

粤北小坑镇油茶林土壤养分状况调查与评价^{*}

徐煲铎¹ 罗丽君¹ 李永泉² 刘伟新³

王明怀¹ 王 静¹ 张应中¹

(1. 广东省森林培育与保护利用重点实验室 / 广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520;

2. 广东省林业科技推广总站, 广东 广州 510173; 3. 韶关市曲江区国有小坑林场, 广东 韶关 512162)

摘要 采用典型样地调查的方法, 以韶关市曲江区国有小坑林场国家油茶良种基地为基础, 系统研究了全域范围内不同地点、海拔、坡位和土层的自然含水量、容重、pH 值、土壤有机质、大中微量元素含量等。结果显示韶关市小坑镇油茶林土整体土壤 pH 值在 4.5~6.5 之间, 属酸性土壤, 土壤有机质平均含量为 12.68 g·kg⁻¹, 属于低水平。土壤全氮和碱解氮含量低, 全磷含量整体缺乏, 有效磷含量极度缺乏, 速效钾含量偏低。该试验区域的交换钙和交换镁都处于极度缺乏的水平, 有效硼的含量匮乏, 有效铜和有效锰含量中等, 有效锌含量丰富, 有效铁的含量最高。需要补充适量的氮、磷、钾等大量元素及钙、镁等中量元素和微量元素硼。

关键词 油茶林地; 土壤养分; 粤北

中图分类号: S151.9 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2018) 06-0044-07

Investigation and Analysis of Soil Nutrient for Camellia Forest Land in Xiaokeng Town, North Guangdong

XU Baohua¹ LUO Lijun¹ LI Yongquan² LIU Weixin³

WANG Minghuai¹ WANG Jing¹ ZHANG Yingzhong¹

(1. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 2. Guangdong Province Forestry Science and Technology Extension Station, Guangzhou, Guangdong 510173, China; 3. Xiaokeng Forest Farm, Shaoguan, Guangdong 512162, China)

Abstract Using the method of typical sample survey, the natural water content, unit weight, pH value, soil organic matter and mass-medium-trace elements contents of different locations, elevation, slope position and soil layer were systematically studied in Xiaokeng National *Camellia oleifera* base and other Camellia plantations in this town. The analysis results showed that the soil of Camellia Forest Land in Xiaokeng town was acidic and the organic content was relatively low. It was necessary to supplement a proper amount of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and boron in the Camellia Forest Land in this region.

Key words Camellia plantation; soil nutrient; North Guangdong

油茶 (*Camellia oleifera*) 是我国栽植面积最大、分布范围较广的木本油料树种^[1], 主要分布在江西、湖南、广西、广东、贵州、云南、四川等省份^[2]。油茶树耐瘠耐旱, 适合荒山荒坡种植,

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2017KJCX016、2015KJCX035)、中央财政林业科技推广示范项目 ([2016] GDTK-03 号) 资助。

第一作者: 徐煲铎 (1984—), 男, 工程师, 主要从事经济林育种与栽培研究, E-mail: baohuaxu@sinogaf.cn。

通信作者: 张应中 (1970—), 男, 研究员, 主要从事经济林育种与栽培研究, E-mail: zyzh3762@sinogaf.cn。

其主要产品茶油富含不饱和脂肪酸，是一种健康型高级食用油。大力发展油茶产业对增加农民收入，发展山区经济和改善生态环境有积极作用^[3]。广东省经济总量虽然连续数年排在全国第一，但省内区域发展极不平衡，粤东西北山区经济发展水平与珠三角地区存在极大差距。结合自身条件和发展基础，在粤北地区大力推进油茶种植与油茶产业发展，是实施“乡村振兴战略”和实现广东省“四个走在前列”的有效途径之一。

近年在国家政策的鼓励下，油茶种植面积逐步提升，但油茶林仍存在低产林占比较大、产油率较低等问题，除了品种退化、病虫害发生等因素，还与缺乏科学的施肥管理有关。不科学的施肥管理不仅会导致肥料大量浪费和加重环境污染，破坏土壤元素平衡，还极可能导致油茶林生长出现各种各样的问题^[4]。广东省韶关市曲江区小坑镇位于粤北地区，不仅具有适宜的油茶种植条件和悠久的种植传统，而且建设有国家油茶良种基地，对发展粤北地区油茶产业具有显著的带动和示范效应。土壤肥力对油茶人工林的生长有重要作用^[5]。要发展该地区油茶产业，必须进行科学施肥，而土壤养分含量丰缺诊断是科学施肥的核心^[6]。因此制定该地区油茶林的科学施肥方案，要首先对当地的油茶林土壤养分进行测定和分析。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验地点位于广东省韶关市曲江区小坑镇，经

纬度位置处于 24°41'~24°42' N 113°48'~113°50' E，属亚热带季风气候区，年平均气温 18.8~21.6℃，年降水量 400~2 400 mm，无霜期 310~340 d，年均日照时数 473~1 925 h，雨水充沛，土壤类型主要为黏土和沙土，立地条件良好。

1.2 试验材料

供试土壤采自韶关市曲江区小坑镇 6~7 a 生的油茶林地，种植的油茶树种主要包括普通油茶 (*Camellia oleifera*)、高州油茶 (*C. gauchowensis*) 和广宁红花油茶 (*C. semiserrata*) 等。

1.3 试验方法

1.3.1 采样方法 按照土壤调查标准技术方法^[7]，遵循随机性、典型性和可操作性原则，在韶关市曲江区国有小坑林场国家油茶良种基地设置 3 个样地，在韶关市曲江区小坑镇黄竹坪和小坪各设置 1 个样地，共 5 个样地，分别编号样地 1~5 (图 1)。每个样地按照坡顶、坡中、坡底选取 3 个土壤采集点，用手持 GPS 定位，记录每个采集点的经纬度、海拔以及植被类型等相关立地因子 (表 1)。每个土壤采集点各挖取一个剖面，每个剖面根据土壤厚度，按 0~20 cm、20~40 cm、40~60 cm、60~80 cm 和 80~100 cm 进行分层，自下而上分层采集表面土 500 g，装入布袋中，进行后续元素含量测定；用环刀取土样，用以测定土壤样品容重。

1.3.2 分析方法 采用相应标准测定方法^[8-17]，分别测定 pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、全硫、碱解氮、有效磷、速效钾、交换钙、交换镁、



图 1 采样点分布图

Fig.1 Sampling plots distribution map

表 1 采样点基本信息
Tab.1 Sampling plots basic information

样点 Sampling plot	植被类型 Vegetation form	坡位 Slope position	经纬度 Longitude and latitude	海拔 /m Altitude
样点 1	油茶人工林	上	24° 41' 37.98" N 113° 50' 44.64" E	339
		中	24° 41' 37.34" N 113° 50' 42.7" E	332
		下	24° 41' 34.47" N 113° 50' 39.93" E	294
样点 2	油茶人工林	上	24° 42' 47.2" N 113° 48' 8.55" E	315
		中	24° 42' 47.68" N 113° 48' 6.02" E	300
		下	24° 42' 43.62" N 113° 48' 6.89" E	284
样点 3	油茶人工林	上	24° 42' 31.99" N 113° 48' 15.16" E	320
		中	24° 42' 32.33" N 113° 48' 9.86" E	304
		下	24° 42' 33.05" N 113° 48' 6.34" E	289
样点 4	油茶人工林	上	24° 42' 20.47" N 113° 48' 19.92" E	349
		中	24° 42' 20.84" N 113° 48' 21.41" E	343
		下	24° 42' 22.11" N 113° 48' 22.72" E	329
样点 5	油茶人工林	上	24° 42' 16.99" N 113° 48' 51.26" E	304
		中	24° 42' 14.33" N 113° 48' 53.52" E	259
		下	24° 42' 12.44" N 113° 48' 56.38" E	250

有效铜、有效锌、有效铁、有效锰和有效硼等指标。养分分级标准参考全国土壤普查分类标准及广东省土壤养分分级指标。

2 结果与分析

2.1 土壤养分状况与评价

2.1.1 土壤物理指标 （1）自然含水量与 pH 值。小坑镇油茶林土壤平均自然含水量为 23.11%，容重均值为 1.63 g·cm⁻³。该地区油茶林地土壤 pH 值为 4.79，属酸性土壤。

（2）有机质含量。与土壤分级标准比较，小坑镇油茶林土壤有机质平均含量为 12.68 g·kg⁻¹，属于较低水平，其中以样地 4 的土壤有机质含量最高为 17.86 g·kg⁻¹，样地 3 的土壤有机质含量最低为 7.87 g·kg⁻¹。该试验区域在油茶林管理时应适当增加有机肥的施用。

2.1.2 土壤化学指标 （1）大量元素。小坑镇油茶林土壤整体氮素含量缺乏，5 个样地的土壤全氮平均含量分别为 0.46~0.92 g·kg⁻¹（表 2）。其中样地 1 土壤全氮含量平均水平极低，样地 5 平均水平含量很低，样地 2、样地 3 和样地 4 平均水平含量为低。5 个试验样地的土壤碱解氮平均含量分别为 39.61~76.68 g·kg⁻¹。将土壤碱解氮测定结果与土壤分级标准相比较，样地 1 和样地 3 平均水平

含量很低，样地 2、样地 4 和样地 5 平均水平含量低。土壤碱解氮整体比较缺乏。

小坑镇油茶林土壤全磷含量总体比较缺乏，5 个试验样地的土壤全磷含量在 0.18~0.39 g·kg⁻¹。其中样地 1 平均水平含量极低，其余 4 个样地平均水平含量很低。各样地有效磷含量为 0.34~0.74 mg·kg⁻¹，有效磷平均含量均极低，整体供磷能力极差，其中样地 5 的平均含量最高。

小坑镇油茶林土壤全钾整体含量处于中等水平，含量在 12.49~28.45 g·kg⁻¹，其中样地 1 和样地 2 平均水平含量高，样地 5 平均水平含量中等，样地 1 和样地 4 平均水平含量低，且含量变异比较大。速效钾含量总体不足，含量在 30.70~74.41 mg·kg⁻¹，其中样地 1、样地 2 和样地 3 平均水平含量很低，样地 4 和样地 5 平均水平含量低，每个样地速效钾含量变异较大。

（2）中量元素。小坑镇油茶林土壤交换钙 5 个样地整体含量都处于极低水平，平均含量在 47.86~178.15 mg·kg⁻¹，样地间不同样点的交换钙含量差异均都较大，整体平均含量为 107.47 mg·kg⁻¹，其中样地 3 和样地 4 的样点均处于极低的水平，样地 2 的交换钙含量中等。

土壤交换镁整体含量变化情况与交换钙含量变化情况相近，5 个样地整体含量都处于极低水

表 2 各样点大、中、微量元素含量

Tab.2 The contents of mass-medium-trace elements elements in sampling points

营养元素 Nutrient	样点 1 Plot 1	样点 2 Plot 2	样点 3 Plot 3	样点 4 Plot 4	样点 5 Plot 5	总体 Total
全氮 /(g·kg ⁻¹) Total Nitrogen	0.46	0.89	0.92	0.82	0.73	0.76
全磷 /(g·kg ⁻¹) Total Phosphorus	0.18	0.34	0.32	0.30	0.39	0.31
全钾 /(mg·kg ⁻¹) Total Potassium	14.24	23.72	28.45	12.49	15.93	18.96
碱解氮 /(mg·kg ⁻¹) Alkali-hydrolyzable Nitrogen	49.32	60.50	39.61	76.68	66.71	58.56
有效磷 /(mg·kg ⁻¹) Available Phosphorus	0.56	0.40	0.34	0.72	0.74	0.74
速效钾 /(mg·kg ⁻¹) Available Potassium	30.70	34.72	48.90	62.10	74.41	50.17
交换钙 /(mg·kg ⁻¹) Available Calcium	129.68	102.53	79.12	47.86	178.15	107.47
交换镁 /(mg·kg ⁻¹) Available Magnesium	7.60	8.41	9.08	8.43	17.22	10.15
全硫 /(g·kg ⁻¹) Total Sulphur	0.35	0.35	0.21	0.34	0.35	0.32
有效铜 /(mg·kg ⁻¹) Available Cuprum	0.11	0.61	0.30	0.18	0.34	0.31
有效锌 /(mg·kg ⁻¹) Available Zinc	0.27	9.27	8.18	6.80	4.03	5.71
有效铁 /(mg·kg ⁻¹) Available Ferrum	12.83	26.44	12.18	10.44	7.98	13.97
有效锰 /(mg·kg ⁻¹) Available Manganese	2.92	14.64	5.18	3.11	1.53	5.48
有效硼 /(mg·kg ⁻¹) Available Boron	0.14	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10

平, 平均含量在 7.60~17.22 mg·kg⁻¹, 样地间不同样点的交换镁含量差异均较大, 整体平均含量为 10.15 mg·kg⁻¹, 其中除了样地 5 含量低, 其他样点的交换镁含量均为极低。

该试验区域油茶林土壤全硫整体含量极丰富, 各样地间的含量变化不大, 5 个样地全硫的平均含量为 0.21~0.35 g·kg⁻¹, 其中样地 1、样地 2 和样地 5 的平均含量均为 0.35 g·kg⁻¹, 样地 3 的含量最低。

(3) 微量元素。该试验区域油茶林土壤中的有效铜含量适量, 整体平均含量为 0.31 mg·kg⁻¹, 平均变化幅度在 0.11~0.61 mg·kg⁻¹, 其中样地 1 和样地 4 有效铜含量低, 样地 2、样地 3 和样地 5 有效铜含量适中, 样地 2、样地 3 和样地 4 都有个别采样点有效铜含量较高。

该试验区域油茶林土壤有效锌整体含量极丰富, 平均含量变化幅度在 0.27~9.27 mg·kg⁻¹, 其中样地 1 的有效锌含量极低, 其他样地的含量都比较高, 且大部分样点超过 3.00 mg·kg⁻¹ (一级)。

该试验区域油茶林土壤有效铁整体含量较丰富, 平均含量变化幅度在 7.98~26.44 mg·kg⁻¹, 其中样地 5 有效铁含量丰富, 样地 1、样地 3 和样地 4 有效铁含量较丰富, 样地 2 有效铁含量极丰富。

该试验区域油茶林土壤有效锰整体含量较丰富, 平均含量变化幅度在 1.53~14.64 mg·kg⁻¹, 其中样地 1、样地 4 和样地 5 土壤有效锰含量缺乏,

样地 3 土壤有效锰含量丰富, 样地 2 土壤有效锰含量比较丰富。

该试验区域油茶林土壤有效硼含量匮乏, 平均含量变化幅度在 0.08~0.14 mg·kg⁻¹。

2.2 不同深度土壤养分分析

各试验样地土壤表层土 (0~40 cm) 与深层土 (40~100 cm) 对比分析结果显示: 该地区表层土 pH 值和深层土变化不大; 该地区油茶林地表层土的有机质平均含量为 19.66 g·kg⁻¹, 深层土的有机质平均含量为 8.02 g·kg⁻¹, 表层土有机质含量明显高于深层土有机质含量 (图 2); 碱解氮、有效磷、速效钾、交换钙、交换镁、有效铜、有效铁和有效硼都是表层土含量明显高于深层土含量; 全硫、全磷和有效锌表层土含量和深层土含量相差不大; 全钾和有效锰的表层土含量低于深层土含量。

2.3 不同坡位土壤养分分析

由不同坡位的土壤 pH 值和养分含量可知 (图 3), 该区域油茶林样地不同坡位的土壤 pH 值相近。有机质中坡位的含量为 13.95 g·kg⁻¹, 高于上坡位和下坡位的含量。大量元素中, 全氮、全磷和全钾下坡位的含量分别为 0.76、0.37、21.38 g·kg⁻¹, 均高于中坡位和上坡位的含量; 碱解氮、有效磷和速效钾中坡位的含量分别为 62.86、1.27、68.44 mg·kg⁻¹, 均高于下坡位和上坡位的含量。中量元素中, 交换钙、交换镁和全硫中坡位

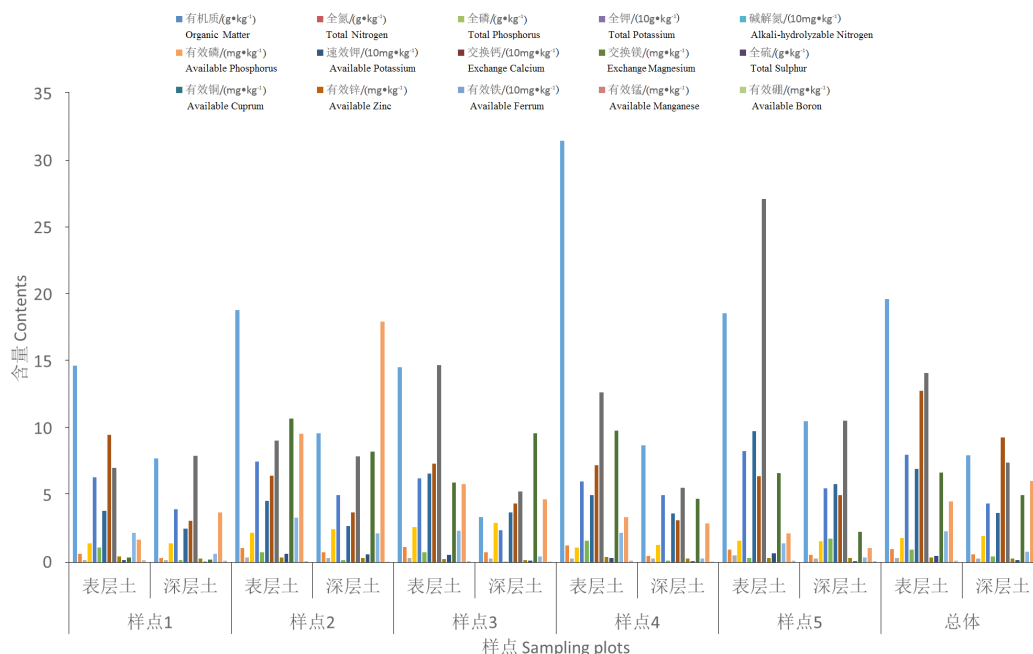


图2 各样地土壤有机质和大、中、微量元素养分深度变化

Fig.2 The spatial variability of soil organic matter and mass-medium-trace elements in sampling points

的含量分别为 131.36 、 12.40 、 $0.39 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，均高于下坡位和上坡位的含量。微量元素中，有效铜、有效锌、有效铁和有效锰下坡位的含量分别为 0.42 、 8.97 、 17.98 、 $10.02 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，均高于中坡位和上坡位的含量；有效磷和有效硼中坡位的含量分别为 1.27 、 $0.13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，均高于下坡位和上坡位的含量。在上坡位的含量中，除了全钾、有效硼和有效锌的含量不是处于最低水平外，其他土壤养分均处于最低水平。

3 讨论

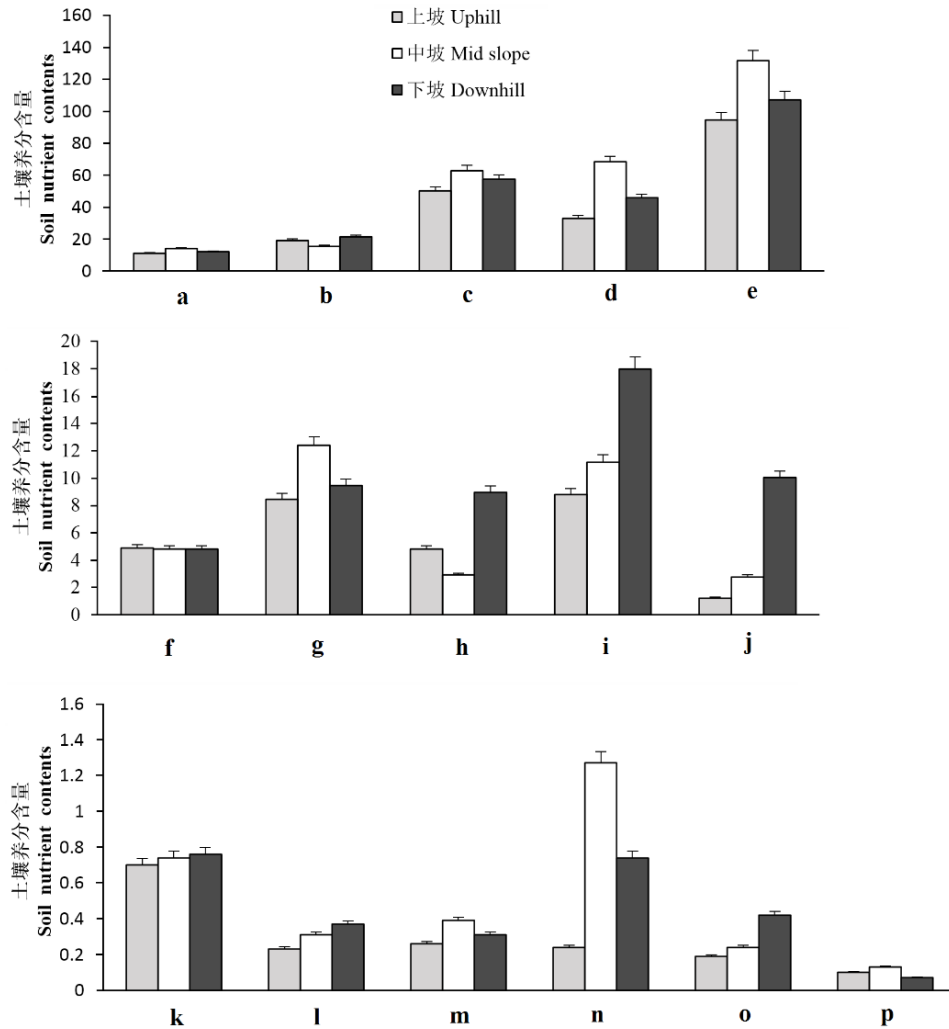
3.1 韶关市小坑镇油茶林土整体土壤 pH 值在 $4.5 \sim 6.5$ 之间，土壤有机质平均含量为 $12.68 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。土壤 pH 值对土壤矿物质和有机质分解起重要作用，影响土壤养分元素的释放、固定和迁移等^[7]。韶关市小坑镇油茶林土整体土壤属酸性土壤，适合油茶的生长。土壤有机质含量是衡量土壤肥力高低的一个重要指标，该区域土壤有机质平均含量属于低水平，说明该试验区域的油茶林肥力处于中下水平，需适当补充有机肥以满足油茶种植的需要。

土壤氮素含量会直接影响植物光合速率和生长发育，并最终影响植物的水分利用效率、光能利用率和产量等，从而影响产率^[19]。小坑镇油茶林样点土壤全氮和碱解氮含量低，样地土壤全磷含

量整体缺乏，有效磷含量极度缺乏，在培育管理上应注重磷肥的施用；速效钾含量偏低，为了促进油茶生长，提高鲜果出油率，可以在盛果期给缺钾的油茶林适当增施钾肥。本区油茶林土壤中全氮含量低于粤西云浮市油茶林土壤全氮含量^[20]，而全磷和全钾含量则相对较高，体现了明显的地区差异性。

土壤中交换钙、交换镁的丰缺会影响油茶的产量和茶油品质^[21]。该试验区域的交换钙和交换镁平均含量分别为 107.47 、 $10.15 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ，都处于极度缺乏的水平，需注意钙镁肥的施用。全硫含量较为丰富，无需补充。

微量元素在植物体内含量微少，但对植物生长发育发挥着巨大作用^[22]。小坑镇油茶林土壤微量元素有效铜、有效锌、有效铁、有效锰、有效硼的总平均含量分别为 0.31 、 5.71 、 13.97 、 5.48 、 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。有效硼的含量匮乏，有效铜和有效锰含量中等，有效锌含量丰富，有效铁的含量最高，与曹永庆等^[23]人在油茶树体中的发现一致。本研究结果表明韶关市小坑镇油茶林土壤中微量有效态营养元素总体含量除了有效硼含量极低，其他有效态营养元素整体含量较高。对于土壤有效铁、有效锰含量过高的地区，应适量喷撒石灰以抑制植株对铁、锰元素的过分吸收，导致油茶产、质量下降的现象^[24]。



注：a: 有机质 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Organic Matter b: 全钾 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Total Potassium c: 碱解氮 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Alkali-hydrolyzable Nitrogen d: 速效钾 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Potassium e: 交换钙 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Exchange Calcium f: Potential of Hydrogen g: 交换镁 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Exchange Magnesium h: 有效锌 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Zinc i: 有效铁 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Ferrum j: 有效锰 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Manganese k: 全氮 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Total Nitrogen l: 全磷 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Total Phosphorus m: 全硫 ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) Total Sulphur n: 有效磷 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Phosphorus o: 有效铜 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Cuprum p: 有效硼 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) Available Boron

图3 不同坡位土壤养分含量

Fig.3 Soil nutrient content at different slopes

3.2 小坑镇不同试验样地的土壤养分丰缺情况存在一定的差异，样地1除了有效铁含量丰富，有机质以及其他元素养分缺乏，其中全氮、全磷、有效磷、交换钙、交换镁、有效锌、有效硼含量极度缺乏，土壤养分管理应以改土培肥为主，补充氮磷钾肥时也要适当补充中微量元素，适当施用有机肥；样地2表层土酸性极强 ($\text{pH}<4.5$)，有效铜和有效锰含量适中，全钾含量丰富，有效锌和有效铁含量极其丰富，其他含量缺乏，其中有效磷、交换钙镁、有效硼含量极度缺乏，建议通过施用石灰、草木灰等适当提高土壤pH值，在土壤养分管理时要以提高氮磷含量为主，适当增

施钙镁肥和硼肥；样地3有效铜和有效锰含量适中，全钾、有效锌含量丰富，其他元素养分缺乏，其中有效磷、交换钙、交换镁、有效硼含量极度缺乏，提高氮磷含量为主，适当补充钙镁和硼含量；样地4除了有效锌和有效铁含量丰富，其他元素养分含量缺乏，其中有效磷、交换钙、交换镁和有效硼含量极度缺乏，土壤养分管理应以提高氮磷钾含量为主，适当补充钙镁和硼含量；样地5有效锌含量极丰富，全钾、有效铜和有效铁含量适中，其他元素含量缺乏，其中有效磷、交换钙、交换镁和有效硼含量极度缺乏，土壤养分管理应以提高磷氮含量为主，适当补充钙镁和硼

含量。

土壤养分随空间不同而发生变化^[25]。通过分析小坑镇油茶林土壤不同深度土层发现,不同元素养分表层土含量与深层土含量差别不同。该试验区域有机质、碱解氮、有效磷、速效钾等表层土含量高于深层土含量,在施肥管理上,应注意施肥的深度,以利于根系吸收养分。在油茶林抚育管理施肥时应重视平衡施肥,根据油茶生长所需的土壤营养元素,以及区域的元素养分的丰缺情况,对油茶林科学施肥,不要单一的施用化学肥料,有机肥可以改良土壤结构,加速肥料的分解,提高肥料的利用率,应将化肥和有机肥配合施用,使用针对当地油茶林和土壤配置的专用肥,还应结合油茶的周年生长规律,在其生长的各个阶段合理施肥,为油茶当年和次年的生长发育贮存充足的养分,以保证油茶林的健康生长和产率。

不同坡位的土壤养分含量存在一定的差异,中坡位的有机质、碱解氮、有效磷、速效钾、交换钙、交换镁、全硫和有效硼含量均高于上坡位和下坡位的含量;下坡位的全氮、全磷、全钾、有效铜、有效锌、有效铁和有效锰含量均高于中坡位和上坡位的含量;上坡位除了全钾、有效硼和有效锌的含量不是处于最低水平外,其他土壤养分均处于最低水平。中坡位和下坡位的土壤比较适宜种植油茶,上坡位的土壤养分最为贫瘠,需要补充适量的各种营养元素。

致谢: 参加本项工作的还有原广东省林业科学研究院华月珊,谨此致谢!

参考文献

- [1] 杨伟波,付登强,陈良秋,等. 海南省油茶种苗繁育技术[J]. 现代农业科技, 2014(19): 204-205.
- [2] 李世杰. 油茶的种苗繁育技术[J]. 种子, 2005, 24(1): 90-92.
- [3] 吴海明,林炎城,杨步云. 油茶的芽苗砧嫁接育苗技术[J]. 农村实用技术, 2017(3): 25-26.
- [4] 刘祥锋,张长青. 农作物施肥存在的问题研究[J]. 河南农业, 2017(35): 29-31.
- [5] 覃其云,曹继刚,唐健,等. 油茶人工林土壤肥力及对树体生长的影响[J]. 福建林业科技, 2013, 40(1): 33-39.
- [6] 冼昌华,凌超林,黄耿磊,等. 澄迈县辣椒种植区土壤中微量元素状况研究[J]. 现代农业科技, 2018(3): 193-195.
- [7] 曾美玲,张中瑞,李小川,等. 云浮市油茶适生区土壤中微量元素分析[J]. 林业与环境科学, 2017(6): 98-103.
- [8] 陕西省农业科学院黄土高原农业测试中心.NY/T 85-1988 土壤有机质测定法[S].北京: 中国标准出版社, 1989.
- [9] 中国农业科学院农业质量标准与检测技术研究所.NY/T 1377-2007 土壤中pH值的测定[S].北京: 中国标准出版社, 2007.
- [10] 中国农业大学.NY/T 53-1987 土壤全氮测定法(半微量开氏法)[S].北京: 中国标准出版社, 1987.
- [11] 中国农业科学院分析测试中心.NY/T 88-1988 土壤全磷测定法[S].北京: 中国标准出版社, 1989.
- [12] 四川省农业科学院中心实验室.NY/T 87-1988 土壤全钾测定法[S].北京: 中国标准出版社, 1989.
- [13] 河南农业大学.NY/T 1849-2010 酸性土壤铵态氮、有效磷、速效钾的测定 联合浸提-比色法[S].北京: 中国标准出版社, 2010.
- [14] 中国科学院林业土壤研究所.LY/T 1245-1999 森林土壤交换性钙和镁的测定[S].北京: 中国标准出版社, 1999.
- [15] 中国林业科学研究院林业研究所森林土壤研究室.LY/T 1255-1999 森林土壤全硫的测定[S].北京: 中国标准出版社, 1999.
- [16] 中国农业科学院分析测试中心.NY/T 149-1990 土壤有效硼测定方法[S].北京: 中国标准出版社, 1990.
- [17] 中国农业科学院土壤肥料研究所.NY/T 890-2004 土壤有效态锌、锰、铁、铜含量的测定 二乙三胺五乙酸(DTPA)浸提法[S].北京: 中国标准出版社, 2005.
- [18] 石媛媛,唐健,王会利,等. 广西油茶林地土壤肥力状况[J]. 广西林业科学, 2015, 44(4): 408-411.
- [19] 郭二辉,胡聃,田朝阳,等. 土壤氮素与水分对植物光合生理生态的影响研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26):11211-11213.
- [20] 陈利娜,张春花,李小川,等. 云浮市油茶适生地区土壤养分含量变异性分析[J]. 林业与环境科学, 2017(6): 91-97.
- [21] 范玉兰,卢映琼,巫辅香,等. 赣南地区脐橙园土壤交换性钙镁含量分布特征研究[J]. 中国果树, 2014(3): 29-32.
- [22] 曹永庆,任华东,王开良,等. 油茶树体锰元素含量和积累量的变化规律[J]. 经济林研究, 2012, 30(1): 19-22.
- [23] 曹永庆,姚小华,王开良,等. 油茶微量元素铜铁锌吸收和积累特征[J]. 热带亚热带植物学报, 2016, 24(3): 302-307.
- [24] 章秀梅,谢国雄,阮弋飞,等. 杭州市油菜田土壤有效硼状况及施硼效果研究[J]. 现代农业科技, 2017(9): 17-19.
- [25] 郑家. 森林土壤中微量微量元素空间变异性研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.