

油料植物红皮糙果茶与油茶叶片光合特性研究

李庭海, 李乐兴, 刘 晓, 黎 科, 张永夏*

(深圳大学生命科学学院, 深圳市微生物基因工程重点实验室, 深圳 518060)

摘 要: 为探明油料植物红皮糙果茶 (*Camellia crapnelliana* Tutcher) 光合作用日变化特征, 为其科学栽培提供理论依据, 采用 Licor-6400 便携式光合作用测定仪测定红皮糙果茶和油茶 (*Camellia oleifera* L.) 的光合生理特性及环境因子的日变化, 并进行分析研究。结果表明, 在晴天条件下红皮糙果茶净光合速率曲线呈双峰状, 自 9:10 至 13:10 期间有一个长达 4 h 的高效光合平台期 ($19.7 \sim 20.2 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), 最大值为 $20.2 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。气孔导度日变化与油茶相似呈单峰曲线于 13:10 达到峰值 $0.22 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 但其蒸腾速率整体高于油茶。油茶无明显光合“午休”现象, 净光合速率最大值出现在中午 11:10, 为 $20.1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。相比之下红皮糙果茶光合作用时间较长, 总光合产率较高。

关键词: 红皮糙果茶; 油茶; 净光合速率; 日变化; 气孔导度; 蒸腾速率

中图分类号: S718.43

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2014)06-0956-04

Photosynthetic characteristics of *Camellia crapnelliana* Tutcher and *Camellia oleifera* L.

LI Tinghai, LI Lexing, LIU Xiao, LI Ke, ZHANG Yongxia

(Shenzhen Key Laboratory of Microbial Genetic Engineering, College of Life Science, Shenzhen University, Shenzhen 518060)

Abstract: Diurnal changes of the photosynthetic characteristics of *Camellia crapnelliana* and *Camellia oleifera* and the environmental factors were determined using Li-6400 portable photosynthetic system. The results showed that *C. crapnelliana* had a bimodal curve of the diurnal change in the net photosynthetic rate with a peak of $20.2 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ and a highly efficient photosynthesis occurred during 9:10 and 13:10 ($19.7\text{-}20.2 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). The diurnal changes of the stomatal conductance in *C. crapnelliana* were similar to *C. oleifera*, showing a “single peak curve” modal without a significant midday depression phenomenon with a peak of $0.22 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ at 13:10. The transpiration rate of *C. crapnelliana* was generally higher than that of *C. oleifera*. *C. oleifera* showed no an obvious photosynthetic depression and the maximal net photosynthetic rate was $20.1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ at 11:10. The results suggested that *C. crapnelliana* may have a longer daily photosynthesis time and a higher photosynthetic efficiency than *C. oleifera*.

Key words: *C. crapnelliana*; *C. oleifera*; net photosynthetic rate; diurnal change; stomatal conductance; transpiration rate

山茶属 (*Camellia*) 植物种质资源丰富, 其中油茶是世界四大木本油料植物之一。红皮糙果茶 (*C. crapnelliana* Tutcher), 属山茶科山茶属常绿小乔木或灌木, 树皮红色, 具有较大的花和果, 原产广西南部, 广东、福建、江西、浙江等地亦有分布, 现为国家二级保护植物, 2004 年被《中国物种红色名录》列为极危种^[1]。红皮糙果茶由于产量大、出油

率高、营养价值高等特性, 具有很高的实用价值。目前对红皮糙果茶的试验大多关注于外形, 因其叶大花期长, 枝干红色多应用于园林设计, 其基本光合特性的研究是空白。由于光合速率、气孔导度以及蒸腾速率等是植物重要的生理生态参数, 并且对作物栽培管理具有重要的理论指导意义^[2-7]。

本研究在自然状态下测定红皮糙果茶和油茶的

收稿日期: 2014-01-23

基金项目: 广东省科技计划 (2012B020302004) 和广东省省部产学研结合项目 (2011B090400380) 专项基金共同资助。

作者简介: 李庭海, 硕士研究生。E-mail: 444269746@qq.com

* 通信作者: 张永夏, 博士, 副教授。E-mail: zyx@szu.edu.cn

光合特性指标, 分析记录 2 种油料植物的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率等数据, 以揭示红皮糙果茶的光合特性及主要影响因子, 为苗木生产提供可靠的理论依据, 对提高红皮糙果茶的油料生产力等实际问题具有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

以种植于深圳大学油茶种质资源圃的红皮糙果茶与油茶为试验材料, 选生长相对一致, 3 年生健壮的实生苗, 所有测定时间内均无外物遮挡, 处于全光照环境。

1.2 测定方法

采用美国 Li-cor 公司生产的开放式气体交换 Li-6400 便携式光合测定仪于 2012 年 8 月中旬选择晴朗的日子测定。从 7:10 至 17:10 每隔 2 h 测定 1 次, 每次测定选取长势一致的 3 株, 每次测定 3~5 片叶片。同时测定叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等参数。

1.3 数据分析

采用 Excel 2003 进行计算作图, 应用 SPSS13.0 中的 Bivariate 进行相关分析。

2 结果与分析

2.1 光合有效辐射日变化和气温日变化

植物光合作用日变化受多种环境因素的影响, 当植物叶片吸收的光能超过其利用能力时, 就会引起叶片光合作用的光抑制甚至光破坏。由与光合速率相关的环境因子呈现变化趋势图 (图 1 和图 2) 可见, 光合有效辐射在当天达到最大值 1600 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 大气温度在当天达到了 33.2 $^{\circ}\text{C}$, 变化趋势符合熟知的变化规律, 与廖小锋等^[8-9]的研究相似。

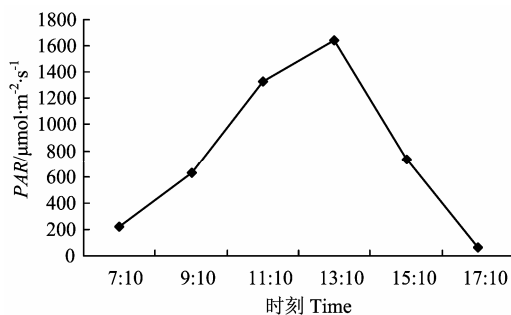


图 1 光合有效辐射日变化

Figure 1 The diurnal variation of PAR (photosynthetically active radiation)

2.2 净光合速率的日变化

从图 3 可看出 2 种植物的光合速率变化与一天中光照、温度变化呈现一致性, 即净光合速率主要影响因素为光照和温度。其中, 红皮糙果茶在 13:10 时净光合速率达到最大值 20 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。在 11:10 的净光合速率在当天晴天中午明显降低, 其曲线呈典型的“双峰型”, 有光合“午休”现象, 这与许多植物在晴朗高温的夏天出现光合“午休”的现象相一致^[9]。同时从图 3 可以看出, 红皮糙果茶光合“午休”的程度并不深。在 17:10 净光合速率仍达到 11 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。油茶净光合速率日变化曲线呈单峰型, 从早晨 7:10 到 11:10 左右净光合速率呈逐步增加的趋势, 直到 11:10 达到最大值 21 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。之后净光合速率不断下降, 17:10 已经趋近于零。结果表明, 在相同的生长环境下, 红皮糙果茶光合作用持续时间比油茶长, 且更能充分利用长波长的红光进行光合作用, 总体光合作用产率较高。

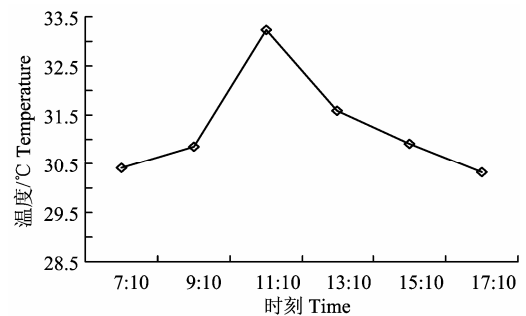


图 2 温度日变化

Figure 2 The diurnal variation of temperature

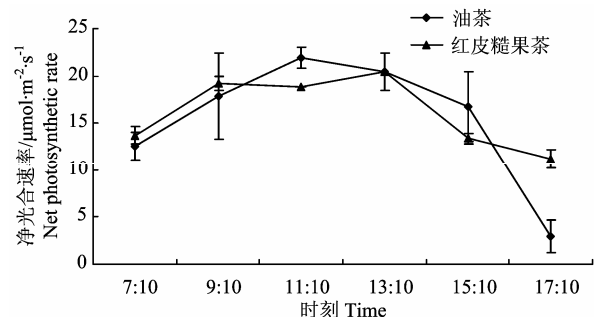


图 3 净光合速率日变化曲线

Figure 3 The diurnal variations of net photosynthetic rate of *C. crapnelliana* and *C. oleifera*

2.3 气孔导度的日变化

气孔导度是植物气孔传导 CO_2 和水的能 力, 它的变化首先影响水分的交换, 其次是 CO_2 的交换, 因此气孔导度的大小对净光合速率和蒸腾速率均有

很大影响。由图 4 可以看出 2 种植株气孔导度在一天中变化均表现为早晚的气孔导度较低,中午 13:10 达到最高,由早到晚呈现低-高-低的特点。日变化曲线显示其峰值均出现在上午 13:10,接近 $0.22 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,于 17:10 达到最低即接近零。

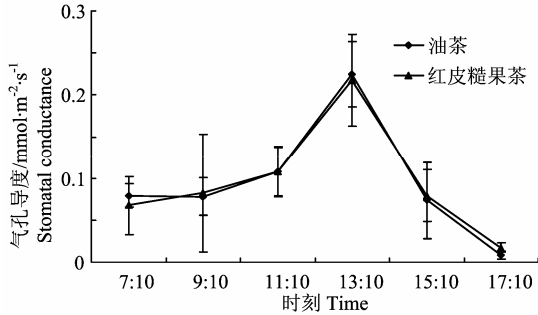


图 4 气孔导度日变化曲线

Figure 4 The diurnal variation of stomatal conductance of *C. crapnelliana* and *C. oleifera*

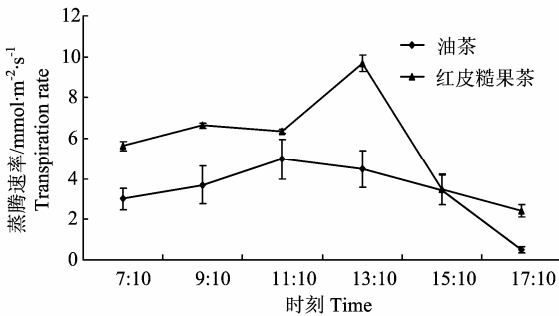


图 5 蒸腾速率日变化

Figure 5 The diurnal variation of transpiration rate of *C. crapnelliana* and *C. oleifera*

2.4 蒸腾速率的日变化

蒸腾速率取决于叶片内外的蒸气压差和扩散途径阻力的影响,光照、温度、大气相对湿度是影响蒸腾速率的主要因素。由图 5 可以看出,2 种植株的蒸腾速率日变化规律有各自的特点。红皮糙果茶整体蒸腾速率高于油茶,在 11:10 有短暂的降低,出现“午休”现象。而在 13:10 达到峰值,达到 $10 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,之后逐渐下降,在 17:10 时降至最小值,但是比油茶此时的蒸腾速率略高。油茶的蒸腾速率日变化都是单峰型曲线,从 7:10 开始,蒸腾速率随着光照强度的增强和气温的升高而逐渐加强,在 11:10 蒸腾速率达到最高值 $5 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,而后逐渐下降。从蒸腾速率也看出,红皮糙果茶耐高温能力较强,更能有效利用光能。2 种植株的蒸腾速率日变化曲线基本与净光合速率日变化曲线、气孔

导度日变化曲线变化趋势相符,因此蒸腾速率也是光合作用的重要参考数据。

3 讨论

植物光合作用合成有机物受到光合有效辐射、 CO_2 浓度、气温、相对湿度等多个环境因子的影响,造成植物的光合日变化呈现不同的类型,而且测定植物的净光合速率受到环境条件的约束。植物体内的所有干物质都是由光合碳同化产生的,同时各光合器官对环境的变化异常敏感,因此光合作用对温度、光照及其它环境因子的响应往往被用来解释植物的生长表现,并作为预测植物对环境的生理耐受性^[10-11]。

本试验通过对红皮糙果茶和油茶的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率等生理和环境因子的同期测定,较系统地试验了各因子的日变化及其之间的相互关系。在晴天条件下,红皮糙果茶的光合作用和蒸腾作用均在 11:10 出现光合“午休”现象,并在 13:10 达到峰值,而油茶却未出现光合“午休”现象。光合“午休”是植物自我保护的一种现象,当光能超过光合系统所能利用的数量时,光合功能下降^[12],在高温低湿的环境下为了防止蒸腾作用过强,叶片细胞中各种酶受到损伤,叶片表面气孔缩小,但同时还是进行有效的光合作用^[13]。

气孔导度和蒸腾作用既受外界因子的影响,也受植物体内部结构和生理状况的调节,光照和温度是影响气孔导度和蒸腾作用的最主要的外界条件^[14]。实验结果显示,红皮糙果茶蒸腾速率的变化规律与净光合速率基本相似,蒸腾速率与叶片的净光合速率日变化有很强的正相关关系。早上光合有效辐射逐渐增大有利于气孔张开,叶温上升,饱和水汽压差增大,蒸腾速率随之增高,至午前气孔阻力降至最低,蒸腾速率达到一天中的顶峰。净光合速率对气孔导度和蒸腾速率具有指示调节作用,有利于光合时,气孔导度增大,不利时气孔导度减小。

与油茶相比,红皮糙果茶叶片进行的光合作用和蒸腾作用均保持在相对较高的水平。在光照、温度和气压均降低的傍晚,红皮糙果茶还保持着较强的光合作用与蒸腾作用,说明其更能利用光能,是一种非常具有开发利用潜力的油料植物。本研究结果显示,红皮糙果茶的“午休”现象并不明显,若能在中午前后用少量的水喷雾,即实施雾灌,可以改善田间的小气候,降温增湿,增加气孔开度,提高叶片的光合速率,减轻甚至消除“午睡”现象^[15]。

亦有研究指出采用遮荫措施可通过降低光照强

度、土温、气温和叶温等来提高空气湿度、土壤含水量等改变植物生长环境,进而植物叶片海绵组织、栅栏组织、表皮细胞、叶角质层和叶厚度等均会随着遮荫强度的变化发生相应变化^[16-17]。苦丁茶在40%遮荫条件下可有效提高其叶片生长和光合能力^[18-19]。因此,可采取合理的遮荫措施来提高红皮糙果茶的产量。

综上所述,在红皮糙果茶与油茶栽培和抚育管理中,应将栽培管理措施与其生长及生理特性结合起来,创造其最佳生长环境,有效提高产量和品质,做到合理开发油料作物。

参考文献:

- [1] 崔勇, 门媛媛, 陈海红, 等. 我国山茶属糙果茶组植物资源及其园林应用探析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(23): 14329-14330; 14333.
- [2] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 2008.
- [3] 陈隆生, 陈永忠, 彭绍锋. 油茶光合特性试验进展与高光效育种前景[J]. 湖南林业科技, 2010, 37(3): 33-39.
- [4] 朱巧玲, 冷佳奕, 叶庆生. 束花石斛和黄花石斛的光合特性研究[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2013, 45(2): 97-103.
- [5] 蔡艳飞, 李世峰, 解玮佳, 等. 不同光照环境对‘薇安’铁线莲光合特性的影响[J]. 园艺学报, 2011, 38(7): 1377-1384.
- [6] 王瑞, 陈永忠, 王湘南, 等. 油茶优良无性系光合作用的日变化[J]. 中国农学通报, 2009, 25(24): 236-239.
- [7] 张斌斌, 姜卫兵, 翁忙玲, 等. 遮荫对红叶桃叶片光合生理的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(8): 1287-1294.
- [8] 魏媛, 喻理飞. 西南喀斯特地区一年生构树苗木的光合特征[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(12): 2996-2999.
- [9] 廖小锋, 谢元贵, 龙秀琴. 喀斯特适生植物土人蔘的光合日变化[J]. 西北农业学报, 2013, 22(2): 95-100.
- [10] Weng J H, Ueng R G. Effect of temperature on photosynthesis of *Miscanthus* clones collected from different elevations[J]. Photosynthetic, 1997, 34: 307-311.
- [11] Hamedynck E, Knapp A K. Photosynthetic and stomatal responses to high temperature and light in two oaks at the western limit of their range[J]. Tree Physiol, 1996, 16: 557-565.
- [12] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [13] 赵中华, 郭晓敏, 李发凯, 等. 不同处理对油茶光合生理特性的影响[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4): 576-581.
- [14] 柴仲平, 王雪梅, 孙霞, 等. 红枣光合特性与水分利用效率日变化研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(1): 168-172.
- [15] 许大全. 光合作用的“午睡”现象[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(6): 466-467.
- [16] Xiao R L, Wang J R, Shan W X, et al. Tea plantation environment and quality under different degrees of shading[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2007, 15(6): 6-11.
- [17] 吕晋慧, 王玄, 冯雁梦, 等. 遮荫对金莲花光合特性和叶片解剖特征的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(19): 6033-6043.
- [18] 蔡志全, 齐欣, 曹坤芳. 七种热带雨林树苗叶片气孔特征及其可塑性对不同光照强度的响应[J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 201-204.
- [19] 郝日明, 李晓征, 胡金良. 遮荫处理下多脉青冈和金叶含笑的叶解剖结构变化研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(6): 1083-1088.