

首冠藤的生态生物学特征

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

(1. 中国科学院华南植物园, 广州 510650; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 广东阳春鹅凰嶂省级自然保护区管理处, 广东 阳春 529631)

摘要: 通过样地调查, 对首冠藤(*Bauhinia corymbosa*)的生态生物学特征进行研究。结果表明, 首冠藤是阳生性藤本植物, 主要分布于热带亚热带地区光照较好的山坡、疏林边缘或村旁; 耐贫瘠, 适宜生长的土壤为红壤和赤红壤。其平均光合速率为 $3.306 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 气孔导度为 $0.25 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 蒸腾速率为 $4.10 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。首冠藤对营养元素的利用率较高, 植株体内 N、P、K、Ca、Na、Mg 加权平均养分含量分别为 1.11%、0.09%、0.56%、0.86%、0.21%、0.06%, 其中叶片 N 含量最高, 枝 Na 含量最高, 根部 P 和 Mg 含量最高。首冠藤的生态生物学特征有利于其快速生长、攀附和适应环境。

关键词: 首冠藤; 藤本植物; 生态生物学特征; 园林绿化; 开发利用

中图分类号: Q945.79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)06-0528-07

Ecological and Biological Characteristics of *Bauhinia corymbosa*

LI Ling^{1,2}, CHEN Yong-ju³, REN Hai¹, ZHANG Qian-mei¹, YE Yu-shi¹, JIAN Shu-guang^{1*}

(1. South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Administrative Department of E'huangzhang Provincial Nature Reserve of Yangchun, Guangdong, Yangchun 529631, China)

Abstract: The physiological and ecological characteristics, and nutrient utilization of *Bauhinia corymbosa* were studied by plot investigation. The species is a heliophyte liana and distributes mainly in open forest fringe, hillside, and village side in tropical and subtropical areas, and grow well on the red soil and lateritic red soil. The average photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate were $3.306 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, $0.25 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ and $4.10 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, respectively. The weighted nutrient contents of N, P, K, Ca, Na, and Mg in *B. corymbosa* were 1.11%, 0.09%, 0.56%, 0.86%, 0.21% and 0.06%, respectively. The nutrient utilization efficiency of *B. corymbosa* is high and N content in leaf is the highest, and do Na content in branch, P and Mg contents in root. The ecological and biological characteristics of *B. corymbosa* were beneficial to growing, climbing and adapting to environment.

Key words: *Bauhinia corymbosa*; Liana; Ecological and biological characteristics; Landscape greening; Development and utilization

藤本植物是一类不能单独直立, 只能匍匐地面或借助它物攀援, 生活型十分特殊的植物类群, 它们一般生长迅速、易于造型, 且占地面积小, 在园林绿化中具有独特的优势^[1]。应用藤本植物进行城市立体绿化是改善城市生活环境, 扩大与提高绿地的数量与质量的最有效途径, 同时还能够缓解绿化

用地和建筑用地的矛盾。我国亚热带地区藤本植物种类丰富, 但在城市绿化中的应用非常有限^[2]。

首冠藤(*Bauhinia corymbosa* Roxb. ex DC.)为苏木科(Caesalpinaceae)羊蹄甲属多年生常绿木质藤本植物, 又名深裂叶羊蹄甲、药冠藤, 主要分布在广东省深圳、广宁、阳春等地, 香港、海南也有分布, 世

收稿日期: 2009-01-08 接受日期: 2009-04-20

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); 广州市科技计划项目(2006B60101034); 佛山市高明区科技项目(2007N03); 广东省数字植物园重点实验室项目资助

* 通讯作者 Corresponding author

界热带亚热带地区有栽培^[1]。首冠藤嫩枝、花序和卷须被红棕色小粗毛;老枝无毛;卷须单生或成对。叶纸质,近圆形,长2.0~4.0 cm,宽2.0~4.5 cm,自先端深裂达叶长的3/4,裂片先端圆,基部近截平或浅心形,两面无毛或下面基部和脉上被红棕色小粗毛;基出脉7条;叶柄纤细,长1~2 cm。伞房花序式的总状花序顶生于侧枝上,长约5 cm,多花,具短的总花梗;花芳香,花瓣白色,有粉红色脉纹,阔匙形或近圆形,边缘皱曲;能育雄蕊3枚,花丝淡红色;退化雄蕊2~5枚;子房具柄,无毛。荚果带状长圆形,长10~25 cm;种子长圆形,褐色。花期4~6月;果期9~12月^[4]。首冠藤通常零星生长在山谷疏林或山坡向阳处;生长最适温度为20~30℃,较耐荫耐旱不耐寒^[5]。首冠藤叶形独特,花色灿烂,花期呈现红、绿、白交相辉映,观赏性高,是我国热带亚热带地区少有的具有较高园林观赏价值的野生藤本植物,在城市立体绿化中具有广泛的应用前景。目前国内外对首冠藤生态生物学特性的研究未见报道。本文对野外和人工种植条件下首冠藤的生态生物学特征进行研究,为其引种、栽培及在城市立体绿化中的应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料和生境气候特点

取中国科学院华南植物园内栽培的首冠藤进行生理生态指标的测定,在阳春鹅凰嶂自然保护区对野生首冠藤的群落结构进行分析,并测定营养元素含量、形态指标和叶面积指数。

鹅凰嶂自然保护区地处北回归线南侧的阳春市西南部,西与电白县相邻,南与阳西县接壤,位于111°21'29"~111°36'03"E,21°50'36"~21°58'40"N。年均气温21.7℃,年积温达7 000~8 000℃,最冷月均温13℃,极端最低温1.5℃(1997年),极端最高温38.2℃(1998年);年均降雨量3 428.9 mm。本区是华南第一降雨中心,空气湿度大,年均相对湿度80%;土壤主要为红壤和山地黄壤,表层土壤含沙量较高,pH值4~6,土层较深厚而有机质含量较高,但局部多露石;地带性植被以南亚热带常绿阔叶林为主,以马尾松林、阔叶混交林、常绿灌丛等为辅,优势种为樟科(Lauraceae)、壳斗科(Fagaceae)、桃金娘科(Myrtaceae)、山矾科(Symplocaceae)、茜草科(Rubiaceae)和山茶科(Theaceae)等^[6]。

中国科学院华南植物园位于广州市,113°21'

E,北纬23°10'N,属南亚热带季风气候区。园内以低丘陵台地为主,土壤为赤红壤和沙质中壤土,地带性植被为南亚热带季风性常绿阔叶林。夏季炎热潮湿,秋冬温暖干旱,年均气温21.8℃,最热月均温28.3℃,极端最高温38.3℃,最冷月均温13.3℃,极端最低温-0.8℃,冬季几乎无霜冻。年均降雨量1 623.6~1 899.8 mm,雨量集中于4~9月,10月至翌年3月为旱季,干湿季节明显。

1.2 形态学特征观察

平均节间距、枝角、每株枝条数、每枝条着叶数等按任海等^[7]的方法,取4株同龄植株进行测量;叶片结构按Duncan和任海等的方法^[8-9],用显微镜观测。

1.3 生理生态学指标

叶片光合速率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,从8:00~18:00每隔2 h测定1次(每次测定4次重复,取平均值);叶片含水量采用烘干称重法^[9]测定;叶面积指数采用美国LI-COR公司产的LAI-2000植物冠层仪测量^[10]。

1.4 群落学调查

在鹅凰嶂自然保护区内选取有代表性的4个首冠藤种群进行样方(10 m×10 m)调查^[7]。调查样方内的所有植物种类,记录首冠藤的盖度及生长状况、样方内、附近林下及过渡地带的温度、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。

1.5 植株营养元素及土壤理化性质测定

在野外采集新鲜植物样品,按叶、枝、主茎、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,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^[7]。在4个样方内采集0~30 cm深的混合土壤样品,风干后研磨,一部分过20目筛,用PH 211酸度离子测定仪测定pH值(土:水=1:5),另一部分过200目筛,用自动离子分析仪进行全N养分测定^[11]。

数据分析和作图均采用Excel软件。

2 结果和分析

2.1 形态解剖学特征

野外有首冠藤分布的地方,一般有桃金娘

(*Rhodomyrtus tomentosa*), 而艳桢桐 (*Clerodendrum splendens*) 在华南植物园的生长及栽培环境与首冠藤相似, 因此对它们的形态学指标进行比较(表 1)。由表 1 可见, 首冠藤的平均枝条数、每枝条着叶数、枝角均大于艳桢桐和桃金娘^[7]。其平均节间距、平均叶面积、叶厚度、栅栏组织厚、小脉间距、栅皮比均小于艳桢桐; 而其单位叶面积干重、下表皮气孔

数、脉岛数均大于艳桢桐。首冠藤和桃金娘、艳桢桐都是阳生性植物, 首冠藤通过其数量多的枝条、叶片和大的枝角等来增加对光的吸收。与艳桢桐相比, 首冠藤具更大的地上部分生物量、更小的小脉间距, 可加快光合产物从叶片中运出, 有效提高生物量, 从而具有更大的竞争力。

表 1 首冠藤、桃金娘和艳桢桐的形态比较

Table 1 Morphological comparison among *Bauhinia corymbosa*, *Rhodomyrtus tomentosa* and *Clerodendrum splendens*

	首冠藤 <i>B. corymbosa</i>	桃金娘 <i>R. tomentosa</i> ^[7]	艳桢桐 <i>C. splendens</i>
平均节间距 Distance between leaves (cm)	5.8	4.6	14.8
枝角 Branch angle (°)	87.9	54.1	70.3
每株枝条数 Branch number per individual	25.1	22.0	9.8
每枝条着叶数 Leaf number each branch	157.2	32.0	14.5
单位叶面积干重 Dry weight per leaf area (mg DW cm ²)	9.0	13.4	5.5
平均叶面积 Average leaf area (cm ²)	7.5	17.3	58.6
叶厚度 Leaf thickness (μm)	185.5	157.9	202.5
栅栏组织厚 Thickness of palisade tissue (μm)	45.0	64.2	50.0
小脉间距 Distance between veinlets (μm)	200	126	280
下表皮气孔数 Number of stomata on lower epidermis per mm ²	224	36	166
栅皮比 Epidermis cell/palisade cell	9.0	1.0	11.2
脉岛数 Areoles number per mm ²	21.5	40.0	6.2

2.2 生理生态学特征

对首冠藤进行净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、气孔导度(Gs)、水分利用效率(WUE)的日变化测定表明, 其日平均光合速率为 $8.67 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 蒸腾速率为 $4.10 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 水分利用效率为 $2.00 \mu\text{mol mmol}^{-1}$, 气孔导度为 $0.25 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。

如图 1 所示, 净光合速率在 8:00 为全天最低 ($2.14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 此时的光合有效辐射(Par)低, 光合作用最弱。随着时间的推移, 光合有效辐射逐渐增加, 首冠藤的净光合速率迅速升高, 至 12:00 达到最高值 ($17.57 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 之后逐渐降低, 无明显“午休”现象, 这表明首冠藤是一种阳生性植物, 对日间强光照和高温条件具有较好的适应能力。首冠藤叶片蒸腾速率与净光合速率的日变化过程相似, 在 12:00~14:00 有一个相对稳定的高峰期, 维持在 $7.37 \sim 7.51 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 这是由于光照增加了大气温度和叶温, 气温的提高增强了水分蒸发速率。气孔导度的日变化与净光合速率、蒸腾速率的变化相似, 最大值在 12:00 左右 ($0.51 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), 此时气孔开度最大, 有利于光合速率和蒸腾速率的提高。午后气孔导度逐渐下降, 导致光合速率和蒸

腾速率也下降。气孔导度的降低又能减少植物水分的过度散失。因此, 首冠藤高的蒸腾作用有利于水分在植物体内的运输, 有利于降低叶温, 维持光合系统的正常运行。

首冠藤水分利用效率(WUE)的日变化呈单峰曲线, 最大值在 10:00, 达 $3.49 \mu\text{mol mmol}^{-1}$, 之后明显下降, 与气孔导度的变化较接近。早晨日出后, 随光合有效辐射增加, 净光合速率增加, 且相对湿度较大, 水分充足, 蒸腾速率较小, 首冠藤光合速率的增幅大于蒸腾速率的增幅, WUE 于 10:00 时左右达到最大值; 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; 16:00 后光合速率和蒸腾速率均减弱, WUE 变幅趋于平缓。

2.3 群落学特征

野外调查发现, 首冠藤多生长于光照较好的山谷疏林、山坡或人类活动频繁的村旁; 其叶片密集, 集中于植株的外层, 形成一层致密的地毯式结构, 有较好的景观价值。首冠藤具有特化的攀援方式, 既可以依靠特化的卷须攀援, 也可以单独成株, 或覆盖在其他物种之上生长。

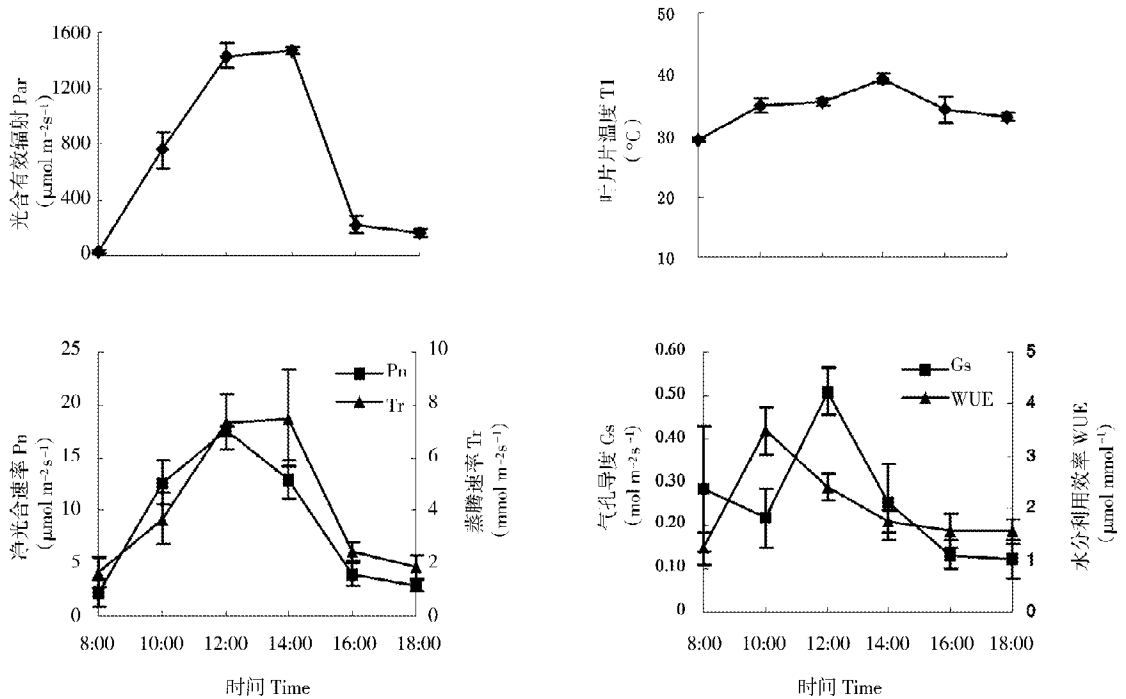


图1 首冠藤叶片的光合特性的日变化

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

4个首冠藤种群分别分布于水电站旁的疏林边缘、农家菜地边、公路旁的竹林边缘和公路旁的堤坝上,首冠藤覆盖地面或攀附其它低矮植物之上,除了水电站旁的种群生长较差外,其余种群均生长较好,叶片较大。群落学调查表明,首冠藤种群的生长环境基本相似,群落内郁闭度为0.15~0.30,盖度为12%~28%。与首冠藤伴生的主要物种有鸭脚木(*Schefflera heptaphylla*)、籐欏(*Zanthoxylum avicennae*)、黄牛木(*Cratogeomys cochinchinense*)、山黄麻(*Trema orientalis*)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa*)等;林下主要有芒萁(*Dicranopteris pedata*)、乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、半边旗(*Pteris semipinnata*)、玉叶金花(*Mussaenda pubescens*)、牛白藤(*Hedyotis hedyotideia*)、葫芦茶(*Tadehagi triquetrum*)、竹节草(*Chrysopogon aciculatus*)等,首冠藤通常攀附于其他植物之上;群落结构具有较强的次生性质,首冠藤主要呈零星分布,极少集中成片分布。

从表2可知,首冠藤样方内的温度明显高于过渡带和附近林地,湿度则低于周边地区。首冠藤样方内的郁闭度低于周边林地以及过渡地带(样方2中过渡地为菜地除外)。在高郁闭度的林中,首冠藤无法生长,只能在郁闭度较低的林缘地带生长。

样方4中有野葛(*Pueraria lobata*)伴生且攀附于首冠藤之上,显示野葛比首冠藤具有更强的竞争力。首冠藤耐贫瘠,对土壤环境要求不高,但在肥沃的土壤上生长更好,叶子较大,叶色较绿;在较阴暗潮湿的地方生长较差。

2.4 营养物质分布

首冠藤植株的平均含水量为86%。从表3可知,叶片总营养元素含量最高,枝其次,主茎和根相近。植株加权平均养分含量(即整个植株磨碎混匀后的测定结果)为全N(1.11%)>Ca(0.86%)>全K(0.56%)>全Na(0.21%)>全P(0.09%)>Mg(0.06%);就各营养器官来说,叶片的全N、全K和Ca含量最高,枝的Na含量最高,根的全P和Mg含量最高。

首冠藤生长地区的土壤以红壤和赤红壤为主,pH值为 5.12 ± 0.79 ,土壤平均含水量为 $(11.09 \pm 2.19)\%$,土壤全N平均含量为 $(0.11 \pm 0.07)\%$ 。

3 讨论

3.1 首冠藤具有特化的攀援方式及对多变生境较强的适应性

首冠藤为常绿木质藤本,叶片近圆形,数量多,叶色浓绿,景观价值高;其叶片集中于外层,形成一

表 2 首冠藤的群落学特征

Table 2 The community characteristics of *Bauhinia corymbosa* in the field

编号 Code	经纬度及海拔 Site and altitude	生境 Habitat	温度(°C) Temperature	湿度(%) Humidity	郁闭度 Canopy density
01	21°55.007' N	样方内 In the plot	25.0	63.0	—
	111°31.022' E	过渡带 Transitional zone	24.0	69.8	—
	H 160 m	附近林下 Under nearby forest	22.0	72.0	—
02	21°55.884' N	样方内 In the plot	31.0	55.0	0.29
	111°32.594' E	菜地 Vegetable plot	22.0	68.0	0.19
	H 150 m	附近林下 Under nearby forest	20.0	72.0	0.35
03	21°56.328' N	样方内 In the plot	34.5	45.0	0.23
	111°34.972' E	过渡带 Transitional zone	28.2	68.0	0.28
	H 45 m	附近竹林下 Under nearby bamboo forest	27.0	69.1	0.48
04	21°55.397' N	样方内 In the plot	32.5	48.0	0.14
	111°37.273' E	过渡带 Transitional zone	29.0	63.0	0.19
	H 28 m	附近灌丛 Nearby shrubs	28.0	67.0	0.25

表 3 首冠藤各器官的营养元素含量

Table 3 Nutrient content (%) in organs of *Bauhinia corymbosa*

	全 N Total N	全 P Total P	全 K Total K	Na	Ca	Mg	平均 Mean
叶 Leaf	2.09 ± 0.12	0.10 ± 0.01	0.89 ± 0.06	0.03 ± 0.01	0.94 ± 0.21	0.07 ± 0.02	0.69 ± 0.07
枝 Branch	0.84 ± 0.12	0.08 ± 0.01	0.48 ± 0.02	0.48 ± 0.77	0.79 ± 0.19	0.04 ± 0.01	0.45 ± 0.19
主茎 Stem	0.67 ± 0.08	0.06 ± 0.01	0.46 ± 0.02	0.30 ± 0.31	0.88 ± 0.24	0.03 ± 0.01	0.40 ± 0.11
根 Root	0.87 ± 0.13	0.13 ± 0.13	0.42 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.87 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.40 ± 0.05
平均 Mean	1.11 ± 0.11	0.09 ± 0.04	0.56 ± 0.03	0.21 ± 0.27	0.86 ± 0.16	0.06 ± 0.01	0.49 ± 0.13

层较致密的地毯式结构,能最大限度地增加对光的接受面积和利用光能;它既可以依靠特化的卷须攀援,也可以单独成株或覆盖在其他物种之上生长,这有利于其竞争到更多的光照,使其能快速生长并充分利用空间,在园林绿化中具有较大优势。

首冠藤适合生长于温度较高,湿度和郁闭度较低的环境,多生长于光照较好的山谷疏林、山坡或人类活动频繁的村旁。一般的野生植物在人为干扰情况下多数生长较差甚至急剧减少,而首冠藤在人类活动影响较大的森林边缘、村旁甚至公路边均能较好地生长,显示出其对多变生境的适应能力较强,应用于城市园林绿化中具有较好的生长优势。因此,首冠藤在城市园林绿化中有很好的开发利用潜力。

3.2 形态解剖特征有利于光合作用及竞争力

植物的光合作用常与冠层的厚度、叶面积指数、叶片的分布状况、叶片的角度和单叶的光合能力有关^[7]。首冠藤的枝角较大、分枝多、叶片多且集中于外层、栅栏组织较薄、小脉间距较小,这些特

点均有利于其增加对光的吸收及光合作用,从而具有更大的竞争力。植物叶片栅栏组织厚度与抗寒能力有正相关关系^[12]。首冠藤叶片及栅栏组织厚度一般,表明其不耐寒,仅适合在气温较高的热带及亚热带地区引种栽培。

3.3 适应高温高光照的生理学特性

首冠藤具有较高的净光合速率,且呈现明显的单峰曲线,这表明首冠藤是一种阳生性植物,对强光照和高温条件具有较好的适应能力,这有利于其积累生物量并向高处攀爬。在水分充足的条件下,首冠藤可以维持高的蒸腾速率,这也是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^[13]。首冠藤的高光合速率、叶片蒸腾速率与净光合速率的日变化过程比较一致、气孔开闭对水分的灵敏控制等表明其对强光照和高温有较好的适应性。与其它已被广泛利用的园林绿化攀援植物相比^[14],首冠藤在光合作用方面具有较大

优势。但是光照过强会使首冠藤植株矮小,叶片增厚而卷缩;但过于荫蔽又会造成植株长势减缓,叶色不艳,开花减少^[5]。因此,引种及栽培过程中应注意温度、湿度及光照强度的控制。

植物水分利用效率是光合速率和蒸腾速率的比值,说明植物消耗每单位重量水分所固定的 CO₂ 数量^[15],它反映植物对水分的利用情况,也可在一定程度上反映植物的耗水性^[16]。首冠藤水分利用效率的日变化特征有利于指导首冠藤的灌溉最佳时刻,即尽量在早上灌溉,这既达到节水的目的,又能满足首冠藤的生长需求。

3.4 物质分布与攀援特性紧密相关

与一些植物,如了哥王(*Wikstroemia Indicae*)、野鸦椿(*Euscaphis konishii*)、龙眼(*Dimocarpus longan*)、鹤望兰(*Strelitzia reginae*)相比^[7, 17-19],首冠藤植株的总营养元素含量并不高,这是因为首冠藤主要生长于林缘地带,土壤一般较为贫瘠,表明首冠藤耐贫瘠,对生长环境具有较强的适应性。

植物营养元素含量体现植物在一定生境条件下吸收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^[20]。植物体中的 N、P 均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 主要与蒸腾作用相关^[20-21]。首冠藤具有数量多的叶片,其叶片中 N 和 K 含量最高表明其叶片光合作用旺盛,是其整个植株生理活动的中心;叶片中 Ca 和 Mg 含量高则有利于首冠藤叶片的蒸腾作用,这些特点都有利于首冠藤叶片的生长及光合作用。首冠藤根部 P 含量最高有利于其发达根系的生长;通常,木本植物的地下部分的生长与其地上部分呈正比,发达的根系也有利于首冠藤地上部分的生长及适应环境。首冠藤主茎相对不发达,且各种营养元素含量相对较低,这表明首冠藤在生长或生存策略上倾向于以较少的能量用于支柱组织(主茎及枝)的生长,而将主要能量或生理活动集中于叶片生长和光合作用上,以获取最大的效益和竞争优势。

植物体中的 Na 能增加细胞的膨胀从而促进生长^[21],首冠藤枝的 Na 含量明显高于其他各器官,表明其特化的攀援方式主要依靠枝的快速纵向生长来实现,且不会消耗大量能量用于主茎的增粗生

长。此研究结果在园林绿化及引种栽培中具有重要意义,在引种及栽培过程中适量增加 Na 的供应,有利于首冠藤生长;而在需要控制其生长时,则适当减少 Na 元素的供应。

致谢 感谢刘楠博士对文稿提出修改意见,陈少微老师协助植物养分分析,户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。

参考文献

- [1] Hu H Y(胡海燕), Lou G(娄钢). Cubic greening of the lianas [J]. Shaanxi For Sci Techn(陕西林业科技), 2005 (2): 32-34. (in Chinese)
- [2] Cai Y L(蔡永立), Song Y C(宋永昌). Diversity of vines in subtropical zone of east China [J]. J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究), 2000, 18(5): 390-396. (in Chinese)
- [3] Ye H G(叶华谷), Peng S L(彭少麟). Plant Diversity Inventory of Guangdong [M]. Guangzhou: Guangdong World Publishing Corporation, 2006: 226-226. (in Chinese)
- [4] Wu D L(吴德邻). Leguminosae [M]// Chen D Z(陈德昭). Flora Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 39. Beijing: Science Press, 1998: 196-198. (in Chinese)
- [5] Wang F G(王发国), Ye Y S(叶育石), Huang S(黄仕). Wild — *Bauhinia corymbosa* [J]. Flowers(花卉栽培技术), 2003 (1): 5. (in Chinese)
- [6] Wang F G(王发国), Ye H G(叶华谷), Ye Y S(叶育石). The resource and conservation of rare and endangered plants in Ehuangzhang Nature Reserve, Guangdong Province [J]. J S China Agri Univ (Nat Sci)(华南农业大学学报:自然科学版), 2004, 25 (1): 77-79. (in Chinese)
- [7] Ren H(任海), Peng S L(彭少麟), Dai Z M(戴志明), et al. Ecological and biological characteristics of *Wikstroemia indica* [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2002, 13 (12): 1529-1532. (in Chinese)
- [8] Duncan W G. Leaf angles, leaf area, and canopy photosynthesis [J]. Crop Sci, 1971, 11: 482-485.
- [9] Ren H(任海), Peng S L(彭少麟), Sun G C(孙谷畴), et al. The ecological comparison of *Psychotria rubra* and *Rhodomyrtus tomentosa* in south China [J]. Acta Phytoecol Sin(植物生态学报), 1997, 21(4): 386-392. (in Chinese)
- [10] Gong H D(巩合德), Yang G P(杨国平), Zhang Y P(张一平), et al. Comparison of leaf area index of four types of plant communities in Ailao Mountain [J]. J NE For Univ(东北林业大学学报), 2007, 35(3): 34-36. (in Chinese)
- [11] Liu G S(刘光松), Jiang N H(蒋能慧), Zhang L D(张连第), et al. Soil Physical and Chemical Analysis & Description of Soil Profiles [M]. Beijing: Standards Press of China, 1996: 123-125. (in Chinese)
- [12] Sun J. High light effects on CO₂ fixation gradients across leaves [J]. Plant Cell Environ, 1996, 19: 1261-1271.
- [13] Zhang W B(张文标), Jin Z X(金则新), Ke S S(柯世省), et al. Diurnal photosynthetic characteristics of *Schima superba* and its

- correlation with environment [J]. *Guihaia*(广西植物), 2006, 26(5): 492-498.(in Chinese)
- [14] Lin Z F(林植芳), Wu T(吴彤), Kong G H(孔国辉), et al. Photosynthesis and water relations in eight urban landscape climbing plants [J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 2007, 15(6): 473-481. (in Chinese)
- [15] Tao X(陶晓), Wu Z M(吴泽民), Wu J C(武金翠). Study on water use efficiency of 8 main garden evergreen tree species in Hefei City [J]. *J Anhui Agri Univ*(安徽农业大学学报), 2008, 35(2): 181-185.(in Chinese)
- [16] Wang X J(王旭军), Wu J Y(吴际友), Liao D Z(廖德志), et al. Study on the characteristics of photosynthesis, transpiration and water use efficiency of *Parakmeria lotungensis* [J]. *Chin Agri Sci Bull*(中国农学通报), 2008, 24(10): 175-178.(in Chinese)
- [17] Xu F H(许方宏), Zhang Q M(张倩媚), Wang J(王俊), et al. Ecological and biological characteristics of *Euscaphis konishii* Hayata [J]. *Ecol Environ Sci*(生态环境学报), 2009, 18(1): 306-309.(in Chinese)
- [18] Chen Y Z(陈有志), Pang X H(庞新华). Nutritive elements in foliage of *Dimocarpus longan* [J]. *S China Fruits*(中国南方果树), 2002, 31(2): 37-39.(in Chinese)
- [19] Huang M L(黄敏玲), Ye X X(叶秀仙), Chen S L(陈诗林), et al. Characteristics of mineral nutrition and influence of formula fertilizer on the growth and blossoms of *Strelitzia reginae* [J]. *J Jilin Agri Univ* (吉林农业大学学报), 2007, 29(6): 652-655. (in Chinese)
- [20] Liu P(刘鹏), Hao C Y(郝朝运), Chen Z L(陈子林), et al. Nutrient element distribution in organs of *Heptacodium miconioides* in different communities and its relationship with soil nutrients [J]. *Acta Pedol Sin*(土壤学报), 2008, 45(3): 304-312.(in Chinese)
- [21] 潘瑞焱. 植物生理学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 1979: 31-32.