

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2020.02.009

黄兰, 周卫军, 崔浩杰, 等. 湖南柑橘土壤中微量养分特征及施肥对策. 土壤, 2020, 52(2): 287–293.

湖南柑橘土壤中微量养分特征及施肥对策^①

黄 兰, 周卫军*, 崔浩杰, 周奕廷, 曹 胜, 刘 双

(湖南农业大学资源环境学院, 长沙 410125)

摘 要: 为了弄清湖南省柑橘园土壤中、微量养分的丰缺及其分布特征, 并合理调控柑橘园土壤中、微量养分, 采集了湖南省柑橘园主产区 14 个县共 84 个土壤样品, 检测了土壤中、微量元素的含量状况。结果表明: 湖南省柑橘园土壤有 86.8% 样点呈酸性或强酸性; 56.1% 样点有机质含量偏低; 交换性钙、交换性镁含量较适宜柑橘生长, 但分布不均衡, 其中湘南 56% 的样点钙含量不足, 湘西南 53.6% 样点钙含量不足和 64.3% 样点镁含量不足; 有效硫、铁、锰含量均偏高, 偏高的比例分别为 80.8%、86.9%、64.3%; 有效铜含量丰富, 但分布不均衡, 其中湘南和湘西南分别有 76.9% 和 78.6% 样点含量偏高; 76.2% 样点有效锌含量适宜; 85.5% 样点有效硼处于缺乏状态; 有效钼仅湘南有 53.9% 地区含量丰富, 湘西北、湘西南地区含量适宜。相关性分析表明, 柑橘园土壤 pH 与交换性钙、交换性镁及有效硫, 有机质与有效硼、有效锌, 以及其余养分间存在一定的相关性。因此, 湖南省柑橘园土壤中、微量养分分布不均衡, 3 个主产区均存在制约柑橘生长发育的问题, 据此建议调剂土壤 pH, 加大有机肥的施用, 同时根际施用与叶面喷施相结合, 适当补充硼、锌肥。

关键词: 柑橘土壤; 中微量养分; 分布特征; 施肥对策

中图分类号: S158 **文献标志码:** A

Distribution Characteristics of Soil Medium and Micro Nutrients in Citrus Orchards in Hunan and Suitable Fertilization Strategies

HUANG Lan, ZHOU Weijun*, CUI Haojie, ZHOU Yiting, CAO Sheng, LIU Shuang

(College of Resources and Environment, Hunan Agricultural University, Changsha 410125, China)

Abstract: In order to clarify the status and distribution of medium and micro nutrients in soils of citrus orchards in Hunan and to instruct the rational fertilization, 84 soil samples were collected from citrus orchards in 14 counties in Hunan, and the contents of medium and micro elements in the soil samples were measured. The results showed that 86.8% of soil samples were acidic or strongly acidic. 56.1% of soil samples were low in soil organic matter content. Soil exchangeable calcium and magnesium were more suitable for citrus growth, but the spatial distribution was imbalanced, and 56% and 53.6% of soil samples were insufficient in calcium content in southern and southwest Hunan, respectively, and 64.3% of soil samples in southwest Hunan were insufficient in soil magnesium content. 80.8%, 86.9% and 64.3% of soil samples were high in the contents of effective sulfur, iron and manganese, respectively. The effective copper content was rich, but the spatial distribution was imbalanced, 76.9% and 78.6% of soil samples were higher in copper content in south and southwest of Hunan, respectively. 76.2% of soil samples were suitable in effective zinc. 85.5% of soil samples were deficient in effective boron. Only 53.9% of soil samples in southern Hunan were rich in effective molybdenum, while soil samples were suitable in effective molybdenum in northwestern and southwestern Hunan. Correlation existed between soil pH and exchangeable calcium, magnesium and effective sulfur, between organic matter and available boron, zinc, and between other nutrients. Therefore, the distribution of medium and micro nutrients were imbalanced in soils of citrus orchards in Hunan, and problems existed in all main regions planting citrus, which restrict the growth and development of citrus. Thus, it is suggested to adjust the soil pH, increase the application of organic fertilizer, combine the application of rhizosphere with foliar spraying, and appropriately supplement boron and zinc fertilizers.

①基金项目: 国家农业部柑橘产业体系项目(2017-2020)资助。

* 通讯作者(wjzh0108@163.com)

作者简介: 黄兰(1996—), 女, 湖北黄冈人, 硕士研究生, 研究方向为土壤肥力与作物施肥。E-mail: 847258865@qq.com

Key words: Citrus soil; Medium and micro nutrient; Distribution characteristics; Fertilization strategy

湖南省是全国柑橘产业发展优势区域,光照、水热、土壤肥力均适宜柑橘生长^[1]。目前湖南省柑橘种植面积达 38 万 hm^2 ,产量达到 517 万 t ^[2]。但近年来,均以不断增大种植面积来促进产量增长,而果实品质不佳^[2]。土壤作为营养物质的来源,为柑橘生长发育提供大量的养分,研究柑橘园土壤养分丰缺对柑橘产业发展有巨大的意义^[4]。由于温度、地貌类型、施肥措施等的不同,柑橘园土壤养分丰缺状况在不同地区甚至同一地区不同区域也大不相同。如在湖北省主要是硼和氮素的不足^[5],印度柑橘园主产区缺乏钾、铜和锌^[6]。目前,对湖南省柑橘主产区土壤的中、微量元素研究并没有十分深入,只在土纲之间得出土壤各元素的差别,且以水稻土等粮食作物土壤的研究居多,涉及到柑橘土壤中、微量元素的较少。但柑橘园土壤中、微量元素对柑橘的生长又具有重要的调节作用。因此,为弄清湖南省柑橘园土壤中、微量养分丰缺状况,以及湘南、湘西北、湘西南区域柑橘土壤中、微量元素的分布差异,采样分析了湖南省柑橘园土壤中、微量元素含量,以期对湖南省柑橘园制定科学、合理的施肥对策提供依据。

1 材料与方法

1.1 土样的采集与制备

在湖南省柑橘主产区——湘南、湘西北、湘西南 3 个区域(图 1),根据园地的土壤、地形、作物生长、耕作施肥等情况,选择典型的柑橘园布设采样点。每个采样点沿柑橘树冠投影边沿向主干推进 10~20 cm,采集 0~40 cm 深度土壤样品(图 2)。每个采样点按“S”形采集 5 点以上土样,混合均匀后采用四分法获取 1 kg 左右混合样。本研究共采集 84 个混合样品,采样点分布如图 1 所示。采样同时,记录采样点的经纬度、海拔、地形和成土母质等信息。土壤样品带回实验室,挑出肉眼可见的根系与杂物,风干,磨碎,过 10 目和 100 目筛,装袋备用。

1.2 测定项目与方法

土壤 pH: 水浸提电位法,土水质量比 1:2.5; 土壤有机质:重铬酸钾容量法;土壤交换性钙、镁:乙酸铵浸提-原子吸收分光光度法;土壤有效硫:磷酸盐浸提-硫酸钡比浊法;土壤有效态铁、锰、铜、锌:二乙三胺五乙酸(DTPA)浸提-原子吸收法;土壤

有效硼:热水回流浸提法;土壤有效钼:草酸-草酸铵浸提,催化极谱法^[7]。

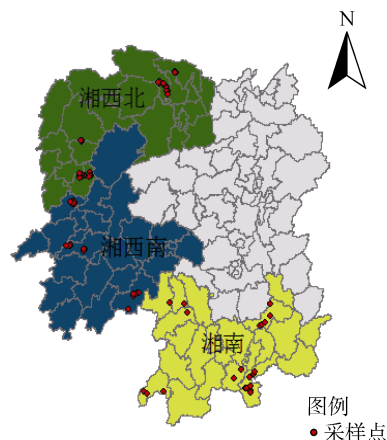


图 1 采样点位置图

Fig. 1 Sampling sites

树冠滴水线

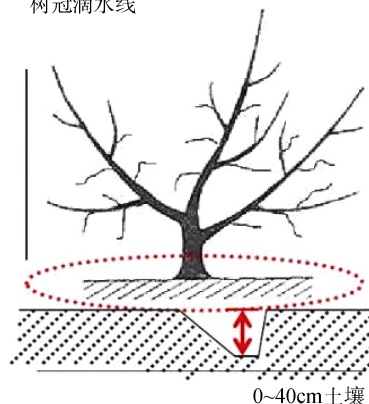


图 2 土壤采集方法

Fig. 2 Method of soil sampling

1.3 数据处理与统计分析

使用 Excel 2010 软件对数据进行统计分析,使用 SPSS 18.0 软件进行相关性分析,使用 ArcGis 软件依据采样时记录的经纬度对采样地点进行宏观观测。

1.4 柑橘土壤养分含量的评价标准

本研究柑橘园土壤 pH、有机质分级指标分别参考柑橘园土壤养分分级标准^[8-10],其中柑橘土壤 pH 分级指标为: <4.5 为强酸性; 4.5~5.4 为酸性; 5.5~6.5 为弱酸性; 6.6~7.5 为中性; 7.6~8.5 为碱性; >8.5 为强碱性; 有机质含量分级标准为: <10 g/kg 为极缺, 10~20 g/kg 为缺乏, 20~30 g/kg 为适宜, 30~40 g/kg 为丰富, >40 g/kg 为极丰富。其他养分丰缺状况按表 1 划分^[11]。

表 1 柑橘园土壤有效养分丰缺标准(mg/kg)
Table 1 Standards of soil nutrients for citrus orchards (mg/kg)

有效养分	极缺	缺乏	适宜	丰富	极丰富
交换性钙	<200	200 ~ 1000	1 000 ~ 2 000	2 000 ~ 3 000	>3 000
交换性镁	<80	80 ~ 150	150 ~ 300	300 ~ 500	>500
有效硫	<12	12 ~ 24	24 ~ 40	>40	—
有效铁	<5	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 50	>50
有效锰	<2	2 ~ 5	5 ~ 20	20 ~ 50	>50
有效铜	<0.3	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	>2.0
有效锌	<0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 5.0	5.0 ~ 10.0	>10.0
有效硼	<0.25	0.25 ~ 0.50	0.50 ~ 1.00	1.00 ~ 2.00	>2.00
有效钼	—	<0.05	0.05 ~ 0.20	0.20 ~ 0.30	>0.30

2 结果与分析

2.1 柑橘园土壤 pH、有机质特征

土壤的酸碱度不仅影响土壤养分的形态特征及有效性,而且对柑橘生长发育影响很大,柑橘适宜的 pH 为 5.5 ~ 6.5(弱酸性)^[11]。湖南省柑橘园土壤 pH 总体较低(表 2),平均为 4.6,属于酸性范围,变异系数为 18%,可见湖南省柑橘园大多数地区土壤偏酸性。其中,湘西南地区 pH 平均值为 4.3,属于强酸性范围,酸化程度最严重;湘南地区酸化程度次之,平均值为 4.7,属于酸性范围;湘西北地区 pH 平均值为 4.8。研究结果显示,湖南省柑橘园土壤酸碱度呈强酸性的占 49.4%,酸性的占 37.4%,而适宜于柑橘生长的弱酸性只有 8.4%,因此,为保证柑橘正常生长

和产量的提高,必需通过施肥与施用土壤调理剂提高土壤 pH 到柑橘适宜的范围。

土壤有机质是土壤肥力的核心,对土壤养分的供应、结构的改善、缓冲性能的调节等方面具有重要作用,柑橘生产适宜的有机质含量高于 20.0 g/kg^[11]。湖南省柑橘园土壤有机质含量偏低,平均为 19.9 g/kg,属于缺乏水平(表 3);其中湘南、湘西北、湘西南地区柑橘土壤中有机质含量平均值分别为 20.5、20.9、18.1 g/kg,不同区域虽有差异,但都处于较低水平。湖南省柑橘园土壤有机质含量有 50% 样点以上属于缺乏状况,因此,合理的施用有机肥、栽种绿肥、秸秆异地还田等方式提高土壤有机质是非常重要的柑橘园土壤保育措施。

表 2 湖南柑橘园土壤 pH 和分布频率
Table 2 Value and distribution frequency of soil pH in Hunan citrus orchards

区域	均值	变幅	变异系数 (%)	分布频率(%)				
				强酸性	酸性	弱酸性	中性	碱性
湖南省	4.6	3.2 ~ 7.4	18	49.4	37.4	8.4	4.8	—
湘南	4.7	3.7 ~ 7.4	19	46.2	42.3	3.8	7.7	—
湘西北	4.8	4.2 ~ 6.5	12	31.0	55.2	10.3	3.5	—
湘西南	4.3	3.2 ~ 7.1	20	71.4	14.3	10.7	3.6	—

表 3 湖南柑橘园土壤有机质含量和分布频率
Table 3 Content and distribution frequency of soil organic matter in Hunan citrus orchards

区域	均值 (g/kg)	变幅 (g/kg)	变异系数 (%)	分布频率(%)				
				极缺	缺乏	适宜	丰富	极丰富
湖南省	19.9	6.46 ~ 37.8	29	2.4	53.7	39.0	4.9	—
湘南	20.5	8.51 ~ 37.8	34	3.9	42.3	42.3	11.5	—
湘西北	20.9	10.1 ~ 34.4	27	—	50.0	46.7	3.3	—
湘西南	18.1	6.46 ~ 28.3	23	3.9	69.2	26.9	—	—

2.2 柑橘园土壤中量元素(钙、镁、硫)特征

湖南省柑橘园主产区土壤交换性钙平均为 1 590 mg/kg, 总体属于适宜水平, 但变异较大, 分布不均衡, 且有 37.3% 的样点属于缺乏水平(表 4)。其中湘西北地区平均含量最高, 达到了 1 809 mg/kg, 总体属于适量状态, 仅 6.6% 的样点处于缺乏水平; 湘西南地区次之, 为 933 mg/kg, 总体处于缺乏状态, 53.6% 的样点处于缺乏水平; 湘南地区平均含量最低, 仅 855 mg/kg, 总体处于缺乏状态, 56% 的样点处于缺乏水平。解决柑橘园土壤钙缺乏最根本的办法是在酸性土壤中

增施石灰, 调节土壤酸碱度, 并增施有机肥^[11]。

由表 4 可知, 湖南省柑橘园土壤交换性镁的平均值为 197 mg/kg, 变异系数为 78%, 整体处于适宜水平。其中, 平均含量最高的是湘西北地区, 达到了 232 mg/kg, 处于适量状态; 湘南和湘西南地区都处于缺乏状态, 分别为 210、147 mg/kg。

湖南省柑橘园土壤有效硫含量普遍处于极丰富状态, 变异系数大, 在湘西北地区有效硫含量丰富程度稍低, 平均含量为 45.1 mg/kg(表 4), 应防止施肥过度造成硫中毒。

表 4 柑橘园土壤中钙、镁、硫含量和分布频率
Table 4 Contents and distribution frequency of soil exchangeable calcium and magnesium and available sulfur in Hunan citrus orchards

养分	区域	均值 (mg/kg)	变幅 (mg/kg)	变异系数 (%)	分布频率(%)				
					极缺	缺乏	适宜	丰富	极丰富
交换性钙	湖南省	1 590	270 ~ 4 270	223	—	37.3	32.5	16.9	13.3
	湘南	855	354 ~ 4 270	390	—	56.0	28.0	4.0	12.0
	湘西北	1 809	927 ~ 4 174	43	—	6.6	46.9	33.2	13.3
	湘西南	933	270 ~ 1 942	75	—	53.6	21.4	10.7	14.3
交换性镁	湖南省	197	367 ~ 948	78	15.7	31.3	42.2	6.0	4.8
	湘南	210	36.7 ~ 948	118	24.0	36.0	28.0	—	12.0
	湘西北	232	81.6 ~ 514	53	—	20.0	63.4	13.3	3.3
	湘西南	147	62.0 ~ 392	37	25.0	39.3	32.1	3.6	—
有效硫	湖南省	63.0	4.68 ~ 158	54	6.0	6.0	7.2	10.9	69.9
	湘南	74.1	14.7 ~ 158	51	3.8	—	3.8	3.8	88.6
	湘西北	45.1	13.3 ~ 105	39	3.4	13.8	17.3	13.8	51.7
	湘西南	71.3	4.68 ~ 137	56	10.7	3.6	—	14.3	71.4

2.3 柑橘园土壤微量元素(铁、锰、铜、锌、硼、钼)特征

柑橘为多年生植物, 长期固定生长于一地, 土壤能供给的营养元素逐年消耗, 积累量减少, 而生产上多重视大量元素的施用, 对微量元素的补充未引起重视。柑橘虽然对微量元素需求量不多, 但是必不可少^[11]。由表 5 可知, 湖南省柑橘园土壤有效铁、有效铜含量处于极丰富状态, 但有效铁变异系数为 86%, 变化幅度较大。其中湘西北和湘西南地区有效铁含量极丰富, 分别为 92.9 mg/kg 和 126 mg/kg; 湘南地区有效铁含量稍低, 为 49.5 mg/kg, 处于丰富状态。土壤中有有效铜含量变异极大, 由适宜至极丰富水平都有分布。其中湘南地区有效铜含量最高, 平均含量达 3.58 mg/kg, 处于极丰富状态; 湘西南地区有效铜含量次之, 平均含量 1.76 mg/kg, 处于丰富状态; 湘西北地区有效铜含量最低, 平均含量为 0.97 mg/kg, 处于适量状态。土壤中有有效锰含量处于丰富状态, 平均含量达 42.0 mg/kg, 且空间分布均匀, 3 个地区有效锰含量普遍偏高。其中湘西北和湘西南地

区有效锰含量处于丰富状态, 分别为 38.5 mg/kg 和 40.6 mg/kg, 湘南地区有效锰含量为 51.3 mg/kg, 处于极丰富状态。在湖南省柑橘园土壤中, 有效铁、铜、锰含量充足, 在施肥过程中可不必增施铁、铜、锰肥。

湖南省柑橘园土壤有效锌含量平均值为 3.56 mg/kg, 处于适量状态, 且分布均匀, 3 个区域有效锌含量普遍适宜柑橘植物的生长, 其中湘西南地区有效锌含量最贴合适宜含量。有效钼含量变异系数较大, 为 129%, 其中湘西北和湘西南地区有效钼含量适宜柑橘生长, 湘南地区有效钼平均含量极丰富, 达到 0.34 mg/kg。在湖南省柑橘园土壤中, 有效锌、钼含量适宜, 但不丰富, 在施肥过程中可适当补充锌和钼肥。

湖南省柑橘园土壤中有有效硼含量处于缺乏状态, 平均含量为 0.31 mg/kg, 变化幅度较大, 其中湘西北地区有效硼平均含量最低, 为 0.24 mg/kg, 处于极缺状态; 湘南和湘西南地区有效硼含量处于缺乏状态, 分别为 0.38 mg/kg 和 0.33 mg/kg。在施肥过程中应当重视硼肥的施加。

表 5 柑橘园土壤中有效铁、锰、铜、锌、硼、钼含量和分布频率
Table 5 Contents and distribution frequency of soil available iron, manganese, copper, zinc, boron and molybdenum in citrus orchards

养分	区域	均值 (mg/kg)	变幅 (mg/kg)	变异系数 (%)	分布频率(%)				
					极缺	缺乏	适量	丰富	极丰富
有效铁	湖南省	90.6	7.49 ~ 468	86	—	2.4	10.7	25.0	61.9
	湘南	49.5	7.49 ~ 213	47	—	7.7	19.2	38.5	34.6
	湘西北	92.9	13.6 ~ 280	77	—	—	10.0	33.3	56.7
	湘西南	126.0	51.8 ~ 468	101	—	—	3.6	3.6	92.8
有效锰	湖南省	42.0	4.05 ~ 220	93	—	2.4	33.3	34.5	29.8
	湘南	51.3	4.05 ~ 220	110	—	7.7	34.6	15.4	42.3
	湘西北	38.5	12.10 ~ 123.2	73	—	—	20	53.3	26.7
	湘西南	40.6	5.09 ~ 96.09	107	—	—	46.4	32.2	21.4
有效铜	湖南省	2.07	0.14 ~ 23.46	152	2.4	10.7	21.4	39.3	26.2
	湘南	3.58	0.14 ~ 23.46	250	3.9	11.5	7.7	34.6	42.3
	湘西北	0.97	0.21 ~ 3.39	30	3.3	20.0	33.3	36.7	6.7
	湘西南	1.76	0.59 ~ 3.79	40	—	—	21.4	46.4	32.2
有效锌	湖南省	3.56	0.39 ~ 46.22	151	1.2	8.3	76.2	9.5	4.8
	湘南	3.33	0.39 ~ 12.55	86	3.8	15.4	69.3	3.8	7.7
	湘西北	4.24	0.56 ~ 46.22	233	—	10.0	76.6	6.7	6.7
	湘西南	3.04	1.09 ~ 7.51	52	—	—	82.1	17.9	—
有效硼	西南区	0.31	0.06 ~ 0.90	56	48.2	37.3	14.5	—	—
	湘南	0.38	0.14 ~ 0.90	55	34.6	46.2	19.2	—	—
	湘西北	0.24	0.06 ~ 0.80	50	65.6	24.1	10.3	—	—
	湘西南	0.33	0.11 ~ 0.85	55	42.9	42.9	14.2	—	—
有效钼	湖南省	0.22	0.03 ~ 2.25	129	—	4.8	60.2	20.5	14.5
	湘南	0.34	0.03 ~ 2.25	209	—	3.8	42.3	23.1	30.8
	湘西北	0.14	0.05 ~ 0.66	53	—	6.9	79.4	10.3	3.4
	湘西南	0.17	0.19 ~ 0.20	41	—	3.6	57.1	28.6	10.7

2.4 柑橘园土壤 pH、有机质及各养分之间的关系

从表 6 可以看出，柑橘园土壤 pH 与交换性钙、
镁含量之间呈极显著正相关，与有效硫含量呈极显著

负相关，这可能是因为南方土壤在湿润温热条件下，
钙镁离子容易淋失，土壤盐基饱和度低，土壤易呈酸
性。土壤有机质与有效硼含量之间存在极显著正相

表 6 柑橘园土壤 pH、有机质及各养分之间的相关性关系($n=84$)
Table 6 Correlation coefficients among soil pH, SOM and available nutrients in citrus orchards

	有机质	交换性钙	交换性镁	有效铁	有效锰	有效铜	有效锌	有效硼	有效钼	有效硫
pH	-0.195	0.820**	0.659**	-0.212	0.067	-0.058	-0.119	-0.133	0.031	-0.434**
有机质		-0.057	0.006	0.044	0.020	0.185	0.322*	0.410**	0.125	0.140
交换性钙			0.689**	-0.206	0.008	-0.104	-0.085	-0.061	-0.106	-0.419**
交换性镁				-0.155	0.180	-0.090	0.060	0.011	0.037	-0.336**
有效铁					-0.037	0.126	0.175	-0.078	-0.078	0.044
有效锰						0.422**	0.338**	0.374**	0.655**	0.118
有效铜							0.483**	0.346**	0.398**	0.418**
有效锌								0.417**	0.089	0.273*
有效硼									0.257*	0.437**
有效钼										0.205

注：表中*、**分别表示在 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ 水平(双侧)显著相关。

关,与有效锌含量呈显著正相关,这可能是因为有机肥中本身含有硼和锌。因此,可通过调节土壤 pH、合理施用有机肥,提高土壤有效肥力,为植株生长提供充足养分^[12]。此外,土壤交换性钙与镁含量呈极显著正相关,与有效硫含量之间呈极显著负相关,说明在淋失过程中,钙镁可能是同时淋失;有效铁含量与其余养分含量间相关关系均不显著;土壤有效锰与有效铜、硼、钼含量之间呈极显著正相关;土壤有效铜与有效硼、硫、钼含量之间呈极显著正相关;土壤有效锌与有效硼含量之间呈极显著正相关,与土壤有效硫含量之间呈显著正相关;土壤有效硼与有效硫含量之间呈极显著正相关,与有效钼含量之间呈显著正相关。

3 讨论

湖南省柑橘园土壤 pH 大部分低于适宜值,一小部分适宜柑橘生长,还有极少数弱碱性土壤,这一结论与前人研究结论不一致。经调查证实,长期的柑橘种植活动是导致湖南省柑橘园土壤酸化的主要原因之一,柑橘对酸的缓冲作用较弱,一般种植柑橘后,土壤中交换性铝含量增加,会导致土壤 pH 下降^[17]。另外,不合理施肥也是土壤酸化的原因之一^[18]。化学肥料的施用及有机肥用量降低都会使土壤酸化情况更严重^[19]。土壤的酸碱度对柑橘生长影响很大^[20]。湖南省柑橘园土壤有 86.8% 样点呈酸性或强酸性,湘西南地区土壤 pH 属于强酸性范围,湘南和湘西北地区属于酸性范围。施用石灰被认为是目前酸化土壤最有效和最直接的改良方法,可在湖南省柑橘园施用石灰或碱性肥料,以迅速有效地中和酸性土壤的酸度,增加养分有效性,从而增加农作物对养分的吸收利用、减少某些养分(例如钙、镁)的淋失^[21]。

有研究表明^[22-23],湖南省柑橘园土壤中有机质含量有 50% 以上样点属于缺乏状况;土壤中有有效铁、锰、钼含量丰富,有效锌、硼含量不丰富,这些结论与本研究结果一致。但本研究结果显示,湖南省柑橘园土壤中交换性钙、镁含量不丰富,有效铜含量丰富,这些结论与前人研究结论不一致,这可能是与研究对象、施肥方式、成土母质及采样地点的地域差异相关,今后可就此进一步进行研究。土壤有机质是影响柑橘生长的关键因素之一^[24]。本研究显示 56.1% 的样点有机质含量偏低,在 3 个地区中有机质含量分布极不均衡,其中适宜柑橘生长的有机质含量湘南地区分布最广,湘西北次之,湘西南最少。为保证柑橘产业的持续发展,土壤有机质应达到 20 g/kg 或更高^[25],因

此,在湖南省应加强土壤培肥,增加土壤有机质含量,改善土壤中、微量养分的供应状况。柑橘对中、微量养分需求量不大,但必不可少^[26]。在湖南省柑橘园土壤中有有效硫、铁、锰、铜、钼含量充足,在施肥过程中可不必增施硫、铁、锰、铜和钼肥;交换性钙、镁及有效锌、硼普遍或部分地区含量不丰富,在施肥过程中应因地制宜,采取根际施用与叶面喷施相结合的方法,补充柑橘园土壤中不丰富的养分,为柑橘健康生长创造条件。

4 结论

1)湖南省柑橘园土壤 pH 大部分低于适宜值,其中湘西南地区土壤 pH 属于强酸性范围,湘南和湘西北地区属于酸性范围;50% 以上土壤有机质含量属于缺乏状况,其中适宜柑橘生长的有机质含量湘南地区分布最广,湘西北次之,湘西南最少。

2)湘西北地区土壤交换性钙、镁含量处于适量状态,湘西南、湘南地区处于缺乏状态。

3)湖南省柑橘园土壤有效硫、铁、锰、铜、钼含量充足;有效锌含量适宜柑橘生长,且分布均衡,但含量不丰富;有效硼含量普遍缺乏。

4)柑橘园土壤 pH 与交换性钙、镁含量之间呈极显著正相关,与土壤有效硫含量呈极显著负相关;有机质与有效硼含量存在极显著正相关,与有效锌含量呈显著正相关。由于土壤中养分关系紧密,因此在进行施肥时应全面考虑各养分的配合施用,而不是孤立地只施用某一种养分。

参考文献:

- [1] 成智涛. 湖南省柑橘产业发展概况[J]. 湖南农业, 2014(5): 4.
- [2] 张尚武, 付复华. 湖南柑橘生产稳居全国第一 政府支持橘农增收[N]. 湖南日报, 2018-01-22.
- [3] 苏婷婷, 周鑫斌, 徐墨赤, 等. 重庆市柑橘园土壤养分现状研究[J]. 土壤, 2017, 49(5): 897-902.
- [4] 尹杰. 贵州柑橘园土壤与树体养分状况及其评价[D]. 贵阳: 贵州大学, 2007.
- [5] 鲁剑巍, 陈防, 王富华, 等. 湖北省柑橘园土壤养分分级研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(4): 390-394.
- [6] Srivastava A K, Shyam S, Huchche A D, et al. Yield based leaf and soil test interpretations for nagpur mandarin in Central India[J]. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2001, 32(3/4): 585-599.
- [7] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- [8] 庄伊美, 俞立达, 周学伍, 等. 柑桔营养与施肥[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992: 270-280.

- [9] 鲁剑巍, 陈防, 王富华, 等. 湖北省柑桔园土壤养分分级研究[J]. 植物营养与肥科学报, 2002, 8(4): 390–394.
- [10] Chapman H D. The mineral nutrition of citrus[M]. Reuther W: The Citrus Industry CA, USA of Calif., 1968: 127–289.
- [11] 重庆市质量技术监督局. 柑橘营养诊断配方施肥技术规程: DB50/T487—2012[S]. 2013.
- [12] 钟文. 重庆市柑橘丰产栽培产技术要点[J]. 南方农业, 2018, 12(20): 17–18.
- [13] 侯宗海, 渠立强, 朱显忠, 等. 丰县土壤养分含量状况与分析[J]. 现代农业科技, 2011(13): 264–265.
- [14] 石健泉. 柑橘营养元素的缺乏与矫治[J]. 果农之友, 2007(9): 27–28.
- [15] 刘铮, 王国良, 陈其峰, 等. 黄岩植橘土壤中微量元素的含量及其对柑橘的肥效[J]. 土壤学报, 1961(Z2): 140–156.
- [16] 魏雪梅, 廖明安. 汉源县金花梨果园土壤营养诊断与施肥[J]. 经济林研究, 2008(3): 53–58.
- [17] 武毅昶. 土壤调理剂对酸性土壤改良效果初探[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2017.
- [18] 高建峰, 徐明芳, 丁瑞芬, 等. 土壤酸化的原因、危害与治理对策分析[J]. 上海农业科技, 2005(2): 1102–1104.
- [19] 张北赢, 陈天林, 王兵. 长期施用化肥对土壤质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 182–187.
- [20] 刘静文. 低 pH 对柑橘生长和根系蛋白表达谱的影响[D]. 福州: 福建农林大学, 2017.
- [21] 杜铮. 苹果园土壤酸化现状及改良技术[J]. 吉林农业, 2014(19): 86–87.
- [22] 吴倩. 湖南省橘园营养状况与微生物群落研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
- [23] 陶梦铭, 应虹, 孙强, 等. 湖北与湖南柑橘园土壤及树体养分状况[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(13): 3289–3292, 3297.
- [24] 凌辉. 重庆市柑橘果园生产环境研究[D]. 重庆: 西南大学, 2018.
- [25] 叶少荫, 叶垂杨. 柑桔在福建红壤丘陵山地优质栽培的实践与启示[J]. 福建农业科技, 2003(6): 44–45.
- [26] 张红军. 微肥施用技术浅谈[J]. 农家参谋(种业大观), 2014(9): 54.