再盖200克经HCl洗过的砂子,浇水至土壤含水量20%,种上100粒小麦(先选种、催芽后再播),播深1cm。土壤中施入无钾的营养液,并通过在塑料钵底层加水,以补充作物对水分的需要。将塑料钵放在20℃培养箱恒温培养十四天,取出植株洗去砂和土,烘干称重后,分析植株含钾量(用0.5NHCl浸提,火焰光度计测定),计算在100克土中植株吸收的钾量,并与醋酸铵法浸提的交换性钾含量做比较。本试验供验土壤有沙土(清苑县后营大队),粘土(清苑县大堤口大队),壤土(本所试验场),属潮褐土及潮土类。

试验结果如下表

表3 不同测定方法土壤速效钾含量

K₂O ppm

土 壤	不同方法	IN 醋酸铵法	生物培养法
	沙 土	65	87.8
	粘 土	138	126.8
	壤 土	136	136.3

* 均用火焰光度计法测定

由以上分析结果看出,采用生物培养法测定土壤中植物可利用的钾,与常规法比较,在壤土中最为接近,粘土中略偏低,沙土中则偏高。可以初步看出,在石灰性土壤中测定速效钾,采用 IN 醋酸铵法,以在壤质土上与植物可吸收钾的相关性最高,粘土上也有一定相关性,而在沙土上则相关性较低。

三

河北省钾肥肥效试验已进行多年,从粮食作物到棉花、花生等经济作物,总的看来,从冀东到冀中南地区,棉花等作物试验结果表明,施用钾肥均有不同程度的增产作用。但在粮食作物上,冀中南地区的许多试验,包括一些长期定位试验,钾肥效果不明显,或虽有一定效果,但处理间差异不显著。而冀东地区的许多试验则说明,对大部分粮食作物施用钾肥均有不同程度的增产作用。现分述于下:

(一)棉花

河北省土肥所在冀中南潮土区进行的棉花氮磷钾用量和比例试验,按不同产量水平(对照产量)分为三级,配置肥效方程,结果如下:

<150 公斤/亩,试验数 $n=11$

$$y=106.5+7.4N+4.2P+2.5K+0.12NP+0.42NK+0.02PK-0.5N^2-0.2P^2-0.48K^2$$

150—250 公斤/亩 $n=38$

$$y=182.5+3.6N+5.3P+3.9K+0.1NP-0.08NK-0.24PK-0.14N^2-0.22P^2-0.14K^2$$

>250 公斤/亩 $n=4$

$$y=257.5+1.53N+3.75P+0.33K+0.16NP+0.26NK-0.42PK-0.30N^2-0.28P^2-0.0002K^2$$

应用肥效方程求出最佳施肥量、产量及产投比如下:

表4 不同产量水平棉花施肥效应经济分析

产量 (公斤/亩)	施肥量(公斤/亩)			预计产量 (公斤/亩)	亩投入 (元)	利 润 (元)	产投比
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
<150	10.6	11.4	6.8	189.1	28.1	71.1	2.5
150—250	5.4	5.3	6.7	213.4	15.5	45.6	2.9
>250	3.8	2.0	5.8	269.2	9.8	4.2	0.4

以上结果说明,棉花(籽棉)基础产量在 150 公斤/亩以下的地块,应着重施用氮磷肥,用量要加大,钾肥用量相对较小;产量高于 250 公斤/亩的地块,氮肥和磷肥用量可适当减少,而钾肥用量则相对加大。这一结果与生产实践上观测到的结果是一致的,即高肥力棉田,必须考虑增施钾肥。

河北省邯郸地区农科所在较高肥力的褐土化潮土上进行 NPK 长期定位试验,按轮作形式,1981、1982、1983 年以及 1986、1987 年五年均种植棉花。试验结果说明,在施有机肥区,施用氮肥和磷肥基础上增施钾肥,五年中有三年增产,增幅为 5.4—6.7—16.3%,两年减产,减幅为 5.1—5.3%;不施有机肥料区,在氮磷基础上增施钾肥,五年年年增产,幅度为 11.9—25.3%。

表 5 邯郸农科所长期定位试验棉花产量

处理	1981 年		1982 年		1983 年		1986 年		1987 年	
	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%	公斤/亩	%
CKM	87.9	0	80.3	0	101.3	0	117.2	0	102.7	0
NPM	87.6	-0.5	76.5	-10.4	105.3	4.0	135.4	15.5	105.7	3.0
NPKM	101.9	15.8	71.9	-15.7	110.8	9.4	129.7	10.6	112.6	9.7
CK	89.1	0	59.7	0	84.9	0	93.8	0	83.4	0
NP	82.8	-7.0	66.8	11.9	83.9	-0.2	104.2	11.1	86.2	3.4
NPK	101.8	14.3	83.9	40.6	105.4	24.1	115.8	23.0	96.6	15.8

* M 为施有机肥区。

另外,唐山市土肥站的棉花钾肥试验,大多增产作用明显。在土壤速效钾含量小于 80ppm 条件下,效果更明显。见下表。

表 6 唐山市棉花钾肥效果分级

处 理	产 量	土壤速效钾含量 ppm			
		<80	80—100	100—120	>120
施钾肥	公斤/亩	64.6	72.2	114.1	116.4
对 照	公斤/亩	51.4	61.7	97.7	105.0
增 产	%	25.7	16.9	16.7	10.8

以上试验结果说明,河北省各地棉花施用钾肥效果大多比较明显,土壤速效钾含量低,肥力水平高的地块,钾肥效果相对较高。不施有机肥料区钾肥效果明显高于施有机肥区,这也说明有机肥料是作物钾素的重要来源。

(二)薯类

坝上地区农科所在栗钙土上安排一定轮作形式的氮磷钾长期定位试验,1982、1987 年两年种植马铃薯、钾肥效果明显。单施钾与对照比较增产 7.4—13.6%,NPK 区比 NP 区增产 9.7—19.7%,见表 7。

表 7 张家口坝上地区农科所马铃薯氮磷钾长期定位试验结果

年 度	产 量	CK	农 肥	N	P	K	NP	NK	PK	NPK
1982	公斤/亩	1015.7	1129.3	1281.0	1055.7	1090.3	1194.7	1345.3	1104.7	1292.7
	%	0	11.2	26.1	3.9	7.4	17.6	32.5	-1.1	27.3
1987	公斤/亩	310.7	363.4	323.7	333.4	353.0	322.7	343.1	397.0	413.0
	%	0	16.9	4.2	7.3	13.6	3.9	10.4	27.8	33.3

唐山市在甘薯上进行试验($n=11$),土壤速效钾含量小于 80ppm,施钾肥增产 27.4%,速效钾在 80—100ppm 之间,增产 19.0%,大于 100ppm 时增产 13.8—15.8%,见表 8。

表 8 唐山市甘薯钾肥效果分级

处 理	产 量	土壤速效钾含量 ppm			
		<80	80—100	100—120	>120
施 钾	公斤/亩	1821.1	2465.2	2365.2	2022.0
对 照	公斤/亩	1429.5	2021.3	2041.4	1770.0
增 产	%	27.4	19.0	15.8	13.8

另据秦皇岛市土肥站资料,卢龙县甘薯面积 20 万亩以上,占粮食面积 40%,亩施 K_2SO_4 10 公斤做底肥,增产 20% 以上, $N : P_2O_5 : K_2O$ 为 1 : 0.5 : 1.6。

以上资料说明,薯类作物施钾有明显的增产作用。

(三)粮食作物

河北省粮食作物上的钾肥效果,因地区和土壤条件不同,有很大差异。

河北省土肥所 1974—1984 年在含钾 120ppm 的褐土上进行小麦—夏玉米氮磷钾长期定位试验,其结果说明,在 10 年内无论是否施用有机肥料,施钾效果均不明显 (详见 刘宗衡等《一年两作长期施用氮磷钾的肥效及其对土壤肥力的影响》,北京国际平衡施肥论文集,1988 年) 但十一年后的盆栽条件下,因连续不施有机肥料,土壤钾素亏缺严重,钾肥效果逐渐显露。

邯郸地区农科所 1980—1987 年的长期定位试验,除前述棉花外,1980 年小麦—夏谷,1984 年大麦—夏玉米,1985 年大麦,钾肥效果也不明显。

但是在冀东地区的唐山市,据土肥站对玉米、水稻、花生等作物的统计,玉米增产 12.28% ($n=9$) 每公斤钾肥增产玉米 3.78 公斤,水稻增产 8.9% ($n=4$),每公斤钾肥增产稻谷 4.64 公斤。在花生上试验 ($n=20$) 施钾肥平均亩增产 52.4 公斤,增产率 19.3%,每公斤钾肥增产花生 5.23 公斤。

以上结果说明,在粮油作物上,花生施用钾肥效果比较明显,应大力推广应用钾肥来提高花生产量。而从地区特点上看,冀东地区钾肥效果比较明显,应将有限的钾肥优先投入这一地区。冀中南地区的粮食作物要考虑近年施用有机肥较少这一特点,我们预计随着产量不断提高,氮磷用量的大量增加,钾肥效果会逐渐明显起来。

参考文献

- [1]熊毅,席承藩,华北平原土壤,科学出版社,1961 年
- [2]刘宗衡,罗亦云,周晓芬,一年两作长期施用氮磷钾的肥效及其对土壤肥力的影响,北京国际平衡施肥学术讨论会论文集,1988 年 11 月
- [3]邢竹,辛景峰,刘宗衡,棉花配方施肥技术,全国化肥试验网会议资料,1989 年 4 月
- [4]刘宗文,李春生等,唐山市土壤钾素含量及施钾效果的研究初报,河北省第二次土壤普查成果应用论文选编,第 188—193 页
- [5]胡喜元,刘贺堂,秦皇岛市土壤钾素状况以及增施钾肥问题,河北省第二次土壤普查成果应用论文选编,第 193—194 页
- [6]石家庄地区土壤普查成果报告,石家庄地区土壤普查办公室,1986 年
- [7]沧州地区土壤普查成果报告,沧州地区土壤普查办公室,1986 年
- [8]河北省长期定位试验成果报告,河北省农科院土肥所、邯郸地区农科所、张家口地区坝上农科所,1988 年。

安徽土壤营养元素的诊断

许厥明 潘耀晃 何泉珍 王允青

摘要

通过土壤分析、吸收研究和温室培养方法对安徽省主要土壤的 12 种植物营养元素供应状况和缺乏程度进行了诊断研究。结果表明,多数土壤 N、P、K 的缺乏程度仍居首位,此外 Ca、Mg、Zn 对产量的贡献已上升至显要地位,Mo、B、S 的缺乏程度多居 4—5 位。目前施用含 Ca、S 的磷肥尚不足以丰富土壤中的 Ca 和 S,多数土壤 Cu、Fe、Mn 供应充足。

研究结果预示,通过合理的营养调节,消除并存的多种营养元素限制因子,将给农业生产带来良好的效益。

前 言

八十年代,安徽的农业生产取得了显著的进展,但仍然不能令人满意。从植物营养角度来看,氮磷肥的普遍施用不可能消除营养方面的全部限制因子。本课题的研究内容是,对本省主要类型土壤中多种基本营养元素的缺乏状况进行同步诊断,目的在于揭示土壤中多种并存的营养元素限制因子,为进一步的田间高产试验和生产实践提供丰富信息,为提高土壤肥力,提高单位面积产量提供科学依据。现将研究情况和结果报告如下。

过程和方法

1990 年 4—5 月和 10—12 月分两批对在肥东、庐江、桐城、宣城、望江、祁门和蒙城 7 个县所取的 6 个类型土壤样品进行了诊断。

研究方法以 S. Portch (PPI/PPIC, 1988 年), H. A. Hunter (ASI, 1984 年) 所编写的“土壤营养元素温室(网室)调查方法”为指导。研究分三个步骤:1. 土壤理化性状的常规分析。2. 吸收研究,求得土样对各元素的吸收曲线。3. 温室生物校验,对盆中土样加入不同元素的组合物,观测缺某一元素时植物的反应。前二步结果由 ASI 提供,第三步由本课题组完成。

有关土壤样品信息分列于表 1、表 2 和图 1。

安徽土壤营养元素的诊断

表 1 土壤类型及土样来源

Table 1 Soil types and sampling locations

土样代号 Sample NO	土壤类型 Soil type	母 质 Parent material	地 点 Sampling location	区 域 Region
FD-1 R4 33-0	黄褐土 Yellow cinnamon soil	下蜀系黄土 Xiashu yellow soil	肥东县花生场	江淮波状平原
LJ-1 R5 33-0	水稻土 Paddy soil	河湖相沉积物 Fluvial-Lucustrine soil	庐江县牛首乡	巢湖滨圩田区
TC-1 R6 33-0	水稻土 Paddy soil	河流冲积物 Fluvial soil	桐城县徐河乡	长江支流冲积平原
WJ-1 W5 33-0	水稻土 Paddy soil	第四纪红粘土 Quaternary red earth	望江县古炉乡	长江北岸低岗区
XC-1 R10 33-0	水稻土 Paddy soil	湖相沉积物 Lucustrine soil	宣城青草湖农场	长江南岸圩田区
QM-1 W3 33-0	红壤 Red earth	第四纪红粘土 Quaternary red earth	祁门县茶叶研究所	皖南丘陵区
MC-1 R5 134-8	砂姜黑土 vertisol	黄土性古河沉积物 pale-fluvial soil	蒙城县	淮北平原

表 2 土壤理化性状

Table 2 Physical chemical properties of soils studied

土样代号 Sample No.	pH	%	毫克当量/100 毫升 meq/100ml								ppm							
			OM	AA	CEC	Ca	Mg	K	Ca/Mg	Mg/K	NEK	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn
FD—1	5.7	0.4	0.1	13.1	9.7	3.10	0.18	3.1	17.2	1.14	15	11	36	0.21	3.8	94	45.9	2.1
LJ—1	4.9	0.9	0.5	8.7	6.0	2.10	0.08	2.9	26.3	0.82	13	11	40	0.05	6.5	340	20.0	1.2
TC—1	4.9	1.2	0.5	6.8	5.1	1.17	0.08	4.4	14.6	1.15	15	7	13	0.03	4.0	280	25.1	0.9
WT—1	5.4	0.8	0	7.3	5.4	1.71	0.16	3.2	10.7	1.09	33	9	36	0.03	3.6	106	46.8	1.6
XC—1	4.7	1.1	0.6	7.4	5.7	1.06	0.09	5.4	11.8	1.22	25	18	25	0.11	9.1	320	46.4	2.2
QM—1	4.0	2.2	2.3	4.4	1.5	0.41	0.21	3.7	2.0	0.62	306	311	58	0.16	6.6	860	45.4	1.9
MC—1	6.9	0.5	0	26.4	20.0	6.30	0.10	3.2	63.0		15	4	21	0.44	2.8	7	11.5	0.7

OM—土壤有机质, Soil organic matter, AA—活性酸度, Active acidity, NEK—非交换性 K, Non—exchangeable K.

表 3 元素临界值

Table 3 Critical level

元 素 Element	临 界 值 Critical level ppm	3 倍临界值 3×Critical level ppm
N	75	-
P	12	36
S	12	36
B	0.2	0.6
Cu	1.0	3.0
Fe	10	—
Mn	5.0	15.0
Zn	2.0	6.0
	meq/100ml	3×meq/100ml
Ca	2.2	—
Mg	0.8	—
K	0.2	0.6
		(砂土 0.5)
	低 low	中 med 高 high
Ca/Mg	1.2	3.1 6.2
Mg/K	1.6	7 14

土壤理化性状分析采用 ASI 分析法,所用提取剂说明如下:

ASI 分析法(所用的提取剂)

1. pH: 土: 水 1: 2.5
2. 有机质: H_2SO_4 — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 分光光度法;
3. 活性酸、 NH_4 —N、Ca 和 Mg、IN: KCl;
4. 有效 P、K、Cu、Fe、Mn 和 Zn: 0.25N NaHCO_2 + 0.1M EDTA + 0.01N NH_4F + Superfloc127/10 L;
5. S、B: 2.03g $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}/\text{L}$;
6. 非代换性 K: H_2SO_4 ;
7. CEC: 1N NH_4OAC .

在 S. Portch 和 H. A. Hunter 提供的“调查方法”中,介绍了一组土壤营养元素临界值(表 3)。一般地说,若土壤中有效态的元素含量达到临界值的 3 倍,并调节 Ca/Mg 和 Mg/K 达一定范围时,可望植物生长有最好的反应。根据土壤的元素吸收曲线和 3 倍临界值分别对 7 个土样设置了下列处理(表 4): Opt 处理是将表中有“—”号的所有元素全部加入,有“+”号的不加入,其它各元素处理只减少(当有“—”时)或增加(当有“+”时)该一种元素,其余加入的元素同 Opt 处理(即在 Opt 基础上减少或加入规定的元素)。各土样都设空白处理(CK)不加任何元素。

培养钵为聚乙烯杯,盛土 500ml,指示植物为高粱,每钵留苗 8 株,—N 和 CK 二处理以无离子水灌溉,其余用 NH_4NO_3 0.3g/l 溶液灌溉。从杯底以毛细管供水。试验重复 4 次,各处理随机排列。

第一批温室研究中,高粱生长期从 4 月 13 日至 5 月 14 日,共 31 天。第二批从 10 月 24 日至 12 月 7 日,共 44 天。高粱苗收割后于 100—105℃ 烘干,称每盆收获物的干物重。

研究结果

在获得了盆钵的产量数据后,对其作了统计分析和显著性检验,大多数元素处理与 Opt 处理产量差异达到了不同程度的显著水准。以上内容列于附录表 8 中。本文仅将各元素处理的相对产量及元素缺乏程度的位次说明如表 5(表 5-1,表 5-2)。并作补充评述如下:

1. 肥东黄褐土(FD-1):元素缺乏的位次为:第一位 N 和 P;第二位 K、S、Zn 和 B;第三位 Ca 和 Mo;Mg、Cu、Fe、Mn 供应充足。Cu、Fe 和 Mn 施用过量可能减产。Opt 处理产量最高,元素加入量较合理。

2. 庐江水稻土(LJ-1):元素缺乏位次为:P 和 N 为第一位;K 次之;B、Mo、S、Zn 为第三位。Ca、Mg、Cu、Fe、Mn 供应充足。Cu、Mn 施用量过大将会致使减产,Opt 处理设计合理。

3. 桐城水稻土(TC-1):P、N、Zn、K 严重缺乏,Ca、Mg、S 缺乏程度次之,B、Mo、Cu、Fe、Mn 供应充足。Mn 过多,将会减产,Opt 处理设计合理。

4. 宣城水稻土(XC-1):元素缺乏位次如下:第一位为 N、P,第二位为 Ca,第三位为 K、Zn、S 和 Mg。Mo、Cu、Fe、Mn 供应充足,Fe 过量,将会减产,B 含量虽低,但作物反应不显著。Opt 处理设计合理。

表 4 处理及向土样中加入元素的剂量

Table 4 Treatments & amounts of element added to soil

处 理 Treatment	元素加入量 Element added(EA)					处 理 Treatment	EA	处 理 Treatment	EA
	FD-1	LJ-1	TC-1	XC-1	WJ-1		QM-1		MC-1
OPT	将有“-”号的元素加入 OPT 处理					OPT	(同左)	OPT	(同左)
-Ca	1.25	1.00	1.00	1.25	1.00	-Ca	4.6	1.5K	2.25
-Mg			0.50	0.50	1.00	-Mg	1.0	0.5K	0.75
-N	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	+N	50	-N	50.0
-P	64.0	78.0	104.0	70.0	100	+P	100	-P	125
-K	0.52	0.52	0.56	0.45	0.30	-K	0.25	-K	1.50
-B	0.60	1.42	1.10	0.90	0.80	-B	0.60	-B	1.00
+Cu	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	+Cu	2.00	-Cu	1.00
+Fe	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	+Fe	20.0	-Fe	40.0
+Mn	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	+Mn	30.0	-Mn	10.0
-Mo	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	-Mo	2.00	-Mo	1.00
-S	10.0	7.00	41.0	32.0	10.0	+S	30.0	-S	30.0
-Zn	5.00	6.00	7.00	4.00	7.00	-Zn	5.00	-Zn	8.00
+0.25K		0.13		0.225		CK		2P	250
+0.5K	0.26	0.26			0.15			0.5P	62.5
+1.5K				0.675				CK	
+2K			1.12						
CK									

单位 Unit:Ca、Mg、K 为 meq/100ml 土,其它为 ppm。

表 5-1 元素处理效果和元素缺乏位次

Table 5a Effect of element treatments on plant yields & rank of element deficient

序号	处理 Treatment	FD-1		LJ-1		TC-1		XC-1		WJ-1	
		相对产量 Relative yield %	位次 Rank	相对产量 Relative yield %	位次 Rank	相对产量 Relative yield %	位次 Rank	相对产量 Relative yield %	位次 Rank	相对产量 Relative yield %	位次 Rank
1	OPT	100		100		100		100		100	
2	-Ca	81	7	95	8	69	5	77	3	84	4
3	--Mg					85	7	88	6	84	
4	-N	10	1	28	2	22	2	38	1	69	2
5	-P	23	2	15	1	15	1	48	2	34	1
6	-K	67	3	64	3	48	4	81	4	87	5
7	-B	78	6	79	4	100		90	7	94	
8	+Cu	76		76		95		98		95	
9	+Fe	79		99		92		84		102	
10	+Mn	66		70		77		99		90	
11	-Mo	81	7	79	5	93		91	7	94	
12	-S	68	4	87	7	83	6	86	5	92	
13	-Zn	75	5	84	6	44	3	86	5	76	3
14	CK	12		10		7		23		42	
15	+0.25K			72							
16	+0.5K	18		82						99	
17	+1.5K							78			
18	+2K					94					

表 5-2 元素处理效果和元素缺乏位次

Table 5b Effect of element treatments on plant yields & rank of elements deficient

序号 No	QM-1			XC-1		
	处 理 Treatment	相对产量 Relative yield %	位 次 Rank	处 理 Treatment	相对产量 Relative yield %	位 次 Rank
1	OPT	100		OPT	100	
2	-Ca	43	1	+1.5K	63	
3	-Mg	89	2	+0.5K	94	
4	+N	110		-N	27	1
5	+P	101		-P	46	2
6	-K	95	3	-K	79	7
7	-B	108	6	-B	77	6
8	+Cu	130		-Cu	89	9
9	+Fe	115		-Fe	82	8
10	+Mn	110		-Mn	72	5
11	-Mo	106	5	+Mo	88	
12	+S	99		-S	75	4
13	-Zn	105	4	-Zn	56	3
14	CK	28		+2P	84	
15				+0.5P	81	
16				CK	26	

5. 望江水稻土(WJ-1):元素缺乏位次为:P为第一位,N,Zn为第二位,Ca,Mg,K为第三位。Cu,Fe,Mn供应充足,土壤B含量极低,但作物无反应。OPT处理设计合理。

6. 祁门红壤(茶园土QM-1):+Cu处理相对产量为130显著高于OPT处理,-Ca处理相对产量为43,显著低于OPT,说明Ca严重缺乏,Mg有可能缺乏,其余元素供应充足,但因OPT处理比+Cu处理减产,可能掩盖其它元素的缺乏,OPT处理应重新调整。

7. 蒙城砂姜黑土(MC-1):元素缺乏程度为:N,P第一位,Zn第二位,S,Mn,B,K第三位,Cu,Fe可能轻度缺乏。Mo供应充足。P的处理产量为-P 46,+1/2P 81,OPT(+P) 100,+2P 84,产量变化成抛物线状,说明OPT处理中的P剂量合理。

8. 现将各土壤K的系列处理结果列表如下(表6):

表6 K处理对指示植物干重的影响

Table 6 Effect of K treatment on plant weights

K 处理 K treatment	相 对 产 量 Relative yield %						
	FD-1	LJ-1	TC-1	XC-1	WJ-1	QM-1	MC-1
-K	67	64	48	81	87	95	79
0.25K		72					
0.50K		82		72	99		94
1.0K	100	100	100	100	100	100	100
1.5K				78			63
2.0K			94				

上述结果说明所有供试土壤K处理效果明显,产量随K剂量增加而上升,产量变化似抛物线,过量加K会造成减产,XC-1土壤和MC-1土壤过量加K减产最显著。

讨 论

1. 过磷酸钙富含Ca,S,然而多数供试土壤显示出Ca,S的缺乏现象,出乎我们的预料。可见当前的磷肥施用量仍不足以使土壤积累更多的Ca,S。Ca,S问题值得进一步研究。当然过磷酸钙和石灰虽然都含Ca,但后者可中和酸性。

2. 对照B处理产量和土壤有效B含量之间相关性是不好的,这可能与指示植物的敏感性、B的分析方法、土壤有机质含量以及操作中的污染有关,应进一步研究。

3. 我们比较了温室研究中元素加入量和田间生产中元素施用量,前者是后者的4-8倍,作者认为在特定条件下,这种高用量在某些生产中是可取的。

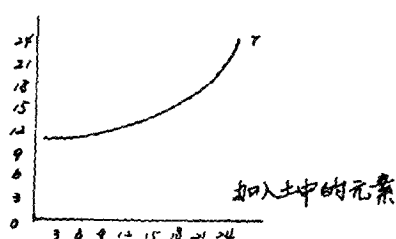
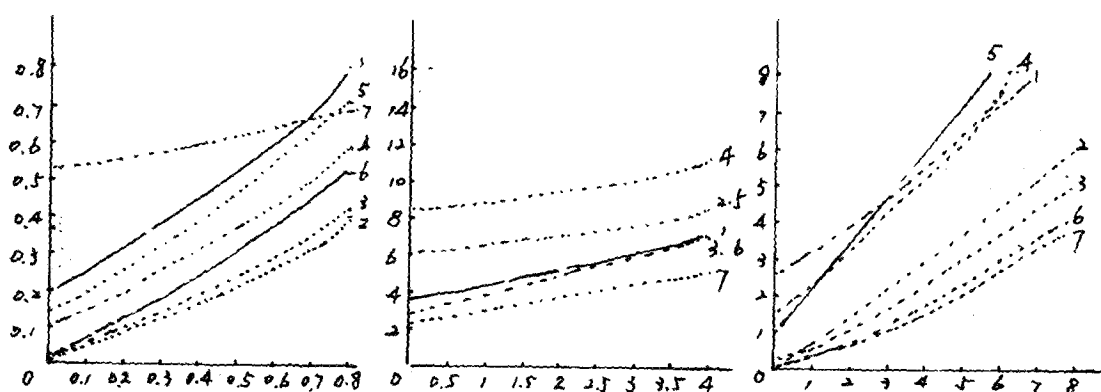
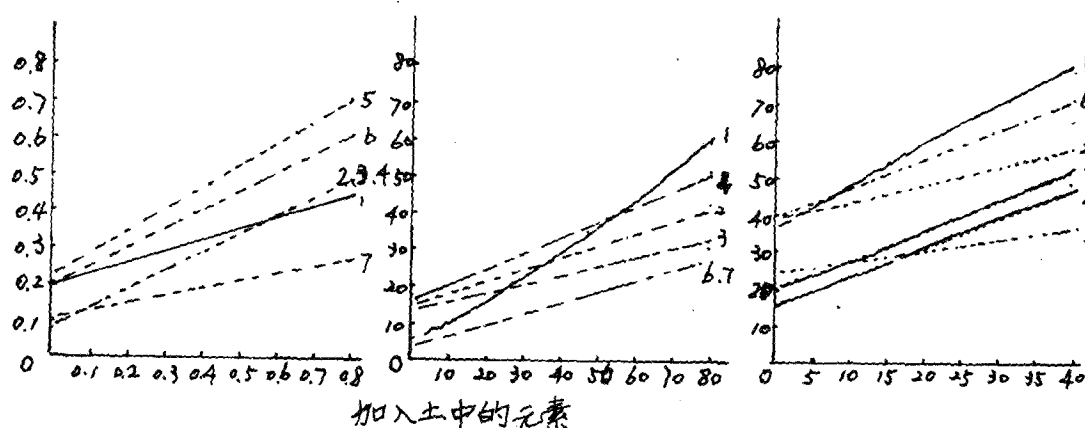
结 论

1. 就元素缺乏和位次而论,多数土壤N,P,K仍居首位,对QM-1、TC-1、WJ-1、XC-1和MC-1,5种土壤,Ca,Mg和Zn的缺乏已上升至显要位置。B、Mo,S的缺乏程度多居4-5位。

多数土壤Cu,Fe,Mn供应充足,而MC-1土壤反而表现缺乏。

2. 本研究结果基本上概括地反映了安徽土壤的植物营养元素供应状况。总之多种元素缺乏严重,同时也预示通过营养调节,增产潜力是巨大的。该研究为今后的田间科学施肥提

供了极好的依据。



- 1 — 肥东黄褐土
- 2 — 庐江水稻土
- 3 — 桐城水稻土
- 4 — 宣城水稻土
- 5 — 祁门红壤
- 6 — 望江水稻土
- 7 — 蒙城砂姜黑土

参考资料

1. Hunter, A. H. 1988. Soil Analytical methods used by Agro. Services International. Analytical Services. ASI.
2. Portch, S. 1988. Greenhouse/Screenhouse Soil Nutrient Survey Procedures. PPI/PPIC, Hong Kong.
3. 许厥明, 潘耀晃, 1988. Report on Effects of Potassium Fertilizer on Anhui Soils. 安徽钾肥研究组.