

鸭儿芹不同器官分泌道结构及分布的比较解剖研究

牟颖, 刘启新^①

[江苏省·中国科学院植物研究所(南京中山植物园), 江苏 南京 210014]

摘要: 采用石蜡切片法对伞形科鸭儿芹 (*Cryptotaenia japonica* Hassk.) 全株不同器官分泌道的结构及分布特征进行了观察研究。观察结果显示, 在鸭儿芹的根、茎、叶和果实各部位均有分泌道, 其中果实分泌道特化为油管。分泌道多由 1 层明显小于周围薄壁细胞的分泌细胞组成, 不同器官中分泌道的管腔和分泌细胞均大小不等、形状不一。组成根中分泌道的分泌细胞较少, 多为 4~5 个; 茎中较多, 为 6~9 个, 有时多达 12~14 个; 组成叶片分泌道的分泌细胞数差异最大, 叶脉中多达 22 个, 叶肉中仅为 3 个。从横切面上看, 根系中的分泌道仅分布在主根和一级侧根的近周皮处, 以及主根的韧皮部外侧和髓部; 茎中分泌道分布于近表皮处的厚角组织之间、大厚角组织与韧皮部之间和靠近木质部的髓部; 叶鞘和叶柄的分泌道位于小厚角组织内侧的顶端、大厚角组织与韧皮部之间和木质部周围, 其中在叶鞘中的 2 个厚角组织之间也有分泌道分布; 在叶片的主脉及大侧脉中, 分泌道分布于维管束与上下表皮的厚角组织之间, 栅栏组织中也有少量分泌道; 在果实中, 油管分布于内果皮与中果皮之间, 多位于棱槽和合生面部位。此外, 根和茎中的分泌道具有 2 种明显不同的分布式样; 叶鞘远、近轴面部位分泌道的分布式样分别兼有茎近表皮皮层部位和叶柄维管束木质部部位的特点, 具有明显的从茎向叶柄的过渡性; 在果实的果棱维管束下方和 2 个油管之间还有 2 层油细胞几乎环果体分布, 这种结构在伞形科种类中比较少见, 值得进一步研究。

关键词: 鸭儿芹; 伞形科; 分泌道; 结构; 解剖学

中图分类号: Q944.68; Q949.763.304 文献标志码: A 文章编号: 1004-0978(2009)02-0001-08

Comparative anatomy on structure and distribution of secretory canals in different organs of *Cryptotaenia japonica* Hassk. (Apiaceae) MU Ying, LIU Qi-xin^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2009, 18(2): 1-8

Abstract: The structure and distribution characters of secretory canals in different organs of *Cryptotaenia japonica* Hassk. (Apiaceae) were comparatively observed by the paraffin section method. The observation results show that there are secretory canals in root, stem, leaf and mericarp of *C. japonica*, and the secretory canals specialize to vittae in mericarp. The secretory canals consist mostly of a layer of secretory cells smaller than the parenchyma cells around them. The lumina and secretory cells of secretory canals in different organs are variant in size and shape. The number of secretory cells in root is mainly 4-5, less than that in stem, which is 6-9 (sometimes 12-14). The number of secretory cells is not the same in different parts of leaf, there are 22 secretory cells in vein but only 3 in mesophyll. The secretory canals in root only distribute in pericycle near the periderm of main root and the first lateral root, as well as in outside the phloem and in pith of main root. In stem, the secretory canals distribute in cortex near the epidermis and regions between the big collenchyma and the phloem, as well as in pith approaching the xylem. The secretory canals in leaf sheath and petiole locate at top of small collenchyma, regions between the collenchyma and the phloem and periphery of the xylem, while there are a few secretory canals between two collenchymas in leaf sheath. The secretory canals of the primary vein and main lateral vein in blade situated in space between collenchyma and vascular bundle, and in the palisade parenchyma of mesophyll. The vittae distribute between endocarp and mesocarp, mostly in the

收稿日期: 2009-03-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30370102)

作者简介: 牟颖(1978—), 女, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 主要从事植物系统与演化的研究。

^①通讯作者 E-mail: naslqx@yahoo.com.cn

rib vallecule and on the commissure. In addition, the distribution pattern of secretory canals is obviously different in root and stem. The distribution pattern of secretory canals at the abaxial and adaxial surfaces of leaf sheath combines the characteristics of secretory canals in cortex of stem and in xylem of petiole, respectively, showing the transition from stem to petiole. There are two layers of oil cells under the vascular of mericarp rib and between vittae, which almost distribute around the mericarp, this structure feature is rare in Apiaceae species and worth further studying.

Key words: *Cryptotaenia japonica* Hassk.; Apiaceae; secretory canal; structure; anatomy

鸭儿芹 (*Cryptotaenia japonica* Hassk.) 为伞形科 (Apiaceae) 鸭儿芹属 (*Cryptotaenia* DC.) 多年生草本植物, 分布于中国、日本和朝鲜半岛, 资源丰富^[1]。鸭儿芹全草药用, 具有消炎、解毒、活血消肿等功效^[2]; 该植物营养丰富, 具有特殊香气, 是一种常被采食的山野菜, 可凉拌、做汤、炒肉、盐渍等^[3]。迄今为止, 对鸭儿芹的研究主要集中于化学成分和药理作用等方面^[3-5], 也有少量关于栽培技术^[6-7]、形态鉴别^[7]、孢粉学和细胞学^[8]等方面的研究报道, 有关鸭儿芹解剖学方面的研究尚未有报道。

在伞形科植物的体内普遍分布有分泌道, 这些分泌道可产生挥发油; 作为防御体系之一, 植物分泌组织产生的次生代谢产物在抵御外来的生物和非生物侵袭的作用中占有重要地位^[9-12], 因而, 对植物分泌组织的研究对探索植物的化学防御体系的发生和形成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鸭儿芹根、茎、叶和果实横切面解剖结构进行观察, 研究鸭儿芹体内分泌道的结构特点和分布状况, 旨在为探讨鸭儿芹体内次生代谢产物的发生及积累提供解剖学资料, 并为该种的药用及食用价值的深入开发和利用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试鸭儿芹植株于2008年4月至7月采自江苏南京中山植物园, 凭证标本存放于江苏省·中国科学院植物研究所标本馆 (NAS)。根取自多年生植株的主根以及各级侧根的中段, 取材长度5 mm; 茎取自花果期植株的上部和营养期植株的基部, 取材长度5 mm; 叶为成熟基生叶, 叶片取自顶生小叶片含中脉的中央部位 (取材面积5 mm × 5 mm), 叶柄和叶鞘均取自各自的中部 (取材长度5 mm); 果实

取材部位为成熟分生果的果体中部。

1.2 方法

将上述新鲜材料用FAA固定液固定, 采用常规石蜡切片法制片, 同一器官做连续性横切面切片, 切片厚度15 μm, 番红-固绿对染, 中性树胶封片制成永久切片。用OLYMPUS BH2型光学显微镜进行观察、测量和记录, 选择有代表性的切片拍照。对于根、茎、叶等横切面积较大的器官, 因无法拍摄完整照片, 用绘图方式显示其主要结构和分泌道分布。

2 结果和分析

2.1 根横切面解剖结构中分泌道的结构和分布

2.1.1 主根中的分泌道 鸭儿芹的主根很短, 长约1.0~1.7 cm, 其横切面观 (图版 I - 1) 从外向内可见有很薄的周皮、宽阔的中柱鞘、密集排列成一轮的维管束以及较大的髓部。在整个主根的薄壁组织中都有分泌道分布, 但明显集中在3个区域: 靠近周皮的中柱鞘均匀地分布有1轮; 靠近韧皮部外侧的中柱鞘中也分布较多; 在整个髓部中都有分布, 但靠近木质部较多, 中央部位较少。

主根中的分泌道多由1层排列紧密的分泌细胞组成 (图版 I - 2), 偶有局部区域有鞘细胞嵌入式靠贴, 呈2层细胞; 分泌细胞较小且排列紧密, (3~)4~6 (~7) 个, 大小不等、形状各异, 但常为不规则的多边形; 分泌道的管腔形状多为圆形、椭圆形或五至七边形。主根中分泌道数量较多 (34~40个), 其中靠近周皮的分泌道为长椭圆状多边形或近圆状多边形, 与根中其他部位的分泌道相比, 大小差异最大 (直径41~108 μm) (图版 I - 2); 韧皮部外侧和髓的分泌道多为近圆状多边形, 分泌道较小 (直径21~71 μm) (图版 I - 3, 4)。

2.1.2 侧根中的分泌道 鸭儿芹的侧根较多, 可分为3级, 其中一级侧根较主根细长, 二级侧根长短不一, 末级侧根很短; 其一级侧根的横切面观 (图版

I-5) 从外向内可见有很薄的周皮、极其宽阔的中柱鞘、大小不一且疏松排列成一圈的维管束以及很小的髓及发达的髓射线。侧根的中柱鞘部分有一个明显不同于主根的特征,即靠近周皮的中柱鞘薄壁细胞间断性破损,形成大型的间隙空腔,空腔紧靠周皮,均匀排列成1圈,在空腔内侧有几层排列紧密的细胞(即将形成新的周皮),分泌道仅分布于其内侧的中柱鞘中,数量较少(5~8个),排列成1轮,其组成和结构均与主根的分泌道相似。分泌道多近圆状多边形、较小(直径31~53 μm) (图版I-6)。

2.2 茎横切面解剖结构中分泌道的结构和分布

鸭儿芹茎的横切面观见图版I-7。分泌道均分布在茎的皮层和髓中,其结构与根部的相似,多由1层排列紧密的分泌细胞组成;但分泌细胞通常7~9个,有时多达12~14个,形状多为扁平的不规则多边形,分泌道较小(直径29~41 μm),管腔形状多为近圆形或近椭圆形。

茎中靠近表皮分布着1轮大小相间排列且呈椭圆形的厚角组织。在厚角组织周围的2个区域有分泌道分布:2个厚角组织之间(图版I-8)和大厚角组织与韧皮部之间(图版I-9)。茎中维管束也同根部一样呈环状排列,但木质部大小不等,靠近木质部的髓部薄壁细胞间分布着少量近圆状多边形的分泌道(图版I-10)。

2.3 叶横切面解剖结构中分泌道的结构和分布

2.3.1 叶鞘中的分泌道 鸭儿芹叶鞘的横切面呈底部厚度不一的“U”形,两侧从下向上渐薄(图版I-11),其分泌道也多由1层分泌细胞组成;分泌细胞4~6个,细胞的大小、形状与茎中的相近;管腔形状多为近圆形。位于叶鞘侧边上部的分泌道普遍较小(直径12~22 μm),位于中部的分泌道较大(直径29~50 μm)。

叶鞘中的分泌道均分布于薄壁组织中,具体分布在以下4个部位:1)厚角组织之间:叶鞘皮层中沿远轴面表皮分布有1轮大小相间排列的厚角组织,在相邻2个(大、小)厚角组织之间靠近表皮处均有分泌道(图版I-12)。2)木质部周围:叶鞘中部均匀分布有1轮大型空腔,维管束位于空腔之间的薄壁组织中,靠近近轴面,其中木质部朝向近轴面,韧皮部朝向远轴面,分泌道分布在木质部的周围,但多位于两侧(图版I-13)。3)小厚角组织的顶端:叶鞘的厚角组织大小相差悬殊,每个小厚角组

织位于2个大厚角组织的中间部位,并且周围有1圈明显小于周围细胞的鞘状基本组织细胞,分泌道即紧位于小厚角组织顶端与鞘状薄壁细胞之间(图版II-1)。4)维管束与大厚角组织之间:大厚角组织与维管束往往相对排列,彼此之间有宽阔的基本薄壁组织,分泌道即分布于二者之间的中间部位(图版II-2)。

2.3.2 叶柄中的分泌道 鸭儿芹的叶柄横切面呈卵形,中部髓腔中空(图版II-3)。其分泌道的结构、形状等与叶鞘的相似,直径一般为21~48 μm 。叶柄分泌道的分布既有茎和叶鞘的特点,又有其自身的特点。

叶柄厚角组织的分布与茎和叶鞘的相似,在近表皮有1轮大小相间排列的厚角组织,其分泌道也紧贴于小厚角组织内侧的顶端,但是在2个厚角组织之间却无分泌道。叶柄维管束的分布与茎的相似,也排成一周,但是维管束的分布式样却与叶鞘相似,彼此分隔较远,并且维管束与大厚角组织相对,处于同一个半径轴上。在韧皮部的外侧与大厚角组织之间都分布有1个分泌道(图版II-4),在木质部的两侧紧密地分布着2个分泌道,分泌细胞的大小与木薄壁细胞的较接近(图版II-5),有时在紧靠木质部周围的基本薄壁组织中也有少量分泌道。

2.3.3 叶片中的分泌道 鸭儿芹叶片中的分泌道主要分布在中脉及较大侧脉的维管束上方和下方(图版II-6)。叶脉(特别是中脉)中部只有1个维管束,其木质部在上,韧皮部在下,在维管束的上下方各有1团厚角组织紧贴表皮,均向外隆起,其中在上表面的显著突起,在下表面的稍隆起。在厚角组织与维管束的韧皮部和木质部之间的薄壁组织中各有1个分泌道,其中上方的分泌道两侧均为栅栏组织。此外,在非叶脉的叶肉部位也有少量分泌道,有时也位于栅栏组织中(图版II-7)。

叶片中的分泌道也由1层分泌细胞组成。叶脉处分泌细胞较小,形状不规则,分泌道直径19~50 μm (图版II-8);叶肉中的分泌道更小,直径只有15 μm 。叶脉中的分泌道管腔为近椭圆形或近圆形;叶肉中的分泌道管腔呈三角形。中脉中分泌道的分泌细胞数量较多,最多可达22个;叶肉中分泌道的分泌细胞数量较少,只有3个。

2.4 果实横切面解剖结构中分泌道的结构和分布

鸭儿芹分生果的横切面观呈七边状,近圆形

(图版 II - 9),沿周有 7 个维管束,其中位于腹面合生面部位的 2 个维管束较小,其余部位(果棱)的 5 个维管束较大,并呈弯眉形。

果实中的分泌道特化为油管,其形态明显不同于营养器官中的分泌道,内含大量的油状物,番红-固绿对染后呈橙黄色或深棕色。油管较大(直径 42 ~ 111 μm),呈长椭圆形。油管的分泌细胞又称为油细胞,其形状多极扁平,细胞腔极狭窄,位于管腔一侧的油细胞的细胞壁明显增厚。鸭儿芹分生果的果皮 1 层,较薄;中果皮细胞层次少且常被破坏;内果皮仅 1 层,极薄,与种皮紧密结合,且不易观察。油管位于中果皮与内果皮之间,紧贴内果皮,多分布于果棱之间的棱槽内,每棱槽内多为 3 个,有时会延伸至果棱下,但在合生面的隐棱与侧棱之间和 2 个隐棱之间均只有 1 ~ 2 个油管。油管均较大,且分布相对均匀,环绕胚乳分布一周(图版 II - 10)。

此外,在果棱维管束下方和 2 个油管之间可观察到 2 层油细胞状的细胞,在中果皮中与油管位于同一层次,两端与油管相连(图版 II - 11),并且除了合生面中部的心皮柄部位外,环绕果体连续分布。

3 讨 论

3.1 鸭儿芹营养器官中分泌道的分布规律及功能

3.1.1 根部分泌道的分布规律及功能 鸭儿芹的根系可分为主根以及一级、二级和末级侧根,每级侧根的直径和长度都有明显的差别,其中一级侧根直径明显大于后面两级,二级侧根与末级侧根直径相差不大,但长度相差较大,末级侧根极其细小,呈毛状。纵观整个根系,分泌道在数量上表现出由嫩到老渐多的趋势。分泌道只在主根和一级侧根中有分布,而在末级侧根和二级侧根中均未见分布。在主根中较多,从中柱鞘到髓部都有分布;而侧根中很少,只有少数分布于靠近周皮的中柱鞘中。由此可见,分泌道在根系发育后期出现,是随着根系的次生长而逐渐形成的,尤其与维管束和射线的发育程度密切相关,而且具有由外向内发展的趋势。

鸭儿芹的根部是药用部位。根中的分泌道常常内含分泌物,是挥发油的主要积聚场所。由于鸭儿芹根中分泌道的分布具有老根多幼根少的特点,因而,从药用价值角度看,老根或发育较好的根相对于幼嫩的根或细弱的根可能更具有应用价值。

Gershenzon 等认为,分泌结构中的挥发油成分对食草昆虫和动物有毒性,还可以抑制其取食^[13]。幼根皮层的薄壁细胞新陈代谢旺盛,抵御外部不良干扰能力较强,其表皮和内皮层对维管束也具有一定的保护作用,加之初生生长很短,所以分泌道未及发育。随着次生长,根不断增粗延长,在此过程中表皮和皮层脱落,在根的外侧、周皮之内形成 1 轮分泌道,当土壤摩擦损毁根的周皮时,其中的挥发油可以起到化学防御的作用。此外,在主根的次生韧皮部外侧以及近木质部的髓部等部位均分布有分泌道,并且在维管束内外两侧分布的分泌道数量较多,可能都与根部对外部不良因素的化学防御有关。

3.1.2 叶鞘分泌道的分布特点 鸭儿芹的叶鞘位于叶柄的基部,是具有一定弧度的三角状扁平体,从着生于茎的基部向叶柄处渐窄渐厚。叶鞘中部横切面观呈“U”形,而叶柄和茎的横切面观分别为卵圆形和圆形,三者之间维管束彼此相连成一个连续的系统,关系比较密切,它们的分泌道分布式样也有许多相似之处。叶鞘、叶柄和茎都有一个共同的结构特点,即在紧贴表皮内侧的皮层中均分布有大小相间排列的团状厚角组织,但叶鞘分泌道的分布却与叶柄和茎的不完全一致,除了在大厚角组织与维管束外侧的韧皮部之间都有 1 个分泌道外,其余部位分泌道的分布却分别兼有叶柄和茎的特点,即靠近远轴面一侧的分泌道与茎的一样:在 2 个厚角组织之间和小厚角组织内侧的顶部都有分布(在叶柄中只在小厚角组织的顶部内侧有分布而不分布在 2 个厚角组织之间);靠近近轴面一侧的分泌道的分布与叶柄的相似:叶鞘维管束排成 1 列(在叶柄中排成环状),且维管束彼此分离,它们的分泌道都紧靠木质部的周围分布,并且大多数分布在木质部的两侧,只是在叶柄中多位于维管束鞘细胞位置,而在叶鞘中多位于维管束鞘细胞以外。可见,叶鞘的分泌道明显具有从茎向叶柄过渡的特点。

3.1.3 叶片分泌道独特的分布特点和功能 鸭儿芹叶片的分泌道主要分布主脉(中脉)和大的侧脉中,只有少量分布于叶肉部位。叶脉横切面结构较为简单,各部位的分布式样类似于叶柄和叶鞘中的 1 个维管束部位,其中部有 1 个维管束,但与叶鞘和叶柄不同的是在其上下表皮内侧各有 1 个厚角组织,其中下方的紧贴下表皮,上方的位于栅栏组织部位。叶脉中的 2 个分泌道各分布在维管束与厚角组

织之间;叶肉内的分泌道只在栅栏组织中观察到,看似与上表面的分泌道有一定关系。此外,只在大的侧脉中发现有分泌道,随着叶脉级数的降低,仅见维管束,未见分泌道。可见,叶片中的分泌道也主要分布在发育早期的叶脉中,并随维管束的发育进程而分化发育。

对于鸭儿芹叶片中分泌道的功能和作用尚未详细研究,但根据其叶片的特性和功能可作以下推测:鸭儿芹的嫩叶可食,并且具有一定的特殊气味和香味,这与叶片中的分泌道分泌挥发油不无关系。由于叶片暴露于空中,容易受到昆虫及其他动物的啃食,分泌道分泌的次生代谢产物具有化学防御功能,特别是在叶片的早期发育过程中可能起到保护韧皮部的作用,叶鞘、叶柄和叶脉的分泌道在维管组织分化过程中发生于基本组织中,同样起到保护作用^[11]。此外,Willianms认为这种分泌道还可能与植物光合产物的运输有关^[14]。所以,不论是具有贮藏功能、保护功能还是运输功能,分泌道对于鸭儿芹叶片的生长发育都具有积极的作用。

3.2 鸭儿芹营养器官与繁殖器官中分泌道的异同

分泌道是植物体内的一种分泌组织,是一类呈管状引长的细胞间隙,内有分泌物质^[15-16];油管为一种内贮油脂类物质的腔隙或分泌腔^[17],是特殊的分泌道。鸭儿芹营养器官(根、茎、叶)的分泌组织属于前者,繁殖器官(果实)的分泌组织属于后者。

鸭儿芹营养器官与繁殖器官分泌组织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1层分泌细胞围成(极个别分泌道的局部会有2层细胞),二者的不同之处在于它们的分泌细胞形状有差异。营养器官中的分泌细胞形状多样、大小不等,细胞壁均匀,细胞壁厚度与周围的薄壁细胞相同;而繁殖器官中的分泌细胞为油细胞,极度压扁,大小较为均等,细胞壁厚度不均等,其中靠近管腔一侧的细胞壁明显增厚,而且具有油性。此外,营养器官的分泌道均明显小于繁殖器官,并且主要分布于轴状系统的外围(靠近周皮或表皮)、维管束周围(韧皮部外侧和靠近木质部周围)以及髓部(主根中),分泌管腔内为非油状不定形物;而果实的油管仅分布在中果皮和内果皮之间,环绕胚乳一周,油管腔内为橙黄色油状物。

3.3 鸭儿芹根与茎中分泌道的异同

鸭儿芹根与茎的分泌道均存在于薄壁细胞组织

中,且分泌细胞明显小于周围的薄壁细胞,大小不等、形状不一。由于根与茎所处的外部环境明显不同,它们的分泌道在分泌管腔大小和分泌细胞数量上有明显差异。根分泌道的分泌细胞数通常为4~5个,少数为3个或6个;分泌管腔直径为12~38 μm ;分泌细胞偶有2个小细胞错位排列。茎分泌道的分泌细胞数较多,通常为6~9个,少数为5~6个(叶鞘和叶柄)或12~14个;分泌管腔直径为20~29 μm 。

根与茎中分泌道的最大差异在于分布式样的不同。根和茎都是轴状系统,横切面均为圆形,外围有表皮(茎)和周皮(根),中部有1圈维管束,中央为髓部,但其外围、中部和中央3个部位的分泌道分布式样均有差异。在外围均分布有1轮分泌道,但在主根和侧根中,分泌道均匀地分布在靠近周皮一侧的中柱鞘中;而在茎中,分泌道均分布在厚角组织之间的皮层中,并且在2个厚角组织之间只有1个分泌道。在中部,它们的维管束排列紧密(侧根中排列相对疏松),分泌道都分布于韧皮部外侧(侧根维管束周围没有分泌道);但在根中,分泌道散布在中柱鞘中,尤其是韧皮射线部位;而在茎中,分泌道只分布在与大厚角组织相对应的皮层中。在中央部位,分泌道均呈散布状(侧根无),但在根中分泌道散布在整个髓部,而在茎中多靠近木质部的髓部。

3.4 鸭儿芹果壁具有特殊的油管外油细胞层

在鸭儿芹的成熟果实中,在分生果果棱维管束下方和2个油管之间有2层紧密排列的油细胞状细胞,与油管彼此相连,除了合生面中部的心皮柄部位外,环绕果体连续分布。这种结构特征在伞形科果实中极少见^[10,18-22],至今尚未见报道。

一般情况下,伞形科植物成熟果实的中果皮中均分布有数量不等的油管,且多分布于棱槽及合生面部位,油管一般是独立分布的,极少看到在油管之间另有油细胞相连接并一直延伸到果棱下部形成一个连续层的现象。作者对伞形科众多属种的果实横切面解剖结构进行了比较研究(待发表),均未在其他属种中观察到这一结构特征。因而,对这一特殊分泌组织的结构、功能、分化发育过程及系统学意义有待进一步的研究。

参考文献:

- [1] 单人骅,余孟兰. 中国植物志 第五十五卷 第二分册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 19-20.

- [2] 江苏新医学院. 中药大辞典(下册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 1842-1843.
- [3] 野菜园艺大事典编委会. 野菜园艺大事典[M]. 东京: 东京株式会社, 1977.
- [4] 田琳, 龚其海. 鸭儿芹总黄酮对四氯化碳致急性肝损伤小鼠的保护作用[J]. 遵义医学院学报, 2008, 31(1): 8-10.
- [5] 高敏, 刘佳, 俞红, 等. 野生鸭儿芹毒性及致突变性研究[J]. 预防医学情报杂志, 2005, 21(4): 504-505.
- [6] 王艳, 周荣, 任吉君, 等. 不同播种期对鸭儿芹种子质量的影响[J]. 湖北农业科学, 2003(6): 85-86.
- [7] 任吉君, 周荣, 王艳, 等. 鸭儿芹的特征特性及其栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2002(4): 46-47.
- [8] 潘泽惠, 舒璞, 吴竹君. 鸭儿芹的细胞学观察及分类意义的探讨[C]//南京中山植物园研究论文集编辑组. 南京中山植物园研究论文集(1984-1985). 南京: 江苏科学技术出版社, 1986: 14-18.
- [9] Corsi G, Biasci D. Secretory structures and localization of alkaloids in *Conium maculatum* L. (Apiaceae)[J]. Annals of Botany, 1998, 81(1): 157-162.
- [10] 辛华, 丁雨龙. 珊瑚菜植株分泌道发育和分布的解剖学观察[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(2): 66-70.
- [11] 周亚福, 蔡霞, 胡正海. 北柴胡分泌道的发育及组织化学研究[J]. 武汉植物学研究, 2008, 26(4): 329-336.
- [12] 刘惠纯, 景汝勤, 胡正海. 白芷叶中分泌道显微和超微结构的研究[J]. 新疆大学学报: 自然科学版, 1992, 9(2): 86-90.
- [13] Gershenzon J, Croteau R. Terpenoids[C]// Rosenthal G A, Berenbaum M R. Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites (Vol. 1). 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1991: 165-219.
- [14] Williams B C. Observations on intercellular canals in root tips with special reference to the Compositae[J]. American Journal of Botany, 1954, 41: 104-106.
- [15] Esau K. Anatomy of Seed Plants[M]. 2nd ed. New York: Wiley, 1977.
- [16] 李正理, 张新英. 植物解剖学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1983: 152-165.
- [17] 秦慧贞, 李碧媛. 栽培与野生茅苍术根茎油室比较[J]. 中药材, 1991, 14(2): 3-4.
- [18] 秦慧贞, 李碧媛, 吴竹君, 等. 东亚和北美当归属(广义)的果实解剖和演化[J]. 西北植物学报, 1995, 15(1): 48-54.
- [19] 何兴金, 王幼平, 溥发鼎, 等. 中国独活属果实的解剖学研究及对独活属的修订[J]. 云南植物研究, 1998, 20(3): 295-302.
- [20] 张桥英, 何兴金, 张运春, 等. 四川当归属8种植物果实和叶柄解剖学研究[J]. 武汉植物学研究, 2005, 23(6): 549-554.
- [21] 刘芳, 刘启新. 中国伞形科5个引种栽培的模式种果实比较解剖学研究[J]. 植物资源与环境学报, 2006, 15(4): 9-16.
- [22] 刘启新, 惠红, 李碧媛, 等. 中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义[J]. 植物资源与环境学报, 2002, 11(4): 1-8.

图版说明 Explanation of Plates

图版 I 1. 主根横切面结构示意图; 2. 主根中柱鞘中的分泌道; 3. 主根韧皮部外侧的分泌道; 4. 主根髓部的分泌道; 5. 侧根横切面结构示意图; 6. 侧根中柱鞘中的分泌道; 7. 茎横切面结构示意图; 8. 茎厚角组织之间的分泌道; 9. 茎厚角组织与韧皮部之间的分泌道; 10. 茎髓部的分泌道; 11. 叶鞘横切面结构示意图; 12. 叶鞘近表皮的分泌道; 13. 叶鞘维管束周围的分泌道.

Plate I 1. Diagram of transection of main root; 2. Secretory canal inside pericycle of main root; 3. Secretory canal outside phloem of main root; 4. Secretory canal in pith of main root; 5. Diagram of transection of lateral root; 6. Secretory canal inside pericycle of lateral root; 7. Diagram of transection of stem; 8. Secretory canal between collenchymas of stem; 9. Secretory canal between collenchyma and phloem of stem; 10. Secretory canal in pith of stem; 11. Diagram of transection of leaf sheath; 12. Secretory canal near epidermis of leaf sheath; 13. Secretory canal around vascular bundle of leaf sheath.

图版 II 1. 叶鞘厚角组织内侧的分泌道; 2. 叶鞘厚角组织与维管束之间的分泌道; 3. 叶柄横切面结构示意图; 4. 叶柄厚角组织与维管束之间的分泌道; 5. 叶柄维管束周围的分泌道; 6. 叶片中脉中的分泌道; 7. 叶片叶肉组织中的分泌道; 8. 叶脉中的分泌道; 9. 果实横切面的解剖结构; 10. 果实胚乳外侧的油管; 11. 果实油管之间的油细胞层, 箭头所示为油细胞层.

Plate II 1. Secretory canal inside collenchyma of leaf sheath; 2. Secretory canal between collenchyma and vascular bundle of leaf sheath; 3. Diagram of transection of petiole; 4. Secretory canal between collenchyma and vascular bundle of petiole; 5. Secretory canal around vascular bundle of petiole; 6. Secretory canal in primary vein of leaf; 7. Secretory canal in mesophyll of leaf; 8. Secretory canal in leaf vein; 9. Transection of fruit; 10. Vittae outside the endosperm of fruit; 11. Oil cell layer between vittae in fruit, the arrow showing the oil cell layer.

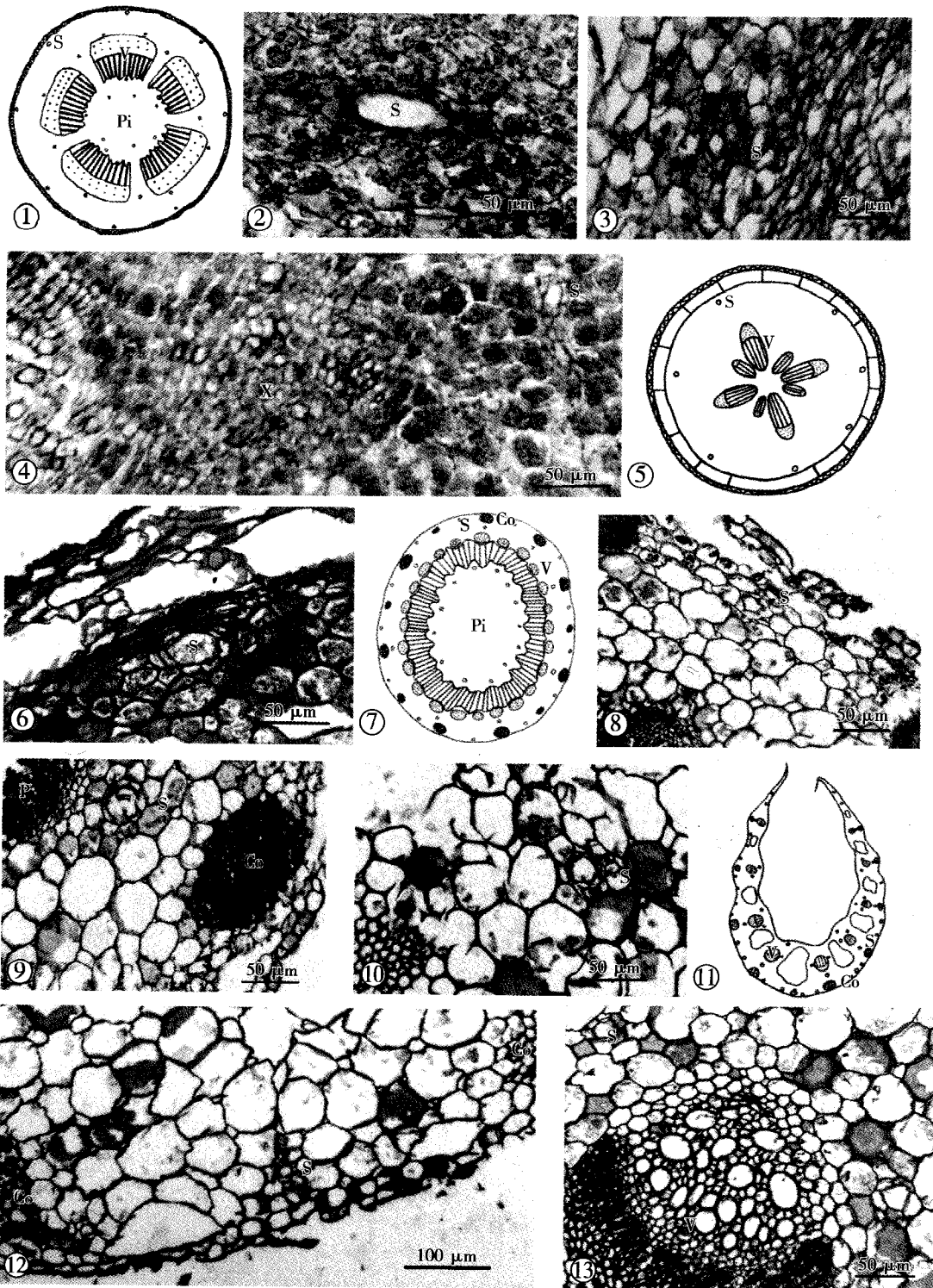
S: 分泌道 Secretory canal; V: 维管束 Vascular bundle; Pi: 髓 Pith; X: 木质部 Xylem; Co: 厚角组织 Collenchyma; P: 韧皮部 Phloem; Vi: 油管 Vittae; En: 胚乳 Endosperm.

牟颖, 等: 鸭儿芹不同器官分泌道结构及分布的比较解剖研究

图版 I

MU Ying, et al: Comparative anatomy on structure and distribution of secretory canals in different organs of *Cryptotaenia japonica* Hassk. (Apiaceae)

Plate I



See the explanation at the end of the text

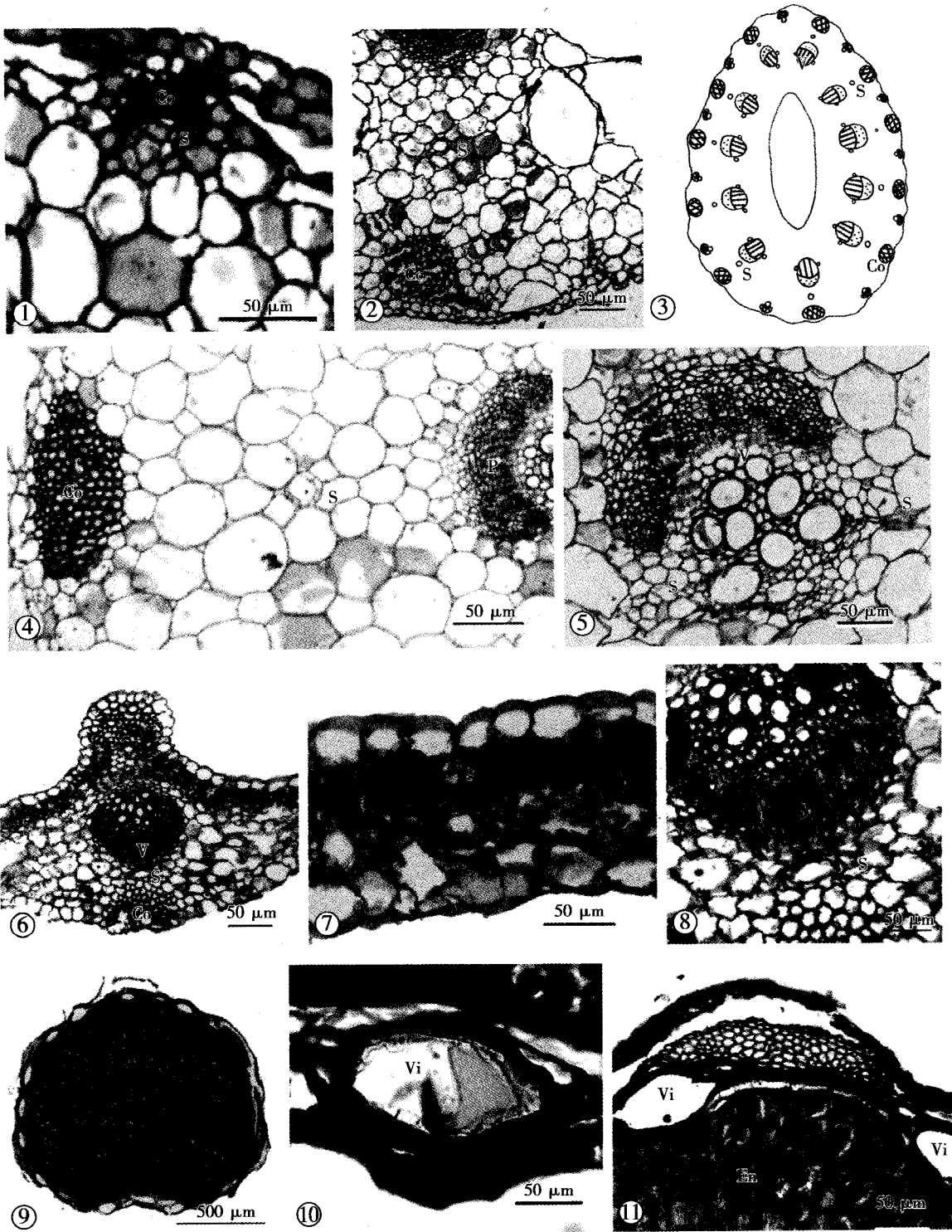
牟颖, 等: 鸭儿芹不同器官分泌道结构及分布的比较解剖研究

图版 II

MU Ying, et al: Comparative anatomy on structure and distribution of secretory

Plate II

canals in different organs of *Cryptotaenia japonica* Hassk. (Apiaceae)



See the explanation at the end of the text