

镁肥在桂中地区旱地土壤上的肥效*

杜承林

(中国科学院南京土壤研究所)

谭宏伟 何天春 黄恒掌 陆玉思

(广西来宾县农业局)

摘 要

利用硫酸钾镁肥和水镁矾在甘蔗等 7 种作物上进行了 48 次田间试验。结果表明,在氮、磷、钾肥基础上,施用镁肥可使作物增产 5—30%。

三十年来,我国红壤地区土壤镁素的系统研究和镁肥的施用,证明了镁肥有效^[1-6],广西桂中地区是我国严重缺钾区之一,土壤镁素含量也较低,80 年代进行的钾肥试验和其后的大面积推广,取得了极其显著的经济与社会效益。而土壤镁素及镁肥研究尚不多见。

自 1985 年以来,我们利用进口硫酸钾镁(SPM,含 K₂O 22%,MgO 18%,S 22%)和水镁矾(MgSO₄·H₂O,含 MgO 27%)在红壤地区的 6 省(区)对 30 余种作物进行了田间试验,桂中地区是重点,仅来宾县就涉及到甘蔗、黄麻、木薯、花生、大豆、红薯、玉米等 7 种作物共 48 次试验,结果表明,在施用氮、磷、钾肥的基础上配施镁肥,对各类作物均有不同的增产效果。现将主要结果报告如下。

一、土壤概况与试验设计

(一)土壤概况

来宾县在桂中地区土地面积最大,自然条件较差,灌溉条件不足,旱地多于水田。其中甘蔗、玉米、大豆、花生、红薯、木薯等作物的常年播种面积约 100 万亩,土壤主要由硅质页岩、石灰岩风化物 and 第四纪红色粘土发育而成,缺钾严重,交换性镁含量也不高。根据对 30 多个田间试验土样的测定,除少数因受耕作施肥等因素的影响含钾较高或含镁较低外,大部分土壤速效钾(K)在 19—40(mg/kg,下同)之间,平均为 3.1。缓效钾在 46—92 范围内(平均为 67),交换性钙(Ca)、镁(Mg)分别为 902mg/kg、76mg/kg。K/Mg、Ca/Mg 比值为 0.41、11.8,根据有关资料的报道,这一比值对土壤镁素的有效性影响不大。

(二)试验设计

1. 钾、镁、硫对不同作物效应的研究 设 NP、NPK、NPKS、NPKMgS 4 个处理,小区面积 33 米²,重复 3~4 次。NPK、NPKS 中的钾来自 KCl,S 用硫磺粉。NPKMgS 中的 K、Mg、S 用 SPM,其 K₂O 用量与 NPK、NPKS 处理相等。通过试验了解 K、Mg、S 各单质养分的效果和配合效果。

* 马茂桐同志参加部分工作

2. 镁肥对作物的效应 在初步明确 K、Mg、S 对作物效应的基础上,采用硫酸钾和硫酸镁重点研究镁肥的作用。试验设 NPK₁、NPK₁Mg、NPK₂、NPK₂Mg 4 个处理。小区面积 33 米²,重复 4 次。

3. SPM 的示范推广 采用大田对比试验,设 NP、NP(KCl)和 NP(SPM)3 个处理。

所有试验氮肥均用尿素,磷肥用过磷酸钙。其 N、P₂O₅、K₂O 的用量均属当地施肥的较高水平。K₂ 施 K₂O 量为 K₁ 的 2 倍。

二、钾、镁、硫各养分对作物的效果

1985 年起,用美国 IMC 公司提供的 SPM 在南方 6 省(区)进行田间试验和室内盆栽试验。所有结果表明,在等钾量下,SPM 的增产效果优于 KCl 或 K₂SO₄,说明 SPM 中的 Mg、S 对作物有效,但效果大小与土壤类型、作物种类有关。桂中地区的部分结果表明,SPM 的增产作用中,钾是主要的,镁次之,而硫的效果很小(表 1)。因此,可以认为 SPM 较 KCl 增产的部分主要来自其中所含的 Mg。

表 1 氮、磷基础上钾、硫、镁对作物的效应*(1985—1986)

作物	地点	处理	施肥量(公斤/亩)			产量 (公斤/亩)	增产(%)		
			K ₂ O	S	MgO		K	S	Mg
花生	柳城	NP				72.0			
		NPK	4.5			96.5	34.0		
		NPK+S	4.5	3.6		96.0		-0.5	
		NPK+S+Mg	4.5	3.6	3.6	102.5			6.8
黄麻	柳江	NP				110.0			
		NPK	9.0			188.5	71.4		
		NPK+S	9.0	7.2		193.5		2.7	
		NPK+S+Mg	9.0	7.2	7.2	197.5			2.1
玉米	来宾	NP				260.1			
		NPK	9.0			306.1	17.7		
		NPK+S	9.0	7.5		309.1		1.0	
		NPK+S+Mg	9.0	7.5	7.2	317.1			2.6

* 田间试验结果,以下各表均同。

花生、黄麻植株分析结果表明,在 NP 基础上施用钾肥(NPK 处理),作物吸收的 K、Ca、Mg、P 等养分显著增加,K、S(NPKS 处理)与 K、Mg、S(NPKMgS 处理)同时施用,养分吸收量也增加,吸镁量尤为明显,Mg/K、Mg/Ca 比值提高,有可能使植株体内 K、Ca、Mg 养分之间更为协调,从而为增产打下了基础(表 2)。

表 2 不同肥料对作物养分吸收的影响(1985)

作物	处理	养分吸收量(千克/亩)				Mg/K	Mg/Ca
		K	Ca	Mg	P		
花生	NP	0.69	0.77	0.68	0.25	0.99	0.88
	NPK	1.37	1.07	0.63	0.28	0.46	0.58
	NPKS	1.42	1.76	1.02	0.28	0.72	0.60
	NPKMgS	1.41	1.63	1.03	0.34	0.73	0.63

(续表 2)

作物	处理	养分吸收量(千克/亩)				Mg/K	Mg/Ca
		K	Ca	Mg	P		
黄麻	NP	0.33	1.23	0.89	0.23	1.70	0.73
	NPK	2.90	2.81	1.14	0.37	0.39	0.41
	NPKS	3.17	3.49	1.54	0.42	0.44	0.44
	NPKM ₀ S	2.35	2.14	1.44	0.31	0.61	0.67

三、镁肥对作物的效应

(一)对与生长和产量有关因子的影响

表 3 镁对甘蔗生长的影响

处 理	株 高 (厘米)	茎 粗 (厘米)	有效茎数 (株/亩)	单茎重 (公斤/株)
NPK ₁	260	2.45	5500	1.16
NPK ₁ Mg	301	3.00	5665	1.20
NPK ₂	284	2.66	5745	1.28
NPK ₂ Mg	297	2.92	5815	1.32

镁是作物必需的中量元素之一。它在植物体中除对叶绿素的合成起重要作用外,还是某些酶的活化剂,因此,镁素营养是否充足,将对作物的生长和发育产生重要影响。田间调查结果表明,镁肥对构成甘蔗产量的主要因子(如株高、茎粗、有效茎的数量和单茎重等)有明显影响(表 3)。对于黄麻,镁肥不仅促进生长,而且可提高纤维的质量(表 4)。对木薯不仅影响地上茎秆,而且可使地下块茎的数量和重量显著增加(表 5)。同样,镁对其它作物也有良好的作用(结果略)。以上结果表明了镁肥对作物的重要性及其施用镁肥的良好前景。

镁是作物必需的中量元素之一。它在植物体中除对叶绿素的合成起重要作用外,还是某些酶的活化剂,因此,镁素营养是否充足,将对作物的生长和发育产生重要影响。田间调查结果表明,镁肥对构成甘蔗产量的主要因子(如株高、茎粗、有效茎的数量和单茎重等)有明显影响(表 3)。对于黄麻,镁肥不仅促进生长,而且可提高纤维的质量(表 4)。对木薯不仅影响地上茎秆,而且可使地下块茎的数量和重量显著增加(表 5)。同样,镁对其它作物也有良好的作用(结果略)。以上结果表明了镁肥对作物的重要性及其施用镁肥的良好前景。

表 4 镁对黄麻生长及纤维质量的影响

处 理	株 高	茎 粗	采皮长	精麻长	干皮重	精麻重	纤维强度
	(厘米)				(克/株)		(千克/克)
NPK ₁	34.5	1.80	316	255	37.5	21.0	42.7
NPK ₁ Mg	358	2.03	326	285	48.0	24.0	45.8
NPK ₂	342	2.00	319	283	58.0	23.5	43.9
NPK ₂ Mg	388	2.26	356	305	62.0	30.5	43.9

表 5 镁对木薯生长的影响

处 理	株 高	主茎粗	块根长	块根粗	块根数	茎 重	块根重
	(厘米)				(条/株)	(公斤/株)	
NPK ₁	187	2.60	35.6	3.65	5.25	0.73	2.04
NPK ₁ Mg	196	3.03	32.1	3.60	7.00	1.31	2.14
NPK ₂	184	2.98	34.1	3.89	6.50	1.25	2.30
NPK ₂ Mg	206	3.18	36.5	3.99	8.37	1.56	2.30

(二)对产量和产值的影响

由于镁对作物生长的促进作用,尤其是对构成作物产量有关因子的良好影响,就为作物的增产增收打下基础。表 6 的结果表明,在施用硫酸钾的情况下,增施一定量的镁肥(K₂O : MgO

表 6 镁对某些经济作物的增产效果(1990—1991)

作物	试验次数	处理	产量* (公斤/亩)	增产		产品价格 (元/公斤)	增收额 (元/亩)
				公斤/亩	%		
黄麻	3	NPK ₁	145.1			3.00	90.9
		NPK ₁ Mg	175.3	30.3	20.9		
		NPK ₂	174.6				
		NPK ₂ Mg	200.5	25.9	14.8		
甘蔗	3	NPK ₁	5355			0.15	146.1
		NPK ₁ Mg	6329	974	18.2		
		NPK ₂	6368				
		NPK ₂ Mg	7037	669	10.5		
木薯	1	NPK ₁	1396			0.56	103.6
		NPK ₁ Mg	1581	185	13.3		
		NPK ₂	1580				
		NPK ₂ Mg	1853	273	17.3		

* 黄麻为精麻,木薯为地下块茎。

表 7 镁对油料和粮食作物的增产效果(1990—1991)

作物	试验次数	处理	产量 (公斤/亩)	增产		产品价格 (元/公斤)	增收额 (元/亩)
				公斤/亩	%		
花生	2	NPK ₁	287			2.00	28.0
		NPK ₁ Mg	301	14	4.9		
		NPK ₂	302				
		NPK ₂ Mg	306	4	1.3		
大豆	1	NPK ₁	142			1.60	17.6
		NPK ₁ Mg	153	11	7.8		
红薯	1	NPK ₁	800			0.40	103.2
		NPK ₁ Mg	1058	258	32.3		
		NPK ₂	998				
		NPK ₂ Mg	1148	150	15.0		
玉米*	2	NPK ₂	366			0.60	10.8
		NPK ₂ Mg	384	18	4.9		

* 试验未设 NPK₁Mg 处理

表 8 镁和硫配合施用的效应

作物	处理	试验次数	平均产量 (公斤/亩)	增产		产品价格 (元/公斤)	增收额 (元/亩)
				公斤/亩	%		
甘蔗	NP(KCl)	5	5080			0.15	234.8
	NP(SPM)		6545	1465	28.8		
黄麻	NP(KCl)	5	140			3.00	69.0
	NP(SPM)1		163	23	16.4		
花生	NP(KCl)	4	191			2.00	82.0
	NP(SPM)1		232	41	21.5		
木薯	NP(KCl)	2	541			0.56	46.5
	NP(SPM)		624	83	15.2		
玉米	NP(KCl)	4	283			0.60	10.8
	NP(SPM)2		301	18	6.4		
大豆	NP(KCl)	1	121			1.60	59.2
	NP(SPM)		158	37	30.9		

为 1:0.4—0.6)可使甘蔗、芝麻、木薯增产 10.5—20.9%,每亩增收 77.7—152.9 元。相比之下,对花生和玉米的增产不足 5%,每亩仅增收 8—28 元,而对红薯则很好(表 7)。除作物类型对镁肥的反应存在差异外,土壤亦是影响镁肥效果的因素之一。就来宾县 3 种主要土壤母质而言,镁肥的效果以硅质页岩风化物发育的土壤效果最好,第四纪红色粘土发育者较差。此外,气候条件,特别是 7—9 月干旱程度及持续时间长短对镁肥的效果亦有较明显的影响。

表 8 为施用 SPM 与 KCl 两者相比的增产效果,这些效果虽为 Mg、S 的共同作用,但从增产效应与单独施用镁肥的表 4、表 5 的结果相比,未见明显差异,再次表明 S 对作物的效果不大,这与桂中地区作物施 S 效果很小是一致的(表 1),因此,仍可视作镁肥的效果或者为镁肥对几种作物效果的佐证。茄类蔬菜施镁增产亦证明了这一点^[7]。

四、钾、镁的交互作用与颉颃

作物需要的各种养分,大体成一定比例,比例失调时就会影响生长与发育。在重要的养分元素中钾、镁的交互作用受到重视,在植物吸收上的颉颃作用也被早期的研究所证实。本研究结果表明,两种作用同时存在。从产量看(表 6、7),当施钾量从 K_1 提高到 K_2 时,作物产量随之提高,说明施钾对作物高产的重要性,如果保持 K_1 施钾量并配施镁肥,产量也随之提高,甚至达到或超过 NPK_2 的产量,可见,交互作用相当明显,再从镁肥增产效果看, K_2 水平下,镁肥效果低于 K_1 ,表明在高钾量下,影响了作物对镁的利用,镁肥肥效降低,反应出钾镁之间的颉颃作用。

我国钾肥资源贫乏,钾肥数量严重不足,在短期内难以根本解决,相反,镁肥资源丰富,但开发利用很少。因此,在生产上如何利用钾镁之间的交互和颉颃作用,适当减少钾肥用量,配施镁肥,既可获得作物的高产,又可缓和缺钾矛盾,这是桂中地区农业生产中有待进一步研究和解决的问题之一。

五、结 语

桂中地区除少量由第四纪发育的土壤质地粘重外,大部分土壤质地较轻,砾质壤土占有较大比例。该地区每年降雨量 1300mm 左右,主要集中于 5—7 月,在雨水迅速下渗和地面径流的双重影响下,镁素损失更为严重。大面积的旱地缺乏灌溉条件,来自灌溉水补充的镁极少,因此土壤镁素亏缺量估计将比太湖平原地区(每亩年亏缺量 3.9—4.6 公斤)要大得多^[8]。

综上所述,从土壤交换性镁的含量、气候条件及当前施用镁肥的效果等因素综合评价,桂中地区需采取切实可行的措施,减少镁素的亏缺,在继续施用氮、磷、钾肥的同时,配合施用镁肥将是保持作物高产稳产的措施之一。

参 考 文 献

- [1] 谢建昌等,红壤区几种主要土壤的镁素供应状况及镁肥肥效的初步研究,土壤学报,11(3):294—305,1963。
- [2] 华南热作院橡胶系,镁素对胶树生长和产胶的影响,热作科技通讯,3,5—10,1978。
- [3] 孙光明等,岸杂一号狗牙根草的缺镁症状及镁肥效应,土壤学报,27(3):262—264,1990。
- [4] 谢建昌等,中国南方地区土壤镁素状况与需镁前景,国际学术讨论会论文集,成都科技大学出版社,126—134,1993。
- [5] 林齐民,水稻镁肥肥效及镁素营养诊断指标研究,同上,171—176,1993。
- [6] 冯水清,镁及微量元素和多元叶肥(F101)对提高烟草品质研究,同上,209—212,1993。

(下转封 3)

用短期培养法测定土壤中有效性固定态铵

程励励 文启孝 李忠佩

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤中的氮素有相当一部分系以固定态铵态存在,但后者究竟有多少能为植物所利用,迄今尚无简便测定的方法。现有的幼苗法、盆栽试验和田间试验等方法既费力,又不适用于心土和底土。我们根据 $(\text{NH}_4^+ + \text{K}^+)_{\text{固定}} \rightleftharpoons (\text{NH}_4^+ + \text{K}^+)_{\text{交换}} \rightleftharpoons (\text{NH}_4^+ + \text{K}^+)_{\text{植物}}$ 的假说和微生物增殖时将同化大量 N、K 等元素的原理,研究了加有葡萄糖的土壤在培育过程中固定态铵的动态,以及葡萄糖加量、培育温度和钾肥施用量等对固定态铵动态的影响,提出了一种新的简便的短期培养法以测定土壤中有效性固定态铵含量。此法测得的结果与幼苗法很一致。从对两个土壤剖面测得的结果来看,土壤剖面中有效性固定态铵的储量还是相当可观的。

方法的具体步骤如下:称取 20.00 克土样,置于 50 毫升烧杯中,加入 0.50 克葡萄糖,混合均匀,然后加入 8.00 毫升由不含氮与钾元素的营养液与土壤浸提液组成的混合液(见附)。调节土壤水分使其达到饱和含水量。烧杯上盖一表面皿,置于 $37 \pm 2^\circ\text{C}$ 的培养箱中培养 7 天,取出后立即在 60°C 烘箱中烘干,磨细,过 100 孔筛,按照 Silva 和 Bremer(1966)法测定其固定态铵含量。根据土样培养前后测得的固定态铵含量之差,则可求得该土样的有效性固定态铵含量。

附:不含氮和钾元素的营养液与土壤浸提液的混合液配制方法

溶液 1:于 1000 毫升蒸馏水中溶解 28.8mg H_3PO_3 , 0.8mg $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 18.0mg $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 2.4mg ZnCl_2 , 0.4mg $\text{H}_2\text{M}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 1000mg P_2O_5 。

溶液 2:称取 200 克新鲜旱地表土于烧杯中,加 300 毫升的蒸馏水,搅拌、放置片刻,过滤,即得土壤浸提液(加此溶液的目的在于接种微生物)。

将溶液 1 和溶液 2 按 1:7 的比例配制备用。

(上接第 53 页)

[7] 杜承林等,钾镁肥料对茄类蔬菜的效应。土壤,24(5),248-251,1992。

[8] 秦祖平等,太湖地区两种稻麦轮作中营养元素的循环,Ⅰ 常规稻田生态系统中大量元素的循环状况。生态学报,9(3),245-252,1989。