

# 3个分布区蒜头果叶的解剖特征及其生态适应性\*

## Anatomical Characters of Leaves of *Malania oleifera* from Three Distributions and Their Ecological Adaptabilities

赖家业<sup>1,2</sup>,文祥凤<sup>2</sup>,潘春柳<sup>2</sup>,刘凯<sup>2</sup>,黎向东<sup>2</sup>

Lai Jiaye<sup>1,2</sup>, Wen Xiangfeng<sup>2</sup>, Pan Chunliu<sup>3</sup>, Liu Kai<sup>2</sup>, Li Xiangdong<sup>2</sup>

(1. 四川大学生命科学学院, 四川成都 610064; 2. 广西大学国家林业局中南速生材繁育重点实验室, 广西南宁 530004)

(1. Coll. of Life Sci., Sichuan Univ., Chengdu, Sichuan, 610064, China; 2. Key Lab. of Fast-Growing Tree Breeding and Cultivation in Central South China of Ministry of National Forestry, Guangxi Univ., Nanning, Guangxi, 530004, China)

**摘要:**对广西境内的龙虎山、巴马、乐业三个蒜头果 (*Malania oleifera*) 自然分布区的蒜头果叶片进行解剖特征研究, 探讨不同分布区蒜头果的叶片解剖特征及其表现出的生态适应性。结果表明, 3个分布区蒜头果叶片在解剖结构上差异明显, 但均表现出旱生植物的特征。3个分布区中, 巴马样地蒜头果表现出气孔密度较大、气孔较小而数目较多, 角质层厚度较大, 导管数目较多等特征, 说明其具有更明显的生态适应性。

**关键词:**蒜头果 叶片 解剖特征 生态适应性

中图分类号: Q944.5 文献标识码: A 文章编号: 1002-7378(2005)03-0144-04

**Abstract:** The leaves of *Malania oleifera* were sampled in the natural fields of Longhushan, Bama, Leye of Guangxi, China. The results revealed that these leaves from three places were so difference in anatomy, but they were all characterized of xerophyte. Compared to other two places, the leaves of *M. oleifera* from Bama are thicker in cuticle, and have more stomas and vessels, but the stomas are smaller. It is showed that the individuals of *M. oleifera* in Bama have stronger adaptability.

**Key words:** *Malania oleifera*, leaf, anatomical characters, ecological adaptation

植物的叶片对环境的反应通常较多的反映在叶的形态结构上<sup>[1]</sup>。在一定的环境条件下, 植物叶片的解剖特征往往会表现出一定的生态适应性。袁永明等<sup>[2]</sup>研究豆科黄华族植物叶片解剖特征, 认为叶片结构、气孔器密度和角质层厚度等性状是生态适应性状。容丽等<sup>[3]</sup>在对喀斯特山区先锋植物进行叶片解剖特征研究中指出, 喀斯特先锋植物叶片解剖结构出现趋同和趋异两种演化趋势, 在生态适应性上表现出灵活性和多样性。蒜头果 (*Malania oleifera*

Chun et S. K Lee), 又名山桐子、马兰后(壮语), 是我国特有的单种属植物<sup>[4,5]</sup>, 仅自然分布于云南东南部和广西西部的狭窄区域<sup>[6,7]</sup>。本文通过对广西境内的龙虎山、巴马、乐业三个蒜头果自然分布区的蒜头果叶片进行解剖特征研究, 探讨不同分布区蒜头果的叶片解剖特征及其表现出的生态适应性。

### 1 材料来源和方法

#### 1.1 采样地的自然条件概况

采样地分别位于广西隆安县境内的龙虎山自然保护区、广西巴马县燕峒乡交乐村良丰屯和乐业县国有雅长林场花坪分场赵家坨, 采样地的蒜头果均生长于石山上。

龙虎山自然保护区采样点林分郁闭达 90% 以上, 人为干扰较少, 蒜头果零散分布于林中; 龙虎山

收稿日期: 2005-05-30

作者简介: 赖家业(1964-), 男, 广西南宁人, 副教授, 在读博士, 硕士生导师, 主要从事森林生态、林木遗传及森林培育领域的研究。

\* 广西林业厅(林科字 1996-21)资助项目。

海拔 250m,年平均气温 21.7℃,年平均降雨量 1310.1mm,年平均日照时数 1596.5h;土壤 pH 值 6.80,有机质含量为 11.132%,全氮 0.866%,速效磷 27.397mg/kg,速效钾 188.6mg/kg。巴马采样点石头裸露多,不易贮水,降雨后水分很快散失;巴马海拔 600m,年平均气温 20.4℃,年平均降雨量 1557.5mm,年平均日照时数 1531.3h;土壤 pH 值 7.24,有机质含量为 9.472%,全氮 0.794%,速效磷 59.701mg/kg,速效钾 194.8mg/kg。乐业雅长林场采样点石灰岩石块裸露不多,海拔 970m,年平均气温 21.7℃,年平均降雨量 1310.1mm,雨量大多集中在 6~8月,11月至次年 4月有长达半年的旱季,年平均日照时数 1596.5h;土壤 pH 值 6.80,有机质含量为 11.13%,全氮 0.866%,速效磷 27.397mg/kg,速效钾 188.6mg/kg。

## 1.2 方法

### 1.2.1 离析法分离叶片表皮及观察

取面积基本一致的样叶叶片,在中脉附近剪成 1cm<sup>2</sup> 的小块,浸泡在等量的 30% 的过氧化氢和醋酸溶液中,在 60℃ 温箱中放置 24h,待叶肉组织开始分离时取出并漂洗,撕下表皮,于 0.5% 的番红溶液中染色,用加拿大树脂封片,普通光学显微镜下观察 5 个视野,用目测微尺测定气孔器密度、大小、上下表皮细胞数量。

### 1.2.2 叶片横切制片及观察

通过样树叶片中部主脉切成 10~15mm<sup>2</sup> 的小块,用福尔马林醋酸酒精固定液 (FAA) 固定,系列酒精逐级脱水,二甲苯透明,石蜡包埋,常规方法切片。番红—固绿染色后制永久切片,在普通光学显微镜下选取 5 个视野进行观测。用目测微尺测量叶片厚度、角质膜厚度、栅栏组织和海绵组织厚度。用日本产 Olympus 显微镜拍片。

### 1.2.3 叶片表皮扫描电镜制片

将样树叶片中部靠近中脉的部分切成 4mm<sup>2</sup> 小块,3% 戊二醛固定液 (pH 值 6.0, 0.1mol/L 磷酸缓冲液配制) 固定,然后用相同的磷酸缓冲液漂洗 2 次,梯度丙酮溶液 (30%→50%→70%→80%→90%) 脱水,再经 100% 丙酮脱水 2 次后用醋酸异戊酯置换丙酮 30min,再用醋酸异戊酯置换 1h 以上 (在 4℃ 冰箱过夜)。用 HCP-2 型临界点干燥仪干燥,IB-5 型离子溅射仪镀铂膜。用 JEM-1200EX/s 扫描电镜观察和拍片。

## 2 结果与分析

### 2.1 蒜头果叶的一般解剖特征

#### 2.1.1 表皮及其附属物

蒜头果叶片上表皮细胞形状均为 4~5 边形、矩形或近矩形,而上表皮细胞的垂周壁类型也多为直型。上表皮由 1 层细胞组成,排列整齐,横切面观近似长方形或扁圆形,互相嵌合,排列紧密,没有间隙,外被角质膜,无气孔器 (见图 1A)。下表皮由 1 层细胞组成,形态及排列与上表皮相似,但较短小,每个下表皮细胞上面均有长短不一的角质乳状突起,突起呈圆柱状,扫描电镜显示角质膜上面 (含乳突) 还覆盖有粉状的蜡质。气孔器分布于下表皮,近圆形或椭圆形,气孔略下陷,为不规则型,由 2 个肾形的保卫细胞组成,无副卫细胞 (见图 1 的 B、C、D)。

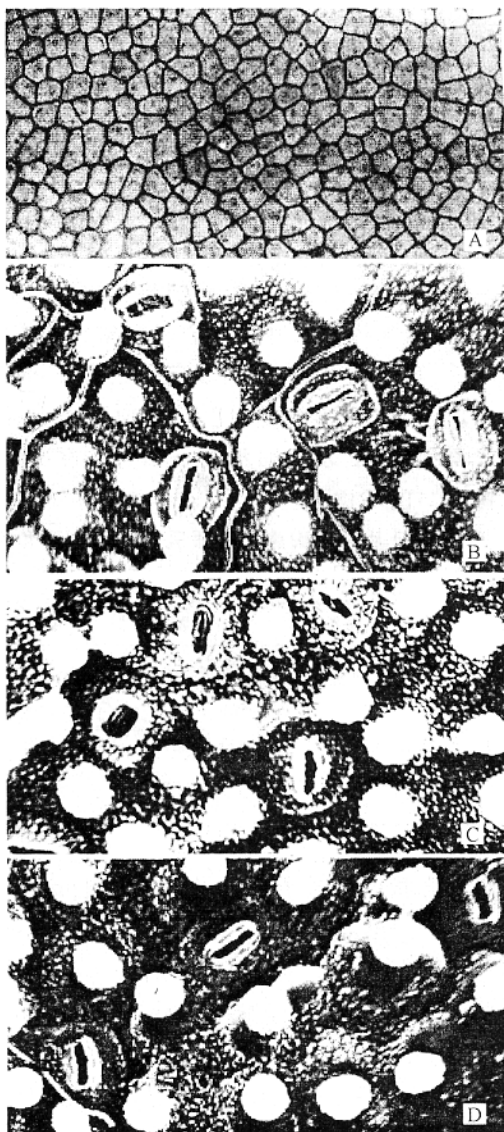


图 1 蒜头果叶片表皮表面

A. 上表皮 (×80, 龙虎山); B. 下表皮 (×1000, 龙虎山); C. 下表皮 (×1000, 乐业); D. 下表皮 (×1000, 巴马)

### 2.1.2 叶肉

蒜头果叶为二面叶,叶肉包括栅栏组织、海绵组织、下皮、含晶细胞等。

蒜头果的栅栏组织较为发达,多由2层细胞组成,但同一叶片中在局部也出现由3层细胞组成的栅栏组织片段,在维管束间间断。栅栏组织细胞均为长柱形,排列整齐,几乎无间隙。海绵组织细胞近圆形、椭圆形或不规则形,排列较紧密、整齐。下皮层位于在海绵组织与下表皮细胞之间,排列较整齐,其组成细胞较栅栏组织细胞粗短,少部分细胞有“栅栏化”的趋势。

在蒜头果的叶内,具有较多的含晶簇细胞,分布于叶的基本组织和维管束组织之中。晶体为复晶,含晶细胞呈圆形。

### 2.1.3 维管束

从叶的横切面观察,木质部位于叶的近轴面,韧皮部处于叶的远轴面。在较大的维管束中可见形成层。

## 2.2 3个分布区蒜头果叶的解剖特征比较

### 2.2.1 表皮细胞形态、密度和大小

从表1可知,3个样地蒜头果叶片上表皮单位面积的细胞密度和上表皮细胞的长、宽均较接近,但总体看来,巴马样地的叶片上表皮细胞密度稍大,而细胞的长、宽则较小。叶片下表皮细胞密度的差异较为明显,下表皮细胞密度为巴马样地>乐业样地>龙虎山样地,而下表皮细胞大小则为龙虎山样地>乐业样地>巴马样地。

表1 蒜头果叶片表皮细胞及角质乳状突起密度和大小的比较

分布区	上表皮细胞			下表皮细胞			角质乳状突起	
	密度 (No./ mm <sup>2</sup> )	长度 (μm)	宽度 (μm)	密度 (No./ mm <sup>2</sup> )	长度 (μm)	宽度 (μm)	密度 (No./ mm <sup>2</sup> )	直径 (μm)
龙虎山	2020	27.2	19.8	1780	27.8	19.2	1780	8.4
巴马	2220	26.8	17.8	2400	21.0	19.4	2400	8.3
乐业	2100	28.2	17.0	2200	27.0	19.0	2200	9.7

角质乳状突起对于植物防止水分过分散失有一定的意义<sup>[8]</sup>。巴马和乐业两地均处于相对干旱或保水能力较差的地区,生长在该处的蒜头果具有较多的角质乳状突起,有利于减少叶片过度水分蒸腾。

### 2.2.2 气孔器密度、大小、开度及指数

从表2和图1B,C,D可见,巴马样地蒜头果叶片表现出较强的抗旱性,其气孔器最小而数目最多,角质乳状突起密度最大,其次是乐业样地。巴马和乐业两地均处于相对干旱或土壤保水能力较差的石灰

岩山区,光照强烈,水分供应不足,形成了两地区的干热气候。在干热的环境条件下,小而多的气孔使蒸腾更加有效,也使气孔的开度调节更加灵活,这对控制蒸腾,调节水分是非常有效的<sup>[9,10]</sup>。将两地的气孔器数目、大小、角质乳状突起密度与生态小环境相对较好,水分较充足的龙虎山样地进行比较,认为小而多的气孔是对水分条件较差的干热环境的适应。

表2 蒜头果叶片下表皮气孔器密度、大小、开度及指数的比较

分布区	密度 (No./ mm <sup>2</sup> )	长度 (μm)	宽度 (μm)	开度 (μm <sup>2</sup> )	总开度 (μm <sup>2</sup> )	气孔 指数
龙虎山	270	23.8	18.7	68.86	1.85×10 <sup>4</sup>	0.132
巴马	430	20.6	14.6	75.5	3.25×10 <sup>4</sup>	0.152
乐业	400	22.2	18.5	84.0	3.36×10 <sup>4</sup>	0.154

### 2.2.3 叶片横切解剖特征比较分析

由表3得知,上表皮厚度、角质乳状突起长度的大小依次为巴马>乐业>龙虎山,下表皮层厚度则为巴马>龙虎山>乐业。上表皮越厚、角质乳状突起越长,越有利于植物在干旱的环境中生活<sup>[11]</sup>,巴马的蒜头果叶片更适合这样条件,但是,乐业的蒜头果叶片较薄,与其所处的环境条件不相称,但其它各项指标仍然有较强的抗旱性。

表3 蒜头果叶片上表皮、下表皮层、下表皮厚度及角质乳状突起长度的比较

分布区	叶片 厚度 (μm)	上表皮 厚度 (μm)	下表皮 厚度 (μm)	下表皮 厚度 (μm)	角质乳状 突起长度 (μm)
龙虎山	280	10.2	26.8	11	10.6
巴马	272	12.2	29	10.2	12.4
乐业	220	10.4	25	9.6	11.4

从表4可以看出,3个样地中,栅栏组织厚度均大于海绵组织厚度。随着海拔的增加,蒜头果叶片的角质层厚度所占叶肉厚度的比例逐渐增加;在海拔高处,降水量逐渐减少,蒸腾强度逐渐增加,环境条件越发恶劣,为了适应这样的环境,蒜头果叶片以增加角质层厚度所占叶肉厚度的比例来避免水分的过度散失。3个分布区的蒜头果叶肉结构有由中生向旱生过渡的趋势。

### 2.2.4 维管束解剖特征

从表5和图2可以看出,龙虎山样地蒜头果叶片维管束中木质部和韧皮部面积最大而导管数目最小,巴马样地蒜头果叶片维管束中木质部和韧皮部的面积最小而导管数目最大。因此,巴马样地蒜头果通过增加导管相对数量来适应缺乏水分的环境,从而表现出了其生态适应性。

表4 蒜头果叶片角质层、栅栏组织、海绵组织厚度的比较

分布区	角质层		栅栏组织		海绵组织	
	厚度 ( $\mu\text{m}$ )	占叶肉 (%)	厚度 ( $\mu\text{m}$ )	占叶肉 (%)	厚度 ( $\mu\text{m}$ )	占叶肉 (%)
龙虎山	7.4	2.6	119.8	42.8	104.8	37.4
巴马	11.6	4.3	110.4	40.6	98.6	36.3
乐业	10.0	4.5	84.0	38.2	81.0	36.8

表5 3个分布区蒜头果维管束特征值

分布区	木质部面积 ( $\text{mm}^2$ )	韧皮部面积 ( $\text{mm}^2$ )	木质部面积/ 韧皮部面积	导管/ 木质部面积 (No./ $\text{mm}^2$ )
龙虎山	0.05350	0.05125	1.04	560
巴马	0.03655	0.0407	0.90	1094
乐业	0.04945	0.0377	1.31	708

达的角质乳状突起;(3)气孔器下陷,有孔下室;(4)叶为二面叶,栅栏组织2~3层,海绵组织和胞间隙不发达;(5)维管束及木质部较发达。蒜头果叶的一般解剖构造特征表明,非肉质旱生植物的一些明显解剖特点集中在蒜头果的形态结构上表现出来,蒜头果对石灰岩石山的干旱生境具有一定的适应能力,这是其适应环境条件的重要基础。在三个样地中,巴马样地蒜头果表现出了气孔密度较大、气孔较小而数目较多,角质层厚度较大,导管数目较多等特征。巴马样地相对于龙虎山和乐业样地来说,岩石裸露较多,水土流失较严重,生境条件较恶劣。因此其叶片在解剖构造上表现出了更强的旱化特征,具有更明显的适应于干旱石山地区的生态适应性。

## 参考文献:

- [1] 梁松洁,张金政,张启翔,等. 北方地区藤本类忍冬叶表皮结构及其生态适应性比较研究[J]. 植物研究, 2004, 24(4):434-438.
- [2] 袁永明,彭泽祥,陈家瑞. 豆科黄华植物叶解剖特征及其系统学与生态学意义[J]. 植物学报, 1991, 33(11): 840-847.
- [3] 容丽,王世杰,刘宁,等. 喀斯特山区先锋植物叶片解剖特征及其生态适应性评价[J]. 山地学报, 2005, 23(1):35-42.
- [4] 国家环境保护局,中国科学院植物研究所. 中国珍稀濒危保护植物名录(第1册)[M]. 北京:科学出版社, 1987.
- [5] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物[M]. 北京:科学出版社, 1992.
- [6] 国家环境保护局自然保护司保护区与物种管理处. 珍稀濒危植物保护与研究[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1991.
- [7] 云南植物研究所. 云南经济植物[M]. 昆明:云南人民出版社, 1972.
- [8] 郑湘如,王希善. 植物解剖结构显微图谱[M]. 北京:农业出版社, 1982. 106-107.
- [9] 潘瑞炽,董愚得. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社, 1995. 17-18.
- [10] 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.
- [11] 张红霞,刘果厚,崔秀萍. 干旱对浑善达克沙地榆叶片解剖结构的影响[J]. 植物研究, 2005, 25(1):39-44.

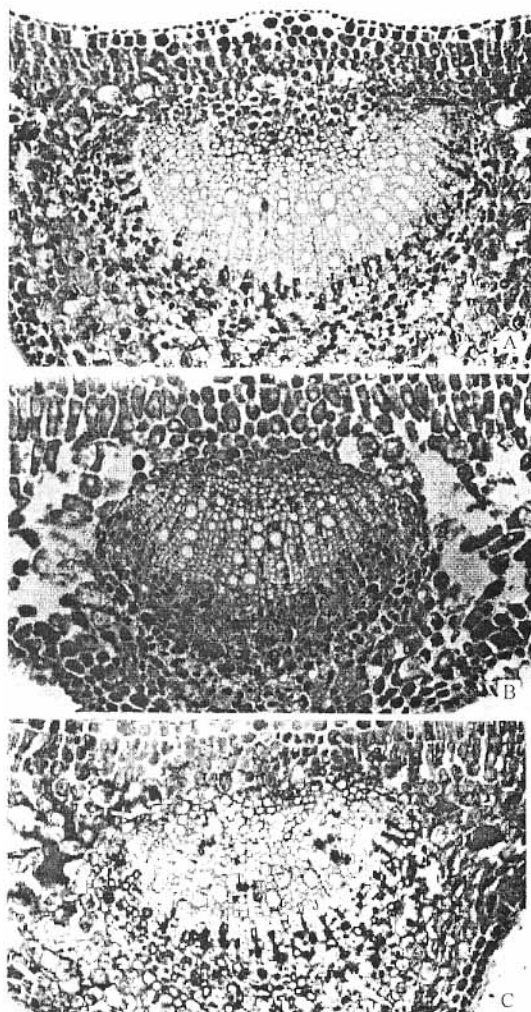


图2 蒜头果叶片主脉横切面

A. 乐业( $\times 40$ ); B. 巴马( $\times 50$ ); C. 龙虎山( $\times 33$ )。

## 3 结论

龙虎山、巴马、乐业样地的蒜头果均生长于岩石裸露、干热缺水的石山上,各样地的蒜头果叶片在解剖构造上均表现出旱生植物的特征:(1)上表皮、下表皮均有较发达的角质层及蜡质;(2)下表皮具有发

(责任编辑:邓大玉 韦廷宗)