

广东省砖红壤旱地土壤养分状况的网室调查^{*}

卢仁骏 严小龙 黄志武 夏钟文^{**}

(作物营养与施肥研究室)

摘要 应用 Hunter 介绍的技术,对广东省砖红壤旱地 11 个样本进行了土壤养分状况的网室调查,结果表明,砖红壤旱地土壤中氮、磷缺乏非常严重,减氮、减磷处理减产 50%左右,钾则在花岗岩发育的土壤效果很明显,其他母质减钾处理减产 30%或更少。石灰是一个重要的限制因素, pH5.0 以下的土壤,其影响不亚于氮、磷。镁是一个普遍有效的元素,施镁可增产 16%~40%。该类土壤不缺硫,施硫没有显著效果。微量元素要注意施用铜,11 个样本中有 6 个效应显著,这类土壤施用硼、钼、锌效果一般,需要量多的作物可以考虑,至于铁、锰,这类土壤本身不缺乏,施用没有效果。

关键词 砖红壤;高粱;土壤养分状况

土壤有效养分分析是了解土壤养分状况的常规方法,而有效养分分析是某种浸提剂浸提的结果,不同浸提剂的结果差异很大,浸提条件也会对结果产生影响,所以以这些结果来反映土壤中植物吸收养分的有效性是有一定差距的,更不能反映植物对施用各种养分的反应。1989 年 5 月农业部科技司委托湖北农科院举办“温室(网室)土壤营养状况调查技术培训班”,由 A. H. Hunter 博士主讲,介绍了土壤营养状况的温(网)室调查技术。该技术包括了常规分析、吸附试验和温(网)室养分监测试验,其最明显的特点是包括了植物(幼苗)对施用各种养分的反应。国内应用这种方法进行土壤营养状况调查还少见有报道。1990 年我们在广东砖红壤旱地采集了一些样本,应用 Hunter 介绍的方法进行了调查,获得了一些结果,我们认为有一定的参考意义,现报道于后。

1 材料与方法

1.1 土壤样本的采集

在选定的田块上随机抽取不少于 20 个点的耕层土壤,总量不少于 70 kg。运回网室后风干、压碎、过 5 目筛,拌匀后,随机多点取土 400~500 g,用作常规分析和吸附研究。其余部分用于网室养分监测试验。

样本编号	采集地点	母质	采样深度	作物
1	广东遂溪	浅海沉积物	0~30 cm	甘蔗花生轮作
2	广东遂溪	浅海沉积物	0~30 cm	甘蔗花生轮作
3	广东遂溪	玄武岩	0~25 cm	甘蔗花生轮作
4	广东遂溪	玄武岩	0~25 cm	甘蔗花生轮作

* 本研究是与钼磷学社 (PPI) 合作项目的一部分。

** 土化专业 87 级学生

1991-07-03 收稿

样本编号	采集地点	母质	采样深度	作物
5	广东茂名市郊	浅海沉积物	0~20 cm	番茨
6	广东电白	花岗岩	0~20 cm	荔枝间种牧草
7	广东电白	花岗岩	0~20 cm	荔枝间种牧草
8	广东遂溪	玄武岩	0~20 cm	甘蔗花生轮作
9	广东遂溪	玄武岩	0~20 cm	甘蔗地
10	广东海康	玄武岩	0~20 cm	休闲地
11	广东海康	玄武岩	0~20 cm	猪屎豆

1.2 有效养分常规分析

采用 ASI (Agro Services International) 方法。

pH 土：水为 1:2.5 pH 计测定。

代换性酸度 1 mol L⁻¹KCl 浸提, 0.01 mol L⁻¹NaOH 滴定 (酚酞指示剂)。

钙、镁 1 mol L⁻¹KCl 浸提原子吸收法测定。

硫 0.08 mol L⁻¹Ca (H₂PO₄)₂ · H₂O 浸提比浊测定。

硼 0.08 mol L⁻¹Ca (H₂PO₄)₂ · H₂O 浸提姜黄素比色测定。

磷 0.25 mol L⁻¹NaHCO₃-0.01 mol L⁻¹EDTA-0.01 mol L⁻¹NH₄F 浸提钼蓝比色法测定。

钾、铜、铁、锰、锌 0.25 mol L⁻¹NaHCO₃-0.01 mol L⁻¹EDTA-0.01 mol L⁻¹NH₄F 浸提原子吸收法测定。

1.3 吸收试验

目的在于判定土壤和加入的各营养元素之间的反应。溶液“A”含 P, Cu, Mn, Zn, K 等元素, 溶液“B”含 S, B 两个元素, 分别稀释成连空白在内 6 个浓度级差的系列溶液。溶液“A”每一浓度取 2.5 ml 加入土壤 2.5 g, 溶液“B”则每一浓度取 5.0 ml 加土 5.0 g, 并重复一次。将上述两套处理置于室内 3~6 日, 风干, 然后按上述方法分析各处理土壤中有关元素。以纵坐标表示培养后浸出的某元素的量, 横坐标为加入量, 每元素绘一曲线图。

1.4 网室养分监测试验

1.4.1 最佳处理中各元素最佳水平的确定 磷、钾、铜、锰、锌、硫、硼是根据常规分析结果, 若土壤中某种元素含量低于 3 倍临界水平, 那就要加入该元素, 使其含量达到 3 倍临界值, 其加入量由吸附曲线确定。若分析结果某种元素在土壤中含量高于推荐水平 (3 倍临界值), 则最佳处理中不加入该元素。

CaCO₃, MgCO₃ 加入量是根据 1 mol L⁻¹KCl 浸提的酸度, 并考虑 Ca/Mg 和 Mg/K 平衡。若酸度大于 0.2 c mol kg⁻¹, 则需加 CaCO₃ (g/100 g 土) 为酸度 (c mol kg⁻¹) × 0.1, 沙土加入的 CaCO₃ 连原始土中的有效 Ca 总量可达 2.5 c mol (1/2 Ca) kg⁻¹, 其他质地则需加入至总量为 4.5 c mol (1/2 Ca) kg⁻¹; 加入 MgCO₃ 连原始土浸提的有效 Mg 总量沙质土为 1.0 c mol (1/2 Mg) kg⁻¹, 其他质地可达 1.5 c mol (1/2 Mg) kg⁻¹。最后检查 Ca/Mg 是否在 1.2~6.2 之内, Mg/K 是否在 1.6~14 范围内。

铁根据原始土壤的常规分析确定, 若少于 10 mg kg⁻¹ 则需加 Fe 20 mg kg⁻¹。

氮则所有土壤均加 50 mg kg⁻¹, 除了减氮和空白处理外, 各处理均以 0.3 g NH₄NO₃L⁻¹ 溶液灌溉。

钼则视 pH 而定, pH5.9~6.5, 中 Mo 1.0 mg kg⁻¹, pH<5.9 加 Mo 2.0 mg kg⁻¹, pH>

6.5 则不加 Mo。

本试验各土壤样本最佳处理的养分加入量如表 1。

表 1 最佳处理养分加入量 (mg/100 g 土)

养 分 样本号	CaCO ₃	MgCO ₃	N	P	K	B	Cu	Fe	Mn	Mo	S	Zn
1	110.00	50.00	5.00	0	9.75	0.13	0.25	0	1.13	0.10	1.13	0.63
2	140.00	55.00	5.00	2.50	12.68	0.13	0.25	0	1.13	0.10	0	0.63
3	110.00	10.00	5.00	0	0.98	0.13	0.05	0	0	0.10	0	0.63
4	120.00	50.00	5.00	10.25	7.80	0.15	0.13	0	0	0.10	0	0.80
5	30.00	32.50	5.00	3.75	13.65	0.00	0.30	0	1.13	0.10	4.13	0.63
6	240.00	18.00	5.00	6.25	15.80	0.13	0.20	0	1.13	0.10	1.13	0.60
7	150.00	50.00	5.00	2.75	11.70	0.13	0.30	0	1.13	0.10	0	0.70
8	150.00	62.50	5.00	30.00	2.93	0.10	0.20	0	0	0.20	0	0.75
9	150.00	50.00	5.00	25.00	5.85	0.13	0.20	0	0	0.20	0	0.75
10	175.00	55.00	5.00	20.00	11.70	0.15	0.25	0	0	0.20	0.75	0.75
11	70.00	30.00	5.00	20.00	7.80	0.10	0	0	0	0.10	2.25	0.75

1.4.2 验证最佳处理的准确性 在研究中每元素都设(±)处理,即在最佳处理中加入该元素,则单个处理中就减去该元素,若最佳处理不加该元素,那在单个处理中就加入该元素推荐用量:(mg/100 g 土) CaCO₃100, MgCO₃84, P 10, k 7.8, B 0.2, Cu 0.4, Fe 2, Mn 3, Mo 0.2, S 6, Zn 1。因此试验就由一系列处理组成:最佳;最佳±CaCO₃;最佳-N;最佳±P;最佳±K;最佳±B;最佳±Cu;最佳±Mg;最佳±Fe;最佳±Mn;最佳±Mo;最佳±S;最佳±Zn;空白。处理重复4次。

1.4.3 培养装置 装土容器为500 ml塑料杯,底部中央打一孔,插入长约10 cm的吸水管(香烟过滤咀)约3.5 cm;贮水器为一高20 cm的长方形塑料箱,能贮水25 L,面上盖一塑料板,板上均匀打14个孔,吸水管另一端由此孔插入贮水器,以便水分能沿吸水管上升至杯内土壤供植物生长需要。

1.4.4 植物培养经过 每杯装土400 g。

高粱(*Sorghum vulgure Pers*)被认为对各种养分都比较敏感,因此以高粱为指示植物。

种子均匀播种于土表,轻压入土0.5 cm,浇去离子水,发芽后至生长稳定,间苗,每杯留8株,减氮和空白处理往贮水器中加去离子水,其他处理则加0.3 g NH₄NO₃L⁻¹溶液,当最佳处理迅速生长停止时收获地上部,烘干称重,以最佳为100%,计算各处理的相对产量。

试验分4批进行。

第1批 样本4,6,品种:帚高粱,1990年5月10日播种,6月4日收获。

第2批 样本8,10,11,品种:帚高粱,1990年9月4日播种,9月30日收获。

第3批 样本5, 7, 9, 品种: 晋杂11号, 1990年10月22日播种, 11月14日收获。

第4批 样本1, 2, 3, 品种: 晋杂11号, 1991年3月20日播种, 4月20日收获。

2 结果与讨论

表2 供试土壤的有效养分含量

样本号	母质	pH	代换酸度		Ca c mol (1/2Ca) kg ⁻¹	Mg c mol (1/2Mg) kg ⁻¹	K cmol (K) kg ⁻¹	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			c mol (H) kg ⁻¹	c mol (H) kg ⁻¹										
1	浅海沉积物	4.4	0.7	1.8	0.29	0.17	59	41	0.07	0.8	180	2.4	1.1	
2	浅海沉积物	4.1	1.5	1.2	0.20	0.12	31	49	0.02	0.7	380	2.1	1.0	
3	玄武岩	4.5	0.2	1.8	1.28	0.38	55	86	0.13	2.9	85	38.0	1.5	
4	玄武岩	4.1	0.9	1.6	0.28	0.24	12	152	0.03	2.1	53	25.6	1.0	
5	浅海沉积物	5.0	0.1	1.9	0.26	0.07	27	14	0.08	0.8	83	2.2	1.0	
6	花岗岩	4.0	2.4	1.5	0.30	0.04	8	36	0.05	0.6	480	1.5	0.9	
7	花岗岩	4.1	1.5	1.3	0.27	0.02	4	47	0.02	0.5	600	1.4	0.9	
8	玄武岩	4.4	0.1	1.2	0.44	0.33	2	132	0.07	1.7	29	28.4	1.3	
9	玄武岩	4.1	0.8	1.3	0.43	0.22	5	133	0.20	1.5	73	38.9	1.1	
10	玄武岩	3.9	1.5	0.7	0.31	0.09	2	38	0.23	1.0	82	35.3	0.8	
11	玄武岩	5.7	0.0	4.9	1.39	0.18	6	20	0.23	4.8	37	38.8	1.9	

2.1 表2列出供试土壤样本有效养分的分析结果作为参考。高粱幼苗干重及相对产量列于表3, 11个样本中最佳处理有7个样本产量达到最高值, 3个样本与最高产量差异不显著, 只有1个样本(最佳处理不施磷)显著低于加磷处理的产量, 说明确定最佳处理的思路和方法基本上适用于这类土壤, 可以作为比较的基础。

2.2 表3结果表明, 供试土壤样本三要素中氮的缺乏非常严重, 不管什么母质, 减氮处理只有最佳处理产量的50%左右; 磷的状况则与耕作施肥关系很大, 从表2有效养分的分析结果看, 11个样本中有9个在3倍临界值之下(42 mg kg⁻¹P), 而减磷处理的产量只达最佳的22.3%~79.3%, 大部分都在50%以下; 施钾在花岗岩发育的土壤效果很显著, 其他母质发育的土壤, 减钾处理产量可达最佳处理的70%或更多。这与砖红壤是我国含磷、钾最低的土壤是一致的^[1]。

2.3 根据表3的试验结果, 石灰是供试土壤中另一个限制因素, pH5.0以下的土壤, 其影响不亚于氮磷; 镁是另一个需要考虑施用的元素, 11个样本中有7个样本施镁效果达到显著水平, 可增产16%~40%, 浅海沉积物发育的土壤施镁效果最明显, 就是玄武岩发育的土壤6个样本中有3个施镁作用显著, 这与孙光明等^[2]报道的有些出入; 硫则影响不大, 常规分析11个样本中有6个样本超过临界值3倍, 减硫处理的只有样本1, 10达显著水平, 加硫处理的效果都不显著, 若施用过磷酸钙等含硫肥料, 可不必考虑施硫。

表 3 高梁幼苗地上部干物质

处理	株高																							
	6	7	1	2	5	3	4	8	9	10	11													
花岗岩	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0													
浅海沉积物	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0													
CK	3.28 ^a	100.0	1.04 ^a	100.0	1.31 ^a	100.0	1.16 ^a	100.0	1.25 ^a	100.0	1.85 ^a	100.0	4.35 ^a	100.0	2.38 ^a	100.0	1.62 ^a	100.0	2.96 ^a	100.0	2.55 ^a	100.0		
-CO ₂	0.28 ^a	8.5	0.54 ^a	51.9	0.88 ^a	67.2	0.57 ^a	49.1	0.90 ^a	72.0	1.16 ^a	62.7	0.65 ^a	14.9	1.89 ^a	79.4	0.81 ^a	50.0	0.80 ^a	27.0	2.40 ^a	94.1		
-Mg	2.53 ^{ab}	77.1	0.83 ^a	79.8	1.09 ^a	63.2	0.86 ^a	74.1	0.73 ^a	58.4	1.65 ^a	89.2	3.26 ^a	74.9	2.38 ^a	100.0	1.16 ^a	71.6	2.49 ^a	84.1	2.62 ^a	102.8		
-N	1.51 ^a	46.0	0.46 ^a	44.2	0.59 ^a	45.0	0.80 ^a	69.0	0.50 ^a	40.0	1.26 ^a	68.1	1.17 ^a	26.9	0.71 ^a	29.8	0.71 ^a	43.8	1.12 ^a	37.8	0.86 ^a	33.7		
+P			1.83 ^a	139.7							2.04 ^a	110.3												
-P	1.29 ^a	39.3	0.55 ^a	52.9		0.92 ^{ab}	79.3	0.74 ^a	59.2		1.81 ^a	41.6	0.72 ^a	30.3	0.69 ^a	42.6	0.66 ^a	22.3	0.82 ^a	32.2				
-K	1.89 ^{ab}	57.6	0.47 ^a	45.2	1.35 ^a	103.1	1.14 ^{ab}	98.3	1.09 ^{ab}	87.2	1.76 ^a	95.1	3.44 ^a	79.1	2.22 ^{ab}	93.3	1.34 ^a	82.7	2.02 ^a	68.2	2.30 ^{ab}	90.2		
-B	3.19 ^a	97.3	1.08 ^a	103.8	1.23 ^{ab}	93.9	0.99 ^{ab}	85.3	1.19 ^a	95.2	1.76 ^a	95.1	3.99 ^a	91.7	2.32 ^a	97.5	1.20 ^a	74.1	2.37 ^a	80.1	2.20 ^{ab}	86.3		
+Cu																						2.38 ^{ab}	93.3	
-Cu	2.16 ^{ab}	65.9	0.68 ^{ab}	65.4	1.21 ^{ab}	92.4	1.12 ^{ab}	96.6	1.17 ^{ab}	93.6	1.57 ^a	84.9	3.66 ^a	84.1	2.08 ^a	87.4	1.12 ^a	69.1	2.52 ^a	85.1				
+Fe	3.17 ^a	96.6	1.00 ^{ab}	96.2	1.17 ^{ab}	89.3	1.02 ^{ab}	87.9	1.24 ^a	99.2	1.76 ^a	95.1	4.28 ^a	98.4	2.14 ^{ab}	89.9	1.62 ^a	100.0	2.87 ^a	97.0	2.38 ^{ab}	93.3		
+Mn											1.81 ^a	97.8	4.11 ^a	94.5	2.03 ^a	85.3	1.38 ^{ab}	85.2	2.79 ^a	94.3	2.32 ^{ab}	91.0		
-Mn	2.68 ^{ab}	81.7	0.87 ^{ab}	83.7	1.25 ^{ab}	95.4	1.11 ^{ab}	95.7	1.16 ^a	92.8														
-Mo	3.16 ^a	96.3	0.86 ^{ab}	82.7	1.22 ^{ab}	93.1	1.09 ^{ab}	94.0	1.02 ^a	81.6	1.66 ^a	89.7	4.01 ^a	92.2	2.10 ^{ab}	88.2	1.20 ^a	74.1	2.35 ^a	79.4	2.01 ^a	78.8		
+S			1.01 ^{ab}	97.1			1.22 ^a	105.2			1.65 ^a	89.2	3.95 ^a	90.8	2.07 ^a	87.0	1.43 ^a	88.3						
-S	3.09 ^a	94.2			1.05 ^a	80.2			1.16 ^a	92.8											2.44 ^a	82.4	2.18 ^a	85.5
-Zn	3.06 ^a	93.3	1.02 ^{ab}	98.1	1.55 ^a	118.3	1.11 ^{ab}	95.7	1.03 ^{ab}	82.4	1.77 ^a	95.7	4.04 ^a	92.9	1.92 ^a	80.7	1.28 ^a	79.0	2.28 ^a	77.0	2.23 ^{ab}	87.5		
CK	0.33 ^a	10.1	0.17 ^a	16.3	0.38 ^a	29.0	0.26 ^a	22.4	0.37 ^a	29.6	1.09 ^a	58.9	0.31 ^a	7.1	0.41 ^a	17.2	0.32 ^a	19.8	0.26 ^a	8.8	0.71 ^a	27.8		

* 右上角字母表示邓肯氏多重比较结果(5%),同行中字母相同者差异不显著

2.4 砖红壤地区铁、锰丰富是人们所熟知的，试验结果所有加减铁、锰处理都达不到显著水准。砖红壤地区硼、钼都是缺乏的^[3]，但在我们试验的11个样本中，施硼效应显著的样本3个，可增产15%~25%，施钼效应显著的样本4个，高粱幼苗增重范围20%~25%，因此在这类土壤施硼和钼需要考虑作物因素，需要量多的作物（如钼对于豆科植物）可考虑施用。有效锌在酸性土壤含量一般是适中的^[3]，我们的试验施锌也只有3个样本效应显著，且都集中在玄武岩发育的土壤上。本次试验表明铜是这类土壤需要考虑施用的一个微量元素，11个样本中有6个样本效果达到显著水平，花岗岩、玄武岩发育的土壤尤要注意，施铜可增产15%~35%，这与其他研究者^[3]指出的花岗岩发育的砖红壤有效铜偏低是一致的。

2.5 土壤养分状况的温（网）室调查是以有效养分常规分析为基础，所以不同于传统的缺素试验。基于常规分析和吸附试验确定最佳处理，为了验证其准确性，对每个元素都设加入或减去处理来验证，通过播种敏感的植物反应出来，显然反映出来的信息是比只用常规分析的方法进了一步。就以本试验为例，如果只根据土壤分析，样本1的有效磷已达到适当水平，就会得出可以不施或缓施磷肥的结论，而经过网室调查，加磷处理增产显著。我们曾在当地作过调查，根据当地甘蔗试验，这些土壤施肥仍有增产效果，显然网室调查的结果更符合实际，这就提示我们，该类土壤对磷的固定值得进一步研究。还有温（网）室调查可以提供施用某元素对植物有无效应的直接证据，这是常规分析所不能反映的。特别是在进行重要的田间试验之前进行该项工作，对于选择合适的试验地，对于以后田间试验结果的解释，避免某种养分缺乏而导致试验失误，并保证某些元素的适量供应，都有很重要的意义。

2.6 由于应用的是ASI常规分析方法，对于我国的土壤情况不一定合适，就本试验来看，磷的临界值对这类土壤就显得偏低，才会出现1号样本加磷处理增产近40%的情况，另外有效硼的分析结果与植物反应也不够一致。若能应用我国常用的分析方法，建立一套我国适用的土壤养分状况的温（网）室调查技术，将更有利于在我国推广应用。

致谢 试验过程中得到粤西农垦局、江门市农业局和电白县畜牧局的大力支持。特此致谢。

参 考 文 献

- 1 熊毅，李庆远. 中国土壤. 北京：科学出版社，1987. 483~516
- 2 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，1990，27（3）：262~269
- 3 刘铮等. 我国缺乏微量元素的土壤及其区域分布. 土壤学报，1982，19（3）：209~223.

GREENHOUSE SURVEY STUDIES (GSS) ON UPLAND LATOSOL
SOIL NUTRIENT STATUS IN GUANGDONG PROVINCE

Lu Renjun Yan Xiaoling Huang Zhiwu Xia Zhongwen
(Laboratory of Plant Nutrition and Fertilization)

Abstract The nutrient status of 11 upland latosol soil samples collected in Guangdong province was surveyed by Gas method originated from Dr. A. H. Hunter. The results indicated that the selected soils were quite deficient in N and P. Treatments of no N and P addition presented the decrease of sorghum seedling dry weight by about 50%. K addition showed marked effects on sorghum in the soils developed from granite. With the soils developed from other parent material, the treatment of no K addition decreased the sorghum seedling dry weight by about 30% or less. On the soils with pH values lower than 5.0, lime was also an important limiting factor and had similar performance to N and P application on crops. As for Mg, it was generally an effective element, and able to increase the sorghum seedling dry weight by 16%~40%. S was not deficient in the selected soils, no significant effects of S addition were obtained. With regard to micronutrients, Cu should be taken into consideration. Significant effect of Cu addition was presented in 6 among 11 soil samples. No distinct effects of B, Mo or Zn addition was showed. As for Fe and Mn, the application of theirs did not show marked effects because they were sufficient in these soils.

Key words Latosol; Sorghum; Soil nutrient status