

# 檫树营养器官解剖构造与其生物学特性相关性的探讨

谷 澍 芳

(浙江林学院, 临安 311300)

**摘 要** 通过大量的檫树营养器官显微组织切片和部分电镜扫描观察, 对老根、1至5年生枝、22年生老树干、周皮和树皮、木材三切面和叶片的解剖构造以及叶气孔数目等进行了详细的研究和描述, 并在此基础上总结出檫树根、茎、叶解剖结构上的特征与其“喜光怕旱”的生物学特性互相适应, 密切相关。同时也从解剖学角度对人工林中檫树茎干易受冰冻害和日灼伤害现象进行科学分析。

**关键词** 檫树; 树干; 树皮; 叶; 显微结构; 生物学特性; 相关性

**中图分类号** S792.220.1

檫树 *Sassafras tsumu* (Hemsl.) Hemsl. 为我国南方诸省主要用材和绿化树种。树形挺拔, 生长迅速, 材质优良, 纹理美观, 且具香气, 深为广大群众喜爱。其种子含油率为20%, 用于制造油漆; 根和树皮可入药, 能活血散瘀、去风湿、治扭挫伤及腰肌劳损; 根部还含有鞣质, 可作栲胶原料; 果、叶及根均含有芳香油, 可作调香原料。因此该树种具有较高栽培利用价值。檫树在华东地区多散生在海拔1000m以下的天然阔叶混交林中, 喜生于温暖湿润、雨量充沛、光照充足、土壤肥沃、排水良好的优越环境中, 但在人工造林时, 常表现出不耐旱、易受冰冻及日灼伤害等现象。针对林业生产上的这些问题, 本文试图从其营养器官的解剖学角度, 给予理论上的探讨和解释, 以期改进造林技术和管理措施提供科学依据。

## 1 材料和方法

分别于1979年和1988年在浙江林学院附近果园、太庙山公园等地采取檫树成年植株的叶、枝条、老树干和根等进行外部形态和内部结构观察。

**叶** 取当年生6个枝条全部叶, 分别在每片叶叶尖、叶中央、叶基和叶缘4处徒手制片、镜检, 部分材料石蜡制片, 切片厚度10 $\mu$ m, 番红-固绿对染。并于叶片中部取上、下表皮, 番红染色, 整体封藏制片。随机取样80片大型叶, 在叶片中央部分取样测定气孔数目。此外还对大型叶下表皮气孔器进行电镜扫描观察摄影。

收稿日期: 1992-07-10

**茎** 取1~5年生枝,滑走机制片,厚度15~20  $\mu\text{m}$ ,番红-固绿对染,观察枝各部结构和周皮形成,同时取木质部离析材料镜检观察。又取22年生树干树皮和木材滑走机制片,厚度20  $\mu\text{m}$ ,番红染色,观察树皮和木材三切面结构。

**根** 取2~3年生根,滑走机制片,厚度10~15  $\mu\text{m}$ ,番红-固绿对染。

## 2 观察结果

### 2.1 叶

樟树当年萌发枝条上,一般着生11~12张叶片,大小各异,形态不一。枝顶部和基部着生的叶较小,长约6 cm,宽约3 cm,一般为椭圆形、卵形或倒卵形,全缘。枝中部叶大,长可达16 cm,宽可达11 cm,一般为2~3裂。叶背面具表皮毛和白粉状蜡被,主、侧脉隆起。根据6个枝条66张叶片厚度测定,叶尖为165~286  $\mu\text{m}$ ,叶中央为198~330  $\mu\text{m}$ ,叶基为176~331  $\mu\text{m}$ 和叶缘为147~310  $\mu\text{m}$ 。同一叶片中,叶尖、叶缘处较薄,叶中央和叶基处较厚。在同一枝条上,两端叶不仅小,也相应较薄;中央叶片不仅较大,而且较厚。最大叶片厚度可达260~330  $\mu\text{m}$ 。

叶的内部构造可分为表皮、叶肉和叶脉3大部分。

**表皮** 上表皮由1层细胞组成,表面观细胞为不规则多边形,具薄角质层。下表皮1层,表皮细胞表面观也为不规则多边形,具单细胞表皮毛,电镜扫描观察可见布满棒状蜡被。气孔器保卫细胞外具1副卫细胞,其细胞长轴与保卫细胞长轴平行,是为平列细胞型气孔(或称茜草科型气孔)<sup>[1]</sup>(图版1, 2)。气孔密而多,常见2气孔器相邻连接。据80张大叶片中部取样测定,气孔数目变化很大,一般1  $\text{mm}^2$ 为21~62个。据国外报道 *Sassafras sassafras* 1  $\text{mm}^2$ 为35个。

**叶肉** 由栅状组织和海绵组织组成。在叶横切面观,其比例各为一半。栅栏组织1层,细胞长,其长轴与短轴长度比例为4:1至6:1,甚至8:1,故呈细柱状。组织间夹有粘液细胞,为椭圆形或长椭圆形,自然状态呈灰白色,横径较栅栏组织细胞大,故易辨认(图版6),海绵组织细胞较小,排列疏松,组织间夹有少数油细胞,其呈阔卵形,较粘液细胞小,自然状态为黄色。

**叶脉** 为离基三出脉,主脉与侧脉在背面隆起,主脉特大,其基部厚度为叶片厚度9~10倍。横切面观,在上、下表皮内的3~4层细胞较小,壁较厚些,再内则为大量薄壁组织,占叶脉大部分,中央是维管束,呈半月形或浅U字形,其在叶脉中占比例较小。主脉木质部中央部分每列只有导管6~7个,边缘部分每列有导管3~4个,故叶脉虽大,但输导组织不发达(图版3, 4)。

### 2.2 茎

2.2.1 1年生枝初生结构(图版7) 1年生枝初生结构主要包括表皮、皮层和中柱3部分。

**表皮** 由1层较小表皮细胞组成,角质层厚,其厚度几乎与表皮细胞等厚。

**皮层** 由10余层细胞组成。最外1层细胞排列较整齐。最内1层细胞排列也较整齐成不规则环形围在中柱外,其细胞在茎横切面观略呈不规则扁长方形。在2层排列整齐细胞之间约有8~9层细胞,排列较疏松,为薄壁组织,其中分布大量粘液细胞和油细胞。

中柱 由中柱鞘、维管束、髓和射线 4 部分组成。

中柱鞘 在中柱的最外部, 具 9~10 层细胞, 在茎横切面观为厚壁细胞与薄壁细胞间隔排列成连续的环, 厚壁细胞即是中柱鞘纤维, 成束状或延展成片状。据 Metcalfe, C. R. 报道该部为中柱鞘<sup>[3]</sup>, 但最近也有些学者认为茎无中柱鞘, 该部应为韧皮纤维。

维管束 位中柱鞘内, 呈环状, 占枝横切面 2/5 面积。包括初生韧皮部, 形成层和初生木质部。初生韧皮部由筛管、伴胞、韧皮纤维和韧皮薄壁组织组成, 其内还分布有粘液细胞和油细胞。初生木质部由导管、纤维管胞、木纤维和木薄壁组织组成, 其内还分布有油细胞。导管数量少, 春、秋材导管横径相差不多。

射线 一般为单列, 个别为 2 列细胞组成, 细胞内含有单宁和其他营养物质。

髓 特大, 占中央大部分, 边缘近木质部的 2~4 层细胞较小, 排列紧密, 染色深, 内含淀粉为具淀粉细胞, 其余大部分均为大型薄壁组织。

2.2.2 2~5 年生枝次生结构 2~5 年生枝由周皮、次生维管束和髓部组成。现分别叙述如下。

周皮 檫树周皮形成较迟。一般 2~3 年生枝外部仍保持绿色, 但在芽鳞痕处和皮孔周围开始木栓化, 变为褐色, 在枝横切面组织切片观察, 最外层仍有表皮存在, 表皮内为皮层, 但在皮孔处, 皮层的薄壁组织已衍生木栓形成层, 并产生木栓层。其木栓细胞为厚壁型。在 4~5 年生枝表面观, 则见皮孔周围木栓化部分逐渐扩大, 由于不断扩大, 致使邻近的皮孔间木栓化部分连成小片, 然后各小片又再逐步连成大片。在枝横切面组织切片观察, 最外 1 层仍有表皮存在, 但皮层内已大部分形成木栓形成层, 并衍生木栓层和栓内层, 共有 5~6 层细胞。木栓形成层与木栓层难以区分, 均为扁平长方形薄壁细胞, 周皮形成(图版 8)。由 2~5 年生枝周皮形成过程观察, 可以总结出具有 3 个特点: 一是木栓形成层形成较迟; 二是木栓化部分由局部开始, 逐渐连成片, 最后扩展到全枝; 三是木栓细胞除皮孔周围者为薄壁型细胞<sup>[3]</sup>。

次生维管束 由次生韧皮部、形成层、次生木质部和次生射线组成。这里主要介绍次生韧皮部和次生木质部。

次生韧皮部 春季产生部分筛管、韧皮薄壁组织多, 而韧皮纤维少, 而秋季产生部分则韧皮纤维多, 筛管与韧皮薄壁组织相对少。这两部间隔产生, 因此每年产生部分也具明显层次。

次生木质部 年轮明显, 春材导管大, 多环形排列成环孔材; 秋材导管小, 散生。在导管周围还有木纤维、纤维管胞和木薄壁组织。离析材料观察和测定: 导管为环纹、螺纹和孔纹导管, 导管节长度一般为 135~308  $\mu\text{m}$ , 最长可达 347  $\mu\text{m}$ , 最短只有 56  $\mu\text{m}$ ; 横径一般为 25~70  $\mu\text{m}$ , 最大者可达 111  $\mu\text{m}$ , 最小者约 25  $\mu\text{m}$ 。木纤维两端尖细, 长度一般为 374~422  $\mu\text{m}$ , 最长可达 500  $\mu\text{m}$ , 最短者约 278  $\mu\text{m}$ ; 横径一般为 14~17  $\mu\text{m}$ 。纤维管胞, 两端圆尖, 较木纤维短, 一般长度为 277~347  $\mu\text{m}$ ; 横径为 14~21  $\mu\text{m}$ 。木薄壁细胞为分隔细胞。

2.2.3 20 a 以上茎干次生结构 20 a 以上茎干自外而内, 主要包括树皮、次生韧皮部、形成层、次生木质部和髓心。次生射线横向贯穿于次生韧皮部和木质部间。

树皮 灰褐色, 具纵裂条纹, 较薄。样树 22 年生树干, 树皮厚度只有 5~6 mm。其显

微结构,主要有明显的层次,在树皮裂口两侧部分层次较窄,细胞排列紧密,其余部分层次则较宽,细胞排列也较疏松。在每一层中主要包括木栓层、木栓形成层和栓内层组成的周皮,其次是被周皮隔在外面的次生韧皮部和次生射线部分组织。周皮为5~9层细胞,木栓层为薄壁型细胞,木栓形成层由次生韧皮部细胞衍生。本观察结果与 Metcalfe, C. R. 报道一致<sup>[3]</sup>(图版12, 14)。次生韧皮部层较周皮层宽。

**次生韧皮部** 由于每年有部分次生韧皮部为新产生的周皮隔出去成为树皮的一部分,再加上形成层向外分裂的细胞少,次生韧皮部即成为薄层。样树22年生树干,次生韧皮部只有1 mm厚。其显微结构与2 a以上茎相似,只是层次增多些(图版13)。

**次生木质部** 具明显的边材与心材,边材窄,淡褐色;心材宽,深褐色。如本观察的22 a茎干,边材4 a,心材18 a。

**木材三切面显微结构:**

**横切面** 春材与秋材区分明显,春材导管腔大,横径约375  $\mu\text{m}$ ,排列成环状,为环孔材;秋材导管腔小,横径约70~77  $\mu\text{m}$ 散生。导管多为单管孔,少有复管孔。导管旁为少数隔壁薄壁组织围绕。心材导管内有侵填体充满。射线1~3列<sup>[2,3]</sup>(图版9)。

**径向切面** 春材导管分子长度为250~278  $\mu\text{m}$ ,秋材导管分子长度为149~445  $\mu\text{m}$ 。射线高度不等,由6~32个细胞。顶部或基部的边缘射线细胞为直立型,与射线成直角,为异型射线。边缘射线细胞往往为油细胞,因此肉眼观察樟树木材有光亮斑点<sup>[4]</sup>。木薄壁细胞为纺锤形分隔细胞,具4~9隔(图版10)。

**切向切面** 射线为纺锤形,边缘细胞为油细胞更为明显可见(图版11)。

### 2.3 根

根的主要结构特征:幼根初生结构包括表皮、皮层和中柱3部分。中柱内维管束为4原型。为此幼苗期的根系,侧根亦排成4列。老根的次生结构包括根皮和次生维管束,一般2~3年生根,外部已形成次生保护组织——根皮,其与茎的周皮对比则较厚。次生维管束中韧皮部与木质部相比也较厚,内含粘液细胞和油细胞;木质部中导管横径相差不大,无明显春、秋材之分。射线一般为单列(图版5)。

## 3 小结

樟树具有喜光和要求温暖湿润自然条件的生物学特性,同时在人工林中又表现出不耐干旱,易受冻害和日灼伤的现象。现从其营养器官组织结构上的特点对上述两方面问题予以剖析。

**3.1** 从樟树叶的结构来看,其叶背面生有单细胞表皮毛和蜡被;叶肉中栅栏组织虽然只有1层,但细胞长,其长度可达叶肉1/2的厚度,因此也可说栅栏组织厚。这厚度是通过细胞加长长度来体现的。海绵组织细胞间隙小。叶的这些具表皮毛、蜡被、栅栏组织强烈发育等则表现出阳性叶的特征。这也即是樟树所以喜光在解剖学上的依据。

**3.2** 樟树所以要求温暖、湿润、水分充足的自然环境,也与其解剖结构上特征有关,现分述如下:

水分蒸腾量大 樟树叶大而薄,气孔密而多。1张大型叶的面积可达10 942  $\text{mm}^2$ , 1

mm<sup>2</sup>的气孔少者有21个,多者62个。按此计算,1张大型叶片有30~60多万个气孔。因此每日蒸腾量大是必然的。

**输导组织不发达** 首先从叶片来看,叶主脉、侧脉在叶背面隆起,看起来似很发达,但其内维管束只是半月形扁扁1条,特别是木质部的导管每列只有4~6个。其次从茎部来看,茎部木质部导管少,为环孔材,大量的是纤维管胞、木纤维和木薄壁组织;老树干中心材大,边材窄,心材中导管为侵填体充满,丧失输导功能。为此叶与茎的输导系统不能适应叶大量水分蒸腾。

**保护组织的保护作用不完善** 橡树叶表皮具表皮毛和蜡被可适当减少水分蒸腾,但是大量枝干周皮形成迟,且是由局部到整体形成。老树干的树皮是多层周皮和由周皮隔在外面的次生韧皮部和次生韧皮射线的复合体,其中周皮部分一般为5~9层细胞。而且特别需要指出的是其中木栓层是薄壁型细胞,无厚的栓质壁,加上次生韧皮部层次厚,其内也具大量薄壁细胞。为此,周皮和树皮保护能力较差。

综上所述橡树叶水分蒸腾量大,而叶、茎的输导系统不发达,加之叶和茎的初生、次生保护组织不是特好的保护体,不耐热,不耐冻,水分容易大量丧失,所以橡树要求温暖、湿润和水分充足的自然环境才能生长良好。

### 图版说明

B. 树皮; C. 皮层; D. 死亡韧皮部组织; L. 皮孔; LV. 叶脉; M. 粘液细胞; O. 油细胞; P. 周皮; PF. 中柱鞘纤维; PR. 韧皮射线; PT. 栅栏组织; SP. 次生韧皮部; SX. 次生木质部; V. 维管束

1. 下表皮示表皮毛和气孔器 ×700; 2. 下表皮示气孔器和棒状蜡被 ×3000; 3. 主脉和 部分叶肉横切示构造 ×150; 4. 侧脉和部分叶肉横切示构造 ×150; 5. 2年生老根横切示构造 ×150; 6. 上表皮腹面剖观示叶脉和粘液细胞 ×150; 7. 1年生枝横切示构造 ×150; 8. 4年生枝横切示周皮起生 ×200; 9. 22年生茎木材横切面 ×30; 10. 22年生茎木材径向切面 ×30; 11. 22年生茎木材切向切面 ×30; 12. 22年生茎干横切示树皮构造 ×15; 13. 次生韧皮部分放大示春、秋季形成部分区别 ×80; 14. 树皮部分放大示周皮和死亡韧皮部组织 ×200

### Explanation of plates

B. bark, C. cortex, D. dead phloem tissue, L. lenticel, LV. leaf vein, M. mucilage cell, O. oil cell, P. periderm, PF. pericycle fiber, PR. phloem ray, PT. palisade tissue, SP. secondary phloem, SX. secondary xylem, V. vascular bundle

### Plate I

Fig. 1 Lower epidermis showing epidermis hair and stomatal apparatus X700; Fig. 2 Hypo-epidermis showing stomatal apparatus and clubbed waxy envelope ×3000; Fig. 3 Cross section of main vein and part mesophyll showing their structure ×150; Fig. 4 Transection of lateral vein and part mesophyll showing their structure ×150; Fig. 5 Cross section of biennial old root showing the structure ×150; Fig. 6 Upper epidermis viewed at opposite surface showing leaf vein and mucilage cell ×150

### Plate II

Fig. 7 Cross-section of annual shoot showing the structure ×150; Fig. 8 Cross-section of four year shoot showing the origin of periderm ×200; Fig. 9 Transection of 22 year wood ×30; Fig. 10 Radial section of 22 year wood ×30; Fig. 11 Tangential section of 22 year wood ×30; Fig. 12

Cross-section of 22 year trunk showing the structure of bark  $\times 15$ , Fig. 13 Magnifying secondary phloem showing the structure difference formed in Spring and Fall  $\times 80$ , Fig. 14 A portion magnified from bark showing periderm and dead phloem tissue  $\times 200$

### 参 考 文 献

- 1 〔美〕E. G. 卡特著; 李正理译. 植物解剖学(上册). 北京, 科学出版社, 1986, 132~134
- 2 成俊卿. 木材学. 北京, 中国林业出版社, 1985, 35
- 3 Metcalfe C R. *Anatomy of Dicotyledon*. Oxford: The Clarendon Press, 1957, 1145~1147
- 4 Arthur J Eames. *An Introduction to Plant Botany*. Mc Graw-Hill Company Inc, 1951, 200

Gu Shufang (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC). **Correlations Between the Anatomical Structure of Vegetative Organs and the Biological Characteristics in *Sassafras tsumu*. J. Zhejiang For. Coll., 1993, 10(1): 1~6**

**Abstract:** The anatomical structure of old root, 1~5 year shoot, 22 years old trunk and leaf, the formation of periderm and bark, the wood structure in three dimensional sections, the number of stoma on leaf epidermis and so on were investigated in detail by a lot of tissue micro-sections of vegetative organs in *Sassafras tsumu* and partly by scanning electron microscopy. The results of this observation demonstrate that the characteristics of inner structure of root, stem, and leaf in *S. tsumu* are closely correlated with and suited to its biological characteristics which are "like light, afraid of drought". At the same time, the scientific analysis of the phenomenon why the stems of *S. tsumu* are susceptible to freezing and sunscald injury in artificial forest has been made. The basic theory stated in this paper can provide reference for the improvement of silviculture techniques and the adoption of new managing methods.

**Key words:** *Sassafras tsumu* Hemsl.; trunk; barks; leaves; microstructure; biological characteristics; correlations



