

山茶属植物五个物种光合作用的研究

骆琴娅 漆龙霖 方晰 杨志林

摘要 对山茶属植物五个物种光合作用的研究表明,物种间光合速率差异明显,4月份,最高和最低的相差达16倍;7月份,各物种光合速率普遍升高,物种间差距缩小,最高和最低相差2.5倍。各物种光合日变化曲线总的趋势一致,并具有明显的光合作用“午睡现象”。光合年变化可分为三种类型。当叶片成熟后,叶绿素含量与光合速率无明显相关。当光合作用基本停止后,气孔并不完全关闭。

关键词 山茶属植物、光合作用、叶绿素含量、气孔开度

山茶属 (*Camellia*) 是山茶科的一个大属。该属植物种子含油率高、油质好,是理想的食用和工业用油;茶组中的茶 (*C. sinensis*) 是世界上最普及的饮料;红山茶组中的很多物种花色艳丽多姿,是名贵的庭园观赏树种。山茶属植物无论作为经济植物还是观赏植物都具有重要的经济价值和广阔的开发前景。我国是山茶属物种最多的国家,据初步统计约有180种^[1]。当前,各地对主要栽培种如普通油茶、茶等的良种选育、丰产栽培技术都较为重视,对某些生理生化特性也逐渐有所研究,但对其他物种的生理特性研究较少。光合作用是植物重要的生理过程,也是生物量的主要来源,对山茶属植物光合性能的研究,可为合理开发利用山茶属植物资源提供理论依据。为此,我们于1990年至1991年,对山茶属中五个物种的光合作用进行了初步研究,现将结果整理如下。

1 材料和方法

1.1 供试材料

取自本院山茶属植物种质基因库中5~8年生幼树,株行间距大,受光条件好。在同一立地条件下每物种各选生长一致、无病虫害的植株3株,挂牌标记,作为观测和取样的样株。每株上选树冠中部靠外围的当年生春梢,于晴朗的天气上午9~10时测定光合强度,连测3d,取平均值。所测物种有:

油茶组:高州油茶 (*Camellia gauehōwensia* Chang);

红山茶组:扁果红山茶 (*C. compressa* Chang et Wen), 厚叶红山茶 (*C. crassissima* Chang et Shi);

瘤果茶组:皱果茶 (*C. rhytidocarpa* Chang et Liai);

连蕊茶组:岳麓连蕊茶 (*C. hande* Lii Sealy)。

1992-06-04收稿。

骆琴娅副教授,漆龙霖,方晰,杨志林(中南林学院 湖南株洲 412006)。

1.2 试验方法

1.2.1 光合强度测定 采用江苏理化测试中心生产的 GH-Ⅲ 型 光合仪进行野外不离体测定,同时,用 ZF-2 型照度计测树冠层光照强度,用干湿球温度计测离地面相应高度的空气温度和相对湿度。

1.2.2 叶绿素含量测定 用混合液(无水乙醇:丙酮:水=4.5:4.5:1)直接浸提叶绿素,提取液用 721 分光光度计测定 663、645 nm 处的光密度值,按 Arnon 公式计算叶绿素含量。

1.2.3 气孔开度及密度测定 用火棉胶印迹法将印有气孔的胶膜在显微镜下观察 5 个视野,计气孔数,用测微尺测量气孔的开度。

1.2.4 其他 用常规法测定叶片含水量及比叶重,用精度为 0.01 mm 的千分卡直接测定叶片厚度^[2]。

所有测定均重复三次,取平均值。

2 结果及分析

2.1 不同物种的光合强度及叶片有关参数

对所选物种当年生春梢测定,结果见表 1。不同物种在同一时期、同一立地条件下光合强度表现出明显的差异。4 月份,五个物种光合强度由高到低依次为岳麓连蕊茶、高州油茶、皱果茶、扁果红山茶、厚叶红山茶,最高和最低的相差 16 倍。7 月份所测结果,各物种光合排列顺序与 4 月相同,但光合强度普遍提高,且物种间差距大大缩小,最高和最低相差 2.5 倍。4 月份春梢正处在生长阶段,叶片薄,气孔少,含水量高,比叶重低,叶的功能还不全,加之气候因子的影响,光合强度也就低,又由于各物种叶片成熟速度不一,进入功能期的时间不同,因而 4 月份物种间光合差距较大。

表 1 不同物种光合强度及叶片有关参数

物 种	4 月					7 月				
	光合强度 (CO ₂ mg/ dm ² ·h)	叶片厚度 (mm)	气孔密度 (个/mm ²)	含水量 (%)	比叶重 (g/cm ²)	光合强度 (CO ₂ mg/ dm ² ·h)	叶片厚度 (mm)	气孔密度 (个/mm ²)	含水量 (%)	比叶重 (g/cm ²)
高州油茶	5.7	0.345	146	75.91	0.008	9.2	0.434	215	56.15	0.014
岳麓连蕊茶	10.0	0.162	21	78.88	0.004	10.5	0.251	218	54.07	0.011
扁果红山茶	3.7	0.290	146	77.47	0.007	5.9	0.436	231	54.90	0.015
厚叶红山茶	0.6	0.335	73	73.82	0.010	4.1	0.540	194	60.78	0.015
皱果茶	5.6	0.183	21	80.06	0.005	6.9	0.275	253	46.93	0.011

2.2 不同物种光合作用日变化

1990年7月中旬对岳麓连蕊茶和厚叶红山茶的光合日变化进行了测定;8月下旬,又测定了高州油茶的光合日变化。从早上7时开始,每隔1h测定一次,至傍晚20时为止,同时测定气孔开度、气温、相对湿度的变化,其结果见图1。

由图1可以看出,不同物种光合日变化总的趋势是一致的。上午7时,光照强度为750 lx,气温27℃,空气相对湿度达78%,气孔开度小光合弱,这时岳麓连蕊茶和厚叶红山茶的光合强度分别为2.55、2.16 CO₂mg/dm²·h,随着光照增强,气温逐渐升高,气孔逐渐

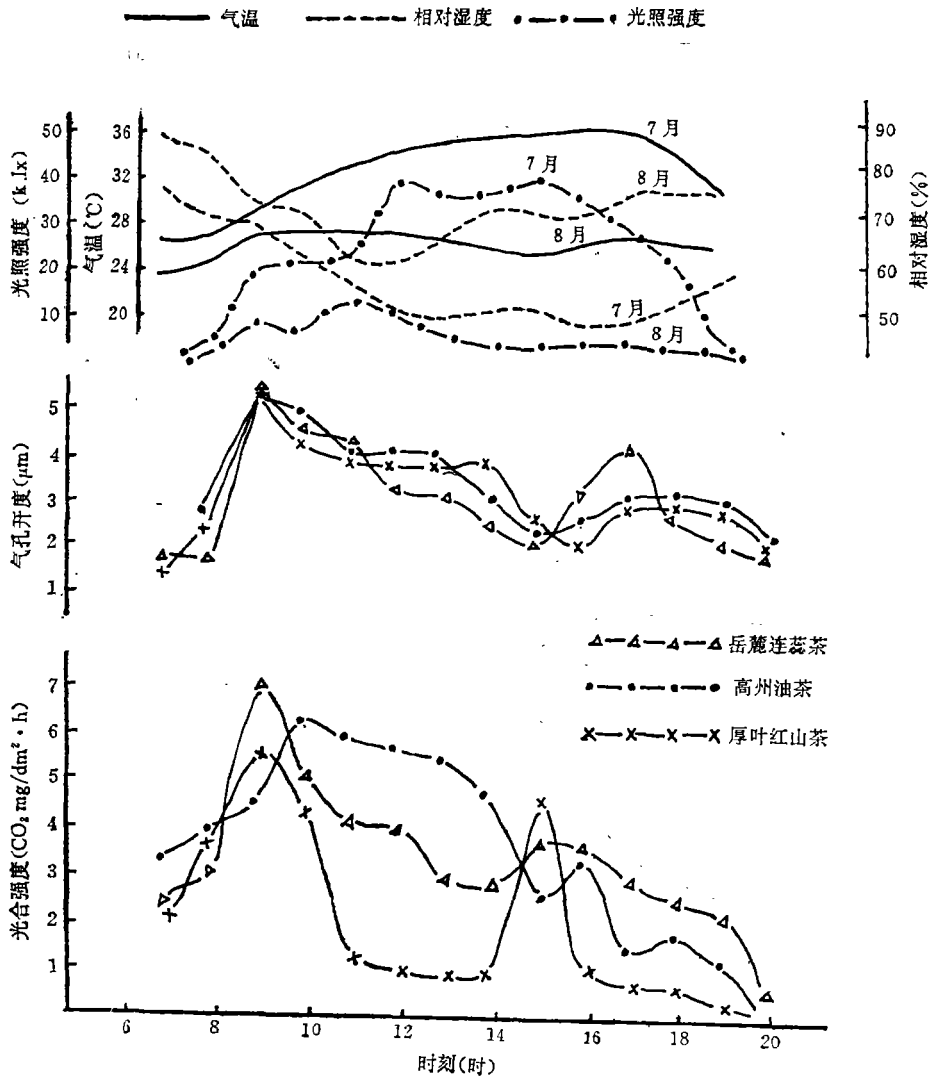


图1 高州油茶、岳麓连蕊茶、厚叶红山茶光合强度及有关因子日变化(7月份)

开大，光合也很快增强，至9时左右，光照强度达20 000 lx，气孔开度达5.6 μm，空气相对湿度虽有所下降，但仍维持在71%，空气温度虽有所上升，但仍适合光合进行，这时，光合强度出现全天最大值，岳麓连蕊茶、厚叶红山茶分别为7.22、5.74 CO₂mg/dm²·h。随后，光照继续加强，气温继续上升，空气相对湿度降低，9时以后至11时，光合下降较快，特别是厚叶红山茶，光合强度降至1.13。随后，光合处于较低的稳定状态，出现所谓光合作用“午休现象”。14时后，光合又开始回升，到15时左右，厚叶红山茶光合出现第二次高峰，其峰值为4.51 CO₂mg/dm²·h，此时，岳麓连蕊茶光合也有所回升，但不及厚叶红山茶明显。以上两物种8月份测定光合出现高峰的时间是相同的。8月份测高州油茶的光合日进程其变化与岳麓连蕊茶相似，但光合高峰时间比岳麓连蕊茶推迟了1 h。

2.3 不同物种光合作用年变化

1990年和1991年对所选物种光合年变化的测定结果见图2。

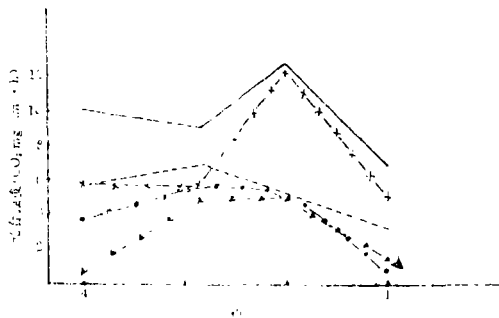


图2 光合作用年变化

—岳麓连蕊茶, ---扁果红山茶,
-x-x皱果茶, -▲-▲厚叶红山茶,
-----高州油茶

五个物种在不同季节光合强度变化基本上可分为三种类型：扁果红山茶和厚叶红山茶抽梢都较迟，4月份光合都很弱，以后迅速生长，光合也增强较快，7~8月，光合强度分别达5.49、4.70 CO₂mg/dm²·h，并在一段相当长的时间内维持这一水平；直至10月光合开始下降，冬季降至最低水平。第二种类型如高州油茶，春季萌芽后光合能力增加较快，4月份光合强度已达5.74 CO₂mg/dm²·h，以后继续上升，夏季(7、8月)光合强度最高为6.8 CO₂mg/dm²·h，8月末光合开始下降，1月份降至最低。第三种类型如皱果油茶和岳麓连蕊茶，这两个物种芽萌发早，4月份光合强度已分别达5.60、10.04 CO₂mg/dm²·h，4至8月基本保持稳定，8月以后至10月份光合迅速上升，10月份成为全年光合作用最强的时期；10月以后，光合下降也快，冬季达最低水平。但较之其他几个物种仍然具有较高的光合能力，特别是岳麓连蕊茶，1月份还维持6.74 CO₂mg/dm²·h的水平。

2.4 光合强度与叶绿素含量的关系

据7月份测定结果表明，不同物种的光合强度与叶绿素含量均有较大的差异(见表2)。7月份叶片形态结构已达成熟，叶绿素含量也已稳定，此时，光合速率与叶绿素含量并无明显的相关，光合强度最高的岳麓连蕊茶叶绿素含量小于光合强度弱的皱果茶；高州油茶的叶绿素含量在五个物种中排列最后，而它的光合强度仅低于光合最高的岳麓连蕊茶。由此可见，当叶片发育成熟，叶绿素含量稳定后，光合强度与叶绿素含量之间并没有明显的相关，因此，不能单用比较叶绿素含量的多少来比较物种的光合能力。

表2 不同物种同一时期叶绿素含量与光合强度 (测定时间：7月份)

项 目	岳麓连蕊茶	高州油茶	皱果茶	扁果红山茶	厚叶红山茶
叶绿素含量(mg/g鲜重)	1.24	0.82	1.45	1.09	1.06
光合强度(CO ₂ mg/dm ² ·h)	10.51	9.22	6.90	5.93	4.14

3 讨 论

(1) 对于山茶属植物中的普通油茶光合作用日变化曲线有单峰和双峰两种不同的报道^[3,4]，根据我们对山茶属的厚叶红山茶、岳麓连蕊茶、高州油茶光合日变化测定结果表明，三个物种的光合日变化均呈双峰曲线，这与唐光旭^[3]对普通油茶的测定结果相同。只是不同物种在同一时间测定其峰值不同，在不同时间测定其峰值出现的时间也不同，7月份出现峰值的时

间比 8 月份早一个小时。由于 7 月份光照强度大，温度上升快，湿度也降低快，上午九时左右，温度、湿度以及光照强度都适合光合作用的进行，因而出现光合的第一次高峰。而中午光强 35 000~40 000 lx，气温高达 35.5℃，湿度也低，叶片萎蔫，气孔开度变小，使光合作用出现“午休现象”；同时，叶片温度升高，呼吸作用加强，导致净光合强度降低。到 15 时左右，温度、光照、湿度都比较稳定，经过 15 时以前的低光合阶段，光合产物积累已较少，又促进了光合作用的进行，因而出现第二次高峰，但峰值较第一次低。8 月份，空气湿度比 7 月份高，光照、气温低于 7 月份，因而光合高峰出现的时间推迟了 1 h。

(2) 根据光合作用的年变化曲线(见图 2)，将五个物种分成三个类型。厚叶红山茶和扁果红山茶由春至夏光合上升，夏季保持一段时间的稳定入秋后光合下降，一年中光合作用都呈现出较低水平。高州油茶由春至夏光合加强，没有一段稳定的高光合阶段，达到高峰后很快下降。岳麓连蕊茶和皱果茶春季已具有较高的光合能力，由春至夏维持在一定的水平，由夏至秋光合迅速上升，而后光合迅速下降。这三种类型中，第一类型的两个物种都是红山茶组的，叶片都较大且厚，但它们的光合强度却是所测五个物种中最低的；而岳麓连蕊茶和皱果茶的叶片都比较小且较薄，但它们的光合强度却基本保持最高水平。可见，不同物种的光合速率与叶片的大小和厚度不一定呈正相关。同时，厚叶红山茶和扁果红山茶的光合变化情况是否可以说明在所测的山茶属四个组中，红山茶组的光合强度是最弱的，还需要进行大量试验才能确定。

(3) 光合强度与气孔开度的关系，从所测三个物种的光合日进程来看是比较复杂的，正如许大全先生^[6]在综述中提到的，并非在任何情况下都能观察到光合强度与气孔开度之间的密切相关。在正常天气状况下，岳麓连蕊茶、厚叶红山茶、高州油茶气孔开度的日进程基本相似，气孔张开的高峰时间都出现在 9 时左右，这与前两个物种上午光合作用的高峰时间是一致的。10~14 时气孔开度降低，多数气孔处于半关闭状态，光合也相应地下降，14 时以后，出现了在光合第二次高峰时气孔开度反而降低的现象。17 时左右，气孔开度又有所增大，这时光合强度已有所下降，20 时光合作用基本停止，但这时气孔并不完全关闭，岳麓连蕊茶和厚叶红山茶气孔开度仍为 2.4 μm 和 2.8 μm。有人测定山茶属中普通油茶的气孔夜间不完全关闭^[6]，这很可能是山茶属植物气孔运动的普遍规律，但还需要对大量物种进行研究才能最终证实。

参 考 文 献

- 1 张宏达. 山茶属植物的系统研究. 中山大学学报(自然科学)论丛, 1981, (1).
- 2 余祥威. 一个直接测定树木叶片厚度的方法. 湖南林业科技, 1981, (4): 23~25.
- 3 唐光旭. 油茶春梢光合与呼吸强度的初步研究. 经济林研究, 1984, (1): 21~27.
- 4 梁根桃. 油茶叶片某些光合性能的研究. 浙江林业科技, 1988, (1): 8~11.
- 5 傅瑞树. 油茶某些生理活动的昼夜变化. 林业科技通讯, 1984, (8): 11~14.
- 6 许大全. 气孔运动与光合作用. 植物生理学通讯, 1984, (6): 6~12.

Studies on the Photosynthesis of Some Species of Camellia

Luo Qinya Qi Longlin Fang Xi Yang Zhilin

Abstract The photosynthesis of five species of *Camellia* was investigated. The results were as follows: ① there were significant differences of photosynthetic rate existing among the species. ② the highest photosynthetic rate in the tested species was 16 times as much as the lowest in April and 2.5 times in July respectively. ③ the daily-changing pattern of photosynthetic rate was similar in different species and showed a clear mid-day depression of photosynthesis. The yearly photosynthetic rate changes of these species could be classified as three different types. The content of chlorophyll had no significant relation to photosynthetic rate when leaves had fully developed. Not all stomas were closed after photosynthesis ceased roughly.

Key words *Camellia*, photosynthesis, content of chlorophyll, opened degree of stoma

Luo Qinya, Associate Professor, Qi Longlin, Fang Xi, Yang Zhilin(Central South Forestry University Zhuzhou, Hunan 412000).