

6 种阔叶树种幼林的叶性状特征

许松葵¹, 薛 立²

(1. 广东省林业种苗与基地管理总站, 广东 广州 510173; 2. 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:对樟树、大叶女贞、观光木、山杜英、乳源木莲和乐昌含笑 6 种阔叶林的叶性状进行了研究。结果表明, 樟树叶长和叶宽成显著相关, 而其他 5 种树种的叶长和叶宽成极显著相关, 相关系数的顺序为观光木>大叶女贞>乐昌含笑>山杜英>乳源木莲>樟树。各树种的叶长和叶面积成极显著相关, 相关系数的顺序为乐昌含笑>观光木>山杜英>乳源木莲>大叶女贞>樟树。各树种的叶宽和叶面积也成极显著相关, 相关系数的顺序为观光木>乳源木莲>樟树>乐昌含笑>大叶女贞>山杜英。各树种的叶面积和叶干重成极显著相关, 相关系数的顺序为观光木>山杜英>大叶女贞>乳源木莲>樟树>乐昌含笑。

关键词:阔叶幼林; 叶性状; 相关关系

中图分类号:S718.42 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2012)06-0020-06

Leaf Characteristics of Six Broadleaved Stands

XU Song-kui¹, XUE Li²

(1. General Administration of Forestry Seed and Seedling, Afforestation Base of Guangdong Province, Guangzhou, Guangdong 510173, China; 2. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract: A study was carried out on the leaf traits within six broadleaved stands, namely, *Cinnamomum camphora*, *Ligustrum lucidum*, *Tsoongiodendron odorum*, *Elaeocarpus sylvestris*, *Manglietia yuyuanensis*, and *Michelia chapensis*. The results showed that the significant and very significant correlation between leaf length and leaf width existed in *C. camphora* stand and other stands, respectively, and the order of correlation coefficient was *T. odorum*>*E. sylvestris*>*L. lucidum*>*M. yuyuanensis*>*C. camphora*>*Michelia chapensis*. There was a very significant correlation between leaf length and leaf area with a correlation coefficient order of *Michelia chapensis*>*T. odorum*>*E. sylvestris*>*M. yuyuanensis*>*L. lucidum*>*C. camphora*>*Michelia chapensis*. The strong significant correlation between leaf width and leaf area was also apparent with a correlation coefficient order of *T. odorum*>*M. yuyuanensis*>*C. camphora*>*Michelia chapensis*>*L. lucidum*>*E. sylvestris*. The significant correlation was found between leaf area and leaf dry weight with a correlation coefficient order of *T. odorum*>*E. sylvestris*>*L. lucidum*>*M. yuyuanensis*>*C. camphora*>*M. chapensis*.

Key words: young broadleaved stand; leaf trait; correlation

叶片是植物主要组成部分, 是林木光合作用、蒸腾作用和气体交换的主要器官, 其数量的多少直接影响到树木的生长发育。叶片形态的变化与植物的生长对策及植物利用资源的能力紧密联系, 能够反

应植物适应环境变化所形成的生存对策^[1-2]。叶性状通常被认为是环境状况的敏感指示者^[3], 植物种间的叶性状变化显著^[4], 反映植物的效率利用策略^[5], 深刻影响植物的生长、繁殖和生态系统功

收稿日期:2011-12-02 修回日期:2012-02-21

基金项目:广东省林业局项目 (4400-F08018)。

作者简介:许松葵,男,高级工程师,硕士,主要研究方向:林木种苗和生态公益林研究。E-mail: 81953355@163.com

*通信作者:薛立,男,教授,博士,主要研究方向:森林培育和生态学研究。E-mail:forxue@scau.edu.cn

能^[6]。研究不同的叶性状与植物生长形式和功能类型之间的关系,有助于了解植物进化过程中形成的选择压力^[7-8]。目前有关学者对叶内部结构^[9-13]和叶形态进行了研究^[14-16]。随着与叶性状相关的特性和应用研究的深入,叶性状的研究逐渐成为近年生理生态学领域研究的热点,包括叶的基本性状及其大范围的格局关系,从叶水平到生态系统水平预测生态过程和生态功能对环境变化的反应^[17-18],T. Y. Luo^[19]等根据大量的西藏野外观测数据,从生态系统水平上定量描述了叶性状与群落物征和气候因子之间的数量关系。王希华^[20]等从群落学的角度进行了一些相关研究,薛立^[21]等对幼苗叶片形态的季节变化进行过研究。张林和罗天祥^[22]对植物叶寿命、王希群^[23]等对叶面积指数的应用、薛立和曹鹤^[24]对逆境下的植物叶性状变化都曾作过研究。然而,目前相关的研究还是相对较少^[24-27]。由于缺乏野外的数据,许多植物叶性状与环境之间的关系研究尚属空白^[7,26]。樟树(*Cinnamomum camphora*)、大叶女贞(*Ligustrum lucidum*)、观光木(*Tsoongiodendron odorum*)、山杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、乳源木莲(*Manglietia yuyuanensis*)和乐昌含笑(*Michelia chapensis*)是华南地区优良乡土阔叶树种,广泛用于城乡绿化造林,也是广东营造生态公益林的主要树种,而有关其叶性状特征报道尚少,对这 6 种常绿阔叶植物的叶片特性的研究,以期为植被恢复和造林树种选择提供参考。

1 试验地概况

1.1 自然地理概况

研究地位于韶关市曲江区小坑林场,属中亚热带季风型气候区,有明显的湿热和干冷的大陆性气候。年均温度 20.1℃,最热月份为 7 月,平均 28.9℃,极端最高气温 39.5℃,最冷为 1 月,平均气温 9.6℃,极端最低 -5.3℃,年活动积温 7 300℃。年均降雨量 1 640 mm,集中于夏季。土壤类型为砂页岩发育成的红壤,土层较深厚。由于气候温暖、湿润、多雨,使植物生长繁茂,有利于有机质的分解与合成。但多雨则带来对土壤的强烈冲刷、淋溶,致使土壤侵蚀较严重,土壤贫瘠、酸性、养分较缺。

1.2 研究方法

2005 年在小坑林场栽植樟树、大叶女贞、观光木、山杜英、乳源木莲和乐昌含笑林各 1.07 hm²,林分密度为 1 600 株·hm⁻²。在各林分内建立 400 m² 的样地,设立 3 个重复。试验林的前茬林分类型是杉木人工林。2005 年 3 月下旬在各林分的样地

选择 5 株平均木,按林冠的上中下层随机采集 50 片完整健康的成熟叶子(在上中下层各抽取包含阴阳面的叶片 16~17 枚),进行叶长、叶宽、叶面积和叶干重调查。叶长和叶宽用游标卡尺测定,叶面积用面积测量仪测量。将叶片带回实验室置烘箱内 80 ℃下烘至恒重并测干重。

采用 Microsoft Excel 进行作图,用线性回归方程拟合叶长、叶宽、叶面积和叶干重之间的关系和显著性检验。用 SAS6.12 软件系统进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 幼苗叶片长和宽相关性分析

樟树叶长和叶宽呈显著相关($p < 0.05$),其他 5 种树种的叶长和叶宽呈极显著相关($p < 0.05$),相关系数的顺序为观光木>大叶女贞>乐昌含笑>山杜英>乳源木莲>樟树(图 1),表明观光木幼苗叶片的长和宽的关系密切。叶片形态主要由遗传决定,遗传变异小的树种叶相似性高。光照是导致叶片形态存在发育可塑性的主导因子。观光木的冠幅小,枝叶稀疏,叶片可能获得的光照均匀,叶的相似性高,而樟树的冠幅大,枝叶稠密,不同部位林冠的叶片获得的光照差异大,相关性因而降低。

2.2 叶长和叶宽与叶面积的关系

各树种的叶长和叶面积成极显著相关($p < 0.001$),相关系数的顺序为乐昌含笑>观光木>山杜英>乳源木莲>大叶女贞>樟树(图 2)。各树种的叶宽和叶面积也成极显著相关($p < 0.001$),相关系数的顺序为观光木>乳源木莲>樟树>乐昌含笑>大叶女贞>山杜英(图 3)。

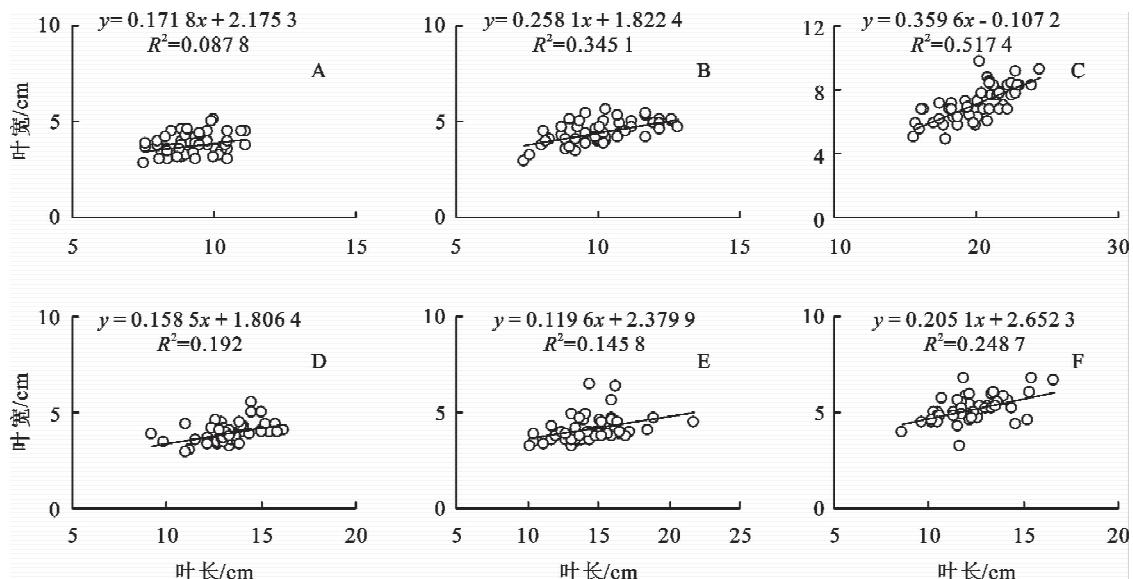
6 个树种中,观光木的叶长和叶宽、叶长和叶面积、叶宽和叶面积的相关系数分别位列第 1、第 2 和第 1 位,说明其叶片相似性是 6 个树种中最高的;大叶女贞叶长和叶面积、叶宽和叶面积的相关系数均位列第 5 位,说明其叶形变化较大;樟树的叶长和叶宽、叶长和叶面积、叶宽和叶面积的相关系数分别位列第 6、第 6 和第 3 位,说明其叶片相似性是 6 个树种中最低的。观光木、大叶女贞、乳源木莲和樟树的 3 种叶性状之间的相关系数为叶宽和叶面积>叶长和叶面积>叶长和叶宽,而乐昌含笑和山杜英为叶长和叶面积>叶宽和叶面积>叶长和叶宽,说明前 4 种树种的叶宽对叶面积的影响大,而后 2 种树种叶长对叶面积的影响大。

2.3 叶面积和叶干重的关系

各树种的叶面积和叶干重的相关系数大于 0.71,均为极显著相关($p < 0.001$),相关系数的顺

序为观光木>山杜英>大叶女贞>乳源木莲>樟树>乐昌含笑(图4)。叶面积和叶干重的关系反映了叶片厚度均匀的程度。观光木的叶面积和叶干重的相关系数达0.94,叶片厚度均匀,乐昌含笑的叶面

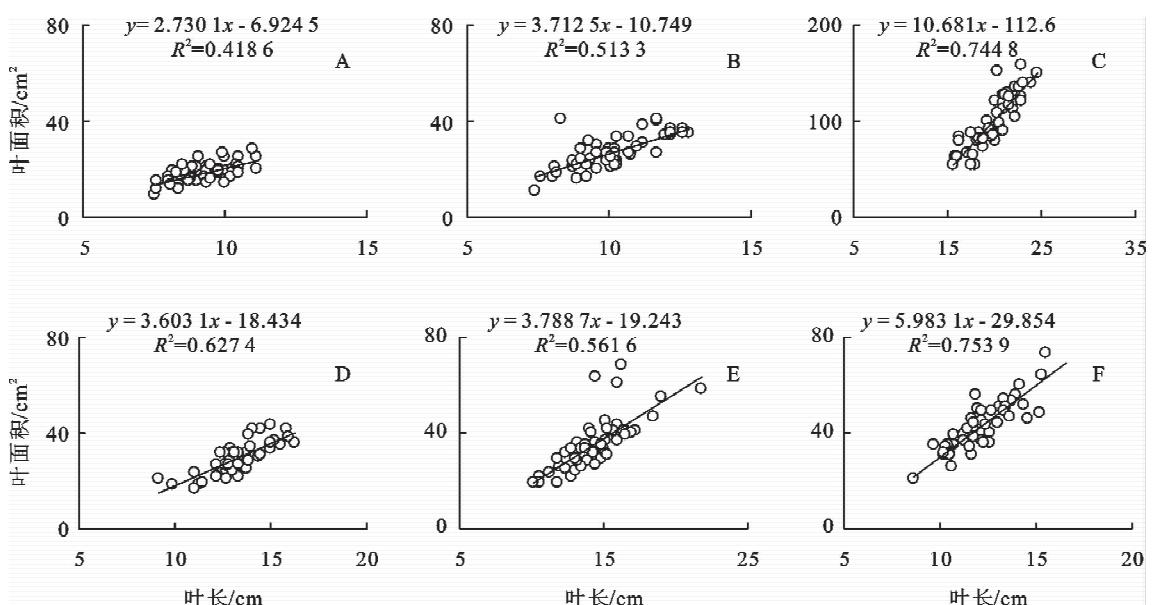
积和叶干重的相关系数仅0.71,叶片厚度均匀程度较低,其余4种树种的叶片厚度均匀程度介于二者之间。



注:A, 樟树;B, 大叶女贞;C, 观光木;D, 山杜英;E, 乳源木莲;F, 乐昌含笑。

图1 叶长与叶宽的关系

Fig. 1 Relationship between leaf length and leaf width



注:A, 樟树;B, 大叶女贞;C, 观光木;D, 山杜英;E, 乳源木莲;F, 乐昌含笑。

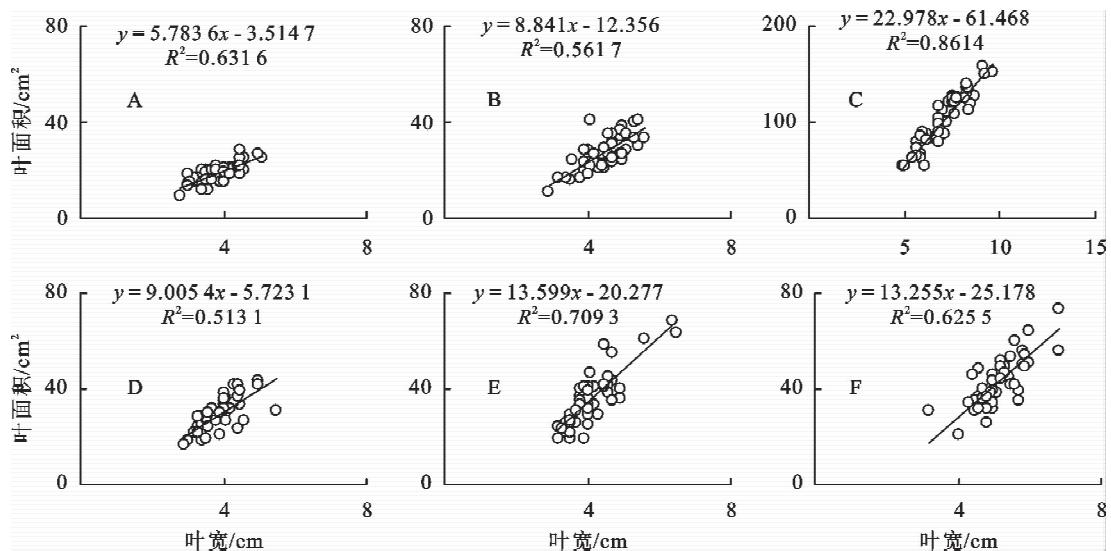
图2 叶长与叶面积的关系

Fig. 2 Relationship between leaf length and leaf area

2.4 叶性状的聚类分析

用叶长、叶宽、叶面积和叶干重进行聚类如图5。观光木叶片的相似系数达1.62,樟树为0.56,大叶女贞和乐昌含笑为0.38,山杜英和乳源木莲为0.31。由于后4种树种叶片的相似系数接近,故合并为一类。所以本研究以0.5为阈值可以将6种树

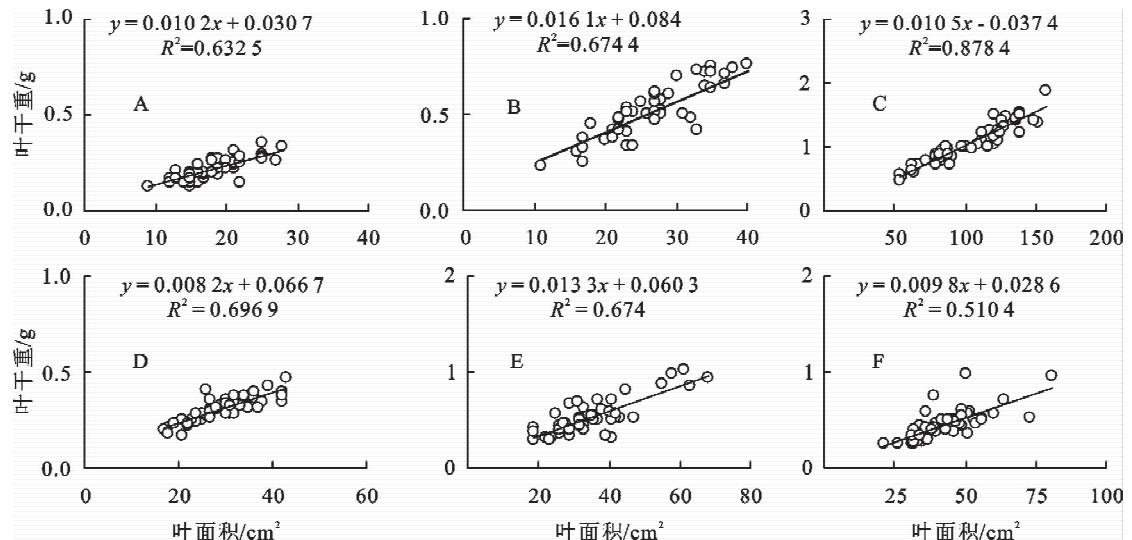
种的叶片分为3类。第1类为樟树,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重在6个树种中均是最小的;第2类为大叶女贞、山杜英、乳源木莲、乐昌含笑,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重位列2到5位;第3类为观光木,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重均是最大的。



注:A, 樟树; B, 大叶女贞; C, 观光木; D, 山杜英; E, 乳源木莲; F, 乐昌含笑。

图3 叶宽与叶面积的关系

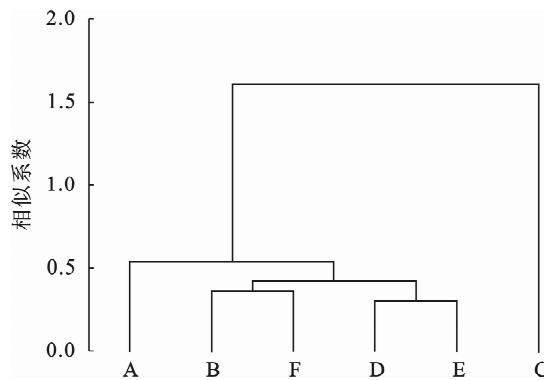
Fig. 3 Relationship between leaf width and leaf area



注:A, 樟树; B, 大叶女贞; C, 观光木; D, 山杜英; E, 乳源木莲; F, 乐昌含笑。

图4 叶面积与叶干重的关系

Fig. 4 Relationship between leaf area and leaf dry weight



注:A, 樟树; B, 大叶女贞; C, 观光木; D, 山杜英; E, 乳源木莲; F, 乐昌含笑。

图5 不同树种的叶性状聚类图

Fig. 5 Arborescence of leaf traits for different tree species

3 结论与讨论

樟树叶长和叶宽成显著相关,而其他5种树种的叶长和叶宽成极显著相关,相关系数的顺序为观光木>大叶女贞>乐昌含笑>山杜英>乳源木莲>樟树。各树种的叶长和叶面积成极显著相关,相关系数的顺序为乐昌含笑>观光木>山杜英>乳源木莲>大叶女贞>樟树。各树种的叶宽和叶面积也成极显著相关($p<0.01$),相关系数的顺序为观光木>乳源木莲>樟树>乐昌含笑>大叶女贞>山杜英。观光木、大叶女贞、乳源木莲和樟树等4种叶性状之间的相关系数为叶宽和叶面积>叶长和叶面积>叶长和叶宽,而乐昌含笑和山杜英相关系数为叶

长和叶面积>叶宽和叶面积>叶长和叶宽,说明前4种树种的叶宽对叶面积的影响大,而后2种树种叶长对叶面积的影响大。各树种的叶面积和叶干重成极显著相关,相关系数的顺序为观光木>山杜英>大叶女贞>乳源木莲>樟树>乐昌含笑。用聚类分析可以将6种树种的叶片分为3类。第1类为樟树,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重在6个树种中均是最小的;第2类为大叶女贞、山杜英、乳源木莲、乐昌含笑,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重位列2到5位;第3类为观光木,其叶长、叶宽、叶面积和叶干重均是最大的。

樟树叶长和叶宽、叶长和叶面积、叶宽和叶面积、叶面积和叶干重呈显著或极显著相关,但是树种的叶性状之间的相关系数有差异。说明叶片的形态一般由遗传性决定,但受环境因子的影响,叶片对外界条件的适应引起一定的变异性和平塑性。

目前,大气中CO₂浓度增加引起的全球气候变暖,威胁着人类的生存环境。森林作为陆地生态系统的主体,每年固定的碳约占整个陆地生态系统的2/3^[29],在减缓气候变暖方面的作用不可替代。叶片是植物主要组成部分,也是植物进行光合作用的主要器官,在固定CO₂过程中起重要作用。叶片是对环境变化最为敏感的器官,其形态特征最能体现环境因子的影响或植物对环境的适应。通过观测幼苗叶片长和宽的相关性可以研究这些树种的苗期叶片形态对环境因子的可塑性。叶片对外界条件的适应引起的可塑性是个体通过改变自身的形态结构和生理而对环境变化做出反应的能力^[28],它被认为是植物在可变环境中最大适合度的功能反应^[29]。华南地区水热充沛,森林生长快,面积大,在我国森林碳平衡中发挥着举足轻重的作用。加强对华南主要树种叶性状的研究,可以了解其响应环境的机制,制订合理的森林经营措施和有效发挥森林固碳等生态功能具有重要参考价值。

参考文献:

- [1] WESTOBY M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme[J]. Plant and Soil, 1998, 199(2): 213-227.
- [2] VENDRAMINI F, DIAZ S, OURVICH D, et al. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species[J]. New Physiology, 2002, 154(1): 147-157.
- [3] HALLOY S R P, MARK A F. Comparative leaf morphology spectra of plant communities in New Zealand, the Andes and the European Alps[J]. Journal of the Royal Society of New Zealand, 1996, 26(1): 41-78.
- [4] CORNELISSEN J H C, LAVOREL S, GARNIER E, et al. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide[J]. Australian Journal of Botany, 2003, (51): 335-380.
- [5] WESTOBY M, FALSTER D S, MOLES A T, et al. Plant ecological strategies: some leading dimension of variation between species[J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 2002, 33: 125-159.
- [6] DÍAZ S, LAVOREL S, DE BELLO F, et al. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007, 104(52): 20684-20689.
- [7] WRIGHT I J, REICH P B, WESTOBY M, et al. The worldwide leaf economics spectrum[J]. Nature, 2004, 428: 821-827.
- [8] WRIGHT I J, REICH P B, CORNELISSEN J H C, et al. Modulation of leaf economic traits and trait relationships by climate[J]. Global Ecology and Biogeography, 2005, 14: 411-421.
- [9] 郭玉华,蔡志全,曹坤芳,等.四种热带雨林树种光合和形态解剖特征对不同生长光强的适应[J].武汉植物学研究,2004,22(3):240-244.
- [10] GUO Y H, CAI Z Q, CAO K F, et al. Leaf photosynthetic and anatomic acclimation of four tropical rainforest tree species to different growth light conditions[J]. Journal of Wuhan Botanical Research, 2004, 22(3): 240-244. (in Chinese)
- [11] 史刚荣,王旭明,张铮.华中五味子叶片形态结构的可塑性研究[J].淮北煤炭师范学院学报:自然科学版,2006, 27(1):44-49.
- [12] SHI G R, WANG X M, ZHANG Z. Lamina morphological and structural plasticity of *Schisandra sphenanthera* [J]. Journal of Huabei Coal Industry Teachers College: Natural Science Edition , 2006, 27(1): 44-49. (in Chinese)
- [13] 史刚荣,汤盈,张铮.淮北相山恢复演替群落优势树种叶片的生态解剖[J].植物生态学报,2006,30(2):314-322.
- [14] SHI G R, TANG Y, ZHANG Z. Leaf anatomy of dominant plant species in the successional communities of Xiangshan mountain, Huabei, China [J]. Journal of Plant Ecology, 2006,30(2):314-322. (in Chinese)
- [15] 崔宏安,白红霞,丁虹茹,等.一球悬铃木叶结构的解剖研究[J].西北林学院学报,2008, 23(6): 66-68
- [16] CUI H A, BAI H X, DING H R, et al. Study on anatomical structure of *Platanus occidentalis* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(6) : 66-68. (in Chinese)
- [17] 常燕虹,郑海军,刘建才.3种悬铃木叶结构的差异比较[J].西北林学院学报,2011, 26(6):48-50.
- [18] CHANG Y H, ZHENG H J, LIU J C. Comparison of the histological leaf structures of three *Platanus* varieties [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(6): 48-50. (in Chinese)
- [19] OGAWA K, FURUKAWA A, HAGIHARA A. Morphological and phenological characteristics of leaf development of *Durio zibethinus* Murray (Bombacaceae) [J]. Journal of Plant Research, 1995, 108(4): 511-515.
- [20] 李淑娟,李团结,张宽清.克鲁兹王莲苗期形态特征及生长规律研究[J].西北林学院学报,2010, 25(4):104-406.

- [15] LI S J, LI T J, ZHANG Q K. Morphological characteristics and growth regularity of seedlings of *Victoria cruziana* [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(4):104-406. (in Chinese)
- [16] 刘慧, 张国桢, 张宏辉, 等. 温室油桃叶片与果实生长模型及其分析[J]. 西北林学院学报, 2010, 25(1):86-89.
- LIU H, ZHANG G Z, ZHANG W H, et al. Establishment of the model of leaf and fruit growth of nectarine[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010, 25(1):86-89. (in Chinese)
- [17] PETERSON A G, BALL J T, LUO Y Q, et al. The photosynthesis-leaf nitrogen relationship at ambient and elevated atmospheric carbon dioxide: a meta-analysis [J]. Global Change Biology, 1999, 5(3): 331-346.
- [18] NORBY R J, LUO Y. Evaluating ecosystem responses to rising atmospheric CO₂ and global warming in a multi-factor world[J]. New Phytologist, 2004, 162(2): 281-293.
- [19] LUO T Y, LUO J, PAN Y. Leaf traits and associated ecosystem characteristics across subtropical and timberline forests in the Gongga Mountains, eastern Tibetan Plateau[J]. Oecologia, 2005, 142(2): 261-273.
- [20] 王希华, 张婕, 张正祥. 浙江天童国家森林公园主要常绿阔叶树种叶子寿命的研究[J]. 植物生态学报, 2000, 24(5): 625-629.
- WANG X H, ZHANG J, ZHANG Z X. Leaf longevity of evergreen broad-leaved species of Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province [J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2000, 24(5): 625-629. (in Chinese)
- [21] 薛立, 张柔, 奚如春, 等. 华南地区 6 种阔叶幼苗叶片形态特征的季节变化[J]. 生态学报, 2012, 32 (1):123-134.
- XUE L, ZHANG R, XI R C, et al. Seasonal change of leaf morphological traits of six broadleaf seedlings in South China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32 (1): 123-134. (in Chinese)
- [22] 张林, 罗天祥. 植物叶寿命及其相关叶性状的生态学研究进展[J]. 植物生态学报, 2004, 28(6): 844-852.
- ZHANG L, LUO T X. Advances in ecological studies on leaf lifespan and associated leaf traits[J]. Acta Phytoecologica Sinica, 2004 , 28(6): 844-852. (in Chinese)
- [23] 王希群, 马履一, 贾忠奎, 等. 叶面积指数的研究和应用进展[J]. 生态学杂志, 2005, 24(5): 537-541.
- WANG X Q, MA L Y, JIA Z K, et al. Research and application advances in leaf area index (LAI)[J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(5): 537-541. (in Chinese)
- [24] 薛立, 曹鹤. 逆境下植物叶性状变化的研究进展[J]. 生态环境学报, 2010, 19 (8): 2004-2009.
- XUE L, CAO H. Changes of leaf traits of plants under stress resistance[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2010, 19 (8): 2004-2009. (in Chinese)
- [25] HAN W X, FANG J Y, GUO D L, et al. Leaf nitrogen and phosphorus stoichiometry across 753 terrestrial plant species in China[J]. New Phytologist, 2005, 168(2):377-385.
- [26] REICH P B. Global biogeography of plant chemistry: filling in the blanks[J]. New Phytologist, 2005, 168(2):263-266.
- [27] ZHENG S X, SHANGGUAN Z P. Spatial patterns of photosynthetic characteristics and leaf physical traits of plants in the Loess Plateau of China[J]. Plant Ecology, 2007, 191 (2):279-293.
- [28] MACDONALD S E, CHINNAPPA C C. Population differentiation for phenotypic plasticity in the *Stellaria longipes* complex[J]. American Journal of Botany, 1989, 76(11):1627-1637.
- [29] DIXON R K, BROWN S, HOUGHTON R A, et al. Carbon pools and flux of global forest ecosystems[J]. Science, 1994, 263(5144):185-190.
- [30] COLEMA J S, CONNAUGHAY K D, ACKERLY D D. Interpreting phenotypic variation in plants[J]. Trends in Ecology & Evolution, 1994, 9(5):187-191.

(上接第 15 页)

- [15] 谢晓金, 郝日明. 南京地区引种的 24 种常绿阔叶树种耐寒性比较[J]. 浙江林学院学报, 2006,23(3):285-289.
- XIE X J, HAO R M. Analysis of the low temperature tolerance of introduced 24 evergreen broad-leaved tree species in Nanjing[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2006,23 (3):285-289. (in Chinese)
- [16] 张文娇, 王小德. 低温胁迫对 5 个不同梅花品种生理特性的影响[J]. 江苏农业科学, 2011,39(3):203-205.