

江苏省徐淮地区土壤中微量元素供给 情况及其与作物生长的关系*

刘铮 朱其清 韩玉勤 唐丽华

(中国科学院南京土壤研究所)

江苏北部徐州、淮阴两地区的大部分土壤是黄河、淮河冲积物发育的石灰性冲积土,小部分是沭河、沂河冲积物发育的非石灰性冲积土和褐土等(江苏省农业厅, 1957)。为了探索施用微量元素肥料提高作物产量的途径, 于1972年起在徐州、淮阴地区搜集土壤标本, 测定微量元素含量、明确微量元素含量和分布规律, 对微量元素的供给情况和可能需要微量元素肥料的土壤(地区)作出估计, 同时布置田间试验进行验证。田间试验主要在铜山县张集公社孟庄大队进行, 部分试验与徐州、淮阴地区农科所及有关单位协作。所试验的微量元素有锰、铝、锌、硼等。供试作物包括当地主要粮、棉、油、糖作物共15种。试验以锰肥为重点, 由小区试验逐步过渡到大田对比, 并进行了面积为15万亩的示范和推广试验。通过上述工作, 证实了微量元素肥料的增产作用, 与土壤分析结果一致, 验证了对土壤中微量元素供给情况所作的判断。

一、土壤标本的搜集

徐州、淮阴地区的土壤以黄河冲积物发育的黄潮土为主, pH值为7.0—8.5, 石灰含量一般在6—15%之间, 并有少量斑状盐土分布(花碱地), pH值常常更高。沭河、沂河冲积物发育的各种土壤一般不含石灰, pH值在7上下。土壤标本的搜集以黄潮土为主, 包括剖面标本和表层标本, 标本数目详见各元素项下。

分析方法与前文(刘铮等, 1974)基本相似, 为了适应石灰性土壤的特点, 作了如下的改变: 有效态铝用草酸—草酸铵溶液提取, 以极谱仪利用催化波测定, 支持电解质为苦杏仁酸—氰酸钠溶液。有效态锌和铜用0.005 M二乙三胺五醋酸(DTPA)提取, 用原子吸收分光光度计测定。

二、土壤中微量元素的供给情况

本工作所测定的微量元素包括锰、铝、硼、锌、铜五种, 皆测定全量和对植物有效部分。各元素的含量范围和平均含量见表1, 表2为典型剖面中各元素的含量。

*参加本项工作的人员还有徐俊祥、尹楚良、欧阳洮、钱承樑同志。

表 1 徐州、淮阴地区土壤中微量元素含量 (单位: ppm)

元素名称	土 壤	成土母质	采集地点	有效部分含量		全 量	
				范 围	平均值	范 围	平均值
硼	黄潮土, 盐化潮土	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	0.38—1.73	0.69	15—72	47
钼	黄潮土, 盐化潮土	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	0—0.25	0.07	0.4—2.6	0.8
锰	黄潮土, 盐化潮土	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	0—8.4	1.1	262—662	425
锌	黄潮土, 盐化潮土(砂土)	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	0.9—1.08	0.38	未测定	
	黄潮土, 盐化潮土(两合土)			0.24—0.90	0.44		
	黄潮土, 盐化潮土(淤土)			0.36—1.16	0.57		
	青黑土	沭河沂河冲积物	徐州地区	0.04—0.51	0.30		
铜	黄潮土, 盐化潮土	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	0.14—3.38	1.35	未测定	

表 2 典型剖面中微量元素的含量 (单位: ppm)

标本号码	地 点	深度(厘米)	pH 值	钼		硼		锰				锌	铜
				有效态钼	全钼	有效态硼	全硼	代换态锰	易还原态锰	活性锰	全锰		
73004	铜山张集公社	0—10	8.6	0.02	0.64	0.30	54	0	21	21	475	0.24	0.94
73006		20—40	8.6	0.06	0.35	0.40	37	0.9	22	23	410	0.90	1.14
73007		40—60	8.1	0.07	0.70	0.20	35	5.6	18	24	485	0.24	0.46
75001-1	丰县宋楼公社	0—20	8.9	0.09	0.80	0.18	—*	0.2	96	96	400	0.28	0.94
75001-2		20—45	9.1	0.05	0.70	0.14	—	1.1	67	68	393	0.18	0.20
75001-3		45—55	9.1	0.07	0.44	0.18	—	0.8	87	88	542	0.18	0.56
75001-4		55—100	9.2	0.05	0.45	0.22	—	3.5	84	88	405	0.18	0.46
72013	淮阴丁集公社	0—20	8.9	0.04	0.50	0.85	—	0	31	31	—	0.24	1.64
72014		20—40	8.9	0.05	0.70	0.46	—	2.1	77	79	—	0.12	1.26
72015		43—85	9.1	0.03	0.70	0.38	—	3.7	43	47	—	0.12	0.38
72016		85—100	8.9	0.18	0.75	0.60	—	2.0	163	165	—	0.24	1.64

注: * 未测定

(一) 锰

土壤的锰区分为代换态锰和易还原态锰, 二者的总和称为活性锰。一般认为在石灰性土壤上 2—3 ppm 的代换态锰和 100 ppm 的易还原态锰是保证作物正常生长所必需的(刘铮等, 1979)。

徐州、淮阴两地区土壤的含锰量的测定包括 15 个剖面 and 110 个表层标本。分析结果表明全锰含量低于我国各种土壤的平均含量 710ppm(刘铮等, 1978), 表 2 的典型剖面分析结果说明了这种情况。代换态锰和易还原态锰含量除个别土壤以外也都低于前述的临界值。土壤中锰的可给性主要由土壤条件决定, 其中以土壤酸碱度、氧化还原态电位和通透性最为突出。碱性的土壤反应、高的氧化还原电位和良好的通透性使土壤中的锰离子成为高价状态, 不易为植物吸收利用, 因而植物缺锰多发生在质地轻、通透性良好的石灰性

土壤上。徐州、淮阴地区大部分土壤为黄河冲积物发育而成,除了全锰含量比较低以外,根据土壤条件而论,应属于上述的缺锰土壤。

就石灰性土壤与酸性土壤而论,例如我国南方的红壤含锰量一般较高(花岗岩母质发育的红壤除外),代换态锰含量较多,锰的供给一般是充足的,而石灰性土壤往往有相反的趋势。就江苏省而论,南部的微酸性到中性土壤和本区的石灰性砂质土壤充分的反映出上述的规律,二者之间不论各种形态的锰的含量或者活性锰与全锰的比率,代换态锰与易还原态锰的比率都有明显的差异。表 3 说明本区土壤的代换态锰、易还原态锰和全锰含

表 3 徐州、淮阴地区土壤与江苏南部各地土壤含锰量的比较

土壤类型	成土母质	采土地点	土壤反应	含 锰 量 (ppm)		
				代换态锰	易还原态锰	全 锰
黄潮土、青黑土等	黄河冲积物	徐州、淮阴地区	碱性	0—8.4 (1.1)*	15—292 (89)	262—662 (425)
黄棕壤、水稻土等	下蜀黄土及湖积物等	江苏南部各地	中性到微酸性	0—48.8 (7.5)	3—710 (175)	200—1500 (741)

注: * 平均值

量都低于苏南的各种土壤。在所分析的表层土壤中代换态锰基本上不能测出(用比色法,读数为零)。这种情况说明二价锰很少或者不存在。代换态锰不能测出或者虽然能够测出但是低于临界值的表层土壤占大多数(表 4)。

表 4 徐州、淮阴地区表层土壤中锰的供给情况(标本数: 100)

形 态	代 换 态 锰			易 还 原 态 锰	
	含量 (ppm)	0	1—3	>3	<100
所占百分数(%)	43	49	8	64	36

活性锰与全锰的比值也说明同一事实(表 5)。设活性锰与全锰的比值大于 0.20 的为可给性较高的土壤,徐州、淮阴地区的各种土壤的上述比值小于 0.20 的占所分析的标本的 86%,而江苏南部各地土壤的上述比值大于 0.20 的近 60%,这说明徐州、淮阴地区的土壤中锰的可给性是很低的。

表 5 徐州、淮阴地区土壤与江苏南部各地土壤中活性锰与全锰的比值

	徐州、淮阴地区的各种土壤			江苏南部的各种土壤		
	<0.10	0.10—0.20	>0.20	<0.10	0.10—0.20	>0.20
所占百分数(%)	53	33	14	12	29	59

(二) 钼

钼的测定包括 13 个土壤剖面 and 103 个表层土壤标本。分析结果说明全钼含量基本上不超过 1ppm,低于我国土壤平均含钼量 1.7ppm(刘铮等, 1978),有效态钼含量基本上都低于 0.15—0.20ppm 的缺钼临界值,这种情况说明徐州、淮阴地区是一个低钼或缺钼地

区。根据有效态铝含量和有效态铝与全铝含量的比值都可以证实这一判断。在 100 个表层土壤标本中有效态铝含量低于上述临界值的占 90% (表 6), 缺铝的程度是十分严重的。有效态铝与全铝含量的比值, 也说明同一事实, 徐州、淮阴地区各种土壤中有效态铝

表 6 徐州、淮阴地区的表层土壤中铝的供给情况 (标本数: 100)

形 态	有 效 态 铝		
	<0.15ppm	0.15—0.20ppm	>0.20ppm
含 量			
所占百分数(%)	90	8	2

与全铝含量的比值为 0.1—0.11, 江苏南部下蜀黄土所发育的土壤为 0.02—0.17 (绝大多数 <0.10), 湖积物及其他沉积物发育的土壤为 0.03—0.30 (绝大多数 >0.10)。

就上述比值而论, 徐州、淮阴地区的各种土壤低于江苏南部的湖积物及其他沉积物发育的土壤, 而与下蜀黄土发育的各种土壤相近似, 并且与我国西北的黄土区土壤十分相似 (刘铮等, 1978)。后一情况显然与黄河冲积的影响有关。徐州、淮阴地区土壤大部分是黄河冲积物发育而成的, 必然反映出黄土的一些特征。由于黄土母质和黄土性物质的含铝量很低 (刘铮等, 1978), 除了黄土高原以外, 黄河冲积影响所及而形成了一个广大的低铝地区, 包括华北平原和淮北平原, 徐州、淮阴一带仅仅是其中的一部分而已。

(三) 硼

硼的测定包括 10 个土壤剖面 and 57 个表层土壤标本。分析结果说明全硼含量低于全国土壤的平均值, 而水溶态硼含量则较高, 一般都高于缺硼临界值 0.5ppm。水溶态硼较多与徐州、淮阴一带的土壤往往含有盐分有关。土壤盐分的积聚也包括了硼酸盐。盐土的分析结果说明在表层中硼酸盐积聚的情况 (表 7)。盐结皮中含有多量可溶的硼酸盐, 含量远高于邻近田块。

表 7 盐土中水溶态硼含量 (淮阴丁集公社)

深度(厘米)	返盐情况	水溶态硼含量 (ppm)
0—5	盐结皮	2.20
5—18		0.62
0—5	邻近田块, 无返盐现象	0.90
5—18		0.72

除了含硼量以外, 水溶态硼与全硼的比值同样的说明徐州、淮阴地区的各种土壤中所含的水溶态硼较多, 与江苏南部各地的土壤相比较, 有显著的差异:

徐州、淮阴地区的各种土壤 0.0025—0.0420

江苏南部各地的土壤:

下蜀黄土发育的各种土壤 0.0002—0.0034 (绝大多数 <0.0020)

湖积物及其他沉积物发育的土壤 0.0012—0.0085 (绝大多数 >0.0030)

上述情况说明徐州、淮阴地区的各种土壤中水溶态硼是十分丰富的, 一般都高于缺硼临界值, 硼的供给充足, 除了需硼较多的作物甜菜和一些豆科植物以外, 对大多数作物来说可

以认为供给充足而不需要施用硼肥。

(四) 锌

锌的测定包括 9 个土壤剖面 and 55 个表层土壤标本。分析结果说明有效态锌的平均含量只有 0.32ppm, 低于缺锌临界值 0.50 ppm (Lindsay et al., 1969) 的占 88%, 锌的供给是不足的, 与江苏南部各地土壤相比较显著偏低 (刘铮等, 1974)。就土壤质地作进一步区分, 则砂土的有效态锌含量最低, 两合土次之, 二者都低于缺锌临界值; 淤土的质地较粘重, 有效态锌含量虽然较高, 但是仍然在边缘值的范围里 (0.50—1.00ppm)。在喜锌的玉米叶片上常能观察到缺锌症状。

(五) 铜

铜的测定包括 9 个土壤剖面 and 55 个表层土壤标本。分析结果说明有效态铜基本上都高于缺铜临界值 0.20ppm (Lindsay et al., 1969), 这说明铜的供给是充足的。少数标本用 EDTA + NH₄Cl 溶液提取 (刘铮等, 1974) 作为对比, 所测得的有效态铜与用 DTPA 溶液提取的结果相近似, 但稍高。在田间未观察到作物的缺铜症状。

三、微量元素与作物生长的关系

(一) 锰肥试验

锰肥的肥效试验于 1973 年起与铜山县张集公社孟庄大队合作进行, 供试作物有小麦、棉花、油菜、花生、大豆、豌豆、甘薯、甜菜等共八种, 包括了徐州、淮阴地区栽培的主要粮、棉、油、糖和绿肥作物, 试验以小麦为主。试验结果初步证实了锰肥的增产作用。1974 年秋天起与徐州地区农科所、淮阴地区农科所、有关的县农业局、县农科所、公社农技站协作, 多地多点进行试验, 供试作物扩大到 12 种。进一步证实了锰肥的增产作用。

通过小区试验, 证实了锰肥对小麦的增产作用, 增产幅度为 17.7—22.6%, 统计处理都达到了显著水平 (表 8)。为了验证小区试验结果, 1974 年进行了大田对比试验, 硫酸锰用量为每亩 2 斤, 试验结果每亩增收 25—47 斤小麦, 增产幅度为 6.9—15.2% (表 9), 再度证实了小区试验结果。

为了探索在徐州、淮阴地区推广锰肥的可能性, 1974 年秋与徐州、淮阴地区农科所协作, 组织八个县的有关单位进行小麦锰肥肥效试验, 结果同样证实了锰肥对小麦有良好的增产作用。所进行的 23 个试验, 除 1 个试验减产外, 其余 22 个试验全部增产, 有过半数增产幅度在 10—20% 之间 (江苏省徐州地区农科所整理, 1976)。

根据以上试验结果, 1975 年秋在铜山县委的统一领导下, 在全县范围内进行了大面积的锰肥示范和推广试验, 全县在 15 万亩小麦上施用了锰肥, 并在 15 个公社的 28 个点组织了小区试验, 进行观察。根据 28 个试验统计, 除 1 个减产 1 个平产外, 其余 26 个试验均表现出增产, 每亩净增小麦 11—118 斤, 增产幅度 6.4—38.2%, 平均每亩净增小麦 48 斤, 平均增产率为 10.9%。就张集公社统计, 19 处试验增产幅度 2.9—29.1%, 一般增产 10—15% 左右, 3 万 5 千亩小麦因施用锰肥增产小麦 70 万斤, 结果见表 10。(江苏省铜山县

表 8 锰肥对小麦的增产作用 (小区试验)

试验年度	处 理	小区产量 (斤)	折合亩产 (斤)	增 产 情 况		显著性测验
				斤/亩	%	
1973 1974 年	硫酸锰 2 斤/亩	29.3±1.2	586	108	+22.6	t=3.699 p<0.05 显著
	锰渣 5 斤/亩	28.1±1.2	562	84	+17.6	t=2.676 p<0.05 显著
	锰渣 10 斤/亩	26.4±2.5	528	50	+10.5	t=1.245 p>0.05 不显著
	锰渣 20 斤/亩	27.1±1.4	542	64	+13.4	t=2.098 p>0.05 不显著
	对照	23.9±2.3	473	—	—	
1974 1975 年	硫酸锰 1 斤/亩	53.8±4.2	538	74	+16.0	t=3.122 p<0.05 显著
	硫酸锰 2 斤/亩	53.7±3.0	537	73	+15.7	t=3.989 p<0.01 非常显著
	硫酸锰 4 斤/亩	54.6±3.0	546	82	+17.7	t=4.248 p<0.01 非常显著
	对照	46.4±2.1	464	—	—	

注: 试验地点——孟庄大队

表 9 锰肥对小麦的增产作用 (1974—1975 年, 大田对比试验)

试验号	试验地点	土壤类型	面 积 (亩)	处 理	亩 产 (斤/亩)	增 产	
						斤/亩	%
1	孟庄大队	砂壤土	15	硫酸锰 对照	386 361	25	+6.9
2	孟庄大队 (梨园)	砂土	15	硫酸锰 对照	318 292	26	+8.9
3	孟庄大队	砂土	8	硫酸锰 对照	357 310	47	+15.2

表 10 铜山县锰肥试验结果 (1975—1976 年)

土壤类型	试 验 项 目				平均增产幅度(%)	平均增产量(斤/亩)
	总数	增产	平产	减产		
砂质土	14	13	0	1	12.2	49.3
两合土	7	7	0	0	9.6	55.2
淤 土	7	6	1	0	9.8	38.5

农业局等, 1977)。

小麦的锰肥试验由小区试验到大田对比, 由点多多地的试验到大面积的推广和示范试验, 都证明了锰肥对小麦的良好增产作用。总计几年来徐州、淮阴两地区共进行了 51 个试验, 其中 80% 的试验增产率大于 10%, 如表 11 所示 (江苏省徐州地区农科所整理,

表 11 锰肥的增产幅度

增产百分数(%)	未增产	<10	10—15	15—20	20—25	>25	合计
试验数	3	7	13	11	6	11	51

1976)¹⁾。

田间考查和考种结果说明,施用锰肥以后植株高度一般没有明显的差异,主要表现是每穗粒数与千粒重增加,有时叶片长度、宽度和重量上也有所增加。1976年统计,铜山县9个公社16处试验中,有12个试验田千粒重增加0.5—7.4克,16处平均增加1.1克(江苏省铜山县农业局等,1977),锰肥对小麦生长的作用见表12²⁾。

除了小麦以外,对其他11种作物也进行了锰肥试验,同样证实了锰肥的增产作用。

表 12 锰肥对小麦生长的作用

试验地点	处 理	株高(厘米)	穗长(厘米)	粒/穗	穗/株	千粒重
铜山张集公社 韩庄大队	拌种, 2克/斤	92.3	7.1	29.7	4.12	37.9
	拌种, 4克/斤	89.7	7.0	28.7	3.19	37.5
	对 照	95.2	7.1	25.1	3.55	37.3
泗阳县川城公社 张陈大队	拌种, 2克/斤	96.4	4.4	22.4	1.73	39.1
	拌种, 4克/斤	95.3	5.0	22.5	2.10	40.0
	拌种, 8克/斤	92.7	4.8	18.0	1.75	39.5
	对 照	91.3	4.3	21.5	1.75	38.8
泗阳县川城公社 张陈大队	基肥, 2斤/亩	96.3	4.9	24.5	1.73	39.3
	基肥, 4斤/亩	93.1	4.5	19.3	1.70	39.7
	对 照	94.5	4.5	19.5	1.67	38.7

表 13 锰肥试验结果 (1973—1975年)

作 物	试 验 数 目			增产幅度(%)	增产的试验	减产的试验	平产的试验
	孟庄基点	徐淮各地	共计				
小 麦	6	17	23	6.3—30.8	22	1	0
玉 米	2	8	10	5.4—15.4	6	0	4
棉 花	2	8	10	10.7—25.0	10	0	0
油 菜	1	0	1	9.6	1	0	0
花 生	3	9	12	5.4—33.2	9	0	3
大 豆	1	1	2	10.9—11.4	2	0	0
豌 豆	1	1	2	10.0—18.1	2	0	0
紫 云 英	0	1	1	27.9	1	0	0
苕 子	0	5	5	5.9—7.5	4	0	0
箭舌豌豆	0	5	5	5.9—53.0	4	1	0
甘 薯	9	1	10	7.3—14.4	5	2	3
甜 菜	4	9	13	5.9—21.5	9	0	4
共 计	29	65	94		75	5	14

1) 淮阴地区农科所, 1976: 微量元素钼锰锌肥效试验总结。

2) 江苏省泗阳县川城人民公社张陈大队科技队, 1975: 1975年上半年试验结果汇编。

1973—1975 年在孟庄大队基点共进行了 29 个试验, 徐州、淮阴地区各地进行了 65 个试验, 总计 94 个试验。绝大多数试验都是增产的 (占 80%)。试验结果见表 13。锰肥试验分布在 15 个县中, 试验点以县为单位作图 (图 1), 每县包括许多试验点。

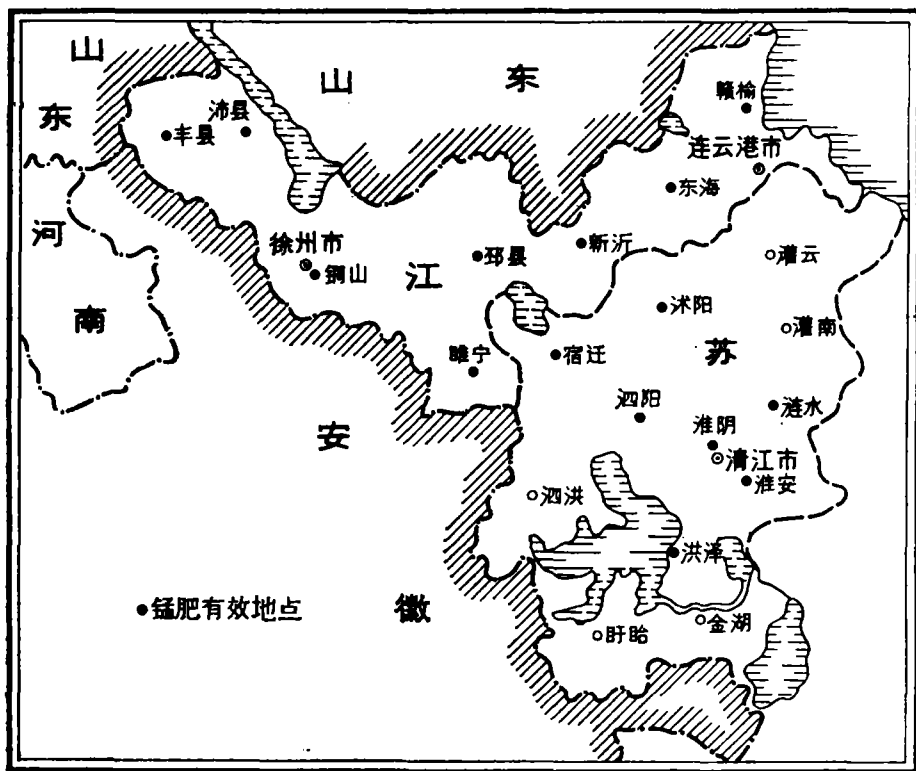


图 1 锰肥试验地点分布图 (江苏省徐州、淮阴地区)

(二) 钼肥试验

1973 年起在孟庄大队进行钼肥试验, 以豆科植物为供试作物, 证实了钼肥的增产作

表 14 钼肥试验结果 (1973—1975 年)

农作物	增产幅度 (%)	试验数目			增产	平产	减产
		孟庄基点	徐淮各地	共 计			
花生	5.0—27.4	5	27	32	27	5	0
大豆	6.3—36.4	2	11	16	16	0	0
豌豆	6.3	1	0	1	1	0	0
田菁	5.9—26.7	2	0	2	2	0	0
紫云英	5.6—41.8	0	4	4	4	0	0
苕子	11.8	0	3	3	1	0	2
箭舌豌豆	8.9—45.3	0	5	5	5	0	0
柆麻	5.4—26.7	0	2	2	2	0	0
总计		13	42	65	58	5	2

用。1974年起与徐州、淮阴地区农科所协作点多多地的进行验证, 试验有效地点(图1)与锰肥试验相同, 但增加了泗洪县(表14)。

在豆科植物中以花生的增产效果为最好, 出苗率、单株荚果数、百果重、百仁重、都有所增加, 空秕率降低(中国科学院南京土壤研究所微量元素组等, 1974), 较大面积的对比试验也证实了钼肥的良好作用(表15)。

表 15 钼肥对花生的增产作用(江苏省铜山县, 1973—1974年)

处 理	产 量		备 注
	斤/亩	%	
钼酸钠浸种+喷施, 溶液浓度 0.1%	532	+45	小区试验
对照	368	—	
钼酸钠浸种, 溶液浓度 0.1%	566	+24	小区试验
对照	456	—	
钼酸钠浸种, 溶液浓度 0.1%	379	+28	对比试验, 面积 2 亩
钼酸钠浸种, 溶液浓度 0.1%	432	+45	对比试验, 面积 2 亩
钼酸钠浸种, 溶液浓度 0.1%	320	+8	对比试验, 面积 2 亩
对照	297	—	
钼酸钠拌种, 溶液浓度 0.1%	297	+36	对比试验, 面积 3.2 亩
含钼废渣作基肥	256	+13	对比试验, 面积 7.6 亩
对照	218	—	对比试验, 面积 4.2 亩

除了豆科植物以外, 对需钼较多的甜菜也进行了试验, 证实了钼肥对提高甜菜产量和含糖量的作用(表16)。

表 16 钼肥对甜菜的增产作用 (1973年, 小区试验)

试验地点	处 理	产量 (斤/亩)		含糖量 (%)
		产量	%	
铜 山	钼酸铵喷施, 溶液浓度 0.1%	4400	+11%	18.6
	对照	4140	—	17.5
淮 阴	拌种, 2.5 克钼酸铵/斤	1846	+12%	17.4
	5 克钼酸铵/斤	1912	+16%	17.8
	10 克钼酸铵/斤	1932	+18%	17.9
	对照	1646	—	16.8

(三) 硼肥试验

由于徐州、淮阴地区的土壤往往含有较多的水溶态硼, 硼肥试验仅就需硼较多的甜菜和豆科植物(花生)进行。试验结果证实了硼肥使上述作物增产。

甜菜试验在淮阴与淮阴糖厂及丁集公社和小营公社合作, 在铜山与铜山糖厂及张集公社合作。证实了硼肥使块根和地上部分重量增加(表17), 块根的锤度、糖分和纯度增加, 有害氮减少(表18), 产糖量的增加是必然的。

花生因施用硼肥而大幅度增产, 增产 22.3—28.8%。单株荚果重量和百仁重都有所

表 17 硼对甜菜的增产作用(1973年,小区试验)

处 理	产 量 (斤/亩)			
	茎 叶		块 根	
基肥,硼酸 2 斤/亩	1840	+12.3%	4740	+14.5%
浸种+喷施,硼酸溶液浓度 0.1%	1660	+11.0%	4540	+9.6%
对照	1500	—	4140	—

表 18 硼肥对甜菜块根质量的影响

处 理	锤 度 (%)		糖 分 (%)		纯 度 (%)		有害氮(毫克 N/100 克)	
硼	21.2	+1.0	17.7	+0.9	83.8	+0.5	22.0	-34.3%
硼+锰	21.2	+1.0	17.8	+1.0	84.7	+1.4	22.5	-32.8%
对照	20.2	—	16.8	—	83.3	—	33.5	—

注:有害氮系指含氮的非糖物质,例如游离氨基酸、植物碱、胺、铵盐及硝酸盐等,在制糖过程中妨碍蔗糖结晶。理论产糖量按下式计算:

$$\text{理论产糖量} = \text{块根含糖量} - (5 \times \text{灰分}\% + 25 \times \text{有害氮}\%)$$

增加,空秕率下降,籽粒显著的增大(中国科学院南京土壤研究所微量元素组等,1974)。

试验田土壤的水溶态硼在 0.50—0.80ppm 之间,虽然对一般作物来说是足够的,而甜菜仍然对硼肥有良好反应,意味着土壤中水溶态硼的 0.5ppm 的临界值对甜菜来说是不十分适用的,应当相应的提高;例如以 0.80—1.00ppm 为临界值(Lehr, 1962),如图 2。

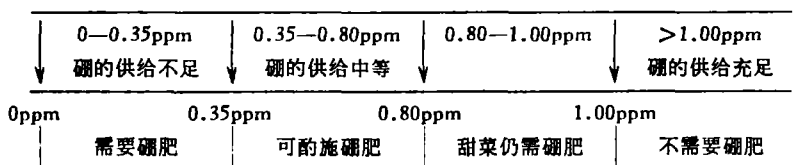


图 2 种植甜菜时土壤水溶态硼的临界值

(四) 锌肥试验

锌肥试验以水稻和玉米为主,初步证实了锌肥的增产作用(表 19)。根据土壤中有效

表 19 锌肥试验结果(1974—1975年,小区试验)

作 物	试 验 数 目			增产幅度(%)
	孟庄基点	徐淮各地	共 计	
玉 米	2	1	3	5.0—28.5
水 稻	5	2	7	5.8—23.1
花 生	0	1	1	14.7
甜 菜	1	0	1	6.1

态锌含量判断,一般都低于缺锌的临界值,说明锌的供给是不足的,与田间试验结果一致。

五、小 结

1. 测定了江苏省徐州、淮阴地区一些剖面 and 表层土壤中微量元素的含量。分析结果说明锰、钼、锌的供给不足,铜的供给中等,硼的供给丰富。

2. 就锰、钼、锌进行的肥效试验证实了增产作用,与分析结果一致。硼肥试验仅就需硼较多的作物(甜菜和花生)进行,也有一定的增产作用。

3. 试验以锰肥为重点,51 个小麦小区试验中,增产幅度 $>10\%$ 的为 41 个,占 80% 。此外,并进行了大面积(15 万亩)的示范和推广试验(小麦),证实了锰肥的增产作用,增产幅度 $6.4—38.2\%$,平均增产 10.9% ,有待进一步的推广,以达到增产粮食的目的。

4. 根据土壤类型推断,在我国北方可能存在着大面积的缺锰土壤,例如黄土母质和黄土性物质发育的土壤、受黄河冲积影响的土壤等,包括黄土高原、黄淮海平原等地,有待进一步的验证。

参 考 文 献

- 中国科学院南京土壤研究所微量元素组、江苏省铜山县张集公社孟庄大队, 1974: 微量元素对花生的增产作用。土壤, 第 5 期, 219 页。
- 中国科学院南京土壤研究所微量元素组、江苏省铜山县张集公社孟庄大队, 1975: 石灰性砂质上锰肥对小麦的增产作用。土壤, 第 5 期, 217 页。
- 江苏省农业厅, 1957: 江苏省徐州、淮阴地区土壤调查报告。
- 江苏省徐州地区农科所整理, 1976: 徐州地区钼、锰肥试验总结。土壤, 第 3 期, 156 页。
- 江苏省铜山县农业局、江苏省铜山县张集公社农科站, 1977: 小麦施锰的增产效果。土壤, 第 3 期, 143 页。
- 刘铮、徐俊祥、邢光熹、孙秀廷、朱其清, 1974: 江苏土壤中微量元素供给情况以及与作物生长的关系 I. 苏南地区。土壤, 第 1 期, 28 页。
- 刘铮、唐丽华、朱其清、韩玉勤、欧阳洮, 1978: 我国主要土壤中微量元素的含量与分布初步总结。土壤学报, 第 15 卷, 138 页。
- 刘铮、朱其清、韩玉勤、唐丽华、欧阳洮、徐俊祥、尹楚良, 1979: 土壤中的锰和锰肥的施用。中国科学院微量元素学术交流会议汇刊。科学出版社(印刷中)。
- Lehr, J. J., 1962: Der Bor-Versorgungsgrad holländischer Böden. Landw. Forsch. 16. Sonderheft, 72.
- Lindsay, W. L. and W. A. Norvell, 1969: Development of a DTPA micronutrient soil test. Agron. Abst., 84.

STATUS OF MICROELEMENTS OF SOILS AND THE CROP GROWTH IN XUZHOU AND HUAIYIN DISTRICTS OF JIANGSU

Liu Zheng, Zhu Qi-qing, Han Yu-qing and Tang Li-hua

(*Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Summary

During past years the status of the trace elements in soils of Xuzhou and Huaiyin districts of Jiangsu province were studied. The main soil type in these districts is yellow fluviogenic soil derived from the alluvium of the yellow river. Analytical results revealed that the soils of these districts are very poor in manganese, molybdenum and zinc, but rich in available boron and copper.

The total content of manganese in soils of these districts varies from 262—662 ppm with an average content of 425 ppm. The exchangeable manganese can not be detected in the surface soil of forty-three percent of the analyzed samples. Forty-nine percent of the easily reducible manganese is lower than the critical value 100 ppm.

The molybdenum content ranges from 0.4 to 2.6 ppm with an average of 0.8 ppm. The available molybdenum content is very low and that in the surface soil of ninety percent of the samples is below the critical value (0.15 ppm, extracted by the Grigg's solution).

The content of boron varies from 15—72 ppm with an average of 47 ppm. The water soluble boron is very high due to the salinization.

The available zinc extracted by DTPA solution is also very low. Its content of eighty-eight percent of the analyzed samples is lower than the critical value (0.5 ppm).

The available copper extracted by DTPA solution is higher than the critical value.

Field experiments were carried out in sixteen counties in cooperation with local agricultural institutions and people's communs. Fertilization with manganese brings about the increase in yields of wheat, cotton, sugar beet, maize, winter rape, sweet potato, soybean, pea, peanut and several leguminous green manure crops. Mo-fertilization leads to an increase in yield of leguminous crops and Zn-fertilization leads to the increase in yields of paddy and maize. Response of sugar beet and peanut to boron fertilizer is confirmed also.