

# 丹江口市柑橘园土壤有效养分含量研究

江龙堤 (丹江口市土壤肥料工作站, 湖北丹江口 442700)

**摘要** [目的] 为了科学制定施肥方案, 有针对性地指导柑橘园施肥。[方法] 根据土壤类型、产量水平和地形等因素, 对丹江口市柑橘园 0~30 cm 土层的土壤样品进行有效养分测试。[结果] 土壤样品有机质平均含量为 12.4 g/kg, 73.1% 的柑橘园含量偏低, 土壤 pH 适宜柑橘生长的比例达到 96.6%。土壤碱解氮、有效磷、速效钾普遍缺乏, 缺乏比例分别为 87.5%、88.7%、55.6%。有效铁、锰、铜、锌、硼缺乏比例分别为 10.9%、7.8%、9.0%、70.4%、81.8%, 有效锌和有效硼缺乏严重。石灰(岩)土有机质、碱解氮、有效磷、速效钾含量均高于黄棕壤和紫色土, 土壤 pH 也偏高, 不同土壤类型各微量元素有效养分含量差别不明显。[结论] 针对土壤养分状况, 在生产中应增施有机肥, 加大氮磷钾肥料施用量, 同时注意硼肥和锌肥的施用。

**关键词** 柑橘园; 土壤类型; 有效养分

中图分类号 S158.3; S666 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2015)08-057-03

## Study of Soil Nutrient Status in Citrus Orchard in Danjiangkou City

Jiang Long-di (Soil and Fertilizer Station of Danjiangkou City, Danjiangkou, Hubei 442700)

**Abstract** [Objective] The research aimed to establish the fertilization schedule scientifically and guide the fertilization in citrus orchards specifically. [Method] According to the soil type, yield level and topographical factors, top soil (0-30cm) samples collected from citrus orchard in Danjiangkou City were tested and classified. [Result] The average content of organic matter was 12.4g/kg, and 73.1% orchards were in low status. The proportion of soil pH suitable for citrus growth was 96.6%. The deficiency rate of available macro-nutrients N, P and K was 87.5%, 88.7%, 55.6%. The deficiency rate of available Fe, Mn, Cu, Zn and B was 10.9%, 7.8%, 9.0%, 70.4% and 81.8%. Organic matter and available macro-nutrients N, P and K of limestone soil was higher than that of yellow brown soil and purple soil. pH of limestone soil was high. The difference of different types of available Fe, Mn, Cu, Zn and B wasn't obvious. [Conclusion] According to the soil available nutrient status, it was suggested that more organic fertilizer and N, P and K fertilizer should be used in the citrus orchard. At the same time, attention should be to paid in the application of B and Zn fertilizer.

**Key words** Citrus orchards; Soil type; Available nutrients

丹江口市是我国北缘地区重要的柑橘生产基地, 也是湖北省第二大柑橘优势产区, 柑橘面积和产量均名列湖北省第二位<sup>[1]</sup>。近年来, 丹江口市柑橘品牌“武当蜜桔”知名度和品牌价值不断提升, 先后荣获“中国地理标志保护产品”、“中华名果”、“湖北十大名果”、“湖北名牌产品”等的奖项<sup>[2]</sup>。柑橘产业已发展成为丹江口市农业支柱产业。据丹江口市农村社会经济统计年报, 截至 2013 年柑橘种植面积 2.29 万  $\text{hm}^2$  (其中结果面积 1.71 万  $\text{hm}^2$ ), 柑橘总株数 2 795 万株, 常年产量 30 万 t, 产值 6 亿元。

柑橘所需营养大部分从土壤中吸取。土壤中营养物质含量直接影响柑橘吸收营养物质的种类和数量, 进而影响果实产量和品质。通过对柑橘园土壤进行分析测试, 明确各种有效养分的丰缺状况, 查明土壤养分障碍因子, 科学制定施肥方案, 有针对性地指导柑橘园施肥, 达到高产优质、农民增收和经济环保。

## 1 材料与方法

**1.1 样品采集与制备** 丹江口市柑橘园土壤类型主要有黄棕壤、紫色土和石灰(岩)土三类, 其中黄棕壤土类占柑橘园总面积的 70%, 紫色土占柑橘园总面积的 22%, 石灰(岩)土占柑橘园总面积的 8%。根据土壤类型、肥力等级、产量水平和地形等因素, 将结果园 6~7  $\text{hm}^2$  划分为一个采样单元, 每个采样单元相对中心位置的典型地块作为采样地块, GPS

定位, 记录经纬度。采样地块采用随机多点方法, 采集 0~30 cm 土样 20 个, 混合成一个样品。每个样品采用四分法保留 1 kg, 风干磨细, 全部通过 2 mm 筛。将通过 2 mm 筛的土样用四分法取出一半继续研磨, 使之全部通过 0.25 mm 筛。过 2 mm 筛土样供 pH、有效养分等项目测定, 过 0.25 mm 筛土样供有机质测定。在 2007~2010 年, 共采集土壤样品 2 744 个, 2011~2014 年对部分采样单元进行重新采样测试。

**1.2 测试项目及方法** 测试所有土壤样品的有机质、pH、碱解氮、有效磷和速效钾。选取有代表性的 257 个土壤样品, 测试有效铁、锰、铜、锌、硼。有机质的测定采用油浴加热重铬酸钾氧化—容量法; pH 的测定采用水土比 2.5:1—电位法; 碱解氮的测定采用碱解扩散法; 有效磷的测定采用碳酸氢钠提取—钼锑抗比色法; 速效钾的测定采用乙酸铵浸提—火焰光度计法; 有效性铁、锰、铜、锌的测定采用 DTPA 浸提—原子吸收分光光度法; 有效硼的测定采用甲亚胺—H 比色法。

**1.3 柑橘园土壤养分分级指标** 柑橘园土壤有机质、pH 及各营养元素有效养分分级指标根据鲁剑巍、庄伊美等<sup>[3-7]</sup>的分级标准(表 1)综合而定。其中, 有机质分级标准为: 含量 < 5 g/kg 为极低, 5~10 g/kg 为低, 10~15 g/kg 为偏低, 15~30 g/kg 为适宜, > 30 g/kg 为丰富。pH 分级标准为: pH < 4.8 为偏酸, 不适宜柑橘生长; pH 4.8~5.4 为酸性范围内, 适宜柑橘生长; pH 5.5~6.5 为最适宜; pH 6.6~8.5 为中、碱性范围, 适宜柑橘生长; pH > 8.5 为偏碱, 不适宜柑橘生长。根据分级标准, 对柑橘园土壤的养分进行归类和统计分析, 以不同养分等级占样本的百分比来评价养分状况。

**基金项目** 国家测土配方施肥补贴项目(2007-2014 年)。

**作者简介** 江龙堤(1974-), 男, 湖北丹江口人, 农艺师, 从事土壤与植物营养技术研究与推广工作。

**收稿日期** 2015-01-26

## 2 结果与分析

**2.1 柑橘园土壤有机质状况** 由表2可知,丹江口市柑橘园土壤有机质含量总体偏低,平均含量为12.4 g/kg,适宜水

平以下的占73.1%,只有24.7%的土壤有机质含量达到适宜水平,含量超过30 g/kg的仅占2.2%。

表1 柑橘园土壤有效养分分级标准

等级	碱解氮	有效磷	速效钾	有效铁	有效锰	有效铜	有效锌	有效硼
极缺	<50	<5	<50	<5	<2	<0.3	<0.5	<0.25
缺乏	50~100	5~15	50~100	5~10	2~5	0.3~0.5	0.5~1.0	0.25~0.50
适量	100~200	15~80	100~200	10~20	5~20	0.5~1.0	1.0~5.0	0.50~1.00
高量	>200	>80	>200	20~50	20~50	1.0~2.0	5.0~10.0	1.00~2.00
过量				>50	>50	>2.0	>10.0	>2.00

从柑橘园不同类型土壤有机质含量状况来看,石灰(岩)土明显高于黄棕壤和紫色土,平均值达到18.0 g/kg,黄棕壤和紫色土差别不明显。对于有机质含量达到适宜以上水平(>15.0 g/kg)的土壤,黄棕壤为24.0%,紫色土为23.6%,石灰(岩)土为62.5%。黄棕壤和紫色土有机质含量非常缺乏,紫色土土壤有机质低于5 g/kg占13.6%,有机质含量<10 g/kg的黄棕壤和紫色土分别有39.4%、47.9%。

表2 柑橘园土壤有机质含量分级

土类	样本数	平均值 g/kg	所占比例//%				
			极低	低	偏低	适宜	丰富
全部	2 724	12.4	8.3	30.8	34.0	24.7	2.2
黄棕壤	1 908	12.0	7.4	32.0	36.5	22.6	1.4
紫色土	597	11.6	13.6	34.3	28.5	20.8	2.8
石灰(岩)土	219	18.0	1.8	10.0	25.6	54.3	8.2

**2.2 柑橘园土壤pH状况** 由表3可知,丹江口市柑橘园土壤pH在4.8~8.5范围的土壤占总样本数的96.6%,绝大部分土壤pH适宜柑橘生长,pH在6.6~8.5为54.7%,中、碱性范围占总量的一半以上。

不同土类柑橘园土壤pH差别明显,紫色土和石灰(岩)土pH平均值为7.8,黄棕壤pH平均值为6.5。黄棕壤在偏酸(pH<4.8)范围占0.5%,没有偏碱(pH>8.5)的。紫色土pH全部大于5.4,在偏碱范围占13.1%。石灰(岩)土pH都大于6.5,在偏碱范围占2.7%。

表3 柑橘园土壤pH分级

土类	平均值 g/kg	所占比例//%				
		<4.8	4.8~5.4	5.5~6.5	6.6~8.5	>8.5
全部	6.9	0.3	7.1	34.8	54.7	3.1
黄棕壤	6.5	0.5	10.2	46.3	43.0	0
紫色土	7.8	0	0	10.9	76.0	13.1
石灰(岩)土	7.8	0	0	0	97.3	2.7

**2.3 柑橘园土壤大量元素** 由表4可知,丹江口市柑橘园土壤碱解氮、有效磷、速效钾总体都存在严重缺乏现象,处于极缺和缺乏级别的分别占总量的87.5%、88.7%、55.6%,尤其是碱解氮和有效磷,处于极缺级别的分别占34.9%和44.1%。

柑橘园不同土类土壤碱解氮含量中,石灰(岩)土平均值为85.9 mg/kg,高于黄棕壤(66.9 mg/kg)和紫色土(58.3 mg/kg),处于缺乏(50~100 mg/kg)水平占62.1%,100

mg/kg以上占26.1%。黄棕壤和紫色土低于100 mg/kg分别占87.9%、91.0%,紫色土碱解氮含量最低,极缺水平(<50 mg/kg)达到43.6%。

柑橘园土壤有效磷含量在不同土类的分布与碱解氮相似,石灰(岩)土有效磷含量最高,平均值达到20.1 mg/kg,接近于黄棕壤(10.9 mg/kg)和紫色土(10.0 mg/kg)的2倍。在有效磷含量低于15 mg/kg(极缺和缺乏)的分级比例中,石灰(岩)土占67.5%,黄棕壤占78.9%,紫色土占82.6%。

柑橘园土壤速效钾含量总体偏低,但不同土类含量差异在0.05水平显著。石灰(岩)土速效钾含量最高,平均值达到208.3 mg/kg,高于100 mg/kg(适量和高量)占86.3%,其中高于200 mg/kg占47.0%。紫色土速效钾含量平均值为152.1 mg/kg,速效钾含量高于100 mg/kg占75.1%。黄棕壤速效钾含量最低,平均值为85.1 mg/kg,低于100 mg/kg(极缺和缺乏)占黄棕壤总数的70.2%。

表4 柑橘园土壤氮磷钾有效养分分级

养分	土类	平均值 g/kg	所占比例//%			
			极缺	缺乏	适量	高量
碱解氮	全部	66.6	34.9	52.6	11.4	1.1
	黄棕壤	66.9	34.9	53.0	10.6	1.5
	紫色土	58.3	43.6	47.4	9.0	0
	石灰(岩)土	85.9	11.9	62.1	25.6	0.5
有效磷	全部	11.5	44.1	34.6	19.8	1.4
	黄棕壤	10.9	45.6	33.3	20.2	0.8
	紫色土	10.0	47.4	35.2	16.1	1.3
	石灰(岩)土	20.1	23.7	43.8	26.0	6.4
速效钾	全部	109.7	29.3	26.3	31.8	12.6
	黄棕壤	85.1	38.6	31.6	23.8	6.0
	紫色土	152.1	10.0	14.9	53.8	21.3
	石灰(岩)土	208.3	2.7	11.0	39.3	47.0

**2.4 柑橘园土壤微量元素** 由表5可知,丹江口市柑橘园土壤有效铁、锰、铜、锌、硼5种微量元素含量整体均存在不同程度缺乏,有效铁、锰、铜、锌、硼缺乏比例分别为10.9%、7.8%、9.0%、70.4%、81.8%,有效锌和有效硼缺乏严重。

有效铁平均含量为25.09 mg/kg,整体偏高,在不同土壤类型中含量差异不明显。黄棕壤、紫色土、石灰(岩)土有效铁含量缺乏(<10 mg/kg)比例分别为9.6%、14.3%、16.7%,高量(>20 mg/kg)比例较大,分别达到52.8%、33.3%和44.4%。

有效锰平均含量为 17.06 mg/kg,整体适宜,没有极缺现象。黄棕壤、紫色土、石灰(岩)土有效锰含量缺乏(<5 mg/kg)比例分别为 8.1%、4.8%、11.1%,高量和过量(>20 mg/kg)比例分别为 32.5%、16.7%和 44.4%。

有效铜平均含量为 1.07 mg/kg,整体偏高,在不同土壤类型中均有不同程度缺乏。黄棕壤、紫色土、石灰(岩)土有效铜含量缺乏(<0.5 mg/kg)比例分别为 9.6%、4.8%、11.1%,高量和过量(>2.0 mg/kg)比例较大,分别达到 46.2%、42.9%和 38.9%。

有效锌平均含量为 0.80 mg/kg,整体偏低,在不同土壤类型中均普遍缺乏。黄棕壤、紫色土、石灰(岩)土有效锌含量缺乏(<1.0 mg/kg)比例分别为 70.1%、69.0%和 77.8%。

有效硼平均含量为 0.46 mg/kg,整体偏低,在不同土壤类型中均严重缺乏。黄棕壤、紫色土、石灰(岩)土有效硼含量缺乏(<0.5 mg/kg)比例分别为 79.7%、90.5%和 83.3%。

表5 柑橘园土壤微量营养元素有效养分分级

养分	土类	平均值 g/kg	所占比例//%				
			极缺	缺乏	适量	高量	过量
有效铁	全部	25.09	1.2	9.7	40.1	48.2	0.8
	黄棕壤	25.78	1.0	8.6	37.6	51.8	1.0
	紫色土	23.44	2.4	11.9	52.4	33.3	0
	石灰(岩)土	21.34	0	16.7	38.9	44.4	0
有效锰	全部	17.06	0	7.8	61.5	30.0	0.8
	黄棕壤	17.53	0	8.1	59.4	31.5	1.0
	紫色土	15.18	0	4.8	78.6	16.7	0
	石灰(岩)土	16.28	0	11.1	44.4	44.4	0
有效铜	全部	1.07	0.4	8.6	45.9	39.7	5.4
	黄棕壤	1.10	0.5	9.1	44.2	39.6	6.6
	紫色土	1.02	0	4.8	52.4	40.5	2.4
	石灰(岩)土	0.96	0	11.1	50.0	38.9	0
有效锌	全部	0.80	19.8	50.6	29.6	0	0
	黄棕壤	0.80	17.3	52.8	29.9	0	0
	紫色土	0.79	33.3	35.7	31.0	0	0
	石灰(岩)土	0.79	16.7	61.1	22.2	0	0
有效硼	全部	0.46	16.0	65.8	15.6	2.7	0
	黄棕壤	0.48	16.2	63.5	16.8	3.5	0
	紫色土	0.36	11.9	78.6	9.5	0	0
	石灰(岩)土	0.37	22.2	61.1	16.7	0	0

### 3 讨论

(1)有机质含量是衡量柑橘园土壤肥力的重要指标,可以改善土壤的物理性状,提高化肥的肥效<sup>[8]</sup>。丹江口市柑橘园有机质含量总体偏低,平均含量为 12.4 g/kg,含量高于 15 g/kg 的只占 26.9%。石灰(岩)土明显高于黄棕壤和紫色土,平均值达到 18.0 g/kg。有机质含量在适宜水平以下(<15.0 g/kg)的,黄棕壤为 76.0%,紫色土为 76.4%,石灰(岩)土为 37.5%。其原因主要是柑橘园都处于丘陵山地,由长期不施有机肥造成的。有机肥料可以给土壤供给无机及有机养分,还有很高的酶活性<sup>[9]</sup>,所以生产中应增施有机

肥,提高土壤肥力,以利于柑橘高产优质。

(2)全市柑橘园土壤 pH 适宜柑橘生长(4.8~8.5)的比例达到 96.6%,但不同土壤类型差异较大。黄棕壤 pH 低于 5.4 占 10.7%,紫色土和石灰(岩)土 pH 高于 6.6 分别为 99.1%、100%。这与不同类型土壤成土母质关系密切。石灰(岩)土发育于石灰岩和泥质灰岩,紫色土发育于红砂岩,2 种土壤均具有明显的石灰反映,pH 较所处地带性土壤高。pH 低于 5.4 的黄棕壤通过施用石灰进行改良,可以提高碱解氮和有效磷含量,提高果实品质<sup>[10]</sup>。在 pH 高于 6.6 的紫色土和石灰(岩)土,在施肥时应注意多施用酸性肥料。

(3)丹江口市柑橘园土壤碱解氮、有效磷、速效钾缺乏的分别占 87.5%、88.7%、55.6%。碱解氮和有效磷在不同土壤类型含量有一定的差异,石灰(岩)土含量高于黄棕壤和紫色土。速效钾差异极为明显,石灰(岩)土含量丰富,紫色土含量适宜,黄棕壤含量偏低。黄玉溢等<sup>[11]</sup>研究表明,柑橘园土壤碱解氮、有效磷、速效钾含量有随土壤 pH 上升而下降的趋势,但在丹江口市没有体现,成土母质和土壤理化性状改变了这一趋势。柑橘园立地条件差和长期养分施用量不足,是造成碱解氮、有效磷、速效钾缺乏的主要原因,在生产上要加大养分投入。

(4)柑橘园土壤有效铁、锰、铜均存在一定程度的缺乏,缺乏比例分别为 10.9%、7.8%、9.0%,有效锌和有效硼缺乏严重,缺乏比例分别高达 70.4%、81.8%。不同土壤类型各微量元素有效养分含量没有明显的差别。有效锌和有效硼严重缺乏,应引起重视,通过叶面喷施硼肥和锌肥来改善柑橘硼、锌营养状况。姜存仓等<sup>[12]</sup>研究表明,施用硼肥可以明显改善柑橘的生长发育和营养状况,增产效果显著。

### 参考文献

- [1] 马成战,郭元成,罗光,等.丹江口市柑橘的现状与发展对策[J].中国果业信息,2012,29(10):27-28.
- [2] 马成战,郭元成,罗玉芝,等.打造武当,绿色柑橘品牌,振兴丹江口库区经济[J].中国果业信息,2014,31(5):9-12.
- [3] 庄伊美,俞立达,周学伍,等.柑橘营养与施肥[M].北京:中国农业出版社,1992:270-281.
- [4] 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.
- [5] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [6] 刘铮,邹邦基,朱其清,等.微量元素的农业化学[M].北京:农业出版社,1991:125.
- [7] 沈兆敏,周育彬,邵蒲芬,等.柑橘优质丰产技术问答[M].北京:科学普及出版社,1993:163.
- [8] 唐将,李勇,邓富银,等.三峡库区土壤营养元素分布特征研究[J].土壤学报,2005,42(3):473-478.
- [9] 唐志鹏,顾明华,张宇,等.不同施肥模式对恭城县生态产业园区柑橘生长的影响[J].安徽农业科学,2009,37(13):473-478.
- [10] 张影,胡承孝,谭启玲,等.施用石灰对温州蜜柑树体和果实品质及酸性柑橘园土壤有效性的影响[J].华中农业大学学报,2014,33(4):72-75.
- [11] 黄玉溢,刘斌,陈桂芬,等.广西柑橘园土壤有效养分含量研究[J].西南农业学报,2006,19(5):863-865.
- [12] 姜存仓,王运华,刘桂东,等.赣南脐橙叶片黄化及施硼效应研究[J].植物营养与肥料学报,2009,15(3):656-661.