

不同海拔长白山牛皮杜鹃叶片适应性结构的对比分析

栾志慧¹, 邵殿坤², 杨丽娟¹, 顾地周¹

(1. 通化师范学院 生物系, 吉林 通化 134000; 2. 吉林省林业调查规划院, 吉林 长春 130022)

摘要:以长白山牛皮杜鹃为试材, 研究比较了 1 500、1 800、2 100、2 400 m 4 个不同海拔高度牛皮杜鹃种群的叶片表面形态结构特征和叶片功能性状。结果表明:不同海拔高度的牛皮杜鹃叶片上表皮细胞随海拔高度的升高而排列比较疏松, 叶片下表皮细胞排列比较有规则。叶干物质含量随海拔增加而增加, 低海拔与高海拔的叶干物质含量差异显著;比叶面积随着海拔增加而减少, 海拔 1 800 m 叶片比叶面积低于其它 3 个海拔高度;叶厚随海拔增加而增加, 海拔 1 800 m 叶片厚度高于其它 3 个海拔。

关键词:适应性结构;功能性状;不同海拔;牛皮杜鹃

中图分类号:S 685. 21 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)19-0080-04

牛皮杜鹃(*Rhododendron chrysanthum* Pall.) 属杜鹃花科杜鹃花属落叶灌木, 具有较高的观赏价值。广泛分布于长白山海拔 1 300~2 600 m 的高山, 对高海拔有较强的适应性。它是长白山生态系统主要建群种之一, 可以预防土壤侵蚀, 并具有调节气候、保持生态稳定性的功能。长白山生态环境立体差异明显, 植物以及植物群落的垂直性变化显著。

叶片是植物对环境变化最敏感的器官, 可以体现植物对不同环境适应的显著性特征^[1]。叶片作为植物进行光合作用和呼吸作用的主要器官, 与周围环境联系紧密, 是植物体暴露于大气环境中面积最大的器官, 对环境因子如水分、温度、光照等的变化敏感、可塑性大, 随环境变化叶片往往表现出叶外部形态、叶厚度及内部解剖结构的差异。丁洪玲等^[2]对牛皮杜鹃解剖研究得出, 牛皮杜鹃叶的特殊结构是抵御高山低温恶劣生存环境的适应性结构, 但是对不同海拔不同生境的结构变化研究尚鲜见报道。

结构是功能的基础, 植物体结构差异和变化将会影响其生理功能, 研究叶片生态解剖学不仅可以揭示环境变化对植物的影响和植物的适应性, 而且可为叶片生理生态功能研究奠定基础^[3]。因此, 对不同海拔植物叶片

结构和功能性状的对比分析就尤为重要。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于中国东北的长白山区, 长白山区目前是我国中纬度著名的山地原始森林地区。该区气候属受季风影响的温带大陆性山地气候, 冬季漫长寒冷, 夏季短暂、温暖多雨, 春季风大干燥, 秋季凉爽多雾。全区年平均气温在 2~6℃之间, 最低气温出现在 1 月份, 最低可达-39.4℃。年降雨量为 600~900 mm, 降雨量较大, 而且有随海拔升高而增加的特点。

1.2 试验材料

于 2009 年 10 月, 在长白山区海拔 1 500、1 800、2 100、2 400 m 4 个种群采集牛皮杜鹃成熟叶片。为减小试验材料间的误差, 每一海拔高度选择 10 a 生相同生态型牛皮杜鹃 15~20 株, 每株取 5~10 片成熟叶供表面观察, 另取 100 片供测定。

1.3 试验方法

每一海拔高度取 15 株牛皮杜鹃成熟叶片作为观察和测量样品。将叶片用清水冲洗后放入 FAA 固定液(50%乙醇 50 mL、冰醋酸 5 mL、甲醛 5 mL)中固定 48 h 以上, 使用不同浓度的乙醇脱水(75%、80%、90%、100%), 其浓度由低到高, 间隔为 1.5 h, 二甲苯透明 1.5~3 h, 利用中科恒业 ZKPACS-G 型细胞图像分析系统进行观察、摄影, 放大倍数为 20×。对所采集牛皮杜鹃叶片进行叶干物质含量(Leaf dry matter content, LD-MC)、叶大小(Leaf size)、比叶面积(Specific leaf area, SLA)、叶厚度(Leaf thickness)等 4 项指标的测定。

1.4 项目测定

1.4.1 叶干物质含量的测定 将置于 2 片湿润滤纸

第一作者简介:栾志慧(1980-), 女, 博士研究生, 讲师, 研究方向为生态学。E-mail: lzh7013@sina.com

责任作者:杨丽娟(1965-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向为植物细胞生物学。E-mail: thpgjw@163.com

基金项目:吉林省教育厅科学技术研究资助项目(吉教科合字(2009)第 270 号);吉林省科技发展计划资助项目(20130206060NY)。

收稿日期:2013-05-20

之间的叶片,连同其自封袋放入 5℃ 的黑暗环境中储存 12 h,取出后迅速用滤纸吸干叶片表面的水分,在 1/100 的电子天平上称重(饱和鲜重)。将叶片放入 80℃ 箱内烘干 24 h 后取出称重(干重)。叶干物质含量(LDMC)=叶片干重(mg)/叶片饱和鲜重(g)。

1.4.2 叶大小(LS)和比叶面积(SLA)的测定 用 Epson perfection V700 photo 扫描仪进行叶面积扫描,用 Winfolia2007 进行叶面积的计算,得到的叶面积大小即叶大小(cm^2);比叶面积(SLA)=叶片面积(cm^2)/叶片干重(kg)。

1.4.3 叶厚度的测定 选用精度为 0.02 mm 的游标卡尺,在叶片上沿着主脉的方向均匀选 3 个点,测量叶片主脉一侧约 0.25 cm 处的厚度^[4],将采集的 20 片叶子分组,每组 5 片(以减少误差),用游标卡尺测其厚度 L1、L2、L3,每组叶片的平均厚度 $TH(i)=(L1+L2+L3)/3$

($i=1,2,3,4$),求和后计算出 20 片叶子的平均厚度。

2 结果与分析

2.1 不同海拔高度牛皮杜鹃叶片上下表皮形态比较

由图 1 可以看出,对于同一海拔高度的牛皮杜鹃叶片上表皮表面相对于下表皮来说比较光滑,而叶片下表皮表面可能是因为有附属物的存在而显得凹凸不清,尤其在海拔 1 800 m 和 2 400 m 高度的牛皮杜鹃的叶片反面凹凸程度较大;上表皮的细胞排列比较紧密有规则,下表皮的细胞排列虽然不乱但相对来说没有上表皮的有规则。而对于不同海拔高度的牛皮杜鹃上表皮叶片细胞随海拔高度的升高而排列比较疏松,下表皮叶片细胞除了随海拔高度的升高而排列比较疏松外,细胞排列比较有规则,都是成行或者成列分布。

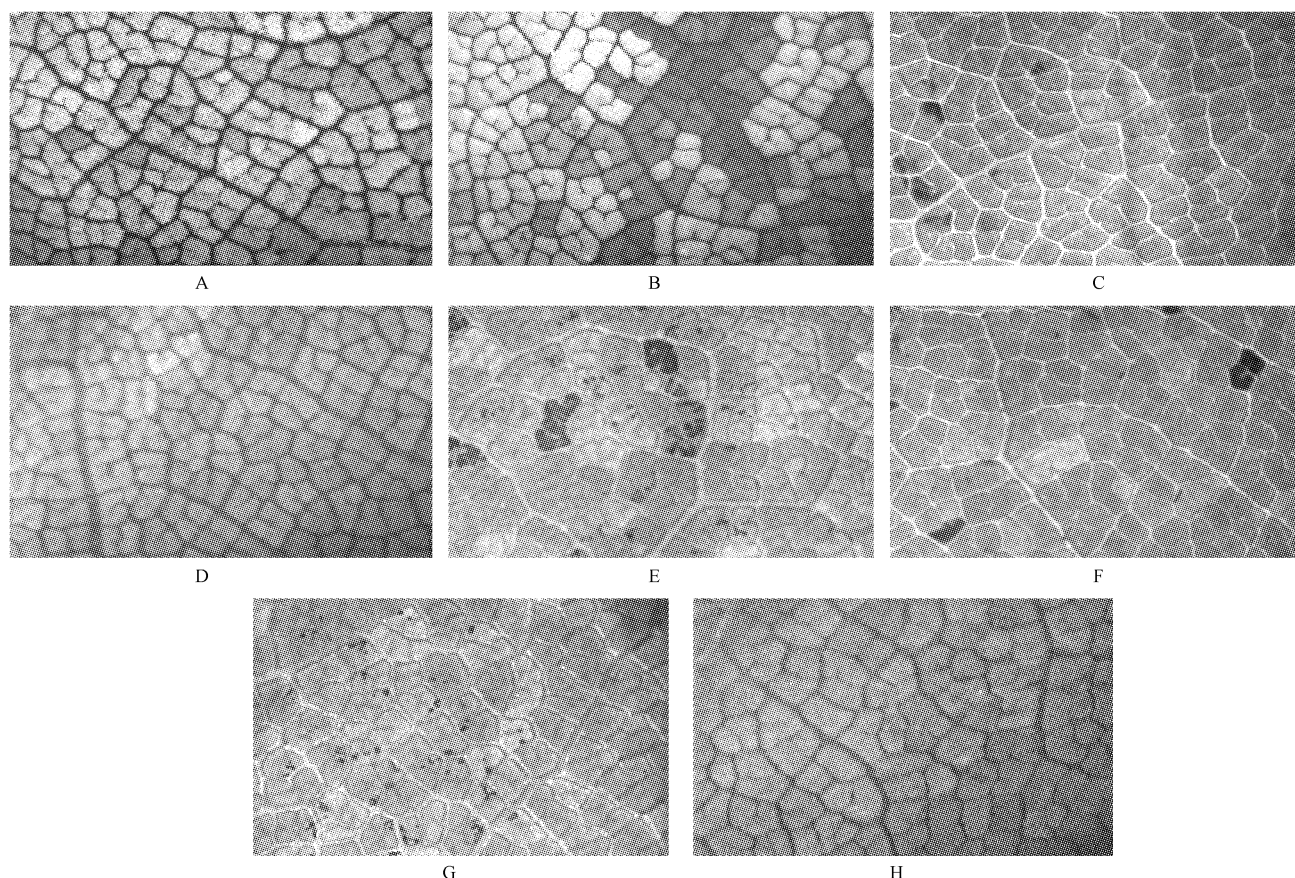


图 1 不同海拔高度牛皮杜鹃叶片上下表皮形态比较(20×)

注:A:海拔 1 500 m 叶片上表皮形态;B:海拔 1 500 m 叶片下表皮形态;C:海拔 1 800 m 叶片上表皮形态;D:海拔 1 800 m 叶片下表皮形态;E:海拔 2 100 m 叶片上表皮形态;F:海拔 2 100 m 叶片下表皮形态;G:海拔 2 400 m 叶片上表皮形态;H:海拔 2 400 m 叶片下表皮形态。

Fig. 1 Comparison of morphological structure of adaxial epidermis and lower epidermis at different altitude of *Rhododendran chrysanthan* Pall.

Note: A: Morphological structure of adaxial epidermis at 1 500 m; B: Morphological structure of lower epidermis at 1 500 m; C: Morphological structure of adaxial epidermis at 1 800 m; D: Morphological structure of lower epidermis at 1 800 m; E: Morphological structure of adaxial epidermis at 2 100 m; F: Morphological structure of lower epidermis at 2 100 m; G: Morphological structure of adaxial epidermis at 2 400 m; H: Morphological structure of lower epidermis at 2 400 m.

2.2 不同海拔高度牛皮杜鹃叶片功能性状比较

由图2可以看出,牛皮杜鹃叶干物质含量(LDMC)随海拔升高而增加,海拔1500 m和1800 m差别不大,但二者与2100 m和2400 m的干物质含量差异显著。比叶面积(SLA)呈现出相反趋势,SLA随着海拔增加而减少,海拔1800 m叶片SLA低于其它3个海拔高度。平均叶厚(TH)随海拔增加而增加,海拔1800 m叶片厚度高于其它3个海拔高度。

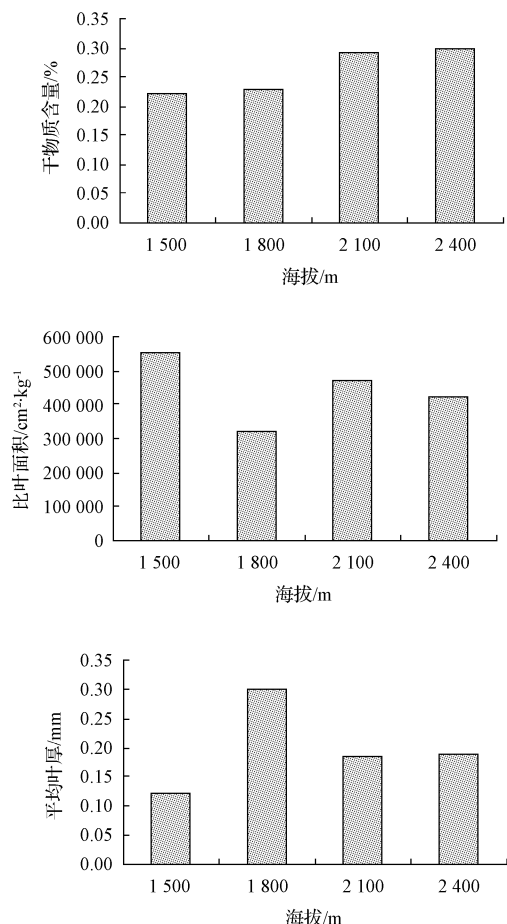


图2 干物质含量、比叶面积和平均叶厚变化趋势

Fig.2 Trend of LDMC,SLA and TH with altitude

3 讨论

中国长白山气候、植被等呈垂直分布,属高海拔山地,气候随海拔高度变化很大。能在这种极端环境条件下生存下来的牛皮杜鹃,逐渐形成了抵御低温冰冻等胁迫完成生活史的特殊形态结构^[5]。李广民等^[6]认为,海拔增高带来短波辐射的增强,叶片具有特殊结构,可以防止叶面温度升高引起的组织灼伤。高海拔的牛皮杜鹃叶表皮细胞排列疏松,可适应空气稀薄状况,弥补大气中O₂和CO₂的不足,提高植物光合效率,有利于植物短

期内的生长和发育。

叶干物质含量高的植物,其叶片相对更坚韧^[7],牛皮杜鹃叶干物质含量随海拔增加而增加,高海拔与低海拔干物质含量差异显著。说明牛皮杜鹃叶干物质含量低,与低海拔环境高度相关。低的比叶面积值通常对应叶片对“防御”的高投资以及很长的叶寿命。相比于资源缺乏的环境,在资源丰富环境中物种有更大的比叶面积。Hanba等^[8]研究发现,从坡底至坡顶,比叶面积呈现下降趋势。牛皮杜鹃在不同海拔比叶面积的变化趋势与Hanba等^[8]的研究稍有不同,1800 m海拔高度的SLA低于其它海拔,说明长白山1800 m海拔高度牛皮杜鹃更懂得自我防御。叶片厚度通常被认为是一个非常宝贵的性状^[9-10]。Reich等^[9]以及Witkowski等^[10]研究发现,养分贫瘠环境中,植物叶片较厚。该试验研究表明,牛皮杜鹃叶片厚度在1800 m海拔这样干扰大的环境中最大。

因此,随海拔高度生态因子的变化,对牛皮杜鹃形态结构和生态学特性产生了不同程度的影响。在海拔梯度上牛皮杜鹃不同组织发生的多种形式的变化既是环境因子影响的结果,也是对环境变化的适应。

参考文献

- [1] 赵庆芳,马瑞君,杜国桢,等.不同海拔三种蕁吾属植物叶结构的适应意义[J].兰州大学学报(自然科学版),2006(1):33-39.
- [2] 丁洪玲,宫宇,李美善,等.牛皮杜鹃植株解剖结构的研究[J].延边大学农学报,2008(2):90-97.
- [3] Zhou L, Yang L, Zhang J. Recent progresses in the studies of genetic engineering for cold resistance in plants[J]. Chinese Bulletin of Botany, 2001, 18(3):325-331.
- [4] 刘金环,曾德慧, Lee D K. 科尔沁沙地东南部地区主要植物叶片性状及其相互关系[J]. 生态学杂志, 2006, 25(8):921-925.
- [5] 李芳兰,包维楷.植物叶片形态解剖结构对环境变化的响应与适应[J].植物学通报,2005(22):118-127.
- [6] 李广民,王秀杰.蜡梅抗寒性解剖学特点的研究[A].中国植物学会60周年年会[1933-1993]学术报告及论文摘要汇编[C].北京:中国科技出版社,1993:190.
- [7] Cornelissen J H C, Lavorel S, Gamier 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.
- [8] Hanba Y T, Noma N, Umeki K. Relationships between leaf characteristics, tree sizes and species distribution along a slope in a warm temperate forest[J]. Ecological Research, 2000(15):393-403.
- [9] Reich P B, Walters M B, Ellsworth D S, et al. Relationships of leaf dark respiration to leaf nitrogen specific leaf area and leaf life-span: a test across biomes and functional groups[J]. Oecologia, 1998, 114:471-482.
- [10] Witkowski E T, Lamoni B B. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness[J]. Oecologia, 1991, 88:486-493.

美国红枫不同品种秋色叶变化过程的观察

高焕章¹, 赵振军¹, 王斌成², 陈红艳¹, 税玉成¹, 何玉枝¹

(1. 长江大学 园艺园林学院, 湖北 荆州 434025; 2. 荆州市稻香村农业生态旅游开发有限公司, 湖北 荆州 434030)

摘 要:以美国红枫改良品种系列中 3 个品种“秋红枫”(Autumn Flame)、“十月光辉”(October Glory)和“夕阳红”(Red Sunset)的容器苗为试材,采用同一视野定时拍照的方法,研究了秋季叶色变化过程。结果表明:“秋红枫”秋叶观赏期为 10 月 26 日至 11 月 28 日,共 34 d,其中最佳观叶期为 6 d,秋叶变色期为 27 d,落叶期为 27 d,叶片颜色变化过程是:绿色-黄绿色-橙红色-红色。“十月光辉”秋叶观赏期为 10 月 26 日至 11 月 22 日,共 28 d,其中最佳观叶期为 7 d,秋叶变色期为 21 d,落叶期为 27 d,叶片颜色变化过程是:绿色-黄绿色-黄色。“夕阳红”秋叶观赏期为 10 月 26 日至 11 月 26 日,共 32 d,其中最佳观叶期 10 d,秋叶变色期为 22 d,落叶期 23 d,叶片颜色变化过程是:绿色-黄绿色-黄色-橙红色。综上所述,“夕阳红”的观赏效果最好,其次是“十月光辉”和“秋红枫”。该研究结果为上述 3 个美国红枫品种的园林应用提供了实践依据。

关键词:秋叶观赏期;秋叶变色期;美国红枫

中图分类号:S 687.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)19-0083-04

美国红枫(*Acer rubrum*)属槭树科槭树属大型乔木,别名红花槭、北方红枫、北美红枫、沼泽枫等,原产于美国东北部^[1]。美国红枫树高 12~18 m,最高可达 30 m,冠幅 12 m,树冠椭圆形^[2];适生于温凉湿润,雨量充沛,湿度较高的环境,在我国华北、西北、长江流域被广泛栽种^[3];对土壤要求不严,耐瘠薄,适应能力强,在酸性

土、中性土和石灰质土中生长较好,但在微酸湿润透水性好的土壤生长最理想^[4];生长速度快,高生长每年达 0.6~1 m,寿命在 100 a 左右^[5]。

美国红枫新生的叶片正面呈微红色,之后变成绿色,直至深绿色,叶背面为灰色,秋天叶片由黄绿色变成黄色,最后成为红色,春天开花,花为红色,果实有翅,红色,长 2.5~5 cm^[6]。理想的秋色叶树种应有以下 4 个特点:一是秋天或经霜后叶片醒目、亮丽,明显不同于其它观赏期的颜色,观赏价值较高;二是生长势强,枝叶繁茂,有较厚的叶幕层,适应性强,最好是乡土树种;三是除极少数常绿树种外(如石楠、南天竹),必须是落叶树

第一作者简介:高焕章(1955-),男,湖北仙桃人,本科,教授,现主要从事园林植物的教学与科研工作。E-mail:ghzxl@163.com.

基金项目:荆州市科技局攻关资助项目(20101P020);长江大学横向资助项目(09H2102)。

收稿日期:2013-06-03

Comparative Analysis on Adaptation Characteristic of *Rhododendron chrysanthum* Pall. Leaves in Different Altitudes of Changbai Mountain

LUAN Zhi-hui¹, SHAO Dian-kun², YANG Li-juan¹, GU Di-zhou¹

(1. Biology Department, Tonghua Normal University, Tonghua, Jilin 134000; 2. Jilin Provincial Forest Inventory and Planning Department, Changchun, Jilin 130022)

Abstract: Taking *Rhododendron chrysanthum* Pall. as material, the adaptation characteristic of leaves of *Rhododendron chrysanthum* Pall. populations at four altitudes (1 500, 1 800, 2 100, 2 400 m) of Changbai Mountain were studied and compared. The results showed that leaf adaxial epidermal cells were looser with the altitudes increased and leaf lower epidermal cells were regular. Leaf dry matter content increased with altitude, and existed significant difference between low altitude and high altitude. SLA decreased with the altitudes. SLA of 1 800 m was lower than the other three altitudes. Leaf thickness increased with altitudes, and that of 1 800 m was thicker than the other three elevations.

Key words: adaptation characteristic; functional traits; different altitude; *Rhododendron chrysanthum* Pall.