

密植板栗树光合特性的研究^{*}

彭方仁 黄宝龙

(南京林业大学森林资源与环境学院, 南京 210037)

摘要 对8年生密植板栗园“九家种”品种树木叶片光合作用特性研究结果表明: ①光合作用的光补偿点和光饱和点分别为 $40\sim 50\ \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 和 $800\sim 900\ \mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$; ②净光合速率的日变化进程在生长初期和生长末期为单峰曲线, 而在生长盛期(6~8月)为双峰曲线; ③光合速率的年变化进程也表现为双峰曲线, 其高峰分别出现在开花期及果实速生期; ④叶片的光合速率直接受光合有效辐射的制约, 同时还受气温和空气相对湿度的影响。

关键词 板栗; 光合作用; 特征

中图分类号 S718.43; S664.2

板栗(*Castanea mollissima*)是我国重要经济林树种。长期以来,我国板栗沿用实生繁殖,粗放管理,结果晚,产量低。近20a来,在选优嫁接早期结果的基础上,采用高密度栽植,已有许多地方收到了早结果、早丰产的效果^[1]。但是有关板栗密植园产量生理方面的研究仍很薄弱^[2],板栗叶片的光合作用对光强的反应,叶片光合速率的变化规律,野外条件下影响叶片光合生产的主要因子等问题尚未见系统报道。本文作为板栗密植园丰产机理研究的部分内容,对2m×3m板栗密植园个体的光合特性进行了系列研究,以期改进板栗栽培技术,提高产量和品质提供科学依据。

1 试验地概况及测定技术

试验在江苏省新沂市沐河果园的板栗密植试验园内进行。该试验园建立在沐河故道的冲积平原上,土壤肥力中等。主栽品种为九家种,栽植密度为2m×3m。1987年先定植板栗实生砧,1988年春按试验设计嫁接建园。1996年4~10月,在每月中旬或下旬选择一晴朗的白天,自早晨06:00至下午18:00每隔1h,利用GH-III型光合仪测定树冠中上部同一部位叶片的净光合速率。在每次测定的同时,用光合量子辐射仪(Li-cor185B)测定光合有效辐射

收稿日期: 1996-11-06

^{*} 江苏省自然科学基金资助项目

第1作者简介: 彭方仁,男,1963年生,副教授,博士生

(*PAR*), 用干湿球通风表测定叶片附近的气温和相对湿度。光合速率对光强反应的试验在 6 月中旬晴朗白天的上午 09:00~10:00 进行。上述各项测定均重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 净光合速率对光合有效辐射(*PAR*) 的反应

1996 年 6 月 18 日上午 09:00~10:00, 用不同层数的纱布作遮光处理对不同 *PAR* 条件下的净光合速率进行了测定[图 1, 测试条件为: 气温(28 ± 2) $^{\circ}\text{C}$, 空气相对湿度(75 ± 5) %, 测试叶面积(50 ± 5) cm^2 , 光合仪抽气流速 $1.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$]。结果表明: 在 *PAR* 低于 $40 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, 板栗树叶片的净光合速率在 (P_n) 为负值, 当 *PAR* 升高到 $40 \sim 50 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, 净光合速率为正值。因此, 该光强范围可作为板栗“九家种” 品种叶片光合作用的光补偿点。*PAR* 在 $50 \sim 500 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 范围内, 随 *PAR* 的增强, P_n 从 0 增加到 $6.72 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 几乎呈直线上升; *PAR* 在 $500 \sim 800 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间, P_n 从 6.72 增加到 $7.86 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 增加缓慢; *PAR* 提高到 $800 \sim 900 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 时, 它对叶片净光合速率已无显著影响。因此, 该 *PAR* 范围可作为“九家种” 叶片光合作用的光饱和点。

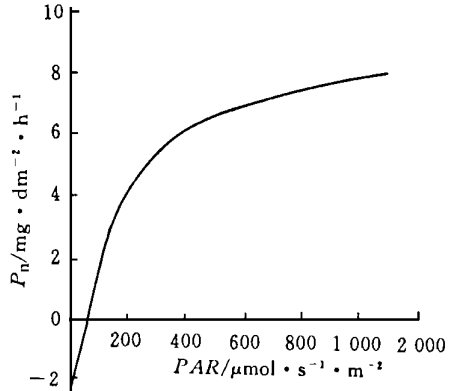


图 1 板栗树叶片光合作用的需光曲线
Fig. 1 The curve of requiring *PAR* by photosynthesis of chestnut leaves

2.2 净光合速率的日变化规律

不同生长时期日光合速率测定结果表明: 板栗净光合速率日变化有“单峰曲线”和“双峰曲线”两种型式(图 2)。

生长初期(5 月 16 日)和生长末期(10 月 24 日) P_n 的日变化呈单峰曲线, 高峰出现在 11:00~12:00, 10 月份的最高值($5.87 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) 低于 5 月份($6.87 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)。在生长盛期(6~8 月)晴朗的天气里, P_n 的日变化呈双峰曲线, 即分别在上午和下午出现 2 次高峰, 2 次高峰之间是 P_n 的中午降低(午休现象)。第 1 次高峰一般出现在上午 08:00~10:00, 其峰值因环境条件而异, 观测期间的最小值为 $7.84 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (7 月 20 日), 最大值为 $10.48 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (8

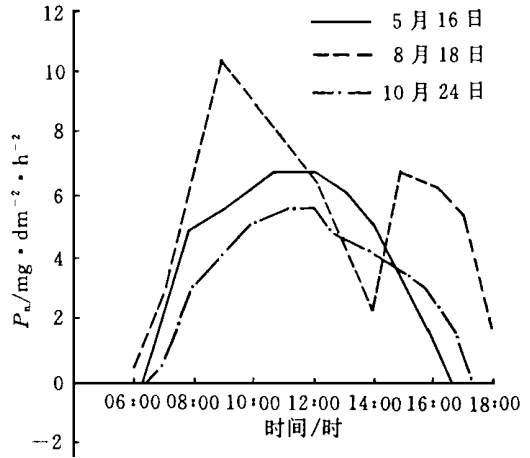


图 2 不同生长期板栗叶片净光合速率日变化
Fig. 2 Daily changes in net photosynthetic rate of chestnut leaves in different growth stages

月 18 日)。第 2 次高峰一般出现在下午 15:00~16:00, 其峰值一般低于第 1 峰值, 变化于 4.76~6.81 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 之间。双峰曲线的低谷出现在中午 11:00~15:00 之间, 通常持续 2 h 左右才开始回升, 其值变化于 1.94~3.12 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 之间。不同生长时期 P_n 日变化差异是多种因子共同作用的结果^[3,4,6]。

2.3 净光合速率的季节变化规律

在野外条件下, 板栗树自春季展叶至秋末落叶前, P_n 受个体生长发育状况和环境因素的综合影响而表现出明显的季节变化(表 1)。

表 1 不同生长时期板栗叶片 P_n 的测定值

Table 1 The net photosynthetic rate of chestnut's leaves in different growth stages							
生长时期/月-日	04-26	05-16	06-22	07-20	08-18	09-17	10-24
净光合速率*/ $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$	3.15	5.17	5.05	3.85	5.98	4.23	2.87

* 此数据为测定日每小时 1 次测定结果的平均值

板栗叶片自 4 月中旬萌发到 4 月 26 日, 当叶片生长到正常叶片 1/2~2/3 时, 其日平均 P_n 达 3.15 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。随着叶片的进一步发育及气温升高, 到 5 月 16 日的日平均 P_n 达到 5.17 $\text{mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$, 并出现全年的第 1 个高峰。但开花坐果以后, 光合速率逐渐下降, 到 7 月中旬出现低谷, 此后又逐渐增强。8 月份 P_n 出现全年的第 2 次高峰。8 月份以后, 随着秋季气温的下降, P_n 又逐渐降低, 形成 P_n “双峰曲线型” 的季节变化规律。这一结果与日野昭等对温州密柑、桃和柿的光合速率的季节变化测定结果相吻合^[4]。

2.4 环境因子对板栗叶片净光合速率的影响

影响光合作用的环境因子主要包括: 光照、温度、湿度、风速、二氧化碳 (CO_2) 浓度和水分等^[4]。由于受客观条件的限制, 本试验未能测定大气的 CO_2 浓度和土壤水分, 仅以光合有效辐射 (x_1)、气温(x_2)、相对湿度(x_3) 对净光合速率(y) 的影响进行了逐步回归分析。结果表明, 在这 3 个因子中, PAR 是影响 P_n 的最显著因子, 逐步回归的结果是:

$y = 3.4251 + 0.0985x_1$, 相关系数 $R = 0.7624$, $F = 18.8054^*$ 。

为了更好地描述光强与净光合速率的关系, 对上述资料采用多项式回归分析, 得到的结果是:

$$y = 1.3247 + 1.3629x_1 - 0.1103x_1^2 + 5.2134 \times 10^{-5}x_1^3 - 6.6637 \times 10^{-8}x_1^4$$
$$R = 0.7695, F = 19.4327^*。$$

两方程的检验都达显著水平。由此可见, 在野外条件下, 板栗净光合速率的大小主要受光照状况的控制。由于各种环境因子存在明显的季节变化, 且各因子之间存在着相互的联系和制约, 因此, 1a 中不同生长时期光合作用受不同环境因子的制约程度也会存在一定的差异。

3 结论与讨论

3.1 果树不同树种及同一树种不同品种的光合特性各有差别^[4,5]。本研究表明, “九家种” 板栗品种的光补偿点和光饱和点分别为 40~50 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 和 800~900 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$; 光合速率的日变化有 “单峰曲线” 和 “双峰曲线” 2 种型式; P_n 的季节变化也为 “双峰曲线

型", 2 个高峰分别出现在春、秋季节。这说明春、秋季是利用光合潜力提高产量的有利时期。因此, 板栗高产栽培的主要技术措施之一, 就是要在春季及时促进叶片早日形成, 延长春季光合作用的有效时间; 在秋季及时增加养分供应, 保护好叶片及树林光照通透, 充分利用光能进行光合作用。在夏季及时灌溉, 降低果树的叶面温度, 减少土壤水分胁迫, 防止光合效能下降, 也是提高板栗光合效能的有效途径。

3.2 关于板栗的光合速率已有不少的研究报道^[1,3,4]由于受试验材料(品种、年龄等)、研究方法和环境条件的影响, 其结果差别较大。从本试验结果看, 密植板栗树的净光合速率一般在 $4 \sim 10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 的范围内。这一数据明显低于苹果 ($10 \sim 30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)、西洋梨 ($10 \sim 23 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) 等果树。这可能是板栗经济产量较低的原因之一。

3.3 作者曾经对板栗密植园光能分布规律进行过研究^[2], 结合本文测定的光饱和点资料, 可以看出: 在 $2 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ 的板栗密植园中, 树冠外围叶片每天接受超过光饱和点光强的时间大约有 $4 \sim 6 \text{ h}$, 但树冠中部和内部的 PAR 在 1 d 的大部分时间里还不足光饱和点的一半。这说明目前的密度已导致树冠内膛的 PAR 分布不足而限制叶片的光合生产能力。

参 考 文 献

- 1 姜国高主编. 板栗早实丰产栽培技术. 北京: 中国林业出版社. 1995
- 2 彭方仁, 黄宝龙. 板栗密植园树冠结构特征与光能分布规律的研究. 南京林业大学学报, 1997, **21**(1): 68~72
- 3 牟云官, 李宪利. 几种落叶果树光合特性的探索. 园艺学报, 1986, **13**(3): 157~162
- 4 李保国, 王永蕙. 果树光合作用研究进展. 河北林学院学报. 1990, **5**(3): 254~261
- 5 Flore J A. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops. *Holt, Rew* 1989, **11**: 111~157
- 6 Fujii J A. Seasonal changes in the photosynthetic rate in apple tree. *Plant physiol*, 1985, **78**(3): 519~524

Peng Fangren (Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, PRC) and Huang Baolong. **Photosynthetic Characteristics of Chestnuts in High Density Planting Orchards.** *J Zhejiang For Coll*, 1997, **14**(2): 151~154

Abstract: The photosynthetic characteristics of a eight-year-old chestnuts in high density orchards were studied. The results were mainly as follows: The light compensation point ant the light saturation point of photosynthesis was $40 \sim 50$ and $800 \sim 900 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, respectively. The daily changes of net photosynthetic rate showed a single-peak curve during the early and late growth stages, but a double-peak curve during rapid growth stage. The seasonal changes in net photosynthetic rate also showed a double-peak curve, and the two peaks occurred in flowering stage and fast growth stage of fruits. The net photosynthetic rate of the leaves was not only affected by temperature and rlatve humidity of air but also directly constrained by intensity of photosynthically active radiation.

Key words: chestnut (*Castanea mollissima*); photosynthesis; characteristics