

山蒟 (*Piper hancei*) 的生态生物学特征

简曙光¹, 李玲^{1,2}, 张倩媚¹, 卢琼³, 叶育石¹, 任海^{1*}

1. 中国科学院华南植物园, 广东 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 佛山市高明区园林管理处, 广东 佛山 528500

摘要: 山蒟 (*Piper hancei*) 是一种有较高园林绿化价值的常绿藤本植物, 通过样地调查及相关数据分析, 对山蒟的形态解剖学、生理生态学、营养元素含量等生态生物学特征进行研究, 结果表明: 山蒟喜阴湿环境, 耐贫瘠, 适合在酸性赤红壤上生长, 主要分布于热带亚热带地区光照适中或较弱的溪涧边、林下、树干或岩石上。其平均光合速率为 $4.07 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 气孔导度为 $0.23 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 蒸腾速率为 $3.87 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。山蒟对营养元素的利用率较高, 植株体内加权平均养分含量为 N 2.00%、P 0.20%、K 2.11%、Ca 0.94%、Na 0.05%、Mg 0.15%, 其中叶片的 N、K 和 Ca 含量最高, 枝的 P 和 Mg 含量最高。山蒟的生态生物学特征有利于其快速生长、覆盖、吸附攀援和适应环境。研究结果将为山蒟的引种、栽培及开发利用提供重要理论依据。

关键词: 山蒟; 藤本; 生态生物学特征; 园林绿化; 开发利用

中图分类号: Q945.11

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2009) 02-0608-06

山蒟 (*Piper hancei* Maxim.) 又名山菱, 为胡椒科 (Piperaceae) 一种多年生常绿木质藤本植物, 分布于我国南部各省区, 广东各地常见, 生于山地溪涧边, 密林或疏林中, 攀援于树上或石上, 长数至 10 余米。山蒟主要用于入药, 有行气止痛, 祛风消肿之功效, 能治风湿性关节炎、腰膝无力、咳嗽气喘等; 以往的相关研究也主要是有关化学成分及药用价值方面^[3-5]。山蒟生长及攀附能力强, 能在较短时间内形成对树干等物体的覆盖, 是我国热带、亚热带地区少有的具有较高园林绿化价值的藤本植物, 在城市立体绿化, 特别是立柱及高架桥墩绿化中具有广泛的应用前景。目前, 目前国内外对山蒟生态生物学特征的研究基本空白, 这为其引种、栽培及开发利用带来困难。本文通过对山蒟的群落学、形态解剖学、生理生态学、营养元素含量等生态生物学特征进行研究, 为其引种、栽培、繁殖及在城市立体绿化中的应用提供理论依据。由于目前对藤本植物生态生物学特征的研究还未见报道, 本文对山蒟生态生物学特征的研究方法和结果可以为开展其它藤本植物的类似研究提供参考。

1 材料及方法

1.1 植物材料

本实验分别在广东省鼎湖山自然保护区、阳春鹅凰嶂自然保护区和中国科学院华南植物园进行, 测定生理生态指标的材料取自华南植物园内引种栽培山蒟植株, 群落结构、营养元素含量、形态指标和叶面积指数测定的材料取自阳春鹅凰嶂自然

保护区和鼎湖山自然保护区的野生山蒟植株。

1.2 研究地区生境

鼎湖山自然保护区地处广东省肇庆市东北部, 东经 $112^{\circ}30'39''\sim 112^{\circ}33'41''$, 北纬 $23^{\circ}09'21''\sim 23^{\circ}11'30''$, 总面积 1155 km^2 。保护区内大部分属山地丘陵地貌, 海拔 200~500 m, 最高峰为 1000.3 m。本地区属亚热带季风湿润气候, 年平均气温 20.9°C , 年均降雨量为 1956 mm, 年相对湿度 81.5%。土壤为发育于砂页岩母质的赤红壤, 土层厚 60~90 cm, 表土有机质含量 2.94%~4.27%。植被类型主要为亚热带常绿阔叶林。

鹅凰嶂自然保护区地处北回归线南侧的阳春市西南部, 位于东经 $111^{\circ}21'29''\sim 111^{\circ}36'03''$, 北纬 $21^{\circ}50'36''\sim 21^{\circ}58'40''$ 。年平均气温 21.7°C , 年积温 $7000\sim 8000^{\circ}\text{C}$, 最冷月平均温 13°C , 年极端最低温度和最高温度分别为 1.5°C 和 38.2°C ; 年平均降雨量 3428.9 mm; 空气湿度大, 年平均相对湿度达 80%^[4]。土壤主要为红壤和山地黄壤, 表层土壤含沙量较高, pH 值在 4~6 之间, 土层较深厚, 有机质含量较高; 植被类型主要为亚热带常绿阔叶林, 以马尾松林、针阔叶混交林、常绿灌丛等为辅, 优势种为樟科、壳斗科、桃金娘科、山矾科、茜草科和山茶科等^[5]。

中国科学院华南植物园位于东经 $113^{\circ}17'$, 北纬 $23^{\circ}8'$, 海拔 8~200 m, 属亚热带季风气候区, 地处广东省广州市东北郊龙眼洞附近。年平均气温 21.9°C , 最热月 (7 月) 平均气温为 28.4°C , 最冷

基金项目: 科技部支撑计划项目 (2008BAJ10B03); 广东省科技计划项目 (2006B60101034; 2008A060207017); 佛山市高明区科技计划项目 (2007N03)

作者简介: 简曙光 (1972 年生), 男, 研究员, 博士, 研究方向: 植物生态学。E-mail: jiansg@scbg.ac.cn

收稿日期: 2009-01-09

月(1月)平均气温仍在13℃以上,年平均降水量1689.3~1876.5 mm,年平均日照时数为1875.1~1959.9 h,年太阳总辐射量105.3~109.8 kcal·cm⁻²。

1.3 研究方法

1.3.1 形态学特征

平均节间距、枝角、每株枝条数、每枝条着叶数采用常规方法,各取4株同龄植株进行测量^[6]。叶片结构通过制片在显微镜下完成^[7-8]。

1.3.2 生理生态学指标

叶片光合作用日变化的测定采用美国 LI-COR 公司产 LI-6400 便携式光合作用测定系统,选择晴朗无风的天气(2008年7月5日),从8:00~18:00每隔2h测定1次(数据取重复4次的平均值);叶片含水量采用烘干称重法测定^[9];叶面积指数采用美国 LI-COR 公司产 LAI-2000 植物冠层分析仪测量^[9]。

1.3.3 群落学调查

在野外有山药分布的地方,选取山药个体数量较多、分布较集中、有代表性的种群进行样方(5 m×5 m)调查。调查样方内的所有植物的种类,并测记各个样方内山药的生长状况,各个样方的样方内、附近林下及空旷地带的温度、湿度和郁闭度。温度和湿度用温湿度计测定,郁闭度采用美国 LI-COR 公司产的 LAI-2000 植物冠层分析仪测定。

1.3.4 植株营养元素及土壤理化性质测定

在野外采取有代表性的新鲜植物样品按叶、枝、根分开,称重,带回实验室用60℃烘干测定含水量。干样品磨碎后通过80目筛后用酸消化,其中全N用自动离子分析仪测定,全P采用钼比色法测定,K、Na、Ca和Mg用原子吸收光谱仪测定^[6]。在各个野外山药种群样方内采集0~30 cm的混合土壤样品,风干,研细;一份通过20目筛,用PH211酸度离子测定仪进行pH值测定(土:水=1:5),另一份通过200目筛,用自动离子分析仪进行全N养分测定^[8]。

1.3.5 数据处理

数据分析和作图均采用 Excel 软件。

2 结果与分析

2.1 生物学特征

山药为多年生常绿藤本植物,除花序轴和苞片柄外,其余均无毛;茎、枝具细纵纹,节上生根;叶纸质或近革质,卵状披针形、心形或椭圆形,少有披针形,长6~12 cm,宽2.5~9 cm,顶端短尖或渐尖,基部渐狭或楔形,有时钝,通常相等或有时略不等;叶脉5~7条,最上1对互生,离基1~3 cm从中脉发出,弯拱上升几达叶片顶部,如为7脉时,则最外1对细弱,网状脉通常明显;叶柄长5~12 mm;

叶鞘长约为叶柄之半。花单性,雌雄异株,聚集成与叶对生的穗状花序。雄花序长6~10 cm,直径约2 mm,总花梗与叶柄等长或略长,花序轴被毛;苞片近圆形,直径约0.8 mm,近无柄或具短柄,盾状,向轴面和柄上被柔毛;雄蕊2枚,花丝短。雌花序长约3 cm,果期略延长;苞片与雄花序的相同,但柄略长;子房近球形,离生,柱头4或稀有3。浆果球形,黄色,直径2.5~3 mm。花期3~8月^[10]。

通过实地观察及引种栽培发现,山药生长或覆盖于地面的叶子多为心形,长6~10 cm,宽5~9 cm;攀附于树干或其他物体之上的叶子多为卵状披针形,长6~12 cm,宽2.5~4.5 cm。山药喜阴湿环境(特别是幼苗期),忌强光,耐贫瘠,耐修剪,对土壤要求不高,在潮湿、肥沃的赤红壤上生长最佳。山药具有特化的攀援方式,既可以依靠特化的不定根吸附在其他物体或树干上攀援向上生长,也可以覆盖地面生长,通过不定根进入土壤吸收营养及水分,短时间即可形成覆盖。山药的枝叶在向上攀援生长时枝角较覆盖地面生长的大,这有利于其竞争到更多的光照。

2.2 形态解剖学特征

禾雀花(*Mucuna birdwoodiana*)、艳桢桐(*Clerodendrum splendens*)在华南植物园的生长及栽培环境与山药相近,因此将三者的形态学指标进行比较(表1)。由表1可知,山药的平均节间距、栅栏组织厚、平均叶面积、单位叶面积干重、脉岛数均小于艳桢桐和禾雀花,而平均每株枝条数、小脉间距、栅皮比均大于艳桢桐和禾雀花;其枝角、叶厚度、单位叶面积干重、下表皮气孔数居于二者之间。艳桢桐则是阳生性植物,禾雀花和山药都是中等偏阴生性植物,当处于弱光照或中度光的环境下,山药和禾雀花通过其数量多的枝条和叶片来增加对光的吸收。与禾雀花相比,山药具有更小的节间距,更多的枝条和叶片,可更多地竞争到光照,从而有效转化为生物量,具有更大的竞争力。

2.3 生理生态学特征

对山药进行净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、胞间CO₂浓度(Ci)、气孔导度(Gs)的日变化的测定可见:山药平均光合速率为4.07 μmol·m⁻²·s⁻¹,蒸腾速率为3.87 mmol·m⁻²·s⁻¹,水分利用效率(WUE)为1.68 μmol·mmol⁻¹,气孔导度为0.23 mol·m⁻²·s⁻¹。

如图1所示,净光合速率在8:00为全天最低,此段时间光合有效辐射(Par)低,光合作用最弱,此后随着时间的推移,光合有效辐射逐渐增加,山药的净光合速率迅速升高,至12:00达到最高值,之后逐渐降低,无明显“午休”现象,这表明山药对日间强光照和高温条件具有较好的适应能力。

表 1 山药、禾雀花和艳桉桐的形态解剖学比较

Table 1 Morphological difference among *Piper hancei*, *Mucuna birdwoodiana* and *Clerodendrum splendens*

指标	山药 <i>Piper hancei</i>	禾雀花 ¹⁾ <i>Mucuna birdwoodiana</i>	艳桉桐 ¹⁾ <i>Clerodendrum splendens</i>
平均节间距/cm	6.8±1.3	12.6±3.8	14.8±2.7
枝角/(°)	55.5±13.3	47.4±17.1	70.3±5.2
平均每株枝条数	56.5±9.5	22.3±3.9	9.8±2.1
每枝条着叶数	13.3±6.14	13.1±9.0	14.5±2.9
着叶描述	整株分布	整株分布	整株分布
单位叶面积干重/(mg DW·cm ⁻²)	3.3±0.7	7.9±1.0	5.5±1.6
平均叶面积/cm ²	29.0±6.5	40.4±12.4	58.6±37.9
叶厚度/μm	210.1±49	410±170	202.5
栅栏组织厚/μm	15.0	60.0	50.0
小脉间距/μm	410	151	280
下表皮气孔数/(No·mm ⁻²)	40	13	166
栅皮比	17.2	8.1	11.2
脉岛数/(No·mm ⁻²)	1.3	17.1	6.2

注: ¹⁾ 本文测定结果。

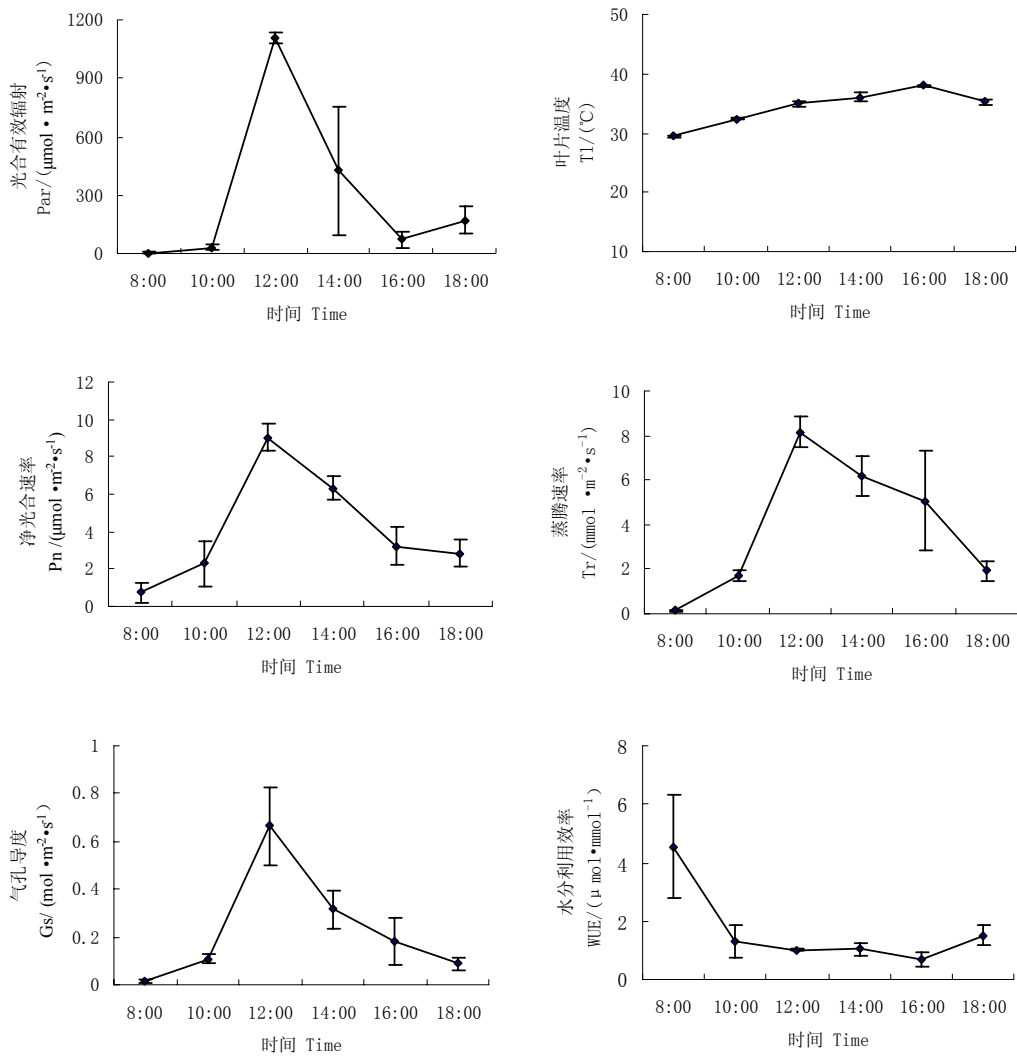


图 1 山药叶片的光合有效辐射、叶片温度、净光合速率、蒸腾速率、气孔导度和胞间水分利用效率的日变化

Fig. 1 Diurnal variation of photosynthetic active radiation (Par), leaf temperature (TL), net photosynthetic rate (Pn), transpiration rate (Tr), stomatal conductance (Gs), water use efficiency (WUE)

山药叶片蒸腾速率与净光合速率的日变化过程相似，净光合速率高时蒸腾速率也高，无稳定的

高峰期。这是由于光照增加了大气温度和叶温，气温的提高能增强水分蒸发速率。气孔导度的日变化与净光合速率、蒸腾速率的日变化曲线呈现比较一致的趋势，最大值在 12:00 左右，此时气孔开度最大，有利于光合速率的提高和蒸腾速率的加快。午后气孔导度逐渐下降，导致光合速率和蒸腾速率同时下降。随着水分散失的增多，气孔导度的迅速降低又能减少植物水分的过度散失。

山药水分利用效率的日变化随其光合和蒸腾的日变化呈现倒单峰型曲线变化。日出后随着光合有效辐射的增加，净光合速率增加，但此时相对湿度较大，温度较低，蒸腾速率较小，山药叶片光合速率的增幅大于蒸腾速率的增幅，WUE 在 8:00 左右达到最大值；当净光合速率超过一定强度后，光合速率的增幅小于蒸腾速率的增幅，WUE 逐渐下降，在 16:00 左右降到谷底；以后又逐渐上升。此时光合有效辐射很小，但蒸腾更小。

2.4 群落学特征

山药主要分布于光照较弱的山地溪涧边，密林或疏林中，攀援于树上或石上，群落结构具较强的次生性质。山药主要呈零星分布，极少集中成片分布。样地调查表明，山药各个种群的群落结构及生境基本相似，群落内郁闭度为 0.30~0.60，光照太强或太弱均难以生长。山药在群落内的盖度为 5%~25%，与山药伴生的主要物种有鸭脚木（*Schefflera octophylla*）、单穗鱼尾葵（*Caryota monostachya*）、白颜树（*Gironniera subaequalis*）、水同木（*Ficus fistulosa*）、柏拉木（*Blastus cochinchinensis*）、猴耳环（*Archidendron clypearia*）、山椒（*Uvaria grandiflora*）、假鹰爪（*Desmos chinensis*）、紫玉盘（*Uvaria macrophylla*）乌材（*Diospyros eriantha*）、罗伞树（*Ardisia quinqueгона*）等，林下主要有楼梯草（*Elatostema involucratum*）、三羽新月蕨（*Pronephrium triphyllum*）、渐尖毛蕨

（*Cyclosorus acuminatus*）和半边旗（*Pteris semipinnata*）等。山药通常攀附于其它植物树干之上，或覆盖在地面及潮湿的石头上。

山药的群落调查结果如表2所示，山药样方内的温度和湿度介于密林中和附近空旷处之间，与附近密林中较相近，表明山药适合在环境较潮湿，郁闭度适中的环境中生长。在郁闭度极高的密林中及郁闭度极低的林外空地，山药均难以生长。山药适宜生长的环境郁闭度在0.30~0.60之间，湿度约为50%~80%。山药生长地区的土壤以赤红壤为主，土壤含水量为(26.64%±2.07)%，pH值为3.64±0.08，全N含量为(0.31±0.02)%。

2.5 营养物质分布及其利用

山药植株平均含水量为72.4%，各营养器官总营养元素含量（质量分数，以下同）如表3所示。叶片总营养元素含量最高，根其次，枝最低。植株加权平均养分含量（即整个植株磨碎混匀后测定结果）由高到低的顺序为：全K（2.11%），全N（2.00%），Ca（0.94%），全P（0.20%），Mg（0.15%），全Na（0.05%）；就各营养器官来说，叶片的全K、全N和Ca含量最高，枝的全P和Mg含量最高，这些特点有利于山药的生长、吸附攀援、光合作用及适应环境。

3 讨论与结论

山药为常绿木质藤本，多生长于光照较弱的山地溪涧边，密林或疏林中，攀援于树上或石上，适合生长于湿度较大，郁闭度适中的环境，但在光照较强的环境也能生长一段时间。多数植物在人为干扰情况下多数生长较差甚至死亡，而山药在人类活动影响较大的森林边缘、溪涧边、村旁，甚至路边物体上也能较好地生长，显示出其对多变生境的强适应能力，在城市园林绿化，特别是立柱或桥墩绿化中具有较好的应用前景。山药既可以依靠不定根吸附树干或其它支持物进行攀援生长，也可以覆盖地面、石头或在其他物体之上生长，这使其能充分利用空间，竞争到更多的

表2 山药的群落学特征
Table 2 The community characteristics of *Piper hancei* in the field

样方位置及生境	经纬度及海拔	对比生境	温度/℃	湿度/%	郁闭度	生长状况
鼎湖山	23°10.386' N	山药样方内	23.5	75.9	0.32	盖度约25%，山药攀附在树上，林外无分布，叶多为卵状披针形
飞水潭边林下	112°32.524' E	附近林中	23.0	75.2	0.53	
	H 48.0m	林外空地	24.5	60.5	0.15	
鼎湖山	23°10.219' N	山药样方内	24.0	76.0	0.38	盖度约10%，山药攀附在岩石及树上，叶多为心形，少卵状披针形
旅行社后林下岩石旁	112°32.698' E	附近林中	23.5	74.0	0.65	
	H 46.0m	林外空地	26.0	63.1	0.16	
鼎湖山	23°9.597' N	山药样方内	21.8	78.0	0.45	盖度约10%，山药主要生长在溪涧边地面及石头上，少量攀附在树上，叶心形
老鼎河沟边林下	112°32.024' E	附近林中	21.5	70.0	0.71	
	H 61.0m	林外空旷处	24.5	63.1	0.15	
鹅凰嶂保护区	21°54.021' N	山药样方内	24.0	75.0	0.35	盖度约20%，山药多生长在疏林下地面；叶多为卵状披针形及心形
路边次生林下	111°29.574' E	附近林中	23.0	76.0	0.72	
	H 194.0m	林外空旷处	25.5	55.5	0.10	

表3 山药各器官营养元素含量
Table 3 Nutrient content in different organs of *Piper hancei* w/%, mean ± SD

器官	全N	全P	全K	Na	Ca	Mg	平均值
叶	2.14±0.04	0.18±0.02	2.71±0.21	0.06±0.01	1.42±0.31	0.15±0.03	1.11±0.10
枝	1.76±0.13	0.24±0.08	2.02±0.25	0.04±0.01	0.60±0.04	0.19±0.23	0.81±0.12
根	2.10±0.20	0.17±0.03	1.59±0.13	0.06±0.01	0.80±0.05	0.10±0.01	0.89±0.07
平均值	2.00±0.13	0.20±0.04	2.11±1.20	0.05±0.01	0.94±0.13	0.15±0.09	0.91±0.27

光照,从而具有更强的竞争力。

植物叶片栅栏组织厚度与抗寒能力呈正相关^[11]。山药叶片及栅栏组织厚度一般,表明其耐寒能力一般,仅适合在气温较高的热带及亚热带地区进行引种栽培。山药的节间距小、分枝多、叶片多、栅栏组织较薄,这些特点均有利于其增加对光的吸收,从而具有更大的竞争力。

山药具有较高的净光合速率,光合作用日变化且呈现明显的单峰曲线,这表明山药虽然不是阳性植物,但对午间强光照和高温条件也具有较好的适应能力,这有利于其积累生物量并向上生长。在水分充足的生长条件下,山药可以维持较高的蒸腾速率,这是其对光合系统的一种保护措施。

植物气孔是光合作用过程中 O₂ 和 CO₂ 进出及水分散失的门户,气孔导度的变化直接影响光合作用和蒸腾作用^[12]。山药的高光合速率、蒸腾作用和气孔开闭对水分的灵敏控制等表明其对强光照和高温具一定的适应性,但与其它已被广泛利用的园林绿化攀援植物相比^[13],山药在光合作用方面无明显优势。野外观察发现,山药多在郁闭度适中的环境中生长,光照过强会使其难以生长,叶片变小而卷缩;但过于荫蔽又不利于其进行光合作用,甚至无法生长。因此,引种栽培过程中应注意光照强度及湿度的控制。

植物营养元素含量体现植物在一定生境条件下吸收和利用营养元素的能力,能在一定程度上揭示植物的生长状况^[14]。植物体中 N 和 P 是重要的结构组成元素,N 能够促进植物的生长和提高光合作用;P 能促进植物根系发育及新器官形成的能力,并能提高植物的抗逆性能力;K 虽然不是植物结构组分元素,却是植物生理活动最重要的元素之一,能够促进植物的光合作用;Ca、Mg 则主要与蒸腾作用相关^[15]。山药具有数量多的分枝及叶片,其叶片中 N、K 和 Ca 的含量最高,这有利于山药的生长、光合作用及蒸腾作用;而枝部 P 含量最高则有利于其根系发育及新器官的形成,从而有利于其向上生长、吸附攀援及适应环境。此研究结果在栽培及园林绿化中具有重要意义,如在引种栽培和用于立体绿化过程中应该适量增加 N 和 P 元素的供应,以促进山药的生长、吸附攀援及适应环境。与已研

究的一些植物相比^[6,16-18],山药植株总营养元素含量较高。山药通常生长于林缘地带,土壤一般较为贫瘠,这一方面表明山药对营养元素的利用率较高,另一方面也表明山药较粗生,对生长环境适应性好。

综上所述,山药喜阴湿环境,耐贫瘠,适合在郁闭度适中的环境,及潮湿、肥沃的酸性土壤上生长;具有较高的净光合速率,光合作用日变化且呈现明显的单峰曲线,对营养元素的利用率较高;既可以依靠特化的不定根吸附在其他物体或树干之上攀援,也可以覆盖地面生长,具有极强的生境适应能力。山药的生态生物学特征有利于其快速生长、覆盖、吸附攀援和适应环境。因此,山药用于城市园林绿化,特别是高架桥桥墩或立柱绿化等立体绿化具有很好的应用前景。在引种、栽培、繁殖及用于城市立体绿化时,应尽量营造郁闭度适中(0.3~0.6)的阴湿环境,并用酸性土壤种植,适当加施N、P、K复合肥。

致谢: 感谢陈少微老师协助植物养分分析,卢桂敏协助生态指标测定,杨兴玉协助叶片表皮形态和结构观测,刘楠对文稿提出修改意见。

参考文献:

[1] 韩桂秋,魏丽华,李长龄,等. 石南藤、山药活性成分的分离和结构鉴定[J]. 药学学报, 1989, 24(6): 438-443.
HAN Guiqiu, WEI Lihua, LI Changling, et al. The isolation and identification of PAF inhibitors from *Piper wallichii* (Miq.) Hand-Mazz and *P. hancei* Maxim[J]. Acta Pharmaceutica Sinica, 1989, 24(6):438-443.

[2] 周亮,杨峻山,涂光忠. 山药化学成分的研究(I) [J]. 中草药, 2005, 36(1): 13-15.
ZHOU Liang, YANG Junshan, TU Guangzhong. Chemical components of *Piper hancei*(I) [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2005, 36(1): 13-15.

[3] 枉前,曹健,葛勤,等. 山药提取物对兔动脉粥样硬化的影响[J]. 中国药房, 2005, 16(18): 1382-1384.
WANG Qian, CAO Jian, GE Qin, et al. The effect of *Piper hancei* extract on the atherosclerosis of rabbits[J]. China Pharmacy, 2005, 16(18): 1382-1384.

[4] 申仕康,马海英,王跃华,等. 濒危植物猪血木 (*Euryodendron excelsum* H. T. Chang) 自然种群结构及动态[J]. 生态学报, 2008, 28(5): 2405-2412.

- SHEN Shikang, MA Haiying, WANG Yuehua, et al. The structure and dynamics of natural population of the endangered plant *Euryodendron excelsum* H T Chang[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(5): 2405-2412.
- [5] 王发国, 叶华谷, 叶育石. 广东鹅凰嶂自然保护区珍稀濒危植物及保育[J]. 华南农业大学学报: 自然科学版, 2004, 25(1): 77-79.
- WANG Faguo, YE Huagu, YE Yushi. The resource and conservation of rare and endangered plants in Ehuangzhang Nature Reserve, Guangdong Province[J]. Journal of South China Agricultural University: Natural Science Edition, 2004, 25(1): 77-79.
- [6] 任海, 彭少麟, 戴志明, 等. 了哥王 (*Wikstroemia indica*) 的生态生物学特征[J]. 应用生态学报, 2002, 13(12): 1529-1532.
- REN Hai, PENG Shaolin, DAI Zhiming, et al. Ecological and biological characteristics of *Wikstroemia indica*[J]. Journal of Applied Ecology, 2002, 13(12): 1529-1532.
- [7] DUNCAN WG. Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis[J]. Crop Science, 1971, 11: 482-485.
- [8] 任海, 彭少麟, 孙谷畴, 等. 广东中部两种常见灌木的生态学比较[J]. 植物生态学报, 1997, 21(4): 386-392.
- REN Hai, PENG Shaolin, SUN Guchou, et al. The ecological comparison of *Psychotria rubra* and *Rhodomyrtus tomentosa* in South China[J]. Acta Phytocologica Sinica, 1997, 21(4): 386-392.
- [9] 巩合德, 杨国平, 张一平, 等. 哀牢山 4 类植物群落叶面积指数比较[J]. 东北林业大学学报, 2007, 35(3): 34-36.
- GONG Hede, YANG Guoping, ZHANG Yiping, et al. Comparison of leaf area index of four types of plant communities in Ailao Mountain[J]. Journal of Northeast Forestry University, 2007, 35(3): 34-36.
- [10] 程用谦. 中国植物志: 胡椒科[M]. 北京: 科学出版社, 1982, 20(1): 60-61.
- CHEN Yongqian. Flora Reipublicae Popularis Sinicae: Piperaceae[M]. Beijing: Science Press, 1982, 20(1): 60-61.
- [11] SUN J. High light effects on CO₂ fixation gradients across leaves[J]. Plant Cell and Environment, 1996, 19: 1261-1271.
- [12] 张文标, 金则新, 柯世省, 等. 木荷光合特性日变化及其与环境因子相关性分析[J]. 广西植物, 2006, 26(5): 492-498.
- ZHANG Wenbiao, JIN Zexin, KE Shisheng, et al. Diurnal photosynthetic characteristics of *Schima superba* and its correlation with environment[J]. Guihaia, 2006, 26(5): 492-498.
- [13] 林植芳, 吴彤, 孔国辉, 等. 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, 2007, 15(6): 473-481.
- LIN Zhifang, WU Tong, KONG Guohui, et al. Photosynthesis and water relations in eight urban landscape climbing plants[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2007, 15(6): 473-481.
- [14] 刘鹏, 郝朝运, 陈子林, 等. 不同群落类型中七子花器官营养元素分布及其与土壤养分的关系[J]. 土壤学报, 2008, 45(3): 304-312.
- LIU Peng, HAO Chaoyun, CHEN Zilin, et al. Nutrient element distribution in organs of *Heptacodium miconioides* in different communities and its relationship with soil nutrients[J]. Acta Pedologica Sinica, 2008, 45(3): 304-312.
- [15] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1979: 31-32.
- PAN Ruizhi. Plant Physiology[M]. Beijing: Higher Education Press, 1979: 31-32.
- [16] 陈有志, 庞新华. 龙眼叶片矿质营养研究[J]. 中国南方果树, 2002, 31(2): 37-39.
- CHEN Youzhi, Pang Xinhua. Nutritive elements in foliage of *Diospyros longan*[J]. Journal of Fruit Tree in South China, 2007, 24(2): 240-245.
- [17] 黄敏玲, 叶秀仙, 陈诗林, 等. 鹤望兰叶片矿质营养特征及配方肥对其生长开花的影响[J]. 吉林农业大学学报, 2007, 29(6): 652-655.
- HUANG Minling, YE Xiuxian, CHEN Shilin, et al. Characteristics of mineral nutrition and influence of formula fertilizer on the growth and blossoms of *Strelitzia reginae*[J]. Journal of Jilin Agricultural University, 2007, 29(6): 652-655.
- [18] 许方宏, 张倩媚, 王俊, 等. 圆齿野鸦椿(*Euscaphis konishii* Hayata) 的生态生物学特性[J]. 生态环境学报, 2009, 18(1): 306-309.
- XU Fanghong, ZHANG Qianmei, WANG Jun, et al. Ecological and biological characteristics of *Euscaphis konishii* Hayata[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2009, 18(1): 306-309.

Ecological and biological characteristics of *Piper hancei*

Jian Shuguang¹, Li Ling^{1,2}, Zhang Qianmei¹, Lu Qing³, Ye Yushi¹, Ren Hai^{1*}

1. Guangdong Key Laboratory of Digital Botanical Garden, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Landscape Management Agency of Gaoming District, Foshan Municipality, Foshan 528000, China

Abstract: *Piper hancei* is an evergreen vine species with good ornamental value in landscape greening. The studies on the morphological, physiological and ecological characteristics, and nutrient utilization of *P. hancei* showed that this species mainly distribute under forest, on the trunk and stone, or along rivulet side with moderate to shady condition in tropical and subtropical areas. It prefers to grow on the fertile, acidic lateritic red soil, under shady and humid condition in the field, and can grow well on impoverished soil. The average photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate of *P. hancei* were $4.07 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $0.023 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $3.87 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively. The weighted nutrient concentration of *P. hancei* were N 2.00%, P 0.20%, K 2.11%, Ca 0.94%, Na 0.05% and Mg 0.15%, respectively. *P. hancei* has a high level of nutrient utilization efficiency and has the highest N, K and Ca content in leaf, P and Mg content in branch. The ecological and biological characteristics of *P. hancei* favored its fast growing, covering, climbing and adaptability to different environments. The results are very useful for introduction, cultivation, exploitation and utilization of *P. hancei* in landscape greening.

Key words: *Piper hancei*; vine species; ecological and biological characteristics; landscape greening; exploitation and utilization