

# 木槿三个种下类群叶片的比较解剖学研究

史刚荣

(淮北煤炭师范学院生物系, 安徽淮北 235000)

**摘要:** 对紫花单瓣木槿、紫花重瓣木槿和牡丹木槿叶的解剖学性状进行了比较研究。结果表明:(1)三个种下类群的叶片均为典型双子叶植物背腹型叶,表皮细胞1层,角质膜不发达,上、下表皮均有相当数量的气孔,其中下表皮气孔密度更大;栅栏组织细胞长柱型,细胞层数1~2层,排列紧密,海绵组织细胞排列紧密,发达的叶脉具明显的机械组织。这些特点表明木槿三个种下类群对高湿高温生境具有较强的适应性;(2)三个种下类群在叶的解剖学性状上存在一定的差异,且牡丹木槿与其它两个种下类群之间的差异更为显著,表明具有独特的进化历程和对生境的生态适应策略。研究结果支持将牡丹木槿提升为亚种等级的建议。

**关键词:** 紫花单瓣木槿; 紫花重瓣木槿; 牡丹木槿; 叶片; 比较解剖学; 种下分类

**中图分类号:** Q944.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2003)04-0327-04

## Comparative anatomy of leaf blades in three infraspecies of *Hibiscus syriacus*

SHI Gang-rong

(Department of Biology, Huaibei Coal Industry Teachers College, Anhui 235000, China)

**Abstract:** Comparative anatomy of the leaf blades in *Hibiscus syriacus* f. *syriacus*, *H. syriacus* f. *violaceum* and *H. syriacus* f. *paeoniiflorus* is studied in this paper. The results are as follows: (1) Leaf blades of the three infraspecies are all typical back-abdomen type leaves of dicotyledons, the epidermis were formed by one layer of cells in which there are many stoma distributed, especially in lower epidermis; The palisade tissue consists of one to two layers of cells which line up densely, and cells of the elementary tissue line up densely, too. Main leaf vein was comparatively developed with obvious mechanical tissues. All these traits indicate that the three infraspecies of *H. syriacus* have stronger adaptability to high temperature and humid habitat. (2) There are some significant differences existing among the three infraspecies of *H. syriacus* in the anatomic characters of the leaf blades, the difference between *H. syriacus* f. *paeoniiflorus* and the others is more notable, and it is show that *H. syriacus* f. *paeoniiflorus* has different ecological adaptive strategies and evolutionary process, the results support the propose to regard *H. syriacus* f. *paeoniiflorus* as a subspecies of *H. syriacus*.

**Key words:** *Hibiscus syriacus* f. *syriacus*; *H. syriacus* f. *violaceum*; *H. syriacus* f. *paeoniiflorus*; leaf blade; comparative anatomy; infraspecies taxonomy

木槿 (*Hibiscus syriacus* L.) 系锦葵科 (Malvaceae) 木槿属植物, 是优良的木本花卉之一。其花朵大而艳丽, 花期长, 具有高的观赏价值。木槿几乎全身都可入药, 其性平味甘苦而凉, 具清热、利尿、凉

血等功效。关于木槿的研究, 在药理化学 (李海生等, 1995)、组织繁育 (周长路, 2002; 朱启忠, 1997; 刘彭昌等, 1995; 段建明等, 1985) 等方面已有报道, 而对其物种生物学的研究尚未见报道。鉴于木槿种内

收稿日期: 2003-01-06 修订日期: 2003-03-12

作者简介: 史刚荣 (1968-), 男, 甘肃陇西人, 硕士, 讲师, 研究方向为植物物种生物学。

变种、品种繁多,变异复杂等特点及其重要的应用价值,近年来我们以居群思想为指导,运用物种生物学的理论和方法,对其种内变异及这些变异产生的原因等进行了系统研究,旨在探讨木槿种内分化规律并对种下类群进行较为合理的分类,为木槿的种质资源保存、开发和利用提供理论依据。本文主要报道了木槿三个种下类群叶片的比较解剖学研究结果,并就其适应生态学和种下分类学意义进行了讨论。

## 1 材料与方法

本文观察所用的材料包括3个木槿变型,即紫花单瓣木槿(原变型)(*H. syriacus* f. *syriacus*)、紫花重瓣木槿(*H. syriacus* L. f. *violaceum* Gagnep.)和牡丹木槿(*H. syriacus* L. f. *paeoniiflorus* Gagnep.),均于2002年8月采自淮北煤炭师范学院校园,选择正常植株上的完整成熟叶片,剪取中脉两侧1.5 cm×1.5 cm的小块,置FAA固定液中固定和保存。常规石蜡法制片,切片厚度10~12 μm。番红一固绿对染,Olympus BH-2型光学显微镜观察并照相。叶片及其组织厚度均用目镜测微尺进行测量。

## 2 观察结果

### 2.1 表皮和叶肉

木槿三个种下类群叶片厚度存在一定的类群间差异,其中以牡丹木槿最厚,约233.70 μm,紫花单瓣木槿最薄,约131.30 μm,紫花重瓣木槿居前两者

之间,厚约169.86 μm。从表皮表面看,上、下表皮细胞的细胞壁凹凸状相互镶嵌呈不规则的扁平细胞,上、下表皮均有气孔分布,保卫细胞肾形气孔,类型为平列型(图版I:1~3)。上表皮气孔数目远较下表皮少,但从上下表皮气孔密度比来看,紫花重瓣木槿明显高于其它两个种下类群。从横切面看(图版I:4~6),表皮细胞一般为长方形、圆形和无规则形变化,细胞外壁平滑。紫花单瓣木槿和牡丹木槿上表皮细胞比下表皮细胞厚,紫花重瓣木槿上、下表皮细胞厚度相差不大。下表皮细胞外有刺状或星状表皮毛。

叶肉均有明显的栅栏组织与海绵组织之分,栅栏组织排列紧密,几乎无间隙,间或有含晶簇的细胞,含晶细胞形状同栅栏细胞,但较栅栏细胞为大(图版I:4~6)。栅栏组织细胞层数、厚度在各种下类群间存在差异,紫花单瓣木槿栅栏组织细胞层数1层,厚度在33 μm左右;紫花重瓣木槿栅栏组织细胞层数1~2层,平均厚度在50 μm左右;牡丹木槿栅栏组织细胞层数多为2层,平均厚度在84 μm左右。海绵组织细胞层数4~6层,排列紧密,厚度和细胞大小在各种下类群间也存在差异,紫花单瓣木槿细胞体积相对较小,厚度在64 μm左右;紫花重瓣木槿和牡丹木槿的海绵组织细胞体积相对较大,厚度分别为84 μm和108 μm。栅栏组织与海绵组织之间的厚度之比在0.51~0.77之间。木槿三个种下类群的栅栏组织和海绵组织中均有大量的含晶细胞,其内部含有大小不等的草酸钙簇晶,但紫花重瓣木槿簇晶数目远较其它两个类群少。

木槿三个种下类群叶表皮和叶肉的解剖特征详见表1。

表1 木槿叶表皮和叶肉的解剖特征比较

Table 1 The comparison of leaf epidermis and mesophyll anatomy of *Hibiscus syriacus*

类群 Taxa	上表皮 UE		下表皮 LE		上下表皮气孔密度比 SDRUL	栅栏组织厚度 TPT(μm)	海绵组织厚度 TST(μm)	栅栏海绵组织厚度比 TPT/TST	叶片厚度 TL(μm)
	厚度 T(μm)	气孔密度 DS(个/mm <sup>2</sup> )	厚度 T(μm)	气孔密度 DS(个/mm <sup>2</sup> )					
紫花单瓣木槿 f. <i>syriacus</i>	20.00	84	13.91	312	0.27	33.04	64.35	0.51	131.30
紫花重瓣木槿 f. <i>violaceum</i>	18.84	144	17.68	248	0.58	49.57	83.77	0.59	169.86
牡丹木槿 f. <i>paeoniiflorus</i>	26.09	108	14.49	464	0.23	83.75	108.41	0.77	233.70

Note: UE=upper epidermis; LE=lower epidermis; TPT=thickness of palisade tissue; TST=thickness of spongy tissue; TL=thickness of leaves; T=thickness; DS=density of stoma; SDRUL=stoma density ratio of upper epidermis and lower epidermis.

### 2.2 叶脉的结构

木槿三个种下类群的中肋和大的侧脉的维管束和机械组织都很发达,叶脉处叶片的上下面都有明显的凸出。从横切面看,叶脉由表皮、基本组织和维

管束组成,上表皮细胞以内是厚角组织和薄壁组织,外韧维管束位于叶脉中央,其上方是具成串导管的木质部,下方是韧皮部,在木质部与韧皮部之间有不发达的形成层;维管束下面则是发达的薄壁组织,薄

壁细胞中含有簇晶状草酸钙结晶,紧贴下表皮分布有 3~5 层厚角细胞(图版 I:7~9)。三个种下类群在叶脉大小、结构等方面也存在一定的差异:(1)紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿的维管束外围分布有由大量纤维细胞组成的纤维束,其中下方的纤维束更为发达,但牡丹木槿维管束下部几乎没有纤维,只在木质部上方分布有一束大约有 13~17 个纤维组成

的纤维束;(2)紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿中肋在厚度、木质部发达程度、机械组织(包括厚角组织和厚壁组织)等方面均远远大于牡丹木槿(表 2)。可见,牡丹木槿在水分的运输方式方面与前二者不同。另外,紫花重瓣木槿近叶柄端中肋下部存在明显的凹窝,凹窝处的表皮细胞相对较小,并附有表皮毛等附属结构(图版 I:8)。

表 2 木槿叶片中肋的解剖特征比较  
Table 2 The comparison of middle vein anatomy of *Hibiscus syriacus*

类群 Taxa	木质部 厚度 TX ( $\mu\text{m}$ )	韧皮部 厚度 TP ( $\mu\text{m}$ )	木质部韧皮 部厚度比 TX/TP	导管数 NV	导管直 径大小 DV( $\mu\text{m}$ )	纤维数 NF	中肋厚度 TMV ( $\mu\text{m}$ )	维管束中 肋厚度比 TB/TMV	近轴面厚角 组织厚度 TUC( $\mu\text{m}$ )	远轴面厚角 组织厚度 TLC( $\mu\text{m}$ )
紫花单瓣木槿 <i>f. syriacus</i>	161.7	30.4	5.32	82	17.33	130	652	0.29	137.4	89.6
紫花重瓣木槿 <i>f. violaceum</i>	189.6	68.7	2.76	66	23.30	133	1012	0.26	178.3	118.3
牡丹木槿 <i>f. paeoniiflorus</i>	63.5	44.4	1.43	41	12.93	16	344	0.31	64.4	31.3

Note: TX=thickness of xylem; TP=thickness of phloem; NV=numbers of vessels; DV=diameter of vessels; NF=numbers of fiber; TMV=thickness of middle vein; TB=thickness of bundle; TUC=thickness of upper collenchyma; TLC=thickness of lower collenchyma.

### 3 分析与讨论

#### 3.1 叶片结构的适应生态学意义

叶片是植物体营养器官中对环境变化最为敏感的器官,其形态结构特征被认为是最能体现环境因子的影响或植物对环境的适应(王勋陵等,1989)。叶片对环境变化的适应性包括叶形、叶表面特征、叶片厚度和解剖特征的变化(Wylie, 1951; Jackson, 1967; 费松林等,1999)。小而厚的叶片、发达的栅栏组织、栅栏细胞长柱形、海绵组织排列紧密、厚的角质膜和表皮毛发发达以及下皮层结构等,是对干燥(可能主要是空气湿度)(Esau, 1977)或强光生境的适应(Lee 等,1990)。薄的栅栏组织、疏松的海绵组织(大的胞间隙)、近方形的栅栏细胞和凸透形的表皮细胞是对较弱光照环境或中生、湿生环境的适应(Lee 等,1990; Bone 等,1985)。木槿主要分布于长江流域和珠江流域,从生物学特性看,它喜光,也耐半阴,喜温暖湿润,也耐干旱贫瘠。从解剖结构看,其叶片均表现出中生异面叶特点,即表皮细胞 1 层,角质膜无或不发达,上、下表皮均有相当数量的气孔,其中下表皮气孔密度更大;栅栏组织的细胞长柱型,细胞层数 1~2 层,海绵组织细胞排列紧密,同时具发达的叶脉。大量气孔的分布,有利于加快水分蒸腾,从而有利于降低叶片温度,而发达的叶脉则大

大提高了对水分的运输效率,这些特点与其高温生境是相适应的;栅栏细胞长柱形、海绵组织排列紧密又有利于提高光能的利用率,这与其喜光特性相适应。此外,木槿三个种下类群的叶肉和较大的叶脉中均有大量的含晶细胞分布,含晶细胞与其周围细胞形状大致一样,在其内含有一个大的簇晶,位于细胞中央,充满了细胞腔隙。众多含晶细胞的存在,可改变细胞渗透压,提高吸水力和持水力,同时可聚集体内过多的盐分,还可加强叶的机械性能(李广毅等,1995; 廖声熙等,2001)。总之,木槿叶片的解剖特点在很大程度上反映了该植物类群对其生境特征(即生长季高湿高温)的适应策略。

这里需要提出的是,牡丹木槿在叶片结构方面显示出与紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿明显不同的特点,其叶片明显较紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿厚,栅栏组织发达,海绵组织细胞排列更加紧密,下表皮气孔密度大。但中肋却远不及紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿发达。这些特点表明牡丹木槿对水分的输导能力较弱,但对水分的保持和利用却更加有效,意味着该类群叶片倾向于向旱生结构发展。

#### 3.2 叶片结构的分类学意义

长期以来,由于大面积栽培和人工选择的结果,木槿的种下类群十分繁杂,种下分类也一直比较混乱,同一种下类群常被冠以不同的分类等级。我们通过表型性状的研究,初步认为紫花单瓣木槿与

紫花重瓣木槿之间的亲缘关系比较密切,而牡丹木槿则是较为进化的类群,与前两者的亲缘关系相对较远。因而建议将牡丹木槿提升为亚种等级(另文发表)。本研究结果表明,牡丹木槿在叶片厚度、气孔密度、栅栏组织细胞层数与厚度、叶脉等性状上均与紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿存在明显的差异,这些差异既表明牡丹木槿在进化过程中对其生境的生态适应策略与另外两个种下类群不同(见上文讨论),同时也反映了牡丹木槿所经历的进化历程与其它两类群不同。紫花单瓣木槿和紫花重瓣木槿之间差异较小,主要表现在紫花重瓣木槿具有较高的上下表皮气孔密度比,且含晶细胞数目相对较少。木槿三个种下类群叶片的比较解剖学研究结果与形态比较研究结果相一致,从而为把牡丹木槿提升为亚种等级提供了可靠的依据。

关于叶片性状的变异性,袁永明等(1991)在研究豆科黄华族植物叶片解剖特征时曾区分出系统演化性状和生态适应性状两类,如叶片结构、气孔器密度和角质层厚度等性状是生态适应性状,并认为这两类性状之间可能没有截然的界限,系统演化性状是生态适应性状长期发展的结果,而生态适应性状也是发展中的系统演化性状。本文研究的木槿三种下类群生长在同一生境之中,应该说它们所受到的生态影响是相同的。因此,可以认为所观测到的叶片性状既是适应性状,又是系统演化性状。概括起来,木槿叶片结构总的进化趋势是叶片逐渐增厚,栅栏组织细胞层数不断增多(1层→1~2层→2层),但各种下类群在上下表皮气孔密度比、叶脉结构等性状却呈现出趋异,这与其生境的差异相适应。在趋同性状中,紫花单瓣木槿似乎始终具有比较低等的性状,如叶片薄,栅栏组织单层,等等;然而在趋异性状中,紫花单瓣木槿却又介于紫花重瓣木槿和牡丹木槿之间,因而可以推断出紫花单瓣木槿可能属于较原始的类群,紫花重瓣木槿和牡丹木槿则向着不同的方向分化,比较而言,紫花重瓣木槿与紫花单瓣木槿的关系更近,而牡丹木槿则属较早分化的类群。

#### 参考文献:

- 王勋陵,王静. 1989. 植物的形态结构与环境[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 105—138.
- 朱启忠. 1997. 不同培养条件对木槿原生质体培养的影响[J]. 乌鲁木齐成人教育学院学报, (3): 58—61.
- 李海生,李静. 1995. 木槿果花对小鼠移植性肿瘤抑制作用的观察[J]. 中草药, 26(2): 87.
- 周长路,朱启忠. 2002. 不同培养方法对木槿原生质体培养的影响[J]. 植物生理学通讯, 38(1): 61.
- 段建明,刘彭昌,陈乐义,等. 1985. 木槿愈伤组织的诱导及试管植株再生[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2: 50—58.
- Bone RE, Lee D, Norman JM. 1985. Epidermal cells functioning as lenses in leaves of tropical rain-forest shade plants[J]. *Applied Optics*, 24: 1408—1412.
- Esau K. 1977. *Anatomy of seed plants*[M]. New York: John Wiley and Sons Press, 351—372.
- Fei SL(费松林), Fang JY(方精云), Fan YJ(樊拥军), et al. 1999. Anatomical characteristics of leaves and woods of *Fagus lucida* and their relationship to ecological factors in Mountain Fanjing-shan, Guizhou, China(贵州梵净山亮叶水青冈叶片和木材的解剖学特征及其与生态因子的关系)[J]. *Acta Botanica Sinica*(植物学报), 41: 1002—1009.
- Jackson LWR. 1967. Effect of shade on leaf structure of deciduous tree species[J]. *Ecology*, 48: 498—499.
- Lee DW, Bone RA, Tersis S, et al. 1990. Correlates of leaf optical properties in tropical forest sun and extreme-shade plants[J]. *American Journal of Botany*, 77: 370—380.
- Liao SX(廖声熙), Liu J(刘娟), He J(和菊), et al. 2001. A Study on the relationship between anatomical structure of leaves and resistance drought of Neem (*Azadirachta indica*) (印楝叶解剖结构与抗旱性关系初步研究)[J]. *Forest Research*(林业科学研究), 14(4): 435—440.
- Li GY(李广毅), Gao GX(高国雄), Yi ZD(尹忠东). 1995. A study on anatomical structure of leaves and resistance of *Atriplex canescens* Fames(灰毛滨藜叶解剖结构与抗逆性研究)[J]. *Journal of Northwest Forestry College*(西北林学院学报), 10(1): 48—51.
- Liu PC(刘彭昌), Wang XJ(王兴军), Liu ZH(刘宗华), et al. 1995. *In vitro* selection of salt-tolerant variants of *Hibiscus syriacus* L. (木槿耐盐变异体的选育)[J]. *Journal of Shandong Normal University(Natural Science)*(山东师范大学学报(自然科学版)), 10(2): 197—199.
- Wylie RB. 1951. Principles of foliar organization shown by sun shade leaves from ten species of deciduous dicotyledon trees[J]. *Amer J Bot*, 38: 355—361.
- Yuan YM(袁永明), Peng ZX(彭泽祥), Chen JR(陈家瑞). 1991. The systematic and ecological significance of anatomical characters of leaves in the tribe Thermopsidae (Fabaceae)(黄华族(豆科)叶的解剖学性状的系统学和生态学意义)[J]. *Acta Botanica Sinica*(植物学报), 33: 840—847.