

# 黃岩植橘土壤中微量元素的含量及其对 柑橘的肥效

刘 铮 王国良 陈其峰  
(中国科学院土壤研究所) (浙江农业科学院园艺研究所)

鄭敏儀 卢双潮  
(浙江省黃岩柑橘試驗站)

## 一、前 言

浙江黃岩是我国主要柑橘产地之一,一向以品种多、质量好著称于中外,大跃进以来連年丰产,成为我国柑橘业中的一面紅旗。

黃岩橘园多分布在沿江低地,与水稻田交錯相邻,排水不良,地下水位高。橘叶上广泛存在着因缺乏微量元素而引起的种种生理病害,即缺乏症状,落花落果现象亦較严重。

根据上述情况,1960年在黃岩进行了柑橘的微量元素营养的研究,搜集植橘土壤与橘叶試样,測定微量元素含量进行对比,結合橘叶的种种缺乏症状,寻求导致缺乏的原因,进一步的进行校正。并且环绕柑橘速生丰产的目的,观察柑橘对微量元素肥料的反应。

田間試驗在不同类型的植橘土壤上进行,在不同的生长阶段噴施微量元素溶液,观察反应,记录生长情况。同时并測定試驗园与試驗树的土壤与植物中微量元素含量。

田間試驗分以下五部分:

1. 微量元素对保叶的作用:在冬季噴施微量元素溶液。
2. 微量元素对保花保果的作用:在花前期和幼果期噴施微量元素溶液。
3. 微量元素对壮大果实的作用:在果实膨大期噴施微量元素溶液。
4. 微量元素对促进幼树生长的作用:噴施微量元素溶液,观察促进实生幼树生长的作用。
5. 微量元素对校正缺乏症状的作用:针对橘叶的种种缺乏症状,噴施微量元素溶液,观察症状是否消失。

此外,并搜集試驗树的果实进行果品分析,明确微量元素对提高柑橘质量的作用。

## 二、黃岩植橘土壤中微量元素含量

黃岩县位于浙江省东南部,东临东海;澄江由西向东流貫全境,与灵江会合后入台州湾。橘园主要分布在澄江及其支流沿岸。全县植橘土壤可分为四种类型:

1. 冲积土 澄江及其支流两岸的冲积土上橘园甚多,呈微碱性反应, pH7—8, 微含

盐分,表土約为万分之五点四到七点六,心土約为万分之七点二到八点六,底土約为万分之七到十一.九。土层較厚,地下水位低。

**2. 湿土** 在平原内部的橘园,与水稻田交錯相邻。受水稻田影响,地下水位高,60—80 厘米处即是地下水,50—60 厘米处为“青死泥”。土壤粘重,表土微酸性, pH6—7,心土多为中性,底土中性到微碱性。含盐量較低,一般不超过万分之二到九。为了避免地下水的影响,橘农采用培土筑墩的办法,将橘树种植在墩上,称为橘墩。

**3. 山地土壤** 县境东部多丘陵,西部多山,属括蒼山脉。山地土壤多为幼黄壤、幼紅壤以及少量紫色土。成土母质以砂岩为主,頁岩次之。有凝灰砂岩、石英角斑灰岩、流紋砂岩以及少量閃长岩。土壤 pH4.7—6.0。紫色土由紫色砂岩风化而成,土层較浅,分布零星,与其他土壤交錯存在。

**4. 滨海盐土** 在海涂(金清地区)新垦的盐土上,柑橘生长良好,有的已开始結果。

冲积土与湿土为主要橘园所在地,地势較低洼,或受澄江潮水影响,或受水稻田影响,排水不良,常被水淹。山地橘园多为近年新辟,来日发展可以預期。因时間关系,本年度未在盐土区进行工作。

上述的土壤类型間的差异,与缺乏微量元素而引起的种种缺乏症状間有一定的关系。花叶病(失綠叶斑)与黄斑病分布在冲积土与湿土上的橘园,而山地土壤上的橘园則仅有花叶病与类似缺鎂的带状失綠現象。

根据上述的植橘土壤类型,搜集了土壤試样,測定微量元素含量,明确土壤中微量元素的供給情况,微量元素含量与缺乏症状間的关系以及各金属离子間相互的影响。

土壤中有效态銅錳用 0.1N 盐酸浸提<sup>[1]</sup>,錳用  $\alpha$ -二萘基硫代卡貝松分离后用极譜法測定(刘錚, 1959),銅用二硫乙二酰胺分离后用极譜法測定(刘錚, 1959)。有效态錳用 pH3.3 的草酸-草酸銨溶液浸提<sup>[2]</sup>,用极譜法測定<sup>[3]</sup>。有效态錳用 0.1N 硫酸浸提<sup>[4]</sup>,用比色法測定<sup>[5]</sup>。有效态硼用水煮沸 5 分鍾<sup>[6]</sup>,浸提液中的硼用薑黄法比色測定<sup>[7]</sup>。

分析結果(表 1)說明,黄岩植橘土壤中有效态銅的含量适度,有效态錳含量常偏低,山地土壤中有效态錳含量偏低,而冲积土与湿土中則較高。山地土壤中有效态硼亦远低于平原,在排水不良地区,土壤中有效态硼有过多可能。有效态銅含量一般均低,尤其是酸性土壤。現分述如下:

1. 錳的含量: 土壤中全錳含量約为 10—300ppm,有时可达 1,000ppm<sup>[8,9]</sup>。对植物有效的錳可以用 0.1N 盐酸浸提出的錳来代表,在正常土壤中含量約为 10—40ppm。若 0.1N 盐酸浸提出的錳少于 3—8ppm 时,一般作物会表现出缺錳症状<sup>[1]</sup>。当土壤 pH 值降低时,溶解出的錳增多, pH 值增高时,植物可利用的錳减少。所以果树的缺錳症状常与土壤反应有密切关系,与全錳含量关系較小。

黄岩植橘土壤中有效态錳是比較少的。冲积土中有效态錳最少,在 1.7—9.9ppm 間,山地土壤次之,在 7.4—20.7ppm 間,湿土較多,在 5.0—64.0ppm 間。花叶病广泛的分布在各类型的植橘土壤上,即系缺錳缺鎂或二者同时缺乏的混合症状。在山地黄壤上曾对橘树噴施硫酸錳溶液,失綠叶斑迅速消失(見后文)。

2. 鎂的含量: 土壤中全鎂含量为 200—3,000ppm,平均含量为 600ppm<sup>[8,9]</sup>。植物可利用的鎂是二价鎂和高价但易于还原的氧化鎂,单独用全鎂含量不足以判断鎂的供給

表 1 黄岩植棉土壤中有效态微量元素含量

土壤类型	标本号	深度(厘米)	采集地点	pH 值	硼(ppm)	铜(ppm)	锌(ppm)	锰(ppm)	钼(ppm)	备 注	
山地黄壤	60A.01	{ 0-15	山 站 (西 坡)	4.5	1.1	3.3	12.5	6.8	0.05	未垦	
山地黄壤	60A.02	{ 15-30		5.0	0.4	4.8	14.5	5.6	0.05	未垦	
山地黄壤	60A.03	{ 30→		5.0	—*	4.3	7.7	16.5	0.05	未垦	
山地黄壤	60A.04	{ 0-25		5.5	—	—	42.2	28.2	—	橘树有花叶病	
山地黄壤	60A.05	{ 25→		5.5	—	—	7.4	38.1	—	橘树有花叶病	
山地黄壤	60A.06	{ 0-25		5.0	2.3	1.1	16.9	21.1	—	橘树有花叶病	
山地黄壤	60A.07	{ 25→		5.5	—	3.7	14.5	23.8	—		
山地黄壤	60A.08	0-40		5.5	—	3.7	20.7	26.7	—		
山地黄壤	60A.09	0-40		6.5	—	3.6	8.5	26.1	0.01		
冲积土	60A.12	0-40	澄 江 边	8.0	—	2.6	57.8	32.6	—		
冲积土	60A.13	0-40		8.0	—	2.3	9.9	163.9	—	未垦	
冲积土	60A.20	{ 0-20		澄江边王西丰产片	7.4	3.3	4.6	1.8	49.9	0.09	橘树有黄斑病
冲积土	60A.21	{ 20-40		澄江边王西丰产片	7.7	1.2	1.2	1.7	19.7	0.02	
冲积土	60A.22	0-40		澄江边王西丰产片	8.2	3.2	7.6	2.2	47.6	0.08	未垦,受潜水影响
湿 土	60A.14	{ 0-40	试 验 站	8.0	—	—	—	249.8	—	橘树有黄斑病	
湿 土	60A.16	{ 40→		8.0	—	—	—	238.1	—		
湿 土	60A.15	{ 0-40		8.0	—	4.1	30.6	170.3	—	未垦	
湿 土	60A.17	{ 40→		8.0	—	—	27.6	253.5	—	未垦	
湿 土	60A.18	0-40		8.0	—	—	64.0	144.3	—		
湿 土	60A.19	0-40		8.0	—	—	61.0	97.8	0.05		
湿 土	60A.23	0-20		6.2	1.2	3.0	7.8	54.6	0.08		
湿 土	60A.24	{ 0-20		8.0	1.0	3.0	6.4	52.7	0.14		
湿 土	60A.25	{ 20-40		8.0	0.8	2.8	5.0	30.4	0.05		
湿 土	60A.26	{ 40-60		7.6	0.4	2.9	5.2	36.5	0.06		
湿 土	60A.27	{ 60-70		7.8	—	1.1	6.5	37.7	0.05		
湿 土	60A.28	橘墩上		8.0	2.2	2.6	7.0	67.5	0.05		

\* 未测定

情况。0.1N 硫酸浸提出的錳代表活性錳，苏联土壤中 0.1N 硫酸浸提出的錳为 1.5—150ppm<sup>[4]</sup>。

黃岩植橘土壤中全錳含量为 328—2716ppm。0.1N 硫酸浸提出的錳的量差异很大，山地黃壤中最少，仅为 5.6—38.0ppm，冲积土次之，为 19.7—163.9ppm，湿土則高达 97.0—260.0ppm。虽然土壤中含錳量差异很大，各类型植橘土壤上的橘树噴施錳溶液都有良好反应，湿土上的橘树，花叶病因而消失，叶片复綠。黃岩柑橘叶片中含錳量均低，对錳肥有良好肥效，这些情况似乎都說明柑橘对錳的需要尚未滿足。

3. 銅的含量：土壤中全銅含量为 2—100ppm<sup>[9]</sup>，平均含量为 20ppm<sup>[8]</sup>。測定土壤中有效态銅的浸提剂甚多，我們选择了 0.1N 盐酸。用 0.1N 盐酸浸提出的銅多于 2 ppm 时，对于一般作物是足够的，含量在 1.1—1.9ppm 之間，則可能需要銅肥<sup>[1]</sup>，与微生物学的測定法<sup>[10]</sup>，以及 Schachtschabel 法<sup>[11]</sup>，Westhoff 法<sup>[12]</sup>，Scharrer 与 Kühn 法<sup>[13]</sup>所确定的缺銅临界值即 2ppm 是相符的。

黃岩植橘土壤中有效态銅含量适中；各类型土壤間差异很小。山地黃壤为 1.1—4.8ppm，冲积土为 1.2—4.6ppm，湿土中为 1.1—4.1ppm。沿澄江的冲积土常受潮水冲刷，含銅最多，为 7.6ppm（标本号 60A22）。在一个典型的湿土剖面中，各层次含銅量差异很小，皆在 2.9ppm 上下，表层稍高而底层較低。橘墩上的土壤含銅量与表层相似。由上述的結果来看，黃岩植橘土壤中的銅是足够的，在橘树上也未观察到缺銅症状。

4. 鉬的含量：土壤中全鉬含量很低，正常土壤为 0.2—5ppm，平均含量为 2ppm<sup>[9]</sup>。各类型土壤中全鉬含量差异較大。土壤中有有效态鉬常用水、醋酸盐、草酸盐、盐酸、磷酸、氢氧化鈉等溶液来浸提，浸提出的鉬随浸提液 pH 值的增高而增多。Tamm 溶液即 pH3.3 的草酸-草酸鉍溶液較为滿意，由于能够溶解含水氧化物，所以对鉬有稳定的浸提結果，不受 pH 值的影响，与田間試驗也有比較一致的相关性。用 Tamm 溶液浸提出的鉬通常在 0.02—1.4ppm 間，由酸性与微酸性土壤中浸提出的鉬少于 0.15ppm 时，一般作物对鉬肥有良好反应<sup>[14]</sup>。

黃岩植橘土壤中有效态銅含量很低，用 Tamm 溶液浸提出的鉬在 0.02—0.18ppm 間。山地黃壤最少，为 0.01—0.05ppm，均在上述的缺鉬范围內。冲积土与湿土为 0.02—0.14ppm，一般均在 0.1ppm 左右，其中含量最高的是澄江边受潮水冲刷的冲积土（标本号 60A22）。上述的低含量說明黃岩植橘土壤中有效态鉬一般不能滿足柑橘营养的需要，也說明了鉬肥肥效良好的原因。

土壤中鉬的有效性，除了絕對含量以外，与土壤酸度、其他重金属浓度尤其是錳离子浓度有密切关系。与其他元素相反，土壤 pH 值升高时可溶态的鉬增多。砂质的酸性土壤易于缺鉬<sup>[15]</sup>，黃岩的山地植橘土壤属于这种类型。土壤中活性錳很多时，妨碍植物对鉬的摄取<sup>[16]</sup>，活性鉄过多亦有同样結果<sup>[17,18]</sup>。黃岩的平原上的植橘土壤地势低洼，排水不良，地下水水位高，活性鉄錳均多，鉄錳鉬复杂的拮抗关系，可能导致缺鉬現象。

5. 硼的含量：大多数土壤中全硼含量为 3—100ppm<sup>[9]</sup>。根据維諾格拉多夫資料，土壤中全硼平均含量为 10—20ppm<sup>[8]</sup>。对植物有效的硼，一般以沸水浸提出的硼来表示（浸提時間 5 分鐘）<sup>[6]</sup>，約占土壤全硼的 5% 上下。缺硼的临界值約为 0.5ppm<sup>[19]</sup>。砂土含硼低于 0.15ppm 时，壤土含硼低于 0.30ppm 时，作物常发生缺硼現象<sup>[20]</sup>。

黄岩植橘土壤中沸水浸提出的硼在 0.4—3.3ppm 間。山地黄壤与湿土中較少,前者为 0.4—2.3ppm,后者为 0.4—2.2ppm,冲积土则为 1.2—3.3ppm。都接近或高于一般作物的缺硼临界值,与橘树上未曾发现缺硼症状相符。但由山地黄壤与平原上的橘树叶片中含硼量的差异和硼肥的良好肥效来看,未尝不可以认为柑橘对硼的需要尚未满足。一般认为輕度的缺乏并不一定表现出缺乏症状,适当的施肥仍会有良好的肥效。至于排水不良地区的土壤中含硼是否过多,有待进一步的探討。

### 三、柑橘叶片中微量元素含量

植物成分尤其是叶的成分反映出植物体的营养情况,叶片分析特别适用于因营养条件不正常而生长不良的場合。黄岩不同类型土壤上的橘树存在着不同的养分缺乏症状,因此搜集了各类型土壤上的柑橘的病叶与健叶,测定其中微量元素的含量,与有关的土壤中微量元素含量相对比,并且依据橘树所表现出的养分缺乏症状,判断养分供应不正常的原因,配合施肥措施进一步加以证实。

搜集同龄橘叶洗净,若有噴施药剂的残余物,则用 0.1N HCl 內加 0.4% Teepol 洗滌半分钟后再用水冲洗<sup>[21]</sup>。最后一次洗滌应使用由合格的硬玻璃器皿蒸得的再蒸餾水。洗净的橘叶在 80℃ 烘干,并使烘箱中空气流通。在聚氯乙烯布中揉碎后再在瑪瑙研钵中研細。幼果的洗滌同橘叶,阴干后用不銹鋼刀切碎,80℃ 烘干,再在瑪瑙研钵中研細。分析前在 105℃ 烘干,测定水分。

灰化在 450℃ 进行,用盐酸溶解灰分按薑黄法比色测定硼,銅用二硫乙二酰胺分离,鋅用  $\alpha$ -二萘基硫代卡貝松分离,分別用极譜法测定。用硫酸溶解灰分,用过碘酸鉀氧化后比色测定錳。鉬则用  $\alpha$ -安息香肱沉淀分离,用哥罗仿浸提,按极譜法测定。

现将橘叶分析结果分述如下:

1. 鋅的含量: 橘叶中鋅的含量一般在 15—200ppm 之間<sup>[22—25]</sup>。含鋅少于 15ppm 可能引起缺乏症状,少于 24ppm 可能对鋅肥有良好反应<sup>[25]</sup>。黄岩橘叶中含鋅在 21.8—70.7ppm 間(表 2)。山地黄壤上的橘树叶片中含鋅較少,为 21.8—38.1ppm,冲积土上的橘树叶片中含鋅为 27.0—70.7ppm,湿土上的橘树叶片中含鋅为 26.8—62.5ppm。与土壤分析结果相較,二者含鋅量間的相关性不显著,冲积土中有效态鋅含量最少,但橘叶的含鋅量并不低于其他土壤上的橘树。湿土上的夏橙,全树有严重的花叶病,而叶片含鋅量高达 62.5ppm,似乎說明失綠并不完全由于缺鋅。山地黄壤上的有柑,有花叶病的叶片与健叶含鋅相同,但噴施鋅溶液后迅速复綠,叶片中含鋅量增加(表 12),这种情况有待进一步研究。

2. 銅的含量: 橘叶中銅的含量一般在 4.0—16.0ppm 間<sup>[22—25]</sup>。含銅少于 4ppm 时,可能引起缺乏症状,少于 6ppm 时,可能对銅肥有良好反应,多于 23ppm 时可能有毒害作用<sup>[25]</sup>。黄岩柑橘叶中含銅量为 6.0—30.9ppm (表 2)。山地黄壤上的橘树叶片中含銅 6.0—30.9ppm,冲积土上的橘树叶片中含銅量为 9.0—15.6ppm,湿土上的橘树叶片中含銅較多,为 11.6—30.0ppm。高的含銅量可能是由于經常使用波尔多液。在各种土壤上的橘树未观察到缺銅或銅中毒症状。各类型土壤上的橘树的叶片中含銅量間沒有显著的規律。

表 2 柑橘叶中锌铜含量

标本号	品 种	土壤类型	采集地点	含 锌 量 (ppm)	含 铜 量 (ppm)	备 注
60 B 01	右 橘	山地黄壤	山 站	27.5	—*	有花叶病 健 叶
60 B 02	右 橘	山地黄壤	山 站	27.1	—	
60 B 30	右 橘	山地黄壤	山 站	—	21.5	
60 B 31	右 橘	山地黄壤	山 站	—	12.2	
60 B 03	椴 橘	山地黄壤	山 站	38.7	—	有花叶病 健 叶
60 B 04	椴 橘	山地黄壤	山 站	32.2	6.0	
60 B 05	早 橘	山地黄壤	山 站	26.8	—	
60 B 06	早 橘	山地黄壤	山 站	27.3	—	
60 B 19	早 橘	山地黄壤	山 站	38.1	23.8	
60 B 20	早 橘	山地黄壤	山 站	—	17.0	
60 B 21	早 橘	山地黄壤	山 站	21.8	21.0	
60 B 24	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	—	29.7	
60 B 25	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	—	25.3	有花叶病 健 叶
60 B 28	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	—	30.9	
60 B 07	本地早	冲积土	试 验 站	32.3	—	有花叶病 健 叶 有黄斑病 健 叶
60 B 08	本地早	冲积土	试 验 站	27.0	—	
60 B 33	本地早	冲积土	王西生产队	70.7	15.6	
60 B 34	本地早	冲积土	王西生产队	50.7	9.0	
60 B 15	本地早	湿 土	试 验 站	—	11.6	有黄斑病 全树有花叶病
60 B 36	本地早	湿 土	试 验 站	—	18.6	
60 B 38	本地早	湿 土	试 验 站	—	20.0	
60 B 41	本地早	湿 土	试 验 站	—	30.0	
60 B 42	本地早	湿 土	试 验 站	26.8	17.9	
60 B 45	本地早	湿 土	试 验 站	49.3	17.0	
60 B 09	早 橘	湿 土	试 验 站	32.9	—	
60 B 10	早 橘	湿 土	试 验 站	39.0	—	
60 B 54	早 橘	湿 土	试 验 站	—	18.3	
60 B 49	温州蜜柑	湿 土	试 验 站	—	11.8	
60 B 13	椴 橘	湿 土	试 验 站	34.5	14.8	
60 B 43	夏 橙	湿 土	试 验 站	62.5	—	

\* 未测定

3. 锰铁的含量: 橘叶中锰的含量一般在 15—500ppm 間<sup>[22-25]</sup>。含锰少于 15ppm 时可能引起缺乏症状, 少于 24ppm 时, 可能对锰肥有良好反应<sup>[25]</sup>。黄岩柑橘叶片中含锰量在 0.2—2.3ppm 間(表 3), 与上述数字相較是极低的\*。生长在冲积土上的橘树叶片中含锰最少, 为 0.2—1.2ppm, 湿土上的橘树叶片中含锰为 0.3—1.2ppm, 山地黄壤上的橘树叶片中含锰稍多, 为 0.5—2.3ppm。在各种类型的植橘土壤上噴施锰溶液都有良好反应, 与橘叶中偏低的含锰量和花叶病广泛存在的情况是相符的。为了寻求橘叶中含锰量过低的原因, 测定了叶片中的含铁量, 結果见表 3。

橘叶中含铁量一般在 35—120 ppm 間<sup>[22-25]</sup>。低于 35ppm 时可能有缺铁症状出現,

\* 現在正从各方面探討含锰过低的原因, 分析步驟亦在复核中。

表 3 柑橘叶中锰铁含量

标本号	品 种	土壤类型	采集地点	含 锰 量 (ppm)	含 铁 量 (ppm)	备 注
60 B 02	有 柑	山地黄壤	山 站	1.4	—*	
60 B 30	有 柑	山地黄壤	山 站	1.2	—	
60 B 31	有 柑	山地黄壤	山 站	2.3	—	
60 B 03	椴 橘	山地黄壤	山 站	1.0	—	
60 B 04	椴 橘	山地黄壤	山 站	0.5	—	
60 B 06	早 橘	山地黄壤	山 站	0.5	—	
B 0 B 20	早 橘	山地黄壤	山 站	—	142.7	
B 0 B 21	早 橘	山地黄壤	山 站	—	95.4	有花叶病
B 0 B 25	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	—	98.8	
60 B 07	本地早	冲积土	試驗站	0.7	—	
60 B 08	本地早	冲积土	試驗站	1.2	—	
60 B 33	本地早	冲积土	王西生产队	0.2	87.1	有黄斑病
60 B 34	本地早	冲积土	王西生产队	0.5	—	
60 B 38	本地早	湿 土	試驗站	—	104.1	—
60 B 41	本地早	湿 土	試驗站	2.4	77.6	{ 锰处理 对照
60 B 42	本地早	湿 土	試驗站	0.9	90.7	
60 B 44	本地早	湿 土	試驗站	2.2	77.6	{ 锰处理 对照
60 B 45	本地早	湿 土	試驗站	0.4	100.4	
60 B 09	早 橘	湿 土	試驗站	0.4	—	
60 B 54	早 橘	湿 土	試驗站	0.3	—	
60 B 43	夏 橙	湿 土	試驗站	0.5	79.9	有花叶病
60 B 11	椴 橘	湿 土	試驗站	0.6	—	
60 B 13	椴 橘	湿 土	試驗站	1.0	—	
40 B 48	温州蜜柑	湿 土	試驗站	—	73.3	

\* 未测定

36—60ppm 間表示含铁量很低, 60—120ppm 为一般含量<sup>[25]</sup>。除了铁锰的绝对含量以外, 还应考虑二者含量的比率, 正常橘叶中 Fe/Mn 应为 1.5—2.5, 若低于 1.5 则有不正常症状发生<sup>[22]</sup>。

黄岩柑橘叶片中含铁很多, 在 73.3—142.7ppm 間, 与含锰量比較相差过远(表 3)。生长在山地黄壤上的橘树叶片中含铁較多, 为 95.4—142.7ppm, 冲积土与湿土上的橘树叶片中含铁低于山地, 为 73.3—104.4ppm。有花叶病的橘树經噴施锰溶液后, 花叶病消失, 叶片复綠, 叶片含锰量增加, 含铁量降低, 降低幅度为 12—15%(表 3, 表 12), 說明铁锰相互的影响和不正常的比率可能是导致柑橘表现缺锰症状的原因。在各类型植橘土壤上广泛存在的花叶病就是由于缺锰缺鋅或者二者同时缺乏。

4. 硼的含量: 橘叶中硼的含量一般在 20—200ppm 間<sup>[22—25]</sup>。通常为 25 ppm 上下, 少于 20ppm 时, 可能发生缺硼症状, 少于 40ppm 时可能对硼肥有良好反应, 多于 270ppm 时可能发生中毒症状<sup>[25]</sup>。黄岩柑橘叶中含硼在 12.5—115.0ppm 間(表 4)。山地黄壤上的橘树叶片中含硼 12.5—39.5ppm, 常位于缺硼范围内。冲积土上的橘树叶片中含硼較多, 在 29.0—115.0ppm 間。湿土上的橘树叶片含硼量在 27.3—87.4ppm 間。澄江边冲

表 4 柑橘叶中硼的含量

标本号	品 种	土壤类型	采集地点	含硼量(ppm)	备 注
60 B 02	有 柑	山地黄壤	山 站	12.5	}有花叶病 }无花叶病
60 B 03	椴 橘	山地黄壤	山 站	32.5	
60 B 04	椴 橘	山地黄壤	山 站	19.1	
60 B 05	早 橘	山地黄壤	山 站	32.3	
60 B 06	早 橘	山地黄壤	山 站	22.2	
60 B 29	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	29.5	
60 B 07	本地早	冲积土	試驗 站	34.4	}有黄斑病 }无黄斑病
60 B 08	本地早	冲积土	試驗 站	29.0	
60 B 33	本地早	冲积土	王西生产队	115.0	
60 B 34	本地早	冲积土	王西生产队	98.0	
60 B 09	早 橘	湿 土	試驗 站	27.3	}无黄斑病 }有黄斑病
60 B 10	早 橘	湿 土	試驗 站	38.6	
60 B 11	椴 橘	湿 土	試驗 站	47.5	
60 B 12	椴 橘	湿 土	試驗 站	66.6	
60 B 13	椴 橘	湿 土	試驗 站	64.8	
60 B 15	本地早	湿 土	試驗 站	68.6	
60 B 16	檸檬	湿 土	試驗 站	83.9	
60 B 17	檸檬	湿 土	試驗 站	87.4	
60 B 45	本地早	湿 土	試驗 站	51.0	
60 B 48	温州蜜柑	湿 土	試驗 站	84.0	
60 B 43	夏 橙	湿 土	試驗 站	60.7	

积土上的橘树叶片中含硼量远高于其他土壤上的橘树(标本号 60B33—34)。上述的分析结果说明在山地橘园施用硼肥增产的可能性。湿土中含硼虽多, 喷施硼肥后仍有良好反应。在冲积土上未进行硼的肥效试验。在各类型的植橘土壤上都未观察到橘树有缺硼或中毒症状。

5. 钼的含量: 橘叶中含钼极少, 皆在百万分之一以下, 即 0.05—0.4ppm 间, 含钼少于 0.05ppm 时, 可能发生缺钼症状<sup>[23,25]</sup>。黄岩柑橘叶片中含钼量从痕迹到 0.29ppm, 一般在 0.05ppm 上下(表 5)。生有黄斑病的橘叶中含钼仅为痕迹, 健叶中则较高(标本号

表 5 柑橘叶中钼的含量

标本号	品 种	土壤类型	采集地点	含钼量(ppm)	备 注
60 B 20	早 橘	山地黄壤	山 站	0.04	无黄斑病
60 B 25	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	0.06	
60 B 27	温州蜜柑	山地黄壤	山 站	0.05	
60 B 33	本地早	冲积土	王西生产队	痕迹	有黄斑病
60 B 34	本地早	冲积土	王西生产队	痕迹	同株, 但无黄斑病
60 B 38	本地早	湿 土	試驗 站	0.29	无黄斑病
60 B 54	早 橘	湿 土	試驗 站	0.02	

60B38), 说明黄斑病可能是由于缺钼。与土壤分析结果相较, 黄斑病分布于地下水位高排水不良的土壤上, 活性铁锰均多, 可能是导致缺钼的原因。

## 四、微量元素对柑橘的肥效

### 1. 微量元素对柑橘保叶的作用

在黄岩地区, 椪橘往往由于肥水不足, 造成冬季落叶现象, 丰产之后更为严重, 因而影响翌年产量。根据锌锰能够增加植物茎叶中碳水化合物含量, 增强抗寒力, 故用锌锰溶液进行根外营养, 观察对保叶的作用。试验于 1959 年冬进行, 分别对椪橘喷施 0.1% 硫酸锌与 0.1% 硫酸锰溶液。硫酸锌溶液在 11 月 27 日, 12 月 23 日, 12 月 28 日, 1 月 13 日共喷施四次。硫酸锰溶液在 11 月 24 日, 1 月 5 日, 1 月 27 日共喷施三次。试验树与对照树相对相似的进行对比。试验地土壤为冲积物所形成的湿土。保叶效果如表 6 所示。

表 6 锌锰对椪橘的保叶作用

处 理	全 部 叶 片			1959 年生叶			1959 年春叶			1959 年夏秋叶			1958 年生老叶		
	原叶数	存叶数	存叶百分率 (%)	原叶数	存叶数	存叶百分率 (%)	原叶数	存叶数	存叶百分率 (%)	原叶数	存叶数	存叶百分率 (%)	原叶数	存叶数	存叶百分率 (%)
硫酸锰	1,110	625	56.4	700	499	71.2	609	427	70.0	91	72	79.3	61	12	19.7
硫酸锌	2,820	1,574	55.9	2,468	1,642	62.4	1,939	1,119	57.7	518	423	81.6	375	32	8.5
对 照	2,716	1,061	39.1	2,515	1,036	41.3	2,112	786	37.5	409	250	61.0	231	25	10.8

示。按总叶数计算, 喷施硫酸锰溶液的橘树落叶较对照树减少 17.3%, 喷施硫酸锌溶液的橘树落叶较对照树减少 16.8%。因此, 若能对椪橘加强管理, 配合施用微量元素, 存叶百分率可大为提高, 对产量也可能有良好影响。

### 2. 微量元素对柑橘保花保果的作用

在黄岩地区柑橘落花落果现象甚为严重, 在一般情况下着果率仅为百分之二三。由于硼参与植物体中碳水化合物的运输, 在花与生长点中都有多量硼存在, 故用硼溶液与硼锌混合溶液在花前期喷施, 观察对保花保果的作用。由于锰能增强植物的光合作用, 钼与植物的氮磷营养有关, 故用锰溶液与钼溶液分别在幼果期喷施, 观察幼果期的保果作用, 现分述如下。

(1) 花前期喷施硼溶液对提高着果率的作用 试验树为 25 年生本地早 20 株, 5 年生温州蜜柑 18 株, 各取半数作为对照, 试验地为冲积物所形成的湿土, 用 0.15% 硼砂溶液喷施三次, 日期为 3 月 22 日(见蕾), 4 月 6 日(花蕾初露白), 4 月 21 日(花蕾露白)。在选出的典型枝上分别于不同日期统计花数与着果数。着果率的统计分为幼果期及定果后两次, 前者在 5 月 9 日统计, 后者在 8 月 23 日统计, 结果见表 7。

试验结果证实硼肥对提高着果率有一定的作用, 温州蜜柑因施用硼肥着果率显著提高, 从 4 月 17 日到 5 月 9 日, 即幼果期, 本地早的平均着果率比对照树提高 8%, 温州蜜柑的平均着果率比对照树提高 34%。定果后的着果率(8 月 22 日为止), 本地早的平均着果率的波动较大, 有正的与负的效果, 温州蜜柑的平均着果率则比对照提高约一倍。

在定果后(处理后三个月)搜集了幼果测定其中含硼量。本地早处理树幼果含硼 12ppm, 对照树幼果为 4.8ppm; 温州蜜柑处理树幼果含硼 11.0ppm, 对照树幼果仅为痕迹。橘叶分析结果(表 4)说明温州蜜柑叶中含硼常高于其他品种, 似乎意味着温州蜜柑对

表 7 花前期硼处理对提高着果率的作用

品种	统计时期	组别	处 理 树				对 照 树				处理为对照的百分数
			株 号	原花数	着果数	着果率 (%)	株 号	原花数	着果数	着果率 (%)	
本地早	幼果期	1	9-9	4215	3623	85.96	10-9	4142	3555	85.82	100
		2	10-11	1400	1270	90.72	7-11	1376	1207	87.70	103
		3	东-1	2263	557	24.61	西-1	1845	237	12.84	191
		平均着果率				67.09	平均着果率				62.12
	定果期	1	9-9		21	4.98	10-9		36	8.69	58
		2	10-11		15	1.07	7-11		6	0.43	245
3		东-1		—	—	西-1		—	—	—	
平均着果率				3.03	平均着果率				4.56	68	
温州蜜柑	幼果期	1	B-1	407	29	7.12	对-1	563	38	6.76	105
		2	B-7	356	33	9.28	对-2	755	45	5.91	155
		3	B-8	902	50	5.64	对-3	970	36	3.71	151
		平均着果率				7.35	平均着果率				5.48
	定果期	1	B-1		11	2.70	对-1		14	2.48	109
		2	B-7		9	2.48	对-2		4	0.53	468
3		B-8		11	1.22	对-3		2	0.20	610	
平均着果率				2.13	平均着果率				1.07	199	

硼的較高的需要量。

(2) 花前期噴施硼錳鋅肥对提高着果率的作用 試驗树为 20—25 年生本地早, 用硼砂、硫酸鋅、硫酸錳混合溶液噴施三次, 浓度皆为 0.1%。噴施日期为 4 月 6 日, 4 月 21

表 8 花前期硼錳鋅处理着果率的作用

日期(月/日)	处 理 树				对 照 树				处理为对照的百分数	
	株 号	原花数*	着果数	着果率 (%)	株 号	原花数	着果数	着果率 (%)		
5/10	8-14	1152	1089	94.5	7-10	1513	1242	82.0	104	
5/10	8-12	2245	1995	89.0	8-12	2385	2256	94.5		
5/10	9-14	628	617	98.5	9-14	655	491	93.5		
平均着果率				94.0	平均着果率				90.0	
6/11	8-14	—	239	20.7	7-10	—	332	21.9	115	
6/11	8-12	—	303	13.5	8-12	—	312	13.1		
6/11	9-14	—	215	34.3	9-14	—	162	24.7		
平均着果率				22.8	平均着果率				19.9	
8/23	8-14	—	36	3.1	7-10	—	51	3.4	115	
8/23	8-12	—	23	1.0	8-12	—	16	0.7		
8/23	9-14	—	33	5.3	9-14	—	19	3.9		
平均着果率				3.1	平均着果率				2.7	

\* 原花数皆在 4 月 20 日統計。

日, 5月17日。結果見表 8。試驗地土壤为冲积物所形成的湿土。

試驗結果說明, 虽然硼錳鋅混合溶液对提高着果率的效果不及单独噴施硼溶液, 但都有相当效果, 提高着果率一成上下。处理树的叶片与幼果(处理后三个月)硼錳鋅含量均显著提高, 原有的花叶病消失, 病叶完全复綠, 分析結果參閱表 12。

(3) 幼果期噴施錳肥对提高着果率的作用 試驗树为 10—20 年生早橘, 用 0.4% 与 0.1% 硫酸錳溶液分別噴施二次, 日期为 6 月 20 日与 6 月 16 日。試驗地土壤为冲积物所形成的湿土。于 8 月 23 日統計着果率, 并且在采收时記錄了产量, 結果見表 9 与表 10。

表 9 幼果期錳处理对提高着果率的作用

处 理	幼果基数 (5月31日)	着果数 (8月23日)	着果率 (%)	处理为对照的百分数
0.1% MnSO <sub>4</sub>	832	77	9.3	139
对 照	886	59	6.7	
0.4% MnSO <sub>4</sub>	887	109	12.3	136
对 照	918	83	9.1	

表 10 幼果期錳处理对提高产量的作用

处 理	单株平均果数	单株平均产量 (斤)	平均单果重量 (克)	处理树单株产量为对照 的百分数
0.1% MnSO <sub>4</sub>	566	70.3	62.0	129
对 照	413	54.5	66.0	
0.4% MnSO <sub>4</sub>	672	71.3	55.5	131
对 照	386	56.7	73.3	

試驗結果說明, 在幼果期噴施硫酸錳溶液对提高着果率有显著效果, 提高幅度为 36—39% (表 9), 产量相应的提高了 29—31% (表 10)。虽然处理树的单株产量高于对照树, 但是平均单果重量反而低于对照树, 显然这是由于着果率增加, 基肥并未增多而仅与对照树保持同一水平, 树木养分不足, 必然降低平均单果产量。这正意味着生产潜力有待进一步的发挥, 即增加常量元素肥料, 并适当的施用微量元素肥料能使柑橘产量进一步的提高。

值得注意的是上述两个有关錳肥的試驗都是在湿土上进行的, 土壤中活性鉄錳很多, 但錳肥有显著效果, 同时, 錳肥对花叶病有良好的效果, 說明湿土对柑橘的錳的供应尚嫌不足, 橘叶中偏低的含錳量也說明同一事实, 其原因有待进一步的研究。

(4) 幼果期噴施鉬肥对提高着果率的作用 由于酸性土壤中鉬的有效性較低, 故在山地黃壤上进行鉬肥試驗。試驗树为 8 年生温州蜜柑, 分別用浓度为 0.1% 及 0.4% 的鉬酸鈉溶液噴施二次, 日期为 6 月 12 日及 6 月 16 日。同时在冲积来源的湿土上进行鉬肥試驗作为对比。試驗树为 5 年生本地早, 溶液浓度及噴施日期同温州蜜柑。于 7 月 1 日統計本地早的着果率, 7 月 4 日統計温州蜜柑的着果率。結果見表 11。

試驗結果說明鉬肥在幼果期对提高着果率有良好作用。温州蜜柑提高的較多, 在三成上下, 本地早提高一成上下。不同的效果或由于品种間对鉬肥需要量的差异, 或由于土壤类型即土壤含鉬量的差异。

表 11 幼果期鉬处理对提高着果率的作用

品 种	处 理	着果率(%)	处理为对照的百分数
溫 州 蜜 柑	0.1%鉬溶液	40.6	129
	0.4%鉬溶液	41.9	133
	对 照	31.4	
本 地 早	0.1%鉬溶液	10.9	108
	对 照	10.1	
	0.4%鉬溶液	25.6	111
	对 照	23.1	

**3. 微量元素对壮大果实的作用** 为了明确微量元素对壮大果实的作用,在果实膨大最快的 8、9 月間,以早橘为試驗材料,分別用鉬酸鈉、硫酸錳、硫酸鋅和硼酸溶液噴施三次,浓度皆为 0.1%。每个处理为 3 株橘树,皆以本株的半株为对照。噴施前每株的处理枝及对照枝皆选 20 个果实編号挂牌,记录果实的縱橫径,并調整到平均值相对相似为止,以后定期測定果实縱橫径的增大情况。采收时一次測定果径及平均单果重量。試驗地为冲积物所形成的湿土。

試驗結果証明,鉬溶液使处理树的平均单果重量較对照树增加 9%,其他微量元素处理均增加 2% 左右,对增加果径无肯定效果。

**4. 微量元素对促进幼树生长的作用** 环绕柑橘速生丰产的目的,进行了微量元素对促进实生幼树生长和提早开花結果的試驗。

微量元素促进幼树生长的試驗以 13 对本地早实生幼树为試驗材料,每对試驗树相对的相似。用浓度 0.1% 硫酸錳、硫酸鋅混合溶液在 4 月 6 日、5 月 1 日、5 月 11 日共噴施三次。試驗地为湿土。在 7 月 1 日检查生长情况,除一株处理树較对照树略小外,所有的其他处理树都較对照树生长茂盛,叶色深綠,失綠叶斑消失。对照树除了生长衰弱、叶色淡綠以外,部分叶片有失綠現象。

另以尚未达开花結果期的实生幼树噴施錳溶液,观察錳对加速幼树生长和提早开花結实的作用。品种与地点同上,溶液浓度为 0.1%,在 4—6 月間噴施三次,在 6 月 5 日測量当年生春梢长度,結果說明錳对促进幼树生长有一定效果。春梢长度除一株低于对照外,其他各处理树都較对照树增长 9—30%,平均增长 22%,現仍繼續观察中。

**5. 微量元素对校正缺乏症状的作用** 根据黄岩柑橘存在的养分缺乏症状,进行了診斷試驗,包括土壤与植物的化学分析和噴施微量元素三种方法。

黄岩柑橘存在着养分缺乏症状已見前文,实地观察結果如下:

**失綠叶斑:** 即失綠病或缺綠病,黄岩当地通称花叶病。广泛的分布于山区和平原的橘园,症状是叶脉間失綠,形成淡綠色斑点,而中脉与側脉及其附近仍保持原有的綠色。失綠叶斑的顏色深浅有差异,反差有所不同,严重的則連接成为失綠区域。有的树部分叶片失綠,有的树全部叶片失綠,失綠叶片在全树分布位置未观察到向阳面与背阴面的差异,未出現大叶(缺銅症状)、小叶或丛生現象(缺鋅症状),水泡状失綠叶斑(缺硼症状)无頂萎与郁汁現象。

黄岩的花叶病按症状論肯定的不是由于缺鉄缺銅,但不能肯定是由于缺鋅或缺錳,很

可能二者同时缺乏。

**带状失綠：**出現于山区橘园的幼齡橘树上，沿中脉兩側形成带状失綠区域，平行于中脉，长度与中脉相等，寬度約占全叶二分之一到三分之一。多出現于夏秋間，以后能自行复綠，似为缺鎂症状。

**黄斑病：**分布于冲积土与湿土上的橘园，前者較为严重，病叶叶片有大而稀疏的黄色斑点，分布位置无規律，叶片背面有棕色小突起。多发生于春季、夏秋間叶片脫落，严重的完全落光，对产量頗有影响，曾經多次接种試驗，未获得肯定結果<sup>[26]</sup>，按症状論似为缺鋁現象<sup>[27-29]</sup>，但不完全一致。

針對上述情况，进行了土壤与橘叶分析，对病树噴施微量元素溶液，观察反应。现将結果分述如下。

(1) **花叶病** 在山地黄壤上的橘园于4月11日对有花叶病的有柑和早橘噴施硫酸鋅溶液，于7月11日检查橘树生长情况。有柑处理树花叶消失，叶片完全复綠，叶色鮮艳。当年生新叶不复有失綠現象。叶片中含鋅量增多(表12)。同时，对早橘进行了同样的处理，三个月后检查生长情况，結果叶斑消失，叶片复綠，但少数橘树仍有失綠現象殘存。橘叶与幼果中含鋅量的測定都說明山地黄壤上的有柑与早橘处理前含鋅26—27ppm左右，处理后三个月含鋅增加到38—54ppm左右，不复有失綠現象。而殘存的病叶中含鋅量仍为20ppm上下，与前人分析結果大致相符，即无失綠現象的健康橘叶平均含鋅量为30ppm<sup>[23]</sup>，34ppm<sup>[30]</sup>或47ppm<sup>[31]</sup>。

在湿土上的橘园对有花叶病的橘树分別噴施了硫酸錳溶液，硫酸錳硫酸鋅混合溶液，以及硫酸錳、硫酸鋅与硼酸混合溶液。其中以硫酸錳、硫酸鋅混合溶液效果最好，病叶复綠，叶色鮮艳。处理前橘叶中一般含錳0.3ppm左右，处理后增加到2ppm以上，同时含鋅量亦由27ppm增加到60ppm。单独噴施錳溶液的效果不及錳鋅混合溶液，說明平原地区的花叶病可能是由于同时缺乏錳鋅。因为尚未曾单独噴施鋅溶液，目前尚不能作肯定的結論。

(2) **黄斑病** 黄岩柑橘的黄斑病病叶中含鋁量由痕迹到0.02ppm，而健叶中則較高，为0.05ppm上下，最高达0.29ppm。与其他缺鋁地区柑橘健叶中含鋁多于病叶的情况相符<sup>[23,27-29]</sup>，即橘叶中含鋁少于0.02ppm时表现出缺鋁症状，健叶含鋁量則在0.06—3ppm間<sup>[28,29]</sup>。經使用鋁酸鈉溶液涂布于叶片，由于叶片脫落，未能观察到預期的反应，尚不能最后的确定黄岩柑橘的黄斑病是由于缺鋁。試驗尚在繼續进行中。

**6. 微量元素对柑橘质量的影响** 結合前述的田間試驗，在采收时搜集試驗树与对照树的果实进行果品分析，明确微量元素对柑橘质量的影响。分析項目包括含糖量、总酸量、維生素丙含量等。含糖量用折光計測定，溫度15℃，測定前用离心机分离出清液。总酸度(滴定酸度)用0.1N NaOH 滴定，以酚酞作指示剂，单位为每百克橘汁所需的0.1N NaOH 毫升数<sup>[32]</sup>。維生素丙用极譜法測定，将橘汁加入緩冲溶液中直接測定，阳极极化<sup>[33,34]</sup>。結果見表13。

分析結果說明微量元素对柑橘质量的影响不甚显著。各組处理或能增加含糖量或能降低含酸量，但幅度不大，結果亦不甚稳定，維生素丙的含量无改变。硼处理的果实中果肉占全果的百分数稍有增加。

表 12 微量元素处理对橘叶与幼果成分的影响

标本号	品 种	土壤类型	处 理	含 锰 量 (ppm)	含 锌 量 (ppm)	含 钼 量 (ppm)	备 注
60 B 30	有 柑	山地黄壤	ZnSO <sub>4</sub>	—*	53.8	—	处理后三个月
60 B 31	有 柑	山地黄壤	ZnSO <sub>4</sub>	—	26.9	—	同上, 新叶无花叶病
60 B 01	有 柑	山地黄壤	对 照	—	27.5	—	处理前
60 B 02	有 柑	山地黄壤	对 照	—	27.1	—	处理前
60 B 19	早 橘	山地黄壤	ZnSO <sub>4</sub>	—	52.1	—	处理后三个月, 花叶病消失
60 B 20	早 橘	山地黄壤	ZnSO <sub>4</sub>	—	38.1	—	同上
60 B 21	早 橘	山地黄壤	对 照	—	25.1	—	健叶
60 B 22	早 橘	山地黄壤	对 照	—	21.1	—	有花叶病
60 B 23	早 橘	山地黄壤	ZnSO <sub>4</sub> (幼果)	—	36.0	—	处理后三个月
60 B 24	早 橘	山地黄壤	对照(幼果)	—	35.3	—	同上
60 B 05	早 橘	山地黄壤	对 照	—	26.8	—	处理前
60 B 06	早 橘	山地黄壤	对 照	—	27.3	—	处理前
60 B 50	早 橘	湿 土	0.1% ZnSO <sub>4</sub>	1.8	—	—	
60 B 54	早 橘	湿 土	对 照	0.3	—	—	
60 B 51	早 橘	湿 土	0.1% MnSO <sub>4</sub> (幼果)	0.6	—	—	
60 B 55	早 橘	湿 土	对照(幼果)	0.3	—	—	
60 B 52	早 橘	湿 土	0.4% MnSO <sub>4</sub>	2.3	—	—	
60 B 54	早 橘	湿 土	对 照	0.3	—	—	
60 B 53	早 橘	湿 土	0.4% MnSO <sub>4</sub> (幼果)	1.2	—	—	
60 B 55	早 橘	湿 土	对照(幼果)	0.3	—	—	
60 B 41	本地早	湿 土	Mn+Zn	2.4	61.6	34.0	花叶病消失
60 B 42	本地早	湿 土	对 照	0.9	26.8	17.9	
60 B 44	本地早	湿 土	Mn+Zn+B	2.3	60.1	21.4	花叶病消失
60 B 45	本地早	湿 土	对 照	0.3	26.8	17.0	
60 B 46	本地早	湿 土	Mn+Zn+B (幼果)	1.2	34.4	—	
60 B 49	本地早	湿 土	对照(幼果)	0.3	30.6	—	

\* 未测定

表 13 微量元素对柑橘产品质量的影响

品 种	处 理	試驗目的	果肉占全果 比例(%)	果汁占果肉 比例(%)	全 糖 量 (%)	总 酸 量 (毫升/百克)	維生素丙 (毫克/百克)
早 橘	0.4%MnSO <sub>4</sub>	保 果 試 驗	84	30	12.2	10.7	26.0
	0.1%MnSO <sub>4</sub>	保 果 試 驗	82	30	11.8	10.6	22.0
	对 照	保 果 試 驗	83	50	12.2	11.2	24.0
早 橘	0.1%ZnSO <sub>4</sub>	壮 果 試 驗	82	52	13.0	12.4	33.0
	对 照	壮 果 試 驗	82	55	12.1	13.0	34.1
早 橘	0.1%MnSO <sub>4</sub>	壮 果 試 驗	82	52	12.2	13.2	25.0
	对 照	壮 果 試 驗	82	52	11.0	12.1	24.0
本地早	0.15 硼酸	保花保果試驗	78	57	14.6	9.7	10.0
	对 照	保花保果試驗	71	44	14.1	9.9	9.6
本地早	0.1硼酸+錳 +鋅	保花保果試驗	78	56	15.0	9.7	10.0
	对 照	保花保果試驗	73	54	14.5	11.1	10.0

## 五、結 論

1. 土壤的化学分析,說明黄岩植橘土壤中有效态銅含量适度,有效鋅常偏低,山地黄壤有效态硼常偏低。冲积土与湿土中有效态硼錳較多,与地势低洼,排水不良有关。有效态鋁含量一般均低,尤其是酸性土壤。

2. 上述的土壤中微量元素含量常影响柑橘生长情况,含量过低时在橘叶上出現有关元素的缺乏症状。

3. 橘叶的化学分析說明了同一情况,但与土壤分析結果并不完全一致。不論土壤中有效态錳含量高低,橘叶都会发生失綠現象,对錳肥也都有良好反应。橘叶中錳含量偏低的原因尚在繼續研究。

4. 田間試驗証实花前期噴施硼溶液或硼錳鋅混合溶液,幼果期噴施錳溶液或鋁溶液都能提高着果率。

5. 田間試驗証实錳鋅对提高椪橘保叶百分率,鋁对于增加单果重量,錳鋅对于加速幼树生长都有良好作用。

6. 花叶病失綠叶斑是由于缺錳、缺鋅,或二者同时缺乏。黄斑病可能是由于缺鋁,有待进一步証实。

7. 微量元素对提高柑橘产品质量无显著和稳定結果。

8. 对柑橘施用微量元素肥料有广闊前途。由于用量少,成本低,施用方便,肥效良好,是进一步發揮生产潛力,爭取高产更高产的有效措施之一。为了取得稳定的和进一步的結果,試驗仍在繼續进行。

## 参 考 文 献

- [1] Börnig, G. u. Heigener, H.: Seriemässige Bestimmung der verfügbaren Mikronährstoffe Kupfer, Zink, Cobalt, und Nickel im Boden. Landw. Forsch. 9, 89, 1956.
- [2] Purvis, E. R. and Peterson, N. K.: Methods of soil and plant analysis for molybdenum. *Soil Sci.*

- 81, 223, 1956.
- [3] Scharrer, K. u. Judel, G. K.: Zur quantitativen Bestimmung kleinster Mengen Molybdän in der Agrikulturchemischen Analyse. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* 73, 115, 1956.
- [4] Пейве, Я. В.: Об учете содержания доступных растениям микроэлементов в почвах. "Применение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине". Рига, 1959.
- [5] Jackson, M. L.: Soil chemical analysis. Englewood Cliffs. N. J., 1956.
- [6] Bengner, K. C. and Truog, E.: Boron tests and determination for soils and plants. *Soil Sci.* 57, 25, 1944.
- [7] Dible, W. T. et al.: Boron determination in soils and plants. *Anal. Chem.* 26, 418, 1954.
- [8] A. П. 維諾格拉多夫 (周启琇譯): 土壤中稀有与分散元素的地球化学. 科学出版社, 1954年.
- [9] Swaine, D. J.: The trace-element content of soils. *Commonweal. Bur. Soil Sci.*, Tech. Commun. No. 48, 1955.
- [10] Mulder, G. E.: Über die Bedeutung des Kupfers für das Wachstum von Mikroorganismen und über eine mikrobiologische Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Bodenkupfers. *Arch. für Mikrobiol.* 10, 72, 1939.
- [11] Schachtschabel, P.: Die Nährstoffgehalt des idealen Bodens. *Landw. Forsch.* 6. Sonderheft, 50, 1955.
- [12] Westhoff, H.: Beitrag zur Kupferbestimmung im Boden. *Landw. Forsch.* 7, 190, 1955.
- [13] Scharrer, K. u. Kühn, H.: Das Dithizon-Mischfarbennmethode und ihre Anwendung bei der Kleinsten Mengen Kupfers im Boden und Biochemischen Substanzen. *Bodenk. Pflanzenernähr.* 21/22, 344, 1940.
- [14] Mitchell, R. L.: Trace elements. Chemistry of the soil (editor F. E. Bear), New York, 1955.
- [15] Barshad, I.: Factors affecting the molybdenum content of pasture plants. *Soil Sci.* 71, 297, 1951.
- [16] Bergmann, W.: Die Bedeutung der Mikronährstoffe, insbesondere des Molybdän in der Landwirtschaft und im Gartenbau. *Z. für Landw. Versuch. Untersuch.* 5, 395, 1959.
- [17] Gerloff, G. C. et al.: Molybdenum-Manganese-iron antagonismus in the nutrition of tomato plants. *Plant Physiol.* 34, 608, 1959.
- [18] Kirsch, R. K. et al.: Interrelationships among iron, Manganese and Molybdenum in the Growth and nutrition of tomatoes grown in the culture solution. *Plant and Soil*, 12, 259, 1960.
- [19] Mitchell, R. L.: Soil analysis and trace elements. The Organization and rationalization of soil analysis. Project No. 156, OEEC, 1956.
- [20] R. Balks: Fortschritte in der Untersuchung der Kulturböden auf Manganese und Mikronährstoffe. *Z. für Landw. Versuchs. Untersuch.* 1, 324, 1955.
- [21] Arkley, T. H. et al.: Trace element analysis, preparation of plant tissues for micronutrient analysis. Removal of dust and spray contaminates. *J. Agri. Food Chem.* 8, 318, 1960.
- [22] 松本和夫: 柑桔 (果树栽培生理新书), 东京, 1960.
- [23] Chapman, H. D. and Brown, S. M.: Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status with regerence to potassium. *Hilgardia.* 19, 501, 1950.
- [24] Bradford, G. R. and Harding, R. B.: A survey of microelements in leaves of fortythree high producing orange orchards in south California. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70, 252, 1957.
- [25] Childers, N. F.: Mineral nutrition of fruit crops. New Brunswick. N. Y. 1954.
- [26] 浙江省黄岩柑桔試驗站: 柑桔研究十年汇编, 1959.
- [27] Vanselow, A. P. and Datta, N. P.: Molybdenum deficiency of citrus. *Soil Sci.* 67, 363, 1949.
- [28] Stewart, I. S. and Leonard, C. D.: Molybdenum deficiency in Florida citrus. *Nature*, 170, 714, 1952.
- [29] Stewart, I. S. and Leonard, C. D.: Correction of molybdenum deficiency of Florida citrus. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62, 111, 1953.
- [30] Gaddum, I. W. et al.: Spectrographic studies of the composition of tissues and corresponding soils of normal and physiologically diseased horticultural crops. Rept. Fla. Agri. Exp. Sta. for 1935—36.
- [31] A. O. A. C.: Official and tentative methods of analysis. Washington. D. C. 1955.
- [32] McGeorge, W. T.: A study of lime-induced chlorosis in Arizona orchards. Univ. Ariz. Agri. Exp. Sta. Tech. Bull. 117, 1949.
- [33] Brezina, M. und Zuman, P.: Die Polarographie in der Medizin, Biochemie und Pharmazie. Leipzig. 1956.
- [34] Heyrovsky, J. und Zuman, P.: Einführung in die praktische Polarographie. Berlin. 1959.

# CONTENTS OF MICROELEMENTS OF CITRUS SOILS AND THE RESPONSE OF CITRUS TO MICROELEMENT FERTILIZERS IN HWANGYEN DISTRICT, CHEKIANG PROVINCE

LIU CHENG AND WANG KUO-LIANG  
(*Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

CHEN CHI-FONG  
(*Institute of Horticulture, Agricultural Academy of Chekiang*)

CHENG MEN-TSE AND LOU SHUANG-CHOW  
(*Citrus Experiment Station of Hwangyen*)

## (Summary)

The majority of citrus trees in Hwangyen district, Chekiang province, are planted on the alluvial soils. These soils are partially in poorly drained condition. Citrus trees occur also on yellow earth and red earth of the same district with a comparatively higher elevation. Microelements in the soils have been determined by polarographic and colorimetric methods. Results show that they contain Cu 1.1—4.1 ppm., Zn 1.7—64.0 ppm., Mn 5.6—260 ppm., Mo 0.02—0.08 ppm. and B 0.4—3.3 ppm.

Symptoms of chlorosis of possibly microelement deficiency were observed on the leaves of citrus tree. Foliar diagnosis and leaf analysis revealed that the chlorosis is due to Zn or Mn deficiency. A symptom of yellow spot, somewhat resemble to the deficiency symptom of molybdenum was observed on the leaves of citrus grown on the alluvial soils.

Field experiments were carried out at Citrus Experiment Station of Hwangyen. Foliar sprays of solution of microelements showed that manganese and zinc sprayed in winter decreased the rate of defoliation. Boron, manganese and zinc sprayed before blossom decreased the rate of defloration and increased the number of fruit. Manganese and molybdenum sprayed after blossom increased the number and the yield of fruit. Molybdenum increased the size of fruit. Data of fruit analysis showed that application of microelement fertilizers have no definite effect on its quality.