

文章编号: 1001-1498(2009)03-0454-04

不同种源黄连木苗光合特性的研究

宋宏伟^{1,3}, 于海燕², 卢绍辉^{1,3}, 张江涛^{1,3}, 刘俊磊¹, 王晶¹

(1. 河南省林业科学研究院, 河南 郑州 450008; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091;

3. 河南省林木种质资源保护与良种选育重点实验室, 河南 郑州 450008)

关键词: 黄连木; 种源; 净光合速率; 蒸腾作用; 叶面积

中图分类号: Q949.329⁺.7 文献标识码: A

A Study on the Photosynthetic Change of Chinese Pistache (*Pistacia chinensis*) Seedlings from Different Provenances

SONG Hong-wei^{1,3}, YU Hai-yan², LU Shao-hui^{1,3}, ZHANG Jiang-tao^{1,3}, LIU Jun-lei¹, WANG Jing¹

(1. He'nan Academy of Forestry, Zhengzhou 450008, He'nan, China; 2. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091, China;

3. Key Laboratory of Forest Germplasm Conservation, Selection and Breeding of Improved Variety of He'nan Province, Zhengzhou 450008, He'nan, China)

Abstract: Chinese Pistache (*Pistacia chinensis* Bunge) is regarded as an important woody oil plant and timber tree in China. A provenance test was conducted to measure and make the comparative analysis of the index of photosynthetic rate, transpiration rate, leaf area and height of growth of the two-year-old Chinese Pistache seedlings, which grew from the seeds collected from five provenances. The results showed that among the five provenances, the seeding of Chuzhou of Anhui Province demonstrated the biggest total average daily values in terms of net photosynthetic rate and evaporation rate, which were $10.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $3.4 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ respectively. The leaf area and plant height of the provenance of Chuzhou of Anhui were larger than those of the other four provenances. The provenance test came to a primary conclusion that the seedlings from Chuzhou Prefecture of Anhui Province was the best among the five provenances in terms of the net photosynthetic rate, transpiration rate, leaf area and plant growth.

Key words: Chinese Pistache (*Pistacia chinensis*); provenance; net photosynthetic rate; transpiration; leaf area

黄连木 (*Pistacia chinensis* Bunge) 是我国重要的木本油料及用材树种, 也是一种极具开发前景的木本生物质能源树种。随着能源危机和人们对林业生物质能源的重视, 在我国很多地区都掀起了大面积发展黄连木能源林的热潮^[1]。由于黄连木属于异花授粉树种, 在自然授粉情况下, 其后代多为异交系, 长期在不同环境下实生繁殖, 各种性状变异幅度很大^[2]。为了准确了解不同产地黄连木苗的生理特性, 从 2004 年始, 作者陆续收集了云南瑞丽、河南西

峡、河北涉县、安徽滁州、河南林州 5 个不同种源的黑连木种子进行育苗试验, 并对各种源苗木的生长特性和生理生化指标进行了测定。本试验主要研究比较了 2004 年种植的 5 个黄连木种源苗的光合特性、水势变化规律、叶面积和生长量等。目前, 尚未见有关不同种源黄连木苗的生理生化和生长指标的研究报道, 该项研究对黄连木生产中的种源选择和育林管理等有十分重要的参考意义。

收稿日期: 2007-11-02 修回日期: 2009-02-09

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD18B0101)

作者简介: 宋宏伟 (1963—), 男, 河南郑州人, 研究员

1 试验地自然条件

试验地点在河南省新郑市大地苗圃,该地属北暖温带大陆性季风气候区,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。年平均气温 14.3℃,极端最高气温 42.3℃,极端最低气温 -17.9℃,年平均相对湿度 67%,全年 10℃ 的积温为 4500℃·h;年日照时数 2181.8 h,无霜期 210.5 d;年降水量 632.4 mm,多集中在夏季(6—8月),占全年降水量的 52.3%,以冬季(12—2月)最少,仅占 5.7%。试验林地势平坦,土壤为黄潮土亚类,pH值为 7.3,有机质含量中等。

2 材料与方法

2.1 试验材料

黄连木 5 个种源分别采自云南瑞丽(属于南亚热带季风性湿润气候)、河南西峡(处于亚热带向暖温带过渡地带,属北亚热带季风区大陆性气候)、河北涉县(属于暖温带大陆性季风气候)、安徽滁州(属于北亚热带湿润季风气候)、河南林州(属暖温带半湿润大陆性季风气候)。这 5 个黄连木种源的苗皆为 2004 年育的 3 年生实生苗,每个种源的育苗面积为 0.2 hm²,苗木的立地条件、种植密度及管理措施相同。

2.2 测定方法

在 2006 年 6 月 7 日、8 月 11 日、9 月 13 日(均

为晴天)的上午 8:00 到下午 6:00,用 LI-6400 便携式光合作用仪(美国)同时测定 5 个种源的净光合速率(P_n , $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)、蒸腾速率(T_r , $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$),每隔 2 h 测定 1 次。每个种源选择 3 株有代表性苗作为固定样株,在每个样株上标记树冠外围枝条中上部 3 片成熟叶片作为测试叶,每叶片测 3 次,取其平均值。

2006 年 6 月 7 日、9 月 13 日,用 LI-3100 便携式叶面积仪(美国)测定叶面积(cm^2),随机采摘每个种源苗的 30 片叶子,用湿纸巾包裹,带回室内测定,计算平均叶片面积。

在 2006 年 10 月 28 日,随机测量每个种源的 30 株苗的高度(cm),计算平均苗高。

3 结果与分析

3.1 不同种源黄连木苗净光合速率(P_n)的日变化

测定结果(表 1)表明:黄连木不同种源在同一测定日期及同一种源黄连木在不同测定日期净光合速率(P_n)的日变化都有一定的差异。云南瑞丽、河南西峡、河北涉县、安徽滁州、河南林州 5 个黄连木不同种源的 P_n 在 3 个不同的月份表现出较明显的差异。6 月 7 日的净光合速率日平均值差异系数为 0.035;在 8 月 11 日差异系数为 0.041;在 9 月 13 日差异系数为 0.118。这说明 6 月份不同种源间 P_n 的差异最小,8 月份有一定差异,9 月份不同种源间的 P_n 差异最大。

表 1 2006 年不同种源黄连木苗的净光合速率日变化

测定日期 (月-日)	种源	净光合速率(P_n)/($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)						日平均
		8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
06-07	云南瑞丽	12.8	13.3	6.4	9.5	11.9	3.5	9.6
	河南西峡	15.9	14.5	10.0	8.6	9.3	3.3	10.3
	河北涉县	12.8	15.1	9.7	8.9	11.3	4.8	10.4
	安徽滁州	17.4	12.1	9.7	10.2	8.7	4.6	10.5
	河南林州	16.2	10.9	7.6	10.2	11.2	4.5	10.1
08-11	云南瑞丽	16.6	15.3	14.8	16.4	12.5	3.3	13.2
	河南西峡	18.1	15.4	11.8	14.9	9.8	3.2	12.2
	河北涉县	19.2	14.7	12.9	17.3	11.7	2.2	13.0
	安徽滁州	19.0	16.3	14.4	13.2	12.4	3.0	13.1
	河南林州	18.8	18.7	11.7	14.7	7.0	1.9	12.1
09-13	云南瑞丽	7.7	8.4	11.7	8.6	5.2	2.9	7.4
	河南西峡	7.7	8.5	11.7	8.1	5.9	3.1	7.5
	河北涉县	9.0	8.1	11.4	6.9	4.4	2.7	7.1
	安徽滁州	12.8	11.1	12.0	8.3	5.0	1.8	8.5
	河南林州	8.7	7.4	10.1	6.1	3.0	1.1	6.1

5个黄连木种源净光合速率的日平均值都在 8 月 11日最大,6月 7日次之,9月 13日最小。在 5 个种源中,安徽滁州种源净光合速率的日均值在 6 月 7日和 9月 13日最大,分别为 10.5 、 $8.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,在 8 月 11日仅比云南瑞丽种源小,为 $13.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

表 1显示:6月 7日,河南西峡、安徽滁州、河南林州种源净光合速率的最高值出现在上午 8:00;而云南瑞丽、河北涉县种源净光合速率的最高值出现在上午 10:00。云南瑞丽、河南西峡、河北涉县、安徽滁州、河南林州 5 个种源净光合速率的最低值均出现在 18:00,分别为 3.5 、 3.3 、 4.8 、 4.6 、 $4.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。8月 11日 5 个种源净光合速率的最高值均出现在上午 8:00,而后逐渐下降,其中云南瑞丽、河北涉县、河南西峡、河南林州种源的净光合速率至 12:00 分别下降到 14.8 、 12.9 、 11.8 、 $11.7 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而后又上升;而安徽滁州种源的净光合

速率在 14:00 下降到 $13.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,5 个种源的净光合速率均在 14:00 后又开始下降,到 18:00 均降到最低值(表 1)。

9月 13日除了安徽滁州种源外,其余 4 个种源的净光合速率的最高值均出现在 12:00,然后逐渐下降,5 个种源的最低值均出现在 18:00(表 1)。

3.2 不同种源黄连木蒸腾速率的日变化

测定结果(表 2)表明:5 个不同黄连木种源的蒸腾速率在相同测定时间内的日变化趋势基本相似,但同一种源在不同测定时间蒸腾速率的日变化规律有较大差异(表 2)。6月 7日、9月 13日 5 个不同种源在上午 8:00 的蒸腾速率较高,分别为 $3.5 \sim 4.9$ 、 $1.5 \sim 2.5 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$;而后逐渐下降,10:00 后继续上升,到 12:00 达到最大值后又持续下降,18:00 为最低值,分别为 $1.2 \sim 1.8$ 、 $0.3 \sim 0.5 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

表 2 2006 年不同种源黄连木苗蒸腾速率的日变化

测定日期 (月-日)	种源	蒸腾速率 (T_r) / ($\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)						日平均
		8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
06-7	云南瑞丽	3.7	3.3	3.9	3.9	3.1	1.5	3.2
	河南西峡	4.5	3.8	4.5	3.7	3.6	1.2	3.6
	河北涉县	3.5	3.4	4.7	4.2	3.3	1.8	3.5
	安徽滁州	4.9	3.7	4.3	4.1	3.8	1.7	3.8
	河南林州	4.6	3.5	4.2	3.7	2.9	1.6	3.4
08-11	云南瑞丽	2.9	3.7	3.5	6.3	3.7	1.3	3.6
	河南西峡	3.7	5.8	4.1	7.1	4.8	1.2	4.5
	河北涉县	3.8	6.2	4.9	6.9	4.6	1.2	4.6
	安徽滁州	4.6	5.9	5.1	6.0	4.8	1.2	4.6
	河南林州	4.7	7.3	4.2	6.3	4.0	1.1	4.6
09-13	云南瑞丽	2.0	1.6	2.1	1.8	0.6	0.3	1.4
	河南西峡	1.7	1.6	3.2	2.3	0.6	0.3	1.6
	河北涉县	2.5	1.7	2.6	1.9	0.6	0.4	1.6
	安徽滁州	2.5	2.0	2.9	2.2	0.9	0.5	1.8
	河南林州	1.5	1.4	2.5	1.7	0.5	0.5	1.4

在 8 月 11日,云南瑞丽、河南西峡、河北涉县、安徽滁州 4 个种源的蒸腾速率均在 14:00 达到最大值,分别为 6.3 、 7.1 、 6.9 、 $6.0 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而河南林州是在 10:00 达到最大值 ($7.3 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$);这 5 个黄连木种源的最小值均出现在 18:00,云南瑞丽、河南西峡、河北涉县、安徽滁州、河南林州分别为 1.3 、 1.2 、 1.2 、 1.2 、 $1.1 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。黄连木种源的蒸腾速率的日变化受气温和光照的共同影响,在不同测定时间表现出不同的变化规律,而且都有明显的“午休”现象。黄连木蒸腾速率对温度和光照的变化反应非常敏感,这说明黄连木为保护

叶片对温度过高而受到灼伤的自然反应也较为敏感。

在不同测定时间条件下,黄连木 5 个种源的日平均蒸腾速率的差异较明显,由大到小的顺序为 8 月 11日、6月 7日、9月 13日,分别为 4.4 、 3.5 、 $1.6 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,与净光合速率的变化规律一致。

在相同测定时间条件下,安徽滁州种源的日平均蒸腾速率最大。在 6 月 7日、9月 13日和 8 月 11日,安徽滁州种源日平均蒸腾速率分别为 3.8 、 4.6 、 $1.8 \text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

3.3 不同种源黄连木叶片面积和苗高比较

表 3 表明:6月 7 日,安徽滁州种源的平均叶面积显著大于其它 4 个种源,河北涉县和云南瑞丽种源的平均叶面积也显著大于河南林州和河南西峡种源;在 9 月 13 日,不同种源平均叶面积与 6 月 7 日相比有较大的变化,只有安徽滁州种源的平均叶面积显著大于其它 4 个种源,分别比河南西峡、河北涉县、云南瑞丽和河南林州种源高出 26.0%、31.1%、31.7%和 34.6%。种源叶片面积大小的季节差异说明其生长发育特性上的差异。

表 3 2006 年不同种源黄连木苗的叶片面积和苗高

种源	平均叶片面积 /cm ²		平均苗高 /cm
	6月 7日	9月 13日	10月 28日
安徽滁州	10.31C	11.12B	131.61B
河北涉县	5.26A	7.66A	76.63A
云南瑞丽	4.48A	7.60A	78.04A
河南林州	3.80B	7.27A	72.02A
河南西峡	3.32B	8.23A	78.92A

注:数字后字母不同为差异极显著,字母相同为差异不显著。

10月 28 日进行的苗高调查结果表明,安徽滁州种源的苗高生长量与河南西峡、云南瑞丽、河北涉县和河南林州种源的差异极显著,分别高 40.0%、40.7%、41.8%和 45.3%。

4 小结与讨论

(1)黄连木不同种源净光合速率在上午 8:00 较大,8:00—10:00 是净光合速率较高的时间段,10:00 后净光合速率虽有升有降,但一般情况下是降的多升的少。黄连木净光合速率较高值出现的时间与许多植物的不一致^[5-8],但与迎霜茶树、澳洲坚果一致^[9-10],其具体的生理和环境等影响因素有待进一步研究。不同种源黄连木蒸腾速率的日变化与光合速率的日变化规律一致。

(2)不同黄连木种源的净光合速率和蒸腾速率随测定时间的不同而不同,在 8 月 11 日最大,净光

合速率和蒸腾速率的日平均值分别为 12.1~13.2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、3.6~4.6 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$,其次是 6 月 7 日,9 月 13 日最低,净光合速率和蒸腾速率的日平均值分别为 6.1~8.5 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、1.4~1.8 $\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

(3)安徽滁州种源的净光合速率、蒸腾速率的日平均值均比云南瑞丽、河南西峡、河北涉县、河南林州的高,平均叶片面积和平均苗高也明显比这 4 个种源高。5 个黄连木种源平均苗高由高到低的顺序为安徽滁州、河南西峡、云南瑞丽、河北涉县、河南林州,分别为 131.61、78.92、78.04、76.63、72.02 cm。从净光合速率、蒸腾速率、叶面积及苗高生长量综合考虑,安徽滁州种源是苗期表现最优良的种源,河南西峡是较好的种源。

参考文献:

- [1] 王涛. 生态能源林——未来生物质燃料原料基地[J]. 生物质化学工程, 2006, 40(增刊): 1-6
- [2] 刘启慎,魏玉君,谭浩亮,等. 中国黄连木性状变异及类型划分[J]. 河南林业科技, 1999, 19(1): 1-10
- [3] 苏东凯,周永斌. 不同杨树品种光合生理生态特性的研究[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(2): 39-41
- [4] 彭少兵,郭军战. 不同树莓和黑莓品种的光合特性研究[J]. 西北农林科技大学学报, 2007, 35(3): 117-120
- [5] 宋庆安,童方平,易霏琴. 臭椿光合生理生态特性日变化研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(12): 148-153
- [6] 赵锋,刘威生,卜庆雁,等. 日光温室 9803 杏的光合特性研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2007, 38(4): 496-499
- [7] 刘福建. 红千层叶片光合速率和叶绿素荧光参数日变化[J]. 西南大学学报:自然科学版, 2007, 29(5): 95-100
- [8] 宋庆安,童方平,易霏琴,等. 虎杖光合生理生态特性日变化研究[J]. 西北植物学报, 2007, 27(9): 1909-1914
- [9] 杜旭华,周贤军,彭方仁. 不同茶树品种净光合与蒸腾速率比较[J]. 林业科技开发, 2007, 21(4): 21-24
- [10] 刘福建. 澳洲坚果叶片光合速率和叶绿素荧光参数日变化[J]. 西南农业大学学报, 2006, 28(2): 271-274