

# 桂林柑桔基地土壤中微量元素状况 与施用微肥效应\*

欧阳洮 钱承樑

(中国科学院南京土壤研究所)

龚高实 周建国 徐建文 唐国荣

(广西桂林地区农牧渔业局)

## 摘 要

桂林地区是我国重点新兴柑桔基地之一。通过本研究证实桂林柑桔基地分布着大面积的贫锌、含硼、铝低的土壤类型,包括:古洪积物、砂页岩、河积物、石灰岩坡积物发育的土壤,初步估计仅缺锌面积达20万亩。

合理施用微量元素肥料(锌、铝、硼),一般使柑桔产量提高20%以上,果实全糖含量均有所提高(4.4—17.2%),柠檬酸略有下降或保持不变。喷施锌肥果皮变薄,可食部分增加。喷施铝肥提高果实内维生素C的含量4.70—8.40mg/100ml果汁,柑桔成熟期提早7—10天,果皮着色鲜艳。

土壤有效态Mo, Zn, Co, K, Ca和Mg等元素与柑桔叶片中相应的该元素之间均呈正相关,经统计达到显著或极显著水准。因而通过叶片的分析,可以有效的估量土壤中某些营养元素的丰缺状况,为合理地科学施肥提供依据。

桂林地区位于广西的东北部,地处北纬 $24^{\circ}16'$ — $26^{\circ}19'$ ,东经 $109^{\circ}31'$ — $111^{\circ}18'$ ,属于中亚热带气候,热量丰富,雨量充沛,适宜桔类等经济林木生长。现有桔园面积22.5万亩,拟近期发展至50万亩,是我国重点柑桔基地之一。目前柑桔产量偏低,部份果园柑桔味变酸,皮变厚。为此,1982—1984年对兴安、全州、灵川、荔浦、灌阳、临桂等县的新老桔园进行了考察,并布置了微肥田间试验,现将结果总结如下。

本区境内以泥盆纪的海相沉积为主,尤以石灰岩最突出。桔园及拟开发桔园主要分布在低山丘陵地区,而低山丘陵主要为中三迭纪后砂页岩发育的红壤。其次尚有大面积的第四纪前更新统古洪积物发育的砾石红壤,山间盆地为第四纪红色粘土发育的红壤。山前坡地多为石灰岩等坡积物形成的棕色石灰土和淋溶石灰土。此外,尚有少数由湘江或灌江冲积物发育的潮沙泥土。

\* 本文承龚子同教授审阅特此致谢。参加野外考察有:陆鸿才、李自作、张海春、陆国保等同志;参加田间试验有:胡本生、林雪英、宋堆莲、廖宏民、阳寿长、文玉珍、骆国保等同志。

### 一、样品的采集及土壤的农化性状

样品采自上述六个县 44 个果园,97 个样点,227 个土样。其中包括土壤剖面 29 个,树冠下混合土样 70 个,叶样 72 个。土壤中微量元素的测定及有机质、全 N、速效性 P, K, 代换性 Ca, Mg 等均按常规方法测定。

供试土壤有机质含量变幅在 0.54—2.95%, 平均 1.70%。土壤全 N 变幅为 0.06—0.13%, 平均 0.10%。速效性磷含量为 6.38—36.1ppm, 平均 9.57ppm。速效性钾含量为 23.00—162.0ppm, 平均 72.50ppm。代换性钙含量为痕迹—2170ppm, 平均 331ppm。代换性镁含量为痕迹—140ppm, 平均 35.8ppm。就本区一般植桔土壤来看,土壤中有有机质、全 N 含量偏低,速效性磷含量中等,速效性钾含量不足,而代换性 Ca, Mg 除淋溶石灰土外,含量均偏低。

### 二、微量元素含量分布状况

1. 锌 桔园土壤全锌含量(表 1)为 36.00—183.7ppm,平均含量为 118.3ppm,略高于我国土壤平均含量 (100ppm)<sup>[1]</sup>,其中潮沙泥土含锌量最低,淋溶石灰土含量最高。

土壤有效态锌的含量(表 1)为痕迹—3.60ppm,变异系数 80%—98%,含量分布频率相当离散(图 1),土壤有效态锌的含量甚不均匀。由古洪积物、砂页岩、红砂岩等发育的红壤平均含锌量很低(0.60ppm),石灰岩坡积物发育的淋溶石灰土平均含量为 1.35ppm,处在一般缺锌临界值附近<sup>[2,3]</sup>。湘江冲积物发育的潮沙泥土有效态锌含量为 1.00—1.20ppm,而由灌江冲积物所形成的土壤有效态锌含量极低(0.24ppm)。本区土壤有效态锌低于一般缺锌临界值的样点占 94%(表 1,图 1),表明土壤中有效态锌的供应是很贫乏的。

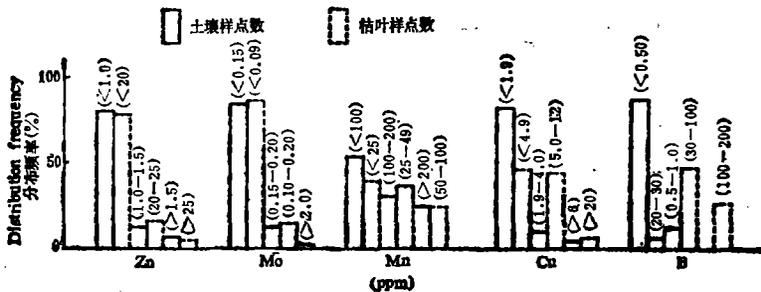


图 1 桂林柑桔基地土壤及桔叶中微量元素含量分布频率

Fig. 1 Distribution frequency of trace elements in soils and leaves of citrus orchards

全锌在剖面中的分布较均匀,迁移不明显(表 1)。有效态锌含量以表土最高,随土层深度增加而锐减(表 1)。古洪积物、砂页岩发育的红壤,其新垦桔园在 1 米深土层内有效态锌含量很低(痕迹—0.60ppm)。

2. 钼 土壤全钼含量(表 1)为 0.30—3.14ppm,平均 1.46ppm,略低于我国土壤平均含量 (1.70ppm)<sup>[1]</sup>。

土壤有效态铝(表 1)为 0.003—0.16ppm, 平均含量 0.08ppm, 低于一般缺铝临界值 (0.15—0.20ppm)。各类土壤有效态铝含量的变异系数 60—91%, 含量分布频率离散(图 1), 说明有效态铝在土壤中分布亦是不均匀的。钾硅质红壤, 砾石红壤, 潮沙泥土等有效态铝平均含量均较低 (0.06ppm), 唯有淋溶石灰土有效态铝含量位于一般缺铝临界值附近 (0.15ppm)。本区土壤含铝量 <0.15ppm 的样点占 85%, 含铝量 0.15—0.20ppm 的样点占 13%, 表明土壤中有效态铝的供应是极不充足的。

全铝和有效态铝在剖面中的分布均随剖面深度增加而增加(表 1)。在一般情况下, 新垦桔园与老桔园土壤含铝量近似。

3. 铜 桔园土壤中全铜含量变幅为 24.00—54.80ppm, 平均含量 38.90ppm。高于全国土壤平均含量 22ppm<sup>[1]</sup>。其中砂页岩发育的红壤平均含铜量较高, 潮沙泥土含铜量最低(表 1)。

土壤有效态铜含量变幅为 0.40—9.20ppm, 平均 1.99ppm, 高于一般缺铜临界值 1.50ppm, 潮沙泥土含铜量很低, 淋溶石灰土含铜量较高。本区桔园有 80% 样点含铜量低于缺铜临界值 (<2.0ppm), 含铜量高的 (>6.0ppm) 样点占 3%。含铜量中等和偏高的各占 15% 和 5%。表明土壤中铜的供应也并不充分。

全铜在土壤剖面中分布一般尚较均匀。但混合土样全铜含量和有效态铜含量皆高于剖面样, 表土明显高于低土(表 1), 可见桔园表土有积累铜的现象, 这与施用含铜杀菌剂有关。

4. 硼 土壤全硼含量范围(表 1)为 57.00—290.0ppm, 平均 139.8ppm, 高于我国土壤平均含量 (64ppm)<sup>[1]</sup> 一倍以上。其中以砂页岩发育的红壤含量最高, 潮沙泥土含量最低。

有效态硼含量范围(表 1)为 0.03—0.78ppm。除紫红壤、淋溶石灰土平均含硼量处于一般缺硼临界值附近外, 其他土类平均含硼量 (0.40ppm) 皆低于缺硼临界值。在所测定的样品中以砂页岩、古洪积物发育的红壤, 其新垦桔园有效态硼含量最低 (0.04—0.10ppm)。本地区有效态硼含量低于一般缺硼临界值 (0.50ppm) 占 89%, 位于 0.50—1.00ppm 的样点占 11%, 表明土壤中有效态硼的供应亦是不足的。

全硼在剖面中分布较均匀, 而有效态硼在表土含量较高, 随剖面深度增加而减低。混合土样与剖面样含量近似。

5. 锰 土壤全锰含量(表 1)为 189.9—1382ppm, 平均含锰量 92.41ppm。高于我国土壤平均值(710ppm)<sup>[1]</sup>。其中以淋溶石灰土平均含量较高, 钾硅质红壤含量较低。

代换态锰含量为痕迹—2.67ppm, 易还原态锰 16.67—220.4ppm。易还原态锰平均 186.5ppm。在一般情况下本区桔园土壤含锰量是较丰富的, 不需要施用锰肥。但硅质红壤和紫红壤及一部份砂页岩和古洪积物发育的土壤, 其易还原态锰含量甚低(4.22—16.67ppm), 生产上值得注意。

全锰在剖面中有向下迁移的情况, 表土含锰量明显低于底土(表 1)。

6. 钴 土壤中钴的含量范围(表 1)为 7.45—36.40ppm, 平均 17.73ppm。与世界土壤平均含量 (10—15ppm)<sup>[4]</sup> 较为接近。其中淋溶石灰土含量较高, 硅质红壤含量较低。

土壤有效态钴含量变幅为痕迹—1.99ppm, 以石灰岩坡积物发育的淋溶石灰土含量

表 1 桂林柑桔基地土壤中微  
Table 1 Soil trace element contents

土壤类型 Soil type	深度 (cm) Depth	pH	Zn		Cu		Mo
			全量 Total	有效态 Available	全量 Total	有效态 Available	全量 Total
钾硅质红壤 (砂页岩)	I* 0-30	3.99-5.83	111.5(3)	0.47(17)	61.27(3)	1.23(16)	
	30-50	4.04-5.66	96.9	0.25	38.65	0.76	
	II** 0-30	4.17-4.73	81.3	0.23(16)	34.70	1.35(6)	2.48(1)
	30-50	4.52-5.03	86.2	0.10	35.60	0.96	2.82
	80-100	4.36-4.85	116.2	0.20	56.10	0.53	2.82
砾石红壤 (古洪积物)	I* 0-30	4.12-6.06	122(1)	0.52(26)	32.80(1)	1.48(26)	3.14(1)
	30-50	3.92-6.04	124	0.34	30.40	0.49	3.52
	II** 0-30	3.68-5.88	90.70(4)	0.37(23)	25.98(4)	1.01(23)	1.80(2)
	30-50	3.65-5.51	109.9	0.22	31.60	0.38	2.36
	80-100	3.92-5.66	99.36	0.13	25.04	0.28	2.28
淋溶石灰土 (石灰岩坡积物)	I* 0-30	4.48-6.16	155.8(12)	1.35(12)	46.10(2)	3.37(12)	0.94(1)
	30-50	4.65-6.54	160.6	1.12	41.65	1.51	0.84
	II** 0-30	5.04-6.46	115.8(2)	1.10 (5)	37.60(2)	1.84(5)	1.15(2)
	30-50	4.77-6.47	183.7	0.25	40.80	1.20	0.77
	80-100	4.54-6.27	180.7	0.20	41.25	0.52	0.90
潮沙泥土 (河流冲积物)	I* 0-30	5.73-6.87	42.30(1)	0.64(2)	11.20(1)	1.20(1)	0.30(1)
	30-50	4.95-6.98	35.80	0.30	12.20	1.00	0.34
	II** 0-30	6.28-7.28	36.20(1)	1.12(1)	9.41(1)	1.00(1)	0.40(1)
	30-50	6.06-7.28	55.80	0.20	9.37	1.10	0.36
	80-100	6.23-7.30	50.20	0.20	10.30	0.80	0.37
紫红壤 (紫色砂页岩)	I* 0-30	4.39-5.49	102.4(1)	1.40(2)	30.80(1)	1.45(2)	
	30-50	4.39-5.35	125.9	0.30	37.90	0.50	
	II** 0-30	4.68	57.30(1)	0.30	22.80(1)	0.70(1)	0.44(1)
	30-50	4.67	63.90	痕迹	26.30	0.40	0.62
	80-100	4.58	74.00		31.70		1.10
硅质红壤 (红砂岩)	I* 0-30	5.19	73.70(1)	0.50(1)	28.3(1)	1.60(1)	1.20(1)
	30-50	5.08	62.00	痕迹	28.50	0.20	1.20
	II** 0-30	4.75	71.50(1)	0.50(1)	19.70(1)	1.10(1)	1.06(1)
	30-50	4.59	87.50	0.18	23.50	0.40	1.34
	80-100	4.87	53.80	痕迹	9.48	痕迹	1.24

\* 表示果树树冠下混合土样； \*\* 表示果树行间之土样。表内( )表示测定的样本数。

有效态锌、铜、钴用 0.1N HCl 溶液提取；有效态锰用 1N 醋酸铵溶液提取；有效态钼用 pH 3.3 草酸-草酸

稍高(平均 0.84ppm)，其他类型土壤有效态钴含量均 <0.30ppm。

全钴在剖面中分布均匀，未见明显迁移情况。有效态钴含量一般表土高于底土。

### 三、桔叶中营养元素状况与土壤供应养份的关系

土壤中营养元素的不足或过剩，则会引起植物生理失调症或中毒症。因而通过野外

## 微量元素含量状况(单位: ppm)

of citrus orchards in Guilin

有效态 Available	Mn			B		Co	
	全量 Total	代换态 Exchangeable	易还原态 Easily reducible	全量 Total	有效态 Available	全量 Total	有效态 Available
0.06(8)	189.9(3)	2.67(7)	179.7(8)		0.29(17)	7.97(3)	0.34(7)
0.08	240.7	0.40	53.2		0.26	8.02	0.12
0.06(3)	107.1(1)			183.5(2)	0.37(7)	8.47(3)	0.20(6)
0.10	143.0			153.5	0.31	7.97	0.17
0.21	237.2			152.5	0.37	8.53	0.05
0.06(6)		痕迹(7)	220.4(7)		0.33(24)	9.20(1)	0.35(16)
0.08		痕迹	278.7		0.25	9.33	0.31
0.06(4)	169.2(4)	1.83(4)	12.48(4)	160.1(1)	0.36(10)	9.15(4)	0.19(11)
0.07	196.1	0.87	126.9	170.0	0.33	10.45	0.27
0.10	243.9	0.25	72.13	170.0	0.27	12.98	0.44
0.15(3)	1352.5(2)	痕迹	177.3(1)	140.0(1)	0.43(5)	26.30(2)	0.84(5)
0.15	1409.5	痕迹	234.4	120.0	0.36	27.15	0.93
0.13(4)	1443.0(2)	痕迹	723.0(1)	119.0(2)	0.36(5)	26.65(2)	0.97(3)
0.13	1645.0	痕迹	91.51	103.0	0.42	29.65	1.07
0.19	1198	痕迹	140.1	97.0	0.42	29.50	1.10
0.06(1)					0.34(1)	6.07(1)	0.40(1)
0.05					0.16	6.44	0.50
0.05(1)	218.5(1)	3.96(1)	159.6(1)	57.10(1)	0.30(1)	10.36(1)	0.50(1)
0.10	397.0	痕迹	113.2	52.00	0.18	27.10	0.20
0.07	308.0	痕迹	87.00		0.22	6.76	0.00
0.11(2)	1200(1)	痕迹(1)	16.67(1)		0.40(1)	21.00(1)	0.30(1)
0.15	956.7	痕迹	痕迹		0.16	24.70	0.60
	137.0(1)	6.41(1)	4.45(1)		0.22(1)	6.50(1)	0.40(1)
	152.0	0.83	痕迹		0.18	9.41	0.50
	193.8					9.66	0.40
					0.46(1)	10.60(1)	0.10(3)
					0.38	5.86	0.15
	130.2(1)	1.34(1)	4.22(1)	94.0(1)	0.62(1)	5.27(1)	0.37(3)
	117.9	痕迹	13.32	89.0	0.36	7.48	0.17
	364.3	痕迹	39.69			6.40	0.0

铵溶液提取;有效态硼用沸水提取法。

目视诊断和植物组织的化学分析,可作为植物营养诊断的指标。本研究借助土壤与柑桔叶片两者间养份的相关性,探索应用叶片诊断指导田间施肥的可能性。

1. 锌 本区柑桔叶片含锌范围(表2)10.18—25.93ppm,平均14.96ppm,低于国外缺锌临界值(16—18ppm)<sup>[5,7,8]</sup>。本区缺锌桔叶样点占94%。这一结果与土壤分析

表 2 柑桔叶片中各种营养元素的含量  
Table 2 Contents of nutrient elements in citrus-leaves

土壤类型 Soil type	母质 Parent material	微量元素 (ppm) Trace elements							大量元素 (%) Macro elements				
		B	Mn	Cu	Zn	Mo	Ca	Mg	P	K	Fe		
钾硅质红壤	砂页岩	90.12(8)	37.82(8)	5.82(8)	16.52(8)	0.06(6)	2.47(8)	0.33(8)	0.15(8)	1.11(8)	102.6(8)		
		31.58-170.9	10.75-68.69	2.55-8.68	10.18-25.93	0.03-0.06	1.48-3.43	0.19-0.46	0.09-0.19	0.43-1.80	82.6-118.4		
砾质红壤	古洪积物	73.78(31)	35.31(31)	7.86(31)	13.25(31)	0.09(12)	2.58(31)	0.29(31)	0.15(31)	1.05(31)	100.4(1)		
		21.05-145.0	7.94-93.28	2.40-22.80	3.59-23.31	0.01-0.17	1.11-3.72	0.11-0.54	0.11-0.20	0.61-1.83	10.30-139.0		
淋溶石灰土	石灰岩坡积物	77.26(8)	56.62(8)	5.8(8)	18.46(8)	0.02(5)	3.33(8)	0.25(8)	0.15(8)	1.26(8)	87.13(8)		
		47.40-92.00	27.66-83.33	37.80-8.40	15.52-21.38	0.0-0.09	2.63-4.37	0.20-0.30	0.12-0.13	0.34-1.94	78.90-97.30		
硅质红壤	红砂岩	47.50(1)	29.55(1)	15.90(1)	17.30(1)		2.29(1)	0.48(1)	0.15(1)	0.78(1)	117.0(1)		
紫红壤	紫色砂页岩	100.0(1)	29.71(1)	7.35(1)	20.90(1)	0.03(1)	2.51(1)	0.32(1)	0.16(1)	1.67(1)	85.80(1)		
潮沙泥土	河流冲积物	130.0(1)	86.52(1)	3.91(1)	19.17(1)	0.05(1)	2.88(1)	0.39(1)	0.17(1)	0.14(1)	108.9(1)		
平均含量		78.07(50)	39.91(50)	7.27(50)	14.96(50)	0.06(25)	2.68(50)	0.29(50)	0.15(50)	1.08(50)	98.82(50)		

注: 表中数字: 平均值, 括号内数字为标本数。  
范围

表 3 应用柑桔叶片组织分析值指示田间锌的状况

Table 3 Zinc content in orange leaves in relation with the zinc nutrition status of soils

土壤类型	品种	叶龄 (月)	表现明显缺 Zn 症(15)* Showing Zn deficiency symptoms		偶见缺锌症(17)* Occasionally showing Zn deficiency		外观上生长正常(16)* Apparently normal growth	
			叶片含 Zn 量 Content of Zn in leaves	土壤含 Zn 量 Content of Zn in soils	叶片含 Zn 量 Content of Zn in leaves	土壤含 Zn 量 Content of Zn in soils	叶片含 Zn 量 Content of Zn in leaves	土壤含 Zn 量 Content of Zn in soils
钾硅质红壤, 淋溶石灰土 潮沙泥土	温州蜜桔 本地早 新会橙	4—7	6.21—12.70	痕迹—0.90	11.50—19.95	0.21—1.20	20.21—25.95	1.20—1.50
			9.60	0.30	15.51	0.51	21.99	1.34

\* 表中( )内数值为样点数,表内分子表示变幅。分母表示平均值。

的结果甚一致(图 1)。

根据 38 个样点的田间调查与叶片分析结果表明(表 3): 土壤含锌量  $< 0.50$  ppm, 叶片含锌量  $< 10$  ppm, 则叶片出现明显的缺锌症状; 土壤含锌量  $1.20—1.50$  ppm, 叶片含锌量  $20.21—25.95$  ppm, 则柑桔叶片外观上未见缺锌症, 但施用锌肥仍能提高柑桔产量。

土壤平均含锌量  $0.50$  ppm 左右。叶片含锌量  $11—20$  ppm, 则偶见缺锌花叶现象。如用  $0.1N$  HCl 提取多种母质发育的果园土壤, 表土( $0—30$  厘米)含锌量与桔叶含锌量之间有良好的正相关  $r = 0.70^{**}$  ( $p < 0.01$ )。

2. 铝 柑桔叶片含铝量范围为痕迹— $0.15$  ppm, 平均  $0.06$  ppm, 位于偏低水平<sup>[6]</sup>。表土有效态铝含量与叶片含铝量之间呈正相关  $r = 0.59^*$  ( $p < 0.05$ )。

3. 锰 桔叶含锰量范围  $7.89—198.5$  ppm, 平均  $39.9$  ppm, 位于适量水平<sup>[6]</sup>。桔叶含锰量过高的样点, 多数分布在古洪积物发育的 pH 值低于 5 的土壤上, 这一结果与土壤分析的结果基本上是一致的。多种母质发育的红壤中, 易还原态锰与叶片含锰量之间的相关系数  $r = 0.73$ 。

4. 硼 桔叶含硼量范围为  $21.05—170.8$  ppm, 平均含硼量  $78.07$  ppm。位于适量水平<sup>[6]</sup>。由于本区施用硼肥已成为增产的措施之一, 故老桔园叶片含硼量远远高于新垦园。

5. 铜 柑桔叶片含铜量变幅为  $2.55—22.80$  ppm, 平均含量  $7.27$  ppm, 位于适量水平<sup>[6]</sup>。老桔园叶片含铜量皆高于新垦园。

6. 钾 桔叶含钾范围  $0.43—1.94\%$ , 平均  $1.08\%$ , 位于偏低范围<sup>[6]</sup>。土壤速效性钾的含量与叶片含钾量之间呈正相关,  $r = 0.63^*$  ( $p < 0.05$ )。

7. 磷 桔叶含磷量变幅为  $0.09\%—0.20\%$ , 平均含量  $0.15\%$ , 位于适量范围<sup>[6]</sup>。土壤与桔叶含磷的丰缺趋势基本一致。

8. 钙 桔叶含钙量变幅  $1.11—4.37\%$ , 平均  $2.68\%$ , 位于偏低范围<sup>[6]</sup>。土壤代换性钙与叶片含钙量之间呈正相关,  $r = 0.88^{**}$  ( $p < 0.01$ )。

9. 镁 桔叶含镁量变幅为  $0.11—0.46\%$ , 平均含量  $0.29\%$ , 位于偏低范围<sup>[6]</sup>。土壤代换态镁与桔叶含镁量之间呈正相关,  $r = 0.58^*$  ( $p < 0.05$ )。

10. 铁 桔叶含铁量变幅为  $0.30—139.0$  ppm, 平均含量  $98.2$  ppm, 位于适量水平<sup>[6]</sup>。

## 四、施用微量元素的效应

1982—1984年在多种母质发育的土壤上,选取立地条件相同,同品种、同砧木、同树龄的柑桔单株,采取对比排列,重复五次以上的田间试验。根据三年的试验结果表明:喷施锌、钼、硼肥,均能提高柑桔的产量,并能改善品质。

1. 微量元素锌、钼、硼肥对柑桔增产的作用 通过7个试验点,141对喷锌处理的柑桔试验结果表明:河积物、古洪积物、砂页岩、现代河积物发育的土壤上,施用锌肥均能使柑桔有不同幅度的增产(12%—88%)。并且白沙(河流冲积物)、大倚(砂页岩)、九点(古洪积物)、石塘(现代河积物)等果园的小区试验经配对显著性测验“*t*”值皆达到显著性水准。

为了观察连续施用锌肥的效果,在石塘园艺场对5对温州蜜柑连续两年(1983—1984)喷施锌肥,桔叶含锌量由16.92ppm增至20.10ppm,产量分别比对照提高88%—44%;在九点果园对5对本地早和温州蜜柑(桔叶原含锌量13.98ppm)连续两年喷施锌肥,产量分别比对照提高21%—36%。

钼对柑桔增产的作用。通过7个试验点,76对单株喷施钼肥试验结果表明,喷施钼肥柑桔产量一般比对照提高6.1—36%。白沙果园(潮沙泥土)、大倚果园(砂页岩)和潭下果园(砂页岩),施用钼肥取得较好成效,经配对“*t*”值检验皆达到显著水准。九点果园原土壤有效态钼含量0.08ppm,桔叶含钼量0.06ppm,经喷施钼肥后,产量比对照提高16.4%。值得指出的是植物对钼的需要量甚少,缺乏与适量的界限很窄。例如石塘园艺场(红壤性土),原土壤含钼量位于缺钼临界值附近(0.16ppm),1983年经喷施钼肥后,叶片含钼量增至0.49ppm(位于适量水平),产量亦提高两成,1984年连续再向该试验树喷施钼肥,则未表现出增产的效应。

虽然硼已被该地区作为增产的措施,但至目前为止,仍有大部分果园土壤含硼量偏低,特别是新垦园,仍需要施用硼肥。通过5个试验点290对柑桔树喷施硼肥的结果表明:硼肥对柑桔亦有不同幅度的增产效应,一般增产8.7—41%。

在灌阳(河流冲积物)及兴安园艺场(古洪积物)向柑桔树喷施锌+钼+硼或锌+钼的混合肥料,亦取得良好效应,平均分别净增柑桔11斤/株和21斤/株,经“*t*”值检验皆达到极显著水准。

2. 微量元素锌、钼、硼对柑桔品质的影响 柑桔对锌特别敏感,因缺锌而引起的叶脉间失绿(当地称为“花叶病”)的生理失调病症,在本地区桔园里普遍可见,成为本地区柑桔生产上较为突出严重的问题。应用电镜对缺锌柑桔叶细胞的观察表明(图版I照片1,2),叶绿体受到严重损伤,叶绿体大部分膜状结构消失,但细胞核结构仍保持正常,淀粉粒异常增大,这可能与缺锌影响某些淀粉酶的活性有关<sup>[6]</sup>。经喷锌后,叶片复绿,其微形态结构正常(图版I照片3,4),叶肉细胞有较丰富的细胞质,细胞核双层膜均匀,叶绿体结构正常,柑桔产量亦有不同幅度的增加,并且品质亦得到改善。

喷施锌肥温州蜜柑果皮光滑,果实大而均匀,果实的可食部分比对照增加3.7—28%,全糖含量比对照增加2.9—17.2%,固形物平均增加6%。新桧橙果皮变薄,平均减薄

12.5%, 可食部分比对照增加 10.7%, 柠檬酸和全糖含量分别比对照提高 8.9 和 17.3% (表 4)。

表 4 锌、钼、硼肥对柑桔品质的影响

Table 4 Effect of Zn, Mo and B on citrus quality

年 Years	试验地点 Locality	种 品 Varieties	处 理 Treatment	果皮平均厚度(cm) Average peel thickness		可食部分(%) Edible	维生素 C mg/100ml 果汁 Vitamin C	还原糖(%) Reducing sugar	全糖(%) Total sugar	柠檬酸(%) Citric acid	固形物(%) Soluble solids
1983	九点、石塘、兴安(古洪积物、现代河流冲积物)	温州蜜柑	Zn CK		77.55	32.46	3.35	7.16	0.64	9.50	
					74.80	31.63	3.24	6.46	0.70	9.00	
1984	九点、石塘、潭下、黄漕(古洪积物、砂页岩、湘江冲积物)	温州蜜柑	Zn CK			29.10	4.56	8.86	0.90	11.00	
						30.20	4.60	8.71	1.16	11.00	
	兴安(古洪积物)	新会橙	Zn CK	0.48	49.60	48.90	7.60	11.35	1.47		
				0.54	44.80	50.10	7.94	9.68	1.35		
1983	九点、石塘、兴安(古洪积物、现代河流冲积物)	温州蜜柑	B CK		74.69	30.23	3.50	7.32	0.74	9.71	
					74.26	32.22	3.26	6.86	0.72	8.72	
1984	九点、石塘、黄漕(古洪积物、现代河流冲积物、河积物)	温州蜜柑	B CK			33.40	4.89	10.16	1.09	12.40	
						33.00	5.06	9.56	1.23	12.60	
1983	九点、石塘、兴安(古洪积物、现代河流冲积物)	温州蜜柑	Mo CK		75.77	31.49	3.51	7.58	0.66	9.57	
					75.88	30.09	3.34	7.27	0.66	9.13	
1984	九点、潭下、漕阳(古洪积物、砂页岩、湘江冲积物)	温州蜜桔	Mo CK			30.64	4.16	8.87	0.84	10.81	
						28.28	4.17	7.88	0.90	10.39	

温州蜜柑施硼肥后, 果汁含糖量有所提高, 固形物含量亦有增加的趋势。

喷施钼肥温州蜜桔果皮着色鲜艳, 提前成熟 7—10 天; 全糖含量平均增加 4.4—11.4%, 柠檬酸保持不变或略有下降, 而维生素 C 含量比对照提高 4.7—8.4% (表 4)。

1984 年本地区施用微肥面积 971.17 亩, 增产柑桔 598893 斤, 除去肥料成本费用外, 净增收 167265.6 元。据初步估计本地区缺锌桔园面积为 20 万亩, 若以施用微肥能增产 20% 计算, 则能增产柑桔 10.7 万担, 增加产值 247 万元。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978 年: 中国土壤。第 405—416 页, 科学出版社。
- [2] 欧阳洮等, 1984: 湖南衡阳盆地土壤锌的地球化学特征及其与植物生长的关系。土壤学报, 第 21 卷 1 期, 第 45—56 页。
- [3] 欧阳洮等, 1983: 土壤中锌的地球化学特征及其实践意义。龚子同等《华中亚热带土壤》, 第 171—181 页。湖南科技出版社。
- [4] Aubert, H. and Pinta, M. 1977: Trace Elements in soil, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York.
- [5] Cohen, A., 1976: "Citrus Fertilization" International Potash Institute. No. 4, 15—17.
- [6] Konrad Mengel, Dr., 1982: Principles of Plant Nutrition. p. 501—508, Publisher: International Potash Institute.
- [7] Katyal, J. C. and Randhawa, N. S., 1983: "Micronutrients" p. 69—76. Food and Agriculture Organization of the United Nations. New Delhi, India.

[ 8 ] Reuter, W. et al., 1962: Leaf analysis as a guide to Orange nutrition better crop with Plant Food, 46(3): 44.

## MICROELEMENTS IN SOILS OF THE CITRUS ORCHARDS IN GUILIN AND THEIR EFFECTS ON THE CITRUS GROWTH

Ouyang Tao and Qian Chengliang

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

Gong Gaoshi, Zhou Jianguo, Xu Jianwen and Tang Guorong

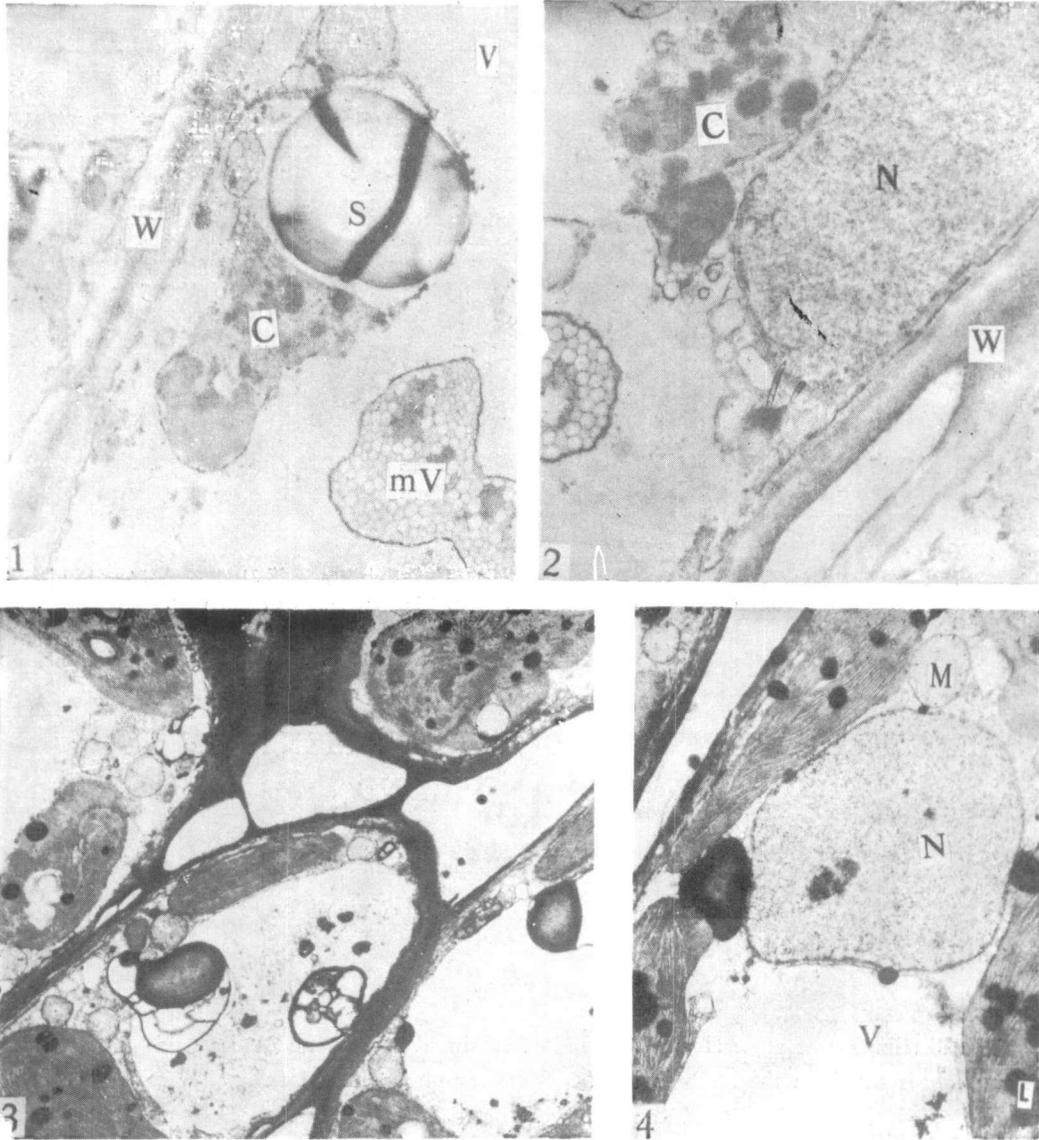
*(The Agricultural bureau of Guilin Prefecture, Guangxi Province)*

### Summary

1. Results of analysis of the soils, leaf diagnosis of citrus and field experiment of the citrus orchards in Guangxi showed that soils developed from old diluvium, sandy shales, red sandstones, fluvial deposits and limestone talus wide-spread in this district were generally poor in trace elements Zn, B and Mo.

2. The contents of available Mo, Zn, Co, Mn, K, Ca and Mg in soils were positively correlated with those in citrus leaves. Zn deficiency symptom was found clearly in citrus leaves, while available Zn was less than 0.50 ppm in soils and less than 15 ppm in citrus leaves.

3. Reasonable application of micronutrients (B, Zn, Mo) was conducive both to increase the yield and improve the fruit quality of citrus.



N: 细胞核 (Nucleus)                      C: 叶绿体 (Chloroplast)  
 W: 细胞壁 (Cell wall)                    S: 叶绿体中的淀粉粒 (Starch in chloroplast)  
 V: 液泡 (Vacuole)                        L: 叶绿体中的类脂球 (Lipid globules in chloroplast)  
 M: 线粒体 (Mitochondrion)            Mv: 多泡体结构 (Multi-vacuole)

照片 1 和 2 缺锌温州蜜柑叶细胞的微形态(照片 1:  $\times 10,000$ ; 照片 2:  $\times 16,000$ )

Photo. 1,2 Micromorphology of citrus leaf cellule deficient in Zn

照片 3 和 4 喷锌处理复绿的温州蜜桔叶细胞的微形态(照片 3:  $\times 5000$ ; 照片 4:  $\times 8000$ )

Photo. 3,4 Regreening leaf cellule of citrus after spraying Zinc fertilizer

(照片是黄金生同志摄)