

五味子不同栽培架势光合日变化的研究

张庆田, 艾 军, 王英平, 王振兴

(中国农业科学院 特产研究所, 吉林 吉林 132109)

摘 要:采用 CIRAS-2 型便携式光合—荧光测定系统(PP-Systems, 英国)测定五味子棚架与篱架阳生叶片、阴生叶片的气体交换参数,以期研究棚架与篱架 2 种栽培模式下五味子叶片的光合能力。结果表明:2 种栽培模式下五味子均有“午休”现象,净光合速率最大值均出现在上午 9:00,棚架五味子阳生叶片与阴生叶片比篱架五味子对应的叶片净光合速率高,一天中棚架五味子日 光合产物累计量比篱架五味子高 62.28 mmol/m²;五味子“午休”现象是气孔限制与非气孔限制共同作用的结果;五味子光合速率 Pn 与环境因子 PAR、Tr、Tc 呈正相关关系,与 Ci 呈负相关关系。

关键词:五味子;栽培架势;光合作用

中图分类号:S 567.1⁺9 文献标识码:A 文章编号:1001—0009(2010)16—0199—03

五味子(*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.)为我国东北的道地中药材,有效成分为木脂素类化合物,具有降酶保肝、保护中枢神经系统、抗艾滋病病毒、抗肿瘤、抗衰老、抑制胆固醇生物合成等作用^[1-2]。此外,还含有萜类、有机酸、多糖类等多种营养成分,具有丰富的营养价值。为满足市场的需要,近年来,五味子的人工栽培发展迅速,目前五味子主产区的栽培架势主要以棚架与篱架为主,其光合性能的高低是影响产量的重要因素,该试验对棚架与篱架栽培模式下的五味子光合特性进行研究,对选择优良架势,制定优质丰产栽培技术措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验于 2009 年 8 月在中国农科院特产研究所通化江口五味子基地进行。供试材料分别为采用棚架栽培和篱架栽培的 4 a 生五味子植株,棚架栽培的株行距为 50 cm×200 cm,篱架栽培的株行距为 50 cm×200 cm。每种架势选 3 株长势一致中庸健壮植株,各选阳生叶片与阴生叶片 2 片。

1.2 气体交换参数测定

采用 CIRAS-2 型便携式光合—荧光测定系统(PP-

Systems, 英国)从 7:00 ~ 17:00 每隔 1 h 测定 1 次,测定的指标为净光合速率值(Pn)、气孔导度(Gs)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)、蒸腾速率(Tr),按光合日变化曲线中每时刻测得的 Pn 近似计算日累计光合产物(CO₂ mmol·m⁻²)= $\sum Pn(\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1})\times 3\,600\text{ s}/1\,000$ 。采用 SAS 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 净光合速率 Pn 的日变化

一般条件下,栽培植物光合作用日变化均有规律可循,变化曲线呈双峰型或单峰型,单峰型中午光合速率最高,双峰型上、下午各有一高峰^[3]。光合作用日变化是植物生产过程中物质积累和生理代谢的基本过程,也是分析环境因素影响植物生长和代谢的重要手段。植物光合作用的日变化是在一定天气条件下各种生理生态因子综合效应的最终反映,Pn 日变化的研究结果可作为分析植物生长限制因素的依据之一^[4]。由图 1 可知,2 种栽培模式下五味子叶片净光合速率变化均表现出明显的“午休”现象,二者阳生叶片全天的净光合速率最高值均出现在 9:00,棚架五味子阳生叶片在 15:00 净光合速率出现第 2 峰值,而篱架五味子阳生叶片在 14:00 出现 1 个小的峰值。全天中棚架阳生叶片的日累计光合产物为 244.08 mmol/m²,篱架五味子阳生叶片的日累计光合产物为 207.18 mmol/m²;棚架五味子的阴生叶片日累计光合产物为 32.58 mmol/m²,篱架五味子阴生叶片日累计光合产物为 7.2 mmol/m²。

2.2 气孔导度日变化

植物通过改变气孔开度等方式来控制与外界 CO₂ 和水汽的交换,从而调节光合速率和蒸腾速率,以适应不同的环境条件。气孔开放有利于叶片光合作用的碳

第一作者简介:张庆田(1981-),男,山东新泰人,硕士,助教,研究方向为野生植物资源评价与利用。
通讯作者:艾军(1968-),男,博士,副研究员,研究方向为特种经济植物资源评价与利用。
基金项目:吉林省科技厅资助项目(20075019)。
收稿日期:2010—04—29

固定, 并由于蒸腾的降温作用, 使叶片在高温的情况下避免热损伤; 气孔关闭能减少水分的消耗, 降低由于过分失水而导致植物出现极度水分亏缺的危险。通化地区夏季早晨经常大雾弥漫, 空气湿度较大, 气孔导度较大, 由图 2 可知, 全天的 G_s 最大值均在早上, 不管是棚架还是篱架上、阴生叶片片的 G_s 一天内均呈波动降低趋势, 棚架五味子阳生、阴生叶片 G_s 除早晨 7:00 差别较大外全天的 G_s 数值基本接近; 而篱架五味子阳生叶片 G_s 值全天内均高于阴生叶片, 这可能是篱架架面比较郁闭影响阴生叶片的结果。

2.3 蒸腾速率日变化

植物通过蒸腾作用运输矿物质、调节叶面温度、供应光合作用所需要的水分等, 与植物净光合速率关系密切。由图 3 可以看出, 全天中不同栽培模式下五味子叶片蒸腾速率均呈“低—高—低”的趋势, 总的趋势是随着光照强度的增强植物的 T_r 逐渐增大, 中午 12:00 达到最大值, 午后逐渐降低。2 种栽培架势下阳生叶片 T_r 均

大于阴生叶片, 全天中 2 种栽培架势阳生叶片 T_r 值相当, 但棚架阴生叶片 T_r 值比篱架阴生叶片 T_r 值高 $4.4 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 这也说明棚架五味子阴生叶片通风透光比篱架五味子好。

2.4 胞间二氧化碳浓度的日变化

胞间 CO_2 是直接用于光合作用的主要原料之一, 净光合速率较大时, 固定的 CO_2 就较多, 从而引起胞间 CO_2 浓度的降低。胞间 CO_2 浓度(C_i)还受大气 CO_2 浓度和气孔导度等变化的影响, 大气 CO_2 浓度会影响叶片内外 CO_2 的浓度差, 气孔导度会影响 CO_2 从大气进入羧化部位的速度。由图 4 可知, 2 种栽培模式下五味子叶片 C_i 均呈“高一低—高”的变化, 12:00 左右 C_i 降到最低值, 随后缓慢上升。2 种栽培模式相同位置的叶片 C_i 浓度基本一致, 阴生叶片片的 C_i 浓度高于阳生叶片, 这也说明阴生叶片 P_n 较低的原因主要是光强太低造成的。

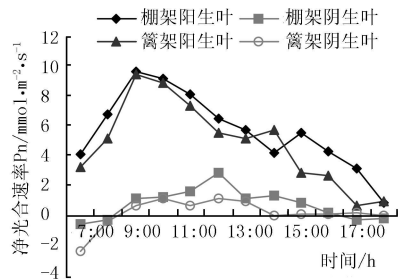


图 1 不同栽培模式五味子 P_n 日变化

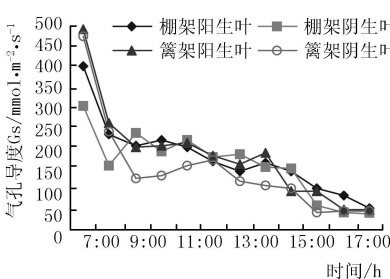


图 2 不同栽培模式五味子 G_s 日变化

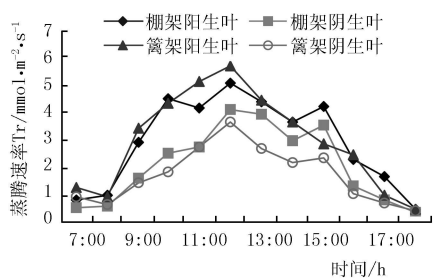


图 3 不同栽培模式五味子 T_r 日变化

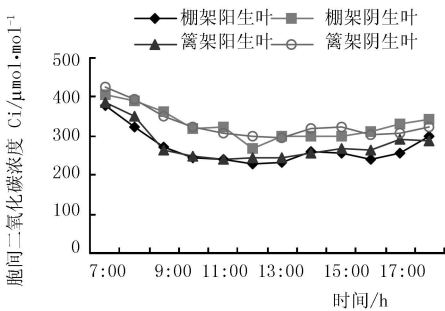


图 4 不同栽培模式五味子 C_i 浓度日变化

2.5 叶片净光合速率与主要环境因子的相关性关系

考察 6 个影响因子与 P_n 的相关性, 表 1 结果表明棚架阳生叶片 P_n 与 PAR 呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 棚架阴生叶片 P_n 与 PAR、 T_r 呈极显著正相关 ($P < 0.01$); 篱架阳生叶片 P_n 与 PAR 呈极显著正相关 (图 4 不同栽培模式五味子 C_i 浓度日变化 < 0.01), 与 T_r 呈显著正相关 ($P < 0.05$), 篱架阴生叶片 P_n 与 T_c 呈显著正相关 ($P < 0.05$)。胞间二氧化碳浓度 C_i 与各部位叶片的净光合速率呈负相关。

表 1 棚架五味子不同部位叶片净光合速率与环境因子的相关系数

叶片部位	T_r	G_s	C_i	PAR	T_c	RH
棚架阳生叶片	0.52240	0.33369	-0.26720	0.74411 **	0.08846	0.18681
棚架阴生叶片	0.80352 **	0.15127	-0.72837 **	0.83607 **	0.61996 *	-0.51793
篱架阳生叶片	0.66471 *	-0.04379	-0.37828	0.76918 **	0.17457	0.11829
篱架阴生叶片	0.43475	-0.72864 **	-0.72619 **	0.41918	0.59371 *	-0.51358

注 * 和 ** 分别代表 0.01 和 0.05 水平差异显著。

3 讨论与结论

植物的生长状况与其所处的环境密切相关, 光合作用的高低直接反应植物的生长状况、产量高低及抗逆性

强弱^[5]。通化地区夏季早晨经常大雾弥漫, 空气湿度较大, 气孔导度较大, 上午 9:00 以前随着雾气散去, 光强增加温度升高, 蒸腾速率增加使得气孔导度降低, 阳生叶

片净光合速率 P_n 升高而 C_i 降低, 这段时间细胞间隙二氧化碳浓度是光合作用的主要影响因素。9: 00 ~ 12: 00 阳生叶片净光合速率 P_n 降低而光强进一步升高使得蒸腾速增加, 导致气孔导度与胞间二氧化碳浓度降低, Farquhar 和 Sharkey 认为, 当 G_s 和 C_i 同时下降时, 可以确定 P_n 的下降是气孔限制造成的^[9], 根据光合作用限制的这一依据可以断定, 9: 00 ~ 12: 00 阳生叶片净光合速率 P_n 的降低主要是由于气孔限制造成的。而午后伴随着光强降低, 蒸腾速率降低, 气孔导度 G_s 下降但 C_i 上升, 说明叶片利用 C_i 的能力降低, 中午强光可能使得五味子叶片发生光抑制。

在自然条件下植物光合作用受到一些内、外因素的限制。这些因素并不是孤立的, 而是相互联系的。“午休”是植物在高温强光天气下出现的普遍现象^[7], 但对于不同的植物来说引起光合速率“午休”的原因可能是不同的^[8]。有研究者认为, 因为“午休”时的水分供应紧张, 空气湿度较低, 引起气孔部分关闭, 造成净光合速率下降^[9-10], 也有学者认为, 光合速率的变化不一定是由气孔导度的变化引起的^[11], 可能是在长时间的高光强下, 发生光抑制, 其最显著的特征就是光合作用效率的降低^[12]。当植物长期生长于弱光条件下时, 与在强光下生长的对照相比, 其叶片中光合电子传递体和光合作用酶等的含量都明显降低, 从而降低光饱和时的 P_n ^[13]。不同栽培模式对叶片光、温微气候产生重要和直接的影响。棚架栽培模式下叶幕受光面积增大, 树体内膛通风透光得到改善; 篱架栽培模式下顶部叶幕过厚导致内部叶片严重郁闭。该试验对棚架与篱架五味子阳生、阴生叶片进行了研究, 结果表明, 五味子阳生叶片光合速率高于阴生叶片, 棚架五味子的叶片光合速率均高于篱架

五味子叶片, 五味子光合速率的降低是受气孔限制与非气孔限制综合作用的结果; 五味子叶片自然条件下 P_n 与 Tr 、 PAR 、 T_c 呈正相关, 与胞间二氧化碳浓度 C_i 呈负相关, 不同部位叶片周围环境因子的差异导致了其净光合速率 P_n 的差异, 采用合理的栽培架势能够改善五味子叶片的通风透光能力从而提高净光合速率。

参考文献

[1] Hancke J L, Burgos R A, Ahumada F. *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill[J]. Fitoterapia, 1999, 70(5): 451-471.
[2] Opletal L, Sovova H, Bartlova M. Dibenzo[a, g] cyclo-octadiene lignans of the genus Schisandra; importance, isolation and determination[J]. J. Chromatography B., 2004, 812(4): 357-371.
[3] 盛宝龙, 常有宏, 姜卫兵, 等. 不同类型梨品种光合特性的比较[J]. 果树学报, 2007, 24(6): 742-746.
[4] 杨全, 王文全, 张卉, 等. 18 个种源黄芩光合特性的比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 5(28): 530-541.
[5] 钟泰林, 李根有, 石柏林. 遮荫对南五味子光合特性的影响[J]. 中草药, 2009, 40(3): 466-469.
[6] Farquhar G D, Sharkey T D. Stomatal conductance and photosynthesis[J]. Ann. Rev. Plant Physiol., 1982, 33: 317.
[7] 柯世省, 金则新, 陈贤田. 浙江天台山七子花等 6 种阔叶树光合生态特性[J]. 植物生态学报, 2002, 26(3): 363-371.
[8] 李兴国, 许大全, 孟庆伟. 银杏叶片光合作用对强光的响应[J]. 植物生理学报, 1998, 24(4): 354-360.
[9] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
[10] 刘金花, 李佳, 张永清. 黄芩植株光合特性初步研究[J]. 中草药, 2009, 40(6): 961-964.
[11] 许大全. 光合作用气孔限制分析中的一些问题[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(4): 241-244.
[12] 许大全. 植物光胁迫研究中的几个问题[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(5): 493.
[13] 郁继华, 舒英杰, 杨秀玲, 等. 茄子光合特性研究再探[J]. 兰州大学学报, 2003, 39(6): 81-83.

Study on Diurnal Variation of Photosynthesis of *Schisandra chinensis* in Different Cultivation mode

ZHANG Qing-tian, AI Jun, WANG Ying-ping, WANG Zhen-xing
(Institute of Special Chinese Academy of Agricultural Sciences, Jilin, Jilin 132109)

Abstract: The gas exchange parameters of sun leaves and shade leaves were measured with CIRAS-2 in order to study the photosynthetic characteristics of different cultivation mode(vertical trellis, pergola trellis), and provide the reference for choosing reasonable cultural measurement. The results showed that the photosynthetic midday-depress happened in *Schisandra chinensis* of both cultivation mode. The maximum net photosynthetic rate appeared at 9: 00 am. The net P_n of sun and shade leaves in pergola higher than the corresponding leaves in vertical trellis. The net photosynthetic products of pergola trellis higer 62.28 mmol · m⁻² than vertical trellis. Both stomatal limitation and non-stomatal limitation resulted in P_n Midday-depress. P_n has positive correlation with PAR , Tr , T_c , while negative correlation with C_i .

Key words: *Schisandra chinensis*; cultivation mode; photosynthetic characteristics