

中国伞形科 5 个引种栽培的模式种 果实比较解剖学研究

刘芳, 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: 对中国伞形科中长期引种栽培的旱芹 (*Apium graveolens* L.)、茴香 (*Foeniculum vulgare* Miller)、欧当归 (*Levisticum officinale* Koch)、欧防风 (*Pastinaca sativa* L.) 和蒈萝 (*Anethum graveolens* L.) 5 个模式种的果实进行了比较解剖学研究, 详细描述了各种类分生果的解剖结构及主要特征, 并从分生果横切面的轮廓形状、果棱、维管束、油管和合生面等解剖学性状系统分析了各种类的异同, 提出果体腹面及合生面的长度及其比值、果棱间距离及其比值、果体侧面与腹面间的角度、侧棱与腹面间的角度、果体长宽比等新的数量化的伞形科解剖性状特征, 并按果体压扁程度将 5 个种类分成几不压扁 (旱芹)、轻度压扁 (茴香)、中度压扁 (蒈萝和欧当归) 和高度压扁 (欧防风) 4 大类, 同时探讨了果实解剖特征与它们的演化程度的关系。

关键词: 伞形科; 果实; 解剖; 引种植物

中图分类号: Q944.59; Q949.763.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-0978(2006)04-0009-08

Comparative anatomical study on structural features of mericarp of 5 type species introduced into China in Apiaceae LIU Fang, LIU Qi-xin^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(4): 9-16

Abstract: By means of comparative anatomy method, the characters of mericarp transections of five type species in Apiaceae, i. e. *Apium graveolens* L., *Foeniculum vulgare* Miller, *Levisticum officinale* Koch, *Pastinaca sativa* L. and *Anethum graveolens* L., which had been introduced into China, were described. The similarities and differences of anatomical features of five species were compared based on shape of mericarp transection, morphological feature of rib, number and locality of vascular bundle in rib and vittae in mesocarp. Some new numerical features of mericarp transection were used such as length ratio of furrow between ribs, length and ratio of commissure and ventral side of mericarp, angle between lateral side and ventral side of mericarp and between marginal rib and ventral side of mericarp, and ratio of width and length of fruit body. The mericarp of five species were divided into 4 types according to the dorso-compressed degree of mericarp: not compressed (*Apium graveolens*), slightly dorso-compressed (*F. vulgare*), medium dorso-compressed (*Anethum graveolens* and *L. officinale*) and strongly dorso-compressed (*P. sativa*).

Key words: Apiaceae; fruit; anatomy; introduced plant

伞形科是被子植物中人类认识较早的自然分类群之一, 全世界有 250 ~ 440 属 3 300 ~ 3 700 种^[1], 其中有许多药用、食用和香料用植物, 长期以来一直为人类所用。中国是伞形科植物最丰富的地区之一, 约有 100 属 600 余种^[2], 其中许多是传统药材。长久以来, 中国各族人民不但发掘利用了许多本土的伞形科种类, 而且还不断引进国外的种类为己所用。早在西汉张骞出塞 (公元前 1 世纪) 时就引进了芫荽^[2]; 唐代《千金方》和《药谱》中就有小茴香和蒈萝的记录, 分别名为怀香和时美中^[3]; 20 世纪 50

年代引进了欧当归^[4]等。到目前为止约有 12 种, 分属 12 个属^[5]。其中有旱芹 (芹菜) (*Apium graveolens* L.)、蒈萝 (*Anethum graveolens* L.)、茴香 (小茴香) (*Foeniculum vulgare* Miller)、欧当归 (*Levisticum officinale* Koch) 和欧防风 (*Pastinaca*

收稿日期: 2006-08-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370102)

作者简介: 刘芳 (1982-), 女, 安徽淮北人, 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

sativa L.), 它们或为蔬用, 或为药用, 或为香料。这些种类在中国一直被广泛种植栽培至今。

对上述种类的研究, 主要集中在化学成分方面^[6-10], 也有少量有关组织培养、果实鉴别、细胞学和分子生物学等方面的研究报道^[11-16], 而有关这些属种的果实解剖学研究却很少, 仅简要记述了芫荽、小茴香和莳萝果实解剖结构的主要特征^[15,17]。由于上述许多种类的应用部位是果实, 而且果实特征是伞形科分类学研究中划分属种和探讨科内系统演化的重要依据^[18-20]。因此, 有必要进行上述属种的果实解剖学研究, 以期通过对果实内部结构的深入了解, 为这些种类的深度开发利用及探讨上述属种以及伞形科的系统演化提供果实解剖学依据。

1 材料和方法

供试种类为莳萝、旱芹、茴香、欧当归和欧防风, 它们分别为莳萝属(*Anethum* L.)、芹属(*Apium* L.)、茴香属(*Foeniculum* Miller)、欧当归属(*Levisticum* Hill)和欧防风属(*Pastinaca* L.)的模式种。

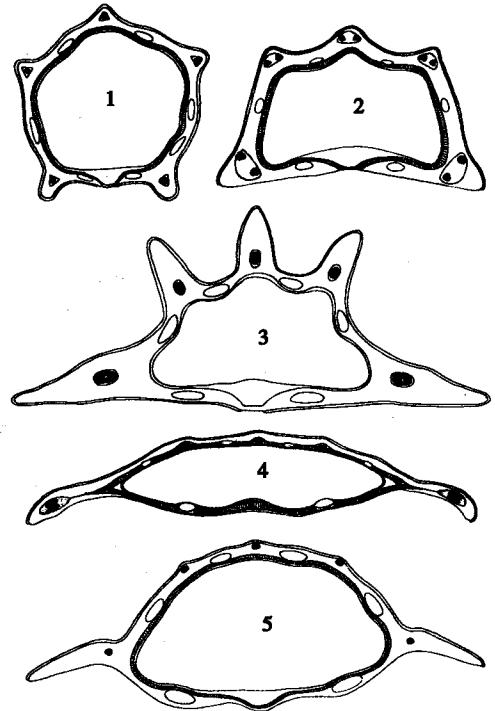
实验材料为成熟果实。新鲜果实用 FAA 直接固定备用; 已干燥的果实先经温水浸泡, 再经氢氟酸软化处理。果实解剖采用常规石蜡切片法, 番红-固绿对染。观察部位以果实中部横切面为主。在光学显微镜下观察, 并进行结构特征描述和拍照。

2 结果和分析

旱芹、茴香、欧当归、欧防风和莳萝分生果中部横切面全形见图1, 解剖结构见图版I和II及表1。

2.1 旱芹

旱芹分生果的解剖结构见图1-1和图版I: 1~6。分生果横切面近等边五边形; 果体近圆形, 腹面窄而平, 短于果体最宽处。果体侧边与果体腹面的夹角为钝角(约 120°)。果棱5个, 明显突起, 呈小三角形或小丘形, 彼此近等长; 侧棱与果体腹面夹角 $120^\circ \sim 150^\circ$ 。果壁发达, 外果皮细胞1层, 终止于侧棱顶端处, 果体腹面无外果皮, 细胞长扁平形, 在棱顶部细胞增大且呈三角形; 中果皮细胞6~7层, 有内外侧之分, 其中外层为3~4层薄壁细胞, 大小不等, 在合生面处细胞多破坏, 在油管下方1~2层, 细胞狭长扁平形; 内侧为2~3层木化细胞, 环状排



1. 旱芹 *Apium graveolens* L.; 2. 茴香 *Foeniculum vulgare* Miller;
3. 欧当归 *Levisticum officinale* Koch; 4. 欧防风 *Pastinaca sativa* L.;
5. 莳萝 *Anethum graveolens* L.

图1 5个伞形科模式种分生果横切面全形简图
Fig. 1 Diagram of mericarp transection of five type species in Apiaceae

列, 棱槽处细胞长扁状, 在油管下方细胞2层, 极度压扁呈狭长形, 在果棱处2~3层, 为长方形, 而在合生面处的木化细胞明显变小, 而且细胞长轴转为径向。内果皮明显呈环状, 细胞1层, 微木化, 较中果皮内层木化细胞大, 细胞长方形, 径宽 $8.3 \mu\text{m}$ 。合生面宽 $78 \mu\text{m}$, 明显窄于果体腹面的宽度, 向外微凸起。维管束5个, 充满整个果棱, 呈三角形, 基部的木化细胞与中果皮内侧的木化细胞层紧连在一起; 维管束鞘细胞显著, 明显大于中果皮外侧的薄壁细胞。油管6个, 呈椭圆形, 大小不均匀, 均分布于中果皮中部, 其中4个位于4个棱槽中(少数棱槽内1~2个), 2个位于合生面两端的腹面。种皮细胞1层, 与内果皮近等宽, 有色素沉积, 呈紫红色。珠柄维管束圆形。胚乳呈近圆形, 腹部近平直。

2.2 茴香

茴香分生果的解剖结构见图1-2和图版I: 7~12。分生果横切面和果体均呈梯状五边形, 腹

表1 5个伞形科模式种分生果横切面解剖特征比较

Table 1 Comparison of anatomical features of mericarp transection of five type species in Apiaceae

种类 Species	横切面 形状 Shape of mericarp	果棱数量 及形状 Number and shape of rib	维管束数量 及分布 Number and distribution of vascular bundle	胚乳形状 Shape of endosperm	合生面宽 Width of commissure	AL ¹⁾	油管数量 Number of vittae	果皮细胞 Carpodermis cell		
								外果皮 Exocarp	中果皮 Mesocarp	内果皮 Endocarp
旱芹 <i>Apium graveolens</i>	近等边 五边形	5棱,小 三角形或 小山丘形	5个,位于主棱 基部	近圆形,腹 面平直	比腹面窄, 78 μm	132°	棱槽1, 腹面2	1层,细胞 近长方形, 棱顶突起	6-7层,内 侧1层微 木化	1层,细胞 微木化,长 条形
茴香 <i>Foeniculum vulgare</i>	梯状 五边形	5棱,顶端 圆钝	每棱2个,连成 一体,位于主棱 中部	肾状梯形, 腹面微凹	与腹面等 宽,2 332 μm	141°	棱槽1, 腹面2	1层,细胞 扁长方形	7-8层,均 为薄壁细 胞	1层,细胞 长条形
欧当归 <i>Levisticum officinale</i>	近半圆形	5棱,呈指 形或狭翅 形	每棱2个,连成 一体,位于主棱 基部	肾状半圆 形,腹面微 凹	比腹面窄, 115 μm	174°	棱槽1, 腹面3-4	1层,长扁 形	5-6层,均 为薄壁细 胞	1层,细胞 微木化,长 条形
欧防风 <i>Pastinaca sativa</i>	狭长 椭圆形	5棱,背部 棱几不突 起,侧棱 长狭翅形	每棱1个,背棱 中位于中部,侧 棱中位于顶端	长梭形,腹 面微内凹	与腹面等 宽,4 958 μm	152°	棱槽1, 腹面2-4	1层,扁矩 形至狭长 条形	6-7层,内 侧3-4层 木化	1层,极狭 窄的薄壁 细胞
莨菪 <i>Anethum graveolens</i>	近椭圆形	5棱,背棱 微突起,呈 小三角形, 侧棱鸟翅 状	每棱2个,连成 一体,背棱中位 于顶部,侧棱中 位于下部	梯状半圆 形,腹面微 隆起	与腹面等 宽,2 357 μm	156°	棱槽1, 腹面2	1层,细胞 长扁形	3-4层,内 侧1层木 化	1层,细胞 狭长形

¹⁾ AL:侧棱与果体腹面夹角的平均值 Average degree of the angle between marginal rib and ventral side of mericarp.

面宽而平,宽 2 332 μm;果体侧边与果体腹面的夹角为锐角(约 70°)。果棱 5 个,显著突起,其中侧棱较背棱稍长;侧棱与果体腹面的夹角 126°~150°。果壁较发达,外果皮细胞 1 层,终止于侧棱顶端,细胞扁长方形,内有结晶;中果皮细胞 7~8 层,均为薄壁细胞,其中靠近外果皮的外侧 1~2 层,细胞较小,内含结晶,其余的细胞均较大;内果皮为 1 层薄壁细胞,细胞长条形。合生面与分生果腹面等宽。维管束较发达,充满整个果棱,上抵外果皮,下接内果皮,呈长梯形,2 个维管束连成一体,呈双韧维管束。油管 6 个,较大(160~170 μm),大小较均匀,呈椭圆形,分布于中果皮中部,其中每棱槽 1 个,腹面 2 个,位于侧棱基部的腹面。种皮为 1 层较大的薄壁细胞,呈绿褐色。胚乳呈肾状梯形,在果棱部位向外微隆起,整个背部微波状。

2.3 欧当归

欧当归分生果的解剖结构见图 1-3 及图版 I: 13~15 和图版 II: 1~3。分生果横切面和果体呈梯状半圆形,腹面宽而平,宽 1 670 μm;果体侧边与果体腹面的夹角为锐角(约为 45°)。果棱发达,5 个,呈指形或狭翅形,彼此不等长,其中侧棱(679 μm)

明显长于背部果棱(607 μm);侧棱与果体腹面的夹角 150°~180°。果壁不发达,外果皮 1 层,终止于果体腹面中部,细胞长扁形;中果皮有 5~6 层细胞,除合生面处全为呈带状梯形的纤维细胞群外,其余均为薄壁细胞,其中在油管下方为 1 层;内果皮细胞 1 层,微木化,明显呈环状排列,宽 10.3 μm。合生面很窄,宽度仅 115 μm,显著窄于果体腹面。维管束非常发达,每棱基部有 2~3 个,连成一体,呈长椭圆形,下部与内果皮相接,维管束鞘内伴生有 1 个小分泌管。油管较大,椭圆形,位于中果皮内并紧贴内果皮,8 个,其中每棱槽中 1 个,每个径长 670~690 μm;腹面 4 个,位于合生面两侧(各 2 个),每个径长约 220 μm。种皮细胞 1 层,有色素带。胚乳呈肾状半圆形,背部波状,在果棱部位隆起,腹部稍内凹。

2.4 欧防风

欧防风分生果的解剖结构见图 1-4 和图版 II: 4~9。分生果横切面呈狭长椭圆形,果体呈长椭圆形,腹面微外凸,宽 4 958 μm;果体侧边与果体腹面的夹角为狭锐角(约 30°)。果棱 5 个,极不等大,背棱和中棱极不发达,几乎不突起;侧棱发达,成狭长翅形,顶部稍膨大,顶端下弯;侧棱与果体腹面的夹

角 $150^{\circ} \sim 155^{\circ}$ 。果壁不发达,外果皮细胞1层,扁矩形至狭长条形,终止于侧棱顶端。中果皮6~7层细胞,有内外侧之分,外侧全为薄壁细胞,其中靠近外果皮的1~2层细胞小而挤压,其余细胞大而不匀;内侧全部为高度木化的3~4层纤维细胞,各层镶嵌排列,沿果体呈环带状,但在两侧棱基部向侧棱延伸,有时为油管所断,在合生面中部为2~3层。内果皮细胞1层,为薄壁细胞,极狭窄。合生面与腹面等宽,平坦。维管束在背棱和中棱中位于每棱基部,1个,退化,很小;维管束在侧棱中极发达,位于果棱中部,2个连成一体,呈长菱形,很大。油管较大,每棱槽中有1~2个,合生面有2~4个,径长124~152 μm ;有时侧棱有1~2个,很小。种皮细胞1层,细胞长方形,较大,有色素带,呈绿褐色。

2.5 蒴萝

蒴萝分生果的解剖结构见图1-5和图版II:10~15。分生果横切面近椭圆形;果体呈椭圆形,腹面微外凸,宽2357 μm ;果体侧边与果体腹面的夹角为锐角(约 50°)。果棱5个,背部3个,细小不显,微微突起呈小三角形;侧棱较宽,鸟翅状,侧棱与果体腹面的夹角 $150^{\circ} \sim 162^{\circ}$ 。果壁不发达,外果皮细胞1层,终止于侧棱顶端,长扁形,大小较均匀;中果皮3~4层细胞,有内外之分,外侧为多层薄壁细胞,内侧为1层稍大的木化细胞,但在合生面处形成平丘形的中央脊;内果皮为1层微木化的狭长形细胞。合生面与果体腹面等宽。维管束在棱中几乎充满整个果棱,由2个维管束连成一体形成,在背部果棱中较小,呈小三角形,在侧棱中位于下部,呈近条形或长椭圆形。油管6个,较大(150~220 μm),位于中果皮中部,其中每棱槽各1个,腹面的合生面两侧各1个。种皮1层,呈红褐色色素带。珠柄维管束圆形。胚乳呈梯状半圆形,腹部向外微隆起。

3 讨 论

3.1 5种植物分生果结构性状的区分要点

3.1.1 果体横切面 5个种类果体横切面的主要区别在于果体的压扁程度和边界曲直度。早芹的分生果几不压扁呈近圆形;茴香的果体略有压扁,但果体周边线在果棱间较直,呈梯状五边形;其余3种的果体也压扁,但是果棱间的果体边线弯曲,呈现出不同的形状,其中蒴萝呈椭圆形,而欧当归由于果体腹面

较平直而呈梯状半圆形,欧防风由于强烈压扁而呈狭椭圆形。

3.1.2 果棱长度 5个种类的差异主要是果棱的长度和果棱的间距不同。早芹和茴香的果棱属于较不发达的一类,而且果棱间的距离近相等,其中茴香两侧棱间的距离(即果体腹面)大于早芹。蒴萝和欧防风的背棱不发达而侧棱较为发达,尤其是欧防风的背棱几乎退化以至不可见,而侧棱却极其发达,成长条形或翅形。蒴萝的背棱退化成突起或呈小三角形,侧棱则短于欧防风。欧当归的果棱特点介于上述两类之间,果棱都比较发达,但是侧棱稍长于背棱。

3.1.3 维管束数目及其着生位置 每个果棱中的维管束多为2个,彼此连接成一体,呈双韧维管束,但大部分均不发达。早芹的果棱中有1个维管束;茴香、蒴萝和欧当归的果棱中都有2个,其中欧当归的侧棱维管束中伴有1个小分泌管;欧防风的背棱果棱中维管束极度退化,几不可见,而侧棱的维管束极其发达,充满整个侧棱。

3.1.4 中果皮和内果皮 5个种类的中果皮细胞多为3~4层,除茴香和欧当归均为薄壁细胞外,其余种类均有内外侧之分,外侧为薄壁细胞,内侧为木化细胞。茴香中果皮的外侧几层细胞较小而且含有结晶,而欧当归的中果皮在合生面处全为纤维细胞群,并呈带状梯形。而在中果皮内侧为木化细胞的3个种中,早芹和欧防风的中果皮为多层木化的纤维细胞(分别是2~3层和3~4层),蒴萝的中果皮为1层稍大的木化细胞(在合生面处形成平丘形的中央脊)。5个种的内果皮均为1层细胞,除欧防风为细胞壁非常纤细的薄壁细胞外,其余种类均微木化。

3.1.5 油管数目 5个种类分生果的每一棱槽中都有1个油管;早芹、茴香和蒴萝腹面有2个油管;欧当归和欧防风的腹面油管多于2个,分别为3~4个和2~4个。

3.1.6 合生面宽度 5个种分生果的合生面宽度可分成2类:蒴萝、茴香和欧防风的合生面与分生果的腹面等宽,而早芹和欧当归的合生面明显窄于分生果腹面,位于果体腹面中部。其中欧防风的合生面最宽,达4958 μm ,早芹的合生面最窄,仅78 μm 。

3.2 果实横切面结构类型的划分

根据果体压扁程度和腹面形态以及果棱的不同,这些种可分为4大类。为了准确表达果体的压

扁程度,采用果体长宽的比值(记为 n)表示。

3.2.1 果体不压扁类 分生果的果体几不压扁, $n=1.00\sim 1.20$,侧棱不发达,旱芹属于该类型($n=1.12$)。分生果的果体横切面形状为近圆形或近等边五边形,果棱短且近等长;果棱间距离近相等;果体腹面长度短于果体背部;合生面宽度窄于果体腹面宽度;侧棱外倾角(相对于果体腹面)近 130° 。

3.2.2 果体轻度背腹压扁类 分生果的果体稍压扁, $n=1.20\sim 1.70$,侧棱不发达。茴香属于该类型($n=1.66$)。分生果的果体横切面形状为近矩形或近梯形,背-中棱和中-侧棱的边近直,果体可见“棱角”;果棱近等长且不发达,侧棱稍长于背部果棱,侧棱外倾角 $130^\circ\sim 140^\circ$;果体腹面近平直。合生面与果体腹面相等;每棱有2个合生的维管束;每棱槽内有油管1个,合生面有油管2个。

3.2.3 果体中度背腹压扁类 分生果的果体明显压扁, $n=1.71\sim 2.20$,侧棱发达,合生面与果体腹面等宽。该类型有2种。

类型I:背棱不发达-侧棱外倾角大-腹面外凸-合生面宽,属于该类型的有莳萝($n=1.88$)。分生果横切面和果体呈椭圆形,腹面长而外凸;果体背部果棱小而不显,侧棱发达呈短翅状,侧棱外倾角近 160° ;每棱槽中有油管1个,合生面有油管2个。

类型II:背棱发达-侧棱外倾角大-腹面长而平直-合生面窄,属于该类型的有欧当归($n=1.83$)。分生果横切面和果体呈梯状近半圆形,腹面长而平直;果棱均发达,呈指形或长三角形,但不等长,侧棱长于背部果棱,侧棱外倾角近 180° ;每棱槽中有油管1个,合生面有油管2个。

3.2.4 果体高度背腹压扁类 分生果的果体显著压扁($n=2.20\sim 3.00$)至极度压扁($n>3.00$),侧棱发达。属于该类型的有欧防风,压扁程度最高, $n=4.53$ 。横切面呈长弓形,果体呈长椭圆形,腹面长而外凸;背部果棱几不可见,侧棱极发达,翅状,侧棱外倾角近 150° ;侧棱中有2个合生的大维管束;中果皮有内外侧之分,内侧有2层木化细胞;油管无定数,每棱槽中有1~2个,合生面有2或4个,侧棱有时有1~2个小油管。

3.3 分生果横切面结构特征及其类型划分在伞形科分类研究中的意义

在经典分类系统中,常将伞形科分成天胡荽亚科、变豆菜亚科和芹亚科^[21]。本文所涉及的种类都

属于芹亚科,并分别属于2个族,其中旱芹(芹属)、茴香(茴香属)和莳萝(莳萝属)属于阿米芹族,而欧当归(欧当归属)和欧防风(欧防风属)属于前胡族。由于这5个种又是各自所在属的模式种,所以上述结构类型的划分及其特征在一定程度上也代表了各自属的果实解剖结构类型和性状特征,并与各种类在所属族中的分类学地位及演化程度具有一致性。一般认为,在伞形科中不压扁或几不压扁的果实类型是原始的,背腹压扁的果实类型是较进化的,而且压扁程度越高则进化程度越高;果棱是向果体背部果棱退化而侧棱发达的方向进化;合生面则越宽越进化。因此,从果实解剖特征看,旱芹(芹属)的进化程度较低,茴香(茴香属)进化程度略高;莳萝(莳萝属)和欧当归(欧当归属)的进化程度较高;而欧防风(欧防风属)的进化程度最高。

3.4 伞形科分生果解剖学性状数量化指标的应用

为了更科学地描述上述各种类的分生果解剖结构特征,应用一些新的数量化的解剖性状,如果体腹面及合生面的长度及其比值、果棱间宽度及其比值、果体侧面与腹面间的角度、侧棱与分生果腹面(合生面)间的角度、果体的长宽比以及果实类型的划分标准等。这些性状指标的应用不仅能更准确地对分生果的解剖结构进行描述,而且可进行量化和统计,有助于提高伞形科果实解剖学研究的水平。

本文所涉及的种类虽然不多,但是由于它们分别属于芹亚科中较为原始和较为进化的族且为各自属的模式种,而且伞形科的果实解剖类型划分至今没有一个普遍被接受的标准,所以笔者提出的这种划分标准对于伞形科系统与演化研究具有积极的意义,但其合理性和可行性有待更多的研究和例证进一步证实。

参考文献:

- [1] Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China (Vol. 14) [M]. Beijing: Science Press, St. Louis: MBG Press, 2005. 1-205.
- [2] 单人骅,余孟兰. 中国植物志 第五十五卷 第一分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1979. 1-316.
- [3] 高明乾. 植物古汉名图考 [M]. 郑州: 大象出版社, 2006. 1-547.
- [4] 单人骅,余孟兰. 中国植物志 第五十五卷 第三分册 [M]. 北京: 科学出版社, 1992. 75.
- [5] 褚晓芳,刘启新. 我国伞形科药食两用性芳香蔬菜用植物及其经济价值 [A]. 夏冰,陈重明,郭忠仁. 民族植物学和药用植物 [C]. 南京: 东南大学出版社, 2006. 149-154.

- [6] 韦群辉, 朱兆云. 茴香根的生药学研究[J]. 华西药学杂志, 2000, 15(5): 338-340.
- [7] Pedro A G, Santos A, Figueiredo C, et al. Hairy root cultures of *Anethum graveolens* (dill): establishment, growth, timecourse study of their essential oil and its comparison with parent plant oils [J]. *Biotechnology Letters*, 2002, 24(12): 1031-1036.
- [8] Chowdhury A R, Gupta R C. Essential oil from fruit of *Apium graveolens* L. [J]. *Indian Perfumer*, 2000, 44(4): 261-263.
- [9] 刘洪玲, 董岩. 小茴香挥发油化学成分的GC/MS研究[J]. 齐鲁药事, 2005, 24(3): 169-170.
- [10] 潘海宇, 韩刚, 姜辉, 等. 13种伞形科中药抗氧化能力研究[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(8): 1480-1481.
- [11] Maheshwari S C, Gupta G R P. Production of adventitious embryoids *in vitro* from stem callus of *Foeniculum vulgare* [J]. *Planta*, 1965, 67: 384-386.
- [12] 郝建平, 周小梅, 李绍清. 茴香组织培养中体细胞胚胎发生的组织细胞学研究[J]. 实验生物学报, 1995, 28(3): 339-347.
- [13] Ekiert H, Gomolka E. Furanocoumarins in *Pastinaca sativa* L. *in vitro* culture [J]. *Pharmazie*, 2000, 55(8): 618-620.
- [14] 黄少甫, 赵治芬. 四种药用植物的核型分析[J]. 林业科学研究, 1997, 10(4): 443-447.
- [15] 沈观冕. 新疆茴香植物的鉴别与利用[J]. 干旱区研究, 1990, 7(3): 36-41.
- [16] Gebhardt Y, Witte S, Forkmann G. Molecular evolution of flavonoid dioxygenases in the family Apiaceae [J]. *Phytochemistry*, 2005, 66(11): 1273-1284.
- [17] 中国医学科学院药物研究所, 中国科学院南京中山植物园, 北京医学院药理学系, 等. 中药志(第二册)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1959. 1-529.
- [18] 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.
- [19] 刘启新, 惠红, 潘泽惠, 等. 中国伞形科天胡荽亚科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(3): 1-7.
- [20] 蒲高忠, 刘启新. 中国滇芎属果实解剖特征及分类学意义[J]. 植物资源与环境学报, 2005, 14(4): 1-6.
- [21] Drude O. Umbelliferae [A]. Engler A, Prantl K. Die Natürlichen Pflanzenfamilien 3(8) [M]. Leipzig: Verlag von Wilhelm Englmann, 1898. 116-145.

图版说明 Explanation of Plates

图版 I 1~6. 旱芹果实横切面: 1. 棱槽果皮($\times 200$); 2. 背棱($\times 300$); 3. 侧棱($\times 250$); 4. 棱槽油管($\times 100$); 5. 合生面($\times 100$); 6. 背棱维管束($\times 300$). 7~12. 茴香果实横切面: 7. 外果皮, 示结晶($\times 350$); 8. 棱槽果皮($\times 200$); 9. 棱槽油管($\times 300$); 10. 侧棱($\times 100$); 11. 背棱($\times 100$); 12. 合生面中部($\times 100$). 13~15. 欧当归果实横切面: 13. 合生面($\times 250$); 14. 侧棱($\times 30$); 15. 棱槽果皮($\times 200$).

Plate I 1-6. Transection of mericarp of *Apium graveolens* L.: 1. vallecular pericarp ($\times 200$); 2. dorsal rib ($\times 300$); 3. marginal rib ($\times 250$); 4. vallecular vittae ($\times 100$); 5. commissure ($\times 100$); 6. vascular bundle in dorsal rib ($\times 300$). 7-12. Transection of mericarp of *Foeniculum vulgare* Miller: 7. crystal in exocarp ($\times 350$); 8. vallecular pericarp ($\times 200$); 9. vallecular vittae ($\times 300$); 10. marginal rib ($\times 100$); 11. dorsal rib ($\times 100$); 12. middle part of commissure ($\times 100$). 13-15. Transection of mericarp of *Levisticum officinale* Koch: 13. commissure ($\times 250$); 14. marginal rib ($\times 30$); 15. vallecular pericarp ($\times 200$).

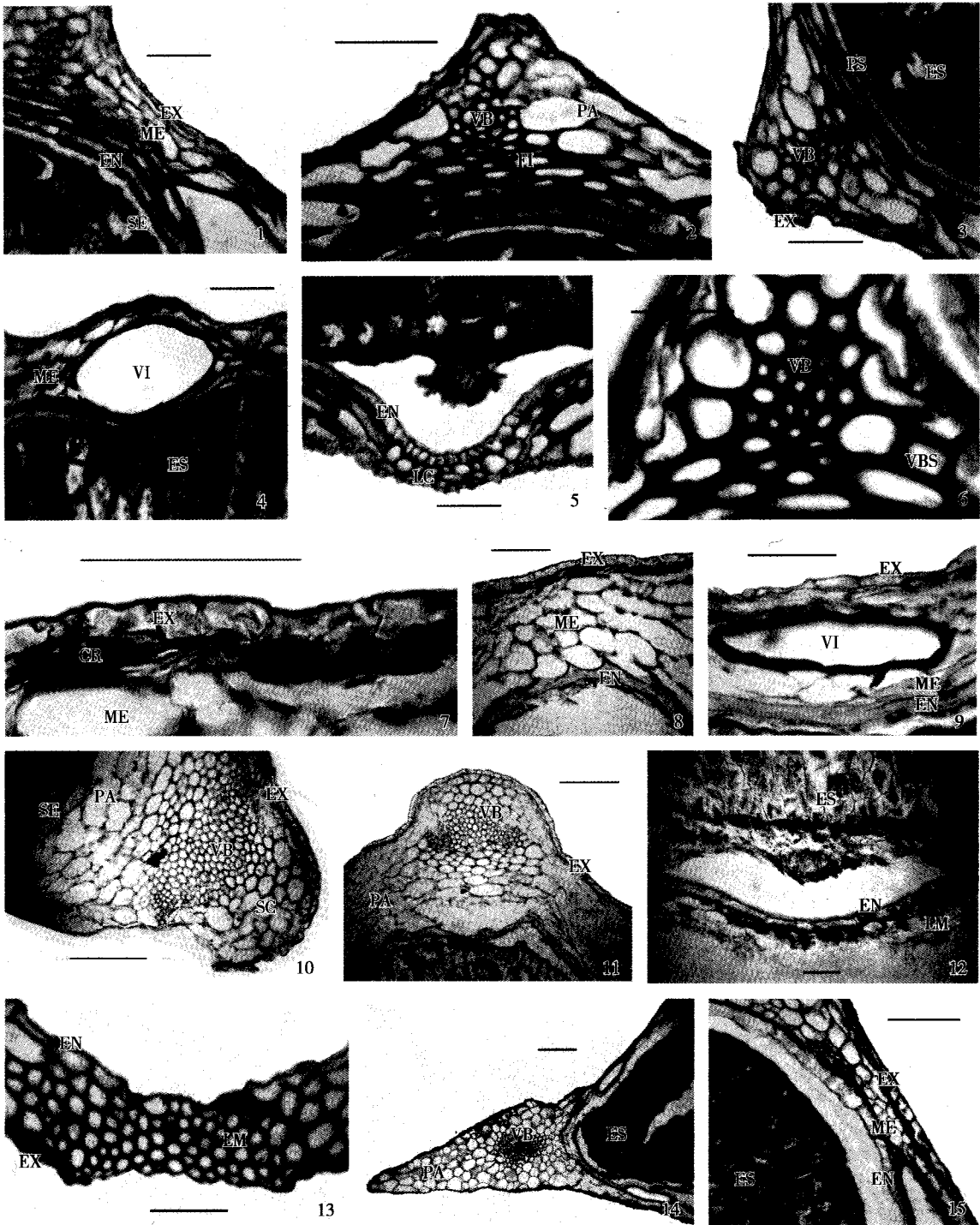
图版 II 1~3. 欧当归果实横切面: 1. 背棱($\times 300$); 2. 棱槽油管($\times 300$); 3. 侧棱维管束($\times 200$). 4~9. 欧防风果实横切面: 4. 背棱($\times 200$); 5. 棱槽果皮($\times 200$); 6. 合生面中部($\times 250$); 7. 合生面油管($\times 250$); 8. 侧棱顶端($\times 200$); 9. 侧棱($\times 30$). 10~15. 苜蓿果实横切面: 10. 背棱($\times 300$); 11. 侧棱顶端($\times 200$); 12. 合生面中部($\times 200$); 13. 棱槽油管($\times 150$); 14. 侧棱基部($\times 200$); 15. 棱槽果皮($\times 250$).

Plate II 1-5. Transection of mericarp of *Levisticum officinale* Koch: 1. dorsal rib ($\times 300$); 2. vallecular vittae ($\times 300$); 3. vascular bundle in marginal rib ($\times 200$). 4-9. Transection of mericarp of *Pastinaca sativa* L.: 4. dorsal rib ($\times 200$); 5. vallecular pericarp ($\times 200$); 6. middle part of commissure ($\times 250$); 7. vittae in commissure ($\times 250$); 8. tip of marginal rib ($\times 200$); 9. marginal rib ($\times 30$). 10-15. Transection of mericarp of *Anethum graveolens* L.: 10. dorsal rib ($\times 300$); 11. tip of marginal rib ($\times 200$); 12. middle part of commissure ($\times 200$); 13. vallecular vittae ($\times 150$); 14. base of marginal rib ($\times 200$); 15. vallecular pericarp ($\times 250$).

CR: 晶体 crystal; CSC: 伴生分泌腔 companion secretory cavity; EN: 内果皮 endocarp; ES: 胚乳 endosperm; EX: 外果皮 exocarp; FI: 纤维细胞 Fibrous cell; LC: 木化细胞 lignified cell; LM: 木质化中果皮 lignified mesocarp; ME: 中果皮 mesocarp; PA: 薄壁细胞组织 parenchyma; PS: 色素带 pigment strip; SC: 厚壁细胞组织 sclerenchymal cell layer; SE: 种皮 seed vessel; VB: 维管束 vascular bundle; VBS: 维管束鞘 vascular bundle sheath; VI: 油管 vittae.

刘芳, 等：中国伞形科5个引种栽培的模式种果实比较解剖学研究
LIU Fang, *et al.* Comparative anatomical study on structural features of mericarp
of 5 type species introduced into China in Apiaceae

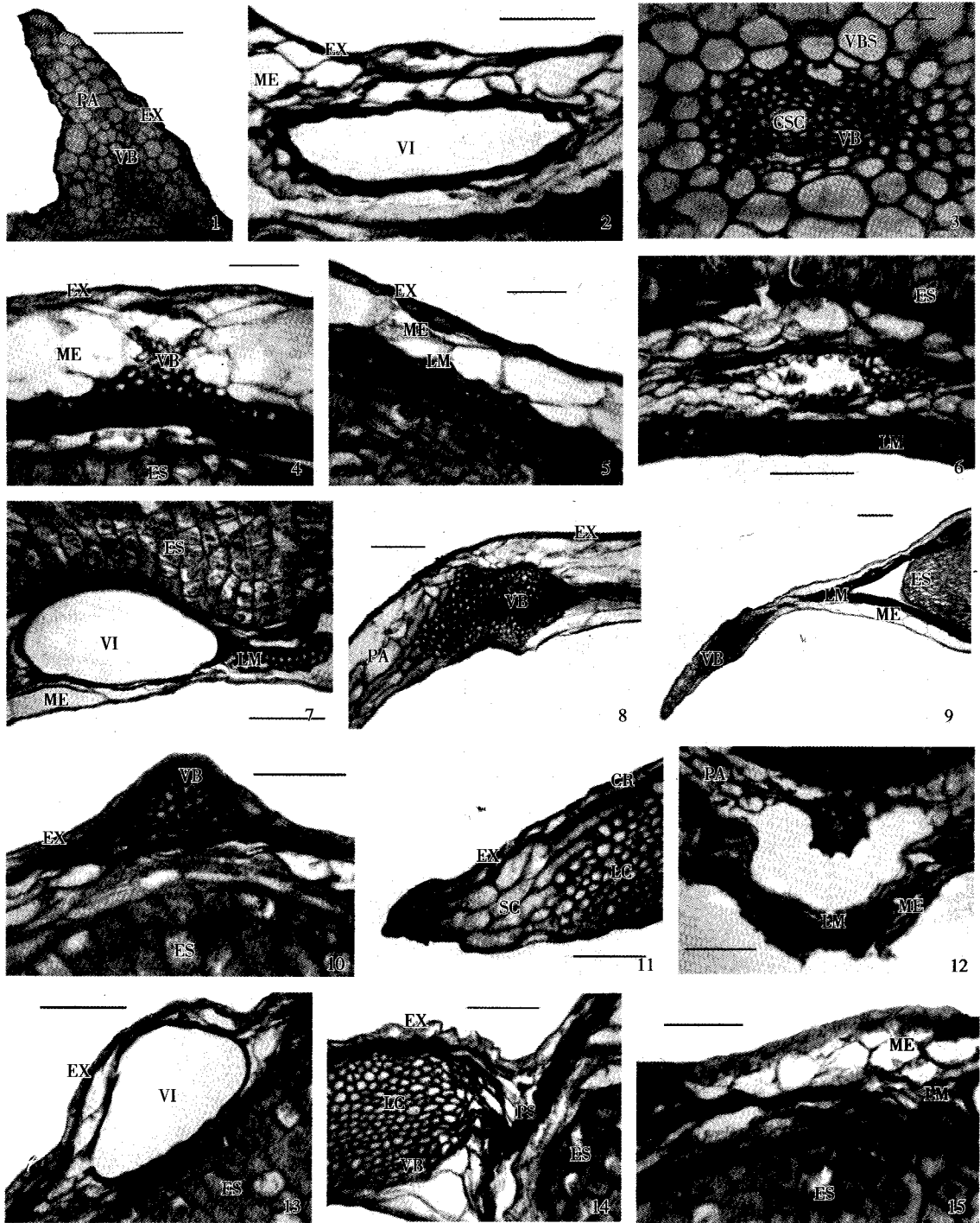
图版 I
Plate I



See explanation of the end of text

刘芳, 等: 中国伞形科5个引种栽培的模式种果实比较解剖学研究
 LIU Fang, *et al.* Comparative anatomical study on structural features of mericarp
 of 5 type species introduced into China in Apiaceae

图版 II
 Plate II



See explanation of the end of text