

三种相思(*Acacia*)的光合作用与蒸腾作用的研究

邓瑞文 冯咏梅 陈天杏

(中国科学院华南植物研究所, 广州)

摘 要

本文主要探讨了三种相思的光合作用与蒸腾作用, 并观测了不同时间内叶面气孔开启状况。研究表明: 三种相思中绢毛相思 (*A. holosericea*) 光合速率较高, 在生长旺季高峰期可达 $23.16 \text{ 毫克CO}_2 \cdot \text{分米}^{-2} \cdot \text{时}^{-1}$, 此值较马占相思 (*A. marjian*) 高90%, 较大叶相思 (*A. auriculataefolia*) 高22%。绢毛相思叶子生长速度较快, 叶绿素含量、比叶重也较高。在炎热的夏季, 绢毛相思依靠叶片上的绒毛避免阳光垂直照射, 保持气孔开放, 使光合作用保持正常。这是对环境的积极适应类型。而大叶相思则是利用增厚叶片角质层和关闭气孔的办法避免大量失水, 致使光合作用速率下降。这是对环境的消极忍耐类型, 这种类型可更加有效地利用水分。

关键词: 蒸腾速率, 光合速率。

相思 (*Acacia*) 又名金合欢, 该属种有1,200余种。广布于澳大利亚、巴布亚新几内亚及印度尼西亚等地。在我国广东、广西、福建几省种植面积较广的为 大叶相思、马占相思、绢毛相思。本文主要报道了这三种相思的生理生态特性。

一、材料与方 法

本试验使用的大叶相思及绢毛相思种子来自华南植物园。马占相思种子来自广东省林科所。采用自行设计的半开放叶室和北京分析仪器厂生产的 (QGD-07) 红外 CO_2 分析仪测定光合作用速率, 日变化取 2—3 天平均值^[1-3]。

蒸腾速率的测定: 是使用 (Li-1600) 型稳态气孔计 (Li-1600 Steady State Porometer) 连体测定, 每次测定 6 张叶片。蒸腾作用与光合作用的测定同时进行。

采用 (SP8--500) 紫外可见光分光光度计测定 663、652 和 645 毫微米处波长的吸收, 然后分别算出叶绿素 a、b 含量及 a/b 比^[3]。

叶面积的测定: 用 (Li-3000) 型便携式面积仪 (Li-3000 Portable Area Meter) 测定。

二、实验结果

1. 相思的光合作用特性

(1) 叶片的形态与生长 相思叶子已退化, 现在的叶子是叶柄变态而成。三种相思都是轮生叶。马占相思的叶片较宽大, 大叶相思的叶片细长。夏季的叶子比冬季的大。绢毛相思的比叶重较高, 叶片表面具绒毛, 叶片较厚。根据叶片的切片观察分析, 可知: 三种相思

栅栏组织细胞都是排成二层，绢毛相思的栅状细胞比大叶相思和马占相思长 $1/3-1/4$ 左右。马占相思每平方毫米有气孔298个；大叶相思可多达452个；绢毛相思最少，只有228个。绢毛相思叶片生长较快，气孔较大（ $3-5 \times 10-16 \mu\text{m}$ ），约占叶面积的 $0.3-0.8\%$ 。大叶相思叶片生长较慢，气孔较细，（ $0.7-1.5 \times 5-9 \mu\text{m}$ ），气孔面积只占叶面积的 $0.1-0.4\%$ 。

(2) 光合作用速率的日变化和季节变化 从图1可以看出，马占相思和大叶相思呈双峰曲线变化，而绢毛相思则不明显。大叶相思和马占相思在上午10时光合速率达到高值，随后迅速下降，下午3时才出现第二次高峰。绢毛相思则一直保持较高值。直至下午3时才逐渐下降。

10月份光强与气温都比7月份低。因此，日变化曲线相对平缓，双峰曲线不明显，只是早晚光合速率较低（见图2）。

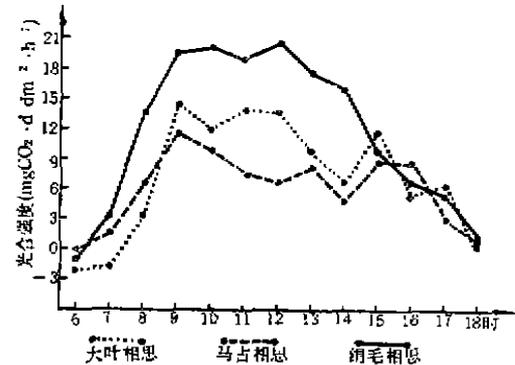
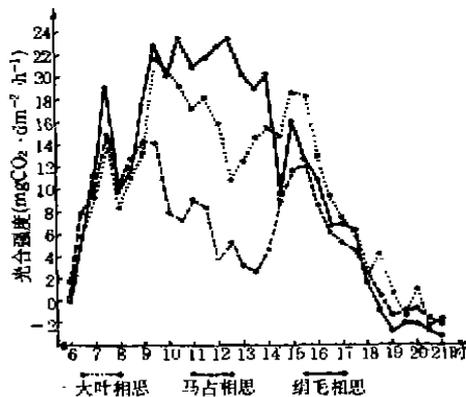


图1 光合作用强度的日变化曲线（1984年7月23—24日）

Fig.1 The curves of daily variation in photosynthetic rates

图2 光合作用强度的日变化曲线（1984年10月8—9日）

Fig.2 The curves of daily variation in photosynthetic rates

(3) 气孔运动及气孔阻力对光合作用的影响 为探讨植物午间光合速率，我们在上午6时8时和13时，将三种相思叶片剪成 $3 \times 3 \text{ mm}$ 的小块，然后放置低温条件下，用5%的戊二醛固定，用(JSM-T300)扫描电镜观察叶片气孔开启状况。分析结果见表1。

表1 不同时间的气孔开放率

Table 1 The open state of stomata in different time

气孔 开 放 率(%)	时 间	6 时	8 时	13 时
树种				
马占相思		60	34	18
大叶相思		35	44	13
绢毛相思		71	85	61

由图3的气孔阻力曲线可见，夏季10时后，大叶相思、马占相思气孔阻力迅速上升，而绢毛相思的气孔阻力一直较低。这是由于大叶相思、马占相思午间大部分气孔是关闭的（关闭率达82—87%），而开放率仅有13—18%。致使气孔阻力迅速上升，二氧化碳难以进入叶肉组织，光合速率下降。从图1可见大叶相思和马占相思在上午10时光合速率达到高值，午间迅速下降，下午3时又出现第二次高峰，呈双峰曲线变化。而绢毛相思在午间仍有61%

气孔开放,气孔阻力一直较低,因此午间仍能保持较高的光合作用速率。10月份三种相思的气孔阻力变化相似,早晚都比较高,8—15时较低,且变化不大。光合速率的变化与气孔阻力变化曲线相反,早晚较低,8时—15时较高,且曲线比较平坦(见图2)。

2. 蒸腾效率

气孔开闭率不但影响光合作用速率,而且还可以调节蒸腾速率。7月份,三种相思的蒸腾速率及光合速率都较高。

大叶相思和马占相思的蒸腾速率最大值出现在上午10时左右;绢毛相思蒸腾高峰值在中午12时。由于绢毛相思夏季蒸腾速率较高,因此蒸腾效率较低。三种相思以大叶相思的蒸腾效率最好(见表2),利用水分最经济。

蒸腾作用不仅受气孔阻力的影响,同时还受叶温的影响,二者存在着显著的正相关。叶温在35℃以下时,蒸腾与叶温相关系数r分别为:

$$\text{马占相思 } r = 0.6833 \quad \text{大叶相思 } r = 0.6148 \quad \text{绢毛相思 } r = 0.9123 \quad (n = 26)$$

表 2 相思的光合及蒸腾速率、蒸腾效率、蒸腾系数

Table 2 Photosynthetic rate, transpiration rate, transpiration efficiency and transpiration coefficient in different species of *Acacia*

项 目	种	马占相思	绢毛相思	大叶相思
1984年 7月	光合速率 (毫克CO ₂ /分米 ² ·时)	7.73	14.34	12.87
	蒸腾速率 (克/分米 ² ·时)	1.710	4.676	1.426
	蒸腾效率	4.52	3.07	9.03
	蒸腾系数	221.2	326.1	110.8
1984年 10月	光合速率 (毫克CO ₂ /分米 ² ·时)	6.06	11.81	7.31
	蒸腾速率 (克/分米 ² ·时)	1.314	1.612	0.832
	蒸腾效率	4.60	7.33	8.79
	蒸腾系数	217.2	136.6	113.8

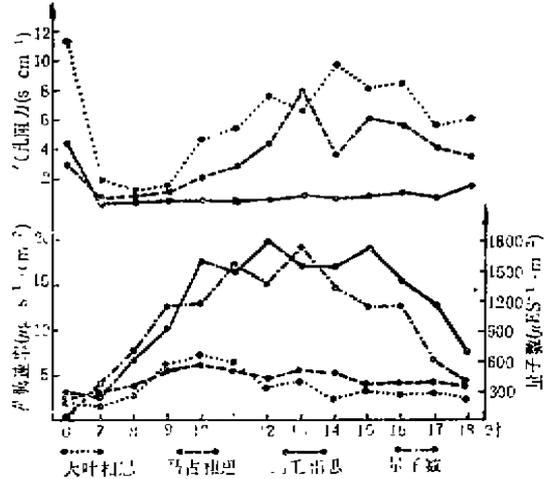


图 3 蒸腾速率及气孔阻力变化 (1984年7月23—24日)
Fig. 3 Daily variation of transpiration and stomatal resistance

三、讨 论

研究结果表明:光强是影响光合作用和蒸腾作用变化的主导因素。植物因种间特性差异,使其对变化着的外界环境作出完全不同的反应。夏季午间光照强度虽然很高,但大叶相思的光合速率反而下降。对这一现象曾有过许多解释^[5-11]在此文研究的三种相思中,马占相思、大叶相思的双峰曲线比较明显。我们认为这是由于夏季叶温较高(约在36℃以上),叶子大量失水,形成水分亏缺,引起气孔关闭,蒸腾速率下降。气孔扩散,阻力加大,使二氧化碳难以进入叶肉组织,导致光合作用速率下降。而绢毛相思叶子表面长有许多100—200μm长的腺毛(每平方毫米约250—350根)。在强光下既可以反射部分光线,又可散热降温。加

之绢毛相思的蒸腾速率比马占相思、大叶相思高 3 倍。使叶温很少超过 35°C, 气孔大部分仍然开放。因此, 绢毛相思午间仍可以正常地进行光合作用。

蒸腾作用不但受气孔阻力的影响, 还显著地受叶温的影响, 随着叶温的升高, 蒸腾速率亦不断增加, 二者之间存在着显著的正相关。

参 考 文 献

- [1] Acock, B. et al 1978 The contribution of leaves from different leaves within a tomato crop to canopy net photosynthesis. *J. exp. Bot.* Vol. 29: 815—827.
- [2] Ehleringer, J. and Cook, C. S., 1980 Measurements of photosynthesis in the field, utility of the CO₂ dephation technique, *Plant Cell Environment*, 3: 146—151.
- [3] Schalze, E. D., 1972 A new type of climatized gas exchange chamber for net photosynthesis and transpiration measurements in the field. *Oecologia (Berl)* 10: 243—251.
- [4] 区约翰、孙继生 1985 几种树苗木叶绿素含量与光合作用及干物质生产关系的比较研究。《热带林业科技》, 1: 14—19.
- [5] 刘贞琦 1982 水稻某些光合生理特性的研究。《中国农业科学》5: 33—39.
- [6] 刘雅荣等 1983 四种杨树苗木的生长与光合作用特性的研究。《林业科学》19 (3): 269—276.
- [7] 余健普等 1982 泡桐蒸腾作用的初步研究。《林业科学》18 (4): 417—421.
- [8] 许大全 1984 气孔运动与光合作用。《植物生理通讯》, 6: 6—12.
- [9] 徐忠虞、潘明建 1984 柳树光合特性遗传变异的初步研究。《林业科学》20 (1): 26—34.
- [10] Boyer, J. S., 1970 Differing sensitivity of photosynthesis to low leaf water potentials in Corn and Soybean. *Plant Physiology*, 46: 236—239.
- [11] Gates, D. M., 1968 Transpiration and Leaf Temperature. *Ann. Rev. plant physiol.* 19: 211—238.

STUDIES ON THE PHOTOSYNTHESIS AND TRANSPIRATION IN THREE SPECIES OF *Acacia*

Deng Ruiwen Feng Yongmei Chen Tianxing

(South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou)

In this paper the photosynthesis and transpiration of three species of *Acacia* were studied and the open state of leaf stomata in different time was observed. The results showed that the photosynthetic rate of *A. holosericea* was higher and the highest value of 23.16mg CO₂·dm⁻²·hr⁻¹ in the growth of peak period. The daily average value was 12.85mg CO₂·dm⁻²·hr⁻¹, which was 90% higher than *A. marjium* and 22% higher than *A. auriculiformis*. The leaf growth, chlorophyll content and ratio leaf weight of *A. holosericea* was also higher than others

Because interspecific character and morphological structure are different. In hot summer, *Acacia holosericea* depend on their leaf sericeous hair, refraining from the vertical radiation and keep leaf stomata in the open state, so that normal photosynthesis may be going on continually, but *Acacia Auriculiformis* is adapted to strong radiation in the way of increasing leaf cuticle and closing leaf stomata at noon.

Key words: photosynthetic rate, transpiration,