

## 修剪施肥对油茶叶绿素含量及光合速率的影响

王开良<sup>1</sup>,姚小华<sup>1</sup>,申巍<sup>2</sup>,龙伟<sup>1</sup>,王毅<sup>3</sup>

1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400

2. 福建华安县林业局, 福建 华安 363800

3. 浙江青田县林业局, 浙江 青田 323900

**摘要:** 本文以江西省塘湾镇普通油茶幼林为研究对象, 研究了修剪处理和施肥对油茶树体生长及光合作用的影响。结果表明: 整形修剪大幅度提高了油茶幼树树体和树冠高度以及树体冠幅横径、纵径的生长量, 并且明显促进春梢的生长, 且大幅度增加了叶片叶绿素含量并提高了光合效能。3, 4, 5, 6, 7, 8 施肥处理对促进树体生长效果显著, 1, 2, 6, 8, 9 处理则明显的促进了油茶春梢的生长, 7, 4, 1, 8, 9 处理明显提高了叶片叶绿素含量, 而叶片光合速率则随修剪强度的增加而提高。因此, 结合冠型控制来对春梢和夏梢加强修剪, 并适度的提高修剪强度对促进油茶幼树的生长作用较为明显。

**关键词:** 油茶; 修剪; 施肥; 叶绿素; 光合速率

**中图分类号:** S794.4

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2015)05-0666-05

## Effect of Pruning and Fertilization on Chlorophyll Photosynthetic Rate of *Camellia oleifera*

WANG Kai-liang<sup>1</sup>, YAO Xiao-hua<sup>1</sup>, SHEN Wei<sup>2</sup>, LONG Wei<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>3</sup>

1. The Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, China

2. Forestry Bureau of Huaan County Fujian Province, Huaan 363800, China

3. Forestry Bureau of Qingtian County Zhejiang Province, Qingtian 323900, China

**Abstract:** This paper studied the effect of pruning and fertilization on the growth and photosynthesis of *Camellia oleifera* taking juvenile forest as an objective in Tangwan town Jiangxi Province. The results showed that pruning increased the height of juvenile tree trunk and crown, and the transverse and vertical diameter of tree crown were promoted to a large extent. In addition, the growths of spring shoot, content of chlorophyll and photosynthesis rate were also increased by the treatment of shaping and pruning. The fertilization treatment of 3, 4, 5, 6, 7, 8 significantly promoted the growth of *Camellia oleifera*. The treatment of 1, 2, 6, 8, 9 accelerated the growth of spring shoot and the treatment of 7, 4, 1, 8, 9 apparently increased the content of chlorophyll in leaves. The photosynthesis rate increased with the increase of pruning intensity. Therefore, moderate pruning intensity in Spring and Summer combined with the control of crown form was effective to promote the growth of juvenile tree.

**Keywords:** *Camellia oleifera*; pruning; fertilization; Chlorophyll; photosynthetic rate

光能是一切植物的能量来源, 植物通过光合作用把二氧化碳转化为淀粉、糖等物质, 从而给动物及其它植物提供物质的来源。叶绿体是植物的一个重要组成部分, 而光合作用就在叶绿体中完成。通过修剪、施肥可以提高生物的叶绿素含量和光合作效率, 最终提高栽培植物的生物产量<sup>[1-5]</sup>。本文针对油茶开展这方面的试验。

### 1 试验地概况

试验点位于江西省塘湾镇塘甸村, 属亚热带气候区域, 这种区域的气候有以下几种鲜明的特征: 一是光照充足; 二是气温颇高, 年均气温应该在 18℃左右; 三是无霜期达到 286 d; 四是雨量充沛。试验地土壤为红壤, PH 值 4.24, 有机质 6.99 mg/kg, 全氮 1.02 g/kg, 全磷 0.35 mg/kg, 全钾 10.4 mg/kg, 水解氮 60.6 mg/kg, 有效磷 7.8 mg/kg, 速效钾 45.7 mg/kg, 有效铜 45.7 mg/kg, 有效锌 1.42 mg/kg, 有效铁 22.3 mg/kg, 交换性钙 59 mg/kg, 交换性镁 7.6 mg/kg, 交换性锰 0.66 mg/kg。试验点地形地貌为典型的丘陵缓坡地, 土层深厚。试验林采用 2 年生嫁接苗造林, 第 3 年就能开花结果, 到第 5 年林分就有一定的产量, 平均株行距 2.0×3.0 m。

**收稿日期:** 2013-07-20

**修回日期:** 2013-08-10

**基金项目:** 林业公益性行业科研专项:油茶高含油核心种质创制与源库调控技术研究(201404702-03)

**作者简介:** 王开良(1971-),男,浙江东阳人,副研究员,主要从事油茶薄壳山核桃等育种与栽培工作。E-mail:wangk1163@163.com

## 2 试验设计与方法

### 2.1 试验设计

修剪试验设计为3因素3水平的正交试验。如下表1。在经过了实地观测后发现:该试验点的所有树型中,有三种树型占据了绝大部分的比例,第一种是平头型,第二种是圆头型,第三种是开心型。所以,本文把上述3种树型作为侧重研究的对象。另外,再设置一个空白对照试验。

表1 油茶修剪试验设计

Table 1 The test design of shaping and pruning treatment

处理号 NO.	修剪强度 Intensity of pruning	冠型 Shape of tree crown	修剪部位 Location of pruning
1	1/3	平头型	春梢
2	1/3	开心型	夏梢
3	1/3	圆头型	秋梢
4	1/2	平头型	夏梢
5	1/2	开心型	秋梢
6	1/2	圆头型	春梢
7	2/3	平头型	秋梢
8	2/3	开心型	春梢
9	2/3	圆头型	夏梢

表2是施肥试验设计。试验设计要求:第一、按株施肥;第二、沿油茶树冠的外延开沟,沟深应在40 cm左右;第三、把表土跟肥料充分混合,再覆盖上15 cm左右的土壤。另外,再设置一个空白对照作为对比试验。

表2 油茶幼树施肥试验设计

Table 2 The test design of fertilization

处理号 NO.	冬季有机肥/kg Organic fertilizer in Winter	冬季复合肥/kg Compound fertilizer in Winter	夏季复合肥/kg Compound fertilizer in Summer
1	0.5	0	0.5
2	0.5	0.5	1
3	0.5	1	1.5
4	0.75	0	1
5	0.75	0.5	1.5
6	0.75	1	0.5
7	1	0	1.5
8	1	0.5	0.5
9	1	1	1

供该试验所用的肥料由绿源林业公司特别制作。该公司把腐熟的鸡粪作为主要肥料。其中,肥料PH值为7.25,有机质大约占据30%左右的含量,营养成分具体如下:有机质 $302.49 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全氮 $20.56 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全磷 $17.60 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全钾 $19.36 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全钙 $46.45 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,全镁 $6.88 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。复合肥由俄罗斯所产,肥料粒度控制在2~4 mm,含量控制在90%以上。而养分含量具体如下:养分总的含量在45%以上,N含量在15%以上, $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量在15%以上, $\text{K}_2\text{O}$ 含量也在15%以上。

### 2.2 测定方法

树高、冠高和冠幅用标尺实地测量枝条。而粗度都选用游标卡尺工具来加以测量。

树冠分枝选用的测量方式是:用铁丝制作一个长宽高都为20 cm的测量方框,把方框放到树冠下层及上层位置,从而圈出需要测定的实际范围,再在范围内数出新长出的枝条总数量。

叶绿素相对含量测定:参考杨敏文<sup>[6]</sup>和苏正淑<sup>[7]</sup>的方法,加以改进。测定步骤如下:第一步、选择新生枝条中的3到5片成熟叶片;第二步、把叶片的主脉去除,把叶片全部剪成碎片,并称取0.2克叶片碎片;第三步、添加水、乙醇(95%)和丙酮,三者遵循1:4.5:4.5的比例,接着让溶液定容到25 mL;第四步、在暗处对溶液加以提取,然后将波长分别控制到645~663 nm,从而来测定溶液具体的吸光值。而叶绿素的实际浓度需按照下列公式来具体计算:

叶绿素 a 浓度 (mg/L):  $C_a=12.7A_{663nm}-2.69A_{645nm}$

叶绿素 b 浓度 (mg/L):  $C_b=22.9A_{645nm}-4.68A_{663nm}$

叶绿素总浓度 (mg/L):  $C= C_a+ C_b$

单位鲜叶重叶绿素含量 (mg/g):  $C (叶绿素浓度) \times V (提取液体积) / W (样品鲜重)$

光合速率测量: CI-310 型光合测定仪

### 2.3 数据处理

应用 DPS 和 Excel 的统计工具对数据进行统计分析。

## 3 测定的结果与结果的分析

### 3.1 修剪后油茶幼树叶绿素的含量变化

油茶幼树在完成了修剪之后,内部的叶绿素受到了巨大的影响,含量实现了大幅度的提升。表3中,处理7的含量提升最为明显,含量几乎达到对照组的两倍左右。其它处理组的含量跟对照组类比之后,提升的具体情况如下:(1)处理4的含量提升了65.7%;(2)处理1的含量提升了60%;(3)处理9的含量提升了60%;(4)处理8的含量提升了50.5%;(5)处理5的含量提升了47.3%;(6)处理3的含量提升了32.4%;(7)处理6的含量提升了26.7%;(8)处理2的含量提升了9%。

综上,在所有处理组中,处理1、处理4及处理7内部的叶绿素含量实现的提升最为明显。处理1属于轻度修剪,修剪范围为1/3,处理4属于重度修剪,修剪范围为1/2,处理7属于重度修剪,修剪范围达到了2/3。这表明:对油茶幼树来说,叶绿素含量与实际的修剪程度并没有必然的联系。这3种处理都属于平头型。换言之,平头型在完成了修剪后,叶绿素含量会有较为显著的提升。究其原因有两点:第一、在平头型这种类型的树冠中,枝条多分布在树冠的中部位置,待修剪工作完成后,树冠有着较为良好的透光性,这便有利于新叶片的大量产生;第二、处理1及处理7修剪的都是春梢,而处理4修剪的是夏梢,无论春梢还是夏梢都修剪了较大的枝条量,这让树体拥有了较为良好的透光性,所以新叶生长起来就较为快速。

表 3 修剪后油茶幼树叶绿素含量

Table 3 Content of Chlorophyll in juvenile tree after pruning

处理 NO.	均值/mg.g <sup>-1</sup> FW Mean value	5%显著水平 Significant level at 5%	1%极显著水平 High significant level at 1%
7	1.45003	a	A
4	1.20252	b	B
1	1.16032	bc	BC
9	1.16019	bc	BC
8	1.09252	cd	C
5	1.06902	d	C
3	0.96124	e	D
6	0.91995	e	D
2	0.79283	f	E

### 3.2 修剪后油茶老树叶绿素含量变化

由表4把处理组的实际情况跟对照组类比之后,总结出的含量提升状况如下:(1)处理3的含量提升了49.4%;(2)处理6的含量提升了49.3%;(3)处理2的含量提升了23.7%;(4)处理9的含量提升了23.2%;(5)处理4的含量提升了17.9%;(6)处理5的含量提升了14.5%;(7)处理7的含量提升了14.5%;(8)处理1的含量提升了10.6%;(9)处理8的含量提升了8%。试验表明:老树完成了修剪工作后,叶绿素含量依然会有提升,只是提升的效果不如幼树。究其原因:老树生长的实际速度远远不及幼树。其中,处理9、处理2、处理6及处理3这4组中的叶绿素总含量提升最大。而处理9、处理6及处理3的树型统统为圆头型,这表明:圆头型是老树完成修剪工作后叶绿素含量大幅上涨的根本原因。

表 4 修剪后油茶老树叶绿素含量

Table 4 Content of chlorophyll in elder tree after pruning

处理 NO.	均值/mg·g <sup>-1</sup> FW Mean value	5%显著水平 Significant level at 5%	1%极显著水平 High significant level at 1%
3	0.9583	a	A
6	0.95785	a	A
2	0.79329	b	B
9	0.78994	bc	B
4	0.75636	bcd	B
5	0.73409	bcd	B
7	0.73409	bcd	B
1	0.70975	cd	B
8	0.69563	d	B

### 3.3 施肥对油茶幼树叶绿素含量的影响

表 5 中的各项数据表明: 正交设计中, 给各处理组施肥后, 各个处理组内部所拥有的叶绿素含量都会有所提升, 只是提升的幅度有低有。含量提升的相关情况如下: (1) 处理 7 的含量提升了 74%; (2) 处理 8 的含量提升了 73%; (3) 处理 9 的含量提升了 72%; (4) 处理 4 的含量提升了 57%; (5) 处理 3 的含量提升了 31%; (6) 处理 1 的含量提升了 22%; (7) 处理 5 的含量提升了 19%; (8) 处理 6 的含量提升了 11%; (9) 处理 2 的含量提升了 5%。由此可见, 给油茶幼树叶施肥, 能够在一定程度上让叶绿素含量实现提升, 但提升幅度却出现了巨大的差异。为了说明这种差异的根源, 本文把提升明显的处理 7 及提升不明显的处理 6 加以比较。对处理 7 来说, 夏季所施的是复合肥 (肥量是 1.5 kg), 冬季所施的是有机肥 (肥量是 1 kg)。这种施肥方式不但让油茶抽梢有足够的保障, 还让油茶油脂的形成也有了足够的保障, 所以叶绿素含量会有如此大的提升。对处理 6 来说, 夏季所施的也是复合肥, 但肥量非常低, 冬季所施的也是有机肥, 但肥量比却处理 7 减少了 0.25 kg。肥料的不足使得处理 6 在油茶抽梢和油脂形成上都有较大的影响, 所以叶绿素在处理 6 中提升含量远远不及处理 7。

表 5 施肥油茶幼树叶绿素含量

Table 5 Effect of fertilization on the content of chlorophyll in juvenile tree leaves

处理 NO.	均值/mg·g <sup>-1</sup> FW Mean value	5%显著水平 Significant level at 5%	1%极显著水平 High significant level at 1%
7	1.26816	a	A
8	1.2598	a	A
9	1.25258	a	A
4	1.14613	a	AB
3	0.95092	b	BC
1	0.88889	bc	C
5	0.86514	bc	C
6	0.80582	bc	C
2	0.76844	c	C

### 3.4 施肥对油茶老树叶绿素含量的影响

对于油茶树的老树来说, 施肥与叶绿素实际含量的提升有必然的关系。这种关系如图 1 的内容所示。而这些处理组中, 提升效果最明显的依次排序是: 处理 2、处理 1、处理 3。由于树冠内层空虚, 导致叶片数量相对较少, 叶绿素含量比较少, 施肥后效果可以说是明显的。处理 2 冬的是复合肥 1.5 kg, 为下一年油茶生长提供了充足的养分储备, 效果也就最明显。由方差分析表 6 表明, 处理间差异极显著, 这也说明在施肥对油茶老树叶绿素含量有极明显的作用。

表 6 施肥对油茶老树叶绿素含量的影响

Table 6 Effect of fertilization on the content of Chlorophyll in elder tree leaves

变异来源 Source of difference	平方和 Sum of squares	自由度 Freedom	均方 Mean square	F 值 F	显著水平 Significant level
区组间	0.0132	2	0.0066	1.355	0.327
处理间	0.892	3	0.2973	60.91	0.0001
误差	0.0293	6	0.0049		
总变异	0.9345	11			

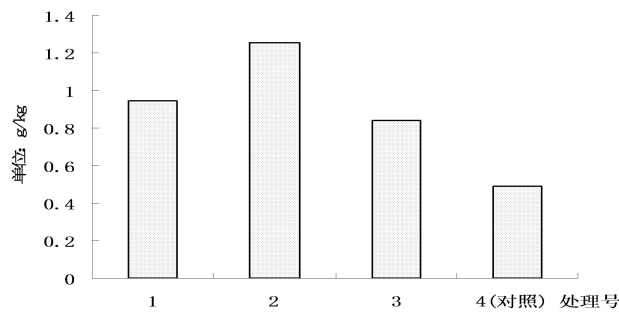


图 1 施肥对油茶老树叶叶绿素含量的影响

Fig.1 Effect of fertilization on the content of Chlorophyll in elder tree

### 3.5 修剪施肥对油茶光合速率的影响

油茶树在完成了修剪工作后,光合速率都得到了提升。尽管如此,光合速度的实际提升也有较大的区别。导致这种区别的根本因素主要包含了 3 点。第一个因素是修剪强度的大小。试验表明:修剪范围越大的处理组,光合速率提升的幅度越高,修剪范围越小的处理组,光合速率提升的幅度越小。究其原因是:修剪范围越大,树体裸露的面积也就越大,树体更容易利用二氧化碳或者光能。第二个因素是树冠形态。即便修剪强度完全相同,但树冠形态有所区别的话,光合速率的实际提升也会随之受到影响。例如:处理 3、处理 2 及处理 1 组运用的都是 1/3 修剪的方式,但 3 组的树冠形态有所区别,以至于 3 组的光合速率有了不同的提升情况。第三个因素是施肥量。通过分析处理 9、处理 8 及处理 7 可知:这 3 组的光合速度是所有处理组中最高的 3 组。换言之,光合速度与冬季的实际施肥量有着必然的联系。

## 4 小结与讨论

对油茶幼树来说,平头型在完成了修剪后,叶绿素含量会有较为显著的提升。究其原因是在平头型这种类型的树冠中,枝条多分布在树冠的中部位置,待修剪工作完成后,树冠有着较为良好的透光性,这便有利于新叶片的大量产生;修剪让树体拥有了较为良好的透光性,新叶生长起来就较为快速。老树完成了修剪工作后,叶绿素含量依然会有提升,只是提升的效果不如幼树。圆头型是老树完成修剪工作后叶绿素含量提升较为明显<sup>[8,9]</sup>。

油茶幼树叶施肥,夏季所施的是复合肥(肥量是 1.5 kg),冬季所施的是有机肥(肥量是 1 kg)。可让油茶抽梢有足够的保障,还让油茶油脂的形成也有了足够的保障,所以叶绿素含量会有如此大的提升。对于油茶树的老树来说,由于树冠内层空虚,导致叶片数量相对较少,叶绿素含量比较少,施肥后效果明显。冬施复合肥 1.5 kg,为下一年油茶生长提供了充足的养分储备,施肥对油茶老树叶叶绿素含量有极明显的作用。

油茶树在完成了修剪工作后,光合速率都得到了提升。修剪范围越大的,光合速率提升的幅度越高,修剪范围越小的,光合速率提升的幅度越小。即便修剪强度完全相同,但树冠形态不同,光合速率的实际提升也会随之受到影响。冬季的实际施肥量可显著提高光合速率。

## 参考文献

- [1] 何方,何柏.油茶栽培分布与立地分类的研究[J].林业科学,2002,38(5):46-73
- [2] 吴耕民.果树修剪学[M].上海:上海科学技术出版社,1979
- [3] 谭华,刘三才,杨晓峰.油茶整形修剪[J].中国林业,2009(1):57
- [4] 汪为民.油茶成林修剪反应初探[J].安徽林业,2005(6):30
- [5] 肖青,李纪元,李锦明,等.不同修剪强度对幼龄期油茶无性系生长及结实的影响[J].江西林业科技,2008,2:7-9
- [6] 杨敏文.快速测定植物叶片叶绿素含量方法的探讨[J].光谱实验室,2002,19(4):478-481
- [7] 苏正淑.几种测定植物叶绿素含量的方法比较[J].植物生理学通讯,1989,25(5):77-78
- [8] 李金强,袁启凤,陈守一,等.简化修剪对脐橙叶绿素含量及产量品质的影响[J].西南园艺,2006,34(6):24-25
- [9] 杨再英,黄静.不同整形修剪对脐橙叶片叶绿素含量及产量品质的影响[J].广西园艺,2005,1:5-6