

半边莲营养器官结构与生态环境的关系

柴瑞娟¹, 王玉良², 郑玉华², 康健²

(1. 安徽工程科技学院 生化系, 安徽 芜湖 241000; 2. 安徽科技学院 生命科学学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要: 利用石蜡切片和光学显微镜, 对半边莲的营养器官进行形态解剖学研究。结果表明: 半边莲根和茎的次生结构不发达; 地上茎表现为根的特征; 茎皮层所占比例较大, 茎中有明显的内皮层, 内皮层上具凯氏带; 根的皮层和茎的髓具通气组织, 裂生型分泌道存在于茎的皮层; 叶的气孔高于表皮, 气孔只在上表皮有分布, 叶尖具水孔。半边莲的形态结构特征表现出对水生生活的高度适应。对半边莲的系统位置也作了简单探讨。

关键词: 半边莲; 石蜡切片; 解剖结构; 水生植物; 生态环境

中图分类号: Q944.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)02-0177-04

Relation between vegetative organ structure and ecotope of *Lobelia chinensis*

CHAI Rui-Juan¹, WANG Yu-Liang², ZHENG Yu-Hua², KANG Jian²

(1. Department of Biochemistry, Anhui University of Technology & Science, Wuhu 241000, China;

2. Department of Biology, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China)

Abstract: The vegetative organs of *Lobelia chinensis* was studied by the method of paraffin slice and light microscope. The results showed that *L. chinensis* had some morphological characteristics as follows: firstly, the secondary structure of stem and root of *L. chinensis* was underdeveloped. Secondly, the stem showed some characteristics which belong to root, such as, cortex took lager room of stem. Also, there were obvious casparian strip in endodermis. Thirdly, There were a great deal of ventilating tissue in root's cortex and stem's medulla, and there were schizogenous secretory cavity in cortex of stem. Moreover, there were some special characteristics of leaf, for example, stomas stood out of the epidermis and scattered on upper epidermis only. Besides, water pores distributed in the top of leaves. All the results confirmed the morphological and anatomical structure characteristics of *L. chinensis* showed a hige degree of adaption to aquatic surroundings. Finally, the systematic position about *L. chinensis* was discussed simply in this paper.

Key words: *Lobelia chinensis*; paraffin slice; anatomical structure; aquatic plant; ecotope

半边莲(*Lobelia chinensis*)为桔梗科(Campanulaceae)半边莲属(*Lobelia*)多年生草本(洪德元, 1983), 是我国传统中药材, 具有清热解毒、利尿消肿之功效。目前半边莲的研究大多集中在生药鉴定(谢若男等, 1999)和临床应用方面(尹峰林, 2005), 也有花卉园艺应用(颜俊, 2005)和半边莲茶饮料(卢

祥之, 1997)等方面的研究, 但对半边莲的解剖学研究及解剖结构与生境之间关系的探讨尚未见报道。本文从形态解剖方面对半边莲的营养器官进行系统的解剖研究, 对其结构、生物学特性和生态学特性的关系也做了首次探讨, 旨在为半边莲的研究或利用提供解剖学方面的依据。

收稿日期: 2008-06-12 修回日期: 2009-04-25

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G1999043508); 安徽工程科技学院青年教师科研项目(2008RZR004) [Supported by State Key Basic Research and development Program of China(G1999043508); Scientific Research Foundation for Young Teachers of Anhui University of Technology and Science(2008RZR004)]

作者简介: 柴瑞娟(1975-), 女, 内蒙古乌盟人, 硕士, 主要从事植物学和植物生理学研究。

* 通讯作者(Author for correspondence)

1 材料与方法

研究材料半边莲植株采于安徽鹞落坪保护区。选取主根、茎、叶适当部位,切成0.5 cm左右的小段,清水冲洗后,FAA固定,梯度乙醇脱水,二甲苯透明,常规石蜡切片,切片厚度8~12 μm ,番红-固绿对染,欧林巴斯显微镜下观察、照相、测量(20个细胞的平均值 \pm 标准误)。

2 结果

2.1 半边莲根横切面结构

半边莲的根直径为0.5~1 mm,仍保持初生状态,未见有明显次生结构的存在,其初生结构包括表皮、皮层和维管柱(中柱)三部分(图版 I :1,2)。

表皮细胞仅一层,细胞近方形,大小为(40 \pm 0.23) μm \times (38 \pm 0.15) μm ,细胞排列紧密,无胞间隙。外壁有显著角质层(图版 I :1)。根尖上的根毛较少。

皮层由多层形状不规则、体积较大的薄壁组织细胞构成,厚度约为410 μm ,在横切面上占有较大的比例。外皮层细胞排列紧密,没有胞间隙,成为连续的一层,相对于表皮和皮层薄壁组织,外皮层的细胞显得小而扁(图版 I :1)。皮层薄壁细胞形状不规则,有异细胞存在(图版 I :2),与一般根皮层薄壁细胞不同的是细胞嵌合比较紧密,胞间隙不发达,但在其中形成了不规则的通气组织(图版 I :1,2),通气组织由相邻细胞裂生形成(刘穆,2006);内皮层显著,除通道细胞之外,两径向壁具有带状加厚(凯氏带),细胞排列紧密,无胞间隙(图版 I :2,3)。

半边莲根的维管柱直径约为300 μm ,维管柱外方具有中柱鞘,中柱鞘由一层薄壁细胞构成,细胞的形状较内皮层细胞和中柱维管束薄壁细胞大,与内皮层相比较形状不规则(图版 I :3)。中柱鞘内是根的初生维管组织,初生木质部为五原型,木质部外始式分化明显,原生木质部由1~3个小的环纹导管组成,后生木质部由1个大的导管组成(图版 I :2,3),初生木质部中的后生木质部分化不强烈,也即五原型木质部束并不在中柱的中心互相结合成一体,而是在中柱的中心充满薄壁组织,构成了髓,髓大而明显,其细胞类型与皮层薄壁细胞类似,薄壁细胞排

列紧密,无明显胞间隙(图版 I :2);与初生木质部相比较,初生韧皮部不明显。在初生韧皮部和初生木质部间,只有微弱的形成层活动(图版 I :4)。

2.2 半边莲茎横切面结构

半边莲为多年生小草本植物,茎为不规则五棱型,直径在0.6~1.2 mm之间,常无次生结构,通过横切片观察,也证实了这一点,茎的初生结构包括表皮、皮层和维管柱(中柱)三个部分(图版 I :5)。

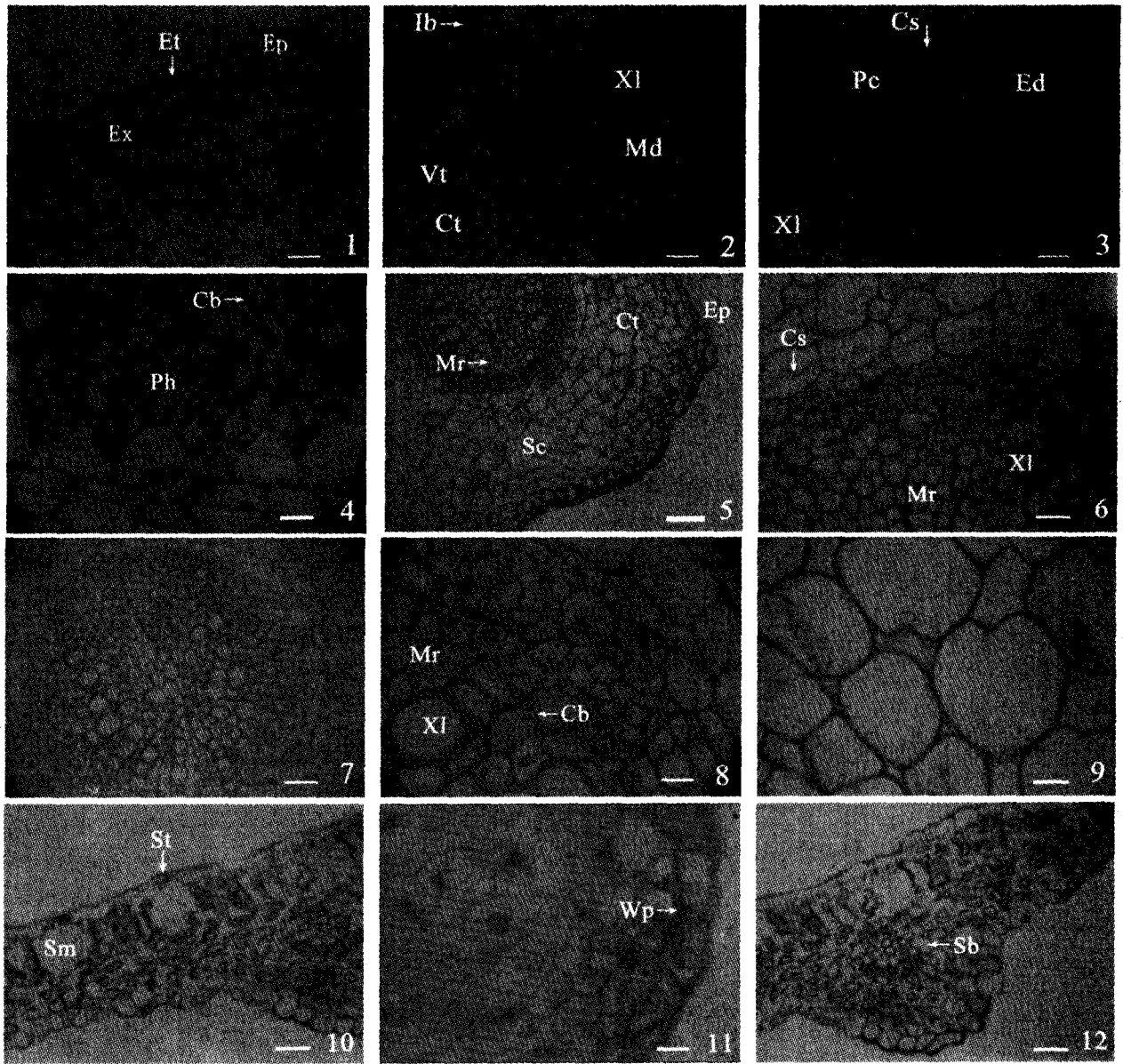
表皮由一层小型壁厚的细胞组成,细胞近圆形,直径约为(10 \pm 0.18) μm ,外切向壁明显加厚(图版 I :5),无胞间隙,表皮有气孔分布,且有明显的孔下室,气孔的表面高于表皮。

皮层厚度约为350~470 μm ,在横切面上占有较大的比例,具有明显外皮层,且其外皮层细胞在某些地方甚至不止一层;皮层薄壁细胞出现了功能上的分化,除了行使贮藏和营养等功能外,还形成了大的胞间隙,形成分泌道,分泌道最大可达163 μm \times 110 μm ,从结构上可以明显看出这种分泌道是溶生形成的(K·伊稍,1966)(图版 I :5)。茎具有明显的内皮层,内皮层上有明显的凯氏带(图版 I :6)。

茎的维管柱在横切面上占有较小的比例,直径约为430 μm ,外部以1~3层细胞形成的中柱鞘与内皮层相邻。初生木质部多束(十八束),内始式分化的初生木质部导管呈放射状排列(图版 I :6,7),并出现了维管形成层,有了微弱的次生长(图版 I :8);初生木质部中的髓射线较为明显,但薄壁细胞较小,在径向上大多仅有1~2列细胞。韧皮部在木质部外方,量少而不明显,初生韧皮部中的髓射线不明显(图版 I :5,6,7,8);茎的中央具有明显薄壁细胞构成的髓,与根中的髓不同的是:茎中的髓具有明显的胞间隙(图版 I :9),无髓维管束等异常结构。

2.3 半边莲叶横切面结构

半边莲叶片为轻微分化的异面叶,厚度约为160 μm ,上表皮厚度约为20 μm ,下表皮厚度约为18 μm ,上、下表皮都是由1层近长方形细胞组成,排列紧密,无胞间隙,两者差距不大,细胞外切向壁被角质层。位于上下表皮之间的是绿色同化组织,栅栏组织细胞1层,厚度约为50 μm ,细胞排列不紧密,海绵组织细胞形小。仅在上表皮有气孔分布,与茎上的气孔相同,气孔平面高于叶片表面,气孔有大而极明显的孔下室(图版 I :10);叶片边缘可以看到闭合的水孔,构成水孔的两个细胞外切向壁角质层薄,但内部与之相邻的细胞壁加厚(图版 I :11)。



图版 I At: 同化组织; Cb: 形成层; Cc: 中柱; Cs: 凯氏带; Ct: 皮层; Ed: 内皮层; Ep: 表皮; Et: 角质层; Ex: 外皮层; Ib: 异细胞; Is: 胞间隙; Md: 髓; Mr: 髓射线; Pc: 中柱鞘; Ph: 韧皮部; Pm: 薄壁组织; Sb: 维管束鞘; Sc: 分泌道; St: 气孔; Sm: 孔下室; Vc: 维管形成层; Vt: 通气组织; Wp: 水孔; Xl: 木质部。1. 根初生结构横切, 示表皮、皮层、外皮层、角质层和通气组织(×100); 2. 根初生结构横切, 示皮层、中柱、异细胞、通气组织、五原型木质部、凯氏带和髓(×100); 3. 根近中柱部分, 示内皮层、凯氏带、中柱鞘和初生木质部(×400); 4. 根中柱, 示初生韧皮部和形成层(×400); 5. 茎初生结构横切, 示表皮、皮层、分泌道和髓射线(×40); 6. 茎初生结构横切, 示内皮层、凯氏带、中柱鞘和髓射线(×100); 7. 茎维管柱, 示凯氏带、髓射线和初生木质部(×400); 8. 茎维管柱, 示髓射线、初生木质部和形成层(×400); 9. 茎的髓部, 示胞间隙(×100); 10. 叶片横切, 示气孔、孔下室和同化组织(×100); 11. 叶片横切, 示闭合的水孔(×400); 12. 叶片横切, 示中脉和束鞘(×100)。

Plate I At: assimilating tissue; Cb: cambium; Cc: central cylinder; Cs: casparian strip; Ct: cortex; Ed: endodermis; Ep: epidermis; Et: epicuticle; Ex: exodermis; Ib: idioblast; Is: intercellular space; Md: medulla; Mr: medullary ray; Pc: pericycle; Ph: phloem; Pm: parenchyma; Sb: sheath bundle; Sc: secretory canal; Sm: substomatic chamber; St: stoma; Vc: vascular cambium; Vt: ventilating tissue; Wp: water pore; Xl: xylem. 1. Transverse view of root primary structure, showing Ep, Ct, Ex, Et, Vt(×100. bar=50 μm); 2. Transverse view of root primary structure, showing Ct, Cc, Ib, Vt, pentarch Xl, Cs, Md(×100. bar=45 μm); 3. Central cylinder of root, showing Ed, Cs, Pc, primary Xl(×400. bar=12 μm); 4. Central cylinder of root, showing primary Ph, Cb(×400. bar=12 μm); 5. Transverse view of stem primary structure, showing Ep, Ct, Sc, Mr(×40. bar=100 μm); 6. Transverse view of stem primary structure, showing Ed, Cs, Pc, Mr(×100. bar=40 μm); 7. Transverse view of stem vascular cylinder, showing Cs, Mr, primary Xl(×400. bar=54 μm); 8. Transverse view of stem vascular cylinder, showing Mr, primary Xl, Pm in Md and Cb(×400. bar=30 μm); 9. Medulla of stem, showing Is(×100. bar=20 μm); 10. Transverse view of leaf, showing St, Sm, At(×100. bar=54 μm); 11. Transverse view of leaf, showing closed Wp(×400. bar=16 μm); 12. Transverse view of leaf, showing midrib, Sb(×100. bar=54 μm).

中脉由含有少量叶绿体的薄壁组织细胞(束鞘)包被(图版 I:12),较粗大,在叶的背面形成突出的肋,两侧为近平行走向的侧脉,内部结构由维管束和伴随的机械组织组合而成,是叶肉中的维管组织。

半边莲为纤弱草本,叶片较小,中脉上表现为维管束量少,维管束上、下无显著机械组织存在,无束鞘延伸,也无显著束中形成层存在(图版 I:10,12)。

3 讨论

3.1 半边莲的次生活动微弱

在半边莲根的初生木质部和初生韧皮部之间,仅发现微弱形成层活动痕迹,在半边莲茎解剖结构中也只观察到微弱的次生生长。

半边莲为多年生草本植物,这类植物的繁殖极为复杂。半边莲匍匐茎的节上生有不定根(这是半边莲多年生的根本原因),因此含有节(包括不定根)的任何一个部分都是一个无性系分株,当这些无性系分株离开母体后,就是一个散布体(马绍宾,2002),在半边莲的生活史中,将大部分物质优先用于这些无性系分株的发育而不是用于次生结构的产生,对其繁衍是有利的;另外,对于具有匍匐茎的植物来说,一些枝系从临近不定根得到水和无机养料显然比从主根得到来得方便,这些可能是半边莲的根和茎中未发生明显次生结构的原因。

3.2 半边莲的结构特点

3.2.1 茎具有根的结构特点 半边莲的茎在很多方面表现了根的特征结构,如:皮层比例大、有明显的内皮层、内皮层上有明显的凯氏带、内皮层以内具有明显中柱鞘等。在被子植物中,茎和叶柄中的内皮层具凯氏带的现象并不普遍(吴小琴等,2002),典型的具凯氏带的内皮层一般出现在地下茎和地下根。凯氏带是环绕在内皮层径向壁和横向壁上,具栓质化和木质化带状增厚的壁结构,控制着皮层和维管柱之间的物质运输(Dickson,2000),其中栓质是一类芳香族化合物,因此栓质的细胞壁具有不透水、不透气的特点(Fahn,1990)。半边莲常与莎草属(*Cyperus* spp.)植物伴生,其生境水分过剩,同时半边莲的茎平卧地面,节处生有不定根,获取水分和营养物质的途径增多,茎中具凯氏带的内皮层是环境选择的结果(王桂芹等,2004),因为半边莲为沼生或湿生环境生活的类型,凯氏带可以有效地阻止过多的水分和营养物质进入植物体内,以达到自身正常

生长发育的需要。

3.2.2 薄壁组织和通气组织发达 半边莲的根、茎结构中具有较厚的皮层,均具有髓的结构,不仅在根中,即使在茎的皮层和髓中,也仅有薄壁细胞一种组织构成,没有发现机械组织和其他组织的存在。可以说半边莲的基本组织几乎全为薄壁组织。半边莲根的皮层、茎的髓部形成了发达的通气组织,叶肉细胞的排列也十分疏松。通气组织纵贯整个植物体。茎内皮层上具有凯氏带,凯氏带限制了氧气的横向运输,但半边莲生长的环境又是缺氧的,髓部特化的、具有大量薄间隙的薄壁组织就解决了茎维管柱的氧气需要。植物与环境密切相关,环境改变着植物体的外部形态和内部结构,发达的薄壁组织和通气组织是植物体长期适应缺氧环境的结果(王桂芹等,2004)。大量的薄壁组织,发达的通气组织,根毛的数量较少,叶片的气孔仅在上表皮分布,叶缘具水孔,同化组织结构无显著分化,是半边莲适应阴生环境和水生或沼生环境的结构特点。

3.2.3 半边莲茎中含有乳汁 并不是来自于大多分布于韧皮部的乳汁管,而是来自于皮层的分泌道,这种分泌道通过裂生形成。在种子植物中,裂生型分泌道是较为稀有的(吴小琴等,2002)。

3.3 结论

有关半边莲属的系统位置,存在两种观点:一种观点主张广义的桔梗科,即包含半边莲属;另一种观点认为半边莲属的花是两则对称,花冠二唇形,上唇2裂至基部,下唇3裂,5枚雄蕊着生在花冠管上,花丝分离而花药合生环绕花柱,与桔梗科其他属不同,而主张将其独立成半边莲科(洪德元,1995)。除花之外,从本实验的结果来看,半边莲的生境比较特殊,未发现有髓维管束等异常结构存在(裴颜龙等,1996)。半边莲属植物在营养器官解剖结构上与桔梗科的其它类群比较,确实存在差异。

参考文献:

- Fahn A(著). 吴树明(译). 1990. 植物解剖学[M]. 天津:南开大学出版社:179
 卢祥之. 1997. 中华药茶谱[M]. 北京:科学出版社:428-565
 K·伊稍著. 李正理,张景铨,王伏雄,等(译). 1966. 植物解剖学[M]. 北京:科学出版社:48-50
 刘穆. 2006. 种子植物解剖学导论[M]. 第3版. 北京:科学出版社:95-105
 洪德元. 1983. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,73(2):145-155
 Dickson WC. 2000. Integrative plant anatomy[M]. San Diego:
 (下转第 208 页 Continue on page 208)

土山区,如典型的苦苣苔科植物(陆益新等,1989)。苦苣苔科是热带亚洲、热带美洲间断分布的较大进步科,也是东亚,特别是中国的区系特征之一(吴征镒等,2003),主产于我国华南和西南一带岩溶山地。滇黔桂及邻近地区是我国苦苣苔科植物的分布和特有中心之一,而广西正处于这个中心的位置上。经调查统计,广西的苦苣苔科特有植物有95种,隶属于25属,是特有植物中最多的科。广西分布的9个特有属中,岩溶山地特有的就有7属,分别是异裂菊属、异片苣苔属、圆果苣苔属、方鼎苣苔属、文采苣苔属、长檐苣苔属和单座苣苔属。这些岩溶地区特有属中的7属是苦苣苔科植物,这一现象与广西广阔的岩溶山地条件分不开,也从一个侧面反映了广西植物区系的特征,即岩溶地区的特有化发展。其他特有种类如茜草科螺序草属(*Spiradictis*)和山茶科金花茶类的很多种类,也是岩溶地区的特有类群。

参考文献:

- 李树刚,梁畴芬. 1990. 广西植物资源[M]. 北京:北京科学技术出版社:1-7
- 吴征镒,周浙昆,孙航,等. 2006. 种子植物分布区类型及其起源和分化[M]. 昆明:云南科技出版社:80
- 吴征镒,路安民,汤彦承,等. 2003. 中国被子植物科属综论[M]. 北京:科学出版社:1-1 071
- 应俊生,张玉龙. 1994. 中国种子植物特有属[M]. 北京:科学出版社:1-670
- Li GZ(李光照), Huang SX(黄仕训). 1995. Fundamental features of flora of precious, rare and endangered plants in Guangxi (广西珍稀濒危植物区系的基本特征)[J]. *Guihaia*(广西植物), 15(3): 220-223
- Lu YX(陆益新), Huang GB(黄广宾), Liang CF(梁畴芬). 1989. Study on the endemic plants from Guangxi(广西特有植物的研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 9(3): 201-210
- Qi CJ(祁承经), Yu XL(喻勋林), Zheng Zh(郑重), et al. 1998. Notes on endemic seed plants in the floristic region of central China(华中植物区的特有种子植物)[J]. *J Central South Fore Univ*(中南林业学院学报), 18(1): 1-4
- Wei YG(韦毅刚). 2008. Fundamental features of Guangxi flora of China(广西植物区系的基本特征)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 30(3): 295-307
- Wen HQ(文和群), Liu Y(刘演), Wei FN(韦发南). 2000. The characteristics of the flora and resources of monocotyledon in Guangxi(广西单子叶植物区系及资源特点)[J]. *Guihaia*(广西植物), 20(1): 18-26
- Wu ZY(吴征镒). 1979. The regionalization of chinese flora(论中国植物区系的分区问题)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 1(1): 1-12
- Wu ZY(吴征镒). 1991. The areal-types of Chinese genera of seed plants(中国种子植物属的分布区类型)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), Suppl. IV: 1-139
- Wu ZY(吴征镒), Zhou ZK(周浙昆), Li DZ(李德铎), et al. 2003. The areal-types of the world families of seed plants(世界种子植物科的分布区类型系统)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 25(3): 245-257
- Harcourt Academic Press, 143-146
- Hong DY(洪德元). 1995. The geography of the campanulaceae: on the distribution centres (桔梗科的地理分布:关于分布中心问题)[J]. *Acta Phytotaxon Sin*(植物分类学报), 6(33): 3-18
- Ma SB(马绍宾), Li DZ(李德铎). 2002. Dispersal and evolution in higher plants I. diaspores, their quantity and life span as well as dispersal mechanisms(高等植物的散布与进化 I. 散布体类型、数量、寿命及散布机制)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 24(5): 569-582
- Pei YL(裴颜龙), Xing Y(邢怡), Liu M(刘玫). 1996. Variation of the medullary bundle of China of the campanulaceae of the northeast and its taxonomic significance (东北产桔梗科植物髓维管束的变异及其分类学意义)[J]. *J Harbin Norm Univ; Nat Sci Edi*(哈尔滨师范大学学报·自然科学版), 4: 83-86
- Wang GQ(王桂芹), Zhao Y(赵岩), Duan YJ(段亚军). 2004. A-natomy structure study of *Rhodiola sachalinensis* (高山红景天解剖学研究)[J]. *Bull Bot Res*(植物研究), 1(24): 93-95
- Wu XQ(吴小琴), Zhu JM(朱锦懋), Wang QL(王钦丽), et al. 2002. Advances in studies on casparian strips(植物凯氏带的研究进展)[J]. *Chin Bull Bot*(植物学通报), 3(19): 302-309
- Xie RN(谢若男), Zhou JL(周建理). 1999. Medical study of *Lobelia chinensis* Lour(半边莲的生药鉴定)[J]. *J Anhui Trad Chin Med Coll*(安徽中医学院学报), 18(3): 51-52
- Yan J(颜俊). 2005. Cultivation study of *Lobelia chinensis* Lour (半边莲种植指南)[J]. *China Flower & Horticulture*(中国花卉园艺), 12: 27-32
- Yin FL(尹峰林). 2005. Clinical application of *Lobelia chinensis* Lour(鲜半边莲临床新用)[J]. *China J Trad Chin Med*(中医临床杂志), 5(17): 441-442

(上接第 180 页 Continue from page 180)