

遮荫对珙桐幼苗光合特性及生长特征的影响研究

韩素菊

(绵阳师范学院,四川绵阳 621000)

摘要:以不同遮荫条件(50%、25%和自然光)下适应生长1 a后的珙桐幼苗为研究对象,测定分析了珙桐幼苗的生理生化指标和生长的变化特征。结果表明:(1)不同的遮荫处理下,珙桐幼苗的净光合速率日变化曲线均为双峰型,有“午休”现象。但不同光强下出现峰值的大小和时间有差异。不同的光强下蒸腾速率日变化趋势也是不一致的,全天蒸腾速率大小顺序为一层遮荫(50%)>两层遮荫(25%)>全光照。(2)遮荫下珙桐的单叶面积、比叶面积和叶柄长均大于全光照下,表明珙桐利用弱光的能力很强,提高了对有限光资源的吸收。遮荫试验结果说明:适度的遮荫(50%透光率)有利于珙桐幼苗生长。

关键词:珙桐幼苗;遮荫;光质;光合生理特性;生长特性

中图分类号:S718.43

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2014)05-0045-04

A Study of the Effects of Shading on the Growth and Development of *Davidia involucrata* Seedlings

HAN Su-ju

(Mianyang Normal University, Mianyang 621000, China)

Abstract: In order to investigate the effects of shading on the growth and development of *Davidia involucrata* seedlings, a comparative study was made of the photosynthetic characteristics and growth characteristics of *D. involucrata* seedlings. The one-year old *D. involucrata* seedlings cultivated were used as experimental materials under different light intensity (100%, 50% and 25%). The results showed that (1) the daily net photosynthetic rates of different shading treatments of *D. involucrata* seedlings were all bimodal curves and "Midday depression" phenomenon was observed. But under different light intensity the value and time of the peak were different. The daily variation trend of transpiration rate under different light intensity was different and in an order of one-layer shading (50%) > two-layer shading (25%) > full sunlight. (2) The average leaf area, specific leaf area and leafstalk length of *Davidia involucrata* under shading were larger than those of *Davidia involucrata* under full sunlight. It indicated that *Davidia involucrata* had strong ability of utilizing the limited low light resource. This study showed that *Davidia involucrata* seedlings grew best under appropriate shading (50% Transmittance).

Key words: *Davidia involucrata*, Seedling shading, Light quality, Photosynthetic characteristics, Growth characteristics

珙桐 (*Davidia involucrata*) 起源古老,系第三纪古热带植物区系的子遗种,有“活化石”之称,世界著名的珍贵稀有观赏植物。近年来,由于人口的剧增和对自然资源的掠夺开发,珙桐赖以生存的环境

条件受到严重破坏。迄今为止,珙桐的研究已覆盖解剖形态学、生物学、生态学、组织化学、群落特征、人工引种等^[1-3]。人工引种珙桐对生境要求非常严格。

收稿日期:2014-06-04

作者简介:韩素菊(1976-),女,硕士,讲师,主要从事药用植物与园林植物研究。

光是植物生存和生长发育最重要的环境因子之一,植物与光环境的关系一直是植物生理生态学研究的热点问题^[4]。随着光强的变化,植物能够在形态及生理方面产生可塑性反应,以适应变化的光环境^[5]。本文以栽培在绵阳千佛山森林公园内的珙桐幼苗为实验对象,对珙桐幼苗进行不同光照条件的处理,研究不同遮荫条件下珙桐幼苗的光合特性以及生长形态特征,旨在探讨珙桐幼苗对光照的需求规律,找出适宜珙桐生长的光照条件,为珙桐的引种栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况与实验材料处理

试验于2012年3月至2012年9月在四川省绵阳市安县千佛山森林公园(北纬 $31^{\circ}43'$,东经 $104^{\circ}15'$)内进行。选择2009年在千佛山采集的珙桐种子,经沙埋处理后,于2011年发芽,长势良好,生长均匀一致,没有病虫害的1 a生幼苗,幼苗高约40 cm左右。在珙桐展叶期(3月28日前后)前开始搭建遮荫棚,棚架长、宽、高分别为300 cm、250 cm、70 cm,棚上覆盖遮阳网进行遮光出来,通过照度计测定、调节遮阳网的透光率,两层遮荫的为25%光照和一层遮荫50%光照,对照珙桐在自然光下生长。每个棚内种植珙桐苗20株,株间距为55 cm。

1.2 测定和分析方法

2012年6月,在天气晴朗时,用LI-6400型便携式光合作用测定仪测定。在每类处理中随机取珙桐幼苗10株,以每株主干顶部向基部方向的第3位叶片为测定对象。从上午7:00到下午18:00,每隔1h测定光合速率、蒸腾速率等光合生理指标,每叶重复测定3次,取平均值进行数据处理。

在光合作用最旺盛时段(9:00~11:00)测定不同处理的珙桐幼苗净光合速率,每叶重复测定3次。通过光合测定系统提供的红蓝光源调节光合有效辐射值在 $0\sim 2\,000\ \mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 内,将光合有效辐射设定于(0、50、100、150、200、400、600、800、1\,000、1\,200、1\,400、1\,600、1\,800、2\,000) $\mu\text{mol photons}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 的梯度下测定净光合速率,测定时通过系统控制叶片温度为 25°C , CO_2 浓度为 $400\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

试验数据用SPSS11.5统计软件处理,用Linear和Quadratic模型进行曲线估计分析,并用EXCEL作图。

用SYH-150扫描式叶面积仪测定叶面积(精确度为 $0.01\ \text{cm}^2$),用游标卡尺测定叶柄长,用电子天平称量叶鲜重。

试验数据用SPSS11.5统计软件处理,用One-way ANOVA进行方差分析,若影响显著,再用Duncan法对平均值进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 遮荫对珙桐光合特性的影响

在不同的遮荫处理下,珙桐幼苗的净光合速率日变化曲线均为双峰型,但不同遮荫度下出现峰值的大小和时间有差异(图1)。在一层遮荫条件下,其峰值出现在上午10:00和中午12:00,两峰值几乎相等,且峰值最大。在全光照和两层遮荫条件下,峰值都出现在上午9:00和下午14:00,第1峰值均大于第2峰值。“午休”出现时间也不同,一层遮荫条件下“午休”出现时间为11:00,而全光照和两层遮荫条件下“午休”时间都出现在13:00,且全天净光合速率大小顺序为一层遮荫>全光照>两层遮荫,珙桐幼苗对光强反应较敏感,属阴性植物。

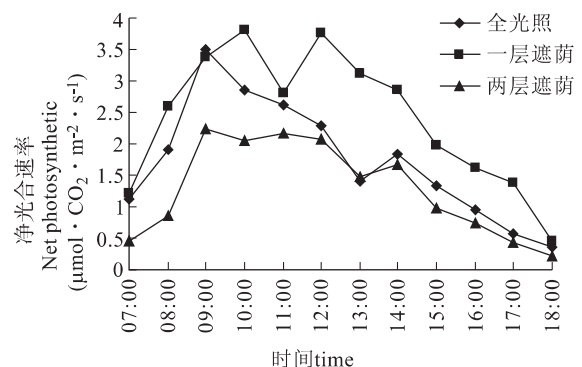


图1 不同光强下珙桐净光合速率的日变化曲线

Fig. 1 The daily change of net photosynthetic rate curves of *D. involucrata* grown at different light intensity

不同遮荫条件下珙桐幼苗叶片蒸腾速率日变化如图2所示,不同处理下珙桐叶片蒸腾速率日变化是不一致的。全天蒸腾速率大小顺序为一层遮荫>两层遮荫>全光照。在一层遮荫条件下,蒸腾速率在11:00达到最大,其后逐渐降低;在两层遮荫条件下,蒸腾速率无明显峰值,大体趋势为上午蒸腾速率大于下午蒸腾速率;在全光照条件下,蒸腾速率在下午14:00出现了峰值,之后逐渐降低,可能是因为珙桐为阴性植物,当太阳辐射最强时,它通过提高蒸腾速率来降低叶片温度,避免灼伤。

以不同光照条件下的珙桐幼苗在 25°C 下的净

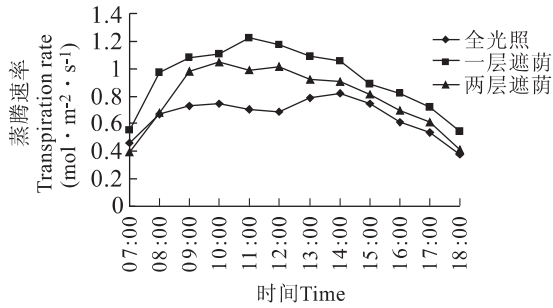


图2 不同光强下珙桐蒸腾速率的日变化曲线

Fig. 2 The change of net photosynthetic rate curves in a day of *Davidia involucrata* grown at different light intensity

光合速率测定值为纵坐标,以光量子通量密度(PFD)为横坐标,绘制光-光合速率曲线(图3 A, 5)通过曲线可知:不同光强间幼苗叶片净光合速率值呈现相似的变化趋势,均随着光强增加而升高,直到饱和。

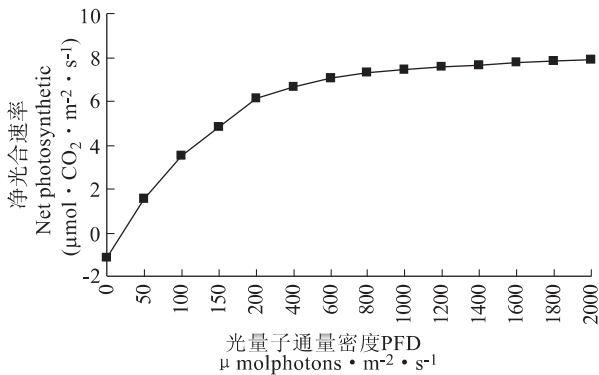


图3 全光照条件下珙桐光-光合速率曲线

Fig. 3 The photosynthesis-light response curve of *Davidia involucrata* grown at natural light condition

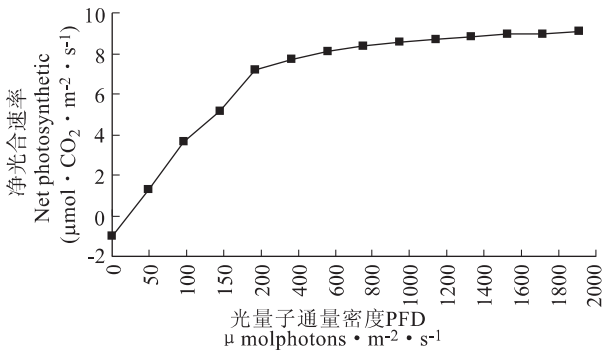


图4 一层遮荫条件下珙桐光-光合速率曲线

Fig. 4 The curve of light-photosynthetic rate of *Davidia involucrata* grown at one-layer shady light intensity condition

根据光合曲线拟合出曲线方程,并计算出最大净光合效率 暗呼吸速率。通过比较不同光强下珙

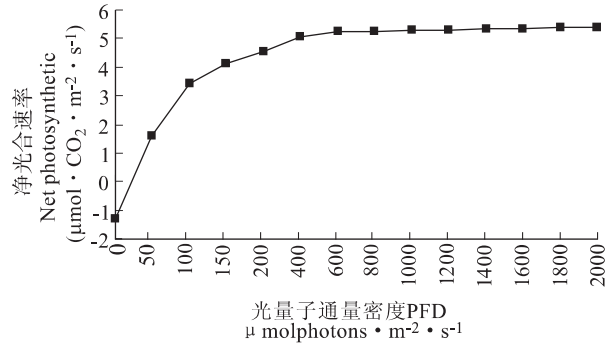


图5 两层遮荫条件下珙桐光-光合速率曲线

Fig. 5 The curve of light-photosynthetic rate of *Davidia involucrata* grown at two-layer shady light intensity condition

桐的最大净光合速率,可知:一层遮荫 > 全光照 > 两层遮荫(表1)。过去的多项研究已表明适当的遮荫能使阴性植物的净光合速率升高,使阳性植物的净光合速率下降^[6,7,8] 本试验结果可证明遮荫有利于珙桐的净光合速率升高,珙桐是阴性植物。对珙桐暗呼吸速率的测定结果也表明:一层遮荫 > 全光照 > 两层遮荫(表1)。说明在一层遮荫处理的珙桐明显表现出高的光合速率。

表1 不同光照强度下珙桐光合生理指标的变化

Table 1 Changes in the photosynthetic physiological characteristics of *Davidia involucrata* grown at different light intensity

光合生理指标 Photosynthetic physiological characteristics	全光照 sunlight	一层遮荫 One-layer shady	两层遮荫 Two-layer shady
最大净光合速率 (CO ₂ μmol · m ⁻² · s ⁻¹) Maximum net photosynthetic rate	9.031	10.074	6.760
暗呼吸速率 (CO ₂ μmol · m ⁻² · s ⁻¹) Dark respiration rate	0.594	0.800	0.386
表观量子效率(mol · mol ⁻¹) Apparent quantum efficiency	0.0356	0.0404	0.0286

为了进一步研究珙桐的光能利用率,测定了不同光照条件下珙桐的表观量子效率(表2)。由表可见全光照下生长的珙桐表观量子效率为 0.0356 mol · mol⁻¹,而生长在一层遮荫和两层遮荫条件下的表观量子效率分别为 0.0404 mol · mol⁻¹和 0.0286 mol · mol⁻¹,由此可见生长在一层遮荫下的珙桐表观量子效率最高。在全光照条件下的表观量子效率降低,是光合作用光抑制的显著特征之一,此依据常作为判断是否发生光合作用光抑制的标准^[9]。一层遮荫下表观量子效率最大,表明一层遮荫下珙桐可以通过提高表观量子效率来适应外界光强的降

低,从而提高其光合效率,利于其在荫蔽环境下正常生长。

2.2 遮荫对珙桐生长形态特征的影响

珙桐幼苗的生长对光照强度的反应十分明显。在不同的光照强度下,它的生长情况有很大差异(表2),不同的光强引起了珙桐形态上的变化。遮荫对珙桐单叶面积的影响十分明显。一层遮荫的幼苗单叶面积最大,接着是两层遮荫的幼苗,全光照下最小,各处理间表现出显著差异。这与大多数树种随着光照强度的减弱,幼苗叶面积增加的结论一致(徐程扬和李刚,2001)。比叶面积与环境变化也有密切关系。由表2可知:遮荫下生长的珙桐叶片比叶面积均不同程度地较全光照下增大,与全光照下比叶面积呈显著差异。比叶面积越大,表明叶片单位面积鲜重越小,叶片越薄,遮荫使植物叶片变薄是普遍现象。在遮荫环境中,具有较高的比叶面积被认为可以是更有效地捕获有限光资源的一种适应性响应^[10]。遮荫下的珙桐幼苗也是通过增大比叶面积来适应弱光环境。

光强不同,珙桐的珙桐叶柄长相较大。根据表2可知,两层遮荫条件下生长的珙桐叶柄最长,其次是一层遮荫下,全光下生长的珙桐叶柄最短,相互间差异显著。这样的生长方式有利于珙桐叶片在光强较弱环境中对有限光资源的充分截获,因为叶柄的伸长扩大了叶片在空间上延伸范围,其结果是有效地降低了不同叶位中叶片的相互遮荫程度,从而提高了对有限光资源的吸收范围。

表2 不同光照条件下形态指标

Table 2 Changes in the morphological characteristics of *Davidia involucrata* grown at different light intensity

处理 treatments	单叶面积 (cm ²) Average leaf area	比叶面积 (cm ² ·g ⁻¹) Specific leaf area	叶柄长 (cm) Leafstalk length
全光照 Full sunlight	38.233.63c	31.761.94b	4.870.94c
一层遮荫 One-layer shady	51.274.12a	33.842.26a	5.311.28b
两层遮荫 Two-layer shady	45.083.57b	34.791.77a	5.761.21a

注:列内比较,含有不同字母表示平均值间差异显著

Note: Comparison in same line, the values sharing the different letters mean different at $p < 0.05$.

3 结论

遮荫对植物叶片光合特性、生长形态特征等均有影响。(1)不同遮荫的珙桐,其叶片光合速率日变化呈双峰曲线型,有明显的“午休”现象。且一层遮荫下的光合速率日变化曲线的波形与在全光照、两层遮荫下明显不同,表现出高光合效率特性。(2)遮荫对珙桐单叶面积的影响十分明显。在遮荫环境中珙桐叶片单叶面积和比叶面积的提高,是遮荫环境中提高光截获能力的直接表现。叶柄长度的变化也是珙桐幼苗对不同光强响应中比较明显的形态特征之一,也是珙桐幼苗调节其对光合有效辐射捕获能力的有效对策。

综上所述,可知适度的遮荫(50%透光率)有利于珙桐幼苗生长。

参考文献:

- [1] 胡进耀,苏智先,黎云祥.珙桐生物学研究进展[J].中国野生植物资源,2003,22(4):15~19.
- [2] 黎云祥.珙桐生物学研究现状与展望[J].西华师范大学学报(自然科学版),2003,24(3):269~275.
- [3] 司继跃,雷妮娅,司培燕,等.珙桐研究综述[J].科学技术与工程,2009,9(13):3713~3719,3725.
- [4] Macarthur R H,Connell J H. The Biology of Populations [M], New York:Wiley and Sons Press,1996:200.
- [5] 张旺锋,樊大勇,谢宗强,等.濒危植物银杉幼树对生长光强的季节性光合响应[J].
- [6] (Fay PA,Knapp AK. Photosynthetic and stomatal responses of *Avena sativa* to available light environment [J]. Am J Bot,1993,80:1963~1973.
- [7] 彭尽晖,肖红华.遮荫对四季桂光合特性的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2002,28(3):218~219.
- [8] 张艳丽,张启翔,潘会堂,等.光照条件对小报春生长及光合特性的影响[J].中南林学院学报,2003,23(5):22~26.
- [9] Demming A B,Adams W W. Photoprotection and other responses of plants to high light stress[J]. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology,1992,43:59~62.
- [10] Chen H. Y.,Klinka K. Light availability and Photosynthesis of *Pseudotsuga menziesii* seedlings grow in the open and in the forest understory[J]. Tree Physiology,1997,17:23~29.