

樟树不同方位叶片光合特性及叶绿素荧光参数研究

邓波¹, 宫艳敏¹, 张智¹, 刘方¹, 周坚^{2*}

(1. 江苏骏马农林科技股份有限公司, 江苏张家港 215617; 2. 南京林业大学森林资源与

环境学院, 江苏南京 210037)

摘要 采用 GFS3000 光合作用测定系统及 Junior-PAM 荧光仪分别测定樟树不同方位叶片的光合特性及叶绿素荧光参数。结果表明: 向阳面与背阳面叶片在 8:00 及 12:00 都有 1 个高峰值, 其中 12:00 时达到一天中最大值, 另外, 背阳面叶片在 16:00 时还出现了 1 个小高峰。背阳面叶片 F_v/F_m 值明显高于向阳面叶片, 但其净光合速率较向阳面的低。

关键词 樟树; 光合速率; 叶绿素荧光

中图分类号 S792.23 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)34-13309-02

Photosynthetic Properties and Chlorophyll Fluorescence Parameters of Different Range Leaf *Cinnamomum camphora*

DENG Bo et al (Jiangsu Junma Agricultural Technology Co. Ltd, Zhangjiagang, Jiangsu 215617)

Abstract The photosynthetic properties and chlorophyll fluorescence parameters of *Cinnamomum camphora* different range leaf were determined with the GFS3000 portable photosynthesis system and Junior-PAM fluorescence spectrometer. The results suggest that: both the dayside and nightside leaves have a peak value at 8:00am and 12:00am, the maximum value appeared at 12:00am. In addition, the nightside leaves have a small peak at 4:00pm. The F_v/F_m value of the nightside is significantly higher than the dayside, but the net photosynthetic rate is lower.

Key words *Cinnamomum camphora*; Photosynthetic rate; Chlorophyll fluorescence

樟树 (*Cinnamomum camphora*) 为亚热带常绿阔叶林的代表树种^[1], 具有四季常绿、树形优美、灭菌驱虫和挥发香气等特点, 为亚热带植被恢复、群落演替以及城市园林绿化的重要树种^[2]。但樟树在一个地方生长年限越长, 向阳面与背阳面在枝叶繁茂程度、枝形等外形上的差异就越来越明显, 向阳面明显优于背阳面。植物光合作用变化是植物生产过程中物质积累与生理代谢的基本单元, 也是分析环境因素影响植物生长和代谢的重要手段^[3]。笔者通过对樟树向阳面与背阳面叶片的光合特性及叶绿素荧光参数进行分析, 从生理的角度解释樟树树形形成的原因。

1 材料与方 法

1.1 供试材料 试验在江苏骏马农林科技股份有限公司园区内进行, 材料为 8 年生樟树。

1.2 试验方法

1.2.1 光响应曲线的测定。 选择晴天 9:00~11:00, 采用德国 GFS3000 光合测定仪通过控制光照强度测定光响应曲线。设定光照强度在 0~1 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 范围内 (由高到低), 梯度分别为 1 600、1 400、1 200、1 000、800、600、500、400、200、100、50、0 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 测定相应的净光合速率 (P_n) 值, 每一个光强下有一定的适应时间, 待光合测定仪上的数据稳定后再记录, 每组梯度重复 3 次。结果取平均值。

1.2.2 光合日变化曲线的测定。 选择晴天, 从 6:00 开始到 18:00 结束, 每隔 2 h 用德国 GFS3000 光合测定仪测定叶片的净光合速率 (P_n)、蒸腾速率 (T_r)、气孔导度 (C_{ond})、胞间二氧化碳浓度 (C_i)。

1.2.3 叶绿素荧光参数测定。 采用德国 walc 公司生产的 Junior-PAM 荧光仪, 测定叶片最大光化学效率 (F_v/F_m)、初

始荧光 (F_0)、光化学猝灭系数 (qP) 和非光化学猝灭系数 (NPQ) 等指标。设置 3 次重复。结果取平均值。

1.3 数据处理 使用 Microsoft Excel 对测得的数据进行处理和分析。

2 结果与分析

2.1 不同方位叶片光响应曲线 从图 1 可以看出, 向阳面与背阳面叶片的光响应曲线变化的总体趋势大致相同。向阳面叶片在 0~100 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的光强范围内, 净光合速率几乎呈线性增长, 在 100~1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的光强范围内, 净光合速率一直趋于强的增长态势, 但当光强超过 1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 后, 净光合速率呈下降态势。而背阳面叶片当光强在 0~1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 的范围内变化时净光合速率总体呈增长趋势, 但总体较向阳面叶片弱, 当光强超过 1 000 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2/\text{s})$ 后, 净光合速率略有下降。说明植物在一定的光照强度下, 叶片的光合作用处于饱和状态, 当光照强度超过临界点后, 叶片的净光合速率会有下降趋势。

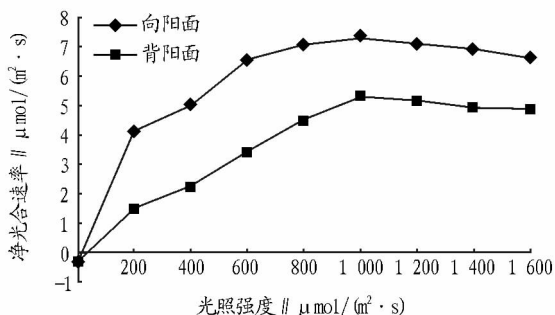


图 1 向阳面与背阳面叶片光响应曲线

2.2 不同方位叶片光合日变化曲线 从图 2 可以看出, 向阳面叶片净光合速率在一天中呈现 2 个波峰, 在 8:00 达到 1 个小高峰, 在 8:00~10:00 略有下降, 但在 12:00 时达到最高峰, 为 7.250 053 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 在 12:00~14:00 呈现快速下降趋势, 在 14:00~16:00 时下降速度又变缓, 在 16:00 后

作者简介 邓波 (1979-), 男, 湖北随州人, 工程师, 硕士, 从事园林植物的栽培与育种、园林绿化施工与养护等方面研究。* 通讯作者, 教授, 从事植物生长发育及栽培方面的研究。

收稿日期 2013-11-02

下降速度又变快。而背阳面叶片净光合速率在一天中呈现3个波峰,在8:00和16:00时呈现小的高峰,在12:00时达到最高峰,为 $5.294\ 604\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。

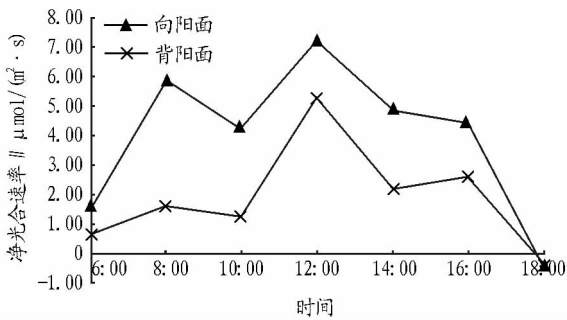


图2 向阳面与背阳面叶片净光合速率日变化曲线

2.3 不同方位叶片光合参数日变化 从图3可以看出,叶

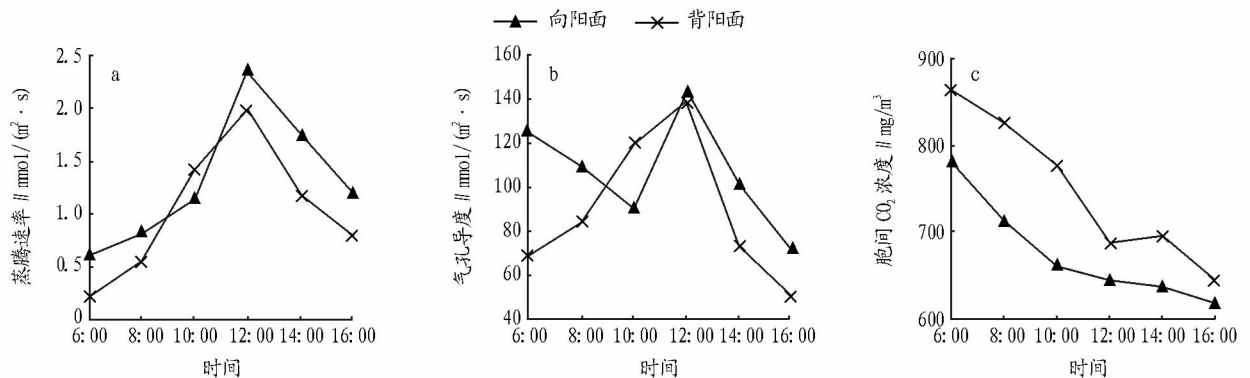


图3 向阳面与背阳面叶片蒸腾速率(a)、气孔导度(b)、胞间 CO_2 浓度(c)日变化曲线

值明显高于向阳面叶片,说明背阳面叶片光能利用潜力还很大。 F_0 为初始荧光,是指PSII反应中心处于完全开放时的荧光产量,与PSII的天线色素内的最初激子密度,天线色素到PSII反应的激发能传递速率的结构状态有关。 F_0 减少表明天线色素的热耗散增加, F_0 的增加则表明PSII反应中心破坏或可逆失活。从表1可以看出,向阳面叶片与背阳面叶片的 F_0 值相差不大,说明在同一株樟树上不同位置的叶片的初始荧光能力基本相同。光化学猝灭系数(qP)反映了PSII天线色素吸收的光能用于光化学电子传递的份额,是由质体醌类QA等再氧化所造成的,与电子传递、光合氧化等过程直接相关。 qP 越大,QA重新氧化的量愈大,即PSII的电子传递活性越大^[5]。非光化学猝灭(NPQ)反映PSII天线色素吸收的光能不能用于光合电子传递而以热的形式耗散掉的光能。当PSII反应中心天线色素吸收过量的光能时,一般会通过非辐射的热耗散及相关途径将过剩的光能耗散掉,若不能及时地耗散将对光合机构造成破坏,所以非光化学猝灭是一种自我保护机制,对光合机构起一定的保护作用^[6]。从表1可以看出,向阳面叶片的 qP 值高于背阳面叶片, NPQ 值则相反,表明向阳面叶片吸收的光能用于光化学电子传递的份额高于背阳面叶片,损失掉的光能则明显低于背阳面叶片。 F_m 为最大荧光产量,是指PSII反应中心处于完全关闭时的荧光产量。背阳面叶片的 F_m 值明显高于向阳面叶片。

片的蒸腾速率呈单峰曲线,早、晚最低,中午12:00时达到最高,但向阳面叶片的蒸腾速率大部分高于背阳面叶片,这与向阳面叶片接受到的光照强度有直接关系。气孔导度的变化趋势与蒸腾速率的变化趋势基本相同,都是在12:00时达到最大,并且向阳面叶片在10:00时的蒸腾速率和气孔导度都明显低于背阳面叶片。向阳面与背阳面叶片的胞间 CO_2 浓度基本上都是比较平稳地一直下降,没有显示出特别症状,但向阳面叶片的胞间 CO_2 浓度一直较背阳面低,说明向阳面叶片的 CO_2 利用率较背阳面高,这与它们的净光合速率、蒸腾速率的差异相吻合。

2.4 不同方位叶片荧光参数的差别 光系统II的最大荧光效率(F_v/F_m)是衡量植物光能利用能力大小的指标, F_v/F_m 值越大,表明该植物的光能利用潜力越大^[4],它也是植物发生光抑制的敏感指标。从表1可以看出,背阳面叶片 F_v/F_m

表1 不同方位叶片叶绿素荧光参数对比

方位	qP	NPQ	F_0	F_m	F_v/F_m
向阳面	0.848	0.734	361	874	0.587
背阳面	0.669	1.765	385	1463	0.737

3 结论

(1)通过测量不同方位叶片的净光合速率日变化情况可知,向阳面与背阳面叶片在8:00及12:00都有1个高峰值,其中12:00时达到一天中最大值,另外,背阳面叶片在16:00时还出现了1个小高峰,这与田大伦等^[7]、尤扬等^[8]研究基本相同,这更加说明了背阳面叶片长期处于光辐射弱的地方,有一定的耐阴性。

(2)背阳面叶片 F_v/F_m 值明显高于向阳面叶片,说明背阳面叶片光能利用潜力还很大,但不同方位叶片的光响应曲线显示,背阳面叶片在相同的光辐射下的净光合速率都较向阳面的低,说明樟树不同方位叶片已经适应各自的外部环境。

参考文献

- [1] 中国树木志编委会. 中国乔灌木[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981: 531-539.
- [2] 郝日明, 魏宏图. 紫金山森林植被性质与常绿阔叶混交林重建可能性的探讨[J]. 植物生态学报, 1999, 23(2): 108-115.
- [3] 全妙华, 陈东明, 何吉. 石蒜属植物忽地笑的光合特性研究[J]. 西南农业学报, 2010(3): 694-699.

吴中区尹山湖退渔还湿工程、独墅湖沿线湿地林带建设和小石湖湿地改造已经基本完成。近几年,相城区总投入超过50亿元开展生态环境建设,通过实施“退渔、还湖、造景”,对漕湖、盛泽湖、春申湖、白荡、三角咀等湖泊进行生态修复,建设了环漕湖水生态景观、盛泽湖湿地公园等10多个湿地项目,恢复了水生态系统的生机和活力,自然环境得到了优化和提升。经过治理的盛泽湖碧波荡漾,水草清晰可见,水质由原来Ⅳ类水变为现在的Ⅱ类水。2013年初开始,苏州启动实施了阳澄湖生态优化行动,决定用3年时间投资71亿元,实施141个工程项目,切实减轻工农业和生活、餐饮等对阳澄湖水质的影响。

2.6 认定湿地、分类区别加以严格治理保护 为加强湿地保护,维护湿地生态功能,促进湿地资源可持续利用,根据《苏州市湿地保护条例》,苏州市成立了湿地保护专家委员会,并启动了重要湿地、一般湿地认定工作,苏州湿地保护进入到分区域、分级别保护阶段。《苏州市级重要湿地名录(第一批)》于2013年6月19日经市政府批准正式公布。目前,全市共有市级重要湿地102个,面积2 323.62 km²,占全市自然湿地面积的86.5%。开展重要湿地认定是实现湿地分级保护管理的前提条件,今后将依据《名录》对征收、征用或者占用市级重要湿地进行严格管理。《条例》明确规定将永久性水稻田纳入保护范围,既有利于改善生态环境,也有利于保护苏州“鱼米之乡”的历史文化传承。

2.7 建设湿地公园实现生态与经济双赢 建设湿地公园是苏州进行湿地保护和科普宣传教育的重要措施,有利于保护湿地生态系统和生物多样性,平抑碳源,改善城乡生态环境和增加旅游收入,实现生态与经济双赢。截至目前,苏州市共建成国家级湿地公园4个、省级湿地公园5个、市级湿地公园9个,初步形成了国家、省、市三级,湿地公园加城市湿地的保护网络体系,是江苏省拥有湿地公园数量最多的城市,保护湿地面积达4 133.3 km²。公园通过进行湿地保护与恢复工程、湿地景观、湿地宣教工程、游览设施、基础设施工程和湿地环境保护等建设,取得了明显的经济效益、社会效益和生态效益。

2.8 推进水资源保护和水环境治理工作 保护水资源直接关系到人民群众的身体健康和生命财产安全,关系到生态环境的改善和可持续发展。太湖是苏州等沿湖地区数千万居民的重要饮用水源地,受多种因素影响前些年太湖水质出现了富营养化,环湖居民的饮用水安全受到威胁,特别是2007年部分水域出现蓝藻暴发事件。为严防蓝藻暴发,近年来苏州投入40多亿元人民币,实施了东太湖水源地综合整治工程,沿湖村庄全部建立污水管网,所有环湖乡镇全部建立了

污水处理厂,太湖保护区农村生活污水处理率达到70%。目前,苏州共实施太湖流域湿地保护与恢复工程21项,恢复湿地面积1 866.7 hm²,使水岸湿地生态系统得到逐步恢复,太湖、阳澄湖等湖泊的水质和湿地生态环境得到不断提升。

2.9 全面提高全社会公民的生态环保意识 近年来,苏州新增水源涵养林面积、新增恢复湿地面积,以及自然湿地保护率均在不断增加。除了政府的大力倡导,财政的强大支撑,许多社会力量和志愿者,也加入到了湿地保护的队伍中。

2012年3月,苏州市农委与世界自然基金会启动了“湿地1+1”项目。该项目旨在通过政府和非政府组织搭建桥梁,使企业牵手农村社区、湿地保护区和湿地公园,通过湿地认养、湿地自然学校、有机农业生产等项目,帮助农村社区减少农业污染、保护湿地生态环境。在该项目的推动下,苏州在国内率先成立了三山岛国家湿地公园、太湖国家湿地公园两家湿地自然学校。通过招募普通个人志愿者、专家志愿者、企业团体志愿者等,协助开展项目设计、培训、巡护、社区调查、宣教、动植物监测、湿地自然学校对外宣传等参与式管理,营造出了全社会关心、重视湿地保护的格局。2013年10月12至13日,苏州市湿地保护站、市林学会、在苏的国家湿地公园、湿地学校志愿者团队与世界自然基金会在太湖三山岛国家湿地公园,利用“爱鸟周”“野生动物宣传月”和“世界湿地日”等时机,开展了多种形式的宣传教育活动,编印媒体版面和录像片等宣传资料,通过电视、广播、报刊、网络等媒体集中宣传报道,并联合媒体、中小学开展“百名小记者走进湿地”、“苏州市鸟巢制作大赛”等活动,大力宣传湿地的功能、效益和湿地保护的重要意义,提高了全社会的湿地保护意识。

3 结语

苏州湿地保护事业虽然取得了显著成效,局部地区湿地生态状况有了明显改善,但是整体上仍面临水体污染和生物资源过度利用等严重威胁,湿地功能退化的趋势尚未得到根本遏制,湿地仍然是最脆弱、最容易遭到侵占和破坏的生态系统,在湿地资源保护和管理工作中也还存在一些困难和问题。湿地生态功能的保护与修复任重道远,需要国家地方各级政府、各有关部门乃至我们每个人的共同努力。

参考文献

- [1] 赵肯堂,李民权.苏州野生动物资源[M].北京:中国环境科学出版社,2000.
- [2] 兰家丽.对《苏州市湿地保护条例》的评析及完善建议[J].南京航空航天大学学报:社会科学版,2012,14(3):36-40.
- [3] 朱广慧,毛安元,唐蓉,等.苏州市人工湿地景观植物的应用现状及对策[J].北方园艺,2010(12):110-112.
- [4] 李湘萍,徐惠强.江苏湿地植物群落学特征及分布和演替规律[J].南京林业大学学报,1998,22(1):57-62.

(上接第13310页)

- [4] 吴飞燕,伊力塔,李修鹏,等.不同光照强度对石砾幼苗叶绿素含量及叶绿素荧光参数的影响[J].东北农业大学学报,2012(4):88-92.
- [5] 宋莉莉,赵华强,朱小倩,等.高温胁迫对水稻光合作用和叶绿素荧光特性的影响[J].安徽农业科学,2011(22):13348-13353.
- [6] 翟洪波,呼和收仁,周梅,等.不同年龄华北落叶松光合、蒸腾生理生态

特征的研究[J].内蒙古农业大学学报:自然科学版,2010(2):66-71.

- [7] 田大伦,罗勇,项文化,等.樟树幼树光合特性及其对CO₂浓度和温度升高的响应[J].林业科学,2004,40(5):88-92.
- [8] 尤扬,贾文庆,姚连芳,等.北方盆栽香樟幼树光合特性的初步研究[J].上海交通大学学报:农业科学版,2009,27(4):309-402.