

气象因子变化对沙棘速生期和果实成熟期光合速率的影响

塔依尔¹, 宋于洋¹, 周 源²

(1. 新疆石河子大学 农学院, 新疆 石河子 832003; 2. 新疆农业大学 林学院, 新疆 乌鲁木齐 830052)

摘 要: 分析研究了沙棘光合速率和林内气象因子的时间变化规律, 以及光合速率与气象因子之间的关系。结果表明, 无论在迅速生长期和果实成熟期, 沙棘光合速率具有双峰型日变化, 迅速生长期的光合速率强于果实成熟期; 气象条件影响光合速率, 尤其是高温、干燥是限制光合作用的主要气象因子。

关键词: 沙棘; 光合速率; 气象因子

中图分类号: S793. 602

文献标识码: A

文章编号: 1001-7461(2006)05-0037-03

Effects of the Variation of Meteorological Factors on Photosynthesis Rate of *Hippophae rhamnoides* in Its Rapid Growth Stage and Fruit Ripe Stage

Tayir¹, SONG Yu-yang¹, ZHOU Yuan²

(1. College of Agriculture, Shihezi University of Xinjiang, Shihezi, Xinjiang 832003, China;

2. College of Forestry, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052, China)

Abstract: Temporal variation patterns and relationships between photosynthesis rate of *Hippophae rhamnoides* and meteorological factors were studied. The results showed that the photosynthesis rates of *H. rhamnoides* both in rapid growing and fruit ripening stages were in bimodal pattern, and higher in rapid growing stage; photosynthesis rates were influenced by meteorological factors, high temperature and dryness were two limiting factors for photosynthesis.

Key words: *Hippophae rhamnoides*; photosynthesis rate; meteorological

沙棘(*Hippophae rhamnoides*)是胡颓子科、沙棘属的一种多年生落叶灌木。其耐干旱、耐瘠薄、抗盐碱、抗风沙,具有适应性强、成活率高、生长快、保持水土、改良土壤、促进生态平衡等作用。在我国的三北地区广有栽培,具有很高的生态效益,但目前在该地区营造沙棘林仍存在育苗成活率低、保存率低、成林后的沙棘林生产力较低等问题。而生产力是光合作用积累的直接或间接产物,光合作用与环境因子、植物因子及其与植物生产力关系密切^[1~4],改善沙棘林内小气候,为其正常生长发育和提高最终产量提供良好的生态环境对沙棘生产实践是非常必要的。沙棘林内的风、温、湿状况直接影响沙棘植株的蒸腾效率、光合强度和冠层内的能量交换。本文通过沙棘林田间试验,利用沙棘迅速生长期(6月)和果实成熟期(9月)光合速率和沙棘林小气候观测资料,分析研究光合速率、温度、光合有效辐射和湿度

的时间变化规律,讨论光合速率与小气候因子之间的关系。以便从农业气象角度出发,为探讨沙棘林田间管理的科学方法提供依据。

1 试验区自然概况

试验区设在新疆石河子铁路林场。石河子位于43.5°~45.3°N, 85°~86.5°E, 亚欧大陆腹地, 属典型大陆性气候, 冬季长而严寒, 夏季短而炎热, 年平均气温6℃~6.6℃, 6、9月的平均气温分别为20.6℃、16.8℃, 无霜期160~170 d, 年降水量110~200 mm, 6、9月的平均降水量分别为27.3 mm、15.1 mm, 日照2 798~2 839 h, 6、9月的日平均日照分别为5.0、3.1 h, 年蒸发量1 000~1 500 mm。

2 材料与方法

供试材料为1998年栽植的中亚沙棘亚种(*H.*

收稿日期: 2006-02-23 修回日期: 2006-03-22

基金项目: 石河子大学“263”青年骨干教师资助项目(NX02022)。

作者简介: 塔依尔(1972-), 男, 维吾尔族, 新疆石河子人, 讲师, 主要研究方向为农业气象与小气候调控。

rhamnoides Subs. *turkecfarica* Rouse)。在 2004 年 6、9 月的每旬中选择 2 个晴朗不连续的白天在 8:00~20:00 期间,每隔 2 h 测定 1 次,用美国 Li—cor 公司生产的 LI—6400 便携式光合作用测定仪测定了沙棘叶片的光合速率,同时记录当时的气温、叶温、叶片周围的温度、相对湿度、光合有效辐射。每次选择树体中上部生长正常且无病虫害的活体叶片进行定叶测量,每个时次分别进行 3 次重复,以平均值作为该时次的测量结果。

3 结果与分析

3.1 沙棘光合速率的变化

3.1.1 迅速生长期和果实成熟期光合速率的日变化 自然条件下植物的光合作用随着内外因子的变化而时刻发生变化^[5]。图 1 表明,沙棘光合速率具明显的日变化,8:00 由于光强较弱、气温较低、光合速率较低,随着气温和光照强度的上升,气孔开放,光合速率增高,在 12:00 左右达到日高值。此后气温、光照强度继续升高,空气相对湿度下降,沙棘叶内外水气压差增大,蒸腾急剧上升,沙棘体内水分出现亏缺,光合速率急剧减小,至 16:00 出现低谷,之后随着光照的减弱、气温的回落,蒸腾降低,缓和了水分耗失和吸收的矛盾,光合速率回升,18:00 左右出现日次高值,随后光合速率减小。与图 2~图 5 联系分析得出,2 次峰值出现的早晚与当天的气温、光照强度、空气相对湿度等气象因子密切相关。

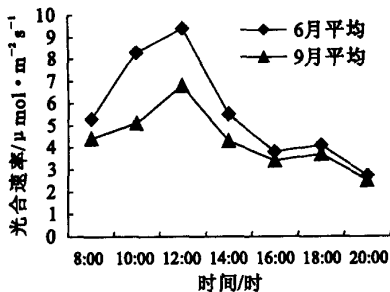


图 1 光合速率的日进程曲线

Fig. 1 Daily change of photosynthetic rate

3.1.2 迅速生长期和果实成熟期光合速率的变化

光合速率在不同的生育期变化不同,这主要与植物的内生节律及环境条件有关,是植物对环境适应的表现^[2,5]。图 1 表明,沙棘的光合速率 6 月大于 9 月,6 月的日平均光合速率为 $5.6 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,2 个峰值分别为 9.4 、 $4.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而 9 月的日平均光合速率为 $4.3 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,2 个峰值分别为 6.8 、 $3.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3.2 沙棘迅速生长期和果实成熟期气象因子的变化

3.2.1 气温和叶温 气温既影响光合速率,又制约

着蒸腾速率和气孔阻力^[6],叶片温度的日变化除了受植物本身特性(如叶片厚度、气孔数量及分布等)影响外,在一定程度上受叶片所处生长环境的光辐射强度、气温、大气相对湿度等的影响和制约^[7]。从图 2 和图 3 可看出,叶片温度与气温日变化呈正相关,说明叶片温度日变化在很大程度上依赖于气温的日变化,叶片温度日变化与大气相对湿度日变化间呈负相关,即大气相对湿度越高,叶片温度越低。在一天中,早、晚的气温比中午和下午的低,相对湿度在早、晚较高,叶片温度此时也低,上午随着光辐射强度的增大,气温逐渐升高,相对湿度逐渐下降,叶片温度也随之逐渐升高。从总体来看,沙棘叶温在 6 月比气温低 2.9°C ,在 9 月低 1.8°C ,14:00 沙棘叶温均维持在较高值。这表明当气温在 6 月超过 27.8°C 、9 月超过 25.8°C 时,沙棘气孔关闭,气孔导度迅速下降,抑制了蒸腾速率的继续增大,引起光合速率下降,此温度可以作为沙棘光合和蒸腾受抑制的温度临界指标。

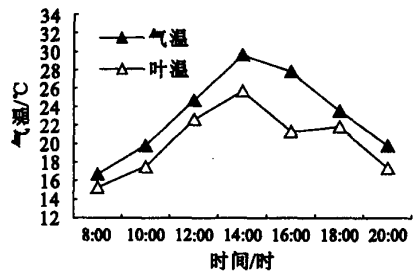


图 2 6 月的温度日变化

Fig. 2 Daily variation of temperature in June.

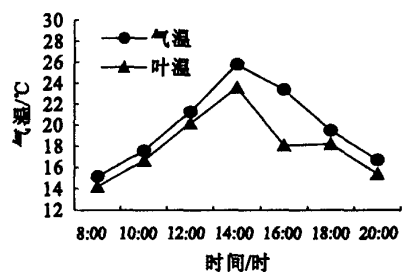


图 3 9 月的温度日变化

Fig. 3 Daily variation of temperature in Sept.

3.2.2 光合有效辐射(PAR) 光合有效辐射是植物进行光合作用的动力^[8]。图 4 是 6 月和 9 月的光合有效辐射日变化曲线,表明 6 月还是 9 月的光合有效辐射日变化曲线相似,随太阳光辐射弱、强、弱动态呈单峰曲线变化。8:00 光合有效辐射较低,以后逐渐升高,14:00 出现峰值,后开始下降,20:00 光合有效辐射降至非常低的值。6 月的平均光合有效辐射比 9 月的高出 $51.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。与图 1 比较,光合速率峰值所对应的光合有效辐射存在差异,在 6 月光合速率高值和次高值出现时的光合有

效辐射分别为 $576.28 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $327.74 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 而 9 月的分别为 $526.83 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $306.88 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。光合有效辐射最大值出现在 14:00 左右, 比沙棘的光合速率第一个峰值出现时间延后 2 h 左右, 比第二个峰值出现时间提前 4 h 左右, 说明光合有效辐射、温度等气象因子和气孔导度等植物因子共同作用决定了光合速率的大小。

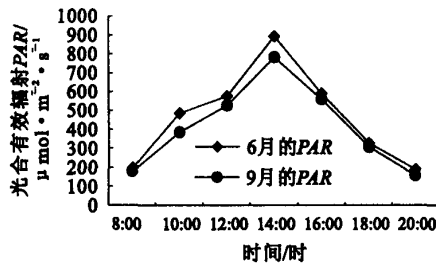


图4 光合有效辐射变化

Fig. 4 Daily variation of PAR

3. 2. 3 空气相对湿度(RH) 水分是干旱半干旱地区植物生长发育的主要限制因子之一, 土壤水分的不足可以通过灌溉得到补偿, 而大气干旱的调节就比较困难。因此, 光合作用和大气湿度的关系, 在评价植物的耐旱性时, 显得非常重要^[9,10]。空气相对湿度大小是影响植物蒸腾和植物吸水的重要因素, 相对湿度小时, 植物蒸腾较旺盛, 吸水较多。图5是沙棘田间6月和9月空气相对湿度日变化。可看出大气相对湿度变化趋势是午前下降, 午后上升, 在14:00左右最低, 在45%以下, 而在此期间之外则相对湿度均高, 6月在50%、9月在47%以上。6月平均相对湿度比9月高出6%。图5与图1联系分析可看出, 光合速率2个峰值出现时的相对湿度不同, 在6月光合速率高值和次高值出现时的相对湿度分别为55%和53%, 而9月的分别为47%和46%。表明沙棘光合速率的2个峰值出现在空气相对湿度近相等的上、下午, 相对湿度过高过低均不利于光合作用。因而大气相对湿度偏低是造成光合速率下降的重要原因之一。

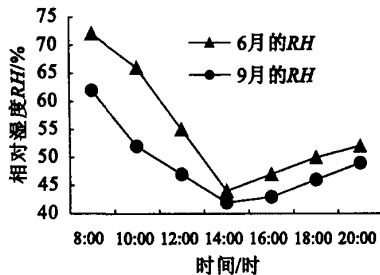


图5 相对湿度变化

Fig. 5 Daily variation of RH

4 结论与讨论

沙棘光合速率无论在迅速生长期还是果实成熟期, 具有较明显的双峰型日变化, 且沙棘迅速生长期的光合速率强于成熟期。沙棘光合速率在 16:00 降到低谷的原因, 可理解为沙棘是旱生植物, 长期的自然驯化使其对水分控制有自身的特点。高温、强辐射使气孔叶片蒸腾失水加剧, 叶温升高, 刺激了气孔, 气孔导度降低, 避免了过量失水, 同时使 CO_2 吸收量减少和体内营养物质的传输减慢, 导致光合速率降低。然后随着光照的减弱、气温的回落, 蒸腾降低, 植物体内的水分耗失和吸收的矛盾得到缓和, 光合速率回升, 在 18:00 左右达到第二个峰值, 之后减小。在 6 月, 沙棘生长迅速、叶片较嫩, 有助于光合作用, 而在 9 月叶片开始老化、功能渐退, 主要进行果实内部糖分等物质的转化, 这可能是迅速生长期光合速率高于生长后期的原因。

无论在生长旺季的 6 月还是生长后期的 9 月, 气温、光合有效辐射、相对湿度等气象因子的日变化, 具有相似的单峰型变化曲线。早上随着气温升高、光合有效辐射增强, 相对湿度下降。

在 6 月或 9 月的白天, 气温、光合有效辐射条件, 虽然适合于光合作用, 但空气湿度过低, 引起了光合速率在 16:00 降到低谷。所以说, 在新疆乃至西北干旱地区, 空气湿度是限制沙棘光合作用的主要因子之一, 通过增加水分供应, 一定程度上提高光合速率。

参考文献:

[1] 阮成江, 李代琼. 半干旱黄土陵区沙棘的光合特性及其影响因素[J]. 植物资源与环境学报, 2000, 9(1): 16-21.

[2] 王沙生, 高荣孚, 吴贯明. 植物生理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.

[3] 常杰, 刘珂, 葛滢, 等. 杭州石莼的光合特性及其对土壤水分的响应[J]. 植物生态学报, 1999, 23(1): 62-70.

[4] 曾小平, 赵平, 彭少麟, 等. 5 种木本豆科植物的光合特性研究[J]. 植物生态学报, 1997, 21(6): 539-544.

[5] 刘静, 王连喜, 马力文, 等. 枸杞的生理因子与外环境气象因子的日变化规律研究[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(1): 77-82.

[6] 何文兴, 易津, 李洪梅. 根茎禾草熟期净光合速率日变化的比较研究[J]. 应用生态学报, 2004, 15(2): 205-209.

[7] 刘弘, 李保印, 马杰, 等. 紫叶桃·绿叶桃光合特性及其影响因素研究[J]. 安徽农业科学, 2004, 32(2): 318-320.

[8] 温国胜, 王林和, 张国盛. 臭柏的光合速率与生态因子的关联分析[J]. 福建林学院学报, 2004, 24(3): 206-210.

[9] 郭连生, 田有亮. 4 种针叶树的光合生理特性与大气湿度关系的研究[J]. 生态学报, 1994, 14(2): 136-141.