

狭叶柴胡各器官结构与其分泌道的分布规律

谭玲玲¹, 蔡霞², 胡正海^{2*}

(1. 青岛农业大学 生命科学院, 山东 青岛 266109; 2. 西北大学 生命科学院, 西安 710069)

摘要: 采用石蜡切片法对狭叶柴胡全株不同器官的结构及各器官中分泌道的分布特征进行了解剖学观察研究。结果表明:(1)狭叶柴胡的主根从外向内由周皮、中柱鞘薄壁细胞环和次生维管组织组成,其中柱鞘薄壁细胞环是不同于一般双子叶植物根的一种结构;茎从外到内由表皮、皮层和维管柱组成;叶为等面叶,其上、下表皮内都具栅栏组织;花主要由花瓣、雄蕊和雌蕊组成,雌蕊的花柱为实心型花柱,其基部膨大形成花柱基;果实为双悬果。(2)在狭叶柴胡的根、茎、叶、苞片、花和果实中均有分泌道存在,但种子中没有。这些分泌道均分布在薄壁组织中,主要分布在维管束的韧皮部内,其营养器官与生殖器官中分泌道的上皮细胞的结构存在差异。

关键词: 狭叶柴胡; 器官; 结构; 分泌道; 分布

中图分类号: Q942 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2011)01-0020-05

Structures of different organs of *Bupleurum scorzoneri folium* and the distribution law of secretory canals in different organs

TAN Ling-Ling¹, CAI Xia², HU Zheng-Hai^{2*}

(1. College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China;

2. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: It is an observation and research on the structures of different organs of *Bupleurum scorzoneri folium* and the distribution law of secretory canals in different organs by paraffin section method. It's revealed that: Firstly, the taproot of *B. scorzoneri folium* was formed by periderm, pericyclic parenchyma tissue and secondary vascular tissue from the exterior to its interior, and the pericyclic parenchyma tissue was a structure which was different from the common structure of herbaceous plants in dicotyledon. The stem was composed of epidermis, cortex and vascular tissues from outside to inside; the leaf was bifacial, and there were palisades inside of the epidermis; the structure of flower was composed of petal, gynoecia and stamen; and the style of the gynoecia was solid and the basis of it bulged into stylar foot; the mericarp was double fruits. Secondly, there were secretory canals in root, stem, leaf, bractlet, flower and mericarp, but not in seed. The secretory canals were distributed in parenchyma tissue and mainly in phloem of vascular bundle, and the structures of secretory cells of secretory canals in vegetative and reproductive organs were different.

Key words: *Bupleurum scorzoneri folium*; organs; structure; secretory canal; distribution

狭叶柴胡(*Bupleurum scorzoneri folium*)为伞形科(Umbelliferae)柴胡属(*Bupleurum*)多年生草本植物,被《中华人民共和国药典》(2005版)收录为

中药柴胡的原植物,其主要药用部位为根,具有镇痛、解热、镇咳、抗炎等功效(杨志刚等,2005)。目前关于狭叶柴胡的研究主要集中于化学成分的分

收稿日期: 2010-04-22 修回日期: 2010-07-04

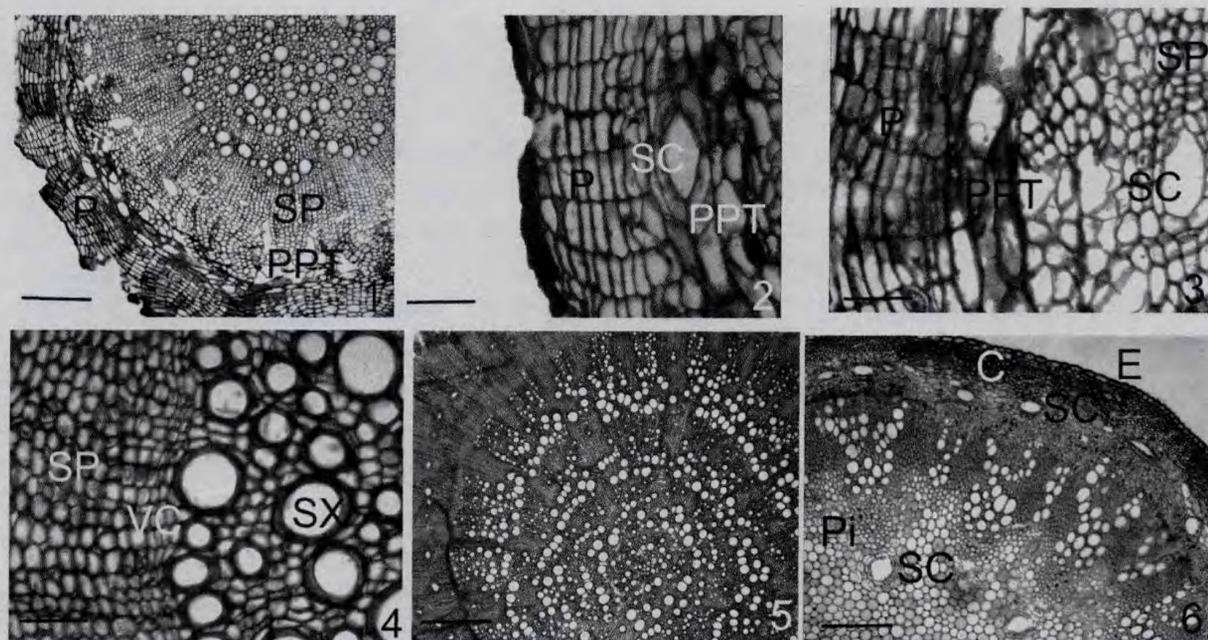
基金项目: 国家自然科学基金(30770122)[Supported by the National Natural Science Foundation of China(30770122)]

作者简介: 谭玲玲(1980-),女,山东威海人,博士,主要从事结构植物学研究,(E-mail)tanlingling80@163.com。

* 通讯作者: 胡正海(1930),男,教授,博士生导师,研究领域为结构植物学,(E-mail)zhenghaihu@sina.com。

药理及临床等方面(麻明臣等, 2008; Chiang 等, 2003; 张亮等, 2000; 谭利等, 2005)。关于狭叶柴胡解剖学方面的研究尚未见系统报道。Metcalf & Chalk(1957)指出在伞形科植物中, 分泌道普遍存在, 这些分泌道可产生挥发油(Gabrilla & David, 1998), 而挥发油的成分对食草昆虫和动物有毒性, 还可抑制其取食(牟颖等, 2009), 而植物在一些组织中产生并积累某些次生代谢产物来抵御外界环境的现象被称为植物的化学防御, 因此狭叶柴胡中的分

泌道可作为其防御体系之一(Lincoln & Eduardo, 2002)。因而对狭叶柴胡各器官中分泌道的分布规律进行研究, 对探索植物的化学防御体系的发生和形成以及研究植物次生代谢产物的分布和积累具有一定的理论意义。鉴于此, 作者采用石蜡切片法对狭叶柴胡各个器官的解剖结构进行观察, 研究它体内分泌道的结构特点和分布状况, 旨在为探讨其体内分泌结构的分布及次生代谢产物的积累提供解剖学资料, 并为该种药用植物的深入开发提供理论依据。



图版 I 1. 狭叶柴胡根横切面的一部分, 示根各组成部分的结构; 2. 根横切面的一部分, 示中柱鞘薄壁细胞中的分泌道; 3. 根横切面的一部分, 示次生韧皮部中的分泌道; 4. 根横切面的一部分, 示维管形成层细胞; 5. 根横切面的一部分, 示次生木质部的结构; 6. 茎横切面的一部分, 示茎各组成部分的结构。图 2, 3, 4 中, bar=50 μm ; 图 1, 5, 6 中, bar=100 μm 。A. 花药; C. 皮层; CC. 厚角组织; L. 子房室; M. 果皮中部; OV. 胚珠; OW. 子房壁; P. 周皮; PA. 栅栏组织; Pe. 花瓣; Pi. 髓; Pl. 胎座; PPT. 中柱鞘薄壁组织; S. 海绵组织; SC. 分泌道; SF. 花柱基; SP. 次生韧皮部; SX. 次生木质部; VC. 维管形成层; WF. 木纤维。

Plate I 1. Partial cross section of the root of *B. scorzoneri folium*, showing different histological structures of the root; 2. Partial cross section of the root, showing the secretory canal in pericycle parenchyma cells; 3. Partial cross section of the root, showing the secretory canal in the secondary phloem; 4. Partial cross section of the root, showing cells of the vascular cambium; 5. Partial cross section of the root, showing the structure of the secondary xylem; 6. Partial cross section of the stem, showing different histological structures of the stem; Fig. 2, 3, 4; bar=50 μm ; Fig. 1, 5, 6; bar=100 μm ; A. Anther; C. Cortex; CC. Collenchyma; L. Locule; M. Mesocarp; OV. Ovule; OW. Ovary Wall; P. Periderm; PA. Palisade; Pe. Petal; Pi. Pith; Pl. Placenta; PPT. Pericyclic parenchyma tissue; S. Spongy; SC. Secretory canal; SF. Stylar foot; SP. Secondary phloem; SX. Secondary xylem; VC. Vascular cambium; WF. Wood fiber.

显微镜观察并照相。

1 材料和方法

狭叶柴胡 (*Bupleurum scorzoneri folium*) 采自西北大学生物园的健康植株。各器官固定在由 70% 的乙醇配制的 FAA 固定液中, 以石蜡切片法制片, Leica RM2135 切片机制片, 厚度为 8~10 μm , 番红一固绿染色, 中性树胶封片, Leica-DMLB

2 观察结果

2.1 根的结构及其分泌道的分布

狭叶柴胡的主根从外向内由周皮、中柱鞘薄壁细胞环和次生维管组织组成(图版 I :1)。周皮由多层排列整齐呈长方形的细胞组成(图版 I :1), 其中

最外面的为4~6层木栓层细胞,细胞壁栓质化,其最外方的几层木栓层细胞在根的横切面上不是连续的,从而形成一个“帽顶状”的结构;木栓层内方为1~2层的木栓形成层;位于最内方的是1~2层的栓内层细胞。周皮内方存在多层中柱鞘薄壁组织细胞,其细胞形状不规则,直径较大,排列疏松,细胞间隙明显;且由于受到挤压而存在一些小裂隙。在紧邻栓内层的中柱鞘薄壁组织中分布有分泌道,由4~6个上皮细胞围绕空腔组成(图版I:2)。次生维管组织包括次生韧皮部、维管形成层和次生木质部。次生韧皮部由筛管、伴胞和韧皮薄壁细胞组成,其中韧皮薄壁细胞排列较整齐,细胞近圆形,直径相近,在薄壁组织内有分泌道分布,每个分泌道由8~12个上皮细胞围绕空腔组成(图版I:3)。维管形成层在横切面上呈环状,由3~5层细胞构成,其细胞呈扁平的砖形,排列整齐(图版I:4)。次生木质部由导管、木薄壁细胞和木纤维组成。其中导管数量多,且孔径大小不一,其排列方式与木材中“环孔材”中导管的分布情况类似(图版I:5)。在木质部中,木纤维多成群分布(图版I:5)。根中无髓部。

2.2 茎的结构及其分泌道的分布

狭叶柴胡的茎从外到内由表皮、皮层和维管柱组成(图版I:6)。表皮由1层细胞组成,细胞多为长圆形,排列整齐而紧密。皮层中靠近表皮的细胞,细胞直径较小,呈圆形,排列紧密;存在于茎的棱角处的细胞,细胞壁加厚成为厚角组织;其余的细胞,细胞中都含有大量的叶绿体,被称为“海绵状绿色皮层”。皮层的内方几层细胞则细胞直径较大,形状不规则,排列疏松,其中有分泌道分布,分泌道由11~15个上皮细胞围绕空腔组成(图版I:6)。维管柱由维管束、髓和髓射线组成。维管束排列成环,为外韧型维管束,由韧皮部、维管形成层和木质部组成。其中韧皮部所占面积较小,仅由几层细胞组成,木质部中导管数量多,且口径较大。在木质部中以及维管束之间存在大量的木纤维及薄壁组织细胞,其细胞壁都加厚且木质化,其在横切面上几近连成一个圆环。在维管束内侧存在细胞直径较小的髓鞘细胞。茎的中央为髓,由薄壁细胞组成,在髓中也有分泌道存在(图版I:6)。

2.3 叶的结构及其分泌道的分布

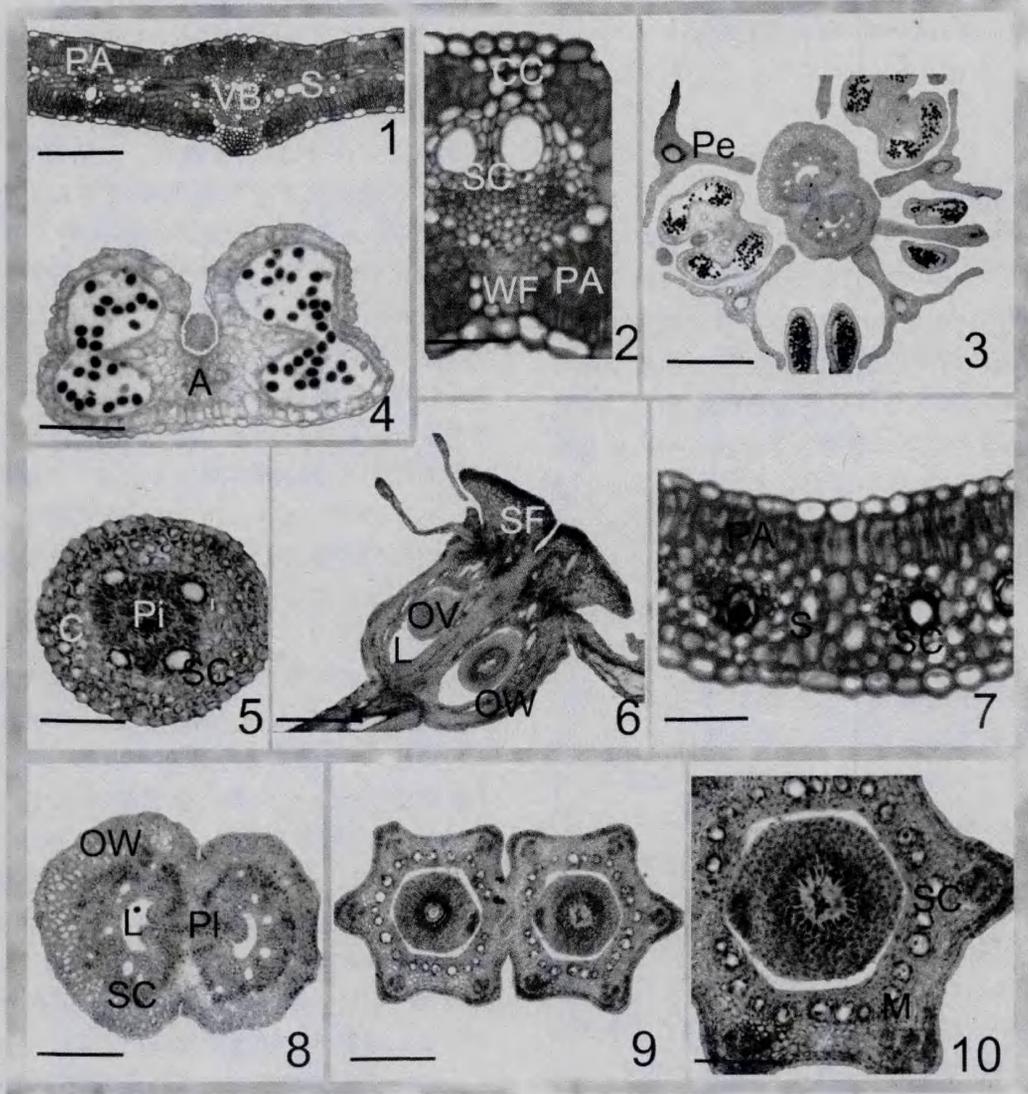
狭叶柴胡的叶呈披针形,为等面叶,由表皮、叶肉和叶脉构成(图版II:1)。上、下表皮均由一层细胞构成,细胞为圆形或长方形,排列紧密;上、下表皮

均有气孔分布。叶肉发达,分化明显,由栅栏组织和海绵组织构成。在叶的两面都有栅栏组织分布,它们各由两层呈长椭圆形细胞组成;栅栏组织中间为海绵组织,海绵组织由3~4层长圆形细胞组成。栅栏组织中含有大量叶绿体,海绵组织中也含有,但数量不如栅栏组织中的多。叶脉为平行脉,主脉的中央为维管束,在上表皮和维管束之间存在细胞壁加厚且木质化的纤维,而在下表皮和维管束之间存在厚角组织。维管束由韧皮部、维管形成层和木质部所组成,木质部位于靠近上表皮的位置,韧皮部靠近下表皮(图版II:2)。在叶中也有分泌道存在,主要分布在韧皮薄壁组织中,其分泌道的上皮细胞数目比较多,为10~13(图版II:2)。

2.4 花的结构及其分泌道的分布

狭叶柴胡的小伞形花序有花6~11,花柄长1~1.5 mm;花的萼齿不显,主要由花瓣、雄蕊和雌蕊组成(图版II:3)。花瓣5,黄色,舌片几与花瓣的对半等长,顶端2浅裂。其结构简单,由上、下表皮,基本组织和维管束组成。在维管束的韧皮部中有分泌道存在(图版II:3)。雄蕊5,由花药和花丝组成(图版II:4)。其中花药为2裂片,每片有2室,具4花粉囊,花粉囊内具多数花粉粒。成熟花药由药隔和花粉囊两部分组成(图版II:4)。药隔包括表皮、药隔基本组织和药隔维管束三部分;花粉囊由花粉囊壁和花粉室组成。狭叶柴胡成熟的花粉囊壁只剩下纤维层和表皮,中层和绒毡层在花粉粒的发育过程中不断解体而消失。雌蕊由柱头、花柱和子房组成(图版II:6)。其中花柱分离,柱头向两侧弯曲。花柱为实心型花柱,由表皮、薄壁组织和引导组织构成(图版II:6)。表皮细胞1层,细胞近圆形,排列整齐紧密;引导组织细胞位于中央,呈圆形,细胞排列疏松,细胞间隙大,细胞质浓厚。花柱的基部膨大形成花柱基(上位花盘),直径超过子房(图版II:6)。子房由子房壁、子房室、胚珠和胎座组成(图版II:6、8)。子房壁由内外表皮、薄壁组织和维管束组成,在薄壁组织中分布有分泌道和维管组织系统(图版II:8)。狭叶柴胡的子房为下位子房,有2个子房室,每室具1个胚珠(图版II:8)。其花冠和花萼向下延伸愈合,形成一个花冠筒,包围在子房外面。

狭叶柴胡的花柄由表皮、皮层和维管柱所组成(图版II:5)。表皮细胞1层;皮层靠近表皮的2~3层细胞中含有大量的叶绿体;维管柱的中央具少量的髓细胞,但髓射线明显;在韧皮部中分布有4个分



图版 II 1. 叶片横切面的一部分, 示叶片各组成部分的结构; 2. 叶片横切面的一部分, 示维管束各组成部分的结构; 3. 花的横切面, 示花各组成部分的结构; 4. 示花药和花丝的结构; 5. 花柄的结构; 6. 花的纵切面, 示花各组成部分的结构; 7. 示苞片的结构; 8. 子房横切面; 9. 示果实的结构; 10. 图 9 的放大, 示果皮的结构。图 2, 7; bar=50 μm; 图 4, 5, 10; bar=100 μm; 图 1, 9; bar=200 μm; 图 3, 6, 8; bar=400 μm。

Plate II 1. Partial cross section of the leaf, showing different histological structures of the leaf; 2. Partial cross section of the leaf, showing different histological structures of the vascular bundle; 3. Partial cross section of the flower, showing different histological structures of the flower; 4. Structures of the anther and the filament; 5. The structure of the pedicel; 6. Partial of longitudinal section of the flower, showing different histological structures of the flower; 7. The structure of the bractlet; 8. The cross section of the ovary; 9. The structure of the fruit; 10. The partial magnification of the Fig. 9, showing the structure of the pericarp. Fig. 2, 7; bar=50 μm; Fig. 4, 5, 10; bar=100 μm; Fig. 1, 9; bar=200 μm; Fig. 3, 6, 8; bar=400 μm.

泌道, 由多个上皮细胞围绕腔道所组成。

2.5 苞片的结构及其分泌道的分布

狭叶柴胡的伞形花序自叶腋间抽出, 总苞片 1~3; 小总苞片 5, 紧贴小伞, 线状披针形。小总苞片的结构与叶片结构相似, 由表皮、基本组织和维管束所组成(图版 II : 7)。上、下表皮均由 1 层细胞组成, 细胞多为圆形或长砖形, 细胞排列整齐紧密; 基本组织也分化为海绵组织和栅栏组织, 两者细胞内均含有叶绿体。维管束不发达, 散布在海绵组织中。维

管束中有分泌道分布(图版 II : 7)。

2.6 果实和种子的结构及其分泌道的分布

果实为双悬果(图版 II : 9), 广椭圆形, 深褐色。可分成各具有一个种子的瘦果, 各由一枚心皮发育而成。果实由果皮和种子组成。果皮的最外方由一层排列整齐的长圆形细胞组成。果皮中部由多层薄壁细胞组成, 其内分布有分泌道和维管束, 分泌道数量比较多, 其上皮细胞的细胞质浓厚, 维管束 5 个, 分布在果实的 5 个棱内, 为外韧型维管束。果皮最

内方的1层细胞,细胞壁木质化(图版II:10)。种子由胚珠发育而来,由种皮、胚和胚乳构成。

3 讨论

3.1 狭叶柴胡根和茎的结构特点

通过研究,我们发现在狭叶柴胡根的次生结构中存在着不同于一般双子叶植物根的结构,即一般双子叶植物根的次生结构均由周皮和次生维管组织组成,狭叶柴胡根的次生结构除了包括上述两个部分外,在两者之间还存在中柱鞘薄壁细胞环。一般双子叶植物根的中柱鞘细胞在根发生次生生长中会恢复分生能力,参与维管形成层和木栓形成层的形成(陆时万等,1991)。而在狭叶柴胡中,其中柱鞘在产生木栓形成层前,先进行平周分裂,形成了由多层细胞组成的中柱鞘薄壁细胞环,然后才形成木栓形成层产生周皮。因此,虽然随着周皮的产生,其外方的表皮和皮层薄壁细胞逐渐死亡脱落,但存在于周皮内方的中柱鞘薄壁细胞环则仍然被保留着,成为狭叶柴胡根的次生结构的一个组成部分。据报道,苜蓿(*Medicago sativa*)根的周皮下也存在中柱鞘的薄壁组织,但韧皮部与中柱鞘的薄壁组织混在一起很难分清(李正理,1982)。而在狭叶柴胡根中,其韧皮部和中柱鞘薄壁组织是很容易分清的。因为观察根的横切面,可以看到韧皮部的薄壁细胞排列紧密且整齐,细胞近圆形且直径较小;而中柱鞘薄壁细胞的形状不规则,直径较大,其中分布有分泌道,以后由于根的直径不断增粗、压力逐渐增大而受到挤压,从而使这部分细胞之间产生许多裂隙。另外,在狭叶柴胡根的次生木质部中的木纤维非常发达,且成群分布,也有别于多数草本双子叶植物根的结构。

同时,狭叶柴胡茎的次生生长期仅有维管形成层的活动,并无木栓形成层的活动,因此其茎的次生结构中不具有周皮。

另外,将狭叶柴胡根、茎的结构与《中国药典》中柴胡的另一种原植物北柴胡的根、茎结构进行比较可见,两者根的基本结构相同,其主要区别体现在木栓层细胞的排列和导管的分布方面:狭叶柴胡根的木栓层细胞呈帽状突起,导管呈“环孔材”式分布,而北柴胡根的木栓层细胞呈环状整齐排列,导管呈“散孔材”式分布;两者茎的基本结构相同,仅在皮层细胞层数上有一定差异。

3.2 狭叶柴胡中分泌道在各器官中的分布

Metcalfe & Chalk 指出:在伞形科植物的解剖学特征中,分泌道是普遍存在的。根据我们的观察结果,在狭叶柴胡的根、茎、叶、苞片、花和果实中均有分泌道存在,但种子中没有。归纳起来:在根中,分泌道主要存在于中柱鞘薄壁组织和次生韧皮部中;在茎中,主要存在于皮层和髓中;在叶和苞片中,主要存在于韧皮部的薄壁组织中;在花中,花瓣、子房壁及花柄的维管束中都有分泌道分布;在果实中,分泌道主要存在于果皮中部。综合分析可以看出,狭叶柴胡的分泌道均分布在薄壁组织中,且通常分布在维管组织内或附近,从而反映其维管组织与分泌道周围的薄壁细胞可能与分泌道中物质的合成有关。另外,Williamm(1954)认为分泌道可能与植物光合作用的运输有关,因此分泌道的分布部位可能与其功能相适应。

李广民等(1990)报道在狭叶柴胡根中,分泌道分布于皮层和韧皮部中。我们认为,狭叶柴胡的根发生次生生长期时,木栓形成层来源于中柱鞘,随着周皮的形成,皮层随着表皮脱落,在狭叶柴胡的根中,中柱鞘细胞经多次分裂后形成多层,从位置和外形上类似于皮层(谭玲玲等,2005;郑丽等,2009)。因此,李广民等(1990)所指的皮层应该是中柱鞘薄壁组织。同时,在观察狭叶柴胡茎的结构时,我们发现狭叶柴胡茎的髓部中也有分泌道分布,这与李广民等(1990)报道仅北柴胡茎的髓部有分泌道,而狭叶柴胡茎的髓部无分泌道的结论也不同。

狭叶柴胡营养器官与生殖器官中分泌道的细胞既有相同点也有不同点。二者相同之处是它们的分泌道均由一层上皮细胞围绕其腔道构成;不同之处在于上皮细胞的形状有差异。营养器官中分泌道的上皮细胞多呈三角形或多边形,细胞核明显;而生殖器官中分泌道的上皮细胞多呈卵圆形,细胞质很浓厚,经染色后细胞腔内呈黑色,细胞核不明显。

参考文献:

- 李正理(K·伊稍著). 1982. 种子植物解剖学[M]. 上海:上海科学技术出版社:161-166
 陆时万,徐祥生,审敏健. 1991. 植物学(上册)[M]. 第2版. 北京:高等教育出版社:97
 Lincoln T, Eduardo Z. 2002. Plant Physiology[M]. Los Angeles: Sinauer Associates:283-308
 Metcalfe R, Chalk L. 1957. Anatomy of the Dicotyledons(Vol. I) [M]. Oxford at the Clarendon Press:712-724

(下转第4页 Continue on page 4)

Habitu *Pellionia cephaloidea* W. T. Wang est simillima *P. scabrae* Benth. (sect. *Pellionia*), quae inflorescentiis pistillatis dense cymosis receptaculis et involucris carentibus, floris pistillati tepalis valde inaequalibus 2—3 majoribus navicularibus dorso leviter sub apice longe corniculatis ceteris minoribus planis ellipticis haud corniculatis (Fig. 1; H) praecclare distinguitur. Species duae hae fortasse ex eodem generis auctore extincto oriundae fuerunt.

Additional specimen examined. Hunan; Heng Shan, Yubanjiao (玉板桥), alt. 350 m, 1996-03-14, J. L. Xia (夏江林) 59(PE).

致谢 蒙孙英宝先生为本文绘图,并协助浸泡花序等工作,作者谨表示衷心感谢。

参考文献:

- Hutchinson J. 1968. *Pellionia*. The genera of flowering plants [M]. London: Oxford university Press, 2: 184
- Lin Q(林祁), Duan LD(段林东), Li MH(李明红). 2002. A new synonym of *Pellionia scabra* Benth. (蔓赤车的一个新异名) [J]. *Acta Phytotax Sin* (植物分类学报), 40(5): 477—479
- Lin Q, Friis I, Wilmot-Dear CM. 2003. *Pellionia*. In: Wu ZY, Raven PH(eds). *Flora of China* [M]. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 5: 122—127
- Schörter H, Winkler H. 1936. subgen. *Pellionia*. Monographie der Gattung *Elatostema* s. l. [M]. *Repert Sp Nov Reg Veg Beih*, 83(2): 1—174
- Wang WT(王文采). 1980. Classificatio specierum sinensium *Pellioniae* (Urticaceae) (中国蕁麻科赤车属分类) [J]. *Bull Bot Lab N-E Fore Inst* (东北林学院植物研究室汇刊), 6: 45—66
- Wang WT(王文采). 1995. *Pellionia*. In: *Flora Republicae Popularis Sinicae* (中国植物志) [M]. Beijing (北京): Science Press (科学出版社), 23(2): 160—187
- Wang WT(王文采). 2009. On some botanic terms III(关于一些植物学术语的中译等问题(三)) [J]. *Guihaia* (广西植物), 29(1): 1—6
- Weddell HA. 1869. *Pellionia*. In: De Candolle A(ed). *Prodrum systematis naturalis regni vegetabilis* [M]. Paris, 16(1): 165—170
- Chiang LC, Ng LT, Liu LT, et al. 2003. Cytotoxicity and anti-hepatitis B virus activities of saikosaponins from *Bupleurum* species [J]. *Planta Med*, 69(8): 705—709
- Gabrilla C, David A. 1998. Secretory structures and localization of alkaloids in *Conium maculatum* (Apiaceae) [J]. *Annals Bot*, 81: 157—162
- Li GM(李广民), Qian LX(钱丽霞). 1990. Anatomic studies on six species of *Bupleurum* (西北产 6 种药用柴胡营养器官的比较解剖学研究) [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 8(4): 396—398
- Ma MC(麻明臣), Liu J(刘娟), Chen YF(陈宇峰), et al. 2008. Quantitative analysis of saikosaponin a in wild *Bupleurum scorzoneri folium* by HPLC (反相高效液相色谱法测定野生狭叶柴胡中柴胡皂苷 a 含量) [J]. *China Pharm* (中国药业), 17(2): 32—34
- Mu Y(牟颖), Liu QX(刘启新). 2009. Comparative anatomy on structure and distribution of secretory canals in different organs of *Cryptotaenia japonica* (Apiaceae) (鸭儿芹不同器官分泌道结构及分布的比较解剖研究) [J]. *J Plant Res Environ* (植物资源与环境学报), 18(2): 1—8
- Tan L(谭利), Zhang QY(张庆英), Li JS(李教社), et al. 2005. Studies on lignan glycosides from the roots of *Bupleurum scorzoneri folium* (南柴胡根中木脂素苷类化合物的研究) [J]. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 40(5): 428—431
- Tan LL(谭玲玲), Cai X(蔡霞), Hu ZH(胡正海). 2005. Anatomical study of *Bupleurum chinense* roots (北柴胡根的发育解剖学研究) [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (西北植物学报), 25(11): 2 198—2 203
- Williamms BC. 1954. Observations on intercellular canals in root tips with special reference to the Compositae [J]. *Am J Bot*, 41: 104—106
- Yang ZG(杨志刚), Chen AQ(陈阿琴), Sun HX(孙红祥), et al. 2005. Recent advance in studies on pharmacological activities of *Bupleurum saiponins* (柴胡皂苷药理作用研究进展) [J]. *Chin J Veterinary Drug* (中国兽药杂志), 39(5): 27—30
- Zhang L(张亮), Hu HB(胡海宝), Huang CY(黄潮瑜), et al. 2000. Studies on the composition of polysaccharide from *Bupleurum scorzoneri folium* (狭叶柴胡多糖分离与组成的初步研究) [J]. *Chin Trad Herb Drug* (中草药), 31(9): 647—648
- Zheng L(郑丽), Cai X(蔡霞), Hu ZH(胡正海). 2009. Anatomical study of *Bupleurum scorzoneri folium* roots (狭叶柴胡根的发育解剖学研究) [J]. *Bull Bot Res* (植物研究), 29(6): 659—664

(上接第 24 页 Continue from page 24)