

濒危植物夏蜡梅营养器官的解剖结构特征

陈模舜, 柯世省

(台州学院生命科学学院, 浙江 临海 317000)

摘要: 采用石蜡切片法观察了濒危植物夏蜡梅(*Calycanthus chinensis* W. C. Cheng et S. Y. Chang)营养器官(根、茎、叶和芽)的解剖结构特征,探讨了这些结构特征与夏蜡梅生态适应性的关系。观察结果显示,夏蜡梅的芽没有芽鳞,为柄下芽。夏蜡梅根初生木质部为三原型或四原型,导管数量多、口径大,皮层和木质化薄壁细胞内均存有大量簇晶。幼茎木质部含有较多的导管,四周的厚壁细胞小,茎中韧皮纤维和髓部发达;老茎有突起的皮孔并具表皮毛,茎的每个突起部位都有成团的韧皮纤维。夏蜡梅的叶片为典型的异面叶,具有以下解剖特征:叶表皮角质膜较厚;表皮及叶肉细胞内含有较多的晶体;气孔多集中在下表皮,气孔极区T形加厚;栅栏组织由1层细胞组成;主脉维管束呈径向排列,且叶脉维管束鞘细胞有加厚现象。研究表明,夏蜡梅营养器官具有一定的原始和耐旱结构特征,同时,与其生活的溪沟两旁及林下的湿润环境相适应,夏蜡梅营养器官具有耐阴植物的解剖结构特征。

关键词: 夏蜡梅; 营养器官; 解剖结构

中图分类号: Q944.5; Q959.747.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2010)03-0037-05

Anatomical structure characteristics of vegetative organs of endangered plant *Calycanthus chinensis* CHEN Mo-shun, KE Shi-sheng (School of Life Science, Taizhou College, Linhai 317000, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2010, 19(3): 37-41

Abstract: The anatomical structure characteristics of vegetative organs (including root, stem, leaf and bud) of endangered plant *Calycanthus chinensis* W. C. Cheng et S. Y. Chang were observed by means of the paraffin method, and the relationship between these structure characteristics and ecological adaptability of *C. chinensis* was also discussed. The observation results show that the bud of *C. chinensis* is subpetiolar bud without bud scale. Primary xylem in root is triarch or tetrarch with more vessels whose diameter is big. And there are a lot of crystals in cortex and lignified parenchyma cells of root. The xylem of young stem contains more vessels with small sclerenchymatous cells on all sides and developed phloem fibres and pith. While the mature stem has protruding lenticels and epidermal hairs, and there are conglobate phloem fibres in every protruding parts. The leaf of *C. chinensis* is typical bifacial leaf and the anatomical characters are as follows: the leaf epidermis with thick cuticles; more crystals in epidermal and mesophyll cells; the stomata centralizing on lower epidermis of leaf and appearing T-shaped thickening in stomatal polar region; the palisade tissue being composed of one layer cell; the vascular bundles of primary vein being radial alignment and the vascular bundle sheaths in vein being thickened. It is suggested that the vegetative organs of *C. chinensis* have a certain primitive and drought tolerance structure characteristics. Meanwhile, those have some shade-tolerance anatomical characteristics, indicating that *C. chinensis* has a certain adaptability to shaded or valley habitats.

Key words: *Calycanthus chinensis* W. C. Cheng et S. Y. Chang; vegetative organ; anatomical structure

夏蜡梅(*Calycanthus chinensis* W. C. Cheng et S. Y. Chang)为蜡梅科(Calycanthaceae)夏蜡梅属(*Calycanthus* L.)落叶灌木,是中国特有第三纪孑遗植

物,仅间断分布于浙江省临安市西部和浙江省天台县大雷山的狭小范围内^[1]。由于森林砍伐,致其生境渐趋恶化,分布面积日益缩小,于1992年被列入中国

收稿日期: 2010-01-11

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30870392); 浙江省教育厅计划科研项目(20070511)

作者简介: 陈模舜(1962—),男,浙江台州人,学士,高级讲师,主要从事植物解剖学和植物生理生态学方面的研究工作。

珍稀濒危保护植物名录,为渐危种,属国家二级珍稀濒危植物^[2]。夏蜡梅花朵大而美丽,其叶和果也有较高的观赏价值,是重要的园林观赏植物。迄今为止,对夏蜡梅的花粉形态和受精结实特性、引种栽培技术、保护生物学、分类地位、群落学特征及遗传多样性等方面开展了一系列的研究^[3-4],但对其营养器官解剖结构特征的研究尚未见报道。

作者采用植物解剖学方法,对夏蜡梅营养器官(根、茎、叶和芽)的解剖学特征进行了观察和研究,并探讨了夏蜡梅的形态结构特点与其所处生态环境的关系,以为揭示该种的濒危机制提供理论依据,同时也为夏蜡梅的推广和栽培提供解剖学资料。

1 材料和方法

1.1 材料

供试野生夏蜡梅分布于天台县龙溪镇大雷山(北纬 29°06'、东经 120°48')海拔 700 m 处,生长于溪沟两旁的常绿阔叶林下。大雷山属中亚热带气候,温暖潮湿,年降水量 1 500 mm,平均相对湿度 80% 以上,年平均气温 15 ℃。夏蜡梅在较荫蔽湿润的环境中生长旺盛,喜凉爽湿润的气候^[5]。

于 2008 年 6 月分别选取夏蜡梅 1 年生植株的根和茎以及多年生植株的根、茎、叶和芽进行实验。

1.2 方法

将根和茎切成长约 1 cm 的小段,成熟叶片保留主脉剪取叶的中央部分(面积约为 0.5 cm×0.5 cm),芽采回后不进行任何前处理。这些材料在野外立即用 FAA 固定液固定 48 h 以上,根和茎固定后需用软化剂[V(体积分数 95% 乙醇):V(甘油)=1:1]软化 1~2 个月才可使用^[6]。采用 HM 315 manual Rotary microtome 切片器(德国 MICROM 公司生产)制作连续石蜡切片,切片厚度 8 μm,经体积分数 50%、60%、70%、80%、90% 和 100% 乙醇梯度脱水,二甲苯透明,固绿-番红对染后用中性树胶封片^[7]。叶表皮用等体积的硝酸(体积分数 10%)和铬酸(体积分数 10%)混合液离析,经番红染色后装片。用 Leica DFC 320 显微镜(美国 Leica 公司生产)进行观察并拍照。

1.3 数据处理

利用 Leica QWin V3 计算机显微图像分析系统进行图像分析,每个样品均测量 5 张装片,并分别观察 10 个视野;显微图像经 Adobe Photoshop 10.0 图像处

理系统处理后制成图版。

2 结果和分析

2.1 夏蜡梅芽的解剖结构特征

夏蜡梅小枝对生、二歧状;芽较特殊,没有芽鳞,腋芽着生位置较低,并被膨大的叶柄基部所包被,为柄下芽(subpetiolar bud)(图版 I-1)。从纵切面看,叶柄基部扩展成套并将腋芽套在其内,芽的结构分为顶端分生组织、叶原基、腋芽原基和幼叶等部分^[8]。顶端分生组织位于枝芽上端呈小丘状,也即生长锥;分生组织细胞形成肋状分生组织和周围分生组织,可分别分化出茎皮层和茎维管组织。顶端分生组织下面的一些突起即为叶原基,已形成较长的幼叶。芽轴较为明显,为枝的维体。

2.2 夏蜡梅根的解剖结构特征

夏蜡梅的根具有典型的双子叶植物根的结构,根的初生结构由表皮、皮层和维管柱组成。初生木质部为三原型或四原型(图版 I-2, 3);皮层最外层细胞为排列紧密的外皮层,最内层细胞为内皮层,内皮层具凯氏带;中柱鞘为 1 层薄壁细胞;初生维管束的导管数量多且口径大,髓部由薄壁细胞组成。

夏蜡梅根次生结构(图版 I-4)的表皮由 1 层排列紧密的细胞组成,细胞较小,细胞壁外有较厚的角质层。皮层由 11~15 层薄壁细胞组成,薄壁细胞直径 24.14~37.78 μm;内皮层也是由 1 层排列紧密的细胞组成,细胞径向壁及切向壁部分加厚并木质化和栓质化。位于初生木质部和初生韧皮部之间的薄壁细胞特化成维管形成层的一部分;形成层由 3~5 层扁长方形细胞组成,向外产生次生木质部,向内产生次生韧皮部;次生木质部远远多于次生韧皮部,次生韧皮部纤维发达;次生木质部导管数量多、口径大,呈分散排列,导管间由大量木质纤维组成,中间有薄壁细胞组成的放射状木射线;木射线由 1~2 列较宽的细胞组成;髓部较大并由木质化薄壁细胞组成,皮层和木质化薄壁细胞内存有大量的簇晶(图版 I-5)。

2.3 夏蜡梅茎的解剖结构特征

夏蜡梅幼茎绿色,外被稀疏白色软毛,横切面近椭圆形,由表皮、皮层和维管柱组成(图版 I-6)。表皮由 1 层细胞构成,横切面呈长方形或近正方形,排列紧密整齐,暴露在空气中的切向壁轻微角质化;皮层具 3~5 层厚角细胞和 13~15 层薄壁细胞;维管柱

呈长方形,四角处偶见初生维管束(图版 I-7),每个维管束具1~3层直径较大的导管,四周厚壁细胞较少;中央髓由薄壁细胞组成。

夏蜡梅老茎呈灰褐色,有突起的皮孔,横切面呈椭圆形(图版 I-8)。周皮由3~5层细胞组成,具表皮毛;茎中的维管束紧密排列连成环状;茎的每个突起部位都有成团的韧皮纤维,由被挤到边上的初生维管束形成。皮层外层的厚角组织有5~6层细胞,薄壁细胞8~9层,细胞直径13.84~26.20 μm 。维管束属于外韧维管束,维管形成层有3~5层细胞;髓部由排列疏松的五边形或六边形大型薄壁细胞组成。

2.4 夏蜡梅叶的解剖结构特征

夏蜡梅的叶片为叶肉组织分化明显的异面叶,叶片厚度103.27~106.77 μm 。从叶的横切面来看,主要由表皮、叶肉和维管组织3部分构成。

上、下表皮各由1层细胞组成,细胞排列紧密整齐,叶表皮外壁的表面覆盖有角质膜,包括蜡质和角质层(图版 I-9, 10);上表皮厚10.68 μm ,角质膜厚2.36 μm ,细胞形状规则,横切面呈矩形;下表皮厚8.16 μm ,角质膜厚2.62 μm ,细胞形状稍不规则。气孔器分布在下表皮,均为平列型,保卫细胞肾形,细胞直径11.90~24.34 μm ;保卫细胞气孔极区T形加厚(图版 I-11);下表皮气孔密度130 mm^{-2} ;孔下室发达,占叶片横切面的19%。

叶肉由栅栏组织和海绵组织构成(图版 I-12),栅栏组织和海绵组织厚度之比为1:3.83。栅栏组织由1层排列整齐的柱状细胞组成,厚18.12 μm ,细胞直径17.86~29.48 μm ,细胞间无空隙,内含丰富的叶绿体;海绵组织厚73.30 μm ,细胞排列疏松,共3~6层,细胞直径12.02~20.06 μm ,细胞间隙35.46~73.12 μm ,含有较多的叶绿体。叶表皮及叶肉中存有大量晶体,有的直达叶肉中部(图版 I-12, 13)。

叶的维管组织主要分布于叶脉中(图版 I-14, 15),叶脉横切面维管束呈圆环状,中脉两面都突起形成脊。维管束鞘细胞2~3层,径向壁和切向壁木质化和栓质化加厚;木质部发达,导管径向排列整齐,1~3列导管与1列薄壁细胞相间排列,木纤维2~3层且发达;韧皮部外侧有发达的韧皮纤维2~3层,束中形成1层。维管束与上表皮之间依次是1~3层薄壁细胞、2~4层厚角细胞;维管束与下表皮之间依次是2层薄壁细胞、2~4层厚角细胞。侧脉和小脉结构简单,但有1层薄壁细胞构成的维管束。主脉处的表

皮细胞呈长方形,外切向壁有角质膜加厚。

3 讨论和结论

植物与其生长的环境构成一个整体,植物的结构特征最能体现植物对环境的适应^[9]。与同属于蜡梅科的蜡梅属(*Chimonanthus* Lindl.)种类相比,夏蜡梅没有芽鳞,为柄下芽,而蜡梅属植物则具有覆瓦状鳞片,能使芽的发育免受外界环境的不良影响,因此,夏蜡梅隐藏于叶柄基部的芽是原始性状;夏蜡梅幼茎成熟区横切面皮层维管束的木质部导管多而大,导管四周的厚壁细胞少,较蜡梅属原始;夏蜡梅气孔均为较原始的平列型。根据以上分析并结合解剖结构上的比较,可以认为夏蜡梅的营养器官具有一定的原始结构特征。但是,夏蜡梅叶下表皮细胞垂周壁波状,气孔极区T形加厚,而蜡梅属植物的气孔极区稍突出且形态较简单。一般认为,气孔极区T形加厚、形态较复杂的种类处于较高的演化水平^[10-11],因而,夏蜡梅形态结构特征的演化是不同步的。

干旱是植物生长过程中面临的逆境之一,植物无法避免永久性的或不定期的干旱,经过长期的演化,植物可对干旱环境采取多种适应对策^[12]。夏蜡梅特产于中国温带地区,其营养器官均有不同程度的抗旱特性,例如:根的木质部导管数量多、口径较大;幼茎皮层内含4个维管束,维管束的木质部含有较多直径较大的导管;茎中皮层较厚,维管束与髓部薄壁细胞都发达。这些特征均说明夏蜡梅对营养物质和水分的运输及贮藏能力较强。夏蜡梅根的皮肤和木质化薄壁细胞内均存在着大量的簇晶,在夏蜡梅叶的表皮及叶肉细胞中也可观察到大量的晶体,晶体的存在一方面可加强叶片的机械性能,另一方面可避免对细胞的毒害作用、改变细胞的渗透势、提高吸水 and 保水能力^[13-14]。夏蜡梅叶片的叶脉非常发达,在叶的横切面上可见大量木纤维和韧皮纤维;叶脉外侧有细胞壁增厚的维管束鞘包围,在侧脉的周围也分布有十分发达的木纤维,说明夏蜡梅叶的支持力较强、输导功能较完善;叶内发达的机械组织在一定程度上具有支持叶片使其在缺水情况下仍然不会萎缩变形的作用。夏蜡梅叶的上、下表皮多分布有表皮毛,角质膜厚,气孔集中在下表皮;根、茎均有角质层,这些结构均能起到保水作用,有助于植株适应干旱环境。

叶是植物进行光合作用和蒸腾作用的主要器官,

在植物进化过程中与周围环境关系密切,其结构特征最能体现植物对环境的适应^[15]。夏蜡梅的叶片大而薄,叶的栅栏组织和海绵组织都含有十分丰富的叶绿体,说明不仅栅栏组织是夏蜡梅进行光合作用的重要场所,海绵组织也在光合作用中起着重要作用;夏蜡梅叶的栅栏组织仅由 1 层细胞组成,海绵组织和栅栏组织厚度之比为 3.83:1,海绵组织有较大的间隙,这是由于夏蜡梅生长于溪谷林下和山地灌丛中,光照相对不足,这样的结构可使其进行充分的光合作用,有利于夏蜡梅在较荫蔽的环境中生长。

综上所述,与同分布于中国温带地区的蜡梅属种类相比,夏蜡梅的营养器官具有一定的原始结构特征,同时还具有一些较为耐旱的结构,说明其具备一定的耐旱能力;夏蜡梅叶的结构具有耐阴植物特征,表明这是夏蜡梅对溪沟两旁的沟谷地段及常绿阔叶林下生活环境适应的结果。在生境严重破碎化、环境旱化的条件下,有必要将夏蜡梅迁移到比较适宜或人工创造的条件中进行栽培和保护^[16]。因此,在进行夏蜡梅繁殖和幼苗管理的工作时,应注重对其保水器官的保护,给予适当的遮阳,创造有利于其繁育生长的适合生境,扩大种群数量。

参考文献:

- [1] 郑朝宗. 浙江种子植物检索鉴定手册[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2005: 92-93.
[2] 傅立国. 中国植物红皮书——稀有濒危植物: 第一册[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 196-197.

- [3] 张若蕙, 刘洪愕. 世界蜡梅[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1998: 20-26.
[4] 周世良, 叶文国. 夏蜡梅的遗传多样性及其保护[J]. 生物多样性, 2002, 10(1): 1-6, T001.
[5] 徐耀良, 张若蕙, 周 骋. 夏蜡梅的群落学研究[J]. 浙江林学院学报, 1997, 14(4): 355-362.
[6] 肖德兴, 姚庆国. 厚皮毛竹茎秆的解剖结构[J]. 仲恺农业技术学院学报, 2002, 15(4): 24-27, 38.
[7] 林加涵, 魏文铃, 彭宣宪. 现代生物学实验: 上册[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 70-82.
[8] 刘 穆. 种子植物形态解剖学导论[M]. 4 版. 北京: 科学出版社, 2008: 172-176.
[9] 周智彬, 李培军. 我国旱生植物的形态解剖学研究[J]. 干旱区研究, 2002, 19(1): 35-40.
[10] 杨志荣, 林 祁, 文香英, 等. 南五味子属(五味子科)植物叶表皮形态特征[J]. 植物研究, 2009, 29(2): 147-163.
[11] 李 烨, 李秉滔. 蜡梅科植物的叶表皮特征及其在分类上的意义[J]. 热带亚热带植物学报, 1999, 7(3): 202-206.
[12] 王勋陵, 马 骥. 从旱生植物叶结构探讨其生态适应的多样性[J]. 生态学报, 1999, 19(6): 787-792.
[13] 韦存虚, 张 军, 王建军, 等. 星星草营养器官适应盐胁迫的结构特征[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(1): 51-56.
[14] 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(增刊): 118-127.
[15] Castro-Diez P, Puyravaud J P, Cornelissen J H C. Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types[J]. Oecologia, 2000, 124(4): 476-486.
[16] 谢国文. 江西稀有濒危植物资源及其保护[J]. 植物资源与环境, 1994, 3(1): 52-55.

图版说明 Explanation of Plate

图版 I 1. 芽纵切面, 示柄下芽; 2. 幼根横切面, 示三原型及导管; 3. 幼根横切面, 示四原型及导管; 4. 根横切面(局部), 示次生结构; 5. 根横切面(局部), 示晶体; 6. 幼茎横切面; 7. 幼茎横切面, 示初生维管束; 8. 茎横切面(局部), 示表皮毛和韧皮纤维; 9. 上表皮细胞形态; 10. 下表皮细胞形态, 示气孔; 11. 下表皮细胞形态, 箭头示气孔极区的 T 形加厚; 12. 叶横切面, 示栅栏组织和海绵组织; 13. 叶横切面, 示晶体; 14. 中脉横切面; 15. 中脉横切面(局部), 示木质部、韧皮部及维管束鞘。

Plate I 1. Longitudinal section of bud, showing subpetiolar bud; 2. Transection of young root, showing triarch and vessel; 3. Transection of young root, showing tetrarch and vessel; 4. Transection of root (a part), showing secondary structure; 5. Transection of root (a part), showing crystal; 6. Transection of young stem; 7. Transection of young stem, showing primary vascular bundle; 8. Transection of stem (a part), showing epidermal hair and phloem fibre; 9. Cell morphology of upper epidermis; 10. Cell morphology of lower epidermis, showing stoma; 11. Cell morphology of lower epidermis, the arrow showing T-shaped thickening of stomatal polar region; 12. Transection of leaf, showing palisade tissue and spongy tissue; 13. Transection of leaf, showing crystal; 14. Transection of midrib; 15. Transection of midrib (a part), showing xylem, phloem and vascular bundle sheath.

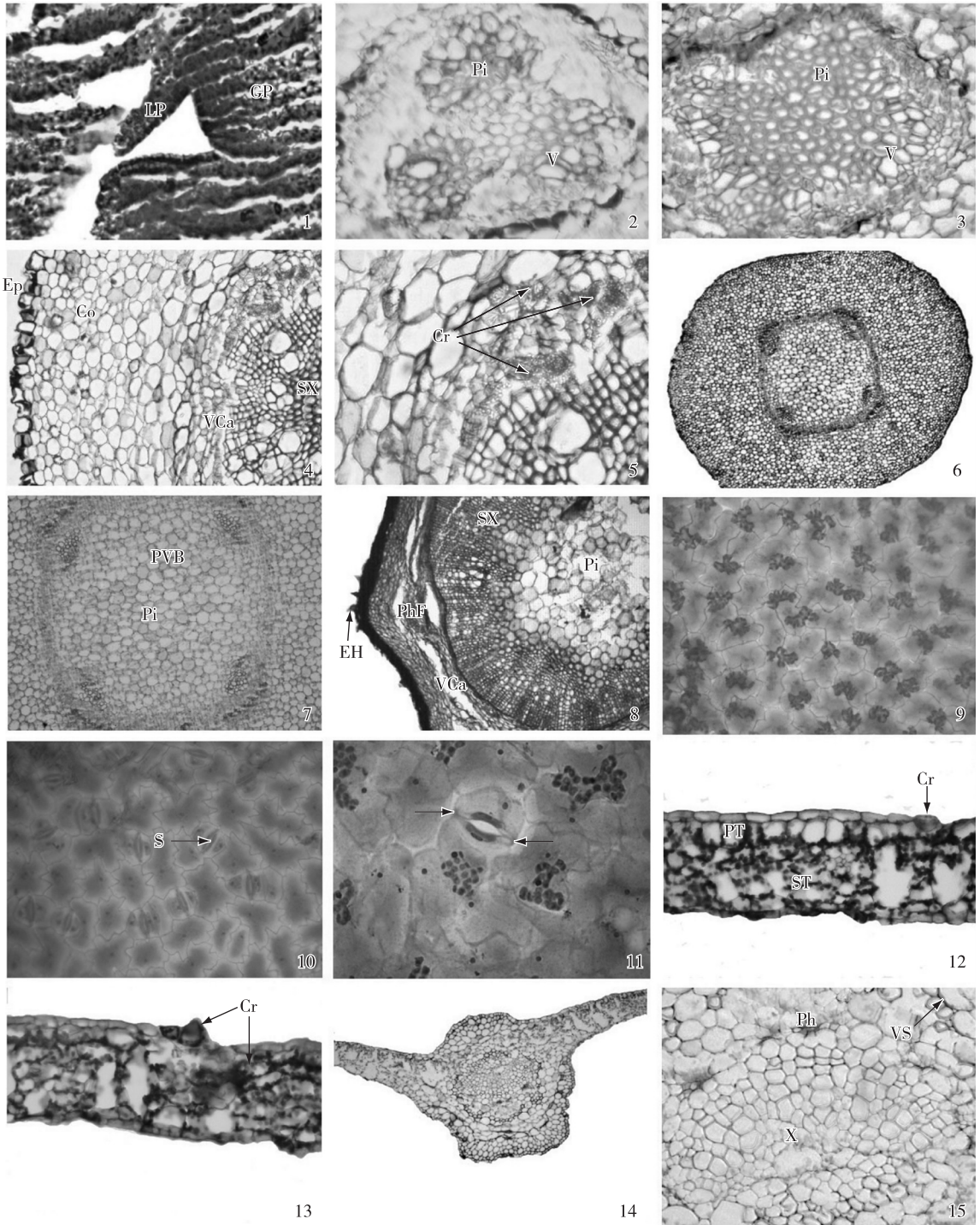
LP: 叶原基 Leaf primordium; GP: 生长点 Growing point; Pi: 髓 Pith; V: 导管 Vessel; Ep: 表皮 Epidermis; Co: 皮层 Cortex; VCa: 维管形成层 Vascular cambium; SX: 次生木质部 Secondary xylem; Cr: 结晶 Crystal; PVB: 初生维管束 Primary vascular bundle; EH: 表皮毛 Epidermal hair; PhF: 韧皮纤维 Phloem fibre; S: 气孔 Stoma; PT: 栅栏组织 Palisade tissue; ST: 海绵组织 Spongy tissue; X: 木质部 Xylem; Ph: 韧皮部 Phloem; VS: 维管束鞘 Vascular bundle sheath.

陈模舜, 等：濒危植物夏蜡梅营养器官的解剖结构特征

图版 I

CHEN Mo-shun, et al: Anatomical structure characteristics of vegetative organs of endangered plant *Calycanthus chinensis*

Plate I



See the explanation at the end of the text