

珍稀濒危植物喙核桃的光合特性研究^{*}

史艳财¹, 蒋运生¹, 覃芳², 邹蓉^{1*}, 韦记青¹, 熊忠臣¹

(1. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所, 广西桂林 541006; 2. 广西师范大学生命科学学院, 广西桂林 541006)

摘要:针对广西特有珍稀濒危材油两用植物喙核桃(*Annamocarya sinensis*)生理生态特性缺乏的现状,采用Li-6400便携式光合测定仪对喙核桃的光合-光响应曲线和光合日变化特征进行测定,以为喙核桃的人工种植提供科学依据。结果表明,0—1 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 光强范围内,净光合速率随光强的增大而快速上升。喙核桃的最大净光合速率为10.17 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,暗呼吸速率为0.85 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,表观量子效率为0.073 $\mu\text{mol} \cdot \mu\text{mol}^{-1}$,光补偿点为44.14 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。净光合速率与光合有效辐射、气温、叶温呈正相关关系,与 CO_2 浓度和空气湿度呈负相关关系,均未达显著水平($P > 0.05$)。野生喙核桃虽都分布于阔叶林、河谷等阴生环境中,但具阳生植物的光合特性,可引种植在阳光充足的生境。

关键词:喙核桃 光响应曲线 光合日变化 相关分析 广西

中图分类号:R282.2 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2020)01-0073-05

0 引言

喙核桃(*Annamocarya sinensis*)为胡桃科喙核桃属的单种属植物,是第三纪古热带孑遗植物,因其核果的顶端具鸟喙状尖头而得名^[1-2]。喙核桃木材为浅褐色,有光泽,花纹美观,结构均匀,重量中等,材质优良,为工业、军工及家具的优良用材。此外,其单株结实量大,种子油可食用和工业用。由于繁殖、更新较为困难,喙核桃种群数量急剧减少,已被列为濒危植物^[3]及极小种群保护物种。濒危植物存在极高的灭绝风险,其影响因素有环境变化^[4]、物种间相互作用^[5]以及自身限制^[6]等。在考量进化与适应性基础

上,研究濒危植物分布与生存潜力极为重要^[7]。然而,目前对于喙核桃的研究仅限于群落调查^[8]、木材解剖以及遗传学^[9]等少数几个方面,深刻了解其光合作用特点对于适宜生境保护、迁地保护选址以及建立配套的栽培技术等都非常重要。本研究对喙核桃的光合特性进行系统测定与分析,旨在为喙核桃的保育奠定扎实的基础。

1 材料与方 法

1.1 材 料

测试的喙核桃植株(10 a)为引种自广西南丹县野生喙核桃居群的实生苗,种植于广西植物研究所种质资源圃内,植株生长健康、无虫害。

^{*} 国家自然科学基金项目(31960276)和广西植物研究所基本业务费项目(桂植业19004)资助。

【作者简介】

史艳财(1984—),男,博士,副研究员,主要从事珍稀濒危植物保育研究。

【* * 通信作者】

邹蓉(1982—),女,副研究员,主要从事植物保育研究,E-mail:568852444@qq.com。

【引用本文】

DOI:10.13657/j.cnki.gxkxyxb.20200317.015

史艳财,蒋运生,覃芳,等.珍稀濒危植物喙核桃的光合特性研究[J].广西科学院学报,2020,36(1):73-77.

SHI Y C,JIANG Y S,QIN F,et al.Study on Photosynthetic Characteristics of Rare and Endangered Plant *Annamocarya sinensis* [J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences,2020,36(1):73-77.

1.2 方法

本研究采用光合测定仪(Li-6400 便携式, LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA)于2019年9月晴朗的天气进行喙核桃叶片光响应曲线(P_n -PPFD 曲线)测定。测试植株为4株长势基本一致的喙核桃实生苗,每株选取1片向阳的叶片,先在 $1\ 500\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强下诱导30 min(叶温度为 27°C ,气流为 $0.5\ \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$, CO_2 浓度为 $360\ \mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)。光强共设15个梯度:2 000, 1 800, 1 500, 1 200, 1 000, 800, 600, 400, 200, 150, 100, 50, 20, 10, $0\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。 P_n -PPFD 曲线拟合方程为净光合速率 $P_n = P_{\max} (1 - C_o e^{-\Phi \text{PPFD}/P_{\max}})$, 其中 P_{\max} 是最大净光合速率, C_o 用来度量弱光下净光合速率趋于0, Φ 是弱光下的光化学量子效率。光饱和点 $\text{LSP} = P_{\max} \ln(100 C_o) / \Phi$, 光补偿点 $\text{LCP} = P_{\max} \ln(C_o) / \Phi$, 表观量子效率(AQY)指的是 $0-200\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强范围内净光合速率与光强直线的斜率。

光合作用日变化测定时所选叶片与光响应曲线相同。测定时间为8:30-18:30,每30 min测定1次,每张叶片连续测定5次,连续测定3 d,最后取平均值进行数据分析。测定的光合指标主要有净光合速率(P_n)、气孔导度(G_s)、胞间 CO_2 浓度(C_i)以及蒸腾速率(T_r),环境指标主要有光合有效辐射(PAR)、叶温(LT_{air})、空气相对湿度(RH_{sfc})、大气 CO_2 浓度(C2_{sfc})、气温(CT_{air})等。水分利用率(WUE)和羧化速率(G_x)则根据以上结果计算得出。

光响应曲线拟合和相关性分析分别采用 Sigma Plot 9.0 和 SPSS 13.0 软件进行。

2 结果与分析

2.1 喙核桃净光合速率(P_n)对光强的响应

喙核桃净光合速率对光强的响应如图1所示。在 $0-1\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强范围内,其净光合速率随光强升高而急剧上升,当光强为 $1\ 000\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 左右时,净光合速率达最大值,之后再提高光强,净光合速率基本保持不变。

基于线性方程和光合作用光响应曲线方程,喙核桃光响应曲线的表光量子效率(AQY)为 $0.073\ \mu\text{mol}\cdot\mu\text{mol}^{-1}$,光补偿点LCP为 $44.14\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,最大净光合速率(P_{\max})为 $10.17\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,暗呼吸速率为 0.85

$\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

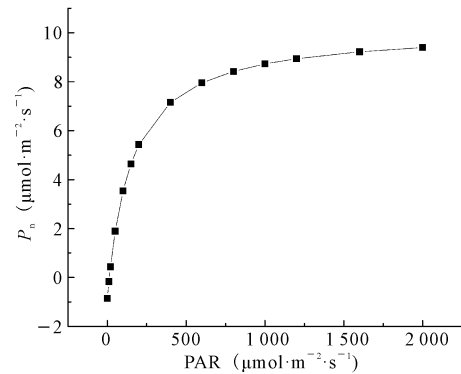


图1 喙核桃净光合速率对光强的响应

Fig. 1 Responses of net photosynthetic rate to photosynthetic photo flux densities of *A. sinensis*

2.2 喙核桃光合生理日变化

喙核桃光合生理日变化测定结果如图2所示。由图可知,喙核桃净光合速率的第一个高峰出现在上午9:00左右,第二个高峰则出现在下午13:00左右,15:00以后其净光合速率呈降低趋势(图2a);气孔导度的日变化规律总体上是先升后降,其最高峰出现在上午11:00左右(图2b);胞间 CO_2 浓度(C_i)日变化大体可分为两个阶段,7:00-13:00呈降低趋势,13:00以后逐渐上升后趋于稳定(图2c);蒸腾速率的日变化趋势是先升后降,其最高峰出现在下午13:00左右(图2d);水分利用率日变化呈现两个明显的高峰,第一个峰是在上午9:00左右,第二个峰则是下午的13:00左右,15:00以后其水分利用率逐渐降低,其变化规律与净光合速率的变化规律基本一致(图2e);羧化速率的日变化呈先升后降趋势,峰值出现时间为13:00左右(图2f)。

2.3 环境因子日变化

喙核桃光合测定时的环境因子日变化如图3所示。由图可知,光合有效辐射的日变化呈上升趋势,在13:00左右达到最大值,为 $569.38\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (图3a);空气温度逐渐上升并趋于稳定,17:00后逐渐下降(图3b);叶片温度的变化趋势基本与空气温度的一致(图3c);空气 CO_2 浓度(图3d)和空气湿度(图3e)的变化规律都为逐渐下降。

2.4 喙核桃净光合速率与环境因子的相关性分析

喙核桃净光合速率与环境因子的相关性如表1所示。由表可知, P_n 与光合有效辐射、气温、叶温都呈正相关,与 CO_2 浓度和空气湿度呈负相关。

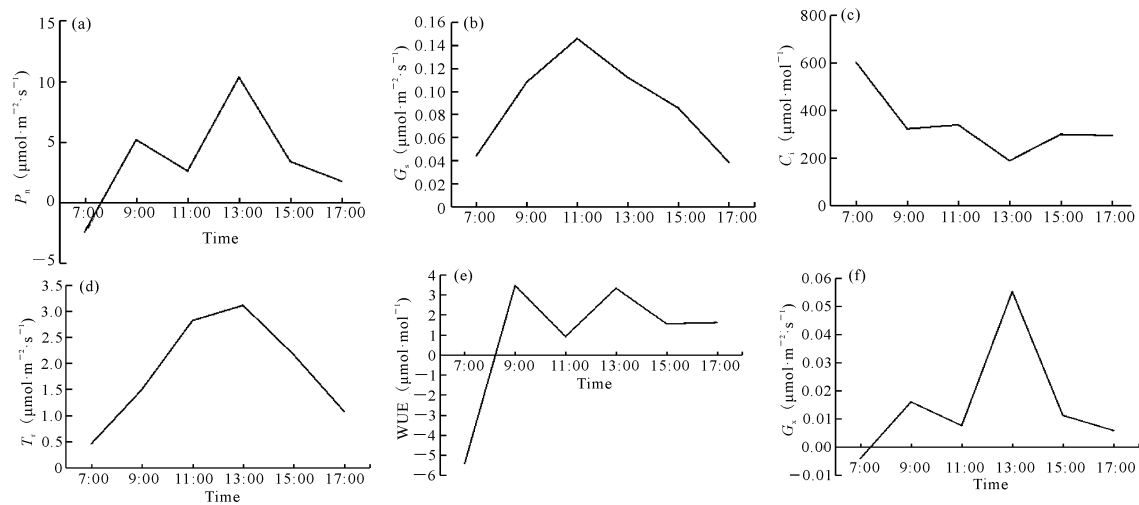


图2 喙核桃光合生理参数日变化

Fig. 2 Photosynthetic parameters diurnal variation of *A. sinensis*

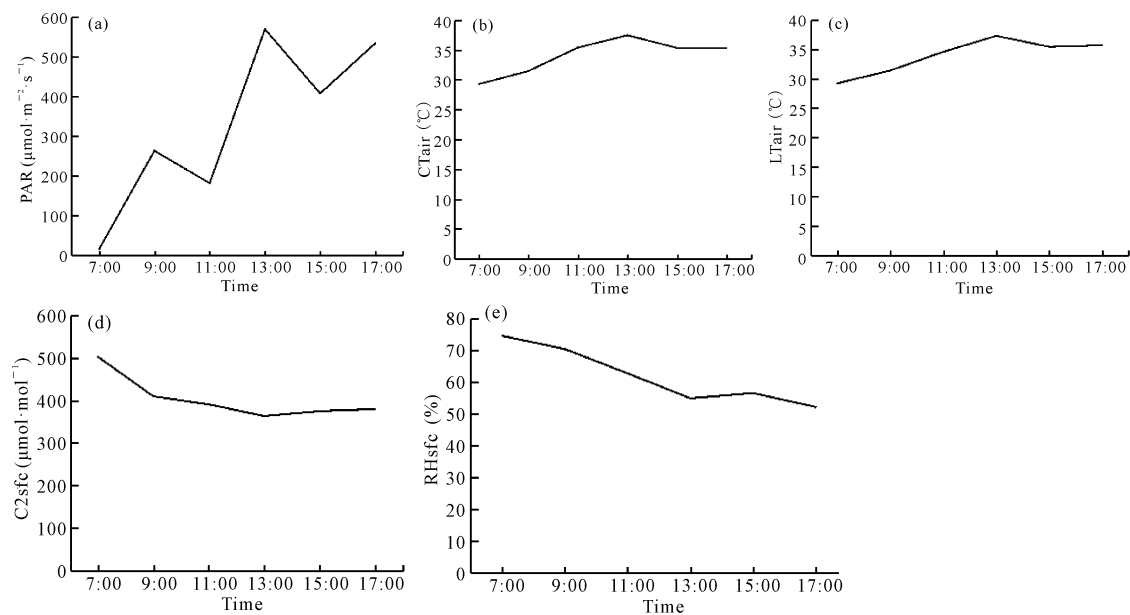


图3 环境因子日变化

Fig. 3 Variation of environmental factors

表1 喙核桃净光合速率与环境因子的相关性

Table 1 Correlation between net photosynthetic rate of *A. sinensis* and environment factors

	P_n	PAR	CTair	RHsfc	C2sfc	LTair
P_n	1	0.698	0.687	-0.482	-0.741	0.672
PAR		1	0.808	-0.905*	-0.846*	0.874*
CTair			1	-0.903*	-0.915*	0.990**
RHsfc				1	0.853*	-0.950**
C2sfc					1	-0.922**
LTair						1

注: * 在 0.05 水平上显著相关, ** 在 0.01 水平上显著相关

Note: * Indicates significant correlation at 0.05 level, ** indicates significant correlation at 0.01 level

3 讨论

植物最大净光合速率、光补偿点等光合生理参数对作物的高产起着重要影响^[10-11]。常见阳叶植物的光饱和和光合速率、光饱和点、光补偿点一般为 6-20 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、600-1 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、20-50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ，而阴叶植物的光饱和和光合速率、光饱和点、光补偿点一般为 2-4 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、200-500 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、10-15 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ^[12]，健壮植株的 AQY 多为 0.04-0.07 $\mu\text{mol} \cdot \mu\text{mol}^{-1}$ ^[13-14]。根据以上测定结果可判定，喙核桃的 P_{max} 和 LSP 较高、LCP 和 AQY 较低，

对强光的利用能力较强,属阳生植物。

喙核桃净光合速率日变化出现双峰现象,具有明显的光合午休。进一步的相关分析结果表明,喙核桃光合速率的变化受到多种内部因素和外界环境因素的影响,其 P_n 与光合有效辐射、气温、叶温都呈正相关,与 CO_2 浓度和空气湿度呈负相关,提高光合有效辐射能促进喙核桃固定更多的有机物,促使苗木不断生长,生物量不断积累。

4 结论

喙核桃为落叶乔木,野生植株多分布于海拔 200—1 200 m 半阔叶疏林中。与一般阳生植物相比,对强光的利用能力较强,能适应较广的环境,可引种和种植在阳光充足的生境。

参考文献

- [1] 覃海宁,刘演. 广西植物名录[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第二十一卷[M]. 北京:科学出版社,1979.
- [3] 国家环境保护局,中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录:第一册[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [4] URBAN D A, RODRIGUEZ-LORENZO L, BALOG S, et al. Plasmonic nanoparticles and their characterization in physiological fluids [J]. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 2016, 137: 39-49.
- [5] ANDERSON S J, SIKES M L, ZHANG Y, et al. The transcription elongation factor Spt5 influences transcription by RNA polymerase I positively and negatively [J]. Journal of Biological Chemistry, 2011, 286 (21): 18816-18824.
- [6] BRESHEARS D D, MCDOWELL N G, GODDARD K L, et al. Foliar absorption of intercepted rainfall improves woody plant water status most during drought [J]. Ecology, 2008, 89(1): 41-47.
- [7] 臧润国,董鸣,李俊清,等. 典型极小种群野生植物保护与恢复技术研究[J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7130-7135.
- [8] 杨金华,宋宗强,粟远和,等. 通道县南部喙核桃群落调查[J]. 绿色科技, 2016(24): 89-93.
- [9] 喻诚鸿,李沛. 喙核桃的木材解剖及其在分类学上的位置[J]. 植物学报, 1954, 3(3): 321-332.
- [10] 史艳财,唐健民,王满莲,等. 广西道地药材战骨的光合特性研究[J]. 广西科学院学报, 2016, 32(1): 21-25.
- [11] 梁士楚,石贵玉,黄雅丽,等. 巨尾桉与针叶树种光合生理特性的比较研究[J]. 广西科学院学报, 2014, 30(4): 217-221.
- [12] WALTER L. 植物生态生理学[M]. 翟志习,郭玉海,马永泽,等,译. 第五版. 北京:中国农业大学出版社, 1997: 67-78.
- [13] 郭昉晨,刘世荣,温远光,等. 南亚热带 11 种珍贵阔叶树种光合特性研究[J]. 广西科学, 2015, 22(6): 606-611.
- [14] 熊忠臣,骆文华,王满莲,等. 金花茶与其伴生植物光合特性的比较研究[J]. 广西科学, 2012, 19(2): 201-204.

Study on Photosynthetic Characteristics of Rare and Endangered Plant *Annamocarya sinensis*

SHI Yancai¹, JIANG Yunsheng¹, QIN Fang², ZOU Rong¹, WEI Jiqing¹, XIONG Zhongchen¹

(1. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin, Guangxi, 541006, China; 2. College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin, Guangxi, 541006, China)

Abstract: *Annamocarya sinensis* is rare and endangered wood and oil dual-purpose plant in Guangxi, which lacks of physiological and ecological characteristics. In view of this status quo, the photosynthetic light response curve and diurnal variation of photosynthesis characteristics of *Annamocarya sinensis* were measured by Li-6400 portable photo-synthesiometer. It is hoped to provide a scientific basis for artificial planting of *Annamocarya sinensis*. The results showed that the net photosynthetic rate P_n increased rapidly with the increase of light intensity in the range of 0—1 000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The maximal net photosynthesis rate P_{max}

of *A. sinensis* was $10.07 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The apparent quantum efficiency was $0.073 \mu\text{mol} \cdot \mu\text{mol}^{-1}$. The dark respiration rate was $0.85 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. The light compensation point of photosynthesis was $44.14 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Net photosynthetic rate was positively correlated with photosynthetic active radiation, air temperature and leaf temperature, but negatively correlated with CO_2 concentration and air humidity, all of which did not reach significant levels ($P > 0.05$). Although *A. sinensis* is all distributed in shady environments such as broad-leaved forests and river valleys, it has photosynthetic characteristics of sunny plants and can be introduced and planted in sunny habitats.

Key words: *Annamocarya sinensis*, light response curve, diurnal variation of photosynthesis, partial correlation analysis, Guangxi

责任编辑: 符支宏

广西科学院 40 周年院庆专刊

征稿启事

一、征稿目的

充分体现广西科学院的学科布局, 展示广西科学院最新科研成果。

二、征稿范围

生物科学、海洋科学、生态环境、新材料、信息科学等相关领域的科研成果。

三、征稿要求

1. 所投稿件为首次正式发表, 严禁一稿多投。
2. 稿件相关数据真实可靠, 无剽窃、抄袭、造假、侵权等学术不端行为, 文责自负。
3. 全体作者的署名及排序没有异议。多单位合作的稿件, 单位排序没有异议, 无知识产权纠纷。
4. 由论文第一作者和通信联系人负责论文的修改、答疑、校对、支付版面费、处理单行本及稿酬等与稿件有关的所有事宜。
5. 稿件正式采用发表后, 稿件的各种出版权(包括纸质出版权、复制、发行、翻译权以及数据库、光盘、网络等电子媒介出版权等)在全世界范围内转让给《广西科学院学报》编辑部。未经我刊同意, 本文的任何部分不得以任何形式转载使用。
6. 稿件不涉及保密内容, 无泄密情况, 并已经过作者单位科研管理部门保密审查。

四、论文模板

投稿前, 请先按照投稿论文模板修改稿件, 使其符合我刊出版规范。模板下载网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch/index.aspx>, 在右侧栏下方的“下载中心”下载。

五、投稿途径

作者可在我刊官网首页点击作者登录, 登录系统进行投稿, 没有注册的用户请先注册。我刊官网网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkxyxb/ch/index.aspx>。

六、征稿截止日期

2020年5月31日。