

我国南方部分地区农业中硫的状况及硫肥的效果

邓纯章 龙碧云 侯建萍

(中国科学院昆明生态所 650223)

提要 我国南方热带和亚热带地区,有相当面积的作物及其生态环境缺硫,缺硫受气候因素中水热条件的 影响较大,年均温愈高或降雨量愈大的地区,土壤愈容易发生缺硫;缺硫还容易出现在地下水水位低的中低肥力田或 硫肥用量不足的高产田,由花岗岩、玄武岩、砂页岩发育的土壤或质地较轻的土壤也容易发生缺硫。1978年以 来,累计在南方几省178000hm²的耕地上试验、示范、推广磷石膏、石膏、硫磺等含硫肥料,经济、社会、生 态效益均较显著。当地希望今后生产含硫的高浓度氮、磷肥。

关键词 南方部分地区 硫肥 耕地 缺硫原因 效益显著

云南省江川县水稻生长不良或死亡,经 在等氮磷基础上分别施九种中、微量元素 (钙、镁、硫、锌、铜、锰、铁、硼、钼) 肥料的田间试验,同时进行植株、土壤等化 验。结果表明当地中低产田严重缺硫。1985 年以来,在云南、广东、广西、海南等省共 采集了两千多个土壤和植物样本进行化验, 表明在我国南方有大面积的土壤缺硫和潜在 缺硫。

一、我国南方农业中硫的状况

(一) 土壤含硫量

在一般情况下,当土壤全硫含量在 0.02%以下,或有效硫含量在20mg/kg(初 步定为缺硫临界值)以下时,施硫就有增产 效果。当土壤的全硫含量在0.01%以下或有 效硫含量在10mg/kg(初步定为严重缺硫) 以下时,施硫有显著的增产效果。在1460个 土壤样品中,严重缺硫的样品中占42.9%, 轻度缺硫的样品占47.3%,不缺硫的样品占 9.8%(见表1)。严重缺硫的地区有云南省 的德宏州、怒江州、西双版纳州的勐腊 县,还有江川县、江城县、广东省的西部, 海南省的中部、南部,广西壮族自治区的东部 等。

据报道,世界温带表土的平均含硫量为

表1 我国南方一些省土壤含硫量

省 份	样本 (个)	全硫 (%)		有效硫(mg/kg)	
		范 围	平均	范 围	平均
云 南	1380	0—0.63	0.021	1.48—170	15.49
广东西部	52	0.002—0.027	0.013	7.45—61.1	17.76
海 南	20	0.001—0.028	0.011	5.73—40.99	19.80
广西东部	8	0.003—0.030	0.015	1.78—71.0	16.12

0.054%,热带表土的平均含硫量为0.011%。 我们调查地区表土的平均含硫量接近世界热 带地区。经采样分析,这些地区11类土壤含 硫量见表2。

表2 我国南方主要土壤类型全硫(S)含量

土壤类型	全 硫 (%)	
	范 围	平 均
赤红壤	0.003—0.005	0.004
燥红土	0.004—0.006	0.005
砖红壤	0.004—0.008	0.006
紫色土	0.005—0.009	0.007
山地黄壤	0.003—0.013	0.009
山地红壤	0.009—0.015	0.011
山地黄红壤	0.01—0.018	0.014
山地黄棕壤	0.02—0.018	0.015
水稻土	0.02—0.019	0.018
石灰岩土	0.011—0.026	0.0182
山地棕壤	0.015—0.036	0.025

我国南方几个省部分地区11类土壤的含硫量较低,其中有10类土壤低于缺硫临界值。热带、南亚热带土壤中砖红壤、赤红壤、燥红土的含硫量最低,与北亚热带、温带土壤的含硫量差异达显著和极显著水准。

水稻土的含硫量受水分变动状况影响较大(见表3)。

表3 不同水分状况水稻土全硫含(S)量

水分状况	样本数	全硫(%)	
		范围	平均
淹育型	56	0.001—0.033	0.012
潜育型	132	0.002—0.043	0.014
潜育型	52	0.004—0.630	0.038

长期浸水的潜育型水稻土含硫量较高,间歇性干湿交替潜育型水稻土含硫量中等,受水作用较浅的淹育型水稻土含硫量最低。

(二) 不同岩石的含硫量

我国西南地形以山地、丘陵、盆地较多,多呈交叉分布,所形成的土壤母质的含硫量又受不同岩石种类的影响较深,特别是在一些土壤熟化程度较低的中低产田,当岩石含硫量较低时所形成的土壤一般容易发生缺硫。例如:云南怒江州、德宏州土壤是以白云母花岗岩风化物为母质,全硫含量在0.003%—0.005%之间,其土壤的平均全硫含量相应为0.003%—0.014%。有效硫平均含量为7.0—16.6mg/kg,调查地区15种岩石含硫量如表4。

即便是同一种岩石,其含矿物成分不同,含硫量差异也较大,以玄武岩和花岗岩为例见表5。

(三) 雨水、灌溉水的含硫量

雨水、灌溉水中的硫对土壤和植物也有一定关系。我国南方几省,降雨中的含硫量较低。例如:云南省德宏州、江川县、武定县

表4 我国南方不同岩石含硫(S)量

岩石	全含量(%)	
	范围	平均
安山岩	0.001—0.002	0.001
石英岩	0.001—0.002	0.001
长石	0.001—0.002	0.001
页岩	0.001—0.003	0.002
粉砂岩	0.001—0.003	0.002
砂岩	0.001—0.003	0.003
橄欖岩	0.002—0.009	0.006
板岩	0.003—0.013	0.008
花岗岩	0.003—0.05	0.020
片麻岩	0.009—0.049	0.023
玄武岩	0.024—0.024	0.024
蛇纹岩	0.001—0.06	0.030
辉长岩	0.021—0.067	0.044
绢云母片岩	0.002—0.098	0.050
辉绿岩	0.02—0.19	0.110

表5 不同矿物成分岩石的含硫(S)量

岩石	平均含硫量(%)
一般玄武岩	0.006
枕状玄武岩	0.150
含褐铁矿玄武岩	0.024
绿帘石化玄武岩	0.005
绿泥石化玄武岩	0.003
白云母花岗岩	0.004
黑云母花岗岩	0.014

1981年降雨中的含硫量每公顷分别为10.5、23.2和14.7kg,比东南沿海福建省的福清县、连江县52.1kg和41.7kg少得多[刘崇群,我国南亚热带闽滇地区降雨中养分含量的研究.土壤学报,1984,21(4)]。

我国南方几省部分地区灌溉水的含硫量差异较大,人工水库的含硫量为0.4—1.48mgS/L,平均为1.32mgS/L,主要河流的含硫量为0.5—1.7mgS/L,湖泊的含硫量为0.74—2.5mgS/L,低于世界河水的平均含硫量4.1mgS/L,人工水库水是中国南方农业主要灌溉水源,定位试验结果表明,种一季中稻,如灌溉水量为3855 m³/hm²,含硫

量(S)仅5.1kg。

(四) 作物的硫状况

根据164号植株样本的分析,不同作物叶片的含硫量差异较明显(表6)。含硫量差异较大的土壤上生长的同一作物,叶片含

表6 我国南方不同作物含硫(S)量

作物	采样期	器官	样本数	含硫量(%)	
				幅度	平均
水稻	收获期	幼-1叶	44	0.109—0.205	0.159
		茎	22	0.108—0.213	0.160
		籽实	22	0.092—0.186	0.128
甘蔗	收获期	幼-1叶	14	0.211—0.297	0.231
小麦	收获期	幼-1叶	12	0.191—0.283	0.212
烟	收获期	幼-1叶	11	0.405—0.430	0.415
大豆	收获期	幼-1叶	10	0.273—0.356	0.328
蚕豆	收获期	幼-1叶	8	0.296—0.387	0.351
油菜	收获期	幼-1叶	8	0.470—0.580	0.521
蒜	收获期	幼-1叶	7	0.411—0.520	0.486
芭蕉	收获期	幼-1叶	6	0.407—0.490	0.455
柚子	收获期	幼-1叶	6	0.197—0.241	0.213
芒果	收获期	幼-1叶	6	0.115—0.193	0.175
砂仁	收获期	幼-1叶	5	0.162—0.214	0.192

硫量也有差异。

当土壤含硫量较低时,植株含硫量与土壤含硫量的变化呈正相关,施硫能增加植株的含硫量,当土壤含硫量在临界值以上时,施硫对植株含硫量影响不大。

二、硫肥的增产效益和示范推广

自1977年发现江川县水稻生长不良,施九种元素的田间试验表明作物及生态环境严重缺硫,立即引起了我们对我国南方耕地可能缺硫的关注,1978—1992年,协作组在云南、广东、海南、广西的十六个地、州进行了施硫肥的田间试验163组,其中增产148组,占91%,平产15组,占9%(表7、8)

表7 我国南方部分地区水稻硫肥的试验结果

试验地点	全硫(mg/kg)	处理(kg/hm ²)	小区平均产量(kg)	增产(%)	显著性检验
江川县	29	0	34.9		P<0.01
		硫磺(60)	50.8	45.7	
		石膏(225)	46.8	34.2	
江川县	100	0	30.4		P<0.05
		硫磺(60)	33.2	9.5	
		石膏(225)	34.0	11.8	
陇川县富撒乡	30	0	15.4		P<0.01
		磷石膏(225)	13.2	32.7	
陇川县	34	0	15.4		P<0.01
		磷石膏(112.5)	17.2	11.91	
		磷石膏(150)	19.2	25.37	
		磷石膏(225)	20.4	32.79	
盈江县	79	0	9.9		P<0.05
		磷石膏(225)	11.4	14.49	
		石膏(225)	11.4	14.19	
		硫酸钾(154.9)	11.3	13.19	
		磷酸(87.75)	10.3	3.5	
怒江州	20	0	15.6		P<0.01
		磷石膏(450)	18.8	20.58	
		磷石膏(600)	19.5	25.32	
		磷石膏(750)	23.7	52.65	

在硫肥示范、推广的同时,进行了同田对比1093组,其中增产1042组,占95%,平产

表8 我国南方部分旱地硫肥试验结果

作物	试验地点	全硫量(mg/kg)	处理(kg/hm ²)	小区平均产量(kg)	增产(%)	显著性检验
甘蔗	江城县	30	0	419.3		P<0.01
			磷石膏750	623.0	48.0	
甘蔗	湛江市	60	0	693.6		P<0.01
			磷石膏450	854.7	23.2	
			磷石膏600	946.0	36.3	
			磷石膏750	894.3	28.9	
玉米	罗平县	35	0	31.0		P<0.01
			磷石膏225	43.3	39.7	
玉米	宣威县	95	0	28.3		P<0.05
			磷石膏225	31.0	9.54	
			磷石膏450	32.0	13.07	

湘南稻田三熟制土壤钾素养分变化及平衡施肥技术*

邹长明 陈福兴

(中国科学院红壤实验站邵阳 426182)

提要: 以盆栽试验为主, 结合大田试验, 初步研究了紫云英—稻—稻、油菜—稻—稻、小麦—稻—稻三种三熟制种植方式下土壤钾素养分变化情况及调节土壤钾素养分平衡的技术。结果表明: 在三种冬作物中, 消耗土壤钾素最多的是小麦, 且绝大部分的钾素吸收发生在分蘖期以前, 油菜也主要在营养生长阶段吸收钾。在双季稻中, 连作晚稻土壤的钾素含量低, 需要施用更多的钾肥。秸秆还田是补充晚稻土壤钾素, 调节土壤钾素养分平衡的重要措施。

关键词: 三熟制 钾素养分平衡 秸秆还田

湘南地区属亚热带气候, 水热资源丰富, 有利于发展三熟制农业。因此, 近几年来, 湘南地区稻田三熟制种植面积不断扩大, 粮食产量逐年提高, 其主要轮作方式有: 绿肥(饲料)—稻—稻、油菜—稻—稻、小麦—稻—稻、蔬菜—稻—稻等, 为了进一步提高三熟制种植方式的产量和效益, 我们对该地区部分三熟制稻田土壤养分变化规律进行了初步研究。

一、材料与与方法

(一) 盆栽试验

采用紫云英—稻—稻、油菜—稻—稻、小麦—稻—稻三种种植方式, 每茬作物均按 NPK 、 NP 、 PK 、 NK 处理施用化肥。每公斤土施肥量 N 、 P_2O_5 、 K_2O 各为 $0.15g$, 每盆装土 $8kg$, 重复 6 次。供试土壤为第四纪红色粘土

上发育的红壤稻田。

(二) 大田试验

采用紫云英—稻—稻、油菜—稻—稻两种种植方式, 布置在同一块稻田中, 分成两个大区在大区中裂区, 冬作物收获(或翻压)后, 按常规施肥法, 各季作物亩施纯 N $11.7kg$, P_2O_5 $5.6kg$, K_2O $7.5kg$ 。试验田为冲积母质上发育的稻田, 试验位于湖南省祁阳县官山坪, 其基本农化性质如表 1。

表1 供试土壤的养分含量

土 壤	全氮 (%)	全 磷 (P_2O_5 %)	速效K (mg/kg)	速效P (mg/kg)	碱解氮 (mg/kg)
盆栽土	0.198	0.113	88.4	6.0	125.9
大田油菜区*	0.093	0.102	65.7	2.5	212.0
大田绿肥区*	0.077	0.088	91.3	1.1	188.5

注: *为油菜和绿肥收获后(早稻插秧前)取土测定值。速效磷为 $0.5mol/L NaHCO_3$ 法, 速效钾为 $1mol/L NH_4Ac$ —火焰光度法。

*秦道珠、王伯仁、李孟秋同志参加部分田间试验。

51组, 占 5%。在缺硫地区, 施任何一种含硫肥料都可获得增产, 在湿热地区磷石膏的增产效果稍大于石膏和硫磺, 在冷浸田中, 硫磺的增产效果大于石膏; 在缺硫地区, 水稻田磷石膏的用量一般 $150-300kg/hm^2$; 在降雨量大, 水土流失严重地区, 旱地作物磷石膏的用量可达 $750kg/hm^2$ 。

1986—1992年, 在云南、广东两省共施用磷石膏 $178000hm^2$, 增产粮食 96980吨, 增产甘蔗 15×10^4 吨, 增加经济效益一亿多元。

磷石膏后效监测表明, 连续施用三年后, 土壤的水稳性团聚体增加 31.0%, 污染元素 F 、 As 等没有显著增加。