

罗汉东,胡冬南,朱丛飞,等. 不同施肥模式对油茶植株营养生长和土壤养分的影响[J]. 江苏农业科学,2016,44(8):272-275.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.08.078

# 不同施肥模式对油茶植株营养生长和土壤养分的影响

罗汉东<sup>1</sup>, 胡冬南<sup>2</sup>, 朱丛飞<sup>2</sup>, 罗玉娇<sup>1</sup>, 王楚天<sup>2</sup>, 郭晓敏<sup>2</sup>, 牛德奎<sup>1</sup>

(1. 江西农业大学国土学院, 江西南昌 330045; 2. 江西省森林培育重点实验室, 江西南昌 330045)

**摘要:**以5年生生长林系列油茶品系为试验材料, 设置不同施肥模式: M0(4月施1次市售农用复合肥200 g/株)、M1(4月施1次油茶专用复合肥300 g/株)、M2(4、10月各施油茶专用复合肥150 g/株)、M3(10月1次施入油茶专用有机肥1 000 g/株)、M4(4月施油茶专用复合肥300 g/株, 10月施油茶专用有机肥1 000 g/株)、M5(4、10月各施油茶专用复合肥150 g/株, 10月施油茶专用有机肥1 000 g/株)、CK(不施肥), 研究不同施肥模式对油茶营养生长和林地土壤养分含量的影响。结果表明, 6种施肥模式对油茶营养生长和林地土壤养分含量都有显著的改善作用, 其中M5模式效果最好, M2模式施肥效果比M0、M1模式要好, M3施肥模式相对其他模式施肥对油茶生长状况和土壤养分含量影响较小。

**关键词:**油茶; 施肥模式; 营养生长; 土壤养分

**中图分类号:** S794.405 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)08-0272-04

油茶(*Camellia oleifera* Abel.) 别称油茶树, 主要指山茶科山茶属植物中油脂含量较高的物种<sup>[1]</sup>, 是中国南方主要的木本食用油料树种, 与油棕、油橄榄、椰子并称为世界四大木本食用油料树种, 综合利用价值高并且具有一定栽培经济价

值<sup>[2-3]</sup>。油茶在我国有一定栽培历史, 但其栽培管理措施较为粗放、科技含量不高, 导致现有油茶成林林相差、树势弱、花多果少、落花落果现象严重、坐果率低、产量不稳定<sup>[4]</sup>。因此, 油茶科学施肥是促进其生长、提高产量和品质的重要措施<sup>[5]</sup>。

近年来, 油茶经济林发展迅速, 而单一的施用肥料种类和时间, 不仅严重影响了油茶树的生长, 还会由于肥料的流失造成一系列的生态环境问题。本试验采取不同复合肥、有机肥、不同施用时间对油茶幼树生长进行研究, 通过测定营养生长指标和土壤养分指标, 研究不同施肥模式对油茶植株营养生长和土壤养分的影响, 研究结果以期对油茶林地养分管理提供理论依据。

收稿日期: 2015-09-23

基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)项目(编号: jiangxi-29); 国家科技支撑计划(编号: 2012BAD14B14); 江西春源绿色食品有限公司项目(编号: CYKJ01)。

作者简介: 罗汉东(1990—), 男, 江西南昌人, 硕士研究生, 研究方向为植物营养学。E-mail: 1583359328@qq.com。

通信作者: 牛德奎, 博士, 教授, 博士生导师, 从事经济林栽培与研究。E-mail: ndk2157@sina.com。

无盐条件下萌发最好<sup>[13]</sup>, Waisel认为, 盐生植物在盐胁迫时种子发生休眠, 高盐浓度胁迫时不萌发或延缓萌发, 一定程度上避免植株受高浓度的盐害, 从而正常生长。盐溶液对种子萌发过程的胁迫只是其抗盐性的部分表现, 不能完全代表其抗盐性的强弱<sup>[14]</sup>。因此本试验只能评价不同盐浓度胁迫对金盏菊和万寿菊耐盐性影响, 而不能评价金盏菊和万寿菊本身的耐盐性。

## 参考文献:

- [1] 徐恒刚. 中国盐生植被及盐渍化生态治理[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004: 64-66.
- [2] 魏凤巢, 夏瑞妹, 戚五妹, 等. 上海滨海盐渍土绿化科技的研究与实践[J]. 上海园林科技, 2005(1): 14-27.
- [3] 姜小丽, 秦毓茜. 植物的盐害及提高植物耐盐性的途径[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(19): 5697-5698.
- [4] 史湘华, 殷鸣放, 赵辉, 等. 盐碱地与耐盐碱树种的选育[J]. 中国林副特产, 2005, 4(2): 60-62.
- [5] 颜启传. 种子学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 73-78.
- [6] 焦秀洁, 何开跃, 窦全琴. NaCl胁迫对榉树种子萌发及幼苗生理

- 指标的影响[J]. 林业科技开发, 2009, 23(4): 55-58.
- [7] 陈彦. NaCl胁迫对紫薇种子萌发的影响[J]. 种子, 2007, 26(11): 9-13.
- [8] 晋丽娟, 张文辉, 王涛. NaCl胁迫对花棒种子萌发的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 150-153.
- [9] 陈少裕. 膜脂过氧化对植物细胞的伤害[J]. 植物生理学通讯, 1991, 27(2): 84-90.
- [10] Franeo J A, Esteban C, Rodriguez C. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal[J]. Hort Sci, 1993, 68: 899-904.
- [11] Nukaya A, Masui M, Ishida A. Salt tolerance of muskmelon as affected by diluted sea water applied at different growth stages in nutrient solution culture[J]. J Jpn Soc Hort Sei, 1984, 53: 168-175.
- [12] Lu Y, Lei J Q, Zeng F J, et al. Effects of salt treatments on the growth and ecophysiological characteristics of haloxylon amodendron[J]. Acta Prataculturae Sinica, 2014, 23(3): 152-159.
- [13] 孙仁国. 盐胁迫对燕麦萌发及生长后期生理生化特性的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [14] Waisel Y. Biology of halophytes[M]. New York: Academic Press, 1972.

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本试验于 2013 年在玉山县春源公司油茶试验基地进行。通过测定试验地土壤肥力,选定油茶专用复合肥、油茶专用有机肥(江西农业大学林学院自制)、市售普通农用复合肥对基地 5 年生油茶林进行施肥试验。

1.2 试验设计

试验采用单因素设计,共设 6 个不同施肥处理(表 1)。施肥时间为 2013 年 10 月至 2014 年 10 月,严格按照施肥方案进行施肥。肥料采用沟施法,沿油茶树冠幅滴水线挖环状沟施入,施肥深度不小于 25cm,肥料与表土混合,上面再覆土。施肥时间分别在 4、10 月进行。对试验地进行林间管理,采用人工除草和化学杀虫。油茶专用有机肥含有机质 30%、腐殖酸 20%、氮磷钾养分含量为 6%,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量比例为 1:1:1;油茶专用复合肥氮磷钾养分含量为 26.6%,N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量比例为 1:0.8:1,并添加硼砂、硫酸锌、生石灰等;市售农用复合肥 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 含量都为 15%。

表 1 不同处理施肥量与施肥时间

处理	施肥模式
CK	不施肥
M0	4 月施农用复合肥 200 g/株
M1	4 月施油茶专用复合肥 300 g/株
M2	4、10 月各施油茶专用复合肥 150 g/株
M3	10 月施油茶专用有机肥 1 000 g/株
M4	4 月施油茶专用复合肥 300 g/株,10 月施油茶专用有机肥 1 000 g/株
M5	4、10 月施油茶专用复合肥 150 g/株,10 月施油茶专用有机肥 1 000 g/株

1.3 测定指标及方法

土壤样品采集时间为 2014 年 10 月 9 日,沿油茶植株冠幅滴水线用土钻对林地土壤进行取样,取样层次为 0 ~ 40 cm。土样经阴干后过筛,待分析测定用。测定的油茶树体指标有树高、地径以及东西和南北冠幅,测定油茶林地的土壤养分含量。树体指标测定时间为 2013 年 10 月、2014 年 10 月;用标杆测定树高,地径值通过游标卡尺测量。对土壤化学性质进行测定<sup>[6]</sup>:有机质含量用高温 K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 氧化-容量法测定;铵态氮含量用 KCl 浸提-靛酚蓝比色法测定;有效磷含量用 NH<sub>4</sub>F-HCl 浸提-钼蓝比色法测定;速效钾含量采用乙酸铵浸提-火焰光度计法测定。并于 2015 年 4 月检查施肥点的肥料分解情况。

1.4 数据处理方法

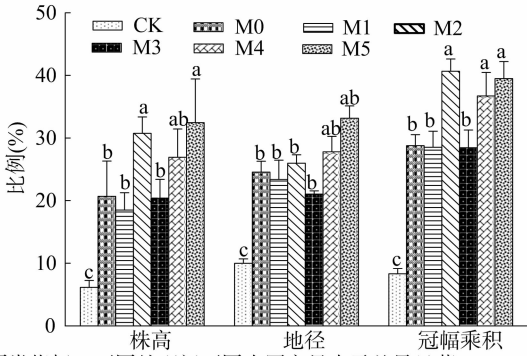
利用 LSD 法算出平均值、增量、增幅,再应用 SPSS Statistics 和 Office 2007 软件分析并处理试验数据,用 Sigmaplot 10.0 进行图形制作。

2 结果与分析

2.1 不同施肥模式对油茶营养生长的影响

不同施肥模式下,油茶株高、地径和冠幅乘积常会表现较大差异。为了解不同施肥模式对树体产生的影响,施肥后测定不同处理的油茶株高、地径、冠幅乘积,分析各生长指标的

增幅情况。由图 1 可见:不同处理油茶生长指标增幅明显高于 CK,与 CK 间差异显著;处理 M5 油茶株高、地径、冠幅乘积增幅最大,分别为 32.45%、33.16%、39.48%,其次是 M2 处理。6 种施肥模式按照促进生长效果由高到低排列依次为 M5 > M2 > M4 > M0 > M1 > M3。6 种施肥模式中 M3 处理对油茶的生长作用促进最小,主要是由于翻看施肥沟中的油茶专用有机肥有少部分未分解,油茶植株吸收的肥质少,生长较慢。M5 处理对油茶生长作用促进最大,说明 1 年分 2 次施用油茶专用复合肥,10 月结合施用油茶专用有机肥对油茶的生长作用影响最大。



同类指标、不同处理间不同小写字母表示差异显著(P < 0.05)。

图2—图5同

图1 不同施肥模式对油茶株高、地径和冠幅乘积增幅的影响

对不同施肥模式油茶株高、地径、冠幅乘积的增幅进行方差分析,并对差异显著性指标进行多重比较,可见处理间差异显著,区组间差异不显著(表 2)。

表 2 不同施肥模式对油茶株高、地径、冠幅乘积增幅的方差分析结果

生长指标	变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
株高增幅	处理间	6	0.024	14.286	0.000
	区组间	2	0.003	1.515	0.259
	误差	12	0.002		
	总计	21			
地径增幅	处理间	6	0.015	16.813	0.000
	区组间	2	0.002	2.186	0.155
	误差	12	0.001		
	总计	21			
冠幅乘积增幅	处理间	6	0.036	20.445	0.000
	区组间	2	0.002	1.400	0.284
	误差	12	0.002		
	总计	21			

2.2 不同施肥模式对油茶土壤养分的影响

2.2.1 不同施肥模式对油茶土壤速效钾含量的影响 植物营养生长所吸收的钾离子大部分来源于吸附在土壤胶体表面的代换性钾和土壤溶液中可以自由移动的钾离子。当季油茶的钾营养水平主要决定于土壤速效钾含量<sup>[7]</sup>。由图 2 可见,不同施肥模式处理与 CK 间差异显著,其中 M2 与 M3、M4 与 M0 与 M3、M5 与 M3 处理间差异显著。在 6 个施肥模式处理下,M5 与 M4 处理速效钾含量几乎相同,不同处理按照速效钾含量由高到低排序为 M4 > M5 > M2 > M0 > M1 > M3 > CK。与 CK 相比,M0、M1、M2、M3、M4、M5 处理土壤中速效钾年平均含量依次增加 54.42%、41.40%、67.73%、30.93%、

89.77%、88.78%，表明 6 种模式施肥处理均能增加油茶土壤中速效钾含量，以 M4、M5 处理最佳。

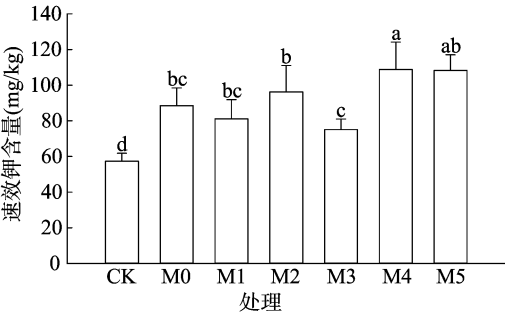


图2 不同施肥模式对油茶土壤速效钾含量影响

对不同施肥模式的油茶土壤中速效钾含量进行方差分析，并对差异显著性进行多重比较，可知不同施肥模式处理间存在显著差异，区组间差异不显著（表 3）。

表 3 不同施肥模式油茶土壤中速效钾含量的方差分析结果

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
处理间	6	1 032.33	12.190	0.000
区组间	2	295.789	3.493	0.064
误差	12	84.688		
总计	21			

2.2.2 不同施肥模式对油茶土壤有效磷含量的影响 土壤中有有效磷含量状态指能被当季油茶吸收的磷量<sup>[8]</sup>。由图 3 可见，施肥模式 M5 处理油茶土壤的有效磷含量最高，不同处理按照有效磷含量由高到低排序为 M5 > M4 > M2 > M1 > M0 > M3 > CK。与 CK 相比，M0、M1、M2、M3、M4、M5 处理土壤中有有效磷年平均含量依次增加 71.09%、97.16%、167.24%、48.40%、176.80%、233.64%。6 种施肥模式处理都能明显提高油茶土壤中有有效磷的含量，其中 M5 处理效果最好。不同施肥模式处理与 CK 间都存在显著差异，其中 M2 与 M3、M4 与 M0、M1 与 M4、M5 与 M0、M1、M2、M3、M4 处理间差异显著。

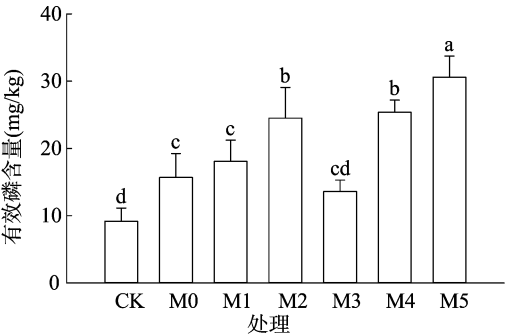


图3 不同施肥模式对油茶土壤有效磷含量的影响

对不同施肥模式处理的油茶株土壤中的有效磷含量进行方差分析，并对差异显著性进行多重比较，结果可见，不同施肥模式处理间差异显著，区组间差异不显著（表 4）。

2.2.3 不同施肥模式对油茶土壤铵态氮含量的影响 油茶在生长前期对氮肥的需求量较大，如果土壤中可吸收的有效态氮量过少，则会直接影响油茶的产量和品质<sup>[9]</sup>。从图 4 可以看出，施肥模式 M5 处理油茶土壤的铵态氮含量最高，不同处理按照铵态氮含量由高到低排序为 M5 > M2 > M4 > M0 > M3 > M1 > CK。与 CK 相比，M0、M1、M2、M3、M4、M5 处理土

表 4 不同施肥模式油茶土壤中有有效磷含量的方差分析结果

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
处理间	6	170.210	23.23	0.000
区组间	2	19.375	2.64	0.112
误差	12	7.327		
总计	21			

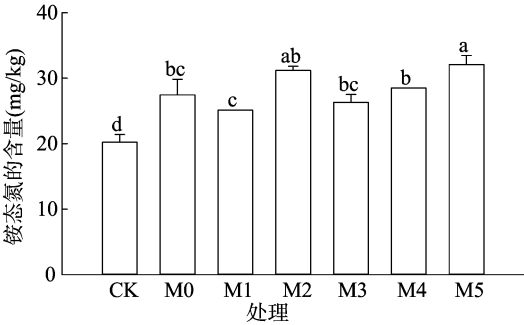


图4 不同施肥模式对油茶土壤铵态氮含量的影响

壤中铵态氮年平均含量依次增加 35.81%、24.25%、54.26%、30.12%、40.95%、58.73%。6 种施肥模式处理都能明显提高油茶土壤中铵态氮的含量，其中 M5 与 M2 处理效果最好。不同施肥模式处理与 CK 间差异显著，其中 M2 与 M1、M4 与 M1、M5 与 M0、M1、M3、M4 处理间差异显著。

对不同施肥模式油茶土壤中有有机磷含量进行方差分析，并对差异显著性进行多重比较，结果表明，不同施肥处理间差异显著（表 5）。

表 5 不同施肥模式油茶土壤中铵态氮含量的方差分析结果

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
处理间	6	47.683	14.874	0.000
区组间	2	13.582	4.237	0.041
误差	12	3.206		
总计	21			

2.2.4 不同施肥模式对油茶土壤有机质含量的影响 有机质是土壤养分的重要来源，它可以为植物生长提供较好的物理和化学环境<sup>[10]</sup>。通常在其他条件相同或相近的情况下，在一定含量范围内，有机质含量与土壤肥力水平呈正相关<sup>[8]</sup>。由图 5 可见，不同施肥模式处理与 CK 间都存在显著差异，其中 M1 与 M3、M4、M5 与 M0、M1、M2、M3、M4 处理间差异显著。施肥模式 M5 油茶土壤的有机质含量最高，不同处理按照有机质含量由高到低排序为 M5 > M4 > M3 > M2 > M0 > M1 > CK。与 CK 相比，M0、M1、M2、M3、M4、M5 处理土壤中有有效磷年平均含量依次增加 97.43%、57.53%、126.35%、141.27%、161.33%、303.27%。表明 6 种施肥模式处理都能增加油茶土壤中有有机质含量，其中以处理 M5 最佳。

对不同施肥模式油茶土壤中有有机质含量进行方差分析，并对差异显著性进行多重比较，结果可知，不同施肥模式处理间差异显著，区组间差异不显著（表 6）。

2.3 不同施肥模式处理油茶植株营养生长指标与土壤养分含量的相关性分析

对测定的油茶土壤养分指标和油茶植株营养生长指标进行相关性分析，由表 7 可见，不同施肥模式处理油茶林土壤速

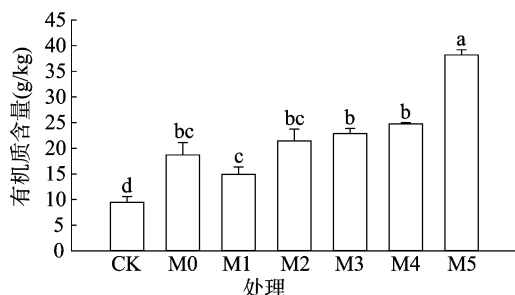


图5 不同施肥模式对油茶土壤有机质含量的影响

表6 不同施肥模式油茶土壤中有有机质含量的方差分析

变异来源	自由度	均方	F 值	P 值
处理间	6	243.581	40.453	0.000
区组间	2	13.069	2.170	0.157
误差	12	6.021		
总计	21			

效钾含量与株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅均呈极显著正相关;土壤有效磷含量与株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅均呈极显著正相关;土壤铵态氮含量与株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅均呈极显著正相关。表明土壤速效钾、有效磷、铵态氮含量是影响株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅的重要因素。土壤速效钾含量、土壤有效磷含量和土壤铵态氮含量与株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅关系紧密,相关系数都不低于0.881。土壤有机质含量与株高增幅、地径增幅和冠幅乘积增幅呈显著正相关。

表7 不同施肥模式处理油茶林土壤养分含量与油茶植株营养生长指标相关性分析结果

土壤养分含量	相关系数		
	株高增幅	地径增幅	冠幅乘积增幅
速效钾	0.923 **	0.945 **	0.911 **
有效磷	0.922 **	0.911 **	0.881 **
有机质	0.840 *	0.859 *	0.760 *
铵态氮	0.990 **	0.932 **	0.962 **

注:“\*\*”“\*”分别表示极显著、显著相关。

### 3 结论与讨论

氮、磷、钾是植物在生长发育过程中所必须吸收的大量营养元素,土壤有机质含量能影响土壤肥力水平;同时,作物专用复合肥和专用有机肥也是目前植物栽培中常用的新兴肥料。已有研究证明,施肥方式是影响根系吸收养分的重要因素<sup>[11]</sup>,不同施肥方式对土壤中营养元素有一定影响,对减少肥料损失、提高肥效和减少环境污染及农林业可持续发展等方面都有着极其重要作用<sup>[12]</sup>。

本试验结果表明,施用农用复合肥、油茶专用复合肥和油茶专用有机肥对油茶植株营养生长有显著效果,说明施肥能通过自身肥质释放,增加土壤中养分含量,促进植物对养分的吸收,从而使植物的营养生长指标提高。在6种不同施肥模式中,M5处理的试验效果最好,主要是由于采用了1年分2次施用油茶专用复合肥和10月施用油茶专用有机肥,使土壤获得足够的养分,保证油茶所需要吸收的肥料;M3处理相对M0、M2、M4、M5试验处理的效果较差,通过翻开施用油茶专用有机肥的处理发现,有机肥分解不是很充分,所以养分释放

不够,土壤中的养分增加较少,使得油茶植株生长较慢,虽然M4、M5处理中的有机质分解也不充分,但2个处理中的油茶专用复合肥释放的肥质发挥了重要作用,而对油茶专用有机肥的肥效体现还有待后续的观察;M2处理相对M1、M0处理的试验效果较好,主要因为油茶专用复合肥是根据对土壤养分含量特点的分析和油茶的需肥规律,结合当地的习惯施肥水平,自然气候条件,因地制宜地研制的,除了含氮、磷、钾养分外,还根据当地土壤缺乏状况添加了钙、镁、硼等中微量元素,1年分2次施肥使肥料更加均衡地释放到土壤中,上半年杂草繁盛期和雨水多降期,1次性施入肥料,容易损失,分2次施肥保证了土壤持续受肥,从而保证油茶获肥充分。

综上所述,施肥对土壤养分的增加和油茶植株的营养生长都有较大影响,但油茶专用复合肥全年分2次施用效果最好,利用较小的肥效达到最大的增益。而油茶专用有机肥不容易分解、可能被微生物吸收,造成植株吸收的肥质减少,并且肥质释放过程也比较慢,容易错过油茶的生长高峰时期。因此,在不同施肥模式中,为提高油茶植株营养生长的指标和增加土壤肥力,综合油茶专用复合肥和有机肥以及分2次施肥能较好地提高其营养生长指标和土壤养分含量。在实际生产上我们不要单一地增加施肥量和狭隘地施用某种肥料。应根据实际情况因地制宜地在施用常规复合肥的同时,增加油茶专用肥和生物有机肥的应用,在改良土壤和提高土壤肥力的同时实现肥料的高效利用、生态环境的保护以及油茶的稳产、高产<sup>[13]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 许鹏波,薛立. 油茶施肥研究进展[J]. 中国农学通报,2011,27(8):1-6.
- [2] 张雪洁,谭晓风,袁军,等. 低磷胁迫对油茶叶绿素荧光参数的影响[J]. 经济林研究,2012,30(2):48-51.
- [3] 王湘南,陈永忠,王瑞,等. 油茶花粉活力及柱头可授性研究[J]. 中南林业科技大学学报,2012,32(3):17-22.
- [4] 高超,袁德义,袁军,等. 花期喷施营养元素及生长调节物质对油茶坐果率的影响[J]. 江西农业大学学报,2012,34(3):505-510.
- [5] 曹继钊,唐健,何应会,等. 油茶苗期不同器官对各营养元素的吸收及养分间分配规律[J]. 经济林研究,2012,30(4):32-35.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2002.
- [7] 邹文辉. 钾肥的分类、施用效果的影响因素及作用[J]. 养殖技术顾问,2013(4):208.
- [8] 王献华,谢如林,周柳强,等. Olsen 法测定的土壤速效磷含量与土壤 pH 值的相关性研究[J]. 广西农业科学,2008,39(2):199-201.
- [9] 刘学锋,郭晓敏,李小梅,等. 平衡施肥对油茶林地土壤主要养分含量的影响[J]. 经济林研究,2013,31(2):44-47,59.
- [10] 余伟. 油茶生态栽培模式和林下养分动态的研究[D]. 福州:福建农林大学,2011.
- [11] 王秀茹,薛进军,杨青芹,等. 苹果不同施肥方式对铁的吸收/运输与分配的影响[J]. 园艺学报,2006,33(3):597-600.
- [12] 左继林,占志勇,周文才,等. 油茶幼林不同液态肥施用方式对土壤理化性质影响的研究[J]. 南方林业科学,2015,2(2):24-27.
- [13] 王华,牛德奎,胡冬南,等. 不同肥料对油茶林土壤氮素含量、微生物群落及其功能的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2014,6(6):1468-1476.