

盘叶忍冬和贯月忍冬及其子代观赏性状与光合特性的比较

周 伟^{1,2}, 姜闯道^{1*}, 张金政^{1**}, 王树标³, 孙国峰¹

(¹中国科学院植物研究所植物园, 北京 100093; ²中国科学院研究生院, 北京 100039; ³北京市植物园, 北京 100093)

摘 要: 以母本盘叶忍冬 (*Lonicera tragophylla* Hemsl.)、父本贯月忍冬 (*Lonicera sempervirens* L.) 及其子代台尔曼忍冬 (*Lonicera × telmanniana* Hort Späth) 为试材, 研究了其在北京地区春、夏、秋 3 个季节的观赏性状与光合特性, 以期从栽培的角度找到改善忍冬观赏效果的主要因子。研究结果显示: 台尔曼忍冬的观赏性状优势明显; 3 种材料的最大光化学效率 (F_v/F_m) 差异不显著; 父本贯月忍冬的光合速率、实际光化学效率、藤茎长、叶片数、基径以及地下部生物量和子代台尔曼忍冬差异不显著; 母本盘叶忍冬除 F_v/F_m 外各种生理指标均显著低于子代和父本, 表现出了极弱的生长特性; 子代台尔曼忍冬主要在单株总叶面积和观赏性状方面表现出明显的优势, 较大的总叶面积提高了子代单株总光合能力, 从而使其生长和观赏效果明显优于双亲。基于以上研究结果, 在藤本忍冬生长早期采取一些增加总叶面积的栽培措施将有助于改善其在北京及相似气候区域的生长和观赏效果。

关键词: 盘叶忍冬; 贯月忍冬; 台尔曼忍冬; 观赏性状; 光合特性

中图分类号: S 682; Q 945.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2009) 10-1479-06

Comparative Studies on the Ornamental and Photosynthetic Characteristics of *Lonicera tragophylla* Hemsl., *Lonicera sempervirens* L. and Their Hybrid *Lonicera × telmanniana* Hort Späth

ZHOU Wei^{1,2}, JIANG Chuang-dao^{1*}, ZHANG Jin-zheng^{1**}, WANG Shu-biao³, and SUN Guo-feng¹

(¹ Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China; ² Graduate School, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; ³ Beijing Botanical Garden, Beijing 100093, China)

Abstract: The characteristics of ornamentation and photosynthesis, chlorophyll fluorescence parameters in spring, summer and fall were compared between the female (*Lonicera tragophylla* Hemsl.), male (*Lonicera sempervirens* L.) parents and their hybrid (*Lonicera telmanniana* Hort Späth), and the purpose of this study was to improve the ornamental effect of *Lonicera* by comparing the ornamental and photosynthetic characteristics of three species. The results showed that longer bloom period and more inflorescence numbers per plant were the most significant performance in hybrid; Three species had no significant difference in the maximum quantum yield of photosystem (F_v/F_m). The male parent almost had same photosynthetic rate, actual quantum yield of photosystem, plant height, number of leaves, basal diameter and underground biomass as the hybrid. Except for F_v/F_m , all parameters of the female parent were significantly lower than those of the male parent and hybrid, revealing that it had the weakest growth vigor. The hybrid had the significant performance mainly in the total leaf area and ornamental effect. It is concluded that higher total leaf area increases the total photosynthetic capacity, which keeps the hybrid to show better ornamental effect than

收稿日期: 2009 - 06 - 01; 修回日期: 2009 - 08 - 19

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30770223, 30871455); 中国科学院知识创新重要方向性项目 (KSCX2-YW-N-44-03, KSCX2-YW-N-46-09); 国家科技部科技成果转化项目 (2008CB24910475)

*并列第一作者

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

its parents. Therefore, we suggest that increasing the total leaf area during the early growth stage would have a positive impact on improving the ornamental effect of *Lonicera*.

Key words: *Lonicera tragophylla* Hemsl.; *Lonicera sempervirens* L.; *Lonicera* × *telmanniana* Hort Späth; ornamental trait; photosynthesis characteristics

藤本忍冬为多年生观赏花卉,花序奇特,果实颜色丰富,在全世界广泛栽培。目前国内外对忍冬的研究主要集中在生态 (Gorchov & Trisel, 2003; Monica & Cipollini, 2006)、药用 (Chai et al, 2005; Yip et al, 2006)、繁殖 (Kim et al, 2003; Weber, 2005) 等方面,而在园林应用研究方面的报道较少 (龙雅宜, 2004; 张金政 等, 2004; 田亦平等, 2006)。笔者在北京地区对藤本忍冬长期栽培过程中发现,台尔曼忍冬作为子代在观赏性状方面的表现明显优于其母本盘叶忍冬和父本贯月忍冬。为了探索其优势形成的原因,比较了这 3 种材料的生长和光合特性,了解子代台尔曼忍冬在观赏性状方面表现优良的生理机制,从而为在北京及气候相似地区延长藤本忍冬花期,提高其园林观赏效果提供可靠的试验依据和栽培技术指导。

1 材料与方法

1.1 试材

试验在中国科学院植物研究所进行,所用材料分别为母本盘叶忍冬 (*Lonicera tragophylla* Hemsl)、父本贯月忍冬 (*Lonicera sempervirens* L.) 以及子代台尔曼忍冬 (*Lonicera* × *telmanniana* Hort Späth) 的两年生盆栽扦插苗。中性壤土,正常肥水管理。试验于 2008 年 4 月 10 日开始,每 10 d 测量 1 次。没有采用物候期为标准进行测量,因为这 3 种材料之间物候期差异较大,可比性不够。为了解决每次测量时 3 种材料可能处于不同物候期的问题,本试验以候温为分类标准 (中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 1976),根据 2008 年北京日平均气温监测数据,4 月 10 日—6 月 10 日的所有数据取平均数作为春季测量值,6 月 20 日—9 月 20 日的平均数据作为夏季测量值,9 月 30 日—10 月 30 日的平均数据作为秋季测量值,这样取平均数后进行比较,控制误差最小。

1.2 取样、测量与分析方法

形态指标测定:每种材料选取 5 盆测定藤茎长、基径、叶片数以及叶面积,并计算单株总叶面积=单位叶面积×单株叶片数。其中叶面积使用 LI-3000A 便携式叶面积仪 (Licor, USA) 测定,每盆选取 2 片功能叶,最后采用 10 个重复的平均值进行计算。基径用游标卡尺进行测定。

物候期观察:每种材料选取 10 盆,观察记录初花期、盛花期和末花期的起止时间,初花期以 10% 植株、10% 花蕾盛开为标志,盛花期以 50% 植株、50% 花蕾盛开为标志,末花期以 90% 植株、90% 花朵凋谢为标志,另外统计每种材料在盛花期单株花序数。

色素含量测定:参考 Amon (1949) 的方法,每种材料取 4 盆,每盆选取 3 片成熟功能叶片,每片功能叶用直径 6 mm 的打孔器取 10 片叶圆片,总共 120 片混匀,3 次重复,每次重复随意选取 40 片叶圆片,用 80% 丙酮 25 mL 于暗处浸泡 48 h,其间每隔 2 h 震荡片刻,使色素均匀分布于丙酮溶液中,至叶圆片完全变白。用分光光度计 (UV-4802, USA) 分别在 663、646 及 470 nm 波长下测定 OD 值,根据公式计算出叶绿素 a、叶绿素 b 和总叶绿素含量。

气体交换参数测定:采用便携式光合作用系统 (LI-6400, USA) 进行测量。每种材料选 3 株,每株选取 3 片功能叶。测定时选择晴天上午 9:00—11:00 进行,测量期间空气 CO₂ 浓度为 385 μmol·mol⁻¹ 左右,相对湿度 30%~50%,室温 25~30℃,光强设 1 000、800 μmol·m⁻²·s⁻¹。

荧光淬灭动力学测定:使用便携式荧光系统 (LI-6400, USA) 分别测定暗适应和光适应下的荧光。黎明前叶片经过一夜的暗适应后,测定暗适应下的荧光。初始荧光 (F_0) 是用充分暗适应叶片

在弱调制光下诱导产生, 此时 PS 反应中心全部处于开放状态。在 F_0 之后用强饱和脉冲光激发, 使原初电子受体 Q_A 全部处于还原状态, 测得最大荧光值 (F_m)。 F_v 为暗适应叶片的最大可变荧光, 其值为 F_m 与 F_0 之差; 在上午 (9: 00—11: 00) 待光合作用稳定后, 测定光合作用的同时, 用饱和脉冲光闪光, 使 Q_A 处于瞬时最大还原状态得到荧光值 (F_m), 使荧光下降到稳态得荧光值 (F_s), 参考 Genty 等 (1989), Demmig 和 Adams (1996) 的方法计算暗适应下 PS 最大光化学效率 (F_v/F_m), PS 实际光化学效率 (Φ_{PS}), 非光化学猝灭系数 (NPQ)。 $F_v/F_m = (F_m - F_0) / F_m$, $\Phi_{PS} = (F_m - F_s) / F_m$, $NPQ = F_m / F_m - 1$ 。

生物量测定: 试验末期每种材料选取 3 盆, 用清水洗去根部土壤, 分别测定地上部和地下部鲜样质量。而后置于牛皮纸袋中, 放入烘箱中先用 105℃ 杀青 10~15 min, 再调低温度, 保持 (75 ± 5)℃ 使样品烘干, 称取各样品干样质量。

1.3 统计方法

3 种材料的差异性用方差分析, 多重比较用 LSD 法, 统计分析均采用 SPSS 13.0 软件, 用 Sigma-Plot 作图。

2 结果与分析

2.1 观赏性状以及生物量的比较

表 1 显示, 父本贯月忍冬与子代台尔曼忍冬初花期的起止时间大体一致, 但盛花期的持续时间子代比父本长一个多月, 并且子代的花期一直持续到 11 月中旬, 而父本则到 10 月中旬就已经结束。台尔曼忍冬的盛花期单株花序数量达到 8 个, 显著高于贯月忍冬。台尔曼忍冬与贯月忍冬的地下干物质质量差异不显著, 但地上部生物量的优势明显, 使其总生物量显著高于两亲本。而母本盘叶忍冬两年生扦插苗在试验期间没有开花, 且生物量均显著低于另外两种。

表 1 杂交种台尔曼忍冬与父、母本物候期、花序个数以及生物量的比较

Table 1 Comparison on phenophase, inflorescence numbers and biomass between hybrid and its parents

材料 Material	物候期 / (M - D) Phenophase			盛花期 花序个数 Inflorescence number	生物量 / g Biomass		
	初花期 Initial bloom	盛花期 Full bloom	末花期 Late bloom		地下部 Underground	地上部 Overground	总质量 Total weight
贯月忍冬 <i>Lonicera sempervirens</i> L.	05 - 06—05 - 15 (10)	05 - 16—08 - 10 (85)	08 - 11—10 - 15 (65)	3 b	39.23 a	91.73 b	130.96 b
盘叶忍冬 <i>L. tragophylla</i> Hemsl	—	—	—	—	9.53 b	14.88c	24.41 c
台尔曼忍冬 <i>L. x telm anniana</i> Hort Späth	05 - 04—05 - 16 (13)	05 - 17—09 - 22 (126)	09 - 23—11 - 12 (50)	8 a	40.26 a	157.43 a	197.69 a

注: 同列中不同字母表示在 0.05 水平上差异显著。括号内数字表示天数。

Note: Values within a column followed by a different letter are significantly different at 0.05 probability level. Numbers in the parentheses show the days of phenophase.

2.2 形态指标比较

从图 1 可以看出, 子代台尔曼忍冬与父本贯月忍冬各个形态指标在整个生长季都呈增长的趋势, 两者之间总叶面积存在显著差异, 且子代总叶面积整个生长季优势显著高于两亲本; 秋季父本贯月忍冬的藤茎显著高于子代台尔曼忍冬 (图 1, A), 而其它形态指标都显著低于子代 (图 1, B、C、D); 另外, 从图中可以明显看出母本盘叶忍冬生长势极弱, 到夏季除了基径外其它形态指标都达到了最大值, 夏季到秋季都出现了不同程度的下降。其中母本盘叶忍冬的总叶面积与其他两种材料差异尤为明显, 整个生长季平均总叶面积只为子代的 7.3%, 父本的 9.3%。

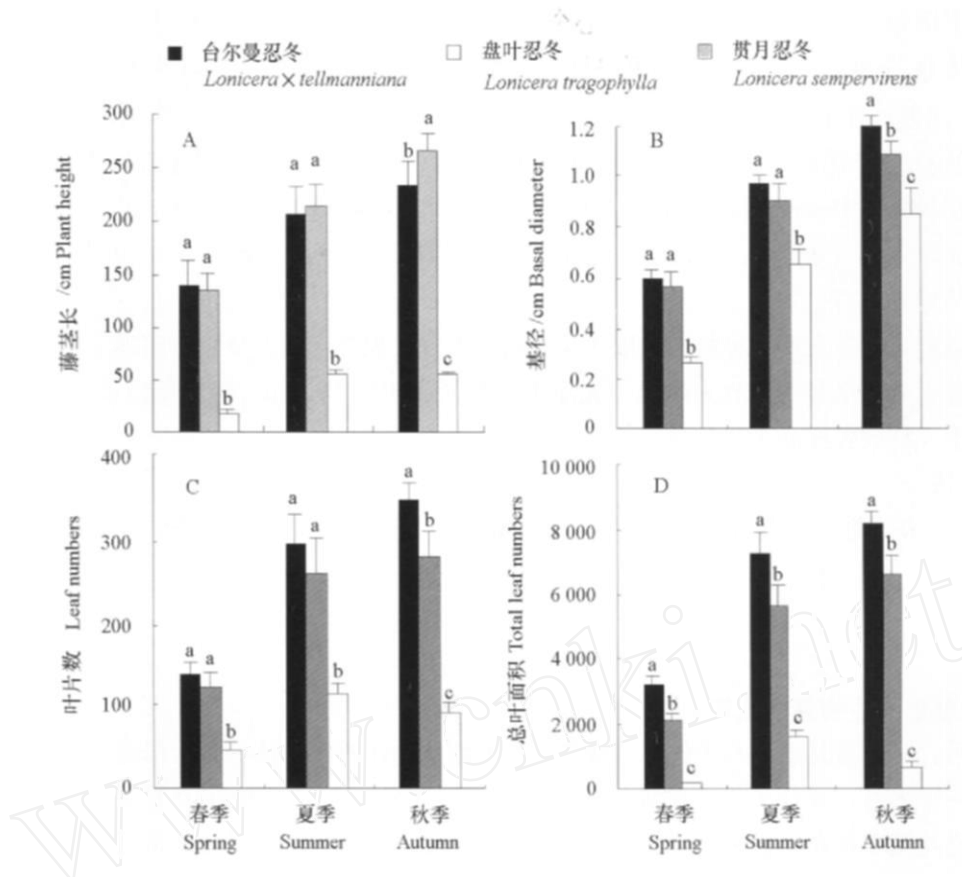


图 1 子代台尔曼忍冬与父母本在不同季节藤茎长、叶片数、基径和总叶面积的比较

Fig. 1 Comparison on plant height, leaf numbers, basal diameter and total leaf area in different seasons between hybrid and its parents

Values are means \pm S.E., $n = 5$.

2.3 叶绿素含量及光合速率的比较

3种忍冬总色素含量在3个季节各自呈增长趋势,但增幅不一,台尔曼忍冬增幅达到28%,贯月忍冬增幅最小为18%,并且两者之间除夏季外差异都不显著。虽然母本盘叶忍冬增幅最大,达到40%,但是其总叶绿素绝对含量却一直低于另外2种材料(图2)。

图3显示,在 $1\,000\,\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强下,3种忍冬的 P_n 均以母本盘叶忍冬最低,子代与父本差异不显著,与总叶绿素含量的变化趋势基本一致,子代台尔曼忍冬和父本贯月忍冬之间的 P_n 在测量期间差异都不显著,但都显著高于盘叶忍冬。气孔导度的变化趋势与 P_n 一致(图3)。

$800\,\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 光强下 P_n 的趋势与之一致,并且整个生长季也呈缓慢上升的趋势。

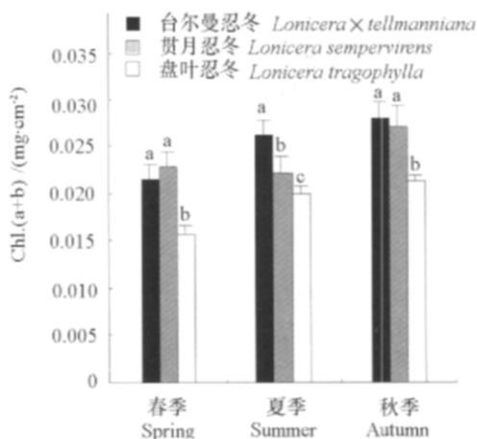


图 2 杂交种台尔曼忍冬与父母本在不同季节总色素含量的比较

Fig. 2 Comparison on total chlorophyll contents in different seasons between hybrid and its parents

Values are means \pm S.E., $n = 3$.

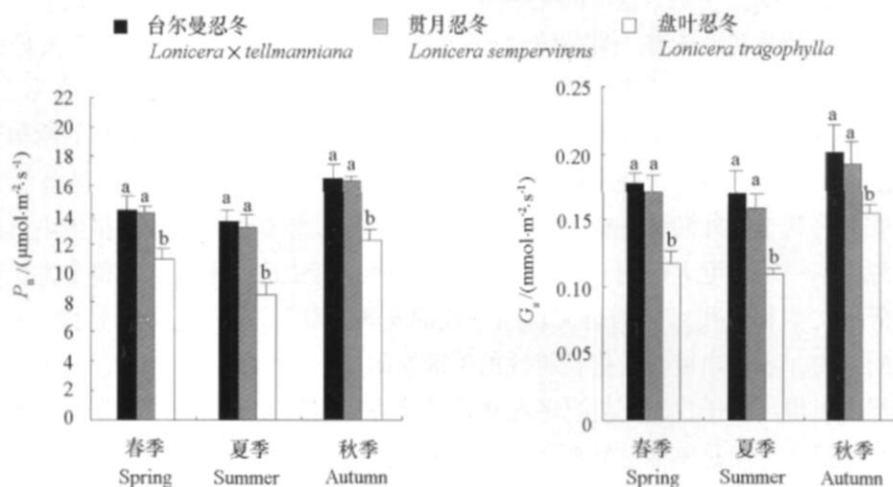
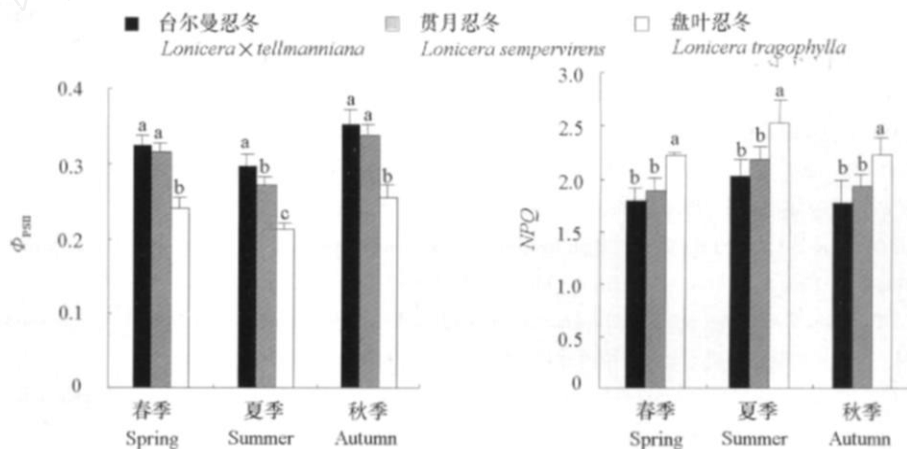


图 3 杂交种台尔曼忍冬与父母本在不同季节光合和气孔导度的比较

Fig 3 Comparison on P_n and G_s in different seasons between hybrid and its parentsValues are means \pm S. E , $n=9$.

2.4 光系统 光化学效率的比较

在整个测量期间 3 种材料 PS 最大光化学效率变化不大, 相互之间差异不显著, 说明 3 种忍冬的最大原初光化学产量基本一致。母本盘叶忍冬光能利用率一直最低, 非光化学猝灭却最高, 表明盘叶忍冬只能将较少的光能用于光化学反应; 而子代台尔曼忍冬和父本贯月忍冬的 NPQ 以及除了夏季外的 Φ_{PSII} 差异都不显著 (图 4)。

图 4 杂交种台尔曼忍冬与父母本在不同季节 Φ_{PSII} 和 NPQ 的比较Fig 4 Comparison on Φ_{PSII} and NPQ in different seasons between hybrid and its parentsValues are means \pm S. E , $n=9$.

3 讨论

本试验结果显示, 子代台尔曼忍冬在总叶面积以及观赏效果包括花期和单株花序数量方面优势明显。尽管子代单个叶片净光合速率与贯月忍冬差异不大, 但总叶面积的增加提高了整株植物的总同化面积, 进而增加了总光合能力, 有利于形成和积累更多的同化物质, 为花芽分化和开花提供了较充分的物质基础, 因此在盛花期单株花序的数量上台尔曼忍冬显著高于贯月忍冬, 从而表现出优良的观赏效果。另外在末花期由于台尔曼忍冬总叶面积优势依然显著, 再加上单位叶面积光合速率也较高, 所

以仍然能够形成足够的同化物质。这些同化物质一部分用于生物量的积累,使其最后的生物量显著高于亲本,另一方面也使其花期能够一直持续到11月中旬。另外,由于贯月忍冬生长势强,花期早等优点,所以可以作为一个优良的亲本用于进一步的杂交亲本选配。

另外,在北方露地栽培过程中母本盘叶忍冬捕光色素含量低;虽然3种材料的原初光化学活性差异不显著,但是光下盘叶忍冬光合速率和PS实际光化学效率在整个试验期间显著低于其它两种材料,激发能耗散显著高于另外两种材料。与父本和子代相比,母本盘叶忍冬二年生小苗没有开花,这可能会通过库源关系一定程度上影响其光合速率与前两者的可比性,不过,从整个生长季来看母本的总叶面积远远低于父本和子代,分别是父本和子代的9.3%和7.3%,这可能是盘叶忍冬不能快速、有效地积累碳同化物,表现出极弱的生长特性的关键原因。

从以上分析可以得出,子代台尔曼忍冬在观赏性状方面表现优良的一个非常重要的原因不是较强的单位叶面积光合速率,而是单株总叶面积较大而形成的较强的总光合能力。父本贯月忍冬虽然各种指标与子代比较接近,但是总叶面积的不足也使其观赏性状明显不如台尔曼忍冬。母本盘叶忍冬本身不但单位叶面积光合速率极低,而且其总叶面积也远远小于父本和子代,导致其总光合能力很低、生长势极弱。基于以上分析,适度增加藤本忍冬的总叶面积对于提高其观赏效果具有积极的影响。在北京及气候相似地区3种忍冬的露地栽培过程中,在生长早期采取一些快速增加总叶面积的栽培措施,比如施入有机肥或氮肥等会对其生长和开花有一定的积极作用。

References

- Amon D I 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*, 24: 1 - 15.
- Chai X Y, Li S L, Li P. 2005. Quality evaluation of *Flos lonicerae* through a simultaneous determination of seven saponins by HPLC with ELSD. *Journal of Chromatography A*, 1070: 43 - 48.
- Demmig A B, Adams W W. 1996. Xanthophyll cycle and light stress in nature: Uniform response to excess direct sunlight among higher plant species. *Planta*, 198: 460 - 470.
- Genty B, Briantais J M, Baker N R. 1989. The relationship between the quantum yield of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence and the rate of photosystem photochemistry in leaves. *Biochimica Biophysica Acta*, 990: 87 - 92.
- Gorchov D L, Trisell D E. 2003. Competitive effects of the invasive shrub, *Lonicera maackii* (Rupr.) Herder (Caprifoliaceae), on the growth and survival of native tree seedlings. *Plant Ecology*, 166: 13 - 24.
- Kim S W, Seung C O, Dong S I, Liu J R. 2003. High frequency somatic embryogenesis and plant regeneration in zygotic embryo cultures of Japanese honeysuckle. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 72: 277 - 280.
- Long Ya-yi. 2004. The manual of garden plants cultivation. Beijing: China Forest Publishing House: 166 - 168. (in Chinese)
- 龙雅宜. 2004. 园林植物栽培手册. 北京: 中国林业出版社: 166 - 168.
- Monica D, Cipollini D. 2006. Leaf and root extracts of the invasive shrub, *Lonicera maackii*, inhibit seed germination of three herbs with no autotoxic effects. *Plant Ecology*, 184: 287 - 296.
- Tian Yi-ping, Jiang Chuang-dao, Zhang Jin-zheng, Liu Yan, Shi Lei. 2006. Characteristics of photosynthesis in *Lonicera tragophylla* Hemsl and *L. telmanniana* Hort. Späth seedlings in summer. *Acta Horticulturae Sinica*, 33: 1125 - 1128. (in Chinese).
- 田亦平, 姜闯道, 张金政, 刘燕, 石雷. 2006. 盘叶忍冬与台尔曼忍冬夏季主要光合特性的比较. *园艺学报*, 33: 1125 - 1128.
- Weber Ewald. 2005. *Lonicera henryi* Hemsl. —a potential exotic forest weed in Switzerland. *Botanica Helvetica*, 115: 77 - 81.
- Yip E C, Chan A S, Pang H, Tam Y K, Wong Y H. 2006. Protocatechuic acid induces cell death in HepG2 hepatocellular carcinoma cells through a c-Jun N-terminal kinase-dependent mechanism. *Cell Biology and Toxicology*, 22: 293 - 302.
- Zhang Jin-zheng, Liang Song-jie, Shi Lei. 2004. The study on the cultivation and application of climbing honeysuckle resource. *Chinese Landscape Architecture*, 101: 53 - 56. (in Chinese)
- 张金政, 梁松洁, 石雷. 2004. 忍冬属植物资源的栽培及利用. *中国园林*, 101: 53 - 56.
- 中国科学院内蒙古综合考察队. 1976. 气候与农牧业的关系. 北京: 科学出版社.