

仇海威, 兰子汉, 陈瑞州, 等. 海南省芒果主产区果园土壤肥力评价[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(3): 224–227.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.03.061

# 海南省芒果主产区果园土壤肥力评价

仇海威, 兰子汉, 陈瑞州, 李 静, 林 电

(海南大学农学院, 海南海口 570228)

**摘要:**对海南省三亚、乐东、陵水 3 个芒果主产区 11 个芒果种植园 0~20 cm 土层的土壤样品进行分析。结果表明, 3 个地区土壤的 pH 值均偏低, pH 值 < 5.5 的土样比例达到了 90.91%, 三亚、陵水 pH 值 < 5.5 的土样达到了 100%; 全区有 54.55% 的土壤有机质含量低于 10 g/kg; 36.36% 的样品碱解氮含量 > 150 mg/kg, 有效磷含量均高于 10 mg/kg; 81.82% 的土壤速效钾含量低于 100 mg/kg。总体上看, 陵水地区的有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量均低于三亚和乐东, 而且 3 个地区的速效钾含量均较低。

**关键词:**海南省; 芒果主产区; 土壤; 肥力评价

**中图分类号:** S158 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)03-0224-04

芒果(*Mangifera indica* L.) 是一种原产于印度的漆树科常绿大乔木, 其果实含有丰富的糖、蛋白质、粗纤维、胡萝卜素, 而且味道香甜, 口味独特, 深受人们的喜爱, 素有“热带果王”的美誉<sup>[1]</sup>。芒果在世界的热带和亚热带地区已广泛种植, 在我国主要集中在海南、广东、广西、云南、台湾等地。海南省地处热带地区, 芒果的种植面积和经济产值近年来有所增加, 目前已经成为第二大水果产业。种植面积的日益增加对海南特色芒果经济的影响也越来越显著<sup>[2]</sup>。

土壤是果树等植物赖以生长和发育的基地, 是农业生态系统的重要组成部分, 其本质就是肥力。土壤肥力也是土壤各方面性质的综合反映, 体现了其在农业生产和科学研究中的重要地位。土壤肥力的高低直接影响作物生长, 影响农业生产结构、布局和效益等。如何科学、合理、实用地评价土

壤肥力, 为指导农业生产提供理论依据, 显得尤为重要。林电认为, 海南省香蕉园土壤含镁量较低, 镁肥施用量应以 50~100 g/棵较为适宜<sup>[3]</sup>。海南省蕉园土壤硫、铜含量也较低, 应注意增施, 尤其在乐东地区。硼含量普遍低, 这是海南省蕉园土壤存在的一大问题, 应注意补充硼肥。杜忠杰等研究发现, 磷是海南橡胶园土壤最普遍缺乏的元素, 镁、铜次之<sup>[4]</sup>。骆东奇等通过研究得出土壤肥力综合指标的构成, 提出了科学合理的评价指标和体系<sup>[5-13]</sup>。江泽普等针对广西红壤、赤红壤进行肥力研究<sup>[14-15]</sup>, 但对海南省芒果主产区肥力评价的相关研究较少, 本研究着重对海南省三亚、陵水、乐东 3 个芒果主产区的果园土壤肥力进行了初步评价, 对果树的施肥进行了合理指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

本试验的土壤样品均采集于海南省的芒果主产区, 分布于三亚、陵水、乐东 3 地共 11 个果园的 0~20 cm 土层, 采样时间为 2013 年 7 月。采样时先使用锄头挖出 20 cm 深的剖面, 再用小铁铲采集剖面样品。果树滴水线内取 3 个点, 滴水线外取 3 个点, 即每个样品为 3 个点的混合样。其中, 滴水线内侧通常为果树施肥区, 滴水线外侧为非施肥区。

收稿日期: 2015-11-25

基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(编号: 201203092-4-3); 海南大学中西部计划-学科重点领域建设项目(编号: ZXBH-XK003)。

作者简介: 仇海威(1991—), 男, 黑龙江佳木斯人, 硕士研究生, 主要从事作物栽培与土壤研究。E-mail: 1419154270@qq.com。

通信作者: 林 电, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事土壤肥力与养分资源管理研究。E-mail: lindian5519@163.com。

Water Environment Federation, 2010(9): 7109–7116.

[3] Disayathanoowat T, Young J P W, Helgason T, et al. T-RFLP analysis of bacterial communities in the midguts of *Apis mellifera* and *Apis cerana* honey bees in Thailand[J]. FEMS Microbiology Ecology, 2012, 79(2): 273–281.

[4] 袁和忠, 沈 吉, 刘恩峰, 等. 太湖水体及表层沉积物磷空间分布特征及差异性分析[J]. 环境科学, 2010, 31(4): 954–960.

[5] 朱艳霞, 邱业先, 钱 玮. 一种适用于太湖底泥基因组 DNA 的提取方法[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(7): 31–33.

[6] McMahon K D, Jenkins D, Keasling J D. Polyphosphate kinase genes from activated sludge carrying out enhanced biological phosphorus removal[J]. Proceedings of the Water Environment Federation, 2001(16): 20–33.

[7] McMahon K D, Yilmaz S, He S, et al. Polyphosphate kinase genes from full-scale activated sludge plants[J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2007, 77(1): 167–173.

[8] Antunes P M, Koch A M, Dunfield K E, et al. Influence of commercial inoculation with *Glomus intraradices* on the structure and functioning of an AM fungal community from an agricultural site[J]. Plant and Soil, 2009, 317(1/2): 257–266.

[9] 朱艳霞. 太湖入水口底泥微生物宏基因组及聚磷菌多样性研究[D]. 苏州: 苏州科技学院, 2012.

[10] 王 荻, 徐革锋, 刘 洋, 等. 两种双酶切组合在细鳞鱼 AFLP 体系中的比较分析[J]. 大连海洋大学学报, 2009, 24(5): 459–464.

[11] 李大鹏, 黄 勇, 李伟光, 等. 底泥扰动对上覆水中磷形态分布的影响[J]. 环境科学学报, 2009(2): 279–284.

1.2 营养元素分析方法

各指标分析方法详见表 1,具体操作步骤参照文献[16]。

表 1 测定方法

指标	方法
pH 值	水浸提电位法
有机质含量	重铬酸钾浓 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 外加热法
碱解氮含量	碱解扩散法
速效磷含量	0.03 mol/L NH <sub>4</sub> F - 0.025 mol/L HCl 浸提钼锑抗比色法
速效钾含量	中性醋酸铵浸提火焰光度法
交换性钙镁含量	1 mol/L 醋酸铵交换原子吸收分光光度法
有效硫含量	磷酸盐浸提硫酸钡比浊法
有效铜锌含量	0.1 mol/L HCl 浸提原子吸收分光光度法
有效硼含量	沸水浸提姜黄素比色法

1.3 数据处理

数据利用 Excel 处理和作图,利用 SAS 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 土壤 pH 值、有机质含量

pH 值作为土壤重要的化学性质之一,对作物的生长、微生物的活动、养分的有效化及土壤的物理性质等方面都有很大的影响<sup>[17]</sup>。从表 2 可以看出,全区滴水线外 pH 值变幅为 4.81 ~ 5.57,平均值为 5.28。滴水线内变幅为 4.70 ~ 5.84,平均值为 5.48,滴水线外 90.91% 的土样 pH 值在 4.5 ~ 5.5 范围内,滴水线内 63.64% 的土样 pH 值 > 5.5。总体来看,土壤呈微酸性,可适当施用石灰进行改良。

表 2 芒果园土壤 pH 值

区域	pH 值范围	pH 值平均值	样品总数 (个)	pH 值 < 4.5 样品数 (个)	pH 值 4.5 ~ 5.5 样品数 (个)	pH 值 > 5.5 样品数 (个)
全区(滴水线外)	4.81 ~ 5.57	5.28	11	0(0.00)	10(90.91)	1(9.09)
全区(滴水线内)	4.70 ~ 5.84	5.48	11	0(0.00)	4(36.36)	7(63.64)
三亚(滴水线外)	4.81 ~ 5.34	5.06	4	0(0.00)	4(100.00)	0(0.00)
三亚(滴水线内)	4.70 ~ 5.64	5.37	4	0(0.00)	1(25.00)	3(75.00)
乐东(滴水线外)	5.37 ~ 5.57	5.47	4	0(0.00)	3(75.00)	1(25.00)
乐东(滴水线内)	5.38 ~ 5.67	5.52	4	0(0.00)	2(50.00)	2(50.00)
陵水(滴水线外)	5.23 ~ 5.36	5.31	3	0(0.00)	3(100.00)	0(0.00)
陵水(滴水线内)	5.28 ~ 5.84	5.57	3	0(0.00)	1(33.33)	2(66.67)

注:表中括号内的数字为该样品所占比例(%)。

土壤有机质含量与土壤肥力水平密切相关,而且在植物营养中也有重要的作用。从表 3 可知,全区滴水线外有机质含量变幅为 5.06 ~ 20.05 g/kg,平均值为 10.53 g/kg,较滴水线内偏低。滴水线外 54.55% 的果园有机质含量 < 10 g/kg,滴水线内为 27.27%;各地区滴水线内有机质含量平均值均较滴水线外高,可能是由于使用有机肥的原因。若以土壤有

机质含量 10 g/kg 为有机质的丰缺指标,则可以看出,三亚滴水线外果园的土壤有机质含量较为丰富,75.00% 的样品有机质含量在 10 ~ 20 g/kg 范围内,25.00% 的样品有机质含量 > 20 g/kg<sup>[18]</sup>。而乐东、陵水的果园土壤有机质含量偏低,在施肥时可以增施有机肥。

表 3 芒果园土壤有机质含量

区域	有机质含量(g/kg)		样品总数 (个)	< 10 g/kg 样品数 (个)	10 ~ 20 g/kg 样品数 (个)	> 20 g/kg 样品数 (个)
	范围	平均值				
全区(外)	5.06 ~ 20.05	10.53	11	6(54.55)	4(36.36)	1(9.09)
全区(内)	6.86 ~ 21.65	14.00	11	3(27.27)	6(54.55)	2(18.18)
三亚(外)	12.74 ~ 20.05	15.88	4	0(100.00)	3(75.00)	1(25.00)
三亚(内)	12.80 ~ 21.65	18.55	4	0(100.00)	2(50.00)	2(50.00)
乐东(外)	5.06 ~ 12.24	8.01	4	3(75.00)	1(25.00)	0(100.00)
乐东(内)	6.86 ~ 18.31	11.71	4	2(50.00)	2(50.00)	0(100.00)
陵水(外)	5.84 ~ 7.76	6.75	3	3(100.00)	0(100.00)	0(100.00)
陵水(内)	7.74 ~ 12.92	10.98	3	1(33.33)	2(66.67)	0(100.00)

注:表中括号内的数字为该样品所占比例(%)。

2.2 土壤大量元素含量

芒果从土壤中吸收氮、磷、钾、钙、镁的含量较大,吸收量最多的是钾,氮、磷次之。从表 4 可知,全区滴水线外土壤碱解氮含量变幅为 77.41 ~ 551.68 mg/kg,平均值为 171.98 mg/kg;36.36% 的样品碱解氮含量 < 100 mg/kg;36.36% 的样品含量 > 150 mg/kg。全区滴水线内土壤碱解氮含量变幅为 106.23 ~ 416.77 mg/kg,平均值为 220.49 mg/kg,81.82% 的样品碱解氮含量 > 150 mg/kg。若以 150 mg/kg 为

临界值<sup>[18]</sup>,三亚、乐东、陵水地区的土壤碱解氮含量均较高,且三亚、陵水地区滴水线内的碱解氮含量均高于滴水线外。

从表 5 可知,全区滴水线外土壤有效磷含量变幅为 13.2 ~ 53.42 mg/kg,平均值为 29.5 mg/kg,72.73% 的土样速效磷含量 > 20 mg/kg;无 < 10 mg/kg 的土样。全区滴水线内的土壤有效磷含量变幅为 8.75 ~ 62.73 mg/kg,平均值为 35.75 mg/kg。在 < 10、10 ~ 20 mg/kg 范围内的土壤样品各占 9.09%, > 20 mg/kg 的样品占 81.82%。三亚地区的样品速

表 4 芒果园土壤碱解氮(N)含量

区域	碱解氮含量(mg/kg)		样品总数 (个)	<100 mg/kg 样品数 (个)	100 ~ 150 mg/kg 样品数 (个)	>150 mg/kg 样品数 (个)
	范围	平均值				
全区(外)	77.41 ~ 551.68	171.98	11	4(36.36)	3(27.27)	4(36.36)
全区(内)	106.23 ~ 416.77	220.49	11	0(0.00)	2(18.18)	9(81.82)
三亚(外)	77.41 ~ 122.61	90.34	4	3(75.00)	1(25.00)	0(0.00)
三亚(内)	173.72 ~ 364.57	251.16	4	0(0.00)	0(0.00)	4(100.00)
乐东(外)	85.60 ~ 551.68	259.42	4	1(25.00)	1(25.00)	2(50.00)
乐东(内)	106.23 ~ 461.77	233.11	4	0(0.00)	2(50.00)	2(50.00)
陵水(外)	143.39 ~ 167.84	164.26	3	0(0.00)	1(33.33)	2(66.67)
陵水(内)	159.52 ~ 168.10	162.76	3	0(0.00)	0(0.00)	3(100.00)

注:表中括号内数字为该样品所占比例(%)。

表 5 芒果园土壤有效磷(P)含量

区域	有效磷含量(mg/kg)		样品总数 (个)	<10 mg/kg 样品数 (个)	10 ~ 20mg/kg 样品数 (个)	>20 mg/kg 样品数 (个)
	范围	平均值				
全区(外)	13.20 ~ 53.42	29.50	11	0(0.00)	3(27.27)	8(72.73)
全区(内)	8.75 ~ 62.73	35.75	11	1(9.09)	1(9.09)	9(81.82)
三亚(外)	22.18 ~ 53.42	38.85	4	0(0.00)	0(0.00)	4(100.00)
三亚(内)	43.55 ~ 62.73	42.08	4	0(0.00)	0(0.00)	4(100.00)
乐东(外)	13.20 ~ 39.49	30.04	4	0(0.00)	1(25.00)	3(75.00)
乐东(内)	27.63 ~ 38.23	32.37	4	0(0.00)	0(0.00)	4(100.00)
陵水(外)	13.77 ~ 20.81	16.31	3	0(0.00)	2(66.67)	1(33.33)
陵水(内)	8.75 ~ 26.65	17.78	3	1(33.33)	1(33.33)	1(33.33)

注:表中括号内的数字为该样品所占比例(%)。

效磷含量较高,均在 >20 mg/kg 范围内;乐东地区除了滴水线外 1 样品含量在 10 ~ 20 mg/kg 内,其余均在 >20 mg/kg 范围内;陵水地区相对于三亚、乐东地区,土壤有效磷含量稍低。同样,滴水线内速效磷含量均高于滴水线外。

从表 6 可知,全区滴水线外土壤有效钾含量变幅为 14.74 ~ 121.69 mg/kg,平均值为 59.79 mg/kg,其中 <100 mg/kg 的样品占 81.82%,在 100 ~ 150 mg/kg 范围内

的样品占 18.18%,无 >100 mg/kg 的样品。全区滴水线内的变幅为 33.05 ~ 160.74 mg/kg,平均值为 78.22 mg/kg,其中 <100 mg/kg 的样品占 81.82%;在 100 ~ 150 mg/kg 范围内的样品占 9.09%;>150 mg/kg 的样品占 9.09%。从数值来看,三亚、陵水、乐东果园土壤的速效钾含量均较低,因此建议合理地多施一些钾肥,来提高土壤速效钾的含量,而且滴水线内速效钾含量均高于滴水线外。

表 6 芒果园土壤速效钾(K)含量

区域	速效钾含量		样品总数 (个)	<100 mg/kg 样品数 (个)	100 ~ 150 mg/kg 样品数 (个)	>150 mg/kg 样品数 (个)
	范围	平均值				
全区(外)	14.74 ~ 121.69	59.79	11	9(81.82)	2(18.18)	0(0.00)
全区(内)	33.05 ~ 160.74	78.22	11	9(81.82)	1(9.09)	1(9.09)
三亚(外)	59.37 ~ 121.69	92.80	4	3(75.00)	1(25.00)	0(0.00)
三亚(内)	86.83 ~ 160.74	117.32	4	2(50.00)	1(25.00)	1(25.00)
乐东(外)	38.87 ~ 79.79	51.73	4	4(100.00)	0(0.00)	0(0.00)
乐东(内)	33.05 ~ 97.59	61.13	4	4(100.00)	0(0.00)	0(0.00)
陵水(外)	14.74 ~ 32.69	26.53	3	3(100.00)	0(0.00)	0(0.00)
陵水(内)	34.99 ~ 49.49	48.88	3	3(100.00)	0(0.00)	0(0.00)

注:表中括号内的数字为该样品所占比例(%)。

2.3 土壤中微量元素含量

从表 7 可以看出,全区滴水线外交换性钙含量的变幅为 64.33 ~ 402.14 mg/kg,平均值为 156.79 mg/kg, <100 g/kg 的样品占 27.27%。全区滴水线内的交换性钙含量变幅为 152.78 ~ 962.94 mg/kg,平均值为 714.11 mg/kg,无小于 100 mg/kg 的样品。全区滴水线外交换性镁含量的变幅为 7.68 ~ 122.09 mg/kg,平均值为 39.09 mg/kg, <25 mg/kg 的样品占 36.36%。全区滴水线内的交换性镁含量变幅为

25.72 ~ 121.45 mg/kg,平均值为 60.65 mg/kg,无 <25 mg/kg 的样品。全区滴水线外有效硫含量的变幅为 5.20 ~ 11.45 mg/kg,平均值为 7.97 mg/kg, <10 mg/kg 的样品占 81.82%。全区滴水线内有效硫含量变幅为 2.27 ~ 14.05 mg/kg,平均值为 8.07 mg/kg,小于 10 mg/kg 的样品占 72.73%。从表 7 可以看出,乐东、陵水地区果园交换性钙含量较丰富,无小于临界值的样品;三亚、乐东地区滴水线外有 25.00% 的样品交换性镁含量 <25 mg/kg,陵水地区滴水线

外有 66.67% 的样品交换性镁含量 <25 mg/kg;3 个地区土壤有效硫含量均较少,尤其是乐东地区,小于 10 mg/kg 的样品已达到 100.00%,且滴水线内交换性钙、交换性镁、有效硫含量均高于滴水线外。

表 7 芒果园土壤交换性钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)含量

区域	元素含量范围(mg/kg)			低于临界值样品数(个)		
	交换性钙	交换性镁	有效硫	交换性钙含量<100 g/kg	交换性镁含量<25 mg/kg	有效硫含量<10 mg/kg
全区(外)	64.33~402.14	7.68~122.09	5.20~11.45	3(27.27)	4(36.36)	9(81.82)
全区(内)	152.78~962.94	25.72~121.45	2.27~14.05	0(0.00)	0(0.00)	8(72.73)
三亚(外)	64.33~102.60	16.74~122.09	5.20~10.61	3(75.00)	1(25.00)	3(75.00)
三亚(内)	294.63~962.94	43.32~121.45	7.02~10.24	0(0.00)	0(0.00)	3(75.00)
乐东(外)	108.93~148.09	14.82~53.67	6.11~9.24	0(0.00)	1(25.00)	4(100.00)
乐东(内)	152.78~423.71	25.72~84.25	2.24~14.05	0(0.00)	0(0.00)	3(75.00)
陵水(外)	194.08~402.14	7.68~28.14	5.66~11.45	0(0.00)	2(66.67)	2(66.67)
陵水(内)	271.52~364.01	30.08~81.68	5.14~12.17	0(0.00)	0(0.00)	2(66.67)

注:表中括号内数字为该样品所占比例(%)。

3 结论与讨论

3.1 结论

经过以上分析可以得出,土壤的 pH 值偏低,海南省全区滴水线外有 90.91% 的土壤 pH 值 <5.5;陵水、三亚地区滴水线外 pH 值 <5.5 的土样达到了 100.00%;全区有 54.55% 的土样有机质含量 <10 g/kg,36.36% 的土样碱解氮含量 <100 mg/kg,有效磷含量 <10 mg/kg 的土样为 0,81.82% 的土样速效钾含量 <100 mg/kg,27.27% 的土样交换性钙含量 <10 mg/kg,36.36% 的土样交换性镁含量 <25 mg/kg,81.82% 的土样有效硫含量 <10 mg/kg。3 个地区中陵水的土壤肥力水平最低,其有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、交换性钙、交换性镁、有效硫含量均低于三亚和乐东。3 个地区的土壤速效钾含量和有效硫含量均较低,尤其是乐东和陵水,速效钾含量 <100 mg/kg 的样品达到 100.00%。全区滴水线内有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、交换性钙、交换性镁、有效硫含量均高于滴水线外,这主要与常年在滴水线内施肥有关。

3.2 讨论及建议

芒果生长的最适 pH 值范围为 5.5~7.0,若土壤 pH 值超过 7.5 或低于 5.0,则会影响植株的生长发育。因此,建议对 pH 值较低的酸性土壤合理施用一些石灰,这样不仅可以改良酸性土壤,而且可以增加土壤中的钙。3 个地区土壤碱解氮含量均较高,在施肥过程中不宜增施氮肥,以免造成氮素过剩而不利于开花结果。3 个地区的土壤速效钾含量均较低,可以考虑增施一些钾肥,芒果从花芽分化至现蕾期对钾肥的需求量较高,增施钾肥对两性花的形成有促进作用。三亚地区果园可适当增施一些钙肥,陵水地区果园可适当增施一些镁肥<sup>[19]</sup>。3 个地区土壤有效硫含量均较少,尤其是乐东地区,<10 mg/kg 的样品已达到 100.00%,因此须要增施硫肥。

本试验只是初步对海南省芒果园土壤进行了评价,没有从微量元素层面进行探究。如果要建立一套完整施肥体系,还需要更深入进行研究才能确定适合不同地区的果园施肥体系。

参考文献:

[1] 张少若. 热带作物营养与施肥[M]. 北京:中国农业出版

社,1996.  
[2] 黄良团. 海南芒果产业可持续发展与对策[J]. 热带农业工程, 2009,33(6):50-52.  
[3] 林 电. 海南香蕉园土壤肥力研究[J]. 中国土壤与肥料,2007(2):26-29.  
[4] 杜志杰,林 电,许 杰,等. 海南省橡胶园土壤养分状况研究[J]. 广东农业科学,2011,38(11):73-77.  
[5] 骆东奇,白 洁,谢德体,等. 土壤肥力评价指标和方法[J]. 土壤与环境,2002,11(2):202-205.  
[6] 刘洪鸽,赵玉明,王秀颖,等. 土壤肥力评价方法探讨[J]. 长江科学院院报,2008,25(3):62-66.  
[7] 庞元明. 土壤肥力评价研究进展[J]. 山西农业科学,2009,37(2):85-87.  
[8] 王子龙,付 强,姜秋香,等. 土壤肥力综合评价研究进展[J]. 农业系统科学与综合研究,2007,23(1):15-18.  
[9] 熊 毅. 我国土壤科学研究的回顾[J]. 土壤,1984,16(2):41-45.  
[10] 吴玉红,同延安,南雄雄,等. 基于主成分分析的土壤肥力综合指数评价[J]. 生态学杂志,2010,29(1):173-180.  
[11] 黄 勇. 土壤质量评价国外研究进展[J]. 地质通报,2009,28(1):130-135.  
[12] 李 梅. 不同土体构型的土壤肥力评价及与容重关系分析[J]. 土壤通报,2011,42(6):1420-1426.  
[13] 曹承绵,严长生,张志明,等. 关于土壤肥力数值化综合评价的探讨[J]. 土壤通报,1983(4):13-15.  
[14] 江泽普,韦广波,蒙炎成,等. 广西红壤果园土壤肥力退化研究[J]. 土壤,2003,35(6):510-517.  
[15] 增柱发,曹洪麟,黄俊庆,等. 赤红壤芒果园的土壤特性及肥力调控[J]. 广东农业科学,2003(2):25-27.  
[16] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2002:257-282.  
[17] 陈 菁,唐树梅,韦家少,等. 海南芒果园土壤 pH 值与土壤有效养分的关系[J]. 热带农业科学,1999(5):25-29.  
[18] 土壤养分丰缺临界指标[EB/OL]. [2015-10-20]. <http://wenku.baidu.com/link?url=r100YA-UpUOKLxd3QDEO-bp-POzHmt99-X7nJ5vnaNloIP5hSPp-QYjopWABIDbo54wXWEEfY03cVlzd0giT9gp3ft11rp8AO5kz5TDJIUPaS>.  
[19] 李华东,白亭玉,郑 妍,等. 土壤施钙对芒果果实钾、钙、镁含量及品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2014(6):76-80.