

紅壤区土壤中鎂肥肥效的研究*

謝建昌 馬茂桐 朱月珍 时正元 陈际型 張效樸

(中国科学院土壤研究所)

虽然早在一个世纪以前,就已经知道镁是植物正常生长所必需的养分之一,但直到本世纪三十年代才开始施用镁肥。最近,对镁的作用和镁肥施用问题,给予了较大的注意^[1,2]。这是由于镁在植物营养上的重要作用日益为人们所了解;以往认为是由病害所引起的一些症状,查明了往往是由镁素缺乏而引起;随着氮、磷、钾等化学肥料的大量施用,农作物产量增加,但由于没有相应地施用镁肥,加剧了土壤中镁素的缺乏。在某些国家,过去随钾肥可带入一些镁素,但后来由于肥料的精制提纯,这种无意的施用也停止了,因而作物缺镁症状增多。

我们在 1962 年的研究结果表明^[3],在我国大面积的紅壤中,全镁量一般为 0.06—0.30%,代換性镁量一般仅占全镁的 4% 左右,并且固定态镁转变为有效态镁的速度很慢,土壤的有效性镁量一般是偏低的,同时大田及盆栽的肥效试验,也初步说明了镁肥的增产效果。为此,我们对紅壤中的镁肥施用继续进行了一些试验,现就二年来的主要试验结果并结合 1962 年的部分试验结果作一报告。

一、試驗結果

1962 年以来,我们在江西进贤、余江及东乡等地先后选了几十块紅壤旱地和紅壤性水稻土,对几种主要作物进行了大田试验,并在室内对华中和华南地区有代表性的紅壤及紅壤性水稻土进行了盆栽试验。以下是这些试验所获得的主要结果。

(一) 不同土壤上的肥效

在江西紅壤(母质为红色粘土和紅砂岩风化物)旱地上所进行的田间试验表明,硫酸镁的肥效是很显著的。首先表现在叶色上,施镁者叶片的绿色显著加深,站在远处观察,一般便可看出其与对照的差异;其次,施镁者植株也较高壮(图 1、2);最后反映在产量上,也有不同程度的增加。根据在中等肥力的旱地上进行的 18 个早大豆大田试验结果的统计(表 1),虽然由于气候条件、土壤肥力及管理平等的影响,各个试验的增产程度有所不同,但效果还是比较稳定的。红色粘土发育的旱地土壤的代換性镁量为每百克土 6—12 毫克,紅砂岩风化物及冲积物质上发育的旱地土壤,质地比较轻,代換性镁量一般只有 4 毫克左右,并且这些代換性镁中只有一部分能为当季作物所利用。因此,土壤中镁素供给能力低,是这些土壤上镁肥肥效显著的根本原因。

在发育于红色粘土的旱地土壤上所进行的试验表明,在同样的气候条件和管理水平下,由于土壤肥力的差异,大豆在叶色上所表现的明显程度和增产效果会有所不同。在低

* 部分田间试验在江西刘家站垦殖场进行,得到该场的支持与协助,特此志谢。



图1 红色粘土母质的红壤旱地上镁肥对早大豆生长的影响(1964年结荚期)
自左至右: N+P+Mg; N+P; Mg; 对照。



图2 红砂岩母质的红壤旱地上镁肥对早大豆生长的影响(1964年结荚期)
自左至右: 施镁; 对照。

表1 镁肥在中等肥力的旱地上对早大豆产量的影响 (1962—1964年大田试验的统计结果)

试验地点	母 质	试验个数	施用硫酸镁 25 斤的增产效果			
			增 产 斤 数		增 产 %	
			幅 度	平 均	幅 度	平 均
进贤下埠	红色粘土	13	10.7—30.9	15.5	8.3—64	22.6
余江刘家	第三纪红砂岩风化物	4	7.7—23.1	14.3	5.4—25.4	14.7
进贤下埠	冲积物质	1	23.6		12.8	

注: 大田产量以斤/亩计; 未注明与其他肥料配合者, 系在群众一般施肥基础上进行试验。下同。
小区面积为 1/10—1/30 亩。

肥到中肥土壤中, 镁肥效果较大, 增产百分数一般为 10—30%, 而在一块肥力很低的旱地上(土壤 pH 为 7.1, 全镁 0.3%, 代换性镁每百克土为 3.9 毫克), 甚至可以增产 64%, 植物的含镁量增加了三倍多。一些靠近村庄的肥力很高的旱地, 增产百分数一般只有 10% 左右(或增产不显著)。随土壤肥力差异所表现出的不同效果, 主要是由于低肥或中肥土壤中可供植物利用的有效性镁较少, 而高肥土壤中则较多。根据分析结果的统计, 低肥或中肥土壤的代换性镁量每百克土只有 7 毫克左右, 而高肥土壤可达 12 毫克。当然, 镁肥增产效果的大小与土壤镁素含量之间的相关性还有待研究。

在 1962 年, 我们选用了 9 种土壤进行盆栽试验^[3], 以了解不同土壤对镁肥的反应。除了代换性镁含量很高的几种土壤以外, 在大部分土壤上施用镁肥对早大豆籽实与茎秆均表现了良好的作用, 这种作用在幼苗期就表现得很明显。为了进一步了解在连续种植作物时不同土壤的镁素供给能力和施用镁肥的效果, 我们选用了 12 种土壤进行盆栽试验。试验中连续种植玉米四次, 对照处理四次都不施镁, 施镁处理在第一次与第三次种植前分别施用 Mg 0.5 克, 每次均保证氮磷钾养分的充分供应。图 3 是玉米在红色粘土母质

的红壤上生长一个月时镁肥所表现出的显著效果。茎秆重量结果列于表 2。第一次施用镁肥时(即第一次种植),十二种土有 10—220% 的增产效果。第一次镁肥的后效(即第二次种植),除了个别土壤外,一般都是很高的。第二次施用镁肥时(即第三次种植)有 23—387% 的增产效果,即均比第一次施用为大,特别是水稻土增产的幅度更大。第二次施镁的后效(即第四次种植)为 77—818%,比第二次施镁的当季效果还要大。因此,这十二种土壤的总趋势是,越往后镁肥的效果越大。当将表 3 的前三种红壤(均系荒地)与其发育的水稻土的增产效果相比较时可以看出,第一次种植玉米时红壤的增产百分数为 110—220%,而水稻土最高的也只有 45%,即水稻土中的效果均比红壤低得多。至第四次时,红壤为 87—252%,而水稻土增至 216—518%。因此四次总的趋势是,水稻土的增产效果由不大显著到非常显著,而三种红壤的增产效果,其中一种有显著的降低,一种变化不大,只有一种有所增加。



图 3 镁肥对玉米生长的影响
(1963 年试验,第一次种植时生长一个月,红色粘土红壤)
自左至右: 对照; 施镁。

表 2 不同土壤连续种植玉米时,镁肥对玉米茎叶重量(克)的影响(1963—1964 年盆栽试验)

采集地点	母 质	土壤名称	种 植 次 数											
			第 一 次			第 二 次			第 三 次			第 四 次		
			对照	施镁	增产 (%)	对照	施镁	增产 (%)	对照	施镁	增产 (%)	对照	施镁	增产 (%)
江西进贤	红色粘土	红 壤	6.13	19.62	220	7.60	14.16	86	11.35	28.16	148	7.92	14.83	87
同上		黄泥土	19.77	28.62	45	13.01	20.87	60	17.90	47.89	168	7.53	32.78	335
同上		乌泥土	25.83	30.62	19	17.76	22.68	28	19.95	48.55	143	6.68	35.33	429
江西余江	红砂岩 风化物质	红 壤	10.25	21.50	110	13.22	16.07	22	18.11	37.85	109	8.75	18.41	110
同上		板砂土	17.84	25.12	41	11.55	17.46	51	8.68	42.29	387	8.53	26.98	216
江西贵溪		板砂土	14.78	22.73	54	16.11	17.32	8	30.01	38.14	27	8.74	28.24	223
福建光泽	花岗岩 风化物质	红 壤	10.08	21.68	115	8.73	15.43	77	18.21	42.59	134	6.76	23.82	252
同上		黄泥土	20.05	26.37	32	14.08	18.35	30	15.47	46.85	203	5.21	32.19	518
广东广州		红 壤	9.18	17.61	92	10.00	14.94	49	12.37	30.77	149	7.31	20.73	184
同上	风化物质	黑泥格	18.65	25.90	39	19.28	21.74	13	38.31	47.07	23	19.00	33.68	77
江西资溪		乌沙土	20.34	25.54	26	17.74	20.86	18	13.13	43.23	229	3.17	29.09	818
江苏江宁	下蜀黄土	小粉土	27.25	30.02	10	20.73	21.90	6	27.25	48.36	77	7.45	34.19	359

注: 重复 4 次, 每盆种玉米 5 株, 生长期一般为 45 天。

水稻土的全镁量接近其母质(红壤)或较之为低。但水稻土的代换性镁量较其母质为高,这反映在玉米茎秆的镁素含量上,在不施镁肥时,水稻土中玉米茎秆的镁素相对含量或每盆吸收的绝对量均比红壤为高(表 4)。可以推想,水稻土和红壤中镁肥肥效不同的原因可能是,水稻土的有效性镁量较高,因而在第一次施用镁肥时,其增产效果一般较低。但在以后连续种植的过程中,由于玉米在水稻土中的生长较在红壤为茂盛,玉米强烈地吸

表 3 镁肥对玉米羹稈(第一次种植)中镁素含量的影响(1963年盆栽试验)

采集地点	母 质	土壤名称	代换性镁 (毫克Mg/100 克土)	植物含镁量(Mg%)		吸收镁量(毫克 Mg/盆)	
				对 照	施 镁	对 照	施 镁
江西进贤	红色粘土	红 壤	2.40	0.10	0.39	6.1	76.5
		黄 泥 土	4.79	0.37	0.61	73.1	175
		乌 泥 土	7.26	0.62	0.81	16.0	248
江西余江	红 砂 岩 风化物质	红 壤	2.22	0.19	0.58	19.5	125
		板 砂 土	2.26	0.30	0.59	53.5	148
福建光泽 同上 广东广州	花 岗 岩 风化物质	红 壤	2.10	0.11	0.52	11.1	113
		黄 泥 土	5.89	0.32	0.58	64.2	153
		红 壤 痕迹		0.13	0.64	11.9	113
江苏江宁	下蜀黄土	小 粉 土	56.39	0.66	0.92	18.0	276

收了土壤的有效性镁,且由于水稻土所处的强烈还原和淋溶条件,中度有效性镁较少,因此愈往后镁素的供给能力愈低,镁肥的效果也愈大。而红壤则恰是相反的情况。当然,这种复杂的关系还有待从土壤镁素形态的研究来加以阐明。

综合上述可以说明,所研究的大多数土壤上镁肥的效果是很显著的,并且在单独施用氮磷钾化肥的情况下,随着作物种植次数的增加,土壤镁素逐渐耗竭,镁肥的效果会愈来愈大。

(二) 对不同作物的肥效

三年来,大田的供试作物有早大豆、早稻、晚稻、花生,紫云英等,盆栽的供试作物有早大豆、玉米、小米、早稻及晚稻等。在这些大田的供试作物中,早大豆的效果表现得最为明显和稳定。如发育于红色粘土的红壤旱地上,平均增产 23% (即平均每亩增收大豆 16 斤)。

镁肥对花生的效果也很明显,表 4 所列试验增产 16.8%。与中南土壤研究室协作在广州富铝化红壤旱地上所进行的大田试验,也证明了镁肥对花生有良好的效果。江西刘家站垦殖场科研所在红壤旱地上的试验,同样得到镁肥对花生、大豆、和猪屎豆等作物的增产效果,一般都达 20% 左右。

表 4 镁肥对不同作物产量的影响 (1963—1964 年大田试验)

地 点	土 壤	作 物	硫酸镁用量 (斤/亩)	产 量 (斤/亩)		
				对 照	施 镁	增产(%)
余江刘家	红 壤 旱 地	花 生	20	167	195	16.8
进贤下埠	红壤性水稻土	紫 云 英	50	920	1240	34.8
进贤下埠	红壤性水稻土	晚 稻	25	131	149	13.7

注: (1) 三试验的小区面积分别为 1/12.5、1/10、1/20 亩; (2) 花生试验的基础肥为: 硫酸铵 20 斤/亩、过磷酸钙 23.4 斤/亩、硫酸钾 10 斤/亩及石灰 130 斤/亩, 紫云英和晚稻试验系在群众一般施肥基础上进行。

镁肥对紫云英也有很好的效果(表 4)。看来, 通过施用镁肥以增加绿肥作物的青草产量, 可望促进下季作物的良好生长。

在红壤性水稻土上进行的一些水稻镁肥试验表明, 每亩施用硫酸镁 25—50 斤时, 一般会有不同程度的效果。早稻与晚稻比较起来, 晚稻的效果较为明显, 这可能与晚稻的有机肥一般施用较少有关。

盆栽试验表明, 玉米与小米对镁肥的反应特别良好, 一般从苗期开始显现效果, 一直持续到成熟。

施用镁肥对作物的生育期有一定的影响。在大田中, 早大豆施用镁肥之后, 成熟期一般推迟 3—5 天。但在 1962 年进行的盆栽试验中, 小米的抽穗期和成熟期显著提前, 如 10 月 31 日的观察结果表明, 对照及施钙处理者都未抽穗, 而施镁处理的抽穗百分率为 60—100%, 到 11 月 20 日, 对照的抽穗百分率为 47%, 施钙处理为 41—56%, 所有施镁处理已全部抽穗。

1962 年的研究结果表明^[3], 大豆在施用镁肥以后, 茎秆的含镁百分率受到明显的影响, 在比较不施镁肥处理中大豆叶部的含镁百分率与土壤中代换性镁量的关系时, 其间具有显著的正相关($r = 0.88, p = 0.05$)。表 3 的结果同样表明, 四种红壤在施用镁肥以后,

表 5 不同镁盐和钙盐对小米生长的影响 (1962 年盆栽试验)

处 理	土 壤 pH	幼 苗 期		成 熟 期			
		株 高 (厘米)	单株干重 (克)	茎 秆 干 重		穗 干 重	
				(克)	(%)	(克)	(%)
对 照	4.62	15.8	0.03	2.02	100	0.72	100
硫 酸 镁	4.64	23.6	0.04	3.67	182	1.72	239
氯 化 镁	4.51	25.9	0.06	3.91	194	2.83	393
硝 酸 镁	4.88	31.4	0.08	7.48	370	4.22	586
碳 酸 镁	4.97	34.0	0.08	9.33	462	4.72	656
硫 酸 钙	4.56	20.1	0.03	2.91	144	0.81	113
氯 化 钙	4.41	18.0	0.03	2.62	130	0.86	119
碳 酸 钙	4.84	21.1	0.04	4.52	224	1.79	249

注: (1) 四种施镁处理每盆含 Mg 0.5 克, 三种施钙处理合 Ca 0.83 克, 硝酸镁中所含的氮已在一般肥料中扣除; (2) 土壤 pH 为收获后测定。

玉米茎秆含镁百分率为不施镁者的 3—5 倍, 在同类型红壤中, 代换性镁量高者, 一般茎秆含镁百分率也高。由此可见, 叶部含镁量容易受到土壤中镁量 (施入的镁或代换性镁) 的影响。由于叶部含镁量具有上述的特点, 所以在一定程度上可以根据叶部含镁量来判断土壤的镁素供应强度。

(三) 不同镁肥的肥效

在 1962 年, 我们进行了不同镁盐效果的盆栽试验^[3], 并同时以几种钙盐作比较。以红色粘土母质的红壤为供试土壤, 种植小米。表 5 的结果表明, 施用镁盐有显著的增产效果, 不同镁盐的效果不同, 以成熟期穗重为例, 为对照的 2.4—6.6 倍, 依下列次序递减: 碳酸镁 > 硝酸镁 > 氯化镁 > 硫酸镁。不同镁盐具有不同效果的原因, 可能与不同镁盐对土壤酸度有不同的影响, 而小米又对土壤酸度反应比较灵敏有关。在这几种镁盐中, 碳酸镁使土壤 pH 由对照的 4.6 提高到 5.0, 效果最好。在本试验中, 镁盐的效果均比钙盐的效果

为大。田间试验也初步证明,大量施用氢氧化镁时,早大豆较施用等当量的氢氧化钙者增产 11.8%。

上述不同镁盐与钙盐效果的比较试验,是在土壤未经预先施用石灰的情况下进行的,因而能降低土壤酸度的难溶性镁盐获得了最好的效果。在另一个盆栽试验中(表略),以同一种土壤,每盆先施 CaCO_3 8.74 克,放置十天达到平衡后,土壤 pH 为 6.5 左右,再施用不同形态的镁肥,种植早大豆,所获得的结果便与上述者不同。当施用水溶性的硫酸镁 5.55 克(每盆合 Mg 0.54 克)时,较对照增产 22%,而施用相同镁量或二倍镁量的氢氧化镁(系工业副产品,含 Mg 量为 24.34%)时,产量与对照近似。大田试验也显示了同样的趋势,如两块相邻的红壤旱地,肥力相近,土壤酸度接近中性,在这两块地上分别进行的硫酸镁与氢氧化镁试验表明,施用硫酸镁 40 斤(约合 Mg 3.9 斤)较对照增产 15.8%(每亩增收大豆 17.8 斤),而施用相同镁量的氢氧化镁增产不显著。由于这两个试验的土壤均接近中性,较难溶的氢氧化镁在这种土壤条件下溶解度较低,不能及时保证大豆的镁素供应,因而其肥效不如速效性的硫酸镁。因此,在生产实践中,应根据土壤性质(如土壤酸度)等来选择适合的镁肥品种。

(四) 镁肥与其他肥料配合施用时的肥效

我们所进行的大田试验,一般都是在群众施肥的基础上进行的。如播种早大豆时,群众一般都用草木灰盖籽,早稻一般以绿肥或厩肥作基肥。为了进一步研究在其他化学肥料和有机肥基础上镁肥的肥效,布置了几组有关肥料配合施用的试验。

表 6 的两个试验结果表明,在硝酸铵和过磷酸钙各 15 斤的基础上,增施硫酸镁 25 斤的处理,虽然在成熟期连遭暴雨,产量遭受影响很大,但较单施氮磷者每亩仍多收籽实 15—22 斤。

表 6 镁肥与氮、磷肥配合施用时对早大豆生长的影响 (1964 年大田试验)

处 理	试 验 一							试 验 二		
	开 花 期			成 熟 期				成 熟 期		
	株 高 (厘米)	单株鲜重 (克)	单株叶面积 (厘米 ²)	单株 荚数	单 株 实粒数	百粒重 (克)	籽 实 重		籽 实 重	
						(斤/亩)	(%)	(斤/亩)	(%)	
O	25	3.2	201	4.9	8.0	12.4	104	100	120	100
Mg	28	4.2	259	8.0	12.1	13.1	126	121	151	126
N、P	31	4.6	310	7.8	14.0	13.0	142	137	176	147
N、P、Mg	33	5.6	353	8.6	15.2	13.5	157	151	198	165

注: (1) Mg: 硫酸镁 25 斤/亩, N: 硝酸铵 15 斤/亩, P: 过磷酸钙 15 斤/亩, 磷肥作种肥, 镁肥与氮肥一半作种肥一半作追肥, 所有肥料均系穴施; (2) 小区面积为 1/33 亩, 重复三次; (3) 由于成熟期有连续一周的暴风雨, 生长最好的 N、P、Mg 处理倒伏严重, 产量受到很大影响。

对花生进行的镁肥试验(表 4), 系在硫酸铵、过磷酸钙、硫酸钾和石灰的基础上进行的, 结果表明, 在这些肥料的基础上每亩施用相当于 2 斤 Mg 的硫酸镁时, 可以增产花生 28.3 斤。

另一试验表明(表 7), 以钙镁磷肥 16.7 斤集中施于播种穴内作基肥, 再配合硫酸镁 25 斤者, 较单施钙镁磷肥者每亩籽实产量增加 16.5 斤。根据分析, 试验用的钙镁磷肥合

枸溶性镁 9.3%, 因此随施用的钙镁磷肥带入的 Mg 约有 1.6 斤, 现在此基础上再增施速效性 Mg 2.45 斤仍表现了显著的肥效, 从而可以推想, 或者是随钙镁磷肥所带进的镁素不够植物利用, 或者是在当季的利用率较低, 才使得速效性镁发挥了增产作用。关于钙镁磷肥中所含的镁作为镁肥的意义, 目前正在研究中。

表 7 硫酸镁与钙镁磷肥配合施用对早大豆产量的影响(1964 年大田试验)

试 验 处 理	籽 实 重 量	
	(斤/亩)	(%)
对 照	118	100
Mg	132	112
P	133	113
P、Mg	149	126

注: (1) Mg: 硫酸镁 25 斤/亩, P: 钙镁磷肥 16.7 斤/亩; (2) 小区面积为 1/30 亩, 重复三次。

各种肥料相互配合的效果, 除了主要以产量为指标来说明以外, 还可以参考植物成分的情况。1962 年的研究结果表明^[3], 施用各种镁盐后, 小米叶部磷的百分含量没有受到明显的影响, 但总的吸收量增加了很多。相反; 施用各种镁盐后, 含钾百分率显著下降, 且总的吸收量与对照者相近或还低于对照, 这说明镁与钾之间有明显的拮抗作用。

以上说明, 在氮、磷及有机肥料的基础上再配合施用镁肥时, 可以进一步提高产量。可以推想, 今后随着这些肥料用量的增加, 宜相应配合施用一定量的镁肥, 以获得高额而稳定的产量。

(五) 不同镁肥用量和施用方法的效果

为了充分保证作物对镁素的需要, 发挥镁肥的增产作用, 镁肥的用量要适当。表 8 的用量试验结果表明, 早大豆每亩用 Mg 量只有在 2.5 斤以上时, 效果才比较显著, 随着用量

表 8 镁肥用量对早大豆产量的影响 (1964 年大田试验)

处 理	籽 实 产 量	
	(斤/亩)	(%)
对 照	112	100
Mg 1.0 斤	115	103
Mg 2.5 斤	123	110
Mg 4.0 斤	131	117

的增加, 效果有增加的趋势。水稻的试验结果是一般只有当 Mg 素用量高达 5 斤时, 增产作用才较为显著。1962 年盆栽试验也表明^[3], 硫酸镁全量(含 Mg 0.5 克)者小米较半量者增产 34%。1964 年在两种磷肥基础上施用镁肥的试验表明, 镁肥用量较高时增产效果也较大, 以钙镁磷肥为基础施镁 0.54 克较之 0.27 克者增产 22%, 以过磷酸钙为基础时则为 27%。目前我们对条播或点播的旱地作物, 一般施用镁肥的量合 Mg 2.5 斤/亩左右。关于不同作物的适宜用量问题, 尚待进一步研究。

当镁肥施用不当时, 也可能引起负作用。根据我们的经验, 硫酸镁在旱地上集中施用, 容易对早大豆产生“烧苗”作用。因此, 施用方法要根据用量、气候条件及作物而不同。

在用量较少,播种期间雨水较多,土壤比较潮湿的情况下,可作基肥施用;相反,若用量较多,土壤较干燥,则以追肥为宜,以避免酸的浓度局部过高,使种子幼根受害。作追肥施用,对于生长期较短的作物,要追施早一些,如早大豆一般宜在幼苗出现二、三片真叶时进行,这样可以保证苗期的镁素营养。

二、問題討論

(一) 镁肥的有效条件

镁肥的效果受到很多因素的影响。由于我们对这一问题的研究还刚开始,目前难以明确提出镁肥的有效条件,为生产实践提供镁肥施用的依据,现仅就初步涉及到的某些方面加以讨论,以供今后研究的参考。

镁肥的效果与土壤的镁素形态有关。从土壤全镁量与镁肥效果的关系中可看出,有的土壤全镁量很低,但镁肥效果并不显著(如玄武岩母质的砖红壤),有的土壤全镁量虽高,但肥效却很显著(如红色粘土红壤)。全镁量相近的同类型土壤,镁肥的效果可以差别很大(如不同肥力的红壤旱地)。因此不能仅仅根据全镁量(一般为0.06—0.30%)来判断镁肥肥效。这是因为,全镁的90%以上是贮藏态镁^[4],它存在于粘土矿物(如蒙脱石、伊利石和蛭石等)及原生矿物(如角闪石等)中,一般认为,这种固定态镁的释放极为缓慢,因此主要由这种形态的镁所决定的全镁量只能代表土壤中镁素的总储量。全镁中有效性镁一般只占百分之几。前述结果表明,在同类型土壤中,代换性镁量较高者,镁肥肥效一般较低,而且植物叶部的含镁百分率与土壤代换性镁量之间有较大的相关性。虽然如此,但由于代换性镁的有效度因土壤而不同^[1](质地轻的土壤,其有效度一般较高),并且作物当季所能利用的有效性镁也决定于各种作物的根系与土壤接触的程度和根系的吸收强度,因此目前也难于根据代换性镁量来说明镁肥效果的大小。关于判断肥效的指标问题,还有待研究。

镁肥肥效的大小也与作物的特性有关。一般豆科作物含有的镁量为禾本科作物的2—3倍^[5],说明豆科作物对镁的需要性较禾本科作物为大。在我们进行试验的一些作物中,早大豆、花生等豆科作物,在施用镁肥之后,叶部绿色显著加深,对镁肥的反应比较显著而稳定。在禾本科作物中,玉米与小米对镁肥的反应也很明显,特别是玉米对镁素的需要较多,其缺镁症状极为明显而易于识别。与早大豆等豆科作物相比,水稻的镁肥效果较小,这主要决定于它本身的特点,另一方面也可能与水田中施肥量一般较高、有效性镁含量较多有关。

不同镁肥品种的效果依土壤条件而不同,同时也与不同作物的需镁特点有关。对于新垦荒地或施用石灰等碱性物质较少的土壤,由于酸度很高,一般难溶性镁肥的溶解度较大,这种肥料的施用可以根本改善土壤的镁素供应,又能降低土壤酸度,因而是比较理想的品种,如白云石、蛇纹石粉以及工业副产品如氢氧化镁等。近年来,在我国红壤地区已经普遍施用的钙镁磷肥也含有丰富的镁素,无疑地它也是作物重要的镁素来源。对于经过长期利用的接近中性的土壤,由于难溶性镁肥溶解缓慢,而且作物苗期就对镁肥反应明显,在这种土壤上,看来最好施用速效性肥料。生长期短的作物更应如此。

一般认为,镁肥的效果主要决定于土壤中有效性镁的绝对含量。但也有人强调^[1],镁

肥的效果决定于镁素与其他养分离子的比例。其中最有影响的离子是 H^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 。当这些离子大量存在时,即使有效性镁的绝对量较高,作物也可能缺镁。因此提出了适宜作物生长的 Mg/K 和 Mg/Ca 比。由于土壤与作物及其他条件的不同,很难得出一个固定的适当比例。但这种养分离子之间的拮抗关系,在施肥实践中是应该注意的。前已提到,镁肥的应用抑制了作物对钾的吸收。普遍认为^[6,7],钾肥的施用更能抑制镁的吸收,从而增加了缺镁的严重性。因而随着钾肥的施用,也就更应注意缺镁的可能性。在红壤旱地及水田中,由于石灰的大量施用,镁肥的效果受到了很复杂的影响,一方面随土壤酸度的降低,减少了 H^+ 与 Mg^{++} 之间的拮抗作用,根系发育增强,有利于作物对镁素的吸收。另一方面由于土壤中的钙量比镁量相对增加了很多,造成钙镁比例的失调,从而不利于镁素的吸收。因此在施用石灰时,也应同时补充一些镁素。此外,在有效性镁量低的土壤上,为了对镁素需求较多的作物提供足量的其他养分,以充分发挥镁肥的肥效,看来含镁的复合肥料的施用可能是适宜的。

(二) 镁的研究和镁肥施用问题

随着我国农业化学化的发展,氮、磷、钾等化学肥料的施用将会逐渐增加,为了充分发挥这些肥料的效果,保证作物高产稳产,宜相应配合施用镁肥,以满足作物对镁素的需要。

关于镁肥的有效施用问题,还有很多方面需要进一步研究。例如,对于我国大面积的红黄壤和质地较轻的土壤,镁肥的效果如何? 哪些作物对镁肥反应比较显著? 为了阐明这些问题,应该选择有代表性的地区进行大田试验,并且对这些土壤的镁素供应强度及不同作物对镁肥的反应特点加以研究。从长远来看,随着化肥施用的增多,对镁的需要也会增加,因此关于镁肥与其他肥料配合施用的关系问题,也应该予以注意。

镁素主要集中在籽粒和果实中,对作物品质的影响很大^[8]。因此,今后除了注意镁肥在提高产量上的效用以外,也应该考虑它在提高作物品质上的作用。对于经济林木更应如此。我国红壤区有多种经济林木,根据野外初步观察,有些地方的油桐和柑桔有缺镁症状出现。由于在大田中可以见到的缺镁症状一般是镁素非常贫乏的标志,即使症状还不明显时,植物的产量和品质可能已经受到影响,而多年生果树类植物遭受缺镁的损害要多于一年生农作物^[9],因此为了提高经济林木的产量和品质,关于它们对镁肥的需要性问题,应该进行研究。

我国有很丰富的镁肥资源,如钙镁磷肥、白云石、蛇纹石和卤精等。在生产实践中,镁肥品种的选择应根据具体条件而定。因此,关于不同品种的适用条件问题,特别是在我国红壤地区已经普遍施用的钙镁磷肥是否可以同时保证作物对镁的需要问题,具有实践意义,值得研究。

三、摘 要

根据三年来在江西红壤(母质为红色粘土及红砂岩红壤)旱地及水田中对早大豆、花生、早稻、晚稻及紫云英等进行的大田试验和对华中、华南红壤的主要类型进行的室内试验,红壤旱地有效性镁含量较低,豆科作物对镁肥的反应比较显著而稳定。每亩施用 Mg 素 2 斤(用硫酸镁),早大豆、花生等可增产 20% 左右。增产效果因土壤肥力而不同。在水田中,对紫云英的效果较好,对水稻的效果较低。室内试验表明,在多数土壤上镁肥效

果显著,玉米与小米对镁肥反应良好,并且在单独施用氮、磷、钾等化肥的条件下,随着作物种植次数的增加,土壤镁素逐渐耗竭,镁肥的效果愈来愈大。

难溶性镁肥在酸性红壤上的效果很好,但在接近中性的红壤旱地上,最好施用速效性镁肥以保证作物苗期的镁素供应。

参 考 文 献

- [1] Jacob, A.: Magnesium, the fifth major plant nutrient. Staples Press 1958.
- [2] William, G. Blue and Charles, F. Eno: Magnesium status of soils in the Suwannee Valley area of Florida. *Soil Sci.*, 82:51—61, 1956.
- [3] 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, 第11卷第3期, 294—305, 1963。
- [4] Schroeder, D., Zahiroleslam, S. und Hoffmann, W. E.: Untersuchungen über die Verfügbarkeit der Magnesiumvorräte des Bodens. *Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde* 100, 215—224, 1963.
- [5] F. E. 贝尔等(周礼恺译): 作物的饥饿症状。科学出版社, 1959年。
- [6] Hovland, D. and Caldwell, A. C.: Potassium and magnesium relationships in soils and plant. *Soil Sci.*, 89: 92—96, 1960.
- [7] Alten, F. und Werner, W.: Neuere Ergebnisse über die Mg-Bedürftigkeit der Böden und zur Wirkung einer Mg-Düngung. *Trans. 7th intern. Congr. Soil Sci.*, Vol. II, 260—270, 1960.
- [8] Zimmerman, M.: Magnesium in plants. *Soil Sci.*, 63: 1—12, 1947.
- [9] K. П. 马格尼茨基: 果树浆果作物的缺镁病。苏联农业科学, 8, 506—507, 1958。

STUDIES ON THE EFFECT OF MAGNESIUM FERTILIZERS ON THE SOILS IN SOUTH CHINA

C. C. SHIEH, M. T. MA, Y. C. CHU
C. Y. SHIH, C. H. CHEN AND H. P. CHANG
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Summary

Field experiments concerning the effect of magnesium fertilizers on the growth and yield of soybean, peanut, rice and milk vetch (*Astragalus Sinicus*) were carried out on some upland and paddy soils derived from red clay and red sandstone in Kiangsi Province. Results revealed that an application of $MgSO_4$ (at a rate of 15 Kg Mg/hectare) to upland soils could increase the yield of soybean and peanut to about 20%. In paddy soils, a better response to magnesium fertilizer was found in milk vetch than in the succeeding rice plants.

Pot experiments were made in some important soil derived from various parent materials in the red earth region of South China. In many soils the applications of magnesium fertilizer markedly improved corn and millet in growth.

Continuously planting corns up to 3—4 times in pot culture, the experiments showed that without a further supply of magnesium fertilizer would deprive available soil magnesium and, consequently, the crops were stunted in growth with an appearance of serious magnesium deficiency.

Probably owing to the correction of soil acidity, magnesium carbonate has a better effect on the strong acid soils than do the soluble magnesium salts, which are more effective on the neutral to slightly acid soils.