

施肥对油茶生长与叶片营养元素含量的影响

俞小鹏¹, 白玉杰¹, 俞元春^{1*}, 徐莉¹, 周垂帆¹, 雷小林², 龚春², 徐林初², 陈容¹

(1. 南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037; 2. 江西省林业科学院, 南昌 330032)

摘要: 以油茶(*Camellia oleifera* Abel)为试验材料, 研究了施用氮、磷、钾肥对油茶生长、产量及油茶叶片 N、P、K、Fe、Mn、Cu、Zn 等营养元素含量的影响。结果表明, 施肥可促进油茶树高、冠幅和地径的生长, 影响顺序为 N>P>K。施肥后, 油茶叶片中 Fe、Mn、Cu 呈上升趋势, N、P、K、Zn 整体上呈下降趋势。叶片中 N、P、K 元素之间呈正相关关系, 这 3 种元素与 Fe、Mn、Cu 呈负相关关系; 元素 Fe、Mn、Cu 之间呈正相关, 但这三者与元素 Zn 呈负相关。

关键词: 油茶; 施肥; 生长量; 营养元素

中图分类号: S794.4

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2013)05-0731-05

Effects of fertilization on growth and dynamic of leaf nutrients of oil camellia tree

YU Xiao-peng¹, BAI Yu-jie¹, YU Yuan-chun¹, XU Li¹, ZHOU Chui-fan¹,
LEI Xiao-lin², GONG Chun², XU Lin-chu², CHEN Rong¹

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037;

2. Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330032)

Abstract: The effects of fertilization on the growth, yield and dynamic change of N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn in the leaves of oil camellia were studied. The results showed that fertilization could increase the height of oil camellia tree, crown breadth and ground diameter growth, and the influence order was N > P > K. After fertilization, the content of Fe, Mn, Cu in the leaves showed ascendant trends, N, P, K and Zn declined on the whole. There are positive correlations between N, P, K, and between Fe, Mn, Cu in the leaves. The contents of N, P and K correlate negatively to Fe, Mn, Cu, and Fe, Mn and Cu correlate negatively to Zn.

Key words: oil camellia; fertilization; amount of growth; nutrient element

油茶(*Camellia oleifera* Abel)别名茶子树, 山茶科(*Theaceae*)山茶属(*Camellia* L.)植物, 常绿小乔木或灌木。油茶在我国主要分布在 18°21'N~33°34'N, 98°40'E~121°40'E 范围内的 10 多个省(区), 垂直分布一般在海拔 1 000 m 以下的低山丘陵, 是我国南方丘陵山区特有的木本油料植物, 已有 2 300 a 以上的栽培历史^[1]。江西省现有油茶林总面积约 75 万 hm², 约占全省林地面积的 7.1%、经济林面积的 77.5%, 面积位居全国第二, 仅次于湖南省^[1-2]。但是, 夏季干旱、土壤肥力低、管理技术粗放等因素制约了其产量和品质的提高。施肥作为油茶林地

重要的管理措施, 对于促进油茶生长、提高油茶产量和品质有重要作用^[2]。叶片是植物营养最敏感的指示器^[3-4], 通过叶片营养元素含量与动态分析, 可以探讨植株在不同条件下, 不同生长发育阶段的营养状况^[5-7]。为此, 作者研究了不同施肥处理对油茶生长的影响及叶片养分含量的动态变化, 为油茶的合理施肥和养分调控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验点设在江西省丰城市袁渡镇油茶基地

收稿日期: 2013-03-04

基金项目: 国家林业局林业科技成果国家级推广项目([2012]49), 国家“十一五”科技支撑计划(2009BADB1B05)和江苏高校优势学科建设工程项目(PAPD)共同资助。

作者简介: 俞小鹏, 男, 硕士研究生。

* 通信作者: 俞元春, 男, 教授, 博士生导师。E-mail: ycyu@njfu.com.cn

(116°03'14.74"E, 28°15'36.86"N), 该地区属亚热带海洋性季风气候, 年平均气温 16.4°C, 最冷月月均温 5°C, 最热月月均温 28°C, 绝对最低温 0°C, 绝对最高温度 39°C, $\geq 5^\circ\text{C}$ 的积温 5 690°C, 无霜期 260 d, 年均降雨量 1 600~1 770 mm, 雨水主要集中在夏季 (4~6 月), 年均日照数为 1 775.4 h, 相对湿度 81%。试验地海拔 100~300 m, 供试油茶树龄 7 a。林地土壤为发育于第四纪红色粘土的红壤, pH 5.1, 有机质 $6.38 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全氮 $0.0974 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全磷 $0.2 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 全钾 $1.3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有效磷 $28.9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 速效钾 $214.1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。

1.2 试验设计

为了探讨氮、磷、钾肥各自对油茶生长及养分吸收的影响, 采用氮、磷、钾肥的单因素试验, 试验包括 4 个处理, 分别为 (1) CK (不施肥); (2) N $150 \text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$; (3) P $150 \text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$; (4) K $150 \text{ g}\cdot\text{株}^{-1}$ 。随机区组排列, 重复 3 次。油茶树龄 7 a, 栽植密度 $2 \text{ m}\times 3 \text{ m}$, 1 行 (8 株) 作为 1 个处理, 树势基本一致。供试肥料品种: 氮肥为尿素 (46%), 磷肥为钙镁磷肥 (12.5%), 钾肥为氯化钾 (60%), 2011 年 4 月中旬施入肥料。

1.3 样品采集与测定方法

分别于 2011 年 5 月 20 号 (春梢生长期), 8 月 20 号 (果实生长期), 12 月 10 号 (开花期) 采取油茶叶片, 共 3 次。取样方法: 在油茶树冠东、西、南、北 4 个方位分别采集树体外围中上部的当年生叶片, 每株 20~30 片, 每小区组成混合样, 带回实

验室, 105°C 烘 15 min 杀青, 70°C 烘 8 h, 用不锈钢粉碎机粉碎后置于密封袋中, 贴好标签, 用于测定养分含量^[8]。

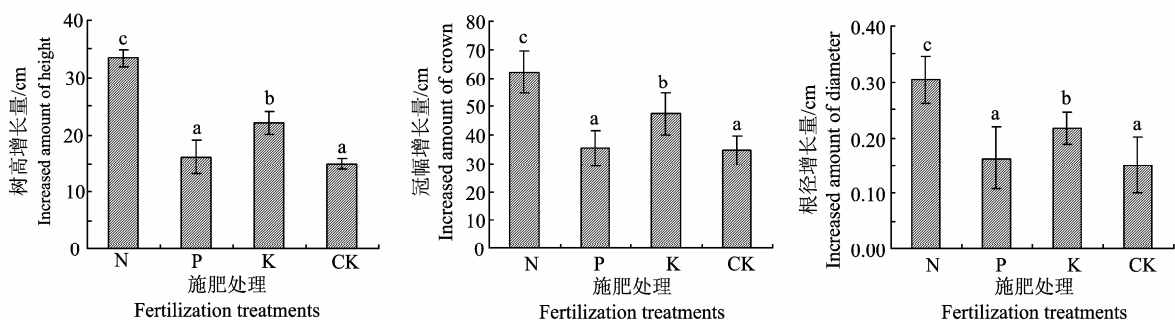
叶片样品采用浓 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 消煮, 制成样品待测液, 全氮用凯氏定氮法测定, 全磷用钒钼黄比色法测定, 全钾用火焰光度法测定, 叶片中的 Fe、Mn、Cu、Zn 等微量元素采用干灰化, 原子吸收分光光度法^[9]。油茶果实重量采用称量法测定, 果径、地径利用游标卡尺进行测量, 树高及冠幅利用皮尺实地测量。

采用 Excel 2010 和 SPSS 17.0 进行数据统计分析。

2 结果与分析

2.1 施肥对油茶生长及产量的影响

2.1.1 施肥对油茶林树高、冠幅、地径生长的影响
N 是植物生长必不可少的大量营养元素, 是构成蛋白质、核酸、叶绿素及酶等的成分, 它直接影响作物的生长发育、品质和产量; P 素对细胞的分裂、繁殖起着重要的作用, 对促进根的伸长, 花器官的生长和种胚的发育都极为有利; 钾几乎直接或间接地参与了植物生长的每一个过程, 施用钾肥可以增加产量。施肥处理油茶树高、冠幅和地径生长均高于对照 (图 1), 其中, 施氮肥和施钾肥处理显著高于对照。3 种肥料对油茶生长影响顺序为: 氮肥 > 磷肥 > 钾肥。施氮肥可以明显增加油茶生长量, 加快油茶营养生长速度。



不同字母表示处理间差异达到 5% 显著水平 Different letters represent significant difference at the 0.05 level

图 1 不同施肥处理油茶树高、冠幅和地径增长量

Figure 1 Increased amount of height, crown and ground diameter under different fertilization treatments

2.1.2 施肥对油茶产量的影响 施肥后油茶单株平均产量、平均果径都有显著增加 (表 1), 其中磷肥处理的油茶单株平均产量最高, 氮肥其次; 各施肥处理均能够显著增加果径, 顺序为: 钾肥 > 磷肥 > 氮肥。

2.2 施肥对油茶叶片营养元素含量的影响

2.2.1 油茶叶片 N、P 及 K 含量的动态变化 研究表明, N、P、K 三元素是作物一生中需求量最多的元素, 又称肥料的三要素, 随着油茶的生长, 叶片中的 N、P、K 元素开始向果实中转移, 导致叶片

中含量降低, 适量的施肥能够补充这三大元素的缺失, 促进植物的营养及生殖生长^[10-12]。与对照比较, 施肥后油茶对养分的吸收增加, 叶片 N、P、K 含量均高于对照 (图 2)。施肥后叶片 N 含量明显高于 CK, 特别是施 N 肥后叶片 N 含量增加更为明显, 且随着肥料的吸收, 叶片 N 含量逐渐升高; 在 8~12 月间, 叶片中的 N 含量明显下降, 这是由于随着果实及花芽的生长, 油茶需 N 增多, 叶片 N 要转移至果实及花芽的生长; 施用氮肥能够有效增加叶片含氮量, 磷肥和钾肥也有一定的促进作用, 磷肥

效果更好。

施肥后油茶叶片 P 含量高于对照 (图 2)。除了在 5~8 月, 施磷肥油茶叶片 P 含量增加外, 施氮肥和钾肥的油茶中 P 含量一直处于下降状态, 施磷肥油茶叶片 P 含量在 8 月后也处于下降状态。由此可见, 当油茶处于果实和花芽生长期时, 一部分 P 转移至果实和花芽中, 油茶对 P 的吸收难以满足油茶生长的需要, 导致叶片 P 含量降低^[13-18], 应采取管理措施提高土壤磷的有效性。

表 1 不同施肥处理油茶产量

Table 1 Yields of oil camellia under different fertilization treatments

| 处理 Treatment | 产量/kg·株 ⁻¹ Yield | 平均果径/cm Average fruit diameter |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| N | 3.14±0.81 ^c | 3.20±0.47 ^b |
| P | 3.20±0.50 ^c | 3.40±0.46 ^{bc} |
| K | 2.17±0.61 ^b | 3.65±0.37 ^c |
| CK | 1.20±0.52 ^a | 2.79±0.36 ^a |

注: 数值后不同字母表示处理间差异达到 5% 显著水平。

Note: Different letters represent significant difference at the 0.05 level.

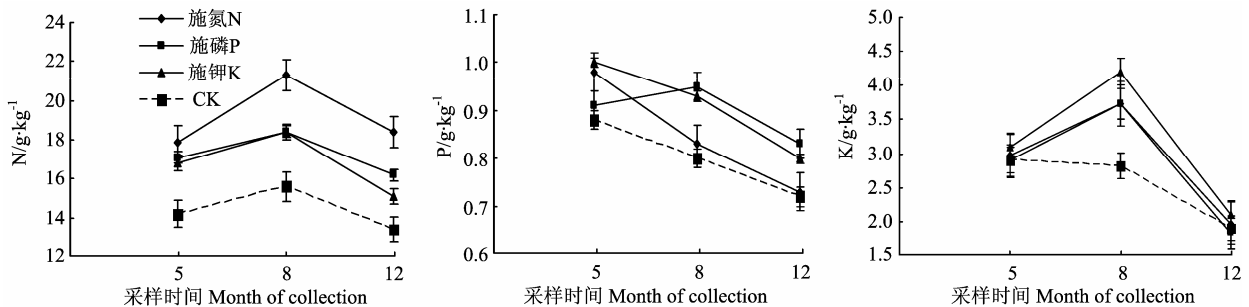


图 2 油茶叶片 N、P 及 K 含量的动态变化

Figure 2 Dynamics of N, P and K contents in the leaves of the oil camellia

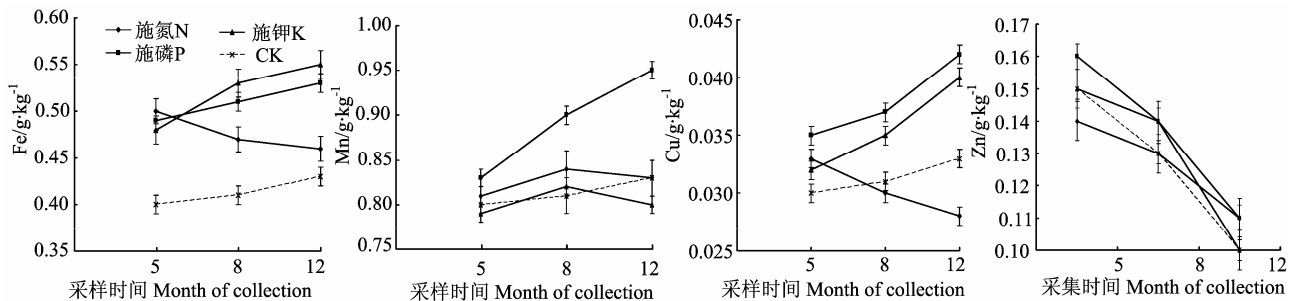


图 3 油茶叶片 Fe、Mn、Cu 及 Zn 含量的动态变化

Figure 3 Dynamics of Fe, Mn, Cu and Zn contents in the leaves of the oil camellia

施肥后叶片 K 含量都有显著的升高 (图 2), 特别是施 K 肥后叶片 K 含量增加更为明显, 施用 N、P 肥对提高叶片 K 含量也有一定的促进作用。叶片

K 含量在果实生长发育期 (8 月后) 下降较快, 表明果实发育需消耗较多的 K 素^[13,15,19], 施用钾肥有利于油茶果实的生长。

2.2.2 油茶叶片 Fe、Mn、Cu 及 Zn 含量的动态变化
 施肥对油茶微量元素的吸收也有影响, 施氮肥后油茶叶片 Fe 含量有下降的趋势, 可能是氮肥的施入增加了油茶的生长, 对叶片 Fe 含量有一定的稀释作用; 施磷、钾肥均能促进油茶对 Fe 的吸收, 钾肥效果更显著, 可能与 K 元素能够促进油茶根系生长有关系; 施入磷肥能够显著增加油茶对 Mn 的吸收, 并且持续油茶整个生长期, 而磷钾肥在油茶生长前期能够促进 Mn 的吸收, 这可能是由于 P 元素

能够合成某些大量的蛋白载体, 促进根系对 Mn 元素的转运, 在油茶进入果实生长期时, Mn 含量开始下降; 施氮后油茶叶片 Cu 的含量显著下降, 可能也是由于充足的氮供给, 促进油茶的叶生长, 造成叶片中 Cu 所占的比例下降, 而施入磷、钾肥均能促进油茶对 Cu 的吸收, 提高叶片 Cu 的含量。油茶叶片中 Zn 含量一直处于下降趋势, 尤其是果实生长期可能土壤中 Zn 的有效性较低, 需大量 Zn 元素。

表 2 油茶叶片不同营养元素的相关性

Table 2 The correlation between the different elements in th leaves of the oil camellia

| 元素 Elements | N | P | K | Fe | Mn | Cu | Zn |
|-------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| N | 1.000 | | | | | | |
| P | 0.413* | 1.000 | | | | | |
| K | 0.349* | 0.408* | 1.000 | | | | |
| Fe | -0.160 | -0.365* | -0.362* | 1.000 | | | |
| Mn | -0.157 | -0.334* | -0.161 | 0.550** | 1.000 | | |
| Cu | -0.332* | -0.329* | -0.431* | 0.415* | 0.443* | 1.000 | |
| Zn | 0.325* | 0.509** | 0.504** | -0.305* | -0.214 | -0.223 | 1.000 |

注: * 和**分别表示在 0.05 和 0.01 水平差异显著。

Note: * and ** represent significant difference at the 0.05 and 0.01 level, respectively.

2.3 油茶叶片不同营养元素含量的相关性分析

研究表明, 施肥不仅影响植物自身养分含量变化, 也同时影响其他元素的吸收^[20-21]。油茶叶片中各种元素不是孤立存在的, 一种元素的变化往往会引起其他元素的变化, 油茶叶片中 N、P、K、Fe、Mn、Cu、Zn 元素含量间的相关性, 也说明这一观点, 即这几种元素是相互促进的或相互拮抗的。油茶叶片 7 种营养元素含量表现出不同程度的相关性(表 2)。叶片 N 与 P、K、Zn 含量呈正相关, 与 Cu、Fe、Mn 含量呈负相关。叶片 P 与 K 呈正相关, 与 Fe、Mn、Cu 呈显著负相关。叶片 K 与 Zn 呈极显著正相关, 与 Fe、Cu 呈显著负相关。叶片 Fe 与 Mn、Cu 呈正相关, 与 Zn 呈负相关性。Mn 与 Cu 呈正相关, 与 Zn 呈不显著负相关。Cu 与 Zn 呈不显著负相关。

3 结论

施肥对油茶生长有显著影响, 能够促进油茶树高、冠幅及根茎的生长, 其中氮肥影响最为明显。适量的施肥能够补充这三大元素的缺失, 促进植物的营养及生殖生长。

施肥后叶片养分元素 N、P、K 含量均提高, 虽然在生长过程中会出现下降, 但是仍高于未施肥的叶片。

施肥不仅影响植物自身养分含量变化, 也同时影响其他元素的吸收。一种元素的变化往往会引起其他元素的变化, 油茶叶片中 N、P、K、Fe、Mn、Cu、Zn 元素之间存在一定相关性。

参考文献:

- [1] 俞元春, 白玉杰, 俞小鹏, 等. 油茶林施肥效应研究概述[J]. 林业科技开发, 2013, 27(2):1-4.
- [2] 王玉娟, 龚春, 雷小林, 等. 江西油茶产业发展优势及对策分析[J]. 经济林研究, 2010, 2(28): 55-58.
- [3] Kirschbaum M U F, Bellingham D W, Cromer R N. Growth analysis of the effect of phosphorous nutrition on seedlings of *Eucalyptus grandis*[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1992, 19(1): 55-66.
- [4] Sands P J, Cromer R N, Kirschbaum M U F. A model of nutrient response in *Eucalyptus grandis* seedlings[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1992: 19(5): 459-470.
- [5] Madeira M V, Fabiao A, Pereira J S, et al. Changes in carbon stocks in *Eucalyptus globulus* Labill. plantations induced by different water and nutrient availability[J]. Forest Ecology and Management, 2002, 171: 75-85.
- [6] Xu D, Dell B, Malajczuk N, et al. Effects of P fertilization on productivity and nutrient accumulation in a *Eucalyptus grandis* × *Europhylla* plantation in southern China[J]. Forest Ecology and Management, 2002, 16(1): 89-100.
- [7] Gao C, Sun B, Zhang T L. Sustainable nutrient management in Chinese agriculture: Challenges and perspective[J]. Pedosphere, 2006, 16(2): 253-263.

- [8] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2000: 242-245.
- [9] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999.
- [10] 陈章平. 低产油茶林施肥试验简报[J]. 福建林业科技, 1996, 23(4): 81.
- [11] 唐光旭, 张永生, 唐丽湘, 等. 油茶栽培肥力配比的试验研究[J]. 经济林研究, 1998(4): 20-22.
- [12] 胡冬南, 游美红, 袁生贵, 等. 不同配方施肥对幼龄油茶的影响[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 94-97.
- [13] 汪洪丽, 郭晓敏, 赵中华. 油茶生长量、产量与平衡施肥的研究[J]. 江西林业科技, 2007(6): 73-75.
- [14] 申巍, 杨水平, 姚小华, 等. 施肥对油茶生长和结实特性的影响[J]. 林业科学研究, 2008, 21(2): 239-242.
- [15] 刘应珍, 邹天才, 郭嫚, 等. 不同配方施肥对油茶生长发育及其生理特性的影响[J]. 贵州科学, 2009, 27(2): 61-66.
- [16] 潘晓杰, 侯红波, 廖芳, 等. 配方施肥对油茶中幼林营养生长的影响[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(2): 82-84.
- [17] 陈永忠, 彭邵峰, 王湘南, 等. 油茶高产栽培系列技术研究-配方施肥试验[J]. 林业科学研究, 2007, 20(5): 650-655.
- [18] 阴黎明, 王力华, 刘波. 文冠果叶片养分元素含量的动态变化及在吸收特性[J]. 植物研究, 2009, 29(6): 685-691.
- [19] 刘颖. 氮、磷化学肥料高效利用新技术探索研究[D]. 吉林: 吉林农业大学, 2005.
- [20] 胡冬南, 游美红, 袁生贵, 等. 不同配方施肥对幼龄油茶的影响[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(1): 94-97.
- [21] 陈波浪, 盛建东, 李建贵. 红枣树氮、磷、钾吸收与累积年周期变化规律[J]. 植物营养与肥料学报, 2011, 17(2): 445-450.