

毛竹冠层各层次叶片光合速率的变化

杨迪蝶 黄启民 高爱新

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

关键词 叶面积指数; 光量子通量密度; 净光合速率

毛竹是我国的主要栽培竹种之一, 面积占竹林总面积的70%左右。它的竹杆高大, 管理得好的竹材产量也很高。多年的毛竹生产实践证明: 毛竹林合理的群体结构, 对毛竹的生长及其产量有着极为重要的作用。不同的坡度、坡向, 不同立地条件和不同的管理水平情况下, 毛竹的最适密度是有所差别的。要确定某一特定的条件下毛竹最适的立竹密度牵涉到众多的因子, 需作大量的调查测定与计算, 目前还不能对它作出结论。本文仅就毛竹冠层各层次的叶面积分布, 光的透射及各层的光合速率进行研讨。

一、试验材料和方法

(一) 试验场所和试验研究材料

试验区设置在本所试验林场内, 在南北走向的山谷之中, 有约2 ha座西向东的一般管理的毛竹林。移植母竹造林已20多年, 每亩立竹约200~250株, 肩围30cm左右。选择便于测定的82、83、84、85、87年度的竹子进行分层测定。

(二) 试验研究方法

1. 在试验区内设置18m高的铁塔, 周围有选择好的需测定的几个年龄的竹株, 并以冠层的总高分为上、中、下三层, 根据需要对各个年龄的竹株每个层次的竹叶选取5个以上的重复样进行测定。

2. 用英国ADC公司的便携式红外气体分析仪测定毛竹叶的净光合速率(P_n 值)。仪器带有自运算电脑, 并能输出打印。

3. 用太阳辐射仪测定空旷地、林下的太阳光总辐射值和林下的透射辐射值以及其冠层各层的透射率。

4. 用接叶框法和样株调查法测定各期叶消长及各层叶面积指数。

二、结 果

(一) 毛竹叶的消长和冠层光的透射情况:

毛竹是多年生常绿树种, 正常情况下, 除新竹一年换一次叶之外, 均为两年换一次, 虽然常年免不了有少量的落叶, 但是主要集中在4—5月和11—12月两个时期。图1展示了一年

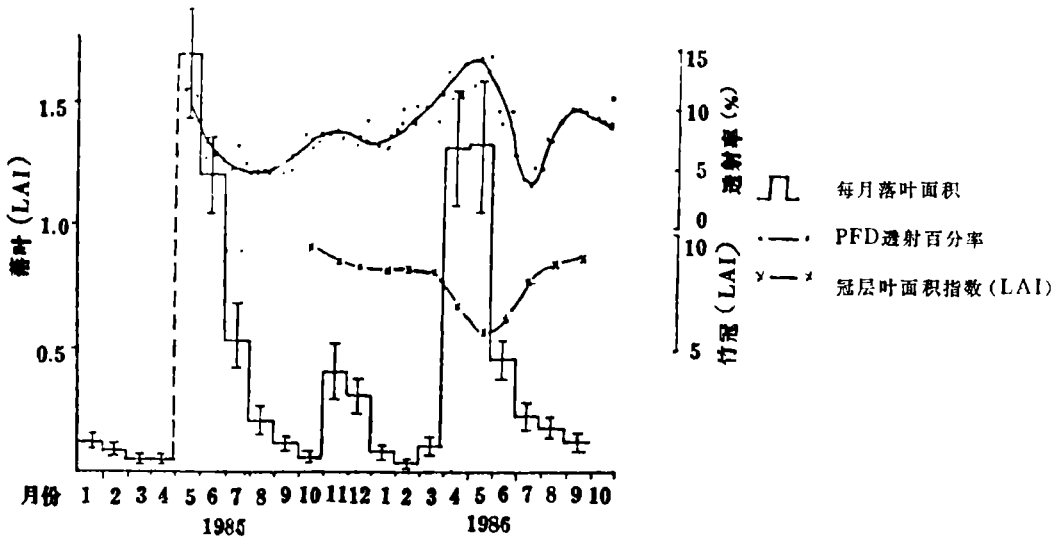


图1 毛竹叶消长及其冠层光的透射情况图

中每个月的落叶面积、叶面积指数和透射率的图形。从中不难看出它们三者之间的关系：落叶面积大的4—5月，冠层叶面积指数降低，光的透射率增加。

在一定密度范围内，叶面积指数随着单位面积上立竹株数的增加而增加。同时立地条件的好坏，林地管理水平的高低，对毛竹叶面积的影响也十分明显。就整个冠层而言，不同高度各层次的叶面积是各不相同的。冠层的上部和下部少，中部多(图2)。这种分布情况与单株竹冠叶分布相一致。图3是毛竹单株叶在竹冠层上的分布图。

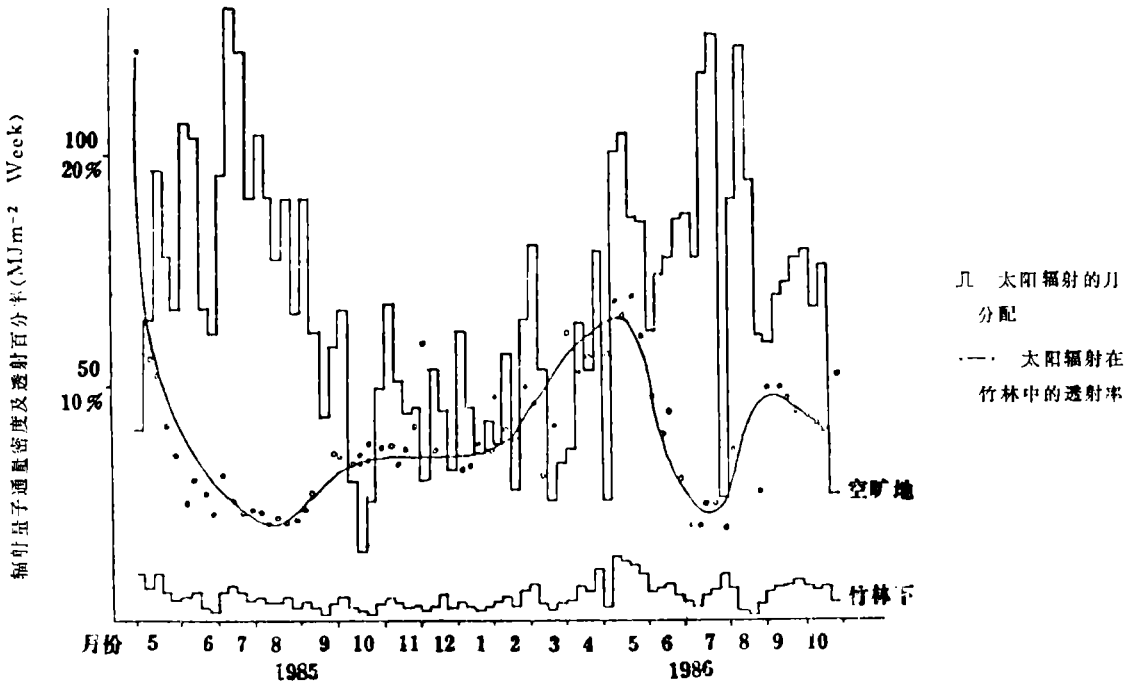


图2-1 试验区太阳辐射的月分配和在竹林中的透射率

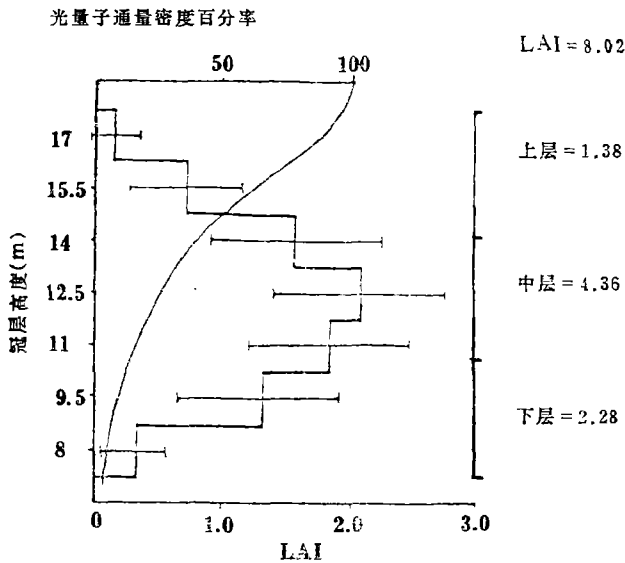


图 2—2 毛竹冠层不同高度LAI 及其光在冠层中的变化

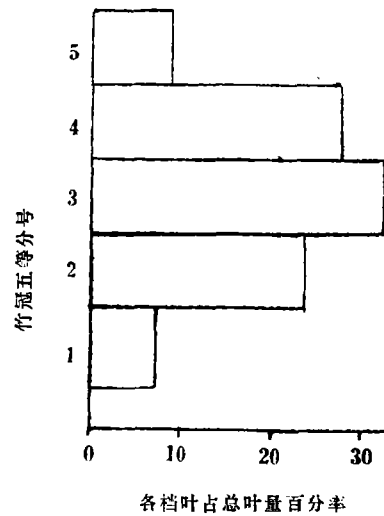


图 3 单株竹叶在竹冠各部位的分布

有一定密度的毛竹林，冠层叶分布比较密集，冠层各部位光能的变化也就十分复杂而且差别很大。通过对冠层各层次进行光能透射的测定，如以林冠层上部光能(全光)为100%，那么在冠表面以下2 m处透射光仅有50%左右，在冠层中部为20%左右，而在冠层的下部只有4—5%。由此看来，立竹密度较大的竹林中，冠层中下部的叶子进行光合时所能得到的光能是非常之少的。

(二) 不同冠层层次毛竹叶光合速率对光量子通量密度(PFD)的反应

对于不同冠层层次，不同年龄的毛竹叶在各月份采取在叶室窗口遮光的办法来得到递变的光量子通量密度及其相应的净光合速率值，然后以得到的数据作图，其结果有以下几种情况：

1. 不同冠层层次的毛竹叶其光合速率对光的不同反应 上层叶的净光合速率随光量子通量密度的增加有较大幅度的增加，在 $1000\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下，净光合速率与光量子通量密度成正相关，且在高光量子通量密度下，光合速率最大，中层次之，下层最低。中层叶在 $400\text{--}600\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 时就已经接近光饱和点，下层叶的光饱和点在 $200\text{--}400\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右。

2. 毛竹叶光合速率在不同层次的变化 一般情况下，毛竹冠层各层次的叶光合速率，上层的高，中层的次之，下层的最低。图4的曲线清楚地显示出这个结果。

但是，由于竹林中立竹水平分布的不均匀性以及每个竹株的粗细和冠层的参差不齐，各层次的叶在冠层空间中分布也不是均匀的，有些集聚在一起，有些则形成林窗。冠层中各部位的光透射情况和到达叶表面的光量子通量密度也是各不相同的，一天中的变化就更大。图5a展示了中层叶的光合速率高于上层叶。这与所测定的中层叶一直处于林窗之中，能得到较好的空间条件(光能、空气湿度等)有关。基于同样的情况，出现图5b的下层毛竹叶的光合速率高于中层。

3. 毛竹的光补偿点 通过对毛竹叶在不同光强条件下的测定结果，得到在各种条件下的

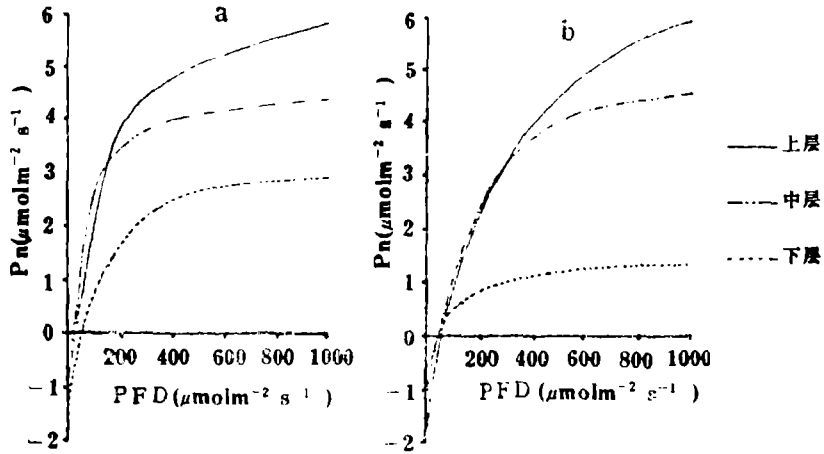


图4 毛竹叶在冠层不同层次的光强曲线
 a 1982年竹 1986年6月27日测定
 b 1985年竹 1986年7月24日测定

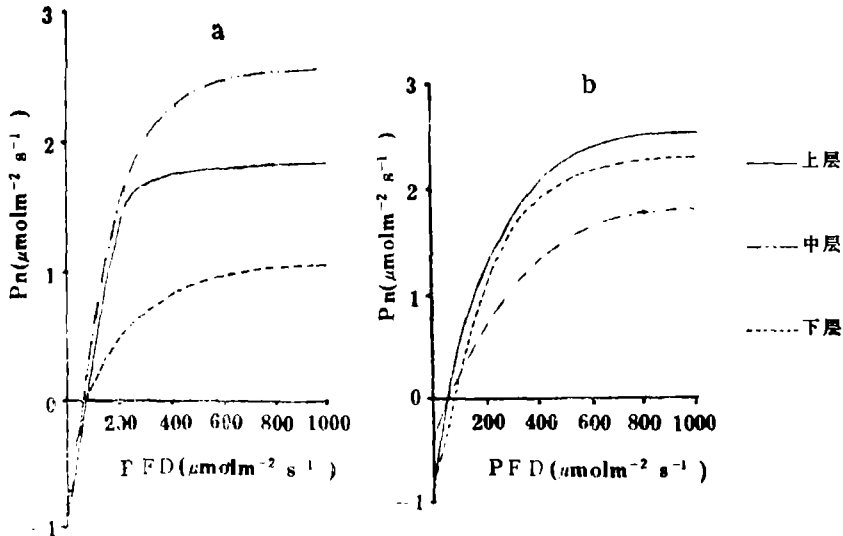


图5 冠层不同层次中毛竹叶光合作用的光响应曲线
 a 1982年竹 1986年5月19日测定
 b 1984年竹 1986年5月19日测定

光强曲线图。从光强曲线图上我们能够找到毛竹叶的光补偿点(曲线与横轴的交点)是在 $25-75 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 之间, 综合大量的测定结果, 可以初步认为毛竹叶的光补偿点为 $50 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 左右。

(三) 毛竹冠层各层次叶光合作用日变化的情况

毛竹光合作用速率在一天中的不同时间里有着起伏的变化, 影响其变化的主要环境因子是光量子通量密度和温湿度。

1. 在冠层上部 毛竹的净光合速率(Pn)上午10点前后能测到一个最高值, 光合速率的大

小与环境条件、季节变化有着密切的关系，同时与它自身的生理状态相关。一般而言， P_n 值为 $8-10 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 左右。中午前后，常会测到一个净光合速率低值，使得日光合变化曲线出现一个深深的凹陷，而下午 2 时左右又开始回升，这种光合速率出现中午降低的现象称为午休现象(或“午睡”现象)，这种现象的出现看来与环境的高温、低湿，土壤中水分条件差以及植物叶中的水分状态是密切相关的。图 6 a、b、c 分别为 6、8、9 三个月的测定结果。都可以看到上层毛竹叶光合日变化曲线的午休现象及上、下午光合速率的两个峰。

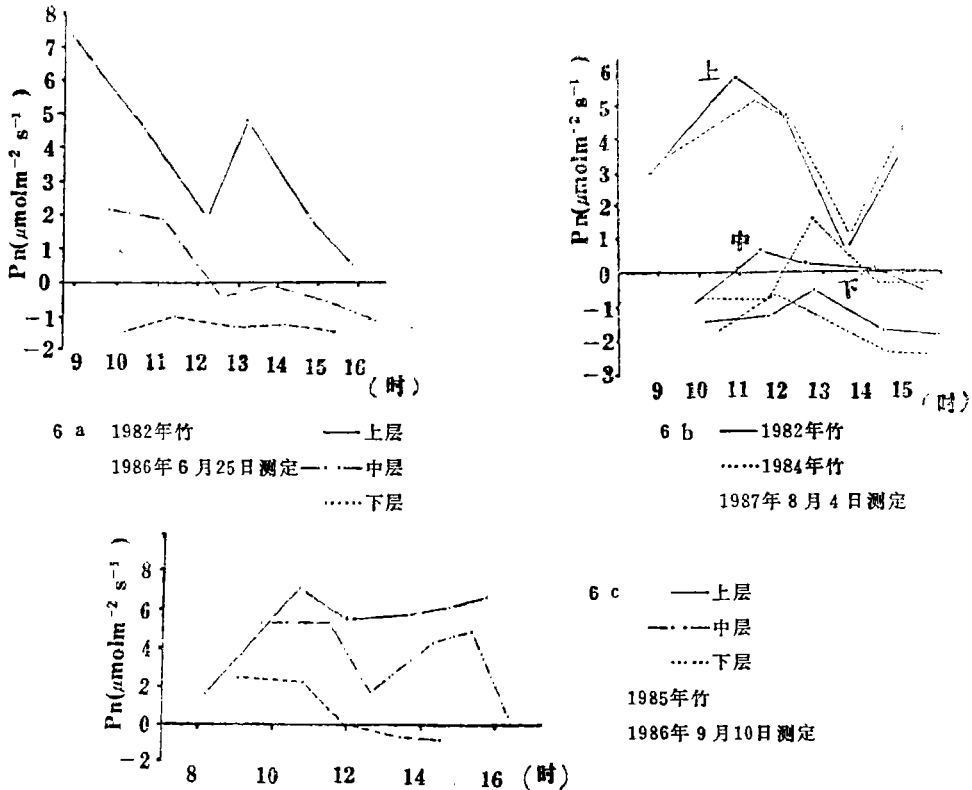


图 6 毛竹冠层各层次叶光合作用日变化

2. 在冠层的中、下部 因为有密集的枝叶和较厚的冠层,处于冠层中下部的毛竹叶往往得不到足够光能来满足光合作用的能量要求,又因竹冠枝叶分布的不均匀性及太阳入射角的变化,使得冠层中下部叶的光合作用日变化,带来一些受上述因素影响的变化。

(1) 在冠层透光率较高的中层,叶净光合速率呈现较高值,且在中午出现午休现象,上下午出现两个峰(图6c)

(2) 但是,在大多数竹冠层的中部光量子通量密度仅仅相当于全光照的20%左右。在晴天的情况下,中层的光量子通量密度只不过是 $400 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 左右,遇上多云天气或阴天,光的条件就变得相当的糟,这种时候,中层叶的光合速率常常取决于射到叶表面的光量子通量密度。光量子通量密度高,光合速率高,相反就低。图 6 a 的中层曲线,反映了上午 10~11 点前后有光合生产, P_n 值为正值,但整个下午, P_n 值全为负值;图 6 b 两根中层线,则表现为中午前后有净光合,早晨和下午 P_n 值为负值。

3. 在冠层下部 因为光的透射率很低,一般情况下,光量子流密度仅有 $100\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 左右,倘若叶片处在不好的位置,或者是遇上阴天天气,下部的光量子通量密度常处于光饱和和点以下,冠层下部叶子的 P_n 值差不多全天为负值。

上面提到在高温低湿,水分条件差时,毛竹叶的光合速率出现中午降低的情况,那么能不能说在高湿和适宜的温度条件以及有利的水分条件下就可以消除午睡现象呢?到目前为止虽没有设计专门的试验来证明它,但是在自然条件下测定的结果为我们进一步了解毛竹午睡的原因及减缓午睡所应采取的措施提供了数据。

图7 a、b 分别是10月和11月测得的毛竹叶光合作用日进程的图形。图中所示,冠层上层的叶光合日进程曲线的共同点是:①净光合速率都较高,②中午非但没有凹陷,相反还是较高的,呈单峰曲线。

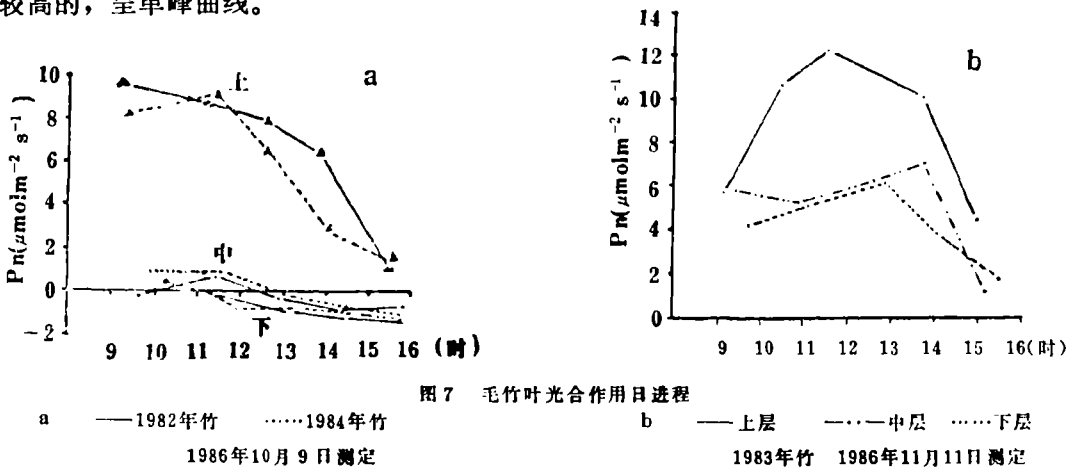


图7 毛竹叶光合作用日进程

a ———1982年竹 ·····1984年竹
1986年10月9日测定

b ———上层 - - - - -中层 ·····下层
1983年竹 1986年11月11日测定

10、11月测得光合日进程曲线没有午休的现象,我们也曾在早春测到过。

三、讨 论

(一) 毛竹冠层枝叶多而分布不匀,选择各层毛竹叶测定时要考虑到各层次间光量子通量密度的适度变化,或者对测定株周围的毛竹密度作适当的调整,以使测定株的中下层有合适的透射率。

(二) 各层次光强曲线的测定工作往往受测定当日的天气影响,阴天天气光量子通量密度达不到一定的数值,便完不成一根完整的曲线,因此选择一个晴好的天气测定光强曲线是非常重要的。

(三) 测定毛竹光合作用速率在一天中的变化曲线,重要的是要考虑早晨能测到一个低点,这就是说要适当地早些开始测定,一般而言8点之前测定就可以得到理想的结果。

参 考 文 献

[1] Huang Qimin, 1986, The research about biomass and photosynthesis of bamboo (*Ph. pubescens*). Bamboo Production and Utilization, Kyoto University, Japan.
 [2] Scurlock, J. M. O., Long, S. P., 1984, Techniques for Assessing to Primary Production of Bamboo Forest in Relation to Photosynthesis. UNEP Project Documt A1. 2.
 [3] Beadle, C. L., Long, S. P., Imbaba, S. K, et al., 1986, Photosynthesis in Relation to

Plant Production in Terrestrial Environments. UNEP 55—125.

[4] Coombs, J. & Hall, D. O., 1982, Techniques in Bioproductivity & Photosynthesis, Robert Max Well, M. C. 58—155.

CHANGES OF BAMBOO LEAVE'S Pn AT DIFFERENT POSITION IN THE CANOPY

Yang Didie Huang Qimin Gao Aixin

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract

In order to learn the photosynthetic productivity of the bamboo canopy, an 18 meter iron tower has been established in Miao Shan Wu Maozhu (*Phyllostachys pubescens*) stand for measuring the changes of Pn at different position of the canopy by IRGA made in England. Then we measure and calculate the light transmissivity, the changes of the leave's increase and decrease of the canopy, the leaf area index and the distribution of leaf area at different position in the canopy. The results are as follows:

1. There are litters being collected in the whole year, but the first and second peak values occur in April to May and November to December respectively. The maximum LAI of the experimental area is 8.02, but those in the upper, middle and low tiers of the canopy are 1.38, 4.36, 2.28 respectively.

2. The light transmissivities in the canopies' different tiers as mentioned in result 1 are 50%, 20% and 4—5% respectively.

3. The light compensation point of bamboo leaves is about $50 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, and the light saturation point of the various tiers of the canopy shows different values, i.e. the upper about $1000 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, the mid about $400\text{--}600 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, and the low about $200\text{--}400 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$.

4. The value of Pn of leaves at the upper part of the canopy is higher. It is about $15 \mu \text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ under a proper environment. A noontime snooze will take place at a high temperature and a low moisture. So usually, the curve of daily changes of Pn is a double peaked curve. Due to the low transmissivity at the mid and low part of the canopy, the density of photon is less, and the Pn within a day often shows a negative value.

Key words: leaf area index; photon flux density; net photosynthetic rate