

广西阳朔岩溶石山阴香幼苗的 形态特征及其生物量

李峰, 梁士楚*, 王丽君, 张忠华, 胡刚

(广西师范大学 生命科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 对广西阳朔岩溶石山阴香幼苗的株高、基径、叶片数和叶面积等形态因子的数量特征以及根、茎、叶和全株生物量进行了较为系统的研究。结果表明,株高、基径、叶片数、叶面积的平均值分别为21.96 cm、1.52 mm、6.06、57.84 cm²;根、茎、叶和全株生物量的平均值分别为0.0613 g、0.1094 g、0.1683 g和0.3390 g;除株高和基径呈现正态分布外,其余的各项指标呈现正偏态分布。根据实测的数据,采用一元线性回归、多元线性回归和幂函数回归分别拟合了阴香幼苗主要形态因子之间以及形态因子与生物量之间的回归方程,所得到的回归方程均达到0.01的显著水平。

关键词: 阴香; 幼苗; 形态特征; 生物量; 回归方程

中图分类号: Q948.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2008)06-0785-05

Morphological characteristics and biomass allocation of *Cinnamomum burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County, Guangxi

LI Feng, LIANG Shi-Chu*, WANG Li-Jun,
ZHANG Zhong-Hua, HU Gang

(College of Life Sciences, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: The morphological characteristics and biomass allocation were investigated for seedlings of *Cinnamomum burmannii* on the karst hills of Yangshuo County, Guangxi. The results showed that mean values of plant height, basal diameter, leaf number, leaf area, root biomass, stem biomass, leaf biomass and total biomass were 21.96 cm, 1.52 mm, 6.06, 57.84 cm², 0.0613 g, 0.1094 g, 0.1683 g and 0.3390 g, respectively. Plant height and basal diameter showed a pattern of normal distribution, while other quantitative indices, such as leaf area, leaf number and the biomass of root, leaf, stem and whole plant, showed a pattern of positive skew distribution. Based on the measured data, linear regression, multiple linear regression and power regression were used to model the relation among morphological factors of the seedlings and the relation between morphological factors and biomasses. The regression equations obtained were significant at 0.01 level.

Key words: *Cinnamomum burmannii*; seedlings; morphological characteristics; biomass; regressive equations

植物幼苗在群落中的生长发育是决定该种植物能否自然更新的重要阶段。在生活史中,幼苗对环境变化最为敏感,光照、水分、土壤养分、地形等环境因子都有可能成为限制因子而影响幼苗的生长发

育。通常,植物个体对环境的灵敏程度随着年龄的增大而减弱(黄忠良等,2004;陈迪马等,2005;Parish & Bazzaz,1985),因此掌握幼苗生长发育规律对于深入了解植物群落的动态和群落演替规律具有

收稿日期: 2007-01-26 修回日期: 2007-12-08

基金项目: 广西“新世纪十百千人才工程”专项(2003228)[Supported by Special Foundation for “Shi-Bai-Qian Talents Project” of Guangxi (2003228)]

作者简介: 李峰(1981-),男,山东淄博人,硕士研究生,主要从事植物生态学研究。

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: gxlsc@sina.com)

重要的意义。目前,国内外关于幼苗的生态学研究多集中于不同环境梯度对幼苗生长的影响以及幼苗生活史、生长动态等几个方面(Welander & Ottosson, 1998; 陶建平等, 2001; Andrea, 2001; Ramoliya & Pandey, 2003; 戴开洁等, 2006), 这类研究虽然可以很好地反映幼苗的生长规律及环境适应特性, 但耗时比较长, 同时要受到研究条件、研究环境等因素的限制。形态因子和生物量是反映植物个体生长的重要指标, 应用数理统计方法来建立二者之间的关系模型, 可以有效地定量植物个体的生长特点和规律。

阴香(*Cinnamomum burmannii*)为樟科的常绿阔叶乔木树种, 在我国分布于海南, 广东、广西、云南等地, 在印度、越南、印度尼西亚、菲律宾等国也有分布。阴香通常是分布在非钙质土的生境中, 然而在广西阳朔的岩溶石山上阴香也较为常见, 而且是乔木群落的主要建群种或优势种之一, 它对于当地岩溶石山植被的群落演替以及改善岩溶石山的生境条件都具有重要的作用。目前, 关于岩溶石山生长的阴香的生物学和生态学特征的研究, 国内外尚未有文献报道。本研究通过对广西阳朔岩溶石山阴香幼苗形态因子和生物量进行定量分析, 掌握阴香幼苗形态因子数量特征和生物量的分配特点, 为进一步研究不同环境条件下阴香幼苗适应性特征提供理论基础。

1 自然概况

阳朔位于广西东北部, 隶属桂林市。境内岩溶地貌发育典型, 占土地总面积 56% 以上; 气候为中亚热带湿润季风气候, 年平均气温 19.1 °C, 最冷月(1月)平均气温 8.2 °C, 最热月(7月)平均气温 28.1 °C; 年平均降水量 1 700 mm, 其中 4~7 月份占年降水量的 62%(胡舜士等, 1982)。

阳朔岩溶石山的植被类型复杂, 包括乔木群落、灌丛和草丛等。乔木群落的主要建群种有青冈栎(*Cyclobalanopsis glauca*)、乌岗栎(*Quercus phillyraeoides*)、圆叶乌桕(*Sapium rotundifolium*)、铁屎米(*Canthium dicocum*)、黄连木(*Pistacia chinensis*)、化香(*Platycarya strobilacea*)、小欏树(*Boniodendron minus*)、榔榆(*Ulmus parvifolia*)、朴树(*Celtis sinensis*)、翅荚香槐(*Cladrastis platycarpa*)等(胡舜士等, 1982, 1983; 欧祖兰等, 2004, 2005; 苏宗明等, 2003)。在一些岩溶石山上, 阴香群落也比较茂盛, 群落高约 10 m, 郁闭度约 75%, 乔木

层除阴香外, 其它树种主要有樟树(*Cinnamomum saxatile*)、石山桂花(*Osmanthus fordii*)、菜豆树(*Radermachera sinica*)等, 灌木层主要由小叶女贞(*Ligustrum quihoui*)、粗糠柴(*Mallotus philippinensis*)、柞木(*Xylosma congestum*)等组成, 草本层以麦冬(*Ophiopogon japonicus*)、荩草(*Arthraxon hispidus*)等种类为主。层间植物见有九龙藤(*Bauhinia championii*)、海金沙(*Lygodium japonicum*)等。

2 研究方法

2.1 研究样地与样本采集

由于岩溶石山环境条件比较恶劣, 群落内阴香幼苗通常数量比较少, 而且分布星散。2005年10月, 选择人为干扰较少、保护较好的阳朔公园岩溶石山的阴香群落作为研究样地, 该群落内的阴香幼苗数量较多, 且连片分布面积较大, 幼苗种群密度达 50.8 株/m², 苗龄 300 d 左右。采集其中具有代表性的阴香幼苗 200 株, 带回实验室进行测量。

2.2 形态因子和生物量的测定

测定指标包括株高(H)、基径(D)、叶片数(LN)、叶面积(LA)等形态因子以及根、茎、叶和全株生物量。其中, 幼苗基径用精度 0.02 mm 的游标卡尺测量; 根、茎和叶在 80 °C 恒温烘干后, 用精度 0.000 1 g 的 BS124S 电子天平称重; 叶面积用重量回归法进行估算, 即选取 100 张叶片, 用扫描仪和软件 ImageJ 来测量每张叶片的叶面积, 然后分别测量其干重, 通过建立叶面积—叶干重回归方程来估算全株的叶面积。

2.3 分组统计及正态性检验

采用 SPSS 软件对阴香幼苗形态因子和生物量的各项测定指标分别进行统计分析, 并采用 K-S 检验法进行正态性检验。

2.4 回归方程

阴香幼苗形态因子之间的相互关系采用线性和非线性回归方程进行拟合, 选取其中最优的回归方程; 生物量则用幂函数 $W = a(D^2 H)^b$ 来拟合。

3 结果

3.1 叶面积—叶干重的相互关系

图 1 显示, 阳朔岩溶石山阴香幼苗的叶面积与

叶干重之间呈现显著的线性关系,其一元线性回归方程为: $LA=2.199+330.578WL$ ($R=0.9770, s=7.2859, RE=0.0145$)。

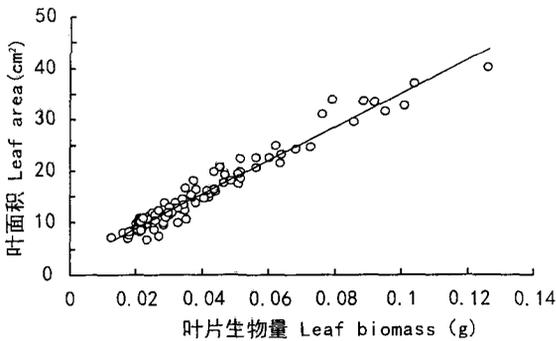


图 1 阳朔岩溶石山阴香幼苗的叶面积与生物量之间的关系

Fig. 1 Relation between leaf area and biomass of *Cinnamomum burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County

3.2 形态因子和生物量的数量特征

阳朔岩溶石山阴香幼苗形态因子和生物量的统计学特征如表 1、图 2 和图 3 所示。根据正态性检验,株高和基径符合正态分布,而叶片数、叶面积以及根、茎、叶和全株生物量符合正偏态分布。各器官生物量的大小规律为:叶>茎>根。

3.3 形态因子间的生长关系

阳朔岩溶石山阴香幼苗的株高、基径、叶面积之间存在显著的相关关系,其最优拟合的回归方程有:(1)株高与基径、叶面积的多元线性回归方程: $H=14.902+1.805D+0.07449LA$ ($R=0.6860, s=3.3664, RE=0.0259$);(2)叶面积与基径、株高的幂函数回归方程: $LA=1.2477(D^2H)^{0.9478}$ ($R=0.8781, s=17.4044, RE=0.0580$);(3)株高与叶面积的幂函数回归方程: $H=8.5032LA^{0.2399}$ ($R=0.7308, s=3.2055, RE=0.0112$);(4)基径与叶面积的一元线性回归方程: $D=1.084+0.007564LA$

表 1 阳朔岩溶石山阴香幼苗主要形态因子及生物量的统计参数

Table 1 Statistical parameters of main morphological factors and their biomass of *C. burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County

项目 Item	形态因子 Morphological factor				生物量 Biomass (g)			
	株高 (cm) Height	基径 (mm) Diameter	叶数 Leaf number	叶面积 (cm ²) Leaf area	根 Root	茎 Stem	叶 Leaf	全株 Total
平均值 Mean	21.96	1.52	6.06	57.84	0.0613	0.1094	0.1683	0.3390
中值 Median	22.00	1.53	6	50.98	0.0540	0.1030	0.1480	0.3060
众值组段 Mode interval	20.80~ 25.20	1.41~ 1.84	3.6~ 6.2	25.80~ 45.60	0.0350~ 0.0620	0.0700~ 0.1230	0.0970~ 0.1830	0.1900~ 0.3400
众值组段频率 Mode interval Frequent	0.37	0.45	0.53	0.26	0.34	0.38	0.33	0.33
极差 Range	22.00	2.15	13	197.58	0.1898	0.3205	0.5978	1.0419
标准差 Standard deviation	4.63	0.34	2.01	35.77	0.04	0.06	0.11	0.19
偏度系数 Kurtosis	0.38	0.02	0.99	1.36	1.16	1.07	1.36	0.78
峰度系数 Skewness	0.15	0.11	0.44	1.11	1.09	1.02	1.11	0.93

($R=0.7910, s=0.2089, RE=0.0234$)。

3.4 生物量回归方程

阳朔岩溶石山阴香幼苗根、茎、叶和全株生物量与株高和基径之间关系如图 4 所示。其中,各回归方程都达到了极显著性水平,剩余标准差和相对误差分别都小于 0.1,因此这些生物量回归方程具有较高的拟合精度。

4 讨论

通常,岩溶地区的环境条件比较严酷,特别是岩石露头率比较高的地区,不仅土壤数量较少,而且土

层薄,土壤相对贫瘠,只有一些适应能力强的树种才能生存(朱守谦,2003)。在阳朔岩溶石山,阴香群落主要分布在土层相对深厚的生境中。由于阴香的果实为核果,干重达 308.59 g,因此果实成熟后不容易随风传播,在其重力作用下大多落于母株树冠周围,在阴香母树树冠下生长的幼苗,因其生境条件相对较均一,其株高和基径等呈现正态分布。

Hutchings(1986)指出,较低的有效性土壤养分和较高的种群密度会降低特定年龄种群的个体大小。表 1 显示,阴香幼苗的形态因子和生物量的极差都较大,例如幼苗个体间的株高差异达 22 cm,基径间的差异达 2.15 mm,这是由于微生境条件的异

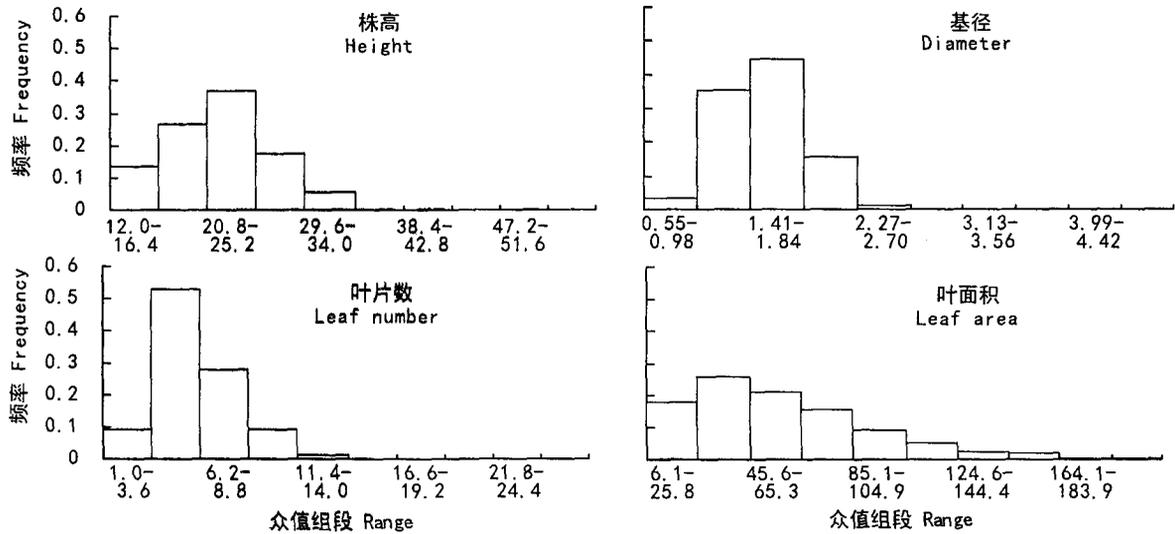


图2 阳朔岩溶石山阴香幼苗形态因子的频率分布

Fig. 2 Frequency distribution of morphological factors of *C. burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County.

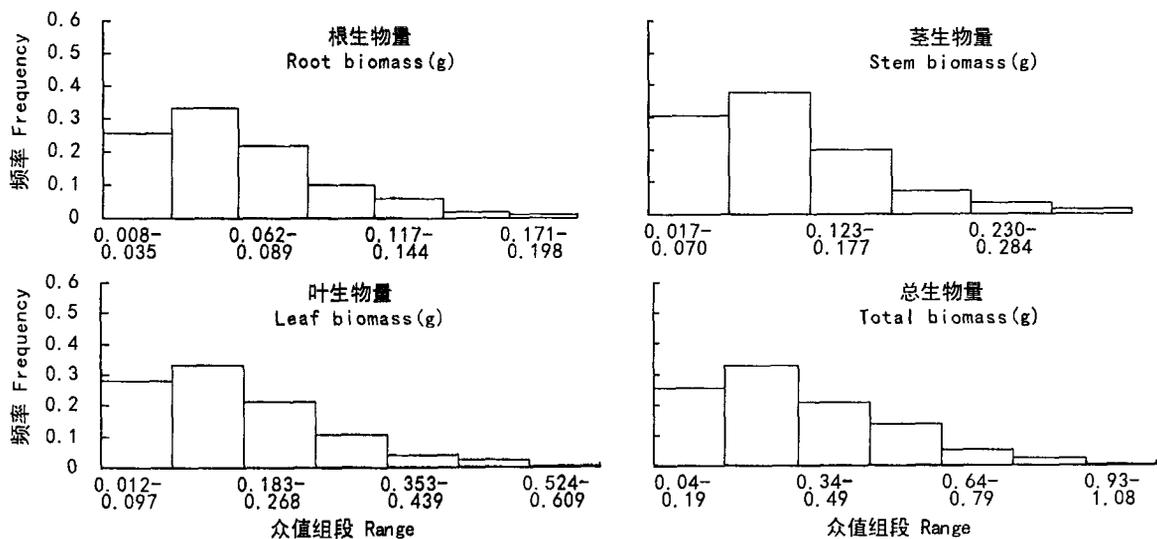


图3 阳朔岩溶石山阴香幼苗生物量的频率分布

Fig. 3 Frequency distribution of biomass of *C. burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County

质性造成的。在野外调查中发现,植株高、基径较大的阴香幼苗个体一般出现在林窗中,或者光照条件较好、土层较厚和土壤相对较肥沃的区域。这些现象说明,由于幼苗还没形成发达的根系系统,其对水分、土壤养分等营养物质的吸收还只局限在一个很小的范围内,因此幼苗的生长状况其实是由其所处的微环境决定的。研究还发现,在岩石露头率较大、土壤瘠薄的区域中以及在石缝中生长的阴香幼苗,其植株都较矮小,但根系特别发达,主根相对较长;各器官生物量的大小规律:叶>根>茎,其中根生物量占全株生物量的31.1%。植物个体的基径、株高

等都是比较容易测量的数量指标,而测量生物量相对较复杂和费时,因此利用易于测量的形态因子的数量指标,通过建立相关的回归方程来估算生物量是一种较好的间接方法(梁士楚,1996)。研究表明,阴香幼苗叶面积、基径和株高三者之间存在显著的相关关系,相关系数大于0.6,拟合的回归方程相对误差幅度仅为0.0112~0.0580,说明实测值和预测值间的误差较小。宋有洪等(2003)在研究玉米生物量与形态因子关系时指出,通过生物量与形态的关系来实现植株结构一功能的并行模拟这种办法是可行的,并且非常有效。本文拟合得到的阴香幼苗

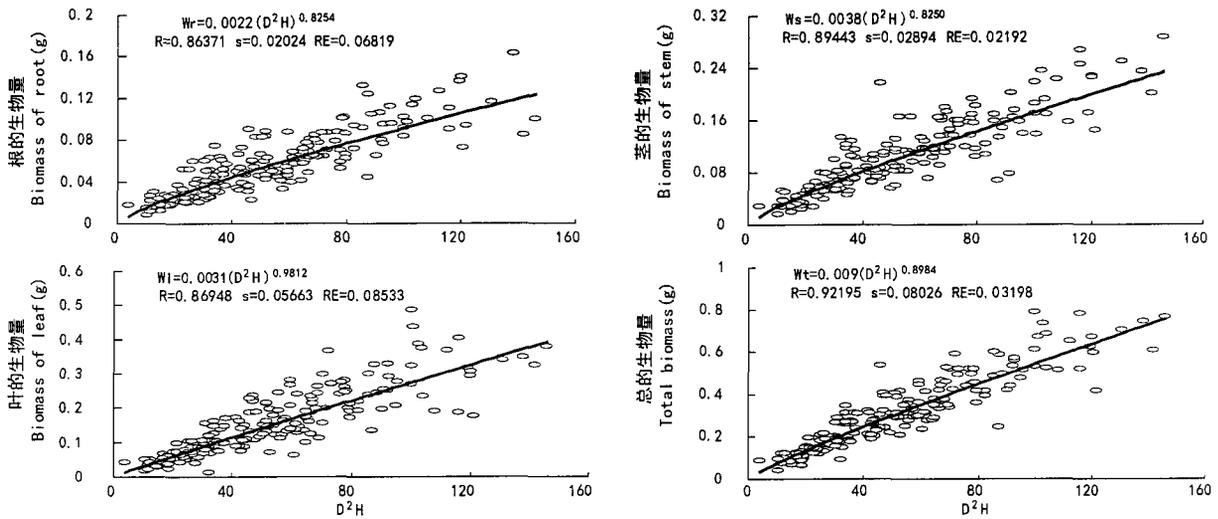


图 4 阳朔岩溶石山阴香幼苗生物量与株高和基径之间的相关关系
Fig. 4 Relation between biomass and height and diameter of *C. burmannii* seedlings on the karst hills of Yangshuo County

生物量的幂函数回归方程均达 0.01 的显著水平,说明这些方程都有较高的估测价值,同时也说明了阴香幼苗生物量随个体株高和基径的增加而呈现幂函数增长。因此,可以基于阴香幼苗各器官生物量与形态的关系模型,对阴香幼苗的生物量进行统计和预测。

参考文献:

- 朱守谦. 2003. 喀斯特森林生态研究(Ⅲ)[M]. 贵阳:贵州科技出版社;74-80
- Andrea P, Kalischuk, Stewart B, et al. 2001. Mahoney environmental influences on seedling growth of cottonwood species following a major flood[J]. *Fore Ecol Management*, **144**:75-89
- Chen DM(陈迪马), Pan CD(潘存德), Liu CL(刘翠玲), et al. 2005. Analysis on micro-habitat variables affecting natural regeneration and survival of seedlings in *Picea schrenkiana* stand (影响天山云杉天然更新与幼苗存活的微生境变量分析)[J]. *J Xinjiang Agric Univ*(新疆农业大学学报), **28**(3):35-39
- Dai KJ(戴开结), He F(何方), Shen YX(沈有信), et al. 2006. Biomass and its allocation of *Pinus yunnanensis* seedlings under phosphorus deficiency(低磷胁迫下云南松幼苗的生物量及其分配)[J]. *Guihaia*(广西植物), **26**(2):183-186
- Hu SS(胡舜士), Wang XP(王献溥). 1982. The phytocoenological features of quercus phillyraeoides forest and its position in vegetation classification(广西阳朔石灰岩山地乌岗栎林的群落特点及其在植被分类中的位置)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), **24**(3):264-272
- Huang ZL(黄忠良), Peng SL(彭少麟), Yi S(易俗). 2001. Factors affecting seedling establishment in monsoon evergreen broad-leaved forest(影响季风常绿阔叶林幼苗定居的主要因素)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), **9**(2):123-128
- Hu SS(胡舜士), Wang XP(王献溥). 1983. Main types of quercus phillyraeoides forest in limestone hills of Yangshuo district. Guangxi and its way of rational utilization(广西阳朔石灰岩山地乌岗栎林的主要类型及其合理利用方向)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), **3**(3):131-147
- Hutchings MJ. 1986. The structure of plant population[M]//Crawley MJ(ed). *Plant ecology*. Oxford:Blackwell Science;97-136
- Jose N, Juan N, Enrique J. 2002. Biomass estimation equations in the Tamaulipan thornscrub of north-eastern Mexico[J]. *J Arid Environ*, **52**:167-179
- Liang SC(梁士楚). 1996. Morphological character and biomass of *Avicennia marina* seedling(白骨壤幼苗的形态特征及其生物量)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), **7**(4):344-348
- Liang SC(梁士楚), Li RT(李瑞堂), Liang FY(梁发英). 1996. A preliminary study on mineral element contents in mangrove seedlings at Yingluo Bay in Guangxi(广西英罗湾红树植物幼苗矿质元素含量初步研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), **16**(4):363-366
- Ou ZL(欧祖兰), Su ZM(苏宗明), Li XK(李先琨). 2004. Flora of karst vegetation in Guangxi(广西岩溶植被植物区系)[J]. *Guihaia*(广西植物), **24**(4):302-310
- Ou ZL(欧祖兰), Li XK(李先琨), Su ZM(苏宗明). 2005. Population variation and species diversity in succession process of karst vegetation in Yangshuo, Guangxi(广西阳朔岩溶植被演替过程种群变化及物种多样性)[J]. *Ecol Sci*(生态科学), **24**(4):295-297
- Parrish JAD, Bazzaz FA. 1985. Ontogenetic niche shifts in old-field annuals[J]. *Ecology*, **66**(4):1296-1302

(下转第 810 页 Continue on page 810)

的适应性比较强。两种植物 NPQ 的前后变化有所不同,葛藤在重度干旱时的光耗散能力较强,而在非胁迫环境中金钟藤光耗散能力略高。因为植物转化与耗散光能的机制较复杂且影响因素较多,此处还不能完全清楚地说明两者的差异。

金钟藤和葛藤在两种水分条件下的光能利用率没有特别明显的差异,说明两种植物向外入侵扩散的光合潜力比较接近,但金钟藤在耐干旱与抗氧化胁迫方面均明显强于葛藤。由此推测,外来入侵种金钟藤在入侵地对不同水分环境的生理适应较本地外侵种葛藤占优势。

参考文献:

- 中国科学院华南植物研究所. 2000. 广东植物志(第4卷)[M]. 广州:广东科技出版社:347
- 中国科学院上海植物生理研究所. 1999. 现代植物生理学实验指南[M]. 北京:科学出版社
- 王爱国. 1998. 植物的氧化代谢[C]//余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学. 第2版. 北京:科学出版社:366—389
- Chen BH(陈炳辉), Wang RJ(王瑞江), Huang XX(黄向旭), et al. 2005. *Merremia boissiana*—a newly recorded species from Guangdong, China(金钟藤—广东分布新记录)[J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 13(1):76—77
- Ding JQ, Reardon R, Wu Y, et al. 2006. Biological control of invasive plants through collaboration between China and the United States of America: a perspective[J]. *Biol Invasions*, 8(7):1 439—1 450
- Elton CS. 1958. The Ecology of Invasions by Animals and Plants [M]. London: Methuen
- Ge TD, Sui FG, Bai LP, et al. 2006. Effects of water stress on the protective enzyme activities and lipid peroxidation in roots and leaves of summer maize[J]. *Agric Sci China*, 5(4):291—298
- Guo SL(郭水良), Fang F(方芳). 2003a. Physiological adaptation of the invasive plant *Solidago canadensis* to environments(入侵植物加拿大一枝黄花对环境的生理适应性研究)[J]. *Acta Phytocol Sin*(植物生态学报), 27(1):47—52
- Guo SL(郭水良), Fang F(方芳). 2003b. Influences of temperature on physiological indices of seven exotic weeds and their adaptive significance(不同温度对七种外来杂草生理指标的影响及其适应意义)[J]. *Guihaia*(广西植物), 23(1):73—76
- Maxwell K, Johnson GN. 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide[J]. *J Exp Bot*, 51(345):659—668
- Pappert RA, Hamrick JL, Donovan LA. 2000. Genetic variation in *Pueraria lobata* (Fabaceae), an introduced, clonal, invasive plant of the southeastern United States[J]. *Amer J Bot*, 87(9):1 240—1 245
- Reddy AR, Chaitanya KV, Vivekanandan M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants[J]. *J Plant Physiol*, 161(11):1 189—1 202
- Shen H(沈浩), Hong L(洪岚), Ye WH(叶万辉), et al. 2006. Characteristics of gas exchange in leaves of *Merremia boissiana* (金钟藤叶片的气体交换特性)[J]. *Guihaia*(广西植物), 26(3):313—316
- Sofo A, Tuzio AC, Dichio B, et al. 2005. Influence of water deficit and rewatering on the components of the ascorbate-glutathione cycle in four interspecific *Prunus* hybrids[J]. *Plant Sci*, 169(2):403—412
- Sun JH, Li ZC, Jewett DK, et al. 2005. Genetic diversity of *Pueraria lobata* (kudzu) and closely related taxa as revealed by inter-simple sequence repeat analysis[J]. *Weed Res*, 45(4):255—260
- Wang BS(王伯荪), Li MG(李鸣光), Liao WB(廖文波), et al. 2005. Geographical distribution of *Merremia boissiana* (金钟藤的地理分布)[J]. *Ecol Environ*(生态环境), 14(4):451—454
- Yordanov I, Vellkova V, Tsonev T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance[M]. *Bulg J Plant Physiol*, special issue:187—206
- Zhang SR(张守仁). 1999. A discussion on chlorophyll fluorescence kinetics parameters and their significance(叶绿素荧光动力学参数的意义及讨论)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 16(4):444—448
- Ramoliya PJ, Pandey AN. 2003. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Cordia rothii*[J]. *Fore Ecol Management*, 176:185—194
- Shangguan TL(上官铁梁), Zheng FY(郑凤英), Zhang JT(张金屯), et al. 1998. Biomass of *Paeonia suffruticosa* var. *spontanea* China(濒危植物矮牡丹种群生物量的研究)[J]. *J Appl Environ Biol*(应用与环境生物学报), 4(2):120—125
- Song YH(宋有洪), Guo Y(郭焱), Li BG(李保国), et al. 2003. Virtual maize model II. plant morphological constructing based on organ biomass accumulation(基于器官生物量构建植株形态的玉米虚拟模型)[J]. *Acta Ecol Sin*(生态学报), 23(12):2 579—2 586
- Su ZM(苏宗明), Li XK(李先琨). 2003. The types of natural vegetation in karst region of Guangxi and its classified system(广西岩溶植被类型及其分类系统)[J]. *Guihaia*(广西植物), 23(4):289—293
- Sun SC(孙书存), Qian NB(钱能斌). 1999. Path analysis of morphological parameters of *Convolvulus tragacuthoides* population and individual biomass modelin of subshrubs(刺旋花种群形态参数的通径分析与亚灌木个体生物量建模)[J]. *Chin J Appl Ecol*(应用生态学报), 10(2):155—158
- Tao JP(陶建平), Zhong ZC(钟章成), Yang WQ(杨万勤). 2001. Study on the dynamics of seedling growth of *Gordonia acuminata* in different communities(不同群落中四川大头茶幼苗的生长动态研究)[J]. *J Southwest Agric Univ*(西南农业大学学报) [J]. 23(2):167—170
- Welander NT, Ottosson B. 1998. The influence of shading on growth and morphological in seedling of *Quercus robur* and *Fagus sylvatica*[J]. *Fore Ecol Management*, 107:117—126
- Zhou XY(周先叶), Li MG(李鸣光), Wang BS(王伯荪). 2001. Analysis of the correlation between the growth of *Cryptocarya concinna* seedling and effective factors in Heishiding forest, Guangdong Province(广东黑石顶森林群落黄果厚壳桂幼苗生长与环境因子的相关分析)[J]. *J South China Normal Univ* (*Nat Sci Edi*)(华南师范大学学报(自然科学版)), 4:50—54

(上接第 789 页 Continue from page 789)