

鼎湖山森林群落不同演替阶段优势种叶生态解剖特征研究

彭少麟 李跃林 余华 任海

(中国科学院华南植物研究所, 广东 广州 510650)

摘要: 对南亚热带鼎湖山森林群落不同演替阶段 8 种优势树种进行了叶生态解剖学研究, 观察的叶片解剖特征有: 叶腹角质膜厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度、叶背角质膜厚度及叶总厚度等。马尾松(*Pinus massoniana*) 在针叶林群落和针阔叶混交林群落生境中, 针阔叶混交林中叶片厚度变小, 主脉管胞、树脂道平均直径变小。从针阔叶混交林演替阶段到季风常绿阔叶林演替阶段, 锥栗(*Castanopsis chinensis*) 叶片厚度、海绵组织厚度增加, 栅栏组织厚度、P/S 值(栅栏组织与海绵组织厚度比)减少; 荷木(*Schima superba*) 和黄果厚壳桂(*Cryptocarya concinna*) 叶片厚度、栅栏组织厚度、海绵组织厚度、P/S 值均不同程度减少。方差分析表明: 针叶林群落及针阔叶混交林群落生境下, 马尾松叶厚度、叶腹及叶背角质膜厚度差异显著; 从针阔叶混交林演替阶段到季风常绿阔叶林演替阶段, 锥栗、荷木、黄果厚壳桂叶片厚度和栅栏组织厚度等差异均显著。不同生境下林内气温、相对湿度、光合有效辐射等小气候特征是叶片结构特征差异的主要影响因子, 叶片结构差异反映了叶片结构在一定程度上对生境的适应。

关键词: 生态解剖特征; 森林群落演替; 叶片; 鼎湖山

中图分类号: Q944.56

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2002)01-0001-08

Ecoanatomical Study on Leaf Characteristics of Dominant Species in Different Succession Stages of Forest Communities in Dinghushan

PENG Shao-lin LI Yue-lin YU Hua REN Hai

(South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Leaf ecoanatomical characteristics were studied of eight dominant species in three successional stages of forest community in Dinghushan, Guangdong, China. The trend of succession of the communities in Dinghushan was from coniferous forest dominated by *Pinus massoniana* to coniferous and broadleaved mixed forest dominated by *Pinus massoniana*, *Schima superba*, *Castanopsis chinensis* and *Cryptocarya concinna*, and to monsoon evergreen broadleaved forest dominated by *Cryptocarya concinna*, *C. chinensis*, *Castanopsis chinensis*, *Schima superba*, *Syzygium rehderianum*, *Aporosa yunnanensis* and *Blastus cochinchinensis*. In this paper, the study of leaf anatomy included the determination of leaf thickness, adaxial and abaxial cuticular thickness, palisade and spongy tissues thickness, as well as tracheid and resin duct diameters. As compared to coniferous forest, the thickness of needles, and thickness of adaxial and abaxial cuticles of *Pinus massoniana* in mixed forest were thinner, and the diameters of tracheids and resin ducts were smaller. As compared to mixed forest,

收稿日期: 2000-10-12 接受日期: 2001-09-12

基金项目: 国家自然科学基金重大项目(编号: 39899370); 广东省团队项目(编号: 003031); 广东省基金重大项目(编号: 980952); 中国科学院鹤山综合试验站开放基金资助

承蒙吴七根教授帮助, 特此致谢。

lamina thickness and spongy tissue thickness (S) of *Castanopsis chinensis* increased in monsoon evergreen broadleaved forest, whereas palisade tissue thickness (P), and P/S reduced. As for *Schima superba* and *Cryptocarya concinna*, lamina thickness, P and S thickness, and P/S all decreased to a certain extent in monsoon evergreen broadleaved forest. Significant differences were observed in needle thickness, adaxial and abaxial cuticles thickness in *Pinus massoniana* between coniferous forest and mixed forest. Such differences were also seen in lamina thickness and P thickness in *Castanopsis chinensis*, *Schima superba* and *Cryptocarya concinna* between mixed forest and monsoon evergreen broadleaved forest.

Key words: Ecoanatomical characteristics; Forest community succession; Needle; Lamina; Dinghushan

生态解剖学是运用植物形态解剖学的观察和实验方法,对生长在不同生境中的植物或演替系列中的优势种进行研究,探讨其在外形形态和内部显微结构的动态变化规律及与功能相互变化的科学。在个体、组织、细胞、亚细胞等各个层次上研究植物个体适应其生境的形态结构基础,揭示植物种群的动态、群落演替的趋势和生态系统的稳定性的机理。植物生态解剖学以前的工作多集中在对极端生境中生长的植物的研究,如对水生、旱生、高寒、阴湿和盐生等生境中植物的研究^[1-4]。我国南亚热带水热条件优越,按照 Roth 等的观点^[5,6],只有在这种水热条件好、环境最优化的地区的植物才有可能展现出丰富的、多种多样的结构。以南亚热带森林植物为研究对象,在宏观上就森林群落的动态进行的系统研究不少^[7],但运用生态解剖学方法对南亚热带森林群落演替过程的研究相对少些^[8]。现将鼎湖山天然常绿阔叶林群落不同演替阶段主要优势种类的生态解剖学特征研究报告如下。

1 自然概况

鼎湖山地处广东省中部,北纬 23°08',东经 112°35',属季风南亚热带湿润气候型,水热条件优越,年均温为 21°C,年均降雨量 1 927.3 mm,土壤主要为赤红壤和黄壤。植被类型有季风常绿阔叶林、山地常绿阔叶林、沟谷雨林、马尾松林、桉树林、稀树灌丛等。其中季风常绿阔叶林属热带和亚热带的过渡类型,是南亚热带具代表性的典型的地带性植被^[9,10]。鼎湖山森林群落演替的一般趋势为:以马尾松 (*Pinus massoniana*) 为优势种的针叶林→以马尾松、荷木 (*Schima superba*)、锥栗 (*Castanopsis chinensis*) 和黄果厚壳桂 (*Cryptocarya concinna*) 为优势种的针阔叶混交林→以黄果厚壳桂、锥栗、厚壳桂 (*C. chinensis*)、荷木、红车 (*Syzygium rehderianum*)、云南银柴 (*Aporosa yunnanensis*) 和柏拉木 (*Blastus cochinchinensis*) 等为优势种的气候顶极群落季风常绿阔叶林^[7]。

2 研究方法

取样和制片方法 在鼎湖山针叶林、针阔叶混交林和季风常绿阔叶林群落中,选取各个群落中不同生境下生长良好的优势种,在各个群落中选择每个优势种的 5 株胸径较一致的植株,采集每株上层各个向光处不同方位的成熟叶 4 片,取样概况见表 1。对所采集的样品进行编号并于采集的当天用刀片沿叶片中脉切取叶片中间 0.5-0.8 cm 的小片,FAA 固定,带回实验室用真空泵抽气。用常规石蜡切片法制片,1%番红(95%乙醇溶液、蒸馏水体积比 1:1)+3%代氏苏木精预染一周,

切片厚度为 10 μm , Olympus BH2 型双筒显微镜观察统计和测量各部分厚度, 并显微摄影^[15-17]。

测定指标 光镜下测定叶片厚度, 上表皮、下表皮角质膜厚度, 栅栏组织厚度和海绵组织厚度等, 每项指标测量数据 20 组, 以进行数据的统计分析。在阔叶树叶片横切面上, 从中脉至叶缘 $\pm 1\text{ cm}$ 为测定范围。在马尾松叶横切面上, 管胞直径的测定, 在每个叶横切面测 10 个值, 取各个横切面上所得直径的算术平均值为统计数据; 树脂道直径的测定, 在每个横切面上测可见树脂道的直径, 取其算术平均值为统计数据。

表 1 鼎湖山不同森林群落中优势树种叶片取样的概况

Table 1 General condition of dominant species for sampled leaves in different forest communities

编号 No.	群落类型 Community type	树种 Species	生境 Habitat		树高 Plant height (m)	采样高 Sampling height (m)
			海拔(m) Altitude	坡度(°) Slope		
1	C	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	45	35	10.0	8.0
2	CB	马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	70	30	15.0	9.0
3	CB	椎栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	70	30	8.0	7.0
4	CB	荷木 <i>Schinus superba</i>	70	30	10.0	10.0
5	CB	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	70	30	16.0	13.0
6	M	红车 <i>Syzygium rehderianum</i>	230	60	11.0	9.0
7	M	厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	250	45	26.0	25.0
8	M	荷木 <i>Schinus superba</i>	250	45	27.0	25.0
9	M	锥栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	250	45	27.0	25.0
10	M	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	250	45	24.0	23.0
11	M	云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	250	45	7.0	5.0
12	M	柏拉木 <i>Blutus cochinchinensis</i> *	250	45	2.7	2.5

C—针叶林 Coniferous forest; CB—针阔叶混交林 Coniferous and broadleaved mixed forest;

M—季风常绿阔叶林 Monsoon evergreen broadleaved forest; * 灌木 Shrub.

3 实验结果

3.1 针叶林和针阔叶混交林中马尾松针叶结构特征

马尾松针叶在上述群落中, 其横切面的基本结构是一致的。即横切面呈半圆形, 最外方为一层被明显角质膜的表皮细胞; 表皮内方为一层下皮层; 下皮层内方为叶肉, 叶肉不分化为栅栏组织和海绵组织, 细胞呈不规则型, 排列紧密, 细胞壁向内皱褶; 叶肉细胞间有多个树脂道, 最多可达 9 个, 树脂道紧挨着下表皮, 为外生型树脂道, 树脂道最外一圈为上皮细胞; 叶内细胞群内方为半圆形的内皮层, 内皮层包围着两束维管束, 其木质部由管胞群构成。

马尾松在针叶林的针叶与在针阔叶混交林的针叶在解剖结构上有变异, 见表 2-3。

3.2 针阔叶混交林和季风常绿阔叶林的锥栗、荷木及黄果厚壳桂叶片结构特征

锥栗、荷木及黄果厚壳桂是针阔叶混交林和季风常绿阔叶林中的优势种^[9,10]。在针阔叶混交林生境及季风常绿阔叶林生境下, 锥栗叶生态解剖的共同特征是: 叶上、下表皮角质膜明显, 栅栏组织发达, 细胞柱状, 2-3 层, 海绵组织细胞扁圆形。不同的是, 在季风常绿阔叶林下, 叶栅栏组织的二、三层细胞较为疏松, 且海绵组织的细胞间隙较大。

表 2 不同森林群落的马尾松叶解剖特征

Table 2 Anatomic characteristics of the needles of *Pinus massoniana* in different forest communities

群落类型 Community type	针叶厚 NT (μm)	叶腹角质膜厚 ADCT (μm)	叶背角质膜厚 ABCT (μm)	管胞直径 TD (μm)	树脂道直径 RDD (μm)
针叶林 C	1020.3 \pm 90.9	6.6 \pm 0.7	4.2 \pm 0.6	18.5 \pm 2.7	71.0 \pm 6.8
针阔叶混交林 CB	922.9 \pm 51.3	3.6 \pm 0.4	2.8 \pm 0.4	14.3 \pm 1.5	65.0 \pm 5.4

NT: Needle thickness; ADCT: Adaxial cuticular thickness; ABCT: Abaxial cuticular thickness; TD: Tracheid diameter; RDD: Resin duct diameter; C= Coniferous forest; CB= Coniferous and broadleaved mixed forest.

表 3 不同群落的马尾松叶解剖特征方差分析

Table 3 Variance analysis for anatomic characteristics of *Pinus massoniana* needles

	差异源 Variance source	离差平方和 Sum of squares of deviations	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	F test	F (0.05)
叶片厚 NT	组间 Between groups	94926.049	1	94926.049	17.422	4.098
	组内 Within group	207050.210	38	5448.690		
	总计 Total	301976.259	39			
叶腹角质膜厚 ADCT	组间 Between groups	87.616	1	87.616	267.659	4.098
	组内 Within group	12.439	38	0.3		
	总计 Total	100.055	39			
叶背角质膜厚 ABCT	组间 Between groups	17.424	1	17.424	60.110	4.098
	组内 Within group	11.015	38	0.290		
	总计 Total	28.439	39			

NT: Needle thickness; ADCT: Adaxial cuticular thickness; ABCT: Abaxial cuticular thickness.

针阔叶混交林生境下的荷木, 栅栏组织细胞柱状, 排列紧密, 一层, 海绵组织细胞形状不一, 长圆形或扁圆形, 排列较紧密, 少间隙。在演替顶极阶段的季风常绿阔叶林中荷木叶片栅栏组织发达, 细胞长形, 排列紧密, 海绵组织细胞圆形或扁圆形, 细胞间隙小。针阔叶混交林生境下, 黄果厚壳桂叶片栅栏组织不发达, 一层, 栅栏细胞短圆形; 海绵组织发达, 细胞为不规则四边形, 细胞间隙较大。季风常绿阔叶林生境下, 黄果厚壳桂叶上、下表皮角质膜较明显, 栅栏组织不发达, 细胞细长形; 海绵组织细胞扁圆形。在上述群落中其各自解剖特征的变异见表 4-7。

3.3 季风常绿阔叶林的其它几种优势种叶结构特征

厚壳桂、红车、云南银柴及柏拉木均为季风常绿阔叶林优势种^[7]。厚壳桂为乔木 II、III 层的优势种, 其叶片横切面特征为栅栏组织不发达, 一层栅栏组织细胞, 短圆形, 海绵组织发达, 细胞不规则四边形, 细胞间隙较大。

红车为乔木 III 层的优势种, 其叶片横切面解剖学特征为栅栏组织不发达, 细胞长形, 排列不很紧密, 海绵组织发达, 组织近圆形或扁圆形, 组织间隙大。

云南银柴是乔木 III 层的优势种, 其叶片横切面上、下表皮细胞都为砖形, 但上表皮细胞高约是下表皮细胞的两倍, 栅栏组织细胞长形, 可见漏斗形细胞, 海绵组织细胞扁圆形或哑铃形。

柏拉木为季风常绿阔叶林重要的林下植物, 其叶片解剖特征为叶片薄, 上下表皮角质膜非常不明显, 上表皮细胞高约为下表皮细胞的两倍。栅栏组织不甚发达, 细胞长圆形或漏斗形, 有间隙, 海绵组织细胞圆形或长圆形, 排列紧密, 间隙小。它们的解剖特征参阅表 4。

表 4 针阔叶混交林和季风常绿阔叶林优势种叶片结构
Table 4 Anatomic characteristics of the leaves of dominant species in coniferous and broadleaved mixed forest and monsoon evergreen broadleaved forest

树种 Species	群落类型 Community type	叶片厚 LT (μm)	叶腹角质膜厚 ADCT (μm)	叶背角质膜厚 ABCT (μm)	栅栏组织厚 P (μm)	海绵组织厚 S (μm)	P/S
锥栗 <i>Castanopsis chinensis</i>	针阔叶混交林 (CB)	196.9±8.4	3.8±0.3	/	82.4±7.0	84.0±7.6	0.97
	季风常绿阔叶林 (M)	202.5±6.8	4.4±0.5	2.5±0.6	76.2±7.8	88.6±6.4	0.86
荷木 <i>Schima superba</i>	针阔叶混交林 (CB)	214.1±10.1	2.5±0.5	1.9±0.2	69.5±11.1	113.4±9.6	0.61
	季风常绿阔叶林 (M)	198.6±6.5	2.5±0.6	1.8±0.3	62.5±7.9	108.7±9.1	0.57
黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	针阔叶混交林 (CB)	203.3±12.8	2.6±0.6	2.5±0.5	38.5±9.0	130.0±10.2	0.30
	季风常绿阔叶林 (M)	177.8±6.9	2.8±0.4	2.3±0.4	29.5±10.0	116.7±7.7	0.25
厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	季风常绿阔叶林 (M)	207.3±13.7	2.5±0.6	1.2±0.2	46.6±9.9	129.3±10.1	0.36
红车 <i>Syzygium rehderianum</i>	季风常绿阔叶林 (M)	246.6±18.2	2.5±0.5	2.5±0.4	43.9±15.3	177.1±15.7	0.25
云南银柴 <i>Aporosa yunnanensis</i>	季风常绿阔叶林 (M)	162.8±11.3	2.5±0.3	1.5±0.2	47.9±5.3	78.8±7.1	0.61
柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i>	季风常绿阔叶林 (M)	81.5±7.9	0.9±0.1	0.3±0.1	20.3±2.8	30.6±5.9	0.66

LT: Lamina thickness; ADCT: Adaxial cuticular thickness; ABCT: Abaxial cuticular thickness; P: Palisade tissue thickness; S: Spongy tissue thickness; For CB and M see Table 1.

表 5 锥栗叶解剖特征方差分析
Table 5 Variance analysis for anatomic characteristics of *Castanopsis chinensis* leaves

	差异源 Variance source	离差平方和 Sum of squares of deviations	自由度 Degree of freedom	均方 Mean squares	F test	F (0.05)
叶片厚 LT	组间 Between groups	310.249	1	310.249	5.331	4.098
	组内 Within group	2211.302	38	58.192		
	总计 Total	2521.551	39			
叶腹角质膜厚 ADCT	组间 Between groups	3.600	1	3.600	20.132	4.098
	组内 Within group	6.795	38	0.179		
	总计 Total	10.395	39			
栅栏组织厚 P	组间 Between groups	392.502	1	392.502	7.104	4.098
	组内 Within group	2099.468	38	55.249		
	总计 Total	2491.970	39			
海绵组织厚 S	组间 Between groups	217.622	1	217.622	4.463	4.098
	组内 Within group	1852.775	38	48.757		
	总计 Total	2070.398	39			

LT: Lamina thickness; ADCT: Adaxial cuticular thickness; ABCT: Abaxial cuticular thickness; P: Palisade tissue thickness; S: Spongy tissue thickness.

4 讨论

4.1 针叶林优势种马尾松对生境的适应

马尾松作为针叶林的建群种,在针叶林群落中占有绝对优势。当针叶林演变为针阔叶混交林时,马尾松的这种绝对优势渐被马尾松、锥栗和荷木共同占优势所替代。当针阔叶混交林演变为

表 6 荷木叶解剖特征方差分析

Table 6 Variance analysis for anatomic characteristics of *Schinus molle* leaves

差异源		离差平方和	自由度	均方	F test	F (0.05)
Variance source		Sum of squares of deviations	Degree of freedom	Mean squares		
叶片厚 LT	组间 Between groups	2394.756	1	2394.756	33.075	4.098
	组内 Within group	2751.328	38	72.403		
	总计 Total	5146.084	39			
栅栏组织厚 P	组间 Between groups	493.506	1	493.506	5.326	4.098
	组内 Within group	3521.202	38	92.663		
	总计 Total	4014.708	39			

LT: Lamina thickness; P: Palisade tissue thickness

表 7 黄果厚壳桂叶解剖特征方差分析

Table 7 Variance analysis for anatomic characteristics of *Cryptocarya concinna* leaves

差异源		离差平方和	自由度	均方	F test	F (0.05)
Variance source		Sum of squares of deviations	Degree of freedom	Mean squares		
叶厚 LT	组间 Between groups	6525.470	1	6525.470	61.948	4.098
	组内 Within group	4002.808	38	105.337		
	总计 Total	10528.280	39			
叶背角质膜厚 ABCT	组间 Between groups	0.829	1	0.829	4.155	4.098
	组内 Within group	7.979	38	0.1999		
	总计 Total	8.808	39			
栅栏组织厚 P	组间 Between groups	810.000	1	810.000	8.909	4.098
	组内 Within group	3454.819	38	90.916		
	总计 Total	4264.819	39			
海绵组织厚 S	组间 Between groups	1758.276	1	1758.276	21.728	4.098
	组内 Within group	3075.019	38	80.922		
	总计 Total	4833.295	39			

LT: Lamina thickness; ABCT: Abaxial cuticular thickness; P: Palisade tissue thickness; S: Spongy tissue thickness

季风常绿阔叶林时,马尾松已被淘汰。研究表明,马尾松针叶在上述群落中,其横切面的基本结构是一致的,保持了其种的共同特征。这是马尾松作为一种耐旱、耐贫瘠的先锋树种在荒地上生长良好的形态学特征。

鼎湖山不同类型的森林群落,形成了各具特色的森林小气候。马尾松针叶林群落中,形成了强光、高温、低湿等特点的森林小气候^[10]。随着针叶林向针阔叶混交林的过渡,林内温度、湿度等气象要素均发生了相应变化,特别是光照强度变化,对叶片的解剖结构有明显的影 响。方差分析表明(表 3),两种不同生境下马尾松叶片厚度、叶腹角质膜厚度及叶背角质膜厚度差异显著,即不同的生境塑造了马尾松叶生态特性的差异。

4.2 针阔叶混交林、季风常绿阔叶林优势种对生境的适应

针阔叶混交林向季风常绿阔叶林演替过程中,方差分析表明(表 5),锥栗叶片厚度、叶腹角质膜厚度、栅栏组织厚度及海绵组织厚度两阶段差异显著。

两阶段 P/S 值都较高(0.97 和 0.86),但从针阔叶混交林演替为季风常绿阔叶林过程中,锥栗

P/S 值略呈下降趋势。已有研究表明,叶肉组织在一定环境下存在着一个最佳栅栏组织与海绵组织的比值,这个比值随环境光强的增大而增大^[19],因此两阶段中锥栗叶片 P/S 值都较高,可能是由于锥栗在群落中均属乔木 I 层的优势种,叶片对太阳辐射响应的缘故;而在季风常绿阔叶林阶段呈下降趋势,可能是季风常绿阔叶林林分郁闭度大,光照强度较针阔叶混交林低。另一方面,P/S 值较高,这是锥栗作为一种净光合作用很高($10.41 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$)的阳性树种的形态学基础,这与张祝平的研究结果相吻合^[20]。针阔叶混交林中锥栗叶片 P/S 值略小,这也与季风常绿阔叶林生境下锥栗叶片的净光合速率略低($8.85 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$)^[20]相一致。再次证明 P/S 值可作为叶片光合作用的潜能的重要指标。

针阔叶混交林在向季风常绿阔叶林演替的过程中,荷木叶片的微观结构表现为净光合作用速率较高的阳生性树种特征。由于生境的影响作用,荷木叶片厚度减少 7%,栅栏组织厚度减少 10%,方差分析表明(表 6),它们的差异显著。

荷木、锥栗同为优势种,不同演替阶段叶片解剖特征差异不一样,这可能与它们本身的遗传特征有关。另外,对于上述两种优势种的叶生态解剖特征的变化,仍然可从森林小气候的差异找到原因,也就是说,叶生态解剖特征与生境关系密切。大量文献表明^[18,21],鼎湖山顶极群落季风常绿阔叶林有着弱光、高湿和变幅小的森林小气候生境。其水热因子比较针叶林有质的变化,与针阔叶林混交林相比,也差别显著。从我们所分析的几个小气候特征指标也再次表明了其特有的小气候因子,而正是这些关键因子促成了叶的形态解剖结构的变异。

不同演替阶段生境下,黄果厚壳桂叶片厚度减少 12%,栅栏组织厚度减少 23%,海绵组织厚度减少 10%,叶腹角质膜厚度变化不大,P/S 值减 17%。方差分析可知(表 7),叶厚度、叶背角质膜厚度、栅栏组织及海绵组织厚度差异显著。这种变化幅度不同于锥栗和荷木,这可能是由于两个方面的重要原因所致,一是锥栗和荷木属阳性树种,而黄果厚壳桂是一种中生树种,即树种的生物学特性所致;二是它们对森林小气候生境的改变的适应不一样。

对于其它几种顶极群落季风常绿阔叶林优势种,它们也表现出了与环境的高度适应性。海拔 250 m 高处的“黄果厚壳桂 + 锥栗 + 厚壳桂 + 荷木”群落,树木高大,乔木层次多,由于上层树种的树冠遮蔽,创造了林下弱光、温度低、湿度大、变幅小的环境。厚壳桂作为优势种在这种环境下,其叶腹角质膜约是叶背角质膜的 2 倍,实验采集由于处于向光处,角质膜表现出与强光相适应。海绵组织厚度是栅栏组织厚度的 2.77 倍,这可能一方面与林内湿度大、年降水量大有关;另一方面是与林内特有的水平降水有关。在湿季(4-10 月),鼎湖山季风常绿阔叶林内具备了水平降水的条件(气温达 20°C 以上,相对湿度 90% 以上^[22]),经常出现雾露水、叶尖吐水等水平降水现象^[23]。Grubb & Whitmore 认为水平降水是决定一些热带亚热带地区森林类型的非常重要的环境因子^[24]。红车叶片微观结构以栅栏组织不发达,细胞间隙比较发达的阴生叶特性适应其光、水、热等综合小环境;漏斗形细胞是阴生植物叶所具有的一个特征,云南银柴及柏拉木叶结构中漏斗形细胞的出现正是它们对林下阴生环境的适应。柏拉木作为林下灌木层树种,在叶片微观结构上表现为叶薄、角质膜非常不明显及栅栏组织不发达等特性,从而适应阴蔽林下小气候,充分利用环境中的光能。

总之,从鼎湖山不同演替阶段的优势种—锥栗、荷木和黄果厚壳桂等的叶片形态解剖结构比较分析可知,叶片平均厚度、栅栏组织、海绵组织和角质膜厚度等指标差异显著,反映了群落结构在一定程度上对生境的适应,说明森林小气候环境是决定鼎湖山各群落中优势种叶片形态解剖结

构的主要影响因子。光直接影响叶片的形态建成,是栅栏组织厚度及 P/S 值的重要影响因素,弱光、高湿、变幅小的季风常绿阔叶林群落小气候,造成了其优势种的生态解剖特征的差异。显然这种叶形态特征上的差异是不同森林小气候,尤其是光因子和水湿条件的直接效应的反映,在一定程度上反映了一个复杂群体内的多样性及群落结构和功能的统一。

参考文献:

- [1] 陈维培,张四美. 莲的生态解剖学研究 [J]. 生态学报, 1988, 8 (3):277-284
- [2] 郑学平,张承烈,陈国仓. 河西走廊芦苇的光合碳同化途径对生态条件的适应 [J]. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17(1): 1-8.
- [3] 李正理,李荣放. 我国甘肃九种旱生植物同化枝的解剖观察 [J]. 植物学报, 1981, 23 (3):181-185.
- [4] 贺金生,陈伟烈,王勋陵. 高山栎叶的形态结构及其与生态环境的关系 [J]. 植物生态学报, 1994, 18 (3): 219-227.
- [5] Roth I. Stratification of Tropical Forest as Seen in Leaf Structure, Part I [M]. The Hague-Boston-London: Dr. W. Junk Publishers, 1984. 1154-1163.
- [6] Rollet C H, Roth I. Stratification of Tropical Forest as Seen in Leaf Structure, Part II [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. 968-981.
- [7] 彭少麟. 南亚热带森林群落学 [M]. 北京:科学出版社, 1996, 48-71.
- [8] 林植芳,林柱球. 鼎湖山植物叶片的一些与光合作用有关的结构特征 [A]. 中国科学院华南植物研究所集刊第五集 [M]. 北京:科学出版社, 1989, 216-222
- [9] 王伯荪,马曼杰. 鼎湖山自然保护区森林群落的演变 [A]. 热带亚热带森林生态系统研究 第一集 [M]. 广州:科学普及出版社, 1982, 142-156.
- [10] 王伯荪,李鸣光,彭少麟. 植物种群学 [M]. 广州:广东高等教育出版社, 1995. 132-144.
- [11] 彭少麟. 鼎湖山人工马尾松第一代与自然更新代生长动态比较 [J]. 应用生态学报, 1995, 6(1):11-13.
- [12] 彭少麟. 植物群落演替研究 II. 动态研究的方法 [J]. 生态科学, 1994, (2):117-119.
- [13] 彭少麟,方炜. 鼎湖山植被演替过程优势种群动态研究 III. 黄果厚壳桂和厚壳桂种群 [J]. 热带亚热带植物学报, 1994, 2(4): 79-87
- [14] 彭少麟,方炜. 鼎湖山植被演替过程中锥栗与荷木种群的动态 [J]. 植物生态学报, 1995, 19(4): 311-318.
- [15] 李正理. 植物制片技术 [M]. 北京:科学出版社, 1987. 15-46.
- [16] 曾小鲁. 实用生物学制片技术 [M]. 北京:高等教育出版社, 1989. 232-233
- [17] 王心权. 植物显微技术 [M]. 福州:福建教育出版社, 1986, 14-29.
- [18] 王伯荪,黄庆昌. 广东鼎湖山森林群落的小气候 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 1965, (3):366-380.
- [19] 陈德兴. 叶片叶肉结构对环境光强的适应及对光合作用的影响 [J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 142-148
- [20] 张祝平. 鼎湖山森林群落的光能利用效率 [J]. 植物生态学与地植物学学报, 1990, 14(20):139-150.
- [21] 黄忠良,蒙满林,张佑昌. 鼎湖山保护区的气候 [A]. 热带亚热带森林生态系统研究 第八集 [M]. 北京:气象出版社, 1998. 134-139
- [22] William R. Water deficits and plant growth [A]. In: Kozlowski T. Sources of Water [M]. New York: Academic Press, 1984, 1-20.
- [23] 闫俊华,周国逸,韦琴. 鼎湖山季风常绿阔叶林小气候特征分析 [J]. 武汉植物学研究, 2000, 18(5):397-404.
- [24] Grubb P J, Whitmore T C. A comparison of montane and lowland rainforest in Ecuador: the climate and its effect on the distribution and physiognomy of the forest [J]. J Ecol, 1966, 54.303-333.