

古伟容,马彩云,席琳乔.尖果沙枣的光合特性[J].江苏农业科学,2016,44(7):213-217.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.059

尖果沙枣的光合特性

古伟容¹,马彩云²,席琳乔¹

(1.塔里木大学动物科学学院,新疆阿拉尔 843300;2.塔里木大学人文学院,新疆阿拉尔 843300)

摘要:为了研究尖果沙枣的光合特性,利用 Li-6400 光合仪测定自然生长条件下尖果沙枣叶片 7—9 月的光合参数、光响应曲线、CO₂ 响应曲线。结果表明:尖果沙枣的净光合速率的日变化呈“双峰”曲线,净光合速率的 2 个峰值分别出现在 11:00、16:00,在正午出现“午休”现象;尖果沙枣蒸腾速率的日变化呈“双峰”曲线,蒸腾速率的 2 个峰值分别出现在 12:00、17:00。非直线双曲线模型拟合光合光响应曲线: $y = -4 \times 10^{-6}x^2 + 0.0108x - 0.2423$ ($r^2 = 0.9928$);非直线双曲线拟合光合 CO₂ 响应曲线: $y = -0.0001x^2 + 0.0979x - 4.276$ ($r^2 = 0.9962$)。

关键词:尖果沙枣;光合特性;气孔导度;蒸腾速率

中图分类号:S665.101 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)07-0213-04

植物干质量的 90% 以上是通过光合作用合成的,光合作用是植物生长发育和产量形成的基础,是构成其生产力的最主要因素^[1]。光合特性的研究涉及诸多农作物,并取得了许多有价值的进展^[2-6]。干旱胁迫导致叶绿体光合器官受损,光合作用减弱,光合速率下降,从而影响植物的正常生长发育^[7]。尖果沙枣(*Elaeagnus oxcarpa*)因生长快、根蘖性强、耐寒、耐盐、抗旱、防风固沙等特点,具有“沙漠之宝”的美誉^[8-10]。本研究利用 Li-6400 光合测定仪等仪器测定塔里木河中游阿拉尔市塔里木大学自然干旱条件下生长的尖果沙枣在 7—9 月的净光合速率、气孔导度、蒸腾速率、光合有效辐射、CO₂ 浓度、气温、空气湿度等光合参数及光、CO₂ 响应曲线,以期明确尖果沙枣的光合机制,预测气候变化对尖果沙枣的影响,从而提高尖果沙枣的抗旱性,使其能更好地在荒漠化地区生长。同时,为了增加生物性节水农业措施、保护和恢复塔里木河周边生态环境、改善日益恶化的生态环境提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

塔里木河位于新疆南部地区,全长 1 321 km,自身不产流。阿拉尔市位于塔里木河中游的上段区域,地理坐标为 40°26'22.8"N、81°09'16.3"E,该地地貌类型为新月型沙丘链、复合新月沙丘链、纵向沙垄与灌丛沙堆等。该区地处欧亚大陆腹地,属于大陆性暖温带、极端干旱沙漠性气候,生态环境极为脆弱。该地多年平均降水量为 17.4~42.8 mm,蒸发能力为 1 125~1 600 mm;该地气候干燥,多大风天气,最大风速达 40 m/s;该地多年平均气温为 10.7℃,极端最低气温为

-30.9℃,极端最高气温达 43.6℃。

1.2 材料与方 法

1.2.1 材料与仪器

1.2.1.1 试验材料 尖果沙枣树在自然条件下生长,选择树冠中层功能小枝叶作为试验材料。

1.2.1.2 试验仪器与试剂 Li-6400 便携式荧光-光合仪标准套 R 型;6400-01 CO₂ 注入系统(CO₂ 控制器,CO₂ 钢瓶接口);6400-02B 红/蓝光源(红/蓝光,配合标准叶室使用);CO₂ 小钢瓶;苏打;干燥剂。

1.2.2 试验方 法

1.2.2.1 光合参数测定 选取长势正常、没有病态现象的沙枣树,在树冠阳面中部选择有代表性的功能同化枝 4~6 根,用 Li-6400R 便携式光合测定系统(LI-COR Inc,USA)测定沙枣枝上部健康完全展开的叶片(枝顶端往下 3~5 张)的净光合速率 [P_n , $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、蒸腾速率 [T_r , $\text{mmol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]、气孔导度 [C_{md} , $\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$] 等^[11],每个叶片重复 5 次。日变化从 9:00 开始,到 20:00 结束,每隔 1 h 观测 1 次。从 7 月开始,到 9 月结束,每月在中下旬选择代表性天气,在 10:00 观测。用 SPSS11.5 统计分析软件进行数据相关分析和回归分析。另外计算下列指标:气孔限制值(L_s) = $1 - C_i/C_a$ (C_i 为胞间 CO₂ 浓度, $\mu\text{mol}/\text{mol}$; C_a 为大气 CO₂ 浓度, $\mu\text{mol}/\text{mol}$);瞬时水分利用效率(WUE) = P_n/T_r ;表观光能利用效率(LUE) = P_n/PAR [PAR 为光合有效辐射, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$];表观 CO₂ 利用效率(CUE) = P_n/C_i 。

1.2.2.2 光响应曲线测定 CO₂ 浓度设定为 380 $\mu\text{mol}/\text{mol}$,相对湿度为 60%~80%;用 CO₂ 过滤管,使用 CO₂ 作为稳恒 CO₂ 输入源;使用钨灯作为人工光源,光照度梯度设定为 0、100、200、300、400、500、600、700、800、900、1 000、1 100、1 200、1 300、1 400、1 500、1 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,仪器自动记录。利用 Farquhar 的非直角双曲线模型来拟合光响应曲线^[12-17]:

$$P_n = \frac{\phi I + P_{\text{max}} - \sqrt{(\phi I + P_{\text{max}})^2 - 4\phi\theta I P_{\text{max}}}}{2\theta} - R_d$$

式中: P_n 为净光合速率, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; ϕ 为表观量子效率,%; I 为入射到叶片上的光合有效辐射量, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;

收稿日期:2015-06-19

基金项目:“973”计划前期研究项目(编号:2012CB426507)。

作者简介:古伟容(1987—),女,新疆乌苏人,硕士,研究方向为草地资源与生态。E-mail:rong198711@126.com。

通信作者:席琳乔,博士,副教授,研究方向为植物生态。E-mail:gsxlq666@163.com。

P_{\max} 为最大净光合速率, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; R_d 为暗呼吸速率, $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; θ 为光响应曲线曲角, $^\circ$ 。

根据上式可求出光响应曲线的最大净光合速率(P_{\max})、表观量子效率(AQY)、光饱和点(LSP)、光补偿点(LCP)、暗呼吸速率(R_d)、曲线曲角(θ)、模拟方程的决定系数(r^2)等指标。

1.2.2.3 CO_2 响应曲线的测定 设定 PAR 为 $1\,200\, \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 作为测定光照度, 采用 Li-6400-01 液化 CO_2 钢瓶提供不同的 CO_2 体积分数, 分别在 CO_2 体积分数为 600、400、200、0、200、400、600、800、1 000、1 200 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ 的条件下测定沙枣叶 P_n 。测定前使用 $1\,200\, \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 冷光源诱导沙枣叶 30 min, 在每个光照度或 CO_2 浓度下平衡 60~300 s 后测定 P_n , 用红外气体分析仪自动记录。叶室采用标准叶室 (2 cm×3 cm)。利用与光响应曲线相同的拟合方法拟合 CO_2 响应曲线, 求出 CO_2 响应曲线的羧化效率(CE)、 CO_2 补偿点(CCP)、 CO_2 饱和点(CSP)、光呼吸值(R_p)等^[18-20]。

2 结果与分析

2.1 光合参数分析

2.1.1 直接光合参数的月动态

2.1.1.1 净光合速率 在一般条件下, 植物的光合作用日变化均有规律可循, 其变化曲线呈双峰或单峰型。如图 1、图 2、图 3、图 4 所示, 尖果沙枣光合速率(P_n)、气孔导度(C_{ond})、蒸腾速率(T_r)、光合有效辐射(PAR)均呈“双峰”变化。尖果沙枣净光合速率变化情况呈典型的双峰曲线, 在双峰之间存在“午休”现象(图 1)。以 9 月为例, 在早晨, 随着 PAR 的增强, P_n 逐渐升高, 在 11:00 左右达到最高峰, 峰值为 $26.65\, \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; 中午前后, P_n 逐渐降低, 在 14:00—15:00 期间呈现“午休”现象; 午后, 随着 PAR 的降低, P_n 又有所上升, 在 16:00 左右形成第 2 个高峰, 峰值为 $21.07\, \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; 上午 P_n 的峰值高于下午, 差值达 $5.58\, \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 。另外, 由图 1 可知, 与 8 月相比, 7 月净光合速率的峰值、低谷有所提前, 7 月份“午休”时间较长, 为 11:00—17:00, 可达 6 h 之久。净光合速率“午休”是针对炎热气候条件有益的生态适应、自我调节机制的表现。

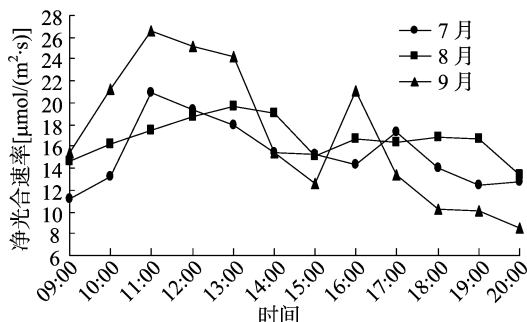


图1 净光合速率日变化

2.1.1.2 气孔导度 尖果沙枣叶片 C_{ond} 日变化(以 9 月为例)在 10:00 达到最高值 [$1.895\, \text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$], 14:00 下降到最低值 [$0.30\, \text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$], 而后呈小幅度振荡变化形式(图 2), 与 P_n 、 T_r 的变化趋势不一致。一般 C_{ond} 大, 说明气孔开度大, 对水分传输的阻力小, 植物能够顺利地进进行水、气交

换; 而 C_{ond} 小, 表明气孔开度小, 对水分传输的阻力大, 会抑制水分的流失。可见 C_{ond} 与 P_n 、 T_r 有密切的关系。本试验结果表明: 气孔导度在 10:00 以后即迅速下降, 14:00 以后一直保持在 $0.4\, \text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右。这期间植物能针对外界环境条件变化与植株自身状况, 通过调节气孔的开闭程度, 在保持植株正常生理活动的前提下, 达到最大 CO_2 固定量与最小水分散失量。此外, 7、8 这 2 个月的气孔导度呈现较规律的“双峰”变化, 这种变化说明尖果沙枣对气孔的调节能力是其能够耐干旱的生理适应机制之一。

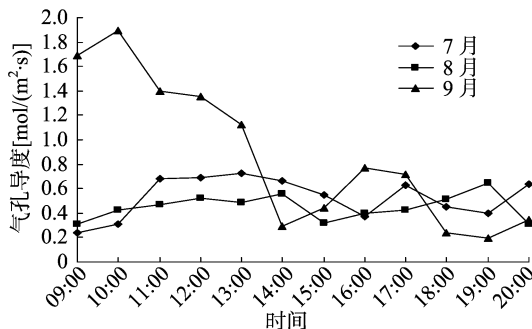


图2 气孔导度的日变化

2.1.1.3 蒸腾速率 T_r 的强弱是表征植物水分代谢能力的一个重要生理指标, 植物通过蒸腾作用运输矿物质、调节叶面温度、供应光合作用所需水分等, 与植物净光合速率关系密切。一般来说, P_n 越高, T_r 也越高, 这是因为光合作用需要水分以及通过水分运载的矿质营养成分的不断供应。研究表明: 尖果沙枣蒸腾速率的日变化为双峰曲线, 出现“午休”现象(图 3)。以 7 月为例, 清晨叶片气孔导度较低, 蒸腾作用较弱; 随着光照度 PAR 的增强, 有利于气孔张开, C_{ond} 增大(图 2), 蒸腾速率不断升高, 在 12:00 左右气孔导度增到最高值, 使蒸腾速率达到 1 天中的第 1 个顶峰, 即蒸腾速率最大, 峰值可达 $19.34\, \text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; 高蒸腾引起叶片失水过多, 促使气孔部分关闭, 气孔阻力又增大, 气孔导度逐渐减小, 蒸腾速率随之不断降低, 在 14:00 左右出现“午休”; 随后, 光合有效辐射减弱, 蒸腾速率随之增大, 16:00 达到第 2 个峰值, 峰值为 $19.24\, \text{mmol} \cdot \text{H}_2\text{O}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$; 但 17:00 以后, 光合有效辐射过弱, 气孔阻力又增大, 气孔导度减小, 蒸腾速率也随之减小。此外, 7、8 月份光合有效辐射较高, 蒸腾速率出现“午休”, 但这正是植物减少水分散失的一种适应方式。

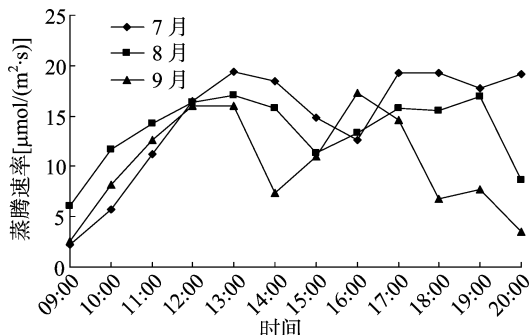


图3 蒸腾速率的日变化

2.1.1.4 光合有效辐射 在无光的情况下, 叶片主要进行呼吸作用, 消耗干物质较积累干物质快; 随着光合有效辐射的增

加,光合作用加强,净光合速率加快,在一定光合有效辐射范围内,净光合速率与光合有效辐射几乎呈正相关。在光合有效辐射达到 $1\ 000\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右时,植物叶片的净光合速率达到了光饱和点;之后,净光合速率增加变缓,趋于平稳,再继续增加光合有效辐射时,净光合速率出现下降的变化趋势。由图4可知:8月份尖果沙枣光合有效辐射呈“单峰”曲线变化,09:00—10:00 光合有效辐射在 $500 \sim 1\ 200\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 范围内,净光合速率与光合有效辐射几乎呈正相关;当其达到 $1\ 200\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 左右时,植物叶片的净光合速率达到光饱和点;之后,净光合速率增加变缓,趋于平稳,再继续增加光合有效辐射,15:00 左右有效辐射达最大值,可达 $1\ 599.06\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$,净光合速率出现下降的变化趋势。结果表明,当有效辐射超越尖果沙枣的最大耐受能力时,随着有效辐射的增加,蒸腾速率反而下降。

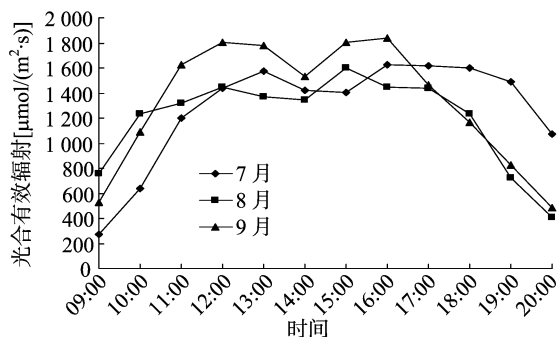


图4 光合有效辐射的日变化

2.1.2 间接光合参数分析

2.1.2.1 气孔限制值

引起叶片 P_n 降低的原因有气孔因素、非气孔因素,其判断依据主要是 C_i 、 L_s 的变化方向: C_i 降低、 L_s 升高,表明气孔导度降低(气孔因素)是主要原因;而 C_i 增高、 L_s 降低,则表明主要原因是非气孔因素。图5显示:7、8月09:00—13:00 这段时间内 C_i 增高、 L_s 降低,表明这段时间影响尖果沙枣光合的主因是非气孔因素;14:00—16:00 这段时间内, C_i 降低、 L_s 升高,表明这段时间影响光合的主因是气孔因素;16:00 以后, C_i 又增高、 L_s 又重新降低;9月恰与7、8月相反,在09:00—14:00 这段时间内, C_i 降低、 L_s 升高,表明气孔是影响光合的主因;在14:00—17:00 这段时间内, C_i 增高、 L_s 降低,表明非气孔是主因;17:00 以后, C_i 又降低、 L_s 又重新升高,气孔又成为主因。

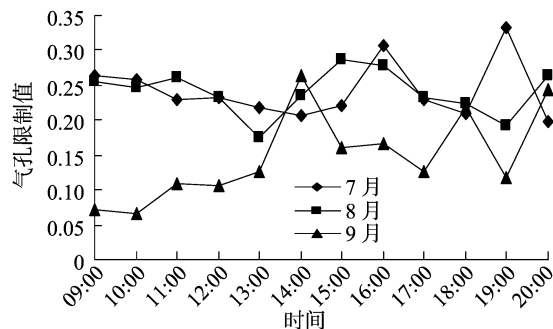


图5 气孔限制值的日变化情况

2.1.2.2 瞬时水分利用效率

瞬时水分利用效率是评价植物对环境适应能力的综合生理指标,它能反映植物对水分的利用效率,是净光合速率与蒸腾速率的比值。图6结果显示:

WUE 大致呈“U”形变化,早晨、傍晚尖果沙枣对水分利用率较高,中午较低;9月的瞬时水分利用效率较7、8月高。

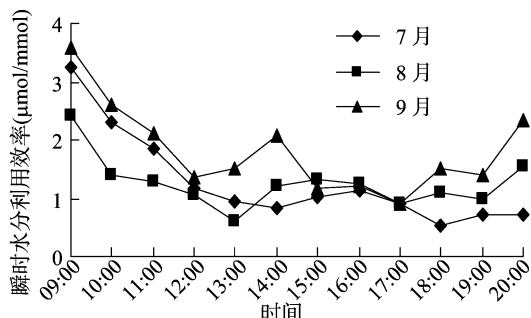


图6 瞬时水分利用效率的日变化情况

2.1.2.3 表观光能利用率

表观光能利用率反映的是植物对光能的利用效率,是净光合速率与光合有效辐射的比值。图7结果显示:LUE 与 WUE 变化大致相似,早晨、傍晚尖果沙枣对光能利用率较高,11:00—18:00 较低。

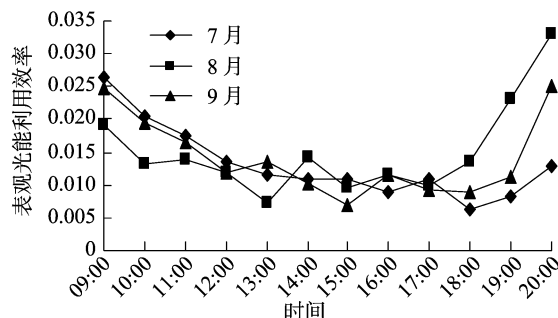
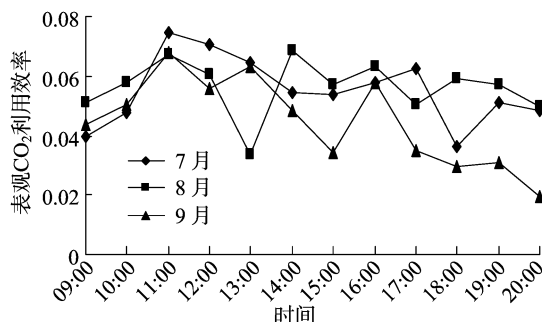


图7 表观光能利用效率的日变化情况

2.1.2.4 表观 CO₂ 利用率

表观 CO₂ 利用率反映植物对胞间 CO₂ 的利用效率,是净光合速率与胞间 CO₂ 浓度的比值。图8显示:7—9月表观 CO₂ 利用率呈不规则波浪变化。

图8 表观CO₂利用效率的日变化情况

2.2 光合特性参数分析

2.2.1 光合速率对光照度的响应

植物的光响应曲线是光合作用随着光照度改变的系列反应曲线,这种曲线的测定对于判定植物的光合能力非常有用,利用非直线双曲线模型拟合光合光响应曲线并得出拟合方程: $y = -4 \times 10^{-6} x^2 + 0.0108x - 0.2423$ ($r^2 = 0.9928$) (图9)。通过曲线可以计算并判断尖果沙枣的最大(净)光合速率、表观量子效率、暗呼吸速率、光饱和点及光补偿点等(表1)。从图9可以看出,在一定光照度范围内,光合速率随着光照度的增强而增大;当光照度超过一定范围后,这种增大的趋势逐渐减弱;当光照度为 $1\ 200\ \mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 时,光合速率对光照度的响应达到表观最大光合速率。

表 1 尖果沙枣光合作用的光响应参数

最大净光合速率 P_{max} [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	表观量子效率 AQY ($\mu\text{mol}/\mu\text{mol}$)	光饱和点 LSP [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	光补偿点 LCP [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	暗呼吸速率 R_d [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
12.11 ± 3.83	0.018 7 ± 0.008 2	647.41 ± 71.28	35.64 ± 8.43	0.622 3 ± 0.321 4

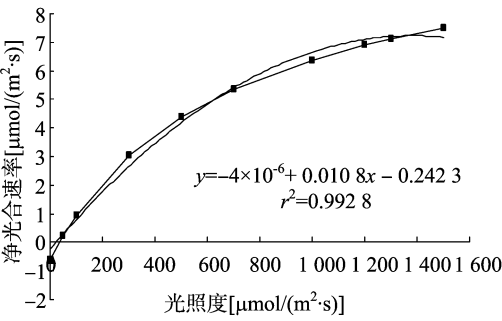


图9 非直线双曲线模型拟合光合光响应曲线

2.2.2 光合速率对叶面 CO₂ 浓度的响应 利用非直线双曲线拟合光合 CO₂ 响应曲线得出方程: $y = -0.000\ 1x^2 +$

$0.097\ 9x - 4.276$ ($r^2 = 0.996\ 2$) (图 10)。结果显示:预测曲线与实测结果非常吻合, r^2 达到 0.99 以上。通过计算得出尖果沙枣光合作用的羧化效率、CO₂ 补偿点和光呼吸值(表 2)。

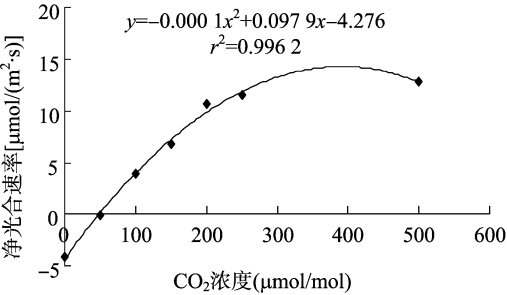


图10 非直线双曲线拟合光合 CO₂ 的响应曲线

表 2 尖果沙枣光合作用的羧化效率、CO₂ 补偿点和光呼吸值

羧化速率 CE [$\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]	CO ₂ 补偿点 CCP ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	CO ₂ 饱和点 CSP ($\mu\text{mol}/\text{mol}$)	光呼吸值 R_p [$\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$]
0.073 4 ± 0.023 2	46.379 0 ± 3.763 3	218.219 0 ± 48.921 3	5.222 3 ± 0.372 9

3 讨论

尖果沙枣的净光合速率的日变化呈“双峰”曲线,即在正午出现“午休”现象,这种在晴天净光合速率的下降,往往伴随着午间强烈日照发生。在光合作用研究中,人们经常观测到叶片净光合速率、气孔导度之间平行的变化趋势,但是并不能由此得出光合速率的变化是气孔导度相应变化的结果。1982 年, Farquhar 等认为,可以用 2 个判据来判断气孔导度变化是否为光合速率相应变化的主要原因。即:叶片细胞间隙 CO₂ 浓度、气孔限制值,当 C_i、P_n 变化方向相同、两者都减少,并且 L_s 值增大时,才可以认为光合速率的下降主要是由于气孔导度的降低。否则,如果 P_n 下降、C_i 上升、L_s 减小,便可以肯定光合速率变化的决定因素是叶肉细胞的光合活性,而不是气孔导度。晴天中午前后,光照强烈,温度高,空气相对湿度低,此时易发生光合“午休”。关于光合“午休”原因,由于材料不同,众说不同。本研究显示:3 个月 C_i、P_n 变化方向相同,二者都减少,并且 L_s 值增大,且在 9 月上述现象更明显,因此认为光合速率的下降主要是因为气孔导度的降低,进一步说明 7 月尖果沙枣受干旱胁迫较严重。

光合“午休”是对炎热条件有益的生态适应、自我调节机制,由生态因子、生理因子、生化因子等多方面控制,而且在不同环境条件下,引起光合作用午间降低的原因也不同。本研究结果表明:在晴天条件下,尖果沙枣叶片净光合速率日变化呈“双峰”曲线,峰值出现在 11:00、16:00,在 14:00 有明显的“午休”现象,且第 1 峰值大于第 2 峰值。早晨光照强、气温低,净光合速率也很低,随着光合有效辐射的增大、气温的升高、气孔的开放,沙枣叶片净光合速率明显提高,11:00 净光合速率达到最大值。但是由于强光、高温的条件提高了

叶片的光呼吸强度,增加了呼吸消耗,导致净光合速率下降,这是下午的峰值低于上午的一个重要原因。沙枣树叶片的 P_n 日变化呈双峰型,上午的峰值较下午高。对于植物光合“午休”现象,一般认为午间强光引起 P_n 下降,产生抑制;午间气温升高,湿度下降,羧化效率下降造成气孔导度降低,或由于蒸腾强烈,其携带的脱落酸累积在叶片中,造成气孔开度变小,甚至关闭。然而,究竟是生态因子还是生理因子或者生化因子引起沙枣叶片的光合午休现象,还需要进一步研究。

4 结论

尖果沙枣的净光合速率的日变化呈“双峰”曲线,净光合速率的 2 个峰值分别出现在 11:00、16:00,在正午出现“午休”现象。尖果沙枣蒸腾速率的日变化呈“双峰”曲线,蒸腾速率的 2 个峰值分别出现在 12:00、17:00。非直线双曲线模型拟合光合光响应曲线: $y = -4 \times 10^{-6} x^2 + 0.010\ 8x - 0.242\ 3$ ($r^2 = 0.992\ 8$);非直线双曲线拟合光合 CO₂ 响应曲线: $y = -0.000\ 1x^2 + 0.097\ 9x - 4.276$ ($r^2 = 0.996\ 2$)。

参考文献:

[1]李 阳,齐曼·尤努斯,祝 燕. 水分胁迫对大果沙枣光合特性及生物量分配的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(12):2493-2499.
[2]许大全. 光合作用测定及研究中一些值得注意的问题[J]. 植物生理学通讯,2006,42(6):1163-1167.
[3]姚庆群,谢贵水. 干旱胁迫下光合作用的气孔与非气孔限制[J]. 热带农业科学,2005,25(4):80-85.
[4]张 舟. 南方鲜食枣光合特性的研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2014.

黄 鹏. 李生产低产低效原因分析及综合改造治理技术[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(7): 217-220.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.07.060

李生产低产低效原因分析及综合改造治理技术

黄 鹏

(河南省林业科学研究院, 河南郑州 450008)

摘要:调查分析了李生产低产、低效的主要原因, 有针对性地开展了李适宜栽植模式、整形修剪、土肥管理等改造对比试验。试验表明, 同一李品种不同树形产量各异, 中等肥力地区李树适宜的栽培密度是 $3\text{ m} \times 4\text{ m}$, 绿豆等豆类作物是李幼树期间间作物的最佳选择; 对抽生的一年生枝条, 采取拉枝、刻芽的修剪方法, 能显著提高中、短果枝比率, 有效地提高单株产量, 利于幼树早结果, 实现早期丰产; 秋冬扩盘深翻施基肥能显著提高李树的产量, 在施基肥的基础上, 进行生长期追肥, 能明显提高李果实品质。

关键词:李树; 低产低效; 改造治理

中图分类号: S662.304 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)07-0217-04

李果是市场上较为畅销的果品之一, 近年来销售价格不断上涨, 栽培李树效益明显。但是, 一些地区群众的商品意识淡薄, 李园管理粗放, 结果晚、产量低、品质差、经济效益低, 不能走上产业化发展的道路。针对这一情况, 为进一步提高李树栽培的经济效益, 促进李树生产的持续健康发展, 我们在河南省济源、焦作、南阳、新乡等地, 对李树的栽培生产情况进行了调查与分析, 从中总结出李生产低产、低效的主要原因, 并有代表性地选择了 0.6 hm^2 低产园, 连续3年进行了改造治理试验, 获得了高产、稳产、优质的良好效果。

收稿日期: 2015-06-19

基金项目: 河南省科研院所研究专项资金(编号: 0541100105)。

作者简介: 黄 鹏(1969—), 男, 海南文昌人, 教授级高级工程师, 主要从事经济林良种选育及高效栽培技术研究。E-mail: hp1286@126.com。

1 材料与方法

1.1 试验园概况

试验园地处丘陵旱地, 半阴坡, 土壤为黏壤土, 肥力较差, 土层厚 $40 \sim 120\text{ cm}$, pH 值 $5.5 \sim 7.5$; 年平均气温 $16.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, 7月份平均气温 $29.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年平均日照时数 $2\,141.9\text{ h}$, 年平均降水量 694.7 mm 。品种主要有黄甘李、大石早生李、蜜思李、红肉李, 株行距 $2\text{ m} \times 3\text{ m}$ 、 $3\text{ m} \times 4\text{ m}$ 、 $4\text{ m} \times 5\text{ m}$ 。自李树定植以来, 几乎没有施过有机肥, 每年只施2次化肥, 虽然年年修剪, 但修剪不当, 树体基部及上部大枝丛生, 内膛小枝较少, 光照差, 病虫害防治虽年年用药, 但不及及时。

1.2 研究方法

1.2.1 李生产低产、低效原因 采用实地调查的方法, 从园址选择、品种配置、土肥水管理、整形修剪、花果管理、病虫害防治、适时采收等方面, 调查分析李生产低产、低效的原因。

- [5] 刘彦荣, 康亚龙, 冉 辉, 等. 长期连作对加工番茄光合特性和产量的影响[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2015, 33(1): 54-59.
- [6] 梁振娟, 马浪浪, 陈玉章, 等. 马铃薯叶片光合特性研究进展[J]. 农业科技通讯, 2015, 03(3): 41-45.
- [7] 孙景宽, 张文辉, 陆兆华, 等. 沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)和孩儿拳头(*Grewia biloba* G. Don var. *parviflora*)幼苗气体交换特征与保护酶对干旱胁迫的响应[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1330-1340.
- [8] 于玮玮, 阎国荣. 沙枣的资源及研究现状[J]. 天津农学院学报, 2009, 16(2): 46-50.
- [9] 于玮玮, 王小莉, 李 慧, 等. 大果沙枣和尖果沙枣植物学特征比较研究[J]. 天津农学院学报, 2012, 19(4): 36-38, 50.
- [10] 郑万钧. 《中国树木志》编辑委员会编[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997: 3769-3771.
- [11] 王海珍, 韩 路. 塔里木荒漠优势树种的光合特性研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(26): 11205-11207.
- [12] 王建林. 燕麦叶片光合速率、气孔导度对光强和 CO_2 的响应与模拟[J]. 华北农学报, 2009, 24(3): 134-137.

- [13] 闫小红, 尹建华, 段世华, 等. 四种水稻品种的光合光响应曲线及其模型拟合[J]. 生态学杂志, 2013, 32(3): 604-610.
- [14] 叶子飘, 于 强. 光合作用光响应模型的比较[J]. 植物生态学报, 2008, 32(6): 1356-1361.
- [15] 蒋冬月, 钱永强, 费英杰, 等. 柳属植物光合-光响应曲线模型拟合[J]. 核农学报, 2015, 29(1): 169-177.
- [16] 刘宇锋, 萧浪涛, 童建华, 等. 非直线双曲线模型在光合光响应曲线数据分析中的应用[J]. 中国农学通报, 2005, 21(8): 76-79.
- [17] 王秀伟, 毛子军. 7个光响应曲线模型对不同植物种的实用性[J]. 植物研究, 2009, 29(1): 43-48.
- [18] 陈根云, 俞冠路, 陈 悦, 等. 光合作用对光和二氧化碳响应的观测方法探讨[J]. 植物生理与分子生物学报, 2006, 32(6): 691-696.
- [19] 王宁宇. 珙桐苗木光合特性对干旱、光照强度和二氧化碳浓度的响应[D]. 北京: 北京林业大学, 2010.
- [20] 陈兰英, 黎云祥, 钱一凡, 等. 改进指数模型对紫茉莉光合-光响应及 CO_2 响应适用性研究[J]. 广西植物, 2013, 6(6): 839-845.