

沈植国,汤正辉,程建明,等. 5种接骨木的光合特性[J]. 江苏农业科学,2016,44(9):186-188.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.09.053

## 5种接骨木的光合特性

沈植国<sup>1</sup>,汤正辉<sup>1</sup>,程建明<sup>2</sup>,韩健<sup>2</sup>

(1. 河南省林业科学研究院,河南郑州 450008; 2. 河南省格兰德园林科技有限公司,河南郑州 450000)

**摘要:**应用 Li-6400XT 便携式光合作用测定系统,对河南郑州 5 种接骨木夏季晴天的光合指标的日变化进程、光响应进行测定。结果表明,5 种接骨木的净光合速率( $P_n$ )日变化较为一致,在 14:00 有不同程度午休现象;5 种接骨木的蒸腾速率( $T_r$ )日变化、气孔导度( $G_s$ )日变化均呈现先升后降的变化趋势,除花叶接骨木、紫云接骨木外,其余 3 种接骨木  $G_s$ 、 $T_r$  间没有明显的正相关性;5 种接骨木都有着较低的光补偿点和较高的光饱和点,对光照环境适应能力强。其中,普通接骨木对光照环境的适应能力最强,其次是金叶接骨木。

**关键词:**接骨木;光合速率;光响应;日变化

**中图分类号:** Q945.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)09-0186-03

接骨木属(*Sambucus* Linn)系忍冬科(Caprifoliaceae)落叶灌木或小乔木,稀草本。本属植物全世界分布约 20 余种,广泛分布于温带和亚热带,中国有 5~6 种<sup>[1]</sup>。国内分布较为广泛的是接骨木,为重要的中草药,可活血化瘀,接骨止痛。接骨木还是重要的油料树种,研究证实,其果实含油率达 35%~44%,接骨木油中饱和脂肪酸含量低,仅为 2.22%,对人体健康十分有利。此外,接骨木成苗快,株形美观,可驱蚊避虫,是我国北方城乡园林绿化中优良的观赏树种<sup>[2-3]</sup>。国

内外学者对该属植物的研究主要包括资源分布、繁殖栽培、果实油性成分、药用价值、观赏用途等方面。

光合作用是植物最基本的生命活动,是将太阳能转换为化学能的过程,是植物内最重要的化学反应,也是地球上规模最大的生物合成过程<sup>[4]</sup>。研究植物的光合特性,有利于了解植物对光能的利用效率,阐明植物光合的生态学特征<sup>[5]</sup>。本试验对 5 种不同接骨木光合日变化规律和光响应进行了研究,为了解其不同的光合生产力,估算它们的碳平衡、水分平衡以及确定影响不同种类接骨木光合作用的要素提供基础,以期对接骨木评价及开发利用提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 研究区概况

试验地位于河南省新郑市格兰德园林科技有限公司试验

收稿日期:2015-07-24

基金项目:国家农业科技成果转化资金(编号:2013GB2D000294);河南省郑州市重点科技攻关(编号:131PZDGG331)。

作者简介:沈植国(1977—),男,河南辉县人,硕士,高级工程师,从事园林花卉、木本油料等研究。E-mail:93611621@qq.com。

呼吸速率最低,就光合能力来说,阳光玫瑰>夏黑>5BB>贝达。(2)从光合日动态来看,扦插苗受环境影响较大,在光强、温度等外界条件较好时,光合能力优于其他砧穗组合,而当外界环境变化较大时,净光合速率变化较大。从光合稳定性来看,夏黑组合要优于其他组合。(3)阳光玫瑰扦插苗幼苗具有较好的光合能力,在避雨栽培条件下适宜优选扦插苗,在部分地区可采用与夏黑砧木幼苗搭配栽培。

### 参考文献:

- [1] Tsipouridis C, Thomidis T. Effect of 14 peach rootstocks on the yield, fruit quality, mortality, girth expansion and resistance to frost damages of May Crest peach variety and their susceptibility on *Phytophthora citrophthora* [J]. *Scientia Horticulturae*, 2005, 103: 421-428.
- [2] Russo N L, Robinson T L, Fazio G A. Field evaluation of 64 apple rootstocks for orchard performance and fire blight resistance [J]. *HortScience*, 2007, 42(7): 1517-1525.
- [3] Yahya K, Al-Hinai A, Teryl R R. Rootstock effects on growth and quality of Gala apples [J]. *HortScience*, 2004, 39: 1231-1233.
- [4] 马玉坤,贾永芳,马静芳,等. 不同砧木对红地球葡萄光合日变化的影响 [J]. *江苏农业学报*, 2012, 28(3): 638-642.

- [5] 彭永宏,章文才. 猕猴桃的光合作用 [J]. *园艺学报*, 1999, 26(3): 157-160.
- [6] 廖镜思,刘殊,陈清西,等. 龙眼光合特性及其影响因子的研究 [J]. *园艺学报*, 1996, 23(1): 1-6.
- [7] 陈继峰. 葡萄砧木品种的研究现状与展望 [J]. *果树科学*, 2000, 17(2): 138-146.
- [8] 王晓芳,翟衡,杜远鹏,等. 葡萄不同砧穗组合的营养特征分析 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2007(1): 15-18.
- [9] 李小红,周凯,谢周,等. 不同葡萄砧木对矢富罗莎葡萄嫁接苗光合作用的影响 [J]. *果树学报*, 2009, 26(1): 90-93.
- [10] 张建光,刘玉芳,施瑞德. 不同砧木上苹果品种光合特性比较研究 [J]. *河北农业大学学报*, 2004, 27(5): 31-33, 40.
- [11] 温商霖,刘英军. 葡萄田间光合作用的研究 [J]. *园艺学报*, 1989, 8(3): 168-171.
- [12] 刘廷松,李桂芬. 设施栽培条件下葡萄盛花期的光合特性 [J]. *园艺学报*, 2003, 30(5): 568-570.
- [13] 朱林,温秀云,李文武. 中国野生种毛葡萄光合特性的研究 [J]. *园艺学报*, 1994, 21(1): 31-34.
- [14] 晁无疾,厉秀茹,张春和. 设施栽培条件下葡萄光合特性初探 [J]. *葡萄栽培与酿酒*, 1997(4): 4-7.

林场(112°36.259'E,35°07.013'N),为豫西山地向豫东平原过渡的地带,属暖温带大陆性季风气候,四季分明,春季干旱,风沙多,夏季炎热,降雨集中,日照充足,冬季寒冷,雨雪少。海拔140 m,年均气温14.2℃,极端最高气温42.3℃,极端最低气温-17.9℃,年均降水量735 mm,年均蒸发量1 476.2 mm,年均日照时数2 114.2 h,年平均相对湿度67%,全年≥10℃的积温为4 500℃,全年无霜期208 d。试验林地地势平坦,土壤为黄潮土亚类,pH值为7.3,有机质含量中等。

1.2 试验材料

供试5种不同接骨木的材料为2013年栽植的接骨木试验林,分别为金叶接骨木(*Sambucus canadensis* var. *aurea*)、花叶接骨木(*Sambucus nigra* cv. *Variegata*)、金羽接骨木(*Sambucus racemosa* cv. *Plumosa Aurea*)、紫云接骨木(*Sambucus nigra* ‘Thunder Cloud’)、接骨木(*Sambucus williamsii* Hance),选择生长健壮、健康无病虫害的接骨木成熟叶(从上到下第3张至第5张叶)作为试验对象,使用LI-6400XT便携式光合作用仪(美国)进行测定。

1.3 研究方法

1.3.1 光合作用日变化的测定 于2015年7月1日08:00—18:00进行,每隔2 h测定1次,每个品种测定3株,每株测定3张叶子,每张叶片在净光合速率( $P_n$ )的变化幅度小于0.5时连续记录4个值,结果取其平均值。测定的生理指标包括植物的净光合速率( $P_n$ )、蒸腾速率( $T_r$ )、气孔导度( $G_s$ )、胞间CO<sub>2</sub>浓度( $C_i$ )等,环境参数包括光合有效辐射( $Q_{leaf}$ )、叶温( $T_l$ )、空气湿度( $E_{ref}$ )、大气CO<sub>2</sub>浓度( $C_{ref}$ )、温度( $T_{ch}$ )等。

1.3.2 光响应曲线测定 于2015年7月2日测定前,测定对象在1 000 μmol/(m<sup>2</sup>·s)光照度下诱导20~30 min(仪器自带的红蓝光源)以充分活化光合系统使用开放气路,外界空气CO<sub>2</sub>浓度在400 μmol/mol左右,设定的光照度梯度为2 000、1 500、1 200、1 000、500、100、50、20、0 μmol/(m<sup>2</sup>·s),测定对象与日变化测定使用的测定对象相同,自动取值间隔设置为最小等待1 min,最大等待3 min。

结果取其平均光响应曲线的拟合曲线方程,使用 $A = a \times [1 - C_0 \times e^{-b \times PAR/a}]$ 。式中: $C_0$ 为度量弱光下净光合速率趋于0时的指标; $a$ 为光响应曲线中最大光合速率; $b$ 为表观量子效率。光补偿点(LCP)为净光合等于0时的光照值,光饱和点(LSP)为光合速率达到最大值99%时的光照值,采用 $LCP = a \times \ln(C_0)/b$ , $LSP = a \times \ln(100 \times C_0)/b$ 公式计算<sup>[6-7]</sup>。

1.4 数据分析

采用Excel 2007对数据进行描述性统计和作图,用SPSS 19.0统计分析软件对数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 5种接骨木的光合特性日变化

2.1.1 环境因素日变化 光合作用受内部生理因子(叶龄、部位、生育期等)及外部环境因素(光照度、CO<sub>2</sub>浓度、温度、水分含量等)共同影响,但在短时间内,由于内部生理因子相对稳定,外部环境因子就成为主要的影响因素<sup>[8-9]</sup>。试验当日08:00—18:00的环境因素变化见表1。从表1可以看出,

环境中光强在12:00之前逐步升高,12:00达到最高,为1 776 μmol/(m<sup>2</sup>·s),至14:00都比较稳定,14:00之后逐步下降,16:00以后大幅下降;温度和湿度基本都是随着光照度变化先升后降,温度在14:00之间达到最高值,为39.81℃,湿度在14:00达到最高值,为30.79%;空气中CO<sub>2</sub>浓度在08:00最大,之后逐渐下降,至14:00达到最低,之后略有回升。

表1 测定当日环境因素的变化

时间	光照度 [μmol/(m <sup>2</sup> ·s)]	温度 (℃)	湿度 (%)	CO <sub>2</sub> 浓度 (μmol/mol)
08:00	1 400.13	34.45	29.16	370.85
10:00	1 571.87	37.76	29.87	347.91
12:00	1 776.98	38.41	30.16	334.48
14:00	1 743.41	39.81	30.79	317.64
16:00	1 373.46	37.45	29.03	329.02
18:00	512.99	34.83	27.78	333.37

2.1.2 净光合速率( $P_n$ )日变化 从图1可以看出,金叶接骨木、普通接骨木、金羽接骨木净光合速率在08:00左右达到峰值,分别为14.64、17.09、13.56 μmol/(m<sup>2</sup>·s),之后随温度升高逐步下降,至14:00温度最高时有个低点,在16:00有短暂回升;紫云接骨木的净光合速率是逐步上升,在10:00—16:00之间变化不大,在12:00达到峰值,为10.86 μmol/(m<sup>2</sup>·s);花叶接骨木净光合速率在10:00达到最大,为9.96 μmol/(m<sup>2</sup>·s),之后缓慢下降,但变化不大,在16:00有小幅回升之后继续下降。总体上看,5种接骨木都在14:00有不同程度的休眠现象;在18:00都还有较强的光合作用,表明在本地有较好的弱光适应能力。

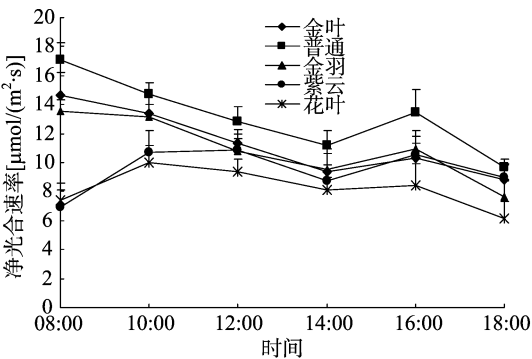


图1 5种接骨木净光合速率日变化

2.1.3 蒸腾速率( $T_r$ )日变化 蒸腾作用失水所造成的水势梯度是植物吸收和运输水分的主要驱动力,同时也能降低植物叶片温度,以避免热害,更有利于CO<sub>2</sub>的吸收和同化<sup>[10]</sup>。从图2可以看出,5种接骨木 $T_r$ 日变化都呈现先升后降的单峰型曲线,其中金叶接骨木、普通接骨木、金羽接骨木、紫云接骨木的峰值出现在14:00,花叶接骨木的峰值出现在12:00。5种接骨木的 $T_r$ 最低值都出现在18:00。这几种接骨木的蒸腾速率与温度和光照度间都有基本的正相关性。

2.1.4 气孔导度( $G_s$ )日变化 气孔导度表示的是气孔张开的程度,影响光合作用、呼吸作用及蒸腾作用。从图3可以看出,金叶接骨木、普通接骨木、金羽接骨木的 $G_s$ 变化趋势较为一致,都是先升后降,在12:00达到峰值,之后迅速下降至低点,然后保持平缓,16:00略有回升;紫云接骨木 $G_s$ 变化趋势

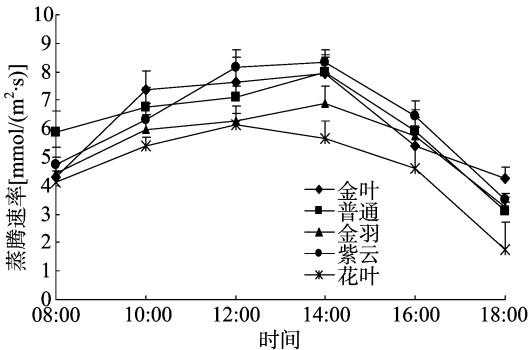


图2 5种接骨木蒸腾速率日变化

与前3种大致相同,但是在14:00达到峰值,16:00迅速下降;花叶接骨木 $G_s$ 在12:00最高,08:00—16:00保持平缓的上升和下降,在18:00达到最低值。除花叶接骨木、紫云接骨木外,其他3种接骨木 $G_s$ 和 $T_r$ 之间没有明显的正相关性。

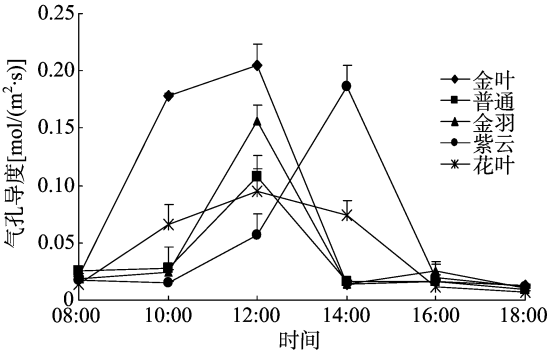


图3 5种接骨木气孔导度日变化

2.2 5种接骨木光响应参数分析

光合作用的某些生理参数尤其是光饱和点和光补偿点在植物对光照度的需求适应和耐阴性方面反应比较直观,可为植物在园林应用中提供理论基础<sup>[11]</sup>。最大净光合速率金叶接骨木与普通接骨木均较大,紫云接骨木与金羽接骨木较为接近,最小的是花叶接骨木。5种接骨木表观量子效率均在0.03~0.04  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间,光补偿点在57.519~69.125  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间,从大到小依次为金羽接骨木>紫云接骨木>花叶接骨木>普通接骨木>金叶接骨木;5种接骨木光饱和点在1352.577~2003.692  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 之间,从大到小依次为普通接骨木>金叶接骨木>紫云接骨木>金羽接骨木>花叶接骨木。

表2 5种接骨木光响应参数分析结果

品种	光响应参数[ $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]			
	最大净光合速率	表观量子效率	光补偿点	光饱和点
金叶	13.805	0.035	57.519	1873.930
普通	16.032	0.038	60.795	2003.692
金羽	11.182	0.037	69.125	1460.882
紫云	10.355	0.031	67.789	1606.064
花叶	8.951	0.032	64.424	1352.577

3 结论与讨论

植物光合作用是植物生产过程中物质积累与生理代谢的

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。本研究结果显示,5种接骨木的 $P_n$ 日变化较为一致,在14:00有不同程度的午休现象,说明在39℃的高温下已经呈现不同程度的高温休眠;在18:00都还有较强的光合作用,表明在本地有较好的弱光适应能力,与光响应中光补偿点测量结果保持一致。

5种接骨木 $T_r$ 日变化都呈现先升后降的单峰型曲线,在12:00—14:00之间达到最大值,在18:00达到最低值,说明这几种接骨木的蒸腾速率与温度和光照度都有基本的正相关性。5种接骨木的 $G_s$ 日变化都是先上升后下降的变化趋势,结合 $T_r$ 日变化,除花叶接骨木和紫云接骨木外,其他3种接骨木 $G_s$ 和 $T_r$ 之间没有明显的正相关性,主要差异在于14:00, $T_r$ 在14:00达到最大,而 $G_s$ 在14:00迅速下降,可能是因为14:00温度过高,蒸腾作用过大,导致气孔保卫细胞失水而关闭造成 $G_s$ 大幅下降。

光补偿点低说明植物利用弱光能力强,有利于有机物质的积累,光饱和点高说明植物能适应更强的光照环境<sup>[12]</sup>。5种接骨木光补偿点都在100  $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ 以下,说明在本地具有良好的弱光适应能力;本试验中除金叶接骨木和普通接骨木外,其他3种接骨木的光饱和点都不是很高,说明更容易达到最高效光合利用率,而金叶接骨木、普通接骨木的高光饱和点更能适应夏天的强光直射环境;5种接骨木光补偿点、光饱和点的差值都较大,说明其能适应更广阔的光照环境。综合来看,以普通接骨木的光照环境适应能力最强,其次是金叶接骨木。

参考文献:

[1]徐炳声.中国植物志:第72卷[M].北京:科学出版社,1988.  
[2]郑万钧.中国树木志:第2卷[M].北京:中国林业出版社,1985.  
[3]沈植国.木本接骨木属植物种质资源研究综述[J].山西农业科学,2011,39(11):1223-1226,1231.  
[4]张柔,邵怡若,薛立,等.五种彩叶植物光合日变化研究[J].湖南林业科技,2013,40(1):8-13.  
[5]杨秀芳,玉柱,徐妙云,等.2种不同类型的尖叶胡枝子光合-光响应特性研究[J].草业科学,2009,26(7):61-65.  
[6]唐辉,李锋,王满莲,等.广西岩溶特有药用植物广西美登木的光合生理特性研究[J].河南农业科学,2009(8):113-116.  
[7]刘颖嘉,程青梅,荣俊冬,等.7个荷花品种光合特性的研究[J].江西农业大学学报,2012,34(1):40-43,58.  
[8]刘玲,刘淑明,孙丙寅.不同产地花椒幼苗光合特性研究[J].西北农业学报,2009,18(3):160-165.  
[9]张伟,宋显军,谢甫锦,等.不同大豆品种光合特性的比较[J].大豆科学,2008,27(3):391-396.  
[10]李合生.现代植物生理学[M].北京:高等教育出版社,2002:129-137.  
[11]寇亚平,刘念,胡秀,等.三种景观类姜花属植物的光合作用特性研究[J].广东农业科学,2011,38(12):45-47.  
[12]曾小平,赵平,蔡锡安,等.25种南亚热带植物耐阴性的初步研究[J].北京林业大学学报,2006,28(4):88-95.