西北林学院学报 2007，22(6)：10～13
Journal of Northwest Forestry University

4种药用植物光合特性研究

刘奇峰[1]， 梁宗锁[2]， 蔡 靖[3]， 姜在民[2]， 张硕新[3]*

(1.西北农林科技大学 资源环境学院，陕西 杨陵 712100；2.西北农林科技大学 生命科学学院，陕西 杨陵 712100；
3.西北农林科技大学 林学院，陕西 杨陵 712100)

摘 要：为了加深对药用植物光合生理特性的认识，对其进一步科学种植提供理论依据，采用Li-6400便携式光合测定系统，对玫瑰、枇杷、杜仲、厚朴的光合速率日变化、季节变化、光响应曲线和CO_2响应曲线进行了测定。结果表明：4种药用植物的光合速率日变化均呈“双峰”曲线，表现出明显的光合“午休”现象。年平均光合速率为枇杷>杜仲>玫瑰>厚朴，光合能力为枇杷>厚朴>杜仲>玫瑰。通过增加CO_2浓度有可能提高4种药用植物的光合速率。

关键词：光合特性；药用植物；光合速率

中图分类号：S567.01　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-7461(2007)06-0010-04

Photosynthetic Characteristics of Four Medical Plants

LIU Qi-feng[1]， LIANG Zong-suo[2]， CAI Jing[3]， JIANG Zai-min[2]， ZHANG Shuo-xin[3]*

(1. *College of Resources and Environment, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*;
2. *College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*;
3. *College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi* 712100, *China*)

Abstract: To further study the photosynthetic characteristics of medicinal plants, and provide theory basis for their scientific planting, the photosynthetic rates, light response curves of photosynthesis and CO_2 response curves of four medicinal plants, namely *Rosa rugosa*, *Eriobotrya japonica*, *Eucommia ulmoides* and *Magnolia officinalis*, were measured by Li-6400 portable photosynthesis system. The results were as follows: The diurnal courses of photosynthesis were double peaked and they showed the midday depression of photosynthesis obviously, which was caused by the stomata-limited under high temperature and light intensity. The descending order of annual photosynthetic rates was: *Eriobotrya japonica*, *Eucommia ulmoides*, *R. rugosa* and *M. officinalis*, and their photosynthetic capabilities decreased order is: *Eriobotrya. japonica*, *M. officinalis*, *Eucommia. ulmoides* and *R. rugosa*. From these two curves, we can conclude that it is possible to improve the photosynthetic rates of these four medical plants by CO_2 enrichment.

万方数据

Key words: photosynthetic characteristic; medical plants; photosynthetic rate

绿色植物的光合作用是地球上唯一的大规模的将无机物转变为有机物、把光能转变为化学能的过程，它对整个生物界和人类的生存发展，以及保持自然界的生态平衡都有着极其重要的意义[1]。影响植物光合作用的因素很多，其中光照和大气中CO_2浓度是植物外界环境中两个主要的影响因素。工业革命以来，大气中CO_2浓度升高很快，目前每年仍以1.5 μmol·mol^{-1}左右的速度增长。预计到本世纪中期，大气中CO_2浓度将增加到目前的2倍[2]。许多研究表明，CO_2浓度升高能够促进植物的光合作用[3～5]。然而，当其他生态因子受到限制时，高浓度CO_2的这种促进作用并不显著[6]。

本文对4种药用植物的光合生理特性和环境因子进行测定和分析，以期加深对药用植物光合特性的认识，并为创造可提高其光合效率的栽培环境提供试验依据。

收稿日期：2007-04-05　**修回日期**：2007-05-15
基金项目：教育部新世纪优秀人才基金(2005-1)
作者简介：刘奇峰(1977-)，男，陕西富平人，硕士研究生，研究方向为植物生态学。
*通讯作者：张硕新，男，教授，博士生导师，研究方向为森林生态学。

1　研究区自然概况

试验地位于西北农林科技大学植物科学试验园内，平均海拔为500.4 m；属于暖温带半湿润半干旱气候，夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，1月平均气温－1.4℃，7月平均气温26.2℃，年平均气温12.9℃，绝对最高气温42.0℃，绝对最低气温－9.4℃，年降水量637.0 mm；土壤类型主要为黄绵土。

2　材料与方法

2.1　材料

玫瑰(*Rosa rugosa*) 3 a生，平均灌丛高1.1 m；枇杷(*Eriobotrya japonica*)，3 a生，株高1.6 m；杜仲(*Eucommia ulmoides*)，3 a生，株高2.3 m；厚朴(*Magnolia officinalis*)，2 a生，株高0.8 m。

2.2　方法

2.2.1　*光合速率日变化测定*　选择长势良好的植株，在冠层中南部，随机选取枝条外、中部完全伸展、无病虫害和机械损伤的阳生叶，使用Li-6400便携式光合作用测定系统(Licor Inf，Linclln，NB，USA)开放式气路测定玫瑰、枇杷、杜仲、厚朴的光合生理生态指标。

万方数据

6－10月份，每月上旬后5 d和每月下旬前5 d的晴天8:00－18:00，每小时测定一次光合速率，每次3个重复，每重复记录3个观测值，取其平均值作为该时刻的测定值。

2.2.2　*光响应曲线和CO_2响应曲线测定*　测定时控制响应因子为一系列梯度值，光合仪中空气流速为0.5 L·min^{-1}，叶室中温度为28.0 ℃。在每一梯度下，光合速率稳定时记录3个数据，取平均值。

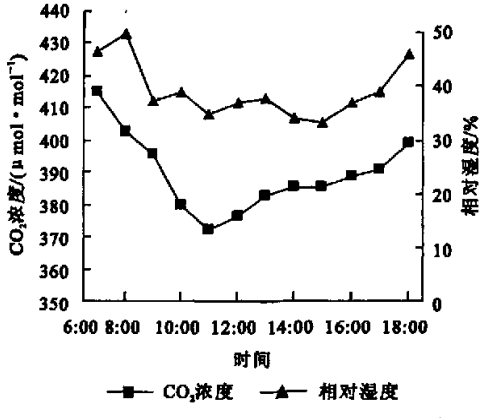
光合－光响应曲线的测定　用Li-6400-02B红蓝光源设定叶室中光合有效辐射强度分别为2 000、1 800、1 600、1 400、1 200、1 000、800、600、400、300、200、100、80、60、30、0 μmol·m^{-2}·s^{-1}，设定参比室中CO_2浓度为380 μmol·mol^{-1}，观测植物叶片对不同强度光合有效辐射的响应特征，通过曲线可得到各研究对象的相关光合参数。

光合－CO_2响应曲线的测定　以Li-6400-01CO_2钢瓶为气源，控制参比室中CO_2浓度分别为50、80、100、200、380、500、760、1 000、1 300、1 500、1 700、2 000 μmol·mol^{-1}，设定叶室中光合有效辐射为1 600 μmol·m^{-2}·s^{-1}，观测植物叶片对不同CO_2浓度的响应特征，由曲线可知各研究对象的相关光合参数。

3　结果与分析

3.1　环境因子和光合速率的日变化

环境因子主要包括光照、气温、CO_2浓度和大气相对湿度，其中光照强度起主导作用，它的变化使得后三者产生相应的变化。研究表明(图1)，光强在12:00左右达到最高值，气温的升高是由光强的增大直接引起的，但它相对于光强的变化有一个滞后期，气温最高值出现在14:00左右，这两个环境因子的变化趋势整体上呈现为抛物线。由于夜间植物主要进行呼吸作用，导致大气中CO_2浓度的最大值出现在清晨。随着光强和温度的升高，植物的光合作用开始加强，CO_2浓度随之降低，其谷值出现在12:00左右，这是由于此时植物的光合作用最强，吸收的CO_2量最多。大气相对湿度有相似的变化曲线，这是因为光强和温度的变化所致。后两种环境因子的日变化趋势整体上呈倒置的抛物线型。



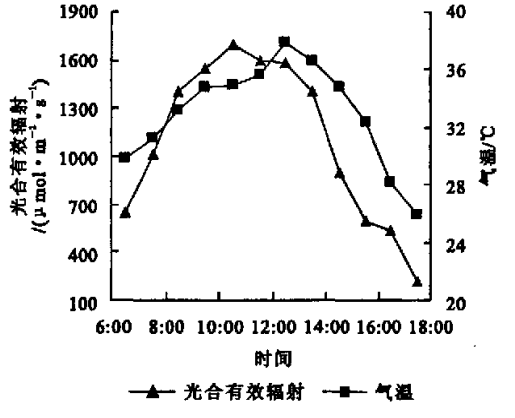
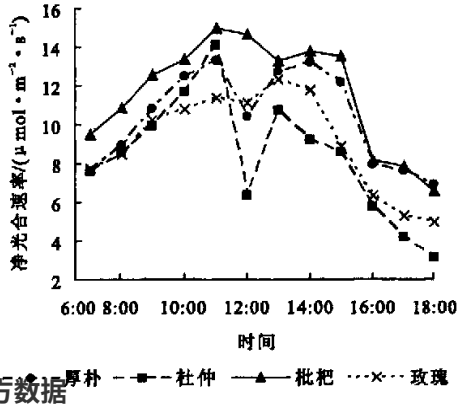


图1　环境因子的日变化(7月9日)

Fig. 1　The diurnal variation of environmental factors(July 9th)

4种药用植物的光合速率日变化均呈"双峰"曲线，都出现了明显的光合"午休"现象(图2，以7月9日为例)，第一个最大值出现在12:00左右，第二个最大值出现在14:30左右。这可能是由于4种药用植物在自然环境条件下，无任何遮荫降温措施，在过高的温度和光强下，植物出于自身的保护功能而使气孔适度关闭，进入叶肉细胞的 CO_2 减少，从而使其光合速率下降，这种气孔限制因素与观测到此时各植物的气孔导度降低是一致的。



万方数据

图2 光合速率的日变化

Fig. 2 The diurnal variation of photosynthetic rate

3.2 光合速率的季节变化

图3表明，植物叶片在6月份已经成熟，4种药用植物的光合速率开始上升，7月份前后达到生长季的最大值。随着季节的变化，光合速率开始下降，进入10月份，光合有效辐射和气温降低，植物叶片开始衰老，生理活性降低，光合速率降低到生长季的最小值。此外，4种药用植物在生长季盛期的光合速率均明显高于生长季末期，这是因为生长季盛期植物的叶片生理活性高，对外界环境的变化反应敏感，但随着叶片的衰老以及环境因子的季节性变化，叶片的生理活性降低，光合机构效率下降，同化 CO_2 的能力也随之下降，表现为各植物光合速率降低。6—7月份，枇杷、杜仲和厚朴利用高光照强度、高温气候条件的能力明显优于玫瑰；在8—9月份，玫瑰的光合能力略有上升，表明玫瑰能更有效的利用相对较低的光照和温度条件；厚朴在9—10月的光合速率最低，说明其利用相对较低的光照和温度条件的能力在4种药用植物中最低。研究结果表明，在生长季中，4种药用植物的平均光合速率高低顺序为：枇杷>杜仲>玫瑰>厚朴。

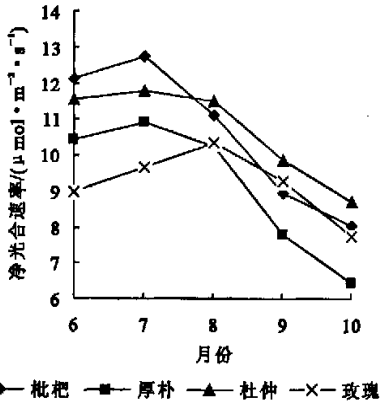


图3 光合速率的季节变化

Fig. 3 The seasonal variation of photosynthetic rate

3.3 4种药用植物的光响应和 CO_2 响应特征

植物的光合能力是指正常 CO_2 和 O_2 浓度、最适温度和相对湿度以及光饱和条件下的净光合速率，也称为最大净光合速率，它能够反映植物的光合潜能[7]。由图4可知，当叶室温度为28.0℃，参比室 CO_2 浓度为380 μmol·mol^{-1}时，4种药用植物按光合能力排序为枇杷>厚朴>杜仲>玫瑰，这和它们在生长季节中平均光合速率的大小略有不同。在光合能力的比较中，厚朴排在第二位，但是在当年的平均光合速率比较中，它却是最小的。这表明厚朴虽然有较高潜在的光合能力，但引种到当地后，由于受到各种不利因素的制约，其未能发挥出较高的光合能力。

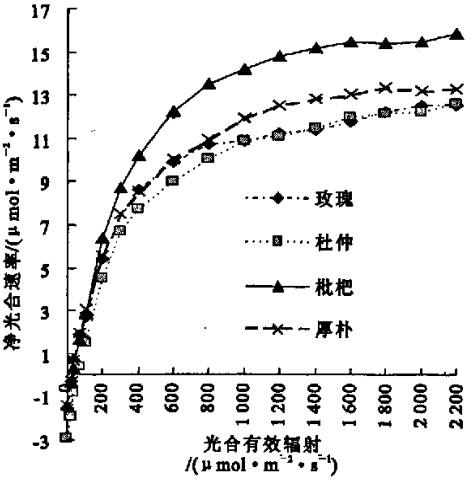


图4 光响应曲线

Fig. 4 The light response of photosynthetic rate

图5表明，当温度为28℃、光强为1 600 μmol·m^{-2}·s^{-1}时，4种植物的光合速率均随 CO_2 浓度的升高而有大幅度提高，这也表明 CO_2 浓度升高对

植物有增肥作用[3~5]。但这只是 4 种药用植物对 CO_2 浓度升高的短时间反应，至于植物长期处于高浓度 CO_2 的环境中，其生理机制有何变化还有待进一步研究。从枇杷和厚朴的 CO_2 响应曲线趋势可以看出，在其他条件不受限制时，随 CO_2 浓度的升高，其光合速率增大。

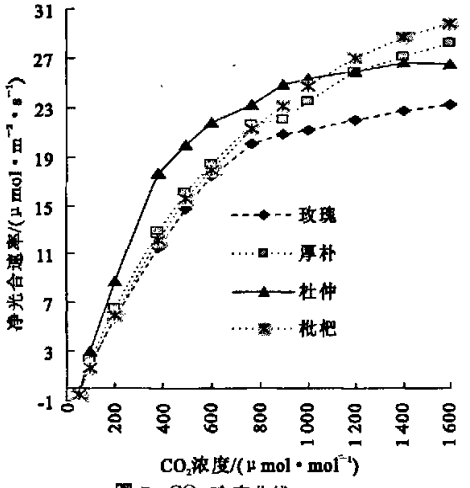


图 5　CO_2 响应曲线

Fig. 5　The CO_2 variation of photosynthetic rate

万方数据

4　结论与讨论

玫瑰、枇杷、杜仲、厚朴光合速率日变化均呈“双峰”曲线，具有明显的光合“午休”现象。关于植物的光合速率在午间降低的原因，许多研究者在研究不同的植物时得出 2 种相同的观点。一种观点认为，晴天的中午气温过高，植物的蒸腾速率很大，叶片失水较快，导致气孔部分关闭，胞间 CO_2 浓度降低，光合作用原料减少，所以植物的光合速率下降，这被称为气孔限制因素[8]；另一种观点认为，晴天中午长时间高光强条件下，植物为了避免自身光合机构的损伤，产生了光抑制[9]，同时光呼吸作用加强[10]，结果使植物的净光合速率下降。本研究观测到玫瑰、枇杷、杜仲、厚朴的光合速率降低时，其气孔导度和胞间 CO_2 浓度降低，所以应属于气孔限制因素。生产实践中，在晴天的中午为栽培植物适当遮荫可降低光合有效辐射和气温，理论上能够减轻光合“午休”程度，甚至消除这种不利于光合作用的现象，但这种措施只有在乔木类药用植物进行矮化密植栽培时才具可行性。

随着 CO_2 浓度的增大，玫瑰、枇杷、杜仲、厚朴的光合速率大幅提高。当 CO_2 浓度增加到自然条件下(380 $\mu mol \cdot mol^{-1}$)的 2 倍时，枇杷、厚朴、杜仲、玫瑰的光合速率分别为 21.25、21.63、23.24、20.03 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$，分别比自然条件下提高了 9.13、8.74、5.68、8.58 $\mu mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$。因此，当这 4 种药用植物矮化密植在一个控制环境中时，可以通过增加 CO_2 的浓度来提高其生产力。

参考文献：

[1] 张继澍. 植物生理学[M]. 西安：世界图书出版公司. 1999.

[2] Houghton J T, Meira F L G, Gallander B A. Climate change 1995: the science of climate change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

[3] Allen L H J. Plant responses to rising carbon dioxide and potential interactions with air pollutants [J]. Environ Qual, 1990, 19: 15-34.

[4] Kimball B A, Mauney J R, Nakayama F S, et al. Effects of increasing atmospheric CO_2 on vegetation [J]. Vegetation, 1993, 104: 65-67.

[5] 马钦彦，阎琛，韩海荣，等. 山西太岳山核桃楸光合特性的研究[J]. 北京林业大学学报，2003，25(1)：14-18.

[6] Kramer P J. Carbon dioxide concentration, photosynthesis and dry matter production [J]. Bioscience, 1981, 31: 29-33.

[7] Walter L. 植物生理生态学[M]. 翟志席，郭玉海，马永泽译. 北京：中国农业大学出版社，1997：35-36.

[8] 蒋高明，何维明. 毛乌素沙地若干植物光合作用、蒸腾作用和水分利用效率种间及生境间差异[J]. 植物学报，1999，41(10)：1114-1124.

[9] Berry J A, Downton W J S. Photosynthesis. Vol Ⅰ: Development, carbon metabolism and plant productivity [M]. New York: Academic Press, 1982: 263.

[10] 宋建民，田纪春，赵世杰，等. 中午强光胁迫下高蛋白小麦旗叶的光合特性[J]. 植物生理学报，1999，25(3)：209-213.