

白花油麻藤 (*Mucuna birdwoodiana*) 的生态生物学特征

卢琼¹, 王俊², 张倩媚^{2*}, 李玲², 简曙光², 任海²

1. 佛山市高明区园林管理处, 广东佛山 528500
2. 中国科学院华南植物园, 广州 510650

【摘要】 珍稀植物白花油麻藤(*Mucuna birdwoodiana* Tutch)是豆科(Leguminosae)黧豆属(*Mucuna*)常绿、大型木质藤本植物, 具有重要园林绿化价值。对其生态生物学特征研究表明, 白花油麻藤适合生长在热带和亚热带地区; 光合速率日进程呈“双峰”曲线, 有明显的“午休”现象。植株体内加权平均养分含量较低, 叶片所含的养分较多, 植物体钾和磷元素含量偏低, 在其生长过程中应适当及时地补充其生长必需的氮、磷、钾等矿质营养元素, 以维持植株生长所需的养分平衡。利用白花油麻藤在城市绿化等实际应用中, 需考虑其生态生物学特征。

关键词: 白花油麻藤; 园林绿化; 光合速率; 形态特征; 营养成分

doi:10.3969/j.issn.1008-8873.2009.03.004 中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1008-8873(2009)03-212-05

The ecological and biological characteristics of *Mucuna birdwoodiana*

LU Qiong¹, WANG Jun², ZHANG Qian-mei², LI Ling², JIAN Shu-guang², REN Hai²

1. Landscape Management Agency of Gaoming District, Foshan Municipality, Foshan 528000, China
2. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Science, Guangzhou 510650, China

Abstract: *Mucuna birdwoodiana* is a evergreen vine species with great potential in landscape greening. The studies on the ecological, biological and physiological characteristics showed that *M. birdwoodiana* was suitable to be planted in tropical and subtropical areas for its low cold resistant capability. The diurnal course of photosynthesis of *M. birdwoodiana* exhibited a “double-peak” curve with remarkable midday depression. The weighted nutrient concentration of the plant was lower with leaves relatively higher amount of nutrient compared to other organs. The concentration of potassium (K) and phosphorus (P) in the plant was relatively lower, so the mineral nutrition essential to the growth of *M. birdwoodiana* should be added to improve the growth status. Thus all the biological characteristics of *M. birdwoodiana* should be considered in order to exploit and utilize it widely in landscape greening.

Key words: *Mucuna birdwoodiana*; landscape greening; photosynthetic rate; morphological characteristics; nutrient composition

收稿日期: 2008-12-04 收稿, 2009-05-20 接受

基金项目: 佛山市高明区科技计划项目(2007N03)、科技部支撑计划(2008BAJ10B03)和广东省科技厅/广州市科技局项目(2006B60101034, 2008A060207017, 07118249)资助。

作者简介: 卢琼(1970—), 女, 高工, 硕士, 主要从事园林、环保等工作。E-mail: qqqqq1300@163.com

*通讯作者, E-mail: zqm@scib.ac.cn

1 引言 (Introduction)

白花油麻藤 (*Mucuna birdwoodiana* Tutch) 为豆科 (Leguminosae) 黧豆属 (*Mucuna*) 常绿、大型木质藤本植物, 又名禾雀花、雀儿花、花油麻藤等, 属于珍稀植物^[1]; 主要分布在亚洲热带和亚热带地区。白花油麻藤簇串状花穗, 直接长在藤蔓上, 因其花酷似禾雀而得名。花瓣呈淡绿色, 每年 4-6 月开花 (随着全球变暖, 有提前开花的趋势), 颇具观赏价值和经济价值^[2], 对 SO₂ 有一定的抗性^[3]。由于白花油麻藤四季常青, 因而宜于做公园、庭院等处的大型棚架、绿廊等的顶面绿化, 在墙垣、阳台等处的垂直绿化或作护坡花木等方面的应用也日益广泛^[1,4]。

虽然目前城市绿化和园林设计中已有少量白花油麻藤的应用案例, 但针对白花油麻藤的研究仅限于分类学描述^[2]、资源开发利用^[5]、光合作用和水分利用^[4]、抗污染研究^[3]等方面, 而系统的对其生物生态学特征的研究却少有报道。本文从形态解剖结构、生理生态学特征, 营养元素成分等方面进行系统研究, 以期对城市绿化物种资源的开发提供理论基础及其科学管理提供参考依据。

2 材料与方法 (Materials and methods)

2.1 试验材料

本研究以种植于华南植物园科研苗圃内的白花油麻藤为对象。试验时选取生长良好的成熟植株, 测定其形态解剖学结构、生理生态学特征及营养成分。

2.2 研究方法

2.2.1 形态解剖学特征的测定

平均节间距、每枝条着叶数等指标采用常规方法测定, 取 30 株同龄植株测定^[7]。纵切面结构采用常规石蜡连续切片法。取叶片中部 5 mm×5 mm 的叶片, 用 FAA 固定液固定, 24 h, 同时抽气。固定材料经水洗后, 采用 0.5% 苏木精 (爱氏铁矾苏木精) 水溶液染色。然后经系列酒精 (30%, 50%, 75%, 95%) 脱水, 石蜡包埋, 切片。切片充分干燥后脱蜡透明, 并采用中性树胶封片, 在 Olympus 光学显微镜下观察、测量。叶表皮制片时, 首先用 FAA 固定液将材料固定, 10% 氢氧化钠水溶液解离, 双氧水处理至透明, 蕃红溶液染色, 酒精系列脱水, 二甲苯透明后中性树胶封片, Olympus

光学显微镜下观察, 测量, 计数^[6]。

2.2.2 生理生态学特征的测定

采用美国 LI-COR 公司生产的 LI-6400 便携式光合测定仪测定光合作用日进程。选择晴朗天气, 于 2008 年 7 月 6 日由 7:00-17:00 每隔 2 h 测定一次, 每次测定选择植冠的 4 片叶进行, 结果取平均值。测定的参数包括光合有效辐射 (PAR)、光合速率 (Pn)、蒸腾速率 (E)、胞间 CO₂ 浓度 (Ci)、气孔导度 (Gs) 等。叶面积采用美国 LI-COR 公司生产的 Li-3000 叶面积仪直接测定^[7]。

2.2.3 营养元素的测定

将野外采集的植物样品带回实验室后, 经去离子水洗净后用烘箱 65℃ 烘干。干样品磨碎过筛, 装入封口袋中备用。样品经硫酸消化后, 全 N 采用酸溶-流动注射分析仪法测定, 全 P 采用酸溶-钼锑抗比色法测定, Na、K、Ca 和 Mg 采用原子吸收光谱仪测定^[8]。

2.2.4 数据处理

采用单因素方差分析法 (one-way ANOVA) 分析植株器官对营养元素含量的影响, 并以最小显著差异法 (LSD) 比较植株不同器官间营养元素含量的差异。数据采用 Excel 处理和作图, SPSS 11.5 统计软件进行分析。

3 结果与分析 (Results and analysis)

3.1 生物学特征

白花油麻藤为大型木质藤本, 羽状复叶具 3 小叶, 托叶早落; 小叶革质, 顶生小叶椭圆形或卵形, 基部圆形, 总状花序簇串状生于叶腋或老枝上, 吊挂成串、每串二、三十朵不等, 串串下垂有如万鸟栖枝; 花五瓣, 有白、淡绿、微黄、粉红、橙红、紫红、紫色等颜色, 其中以白色最为常见; 以花的形态似禾雀而得名。果木质, 带形, 近念珠状, 密被红褐色短绒毛, 幼果常被红褐色脱落的刚毛; 种子深紫黑色, 近肾形, 长约 2.8 cm, 宽约 2 cm, 厚 8-10 mm, 常有光泽; 种子含淀粉, 具毒性, 不可食用。花期 4-6 月 (近年随着全球气候变暖, 华南植物园的花期已提前至 3-4 月), 果期 6-11 月。可利用种子进行有性繁殖, 也可用扦插、压条进行无性繁殖育苗。主要分布于江西、福建、广东、广西、贵州、四川等省区, 在广东省内野生种多生于海拔 100 m 的山地阳处, 主要产于连山、清远、高要、罗定、信宜、茂名、从化、博罗、惠阳、河源、蕉岭、饶平、大埔、陆丰、东莞、阳春等地。常攀援在乔木、灌木之上。

野外观察发现, 白花油麻藤较喜光, 在阳光充足

的环境下长势良好,向阳地开花繁茂。喜肥沃湿润土壤,适生于土层深厚的沙壤土环境。萌芽性强,入秋后对过密的藤蔓以及衰老枝条修剪并增加所在生境的透光度,可促进花芽形成。

表 1 白花油麻藤的形态解剖学特征

Table. 1 Morphological characteristics of *Mucuna birdwoodiana*

指 标 Index	数值 Value
平均节间距 Distance between branches (cm)	12.6±3.8
枝角 Branch angle (°)	47.4±17.1
着叶描述 Leaf distribution	整枝分布
每枝条着叶数 Leaf number of each branch	13±9
单位叶面积干重 Weight per area unit (mg/cm ²)	7.9±1.0
平均叶面积 Average of leaf area (cm ²)	40.4±12.4
叶厚 Blade thickness (μm)	410±170
栅栏组织厚 Thickness of palisade tissue (μm)	60
小脉间距 Distance of intervacular (μm)	151
下表皮气孔数 Number of stomata on the lower epidermis (No./mm ²)	13
栅皮比 Epidermis cell/palisade cell	8.1
脉岛数 Vein-islet number (No./mm ²)	17.1

3.2 形态解剖学特征

白花油麻藤叶片的形态解剖学特征如表1所示。其叶片的平均厚度为410 μm, 栅栏组织厚度为60 μm, 可以看出, 栅栏组织较为紧实, 而海绵组织较为稀松。通常认为, 栅栏组织越厚, 光合作用能力越强, 抗寒能力也越强^[9]。因而可看出, 该物种抗寒能力相对较差, 适于在阳光充裕的环境下生长。与小花青藤、蒜香藤等景观攀援植物相比^[4], 白花油麻藤的叶面积相对较大, 叶片厚度处于中间水平。

3.3 生理生态学特征

图1表明, 夏季时, 一天中的光合有效辐射变化呈“单峰”曲线。光合有效辐射在早晨和傍晚较低, 在27.3 μmol·m⁻²·s⁻¹和107 μmol·m⁻²·s⁻¹之间, 而中午时刻较高, 13:00时达最大值, 为1445.7 μmol·m⁻²·s⁻¹。

在自然条件下, 白花油麻藤叶片的光合速率日进程呈“双峰M型”曲线(图2)。第一个峰值出现在11:00左右, 最大光合速率为8.66 μmol·m⁻²·s⁻¹, 随后迅速降低; 第二个峰值出现在下午15:00时左右, 两个峰值较为接近, 谷值为3.85 μmol·m⁻²·s⁻¹, 约为最大峰值的44.4%。光合速率午间降低幅度较大, 有明

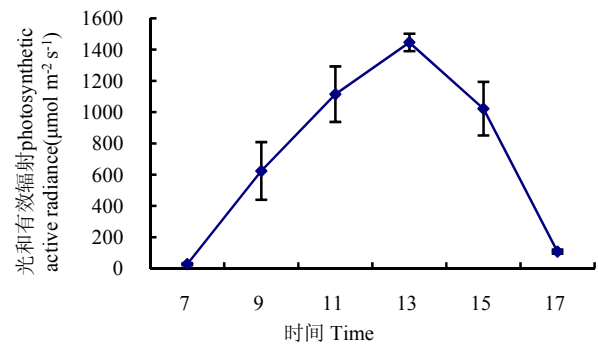


图1 光合有效辐射 (PAR) 的日变化 (2008年7月6日)

Fig. 1 The diurnal changes of photosynthetic active radiance (mean ± SE)

显的光合“午休”现象。白花油麻藤叶片的胞间CO₂浓度在一天中的早晨较高, 7:00时的浓度最大, 为330.7 μmol mol⁻¹。随着光合速率的加强, 其浓度逐渐降低, 11:00-13:00之间降低幅度较小, 13:00时最低, 为254.3 μmol mol⁻¹。随后有所回升, 但幅度不大。白花油麻藤叶片的气孔导度和蒸腾速率的日变化均呈“M”型, 与光合速率的日变化具相同趋势。

白花油麻藤的平均光合速率为5.20 μmol·m⁻²·s⁻¹、蒸腾速率为2.17 mmol·m⁻²·s⁻¹, 与我们同期测定的其它几种藤本植物相比, 前者较高后者较低。且因其在一天内有两个光合高峰期, 因此它是具有较高的光合速率优势的^[3]。

气孔导度对叶片的光合速率有重要影响, 其变化与光合有效辐射、温度、相对湿度等因素相关。早晨时随着入射光强的增大, 气孔打开, 气孔导度增大, 蒸腾速率增强。气孔导度和蒸腾速率在11:00时分别存在一个峰值, 为0.15 mol·m⁻²·s⁻¹和3.54 mmol·m⁻²·s⁻¹。但由于午间入射光强过大, 以及高温的影响, 使得叶片过多失水, 气孔导度降低, 蒸腾速率也同时下降, 在13:00时的谷值分别为0.06 mol·m⁻²·s⁻¹和2.07 mmol·m⁻²·s⁻¹。下午随着入射光强和大气温度等环境因子逐渐缓和, 气孔导度和蒸腾速率也随之增大, 15:00时第二次达到峰值, 分别为0.13 mol·m⁻²·s⁻¹和4.67 mmol·m⁻²·s⁻¹。

3.4 各器官的主要营养元素含量

白花油麻藤各器官的主要营养元素含量见表2。可以看出, 叶片总的营养元素含量最高, 其次分别为根和枝, 表明白花油麻藤的叶和根是主要的光合作用和吸收营养促进生长的部位, 而枝主要起到支撑攀援作用。植株体内加权平均养分含量依次为全N (1.49%) > Ca (0.92%) > 全K (0.55%) > 全P (0.14%) > Mg (0.07%) > Na (0.05%)。植株体内N、P、K的比

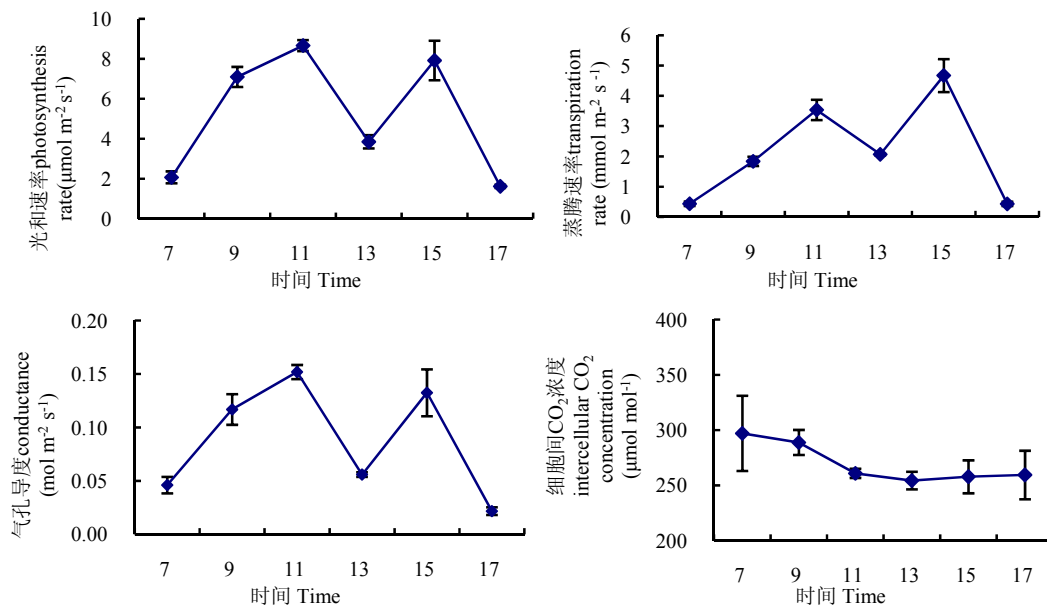


图 3 叶片的光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间 CO_2 浓度的日变化

Fig. 3 The diurnal changes of photosynthesis rate, transpiration rate, conductance and intercellular CO_2 concentration (mean \pm SE)

例为1: 0.09: 0.37。与其它研究中植物的养分含量相比^[8], 白花油麻藤植株中P和K元素含量偏低, 生长过程中需适当增加P、K肥。

植株不同器官中, N、P、K营养元素的平均含量的比例是不同的, 观测结果显示, 不同器官中的N元素含量差异显著 ($P < 0.05$), 平均含量是叶>根>枝, 比例为1: 0.82: 0.59; 不同器官间全P和全K含量无显著差异 ($P > 0.05$), P元素的平均含量是根>叶>枝, 比例为1: 0.48: 0.39; 而K元素的平均含量是根>枝>叶, 比例为1: 0.59: 0.41。N、P、K三种营养元素在根、枝和叶中所占的比重具有一致性, 均为 $N > K > P$ 。

4 结论 (Conclusion)

垂直绿化在城市环境的优化过程中发挥着重要的作用。本文所研究的白花油麻藤为大型木质藤本植物, 通过播种和扦插均可繁殖, 对环境适应能力强, 易于在多种生境下生长。作为观赏植物, 白花油麻藤枝叶浓密, 四季常绿, 花序形状独特, 实为奇丽, 可形成很好的景观。在园林绿化中, 其绿化效率高, 管理简单, 是大型棚架、绿廊、墙面垂直绿化、护坡等优良材料, 可拓展绿化空间和提高绿化整体水平, 值得大力推广。

白花油麻藤的最大光合速率为 $8.66 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 与其它绿化攀援植物光合作用相比^[3], 该种具有较高

的光合速率优势, 作为绿化植物可保持良好的生长优势。光合作用日变化是植物生产过程中物质积累与生理代谢的基本过程。本研究结果表明, 白花油麻藤叶片光合速率的日变化呈“双峰”曲线, 早晨开始随着光合有效辐射的逐渐增大, 叶片气孔逐渐开放引起气孔导度的增大, 胞间 CO_2 浓度升高, 净光合速率也随之增大, 随之出现第一个光合速率的峰值。随着光合有效辐射的不断增加, 大气温度和叶温的升高会引起气孔的关闭^[11], 净光合速率降低, 从而产生光合“午休”的现象。叶片光合速率的降低主要源于气孔的部分关闭和叶肉细胞光合活性下降这两个因素, 而这两个因素分别导致胞间 CO_2 浓度的下降和上升^[12]。本文中, 午间光合速率降低的同时, 胞间 CO_2 浓度和气孔导度也呈相同的趋势, 说明白花油麻藤的光合“午休”是由于气孔限制因素引起的胞间 CO_2 浓度不足所引起的, 这与张新慧等的研究结果相类似^[11,13]。在人工种植时可采用在疏林中穿插种植的方式。

通常植物体内N元素含量为 $10 \sim 50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, P元素含量为 $1 \sim 5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, K元素含量为 $3 \sim 50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ^[14]。本研究中, 野外生长的白花油麻藤的根、枝和叶的N、P、K元素含量基本在植物的养分常规含量范围内。研究显示, 叶片中营养元素含量相对较高。白花油麻藤是一种攀援性藤本植物, 叶片是攀援植物的主要生长中心, 同时也是植物体代谢较为旺盛的器官, 可加快养分的主动吸收, 养分的分配和利用均以叶片为中

表 2 白花油麻藤各器官的营养元素含量

Table 2 Nutrient content of different organs of *Mucuna birdwoodiana* (% , mean \pm SD)

	全N Total N	全P Total P	全K Total K	Na	Ca	Mg	平均值 Mean
叶 Leaf	1.87 \pm 0.17a*	0.11 \pm 0.00a	0.34 \pm 0.01a	0.03 \pm 0.00b	1.24 \pm 0.03a	0.05 \pm 0.00b	0.61 \pm 0.04
枝 Branch	1.10 \pm 0.08c	0.09 \pm 0.01a	0.49 \pm 0.06a	0.03 \pm 0.00b	0.91 \pm 0.21b	0.04 \pm 0.00b	0.44 \pm 0.06
根 Root	1.50 \pm 0.15b	0.23 \pm 0.14a	0.83 \pm 0.54a	0.08 \pm 0.04a	0.62 \pm 0.08c	0.11 \pm 0.04a	0.56 \pm 0.17
平均值 Mean	1.49 \pm 0.13	0.14 \pm 0.05	0.55 \pm 0.20	0.05 \pm 0.02	0.92 \pm 0.11	0.07 \pm 0.02	0.54 \pm 0.09

*不同字母 (a, b, c) 表示植株不同器官间营养元素含量差异显著。

Different lowercase letter (a, b) indicates that difference in nutrient content of different organs is significant.

心,丰富的营养元素含量可促进该器官各种代谢正常进行,提高酶的生活活性,通过叶片的作用达到快速生长及攀援的目的^[15]。

植物器官中的养分含量反映了植物的营养状况和养分需要状况,与养分的供应存在直接的关系^[16]。通常,土壤中的P元素含量较低,是限制植物生长的因子之一。文中,白花油麻藤的根、枝和叶中P元素含量均较低,这种P元素利用效率低的特征可能是该物种对营养胁迫所产生的适应^[17],这方面需要开展进一步研究。植物体内除碳、氢、氧元素之外,N元素是含量较多的生长必需元素,影响着植物叶绿素的形成以及光合作用等功能^[17]。另外,N元素是植株体内移动性较强的营养元素,在植株的生长过程中总是向生长旺盛的部位转移^[18]。因而,文中叶片中的N元素相对于根和枝较多,可能与藤本植物的叶片生长茂盛的特征相关。

研究藤本植物的营养元素含量及利用方式有利于其在城市垂直绿化、园林景观设计等方面的合理利用。可以看出,在白花油麻藤生长过程中,应及时地补充其生长必需的N、P、K等矿质营养元素,以维持植株生长所需的养分平衡,使其稳定生长以在城市绿化等实际应用中发挥更好的作用。

致谢 (Acknowledgements)

感谢蔡锡安助理研究员协助光合测定,褚国伟工程师协助植物养分分析。研究生杨兴玉协助叶片表皮形态和结构的观测,对他们的参与工作表示诚挚的谢意!

参考文献 (References)

- [1] 李树刚,张本能. 1995. 中国植物志(第四十一卷)[M], 北京: 科学出版社.
- [2] 吴德邻. 2003. 广东植物志(第五卷)[M]. 广州: 广东

科技出版社.

- [3] 关岚岚,刘楠,韦强,等. 2008. 华南地区8种藤本植物叶绿素荧光特性对模拟二氧化硫污染的响应[J]. 热带亚热带植物学报, **16**(2): 95-103.
- [4] 林植芳,吴彤,孔国辉,等. 2007. 8种城市绿化攀援植物的光合作用和水分关系特性[J]. 热带亚热带植物学报, **15**(6): 473-481.
- [5] 王东晓,陈若芸,刘屏,等. 2008. 白花油麻藤不同极性部位对 60CO_γ 射线辐射小鼠外周血象的保护作用[J]. 解放军药学报, **24**(2): 103-106.
- [6] 孙小五,汪矛,毕冬玲. 2005. 猪毛菜幼苗的发育解剖学研究[J]. 西北植物学报, **25**(5): 917-922.
- [7] 任海,彭少麟,戴智明,等. 2002. 了哥王的生态生物学特征[J]. 应用生态学报, **13**(12): 1529-1532.
- [8] 李志安,丁明懋,方炜,等. 1995. 马占相思人工森林生态系统养分的储存与分布[J]. 生态学报, **15**(增刊A): 103-114.
- [9] Sun J. 1996. High light effects on CO_2 fixation gradients across leaves[J]. *Plant Cell and Environment*, **19**: 1261-1271.
- [10] 周利华,聂立水,吴京科. 2005. 福建比利时杜鹃叶片矿质营养含量的研究[J]. 河北林果研究, **20**(4): 317-322.
- [11] 张新慧,张恩和. 2008. 当归叶片光合参数日变化及其与环境因子的关系[J]. 西北植物学报, **28**(11): 2314-2319.
- [12] 马金娥,金则新,张文标. 2007. 濒危植物夏蜡梅及伴生植物的光合日进程[J]. 植物研究, **27**(6): 708-714.
- [13] 刘玉华,史纪安,贾志宽,等. 2006. 旱作条件下紫花苜蓿光合蒸腾日变化与环境因子的关系[J]. 应用生态学报, **17**(10): 1811-1814.
- [14] 廖红,严小龙. 2003. 高级植物营养学[M]. 北京: 科学出版社.
- [15] 王忠强,吴良欢,刘婷婷,等. 2008. 供氮水平对爬山虎生物量及养分分配的影响[J]. 生态学报, **27**(8): 3435-3441.
- [16] 官丽莉,刘菊秀,周小勇. 2003. 土壤条件与植物响应[J]. 生态环境, **12**(4): 478-481.
- [17] 王忠强. 2000. 植物生理学[M]. 北京: 中国农业大学出版社.
- [18] 漆小雪,韦霄,蒋运生,等. 2006. 银杏大小年结果植株叶片的营养元素比较研究[J]. 广西植物, **26**(3): 325-329.