

郁南沙糖桔果园土壤营养状况及结果树叶片营养动态变化

李淑仪¹, 黄宁生², 廖新荣¹, 王荣萍¹, 丁效东¹

(1 广东省生态环境与土壤研究所, 广州, 510650; 2 中国科学院广州地球化学研究所)

摘要:对广东郁南7个代表性沙糖桔果园土壤和结果树叶片营养状况进行了分析。结果显示, 坡地果园的酸度比水田果园大。土壤质地以黏土和黏壤土为主, 其中砂页岩坡地果园土壤质均为黏土, 而花岗岩坡地为粉砂质黏土, 水田改种的多为黏壤土。土壤有机质含量总体处于中等偏低水平。土壤全氮主要在中等至偏低水平之间; 坡地果园的有效磷大多偏低, 水田果园有效磷处于适量至高量水平; 缺磷和缺钾的主要是坡地果园, 而高磷和高钾的主要是水田果园。土壤交换钙、交换镁和有效硼普遍缺乏, 有效铜、有效锌个别缺乏, 部分果园缺有效铁, 有效锰、有效硫含量普遍较高。沙糖桔结果树周年叶片营养状况存在动态变化, 土壤有效磷和有效钾高的果园其叶片磷钾水平并不是全都相应提高。叶片氮、磷、钾、铜平均含量在开花期最高, 此期氮、钾、铜含量均处于适量范围, 磷则高于适量范围; 叶片氮、磷平均含量在幼果期最低。叶片钙含量在果实成熟期最高。叶片镁含量低于适量水平的情况较多。叶片铁、锰含量从开花期最低至成熟期达到最高; 地下水位较高的果园叶片锰含量全年每个生育期均较高。

关键词:沙糖桔, 土壤, 叶片, 营养状况

中图分类号: S 666 文献标志码: A 文章编号: 1007-1431(2012)03-0020-06

Investigation of Nutrition Status in Soil and Dynamic Changes of Nutrient Contents in Leaves on Bearing-fruit-tree of Shatang Mandarin in Yunan

Li Shuyi¹, Huang Ningsheng², Liao Xinrong¹, Wang Rongping¹, Ding Xiaodong¹

(1 Guangdong Institute of Eco-environmental and Soil Science, Guangzhou, 510650; 2 Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences)

Abstract: Nutrient content in soils and changes in mineral element content in leaves of shatangju mandarin were analyzed in seven typical orchards in Yunan, Guangdong. The results showed that the acidity in sloping fields was higher than that in paddy fields in this area. Soil texture was mainly clay and clay loam. The texture in sloping fields was clay or silty clay while that in paddy field was loamy clay. The soil organic matter and total N ranged from medium to low. The available P in most sloping orchards was low, while that in paddy orchards was appropriate to much higher. Phosphorus and potassium were deficient mainly in sloping orchards while much higher in paddy orchards. The exchangeable Ca, Mg and available B were deficient in soils of all orchards, whereas available Cu, Zn and Fe were deficient in individual orchards. The content of available Mn and available S was higher in all orchards. There were dynamic changes in nutrient content in leaves on bearing trees all year round. The content of P and K in leaves did not increase with increase in soil content of available P and K. The content of N, P, K, and Cu in leaves reached the highest level in flowering period. In this period, leaf N, K, and Cu were in optimal range but leaf P was above the optimal range. Leaf N and P content was the lowest during the early stage of fruit development.

基金项目: 广东省中国科学院战略合作项目(2011B090300052); 广东省科技计划项目(2004B2091007, 2005B20901025)资助。

作者简介: 李淑仪(1957-), 女, 研究员, 研究方向为土壤与植物营养。

通信作者: 黄宁生(1962-), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事资源与环境方面的研究。E-mail: nshuang@gzib.ac.cn

Leaf Ca was the highest during fruit maturation period. Leaf Mg in many orchards was below the optimum level. The contents of Fe and Mn in leaves increased from the lowest level in flowering period to the highest level in fruit maturation period. Leaf Mn content was high in the orchard with high soil water table during all the growth stages.

Key words: *Citrus reticulata* Blanco cv. Shatangju; soil; leaf; nutrition status

沙糖桔 *Citrus reticulata* cv. Shatangju 是国内柑桔最优良品种之一,经济价值较高。沙糖桔种植是广东省农业中的一大产业,为农民增收致富的重要途径之一。广东省郁南县是中国柑桔产业龙头县,目前全县已有6个沙糖桔专业镇和60多个沙糖桔专业村,种植面积达1.67万 hm^2 (25万亩),已投产1.0万 hm^2 (15万亩),产量超过10万t。当地沙糖桔果园有水田果园和坡地果园两种,投产园树龄大多在9~10年,但已出现不同程度的不开花、结果少、品质下降等现象。柑桔生长发育与土壤养分供应关系密切^[1-4]。为此本文选择郁南县有代表性的沙糖桔果园,对果园土壤养分状况和结果树叶片养分情况进行了采样调查,分析探讨土壤营养与沙糖桔生长发育的关系,为当地沙糖桔果园土壤营养管理和科学施肥提供依据。

1 材料与方法

选取广东省郁南县的7个代表性果园进行试验,其中有3个坡地园,3个水田改种园,1个山坑田改种园(见表1)。

表1 郁南县7个代表性试验果园基本情况

果园代号	地点	种植户	果园类型	定植年份
I	桂圩镇桂连村百担	林氏	水田改种	1998
II	桂圩镇大岗村岗罗	陈氏	砂页岩坡地	2002
III	平台镇万桐村大田朗	苏氏	水田改种	2001
IV	平台镇水台村下圳	朱氏	山坑田改种	2001
V	都城镇古丰村联城	伍氏	花岗岩坡地	2003
VI	都城镇富窝村上案	欧氏	水田改种	1999
VII	平台镇古勉村	钱氏	砂页岩坡地	2004

土壤采集和分析:在所选择的每个沙糖桔果园内,采用“S”形布点采样,具体按农业部《测土配方施肥技术规范(试行)》^[5]中的果园土壤采样办法进行。土壤速效氮、磷、钾分别用碱解扩散法、 NaHCO_3 浸提-钼锑抗比色法、 NH_4OAC 浸提-火焰光度法;有效硫用磷酸盐-乙酸浸提-硫酸钡比浊法;交换

性钙、交换性镁用1N NH_4OAC 浸提-原子吸收光谱法;有效铜、锌、铁、锰用0.1N HCl浸提-原子吸收光谱法;有效硼用沸水浸提-姜黄素比色法测定。

叶样采集和分析:为了解生长季树体营养状况的动态变化情况,分别在开花期的3月、幼果期的6月、果实膨大期的8月和果实成熟收获期兼花芽分化前期的12月采叶样,分别从树冠的4个不同方向选取成熟新梢从上至下第2、3位叶片,每株树采15~17片叶,每3株树作为一个混合样,然后按常规处理后进行分析。叶片氮含量用碱解扩散法;磷用钼锑抗比色法;钾用火焰光度计测定;钙、镁、铜、锌、铁、锰、硼测定,先将样品高温灰化后,用6 mol/L的HCl溶液溶解,去离子水定容至50 mL容量瓶中,然后稀释适当倍数用原子分光光度计测定前6种元素,硼采用姜黄素法测定。

2 结果与分析

2.1 土壤养分状况(见表2)

有机质:调查结果显示,所选7个沙糖桔果园的土壤有机质含量在18.00~28.54 g/kg之间,据全国土壤普查技术标准^[6],土壤有机质总体上处于中等偏低水平。

氮:7个代表性果园土壤全氮含量在0.79~1.57 g/kg之间,主要处于中等至偏低水平(<1.5 g/kg)之间(见表3)^[6,8],达到高等水平的只有1个果园(1.57 g/kg)。据相关标准(见表4)^[1,3],土壤碱解氮含量在70.9~156.0 mg/kg之间,坡地果园(V)在低量水平,其他在适量范围之内。

磷:7个代表性果园土壤全磷含量在0.12~1.15 g/kg之间,其中水田改种的两个老果园(VI和I)全磷含量较高(为1.15和1.07 g/kg),达到中等水平,其余(0.12~0.84 g/kg)在低至极低水平(见表3)^[6,8]。土壤有效磷含量在2.17~251.2 mg/kg之间,不同果园差异很大。据相关标准(见表4)^[1,3],水田改种的两个老果园(VI和I)有效磷含量(251.2、163.9 mg/kg)处于高量水平,其余的在低量水平以下(<90 mg/kg),坡地果园(V和II)分

别处在极缺和缺乏水平。

钾:7个代表性果园土壤全钾含量在4.8~22.9 g/kg之间,据相关标准(见表3)^[6,8],水田改种的3个果园全钾含量(分别为22.9、19.7和14.2 g/kg)达到或接近中等水平,其余4个果园(2.60~9.5 g/kg)处于很低乃至极低水平。土壤速效钾含量在79.97~234.92 mg/kg之间,根据表4的指标^[1,3],有3个果园(Ⅱ、Ⅲ和Ⅴ,包括两个坡地果园)处于缺乏水平,管理水平较高的果园(Ⅳ)处于适量范围内,水田改种的两个老果园(Ⅵ和Ⅰ)则达到高量水平,这可能由于长期过量施肥致使土壤有盐渍化嫌疑。

有效钙:对大多数作物与土壤来说,交换性钙在400 mg/kg土以下时,施钙肥可产生明显效果。7个代表性果园土壤交换性钙含量在28.9~594.9 mg/kg之间。根据表4的参考指标^[1,3],坡地果园(Ⅴ和Ⅱ)处在极缺水平;水田改种的果园(Ⅰ、Ⅲ和Ⅵ)和施肥管理水平较高的坡地果园(Ⅶ)相对较高,也处在缺乏水平。说明沙糖桔果园均缺钙。

交换性镁:柑桔发生缺镁症的土壤代换性镁含量多低于50 mg/kg^[9]。7个代表性果园土壤代换性镁含量在7.92~239.90 mg/kg之间。根据表4的参考指标^[1,3],有6个果园处在极缺水平,只有1个水田改种的老果园(Ⅵ)达到适量水平。说明,绝大多数果园缺镁。

有效硫:柑桔发生缺硫症的土壤有效硫含量多低于10 mg/kg。代表性果园土壤有效硫含量在21~116 mg/kg之间,根据表4的参考指标^[1,3],均超过适量水平。

有效硼:代表性果园土壤有效硼含量绝大多数在0.15~0.61 mg/kg之间,只有一个施肥管理水平较高的果园(Ⅶ)为3.16 mg/kg。根据参考指

标^[1,3,6],有4个果园土壤有效硼含量在临界值(0.5 mg/kg)以下,两个果园刚大于临界值。说明,该地果园土壤基本缺硼。

有效铜:代表性果园土壤有效铜绝大多数在1.72~4.24 mg/kg之间,只有一个果园(Ⅶ)为0.70 mg/kg。根据参考指标^[1,6],有3个坡地果园(Ⅱ、Ⅴ和Ⅶ)在临界值(<2 mg/kg)以下,其他4个果园均处于较合适的水平(标准为2~6 mg/kg,4个果园为2.01~4.24 mg/kg)。因此,铜肥施用应根据各个果园的具体情况,酌情用叶面肥补充较为安全。

有效锌:7个代表性果园土壤有效锌含量在0.85~9.38 mg/kg之间。只有1个坡地果园(Ⅴ)和1个山坑田果园(Ⅳ)在临界值以下(<2 mg/kg),其他5个果园土壤有效锌含量均处于较合适的水平(标准为2~8 mg/kg,5个果园为2.58~9.38 mg/kg)^[1,3]。可见,锌肥也应根据各个果园的具体情况,酌情用叶面肥进行补充。

有效铁:7个代表性果园土壤有效铁含量在4.47~24.71 mg/kg之间。根据参考指标^[1,6],有3个果园的土壤有效铁含量在临界值以下(<10 mg/kg),其他4个果园土壤有效铁含量均处于适量偏低的水平(适量标准为20~100 mg/kg;4个果园为16.95~24.71 mg/kg)。

有效锰:7个代表性果园土壤有效锰在2.12~38.81 mg/kg之间。根据参考指标^[1,6],除了花岗岩坡地果园(Ⅴ)土壤有效锰(2.12 mg/kg)接近临界值之外,其余均达到适量甚至高量水平。含量水平较高的两个果园(Ⅳ和Ⅲ)是山坑田改种和水田改种的,含量最低的均是坡地果园(Ⅴ和Ⅶ)。可见,土壤有效锰含量有水田果园高于坡地果园的趋势,这可能与地下水位的影响有关。

表2 郁南7个代表性沙糖桔果园的土壤养分含量

果园代号	有机质	全氮	全磷	全钾	碱解氮	速效磷	速效钾	交换钙	交换镁	有效硫	有效硼	有效铜	有效锌	有效铁	有效锰
I	18.00	0.79	1.07	22.9	100.4	251.20	219.90	278.9	45.70	21.53	0.22	3.13	5.98	7.43	10.42
II	23.32	1.07	0.34	9.50	101.7	13.10	96.97	79.32	23.08	101.59	0.23	1.72	2.56	9.45	16.28
III	23.47	1.31	0.55	14.2	137.1	58.70	94.97	315.1	25.96	49.57	0.28	2.01	4.46	16.95	24.10
IV	28.54	1.57	0.84	4.80	109.9	23.70	199.90	301.4	56.30	116.24	0.53	4.24	1.56	21.80	38.81
V	18.86	0.80	0.16	8.50	70.9	2.17	79.97	28.93	7.92	61.53	0.15	1.47	0.85	24.71	2.12
VI	19.33	0.97	1.15	19.7	100.3	163.90	234.90	594.9	239.90	76.40	0.61	3.93	3.48	4.47	8.93
VII	25.20	1.26	0.12	2.60	156.0	51.64	205.00	408.0	71.30		3.16	0.70	9.38	20.57	6.60

注:有机质、全氮、全磷和全钾含量的单位为“g/kg”,其余的单位为“mg/kg”。表3、表4同。

表 3 旱地土壤部分养分含量分级指标^[6-8]

养分	很高	高	中	低	很低	极低	临界值
有机质	>40	30~40	20~30	10~20	6~10	<6	10
全氮	>2.0	1.5~2.0	1.0~1.5	0.75~1.0	0.5~0.75	<0.5	0.75
全磷	>2.2	1.5~2.2	1.0~1.5	0.7~1.0	0.4~0.7	<0.4	0.9
全钾	>30	20~30	15~20	10~15	5.0~10	<5.0	9
速效硼	>2.0	1.0~2.0	0.50~1.0	0.25~0.50	<0.25		0.5
速效铜	>6.0	4.0~6.0	2.0~4.0	1.0~2.0	<1.0		2
速效铁	>30	20~30	10~20	5~10	<5		10
速效锰	>5	3~5	2~3	1~2	<1		2

表 4 柑桔园土壤有效养分诊断参考指标^[1,3]

有效养分	极缺	缺乏	适量	高量	过量	提取方法
碱解氮	<50.0	50~100	100~200	>200		
有效磷	<5	5~15	15~80	>80		0.5 mol/L NaHCO ₃
有效钾	<50	50~100	100~200	>200		
有效钙	<200	200~1 000	1 000~2 000	2 000~3 000	>3 000	1 mol/L NH ₄ OAc(pH7.0)
有效镁	<80	80~150	150~300	300~500	>500	
有效硫	<10	10	12.4~16.1			0.016 mol/L KH ₂ PO ₄
有效硼		<0.5	0.5~1.0			沸水
有效铜		1.9	2~6			
有效锌	0.1~1.5		2~8			0.1 mol/L HCl
有效铁			20~100			
有效锰	<2	2~4	5~15	20~50	>70	1 mol/L NH ₄ OAc(pH7.0)

2.2 土壤其他肥力属性

酸碱度:7个代表性果园土壤 pH 值在 4.44~5.71 之间(见表 5 和表 6)。坡地果园,有两个(V 和 II)的土壤酸度大,处于强酸水平,一个(Ⅶ)处于弱酸水平。水田改种果园,有两个(I 和 III)处于弱酸水平,一个(Ⅵ)处于微酸水平。山坑田果园则处于弱酸水平^[10]。

质地:土壤质地对土壤的通透性、保水保肥、适耕性及养分含量等都有较大的影响,是鉴别土壤肥力的标志之一。砂页岩坡地的两个果园(II 和 Ⅶ)均为黏土,花岗岩坡地园(V)和山坑田改种园(IV)均为粉沙质黏土,水田改种的为壤土(沙质壤土、沙质黏壤土、黏壤土)。可见,果园土壤质地主要受土壤母质所影响,砂页岩发育的黏粒含量比花岗岩发育的高,而水田改种的由于原来是水田,经过多年的耕作熟化、黏粒下移等耕层变化作用使适耕性更好。

2.3 叶片营养状况(见表 7)

2.3.1 开花期(3 月) 叶片氮、钾分别在 2.330%~3.072% 和 1.437%~1.722% 之间,基本在柑桔类的适量标准范围内^[11]。

叶片磷在 0.196%~0.292% 之间,均高于柑桔叶片的适量范围。

叶片钙在 1.101%~1.492% 之间,均低于适量

表 5 郁南 7 个代表性沙糖桔果园的土壤类型与 pH 值

果园代号	土壤类型	pH 值
I	沙质壤土	4.83
II	黏土	4.48
III	沙质黏壤土	4.83
IV	粉沙质黏土	4.53
V	粉沙质黏土	4.44
Ⅵ	黏壤土	5.71
Ⅶ	黏土	4.62

表 6 土壤酸碱度分级^[10]

级别	pH 值
强酸	<4.5
弱酸	4.5~5.5
微酸	5.5~6.5
中性	6.5~7.5
碱性	>7.5

标准^[11],其相应果园土壤有效钙均在缺乏范围内。

叶片镁在 0.208%~0.269%之间,其中 4 个果园处在适量水平,相应土壤有效镁则均在缺乏水平以下。

叶片铜和锌分别在 10.83~16.01 mg/kg 和 22.20~33.04 mg/kg 之间,均在适量^[11]范围。

叶片铁和锰分别在 40.62~57.20 mg/kg 和 18.17~113.76 mg/kg 之间,基本在适量范围^[11]。土壤有效锰含量较高的果园其叶片锰含量有相应提高的趋势。

叶片硼在 24.01~47.03 mg/kg 之间,均在适量范围^[11]。

2.3.2 幼果期(6月) 叶片氮、磷、钙分别在 1.876%~2.115%、0.076%~0.115%、1.04%~2.33%之间,大多数低于适宜范围^[11],普遍低于开花期。

叶片钾在 0.915%~1.413%之间,有 1/3 低于柑桔适量范围和开花期。

叶片镁在 0.19%~0.27%之间,有 2/3 低于适量范围,但有 1/3 高于开花期。

叶片铜、锌分别在 3.70~8.60 mg/kg 和 17.19~26.10 mg/kg 之间,普遍低于开花期。

叶片铁在 41.66~94.56 mg/kg 之间,有 1/3 稍低于适量范围。

叶片锰在 14.71~122.93 mg/kg 之间,大多数在适量范围内和高于开花期。

叶片硼在 26.28~63.02 mg/kg 之间,均在适量范围,大多高于开花期。

2.3.3 果实膨大期(8月) 叶片氮在 2.571%~2.989%之间,处于适量范围,高于幼果期。

叶片钾在 0.993%~1.628%之间,个别低于适量范围,大多高于幼果期。

叶片磷在 0.106%~0.131%之间,有 1/3 稍低于适量范围,普遍低于开花期而高于幼果期。

叶片钙在 1.11%~2.96%之间,有 50% 低于适量范围,但普遍高于幼果期和开花期。

叶片镁在 0.24%~0.36%之间,均在适量范围,也普遍高于幼果期和开花期。

叶片铜在 5.64~18.02 mg/kg 之间,锌在 24.13~39.01 mg/kg 之间,大多在适量范围,高于幼果期,但不是全部高于开花期。

叶片铁在 57.09~147.67 mg/kg 之间,硼在 26.73~81.83 mg/kg 之间,均在适量范围,均高于

幼果期和开花期。

叶片锰在 11.73~138.74 mg/kg 之间,有 1 个老果园(V)低于适量范围。

2.3.4 果实成熟收获期兼花芽分化前期(12月) 叶片氮在 2.091%~2.399%之间,低于适量范围,普遍低于开花期和果实膨大期而高于幼果期。

叶片磷在 0.124%~0.145%之间,处在适量范围,高于果实膨大期和幼果期而低于开花期。

叶片钾在 0.701%~1.332%之间,除 1 个坡地果园(V)之外,其余的在适量范围,总体上为全年最低的时期。

叶片钙在 2.536%~3.326%之间,铁在 82.06~165.74 mg/kg 之间,基本在适量范围,均为全年最高。

叶片镁在 0.192%~0.314%之间,除 1 个坡地果园(II)之外,其余的在适量范围。

叶片铜在 5.994~9.333 mg/kg 之间,在适量范围,低于开花和果实膨大期,高于幼果期。

叶片锌在 20.81~42.06 mg/kg 之间,在适量范围,各生育期之变化较少,含量较稳定。

叶片硼在 36.59~97.99 mg/kg 之间,在适量范围。

叶片锰在 40.18~247.5 mg/kg 之间,大多在适宜范围内。其中一个山坑田改种的果园(IV)叶片锰大大超过适量范围,这可能由于地下水位较高造成土壤有效锰较高(见表 2),锰的生物有效性较高,从而引起树体对锰过量吸收,使其各期的叶片锰含量均比其他果园高很多(见表 7)。

3 结论

3.1 沙糖桔果园土壤养分状况

坡地果园土壤酸度大于水田果园。土壤质地以黏土和黏壤土为主,其中砂页岩坡地果园土质均为黏土,花岗岩坡地为粉沙质黏土,水田改种的多为壤土。土壤有机质和全氮含量总体处于中等偏低水平。坡地果园有效磷偏低,水田果园有效磷处于低量至适量水平,果园的速效钾处于低量至适量水平,缺磷和缺钾的主要是坡地果园,高磷和高钾的主要是水田果园。土壤交换性钙、交换性镁和有效硼普遍缺乏。有效铜、有效锌个别缺乏。有效铁总体不高,部分果园缺乏。有效锰和有效硫含量普遍较高。

3.2 沙糖桔结果树营养状况

沙糖桔树体营养状况随着生育期的不同而发生

表7 郁南沙糖桔结果树不同生育期的叶片养分

果园代号	氮	磷	钾	钙	镁	铜	锌	铁	锰	硼
开花期(3月)										
I	2.376	0.271	1.710	1.492	0.208	15.64	28.85	54.91	18.17	29.01
II	2.964	0.248	1.688	1.101	0.235	14.31	27.41	48.34	23.00	24.01
III	3.072	0.292	1.722	1.205	0.228	11.94	26.48	57.20	28.88	47.03
IV	2.887	0.281	1.656	1.209	0.231	16.01	33.04	54.51	113.76	30.88
V	2.330	0.196	1.437	1.402	0.269	10.83	22.20	40.62	31.88	24.31
幼果期(6月)										
I	1.962	0.079	1.127	1.32	0.19	7.91	24.69	45.23	105.03	52.87
II	1.927	0.081	1.063	1.04	0.19	8.60	17.19	76.12	25.52	26.28
III	1.876	0.092	0.915	1.15	0.21	3.70	18.93	41.66	14.71	33.76
IV	2.052	0.096	1.407	1.30	0.19	5.98	26.10	78.38	122.93	58.89
V	2.066	0.076	1.413	1.76	0.27	6.47	22.61	94.56	37.35	34.69
VI	2.115	0.115	0.933	2.33	0.27	4.67	25.89	81.90	25.05	63.02
果实膨大期(8月)										
I	2.808	0.131	1.260	2.80	0.33	12.55	34.06	77.95	35.00	72.43
II	2.660	0.129	1.411	1.11	0.24	18.02	24.13	103.91	33.84	31.26
III	2.722	0.118	0.993	1.97	0.28	16.70	24.57	57.09	20.71	26.73
IV	2.904	0.106	1.628	1.61	0.29	5.64	39.01	92.10	138.74	79.24
V	2.989	0.128	1.035	2.96	0.36	5.76	25.70	147.67	50.30	81.83
VI	2.571	0.109	1.162	2.35	0.33	9.58	29.48	75.83	11.73	66.35
果实成熟收获期兼花芽分化前期(12月)										
I	2.249	0.134	1.108	2.536	0.250	9.333	20.81	165.74	54.74	37.92
II	2.236	0.129	1.271	2.774	0.192	7.012	27.80	98.87	46.75	72.92
III	2.399	0.145	1.332	2.542	0.284	9.153	27.36	123.49	64.14	46.43
IV	2.350	0.133	1.016	3.326	0.217	7.992	42.06	146.53	247.51	97.99
V	2.091	0.124	0.701	2.953	0.314	5.994	35.71	82.06	40.18	36.59
适宜值 ^[11]	2.5~3.5	0.12~0.18	1.0~2.2	2.0~3.8	0.22~0.50	46~16	20~70	50~160	20~150	15~100

注:氮、磷、钾、钙和镁含量单位均为“%”(质量百分比),其他含量单位为 mg/kg。

动态变化。叶片氮、磷、钾和铜的含量在开花期最高,开花期氮、钾、铜普遍接近或均处于适量范围,而磷则高于适量范围;叶片氮和磷含量在幼果期最低,低于适量范围。叶片钙含量普遍在果实成熟期最高,而在开花期和幼果期最低。叶片镁、锌含量在开花期、幼果期较低,而在果实膨大期和成熟期较高,叶片缺镁的情况不少。叶片铁、锰和硼含量,总体上从开花期最低,至膨大期和成熟期达到最高。有一个地下水位较高的果园,叶片锰含量一直较高,在后期甚至明显超过适宜水平。

参 考 文 献

- [1] 庄伊美. 柑桔营养与施肥[M]. 北京:中国农业出版社,1997:21-44,254-270
- [2] 何天富. 柑桔学[M]. 北京:中国农业出版社,1999:281-317
- [3] 鲁剑巍,陈 防,王富华,等. 湖北省柑桔园土壤养分

分级研究[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(4):390-394

- [4] 余红兵,王仁才,肖润林,等. 三峡库区部分柑桔园土壤营养状况的初步研究[J]. 中国南方果树,2009,38(2):1-6
- [5] 农业部. 测土配方施肥技术规范(试行)[S]. 北京,2005
- [6] 中国土壤普查办公室. 中国土壤普查技术[M]. 北京:农业出版社,1990:87-111
- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出版社,1999:637
- [8] 沈善敏. 中国土壤肥力[M]. 北京:中国农业出版社,1998:62-100
- [9] 庄伊美. 柑桔营养诊断指导施肥的实践[J]. 浙江柑桔,1996,13(2):8-11
- [10] 李庆远. 中国红壤[M]. 北京:科学出版社,1983:1-62
- [11] 庄伊美,王仁才,谢志南,等. 柑桔、龙眼、荔枝营养诊断标准研究[J]. 福建果树,1995(1):6-9

(责任编辑:李治飞;英文编辑:董朝菊)