

# 盘叶忍冬与台尔曼忍冬夏季主要光合特性的比较

田亦平<sup>1,2</sup> 姜闯道<sup>1</sup> 张金政<sup>1\*</sup> 刘燕<sup>2</sup> 石雷<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院植物研究所, 北京 100093; <sup>2</sup>北京林业大学园林学院, 北京 100083)

**摘 要:** 研究了盘叶忍冬及台尔曼忍冬夏季的主要光合特性。结果表明: 台尔曼忍冬单叶叶面积较大, 但比叶重小, 单位面积的色素含量较低。盘叶忍冬的光饱和和光合速率和气孔导度均显著低于台尔曼忍冬, 两者的光饱和点分别为  $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  和  $1\,200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  左右。此外, 二者的净光合速率日变化均为单峰曲线, 峰值分别出现在 8:00 和 10:00。在本研究中两种忍冬的最大光化学效率差异较小, 但中等和强光条件下盘叶忍冬的实际光化学效率显著低于台尔曼忍冬, 而非光化学猝灭显著高于台尔曼忍冬。根据以上试验结果, 在我国北方露地栽培过程中台尔曼忍冬较盘叶忍冬对光照强度的适应幅度宽, 所以前者可应用于开阔地、林缘及疏林下的绿化, 而后者适于栽种在林下等较荫蔽的环境中。

**关键词:** 藤本忍冬; 栽培; 光合作用; 叶绿素荧光

**中图分类号:** S 68 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 05-1125-04

## Characteristics of Photosynthesis in *Lonicera tragophylla* Hemsl and *L. telm anniana* Hort Späth Seedlings in Summer

Tian Yiping<sup>1,2</sup>, Jiang Chuangdao<sup>1</sup>, Zhang Jinzheng<sup>1\*</sup>, Liu Yan<sup>2</sup>, and Shi Lei<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; <sup>2</sup> College of Landscape Architecture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Photosynthesis characteristics of *Lonicera tragophylla* Hemsl and its hybrid *L. xtelm anniana* Hort Späth seedlings were investigated in summer under field condition. Compared with *Lonicera tragophylla* Hemsl, *L. xtelm anniana* Hort Späth seedlings had relatively larger single leaf area, but lower specific leaf weight (SLW) and pigments content on leaf area basis. The light saturated photosynthetic rate (Pn) and stomatal conductance (Gs) in *L. xtelm anniana* Hort Späth leaves were significantly higher than that in *Lonicera tragophylla* Hemsl leaves. The light saturated intensities were  $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  for *Lonicera tragophylla* Hemsl and  $1\,200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  for *L. xtelm anniana* Hort Späth. During daily courses, the daily maximum photosynthetic rate in *Lonicera tragophylla* Hemsl and *L. xtelm anniana* Hort Späth leaves reached at 8:00 am and 10:00 am, respectively. In this study, the maximum quantum yield of photosystem exhibited little difference between *Lonicera tragophylla* Hemsl and *L. xtelm anniana* Hort Späth leaves. However, higher actual photosystem efficiency (PS) and lower non-photochemical quenching (NPQ) in *L. xtelm anniana* Hort Späth leaves were clearly observed when exposed to moderate and high irradiance. According to these results, it is easily deduced that *Lonicera tragophylla* Hemsl seedlings are more sensitive to high irradiance than *L. xtelm anniana* Hort Späth seedlings. Therefore, we suggest that *Lonicera tragophylla* Hemsl seedlings should be planted in shade, and *L. xtelm anniana* Hort Späth seedlings can be grown under full sunlight.

**Key words:** Climbing honeysuckle; Cultivation; Photosynthesis; Chlorophyll fluorescence

## 1 目的、材料与方法

盘叶忍冬 (*Lonicera tragophylla* Hemsl) 和台尔曼忍冬 (*L. xtelm anniana* Hort Späth) 是忍冬科

收稿日期: 2006-01-04; 修回日期: 2006-05-31

基金项目: 中国科学院农业项目办公室项目 (NK-十五-C-16; NB-115-04)

\* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: Caohua@ibcas.ac.cn)

忍冬属落叶藤本植物。盘叶忍冬在我国有较为广泛的分布,多生长在海拔 1 000~2 000 m 的林下、林缘或灌丛旁;台尔曼忍冬是盘叶忍冬和贯月忍冬 (*L. sanpervirens* L.) 的杂交种,其藤茎生长快、单株覆盖面积大、抗寒性强、花期长、无病虫害、易繁殖,且株形可塑性强。二者在我国北方立体绿化中很有应用前景<sup>[1,2]</sup>。目前国内外对藤本类忍冬的研究多集中在新品种的选育<sup>[3]</sup>、形态特征与分类<sup>[4]</sup>、耐旱性<sup>[5]</sup>、攀缘性<sup>[6]</sup>及药用价值等方面,对藤本忍冬在我国北方气候条件下的栽培以及与之相关的生态适应性研究较少<sup>[1]</sup>。本研究以盘叶忍冬和台尔曼忍冬为材料研究其光合特性,为藤本忍冬的栽培和养护提供理论依据,同时也为藤本忍冬杂种优势的研究提供一些思路。

试验在中国科学院植物研究所草本花卉园进行。以田间栽培的盘叶忍冬和台尔曼忍冬 4 年生扦插苗为试材,正常水肥管理。株高 1.2~2 m,攀附在铁架上。测定期间实验地午间最大光强约 1 600  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,最高气温 41℃,相对湿度约 20%。取 10~15 片当年生枝条上见光良好的完全成熟叶片,使用 LI-3000A 便携式叶面积仪 (Licor, USA) 测定叶面积。此后,将收集的叶片在 80℃ 烘至恒重,用电子天平 (精确度 0.001 g) 称量叶片干样质量。比叶质量 = 叶片干样质量 / 叶面积。

使用便携式光合作用系统 (LI-6400, USA) 进行气体交换参数的测定。(1) 光响应曲线:于 2005 年 7 月上旬挑选生长健壮的植株各 3 棵,每棵选取 3 个功能叶片,在光强 0、50、100、200、400、600、800、1 000、1 200 和 1 600  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  下适应 10 min 后记录净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs) 等。(2) 日变化:于 2005 年 7 月中旬晴朗天气的 6:00~18:00 进行测定,每 2 h 测定 1 次,每次 6~10 个重复。

叶绿素荧光参数使用便携式荧光系统 (LI-6400, USA) 测定<sup>[7]</sup>。光系统 (PS) 最大光化学效率 (Fv/Fm)、实际光化学效率 (PS) 和非光化学猝灭 (NPQ) 根据 Genty 等的公式<sup>[8]</sup>计算。

色素测定按照 Amon 的方法<sup>[9]</sup>略做修改。选成熟叶片,用直径 1 cm 打孔器取叶圆片,随意抽取 10 片,以 80% 丙酮 20 mL 于暗处浸提 48 h,至叶片呈白色。用 UV-120 分光光度计 (日本岛津公司) 分别在 663、646 及 470 nm 测定 OD 值,依此计算总叶绿素 (Chl) 和类胡萝卜素 (Car) 的含量。

## 2 结果分析与讨论

### 2.1 盘叶忍冬与台尔曼忍冬叶片形态和叶绿素含量的差异

从表 1 得知,台尔曼忍冬平均单叶面积约是盘叶忍冬的 2.5 倍,干样质量是盘叶忍冬的 1.7 倍,但比叶质量却仅为盘叶忍冬叶片的 73.5%。这说明盘叶忍冬叶片较厚,台尔曼忍冬叶片较大。

盘叶忍冬叶片单位面积的叶绿素含量较台尔曼忍冬高,说明其单位叶面积能够捕获较多的光能;盘叶忍冬叶片的类胡萝卜素含量、Car/Chl 值也略高于台尔曼忍冬。色素含量的差异反映了两种忍冬在光合机构和适应机制方面存在差异。

表 1 两种忍冬叶片叶绿素、类胡萝卜素含量和 Car/Chl 的差异

Table 1 Contents of chlorophyll carotenoid in leaves of honeysuckle seedlings

材料	叶面积	Leaf	叶片干样质量	比叶质量	Specific	叶绿素 Chl	类胡萝卜素 Car					
Material	area (cm <sup>2</sup> )		Leaf dry mass (g)	leaf mass (g/cm <sup>2</sup> )		(mg/cm <sup>2</sup> )	(mg/cm <sup>2</sup> )	Car/Chl				
盘叶忍冬 <i>L. tragophylla</i> Hemsl	12.8	±0.6	0.11	±0.005	0.0083	±0.00026	0.023	±0.000868	0.0025	±0.000976	0.13	±0.00597
台尔曼忍冬 <i>L. x telmanniana</i> Hort Späth	31.4	±0.6	0.19	±0.005	0.0061	±0.00016	0.021	±0.000134	0.0022	±0.000193	0.11	±0.00947

Values are means ±S.E., n = 6~15

### 2.2 盘叶忍冬与台尔曼忍冬对光强响应的差异

图 1 显示,台尔曼忍冬的净光合速率 (Pn)、气孔导度 (Gs) 都远远高于盘叶忍冬;两种忍冬的光饱和光合速率分别为 12.1 和 2.2  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  左右。光饱和点也存在较明显的差异,盘叶忍冬约为 400  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ,台尔曼忍冬约为 1 200  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这表明作为杂交后代的台尔曼忍冬在光合能力以及对光能利用方面比其亲本盘叶忍冬要强。

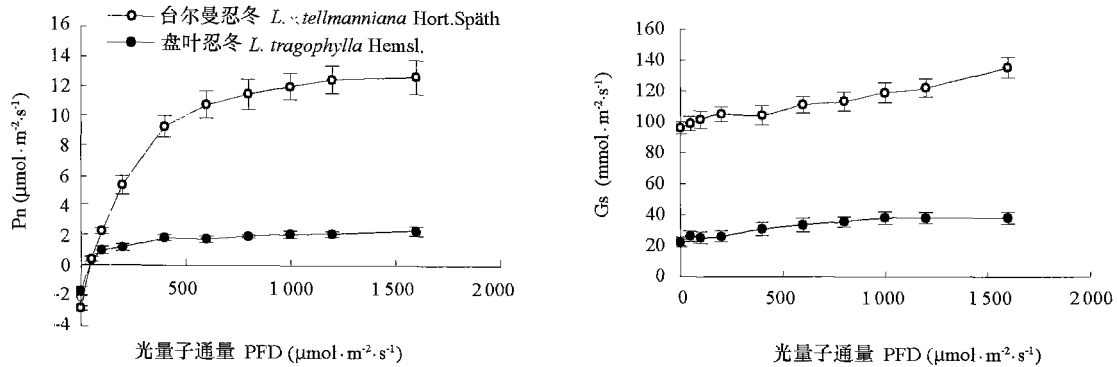


图 1 光强对两种忍冬净光合速率 ( $P_n$ ) 和气孔导度 ( $G_s$ ) 的影响

Fig 1 Changes in photosynthetic rate and stomatal conductance with increasing irradiance in leaves of honeysuckle seedlings

Values are means  $\pm$  S. E.,  $n = 9$ .

### 2.3 盘叶忍冬与台尔曼忍冬光合日变化的比较

试验地的光强日变化呈单峰曲线, 早晚较低, 中午较高。从图 2, A 中可以看出, 盘叶忍冬和台尔曼忍冬  $P_n$  的日变化都呈单峰曲线, 盘叶忍冬的  $P_n$  峰值出现在 8:00, 仅为  $2.1 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ; 而台尔曼忍冬的  $P_n$  峰值出现在 10:00, 约  $9.2 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 。图 2, B 表明两种忍冬气孔导度的日变化与光合速率日变化相似。这说明一天中台尔曼忍冬的光合速率和气孔导度较盘叶忍冬高。

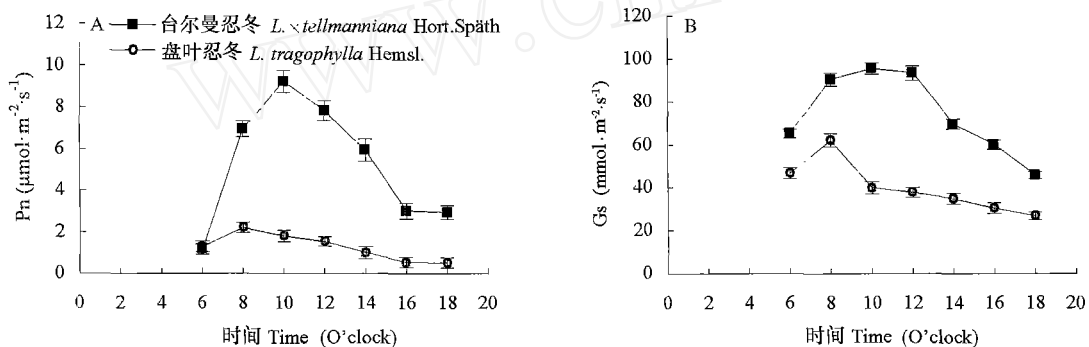


图 2 盘叶忍冬和台尔曼忍冬  $P_n$  和  $G_s$  的日变化

Fig 2 Daily changes in photosynthetic rate and stomatal conductance in leaves of honeysuckle seedlings

Values are means  $\pm$  S. E.,  $n = 10$ .

植物的光合能力受多种因素的影响。在本研究中, 盘叶忍冬单位叶面积的叶绿素含量虽比台尔曼忍冬高 7%, 但其光饱和速率仅为台尔曼忍冬的 20% 左右, 所以单位面积叶绿素含量的差异不是影响两者光合能力的主要因素。

盘叶忍冬较高的叶绿素含量可能主要与其叶片较厚有关。台尔曼忍冬拥有较高的气孔导度, 这可能在一定程度上能够改善  $\text{CO}_2$  的供给, 提高酶促反应的底物浓度, 可能是其光合能力较高的一个重要原因。正因为台尔曼忍冬有较高的净光合速率和较大的叶面积, 所以在我国北方的实际长势较盘叶忍冬好。这也可能是杂种优势在光合特征上的反映。

### 2.4 盘叶忍冬与台尔曼忍冬荧光参数的比较

盘叶忍冬和台尔曼忍冬的最大光化学效率 ( $F_v/F_m$ ) 没有太大差异 (分别为  $0.79 \pm 0.02$  和  $0.8 \pm 0.02$ ), 说明两者的原初光化学活性差异很小。但从两种忍冬的实际光化学效率 ( $PS$ ) 来看, 在中等及强光条件下台尔曼忍冬的实际光化学效率及光饱和光合速率明显高于盘叶忍冬, 但其非光化学猝灭 (NPQ) 较低 (图 3), 说明最大光化学效率也不是影响光合能力的主要因素。

随光强增加台尔曼忍冬保持较高的实际光化学效率和光合速率, 而盘叶忍冬的较低, 这与强光下

盘叶忍冬的非光化学猝灭较高是一致的。这说明台尔曼忍冬能够将较多的光能用于光化学反应和碳同化,而盘叶忍冬捕获的光能利用较少,相当部分是过剩的,激发能耗散较多。此外,植物光合作用对光环境的适应还包括光合机构的形态变化<sup>[10]</sup>。从叶片形态来看,盘叶忍冬叶片较厚而叶面积较小,应对强光环境有一定的适应性,但是由于碳同化是植物利用光能的主要途径<sup>[10]</sup>,所以,从碳同化的角度分析台尔曼忍冬比盘叶忍冬更喜强光,这可能是其能够适应北方强光环境的重要原因。我们在多年的露地栽培中也观察到夏季强光条件下盘叶忍冬生长缓慢,甚至处于半休眠状态,而台尔曼忍冬则生长良好。因此,作者认为在我国北方地区台尔曼忍冬可以应用在开阔地、林缘及疏林下栽培,而盘叶忍冬应种于林下或光强较弱的环境中。

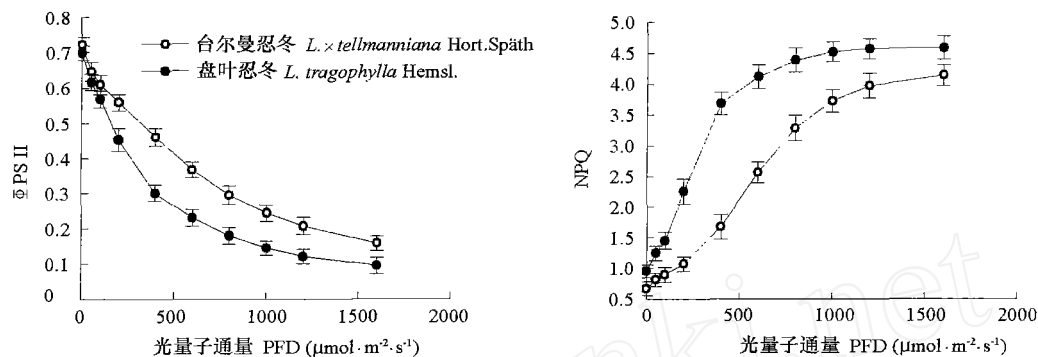


图 3 光强对两种忍冬实际光化学效率 ( PS ) 和非光化学猝灭 ( NPQ ) 的影响

Fig 3 Changes in actual photosystem efficiency ( PS ) and non-photochemical quenching ( NPQ ) with increasing irradiance in leaves of honeysuckle seedlings

Values are means  $\pm$  SE, n=9.

## 参考文献:

- 张金政, 梁松洁, 石 雷. 忍冬属植物资源的栽培及利用. 中国园林, 2004, 20 (101): 53~56  
Zhang J Z, Liang S J, Shi L. The study on the cultivation and application of climbing honeysuckle resource. Chinese Landscape Architecture, 2004, 20 (101): 53~56 (in Chinese)
- 梁松洁, 张金政, 张启翔, 石 雷, 邢 全. 北方地区藤本忍冬叶片表皮结构及其生态适应性比较研究. 植物研究, 2004, 24 (4): 434~440  
Liang S J, Zhang J Z, Zhang Q X, Shi L, Xing Q. Comparative study on structure of leaf epidermis form and ecology adaptation of climbing honeysuckle plants in the northern China. Bulletin of Botanical Research, 2004, 24 (4): 434~440 (in Chinese)
- Ellison D. An illustrated reference to garden plants of the world. Malaysia: Times Offset (M) Sdn. Bhd., 2002. 356~357
- 缪如槐, 刘湘君. 广东忍冬属植物的研究. 中山大学学报, 1989, 28 (4): 74~80  
Miao R H, Liu X J. A study of *Lonicera* Linn. from Guangdong. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 1989, 28 (4): 74~80 (in Chinese)
- 丛日春, 胡雅君, 刘洪庆. 几种攀缘植物耐旱性研究. 内蒙古林学院学报 (自然科学版), 1996, 18 (3): 33~38  
Cong R C, Hu Y J, Liu H Q. Research on drought resistance of several climbing plants. Journal of Neimonggol Forestry College (Natural Science Edition), 1996, 18 (3): 33~38 (in Chinese)
- 涂淑萍, 傅 波. 攀缘植物在城市绿化中的应用研究. 江西农业大学学报, 1996, 18 (4): 464~469  
Tu S P, Fu B. A study on application of climbers in urban greening. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 1996, 18 (4): 464~469 (in Chinese)
- 姜闯道, 高辉远, 邹 琦, 蒋高明. 田间大豆叶片生长过程中的光合特性及光破坏防御机制. 植物生理与分子生物学学报, 2004, 30 (4): 428~434  
Jiang C D, Gao H Y, Zou Q, Jiang G M. Photosynthetic characteristics and photoprotective mechanisms during leaf development of soybean plants grown in the field. Journal of Plant Physiology and Molecular Biology, 2004, 30 (4): 428~434 (in Chinese)
- Genty B, Briantais J M, Baker N R. The relationship between the quantum yield of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence and the rate of photosystem photochemistry in leaves. Biochimica Biophysica Acta, 1989, 990: 87~92
- Amon D I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 1949, 24: 1~15
- Osmond C B. What is photoinhibition? Some insights from comparisons of shade and sun plants. In: Baker N R, Bowyer J R ed. Photoinhibition of Photosynthesis: from Molecular Mechanisms to the Field. Oxford: Bios Scientific, 1994. 1~24