

中国滇芎属果实解剖特征及分类学意义

蒲高忠, 刘启新^①

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

摘要: 应用比较解剖学方法对国产滇芎属(*Physospermopsis* Wolff)以及瘤果芹属(*Trachydium* Lindl.)和棱子芹属(*Pleurospermum* Hoffm.)共10种植物果实横切面的解剖特征进行了系统研究,比较分析了分生果的压扁程度、果棱大小、果壁各层果皮的特点、油管数目、胚乳形状等,归纳出上述各属果实的解剖特征,同时结合外部形态及花粉特征,将滇芎属果实分为3个类型。结合已有的研究结果,探讨了滇芎属果实的进化趋势以及属下分类和种间关系,并分析了与瘤果芹属和棱子芹属的演化关系,认为滇芎属果实较后二者果实演化程度低。

关键词: 滇芎属;瘤果芹属;棱子芹属;果实;解剖学;演化

中图分类号: Q944.59; Q949.763.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2005)04-0001-06

Comparative anatomical study on the genus *Physospermopsis* fruit from China and its systematic significance PU Gao-zhong, LIU Qi-xin^① (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2005, 14(4): 1-6

Abstract: By means of comparative anatomy method, the anatomical characters of fruit transection of 10 species belonging to 3 genera (*Physospermopsis* Wolff, *Trachydium* Lindl. and *Pleurospermum* Hoffm.) in Apiaceae distributed in China was studied. The dorsal compressed degree of mericarp, the size of rib, specialities of the carpodermis, the number of vittae and the shape of endosperm were compared. According to above anatomical characters, combining with external morphology characters and pollen morphology, the fruits of *Physospermopsis* were divided into three types. The interspecies relationship and fruit evolutionary trend in *Physospermopsis*, as well as the evolutionary relationship among *Physospermopsis*, *Trachydium* and *Pleurospermum* were also discussed. It is suggested that the fruit evolutionary degree of *Physospermopsis* is lower than that of both *Trachydium* and *Pleurospermum*.

Key words: *Physospermopsis* Wolff; *Trachydium* Lindl.; *Pleurospermum* Hoffm.; fruit; anatomy; evolution

滇芎属(*Physospermopsis* Wolff)隶属于伞形科(Apiaceae)芹亚科(Apioideae)美味芹族(Smyrniaceae),约有13种,主要分布于中国,其中约有11种分布于中国横断山区,中国特有种4个^[1]。自Wolff以*Physospermopsis delavayi*(Franch.)Wolff为模式标本建立该属以来,虽然其他种类陆续被发表,但由于该属分类特征难以掌握,因此在与其它属[如棱子芹属(*Pleurospermum* Hoffm.)与瘤果芹属(*Trachydium* Lindl.)]间的界限争议较大,有些种的归属问题也争议较多^[2-10]。有关滇芎属的研究资料多集中于花粉^[1,7]和植物地理学^[8]等方面,以及一些植物学专著对其形态学的简单描述^[2-6,9-12]。伞形科果实由于其结构的独特性和特征的稳定性,历来被分类学家所重视,常将其作为伞形科系统分

类的重要特征之一^[13-16]。有关滇芎属果实特征的研究一直很少,因此,本文开展了滇芎属果实解剖学研究,试图了解该属的果实特征,探讨属内的分类学问题和该属的系统地位,为今后研究该属种间以及属间的系统演化关系提供解剖学依据。

1 材料和方法

实验材料共计3属10种,其中滇芎属

收稿日期: 2005-08-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30370102)

作者简介: 蒲高忠(1980-),甘肃西和人,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

(*Physospermopsis* Wolff) 6种: 全叶滇芎 [*Ph. alepidioides* (Wolff et Hand. -Mazz.) Shan]、楔叶滇芎 (*Ph. cuneata* Wolff)、滇芎 [*Ph. delavayi* (Franch.) Wolff]、紫脉滇芎 [*Ph. rubrinervis* (Franch.) Norman]、丽江滇芎 [*Ph. forrestii* (Diels) Norman]和波棱滇芎 [*Ph. obtusiuscula* (Walli. ex de Candolle) Norman]。另外选择了与该属密切相关的瘤果芹属 (*Trachydium* Lindl.) 2种: 密瘤瘤果芹 (*T. verrucosum* Shan et Pu) 和云南瘤果芹 (*T. kingdon-wardii* Wolff); 棱子芹属 (*Pleurospermum* Hoffm.) 2种: 芷叶棱子芹 (*P. heracleifolium* Franch. ex de Boiss.) 和棱子芹 (*P. camtschaticum* Hoffm.)。凭证标本均存放于江苏省·中国科学院植物研究所

标本馆(NAS)。

实验所用的果实均为成熟果实。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后使用。切片采用常规石蜡切片法, 番红-固绿对染。果实解剖结构特征的观察部位以果实中部横切面为主。所有观察均在光学显微镜下进行, 并进行结构特征描述和显微照相。

2 观察结果

滇芎属以及瘤果芹属和棱子芹属果实的横切面解剖学特征详见表1和图版I。根据观察结果, 将各属果实解剖特征归纳如下。

表1 滇芎属、瘤果芹属和棱子芹属果实横切面解剖特征比较

Table 1 Comparison of anatomical characteristics of transection of *Physospermopsis* Wolff, *Trachydium* Lindl. and *Pleurospermum* Hoffm. fruits

种类 Species	形状 Shape of meri- carp	果棱 形状 Shape of rib	果皮 Carpodermis			胚乳形状 Endosperm shape		油管数 Vittae	
			外果皮 Exocarp	中果皮 Mesocarp	内果皮 Endocarp	腹面 Commissural side	背面 Dorsal side	合生面 Com- mission	棱槽 Valle- cula
滇芎 <i>Ph. delavayi</i>	圆形	微波 隆起	平滑	数层薄壁细 胞, 收缩	细胞方形	深内凹	微隆起	2	2~3
波棱滇芎 <i>Ph. obtusiuscula</i>	五角 形	指状	外拱呈乳突状	5~6层薄壁 细胞	细胞圆形, 呈 乳突状突起	平直	波状隆 起	2~5	2~3
楔叶滇芎 <i>Ph. cuneata</i>	圆形	微波 隆起	外拱呈乳突状	5~7层薄壁 细胞	细胞长方形, 稍大	内凹	明显隆 起	2	2~3
全叶滇芎 <i>Ph. alepidioides</i>	半圆 形	指状	细胞排列整齐, 近 长方形	5~7层薄壁 细胞	已破坏	微内凹	隆起呈 波状	2~4	1~3
丽江滇芎 <i>Ph. forrestii</i>	五角 形	宽三 角形	细胞不规则, 不外 拱	5~6层薄壁 细胞	细胞不规则, 突起呈波状	内凹波 状	隆起呈 波状	4	2~3
紫脉滇芎 <i>Ph. rubrinervis</i>	卵圆 形	指状	细胞不规则, 外拱 呈乳突状	2~3层薄壁 细胞	细胞长方形	微内凹	微隆起	4~6	4~6
密瘤瘤果芹 <i>T. verrucosum</i>	五角 形	三角 形	细胞方形, 不外拱	数层薄壁细 胞	细胞近长方 形	深内凹	微波状 隆起	4~5	2~5
云南瘤果芹 <i>T. kingdon-wardii</i>	近五 角形	宽三 角形	细胞近圆形或方 形, 外拱呈波状	6~7层薄壁 细胞	细胞方形	内凹	隆起呈 波状	4~6	2~3
芷叶棱子芹 <i>P. heracleifolium</i>	宽椭 圆形	指状	外拱呈半圆形, 表 面具厚角质层	有2~3层细 胞, 常收缩	细胞收缩	内凹	波状突 起	2	1
棱子芹 <i>P. camtschaticum</i>	狭卵 形	三角 形	强烈膨胀, 外壁外 拱呈方形, 表面具 厚角质层	3~5层木质 化的细胞	细胞圆柱形, 常收缩	深内凹	微波状 隆起	2	1

2.1 滇芎属果实解剖结构特征

分生果横切面外廓为五角形、五角状半圆形或近圆形, 其果体部分稍为两侧压扁或背腹压扁。有果棱5个, 各棱突起呈指状或宽三角形, 有的种类5个棱均不明显; 有的背棱不明显而侧棱较明显; 有的

5个果棱均很明显。外果皮由1层圆形或方形细胞组成, 其外壁多外拱, 突起成乳突状或波状(如波棱滇芎); 或不外拱(如全叶滇芎、滇芎和丽江滇芎)。中果皮由2至数层细胞组成, 细胞排列紧密。内果皮细胞1层, 圆形或长方形, 环列, 有些种类的细胞

外拱呈乳突状(如波棱滇芎)。中果皮中分布有油管和维管束,油管椭圆形至卵圆形,每棱槽油管2~3,偶见1(如全叶滇芎)或4~6(如紫脉滇芎),合生面油管2~4或4~6;维管束呈圆形,共5个,均位于果棱基部;合生面有种脊维管束1,稍大,卵形或圆形。种皮为1层细胞,其内侧有红棕色色素带。胚乳多为五角形或弯月形,少数呈马蹄形(如楔叶滇芎),下侧的合生面平直或内凹或深内陷,上侧的背面微隆或呈波状,胚乳细胞内淀粉粒较多。

2.2 瘤果芹属果实解剖结构特征(以云南瘤果芹和密瘤瘤果芹为例)

分生果横切面外廓为长椭圆形、五角形,果体两侧扁,果棱较发达,呈三角形或指状。外果皮由1层细胞组成,有乳突状外拱或平直,果壁较厚,外、中和内果皮不分离。中果皮由4~5层细胞组成。油管和维管束分布于中果皮中,各棱槽内有油管2~3(密瘤瘤果芹),合生面有油管4~5,油管均呈长椭圆形至椭圆形。每个果棱基部有1个发达的维管束,近圆形或窄三角形,背棱和中棱维管束几乎充斥于整个中果皮和果棱中;侧棱维管束位于果棱基部;合生面有1个稍小的种脊维管束,呈圆形。内果皮由1层稍大呈方形的薄壁细胞组成,环列。种皮由1层被挤压变形的细胞组成,其内侧无色素带或有1层红褐色色素带。胚乳呈长椭圆形至马蹄形,背部隆起,腹部微外凸(云南瘤果芹)或内凹(密瘤瘤果芹),细胞内有较多颗粒状糊粉粒结晶。

2.3 棱子芹属果实解剖结构特征(以棱子芹和芷叶棱子芹为例)

分生果横切面外廓通常为半圆形,少数种类呈多边形,果体背腹压扁。各果棱均为三角状或指状,侧棱多长于背棱。外果皮通常由1层扁圆形细胞组成,细胞外壁向外拱起或不拱起,呈半圆形或弧形,外壁外侧有角质层或无,果棱基部的外果皮常常向外隆起,与中果皮分离。中果皮细胞通常数层,排列整齐,但有时收缩,油管和维管束分布于其中。油管紧靠外果皮一侧或中果皮中部,每棱槽有油管1~3个,合生面有油管2~6个;每果棱内含有维管束1个,维管束着生在果棱内基部或中部,三角形至近圆形。内果皮细胞1层,长柱形,整齐排列。种皮细胞1层,方形或长方形,细胞内侧常有深色色素沉淀。胚乳内凹,除少数胚乳细胞内有结晶外,大部分胚乳细胞无结晶。

3 分析和讨论

3.1 滇芎属果实解剖结构特征的类型

根据果实解剖结构特征,可将滇芎属的果实分为3个类型:

类型I,果体横切面为圆形;果棱极不明显;胚乳背面微隆起,腹面深内凹;内果皮细胞稍大,方形;合生面油管数2,棱槽内2~3。如滇芎和楔叶滇芎。

类型II,果体横切面为卵形至近圆形;5个果棱明显,均为指状或三角形,其长度从0.22 mm(紫脉滇芎)到0.43 mm(波棱滇芎),依种类不同而有差异;胚乳背面微隆起或有明显的波状隆起,腹面平直或微内凹。如丽江滇芎、紫脉滇芎和波棱滇芎。

类型III,果体横切面为新月状梯形;侧棱明显,指状,长约0.24 mm;背棱不明显,长约0.09 mm;果壁较厚,宽约0.08 mm;油管发达,几乎充满于整个中果皮,棱槽内油管数1;胚乳背面微波状隆起,腹面平直,明显有别于本属的其他种类。此类型仅包含全叶滇芎1个种。

由此可见,滇芎属虽然种类不多,但果实解剖结构的类型却表现出一定的多样性。上述3种类型代表了伞形科中具有中等进化水平的属种的类型,这又是该属的特殊性,值得深入研究。

3.2 滇芎属与邻近属间果实解剖结构的界定

从果实解剖特征看,滇芎属果实果棱不甚明显(少数种类为较明显),横切面五角形、五角状半圆形或近圆形,果壁较窄,外果皮不膨胀。从总体上看,滇芎属种类在果实解剖结构方面呈一定的连续变化,例如果棱由不明显到较明显、油管数目由少到多、胚乳形状由弧形至五角形再到马蹄形等。而瘤果芹属的果实具有果棱(尤其是侧棱)较为发达、果壁较厚、胚乳呈马蹄形、合生面油管数目较多等特征,与滇芎属有明显差异。棱子芹属果实的果棱则非常发达,外果皮膨胀,外表面有发达的角质层,棱槽内油管数为1,显然与滇芎属有差异。

但是滇芎属中有些种类的果实解剖结构又与瘤果芹属和棱子芹属的相近,如全叶滇芎和棱子芹属果实的棱槽内油管数均为1,都比较大,几乎充斥于整个中果皮。全叶滇芎果壁较厚、合生面油管数多(2~4)等特征与瘤果芹属的近似;而波棱滇芎各果棱较长、果壁膨胀等特征又与棱子芹属相近。由此

可见,滇芎属既与其他二属有明显的区别,同时又存在一些共同特征。

3.3 滇芎属内种间关系的探讨

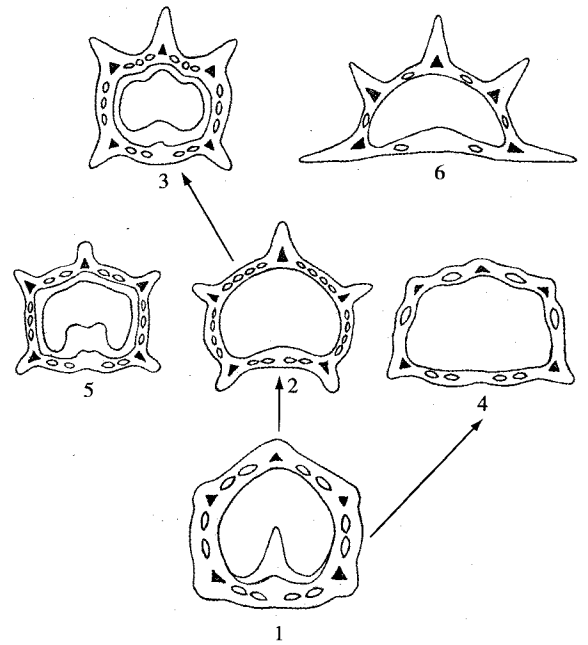
通过比较分析可以看出,一些外部形态相近难以区分的种类,在果实解剖特征上却存在一定的差异,为种间的分类处理提供了一定的依据。如滇芎属中外部形态比较相近的滇芎和紫脉滇芎,其外部形态变化都比较大,变异幅度难掌握,不同学者往往会有不同的观点,难以准确鉴定标本,而滇芎属果实的解剖结构相对来说在种间变异幅度较小,同时滇芎和紫脉滇芎的果实解剖学的特征差别比较明显,如滇芎果棱不明显,油管数目在棱槽内为2~3,合生面为2,胚乳深内凹呈“U”形;紫脉滇芎则果棱比较明显,油管数目在棱槽内为4~6,合生面为4~6,胚乳腹面比较平直呈近半圆形。由此可见,二者在外部形态特征相似难以区分时,在果实内部特征上却有较大的差别,可以很好的对二者加以区分。此外,滇芎属中其他种在果实解剖特征上的区别也是很明显的(见表1和图版I)。同时,有一些种类如云南瘤果芹的归属问题存在较大的争议,一些学者根据外部形态特征分别将其或并入滇芎属的小滇芎 [*Physospermopsis kingdon-wardii* (Wolff) C. Norman]^[3,6]或移入棱子芹属^[4]或保留在瘤果芹属中^[2,5],但结合果实外部形态和解剖特征来看,云南瘤果芹果皮上有瘤状小泡^[5,6],果实横切面五角形,果棱长度与密瘤瘤果芹相近,棱槽内油管数为3,果壁较厚等,这些特征与瘤果芹属中其他种的特征更为相似,而滇芎属果壁均无小瘤,果壁较薄,而棱子芹属的果棱则很发达,因此,作者同意单人骅等的观点^[5],认为将云南瘤果芹并入瘤果芹属更为恰当。

3.4 滇芎属果实的演化趋势

3.4.1 属内果实的演化趋势 根据上述对滇芎属果实解剖特征的研究,参考伞形科其他属的研究资料^[13-16],可以看出,滇芎属的果实结构演化有如下趋势:由果棱不明显到果棱明显;油管数由少到多;外果皮细胞外壁由不拱起到向外不同程度的拱起;角质层由无到有等。

就滇芎属内上述3个果实解剖结构类型而言,表现出明显的原始与进化的演化关系。其中类型I的果棱极不明显,棱槽内油管数不定,外果皮外拱呈乳突状;其基生叶片均为1~2回羽状分裂,羽片3枚,总苞片较短,顶端3浅裂等。综合分析后认为,

类型I可能为较原始的类群。类型II的果棱均比较明显,棱槽内油管多数,果壁较薄;其基生叶片均为1~2回羽状分裂,羽片3枚以上,总苞片较长,顶端羽状分裂;花粉则表现为比较进化的矩形^[1,7],都表现了较为进化的特征,由此可知,类型II可能为本属中较进化的类群。类型III的果实背棱不明显,外果皮细胞不外拱;外部形态为单叶卵状或披针形,不呈羽状分裂;花粉形态为伞形科中较为原始的菱形^[1,7],均表现出了一定的原始性。但类型III的侧棱粗大,果壁加厚,棱槽内油管数固定且为1,又表现出比较进化的特征。由此可知,类型III可能代表了与类型II不同的演化路线。根据上述分析,滇芎属3种果实类型可能具有如图1的演化趋势,这种演化趋势主要表现在果棱发达程度和油管数目2个方面。



1: 滇芎属类型I Type I of *Physospermopsis* Wolff; 2: 滇芎属类型IIa Type IIa of *Physospermopsis*; 3: 滇芎属类型IIb Type IIb of *Physospermopsis*; 4: 滇芎属类型III Type III of *Physospermopsis*; 5: 瘤果芹属 *Trachydium* Lindl.; 6: 棱子芹属 *Pleurospermum* Hoffm.

图1 滇芎属果实演化趋势

Fig. 1 Fruit evolutionary trend of *Physospermopsis* Wolff

3.4.2 属间果实的演化趋势 滇芎属分生果的横切面形状为近圆形或两侧稍压扁,果棱长度不稳定,而瘤果芹属和棱子芹属的则显示出一定程度的背腹压扁,果棱明显,属于较进化的性状,但棱子芹属果实的压扁程度和果壁厚度均低于瘤果芹属而几乎与滇芎属相似,这又表现出此二者之间更为近源。同时滇芎属类型I和II果实的棱槽内油管数较多,瘤

果芹属的油管数不稳定,反映出中间的性质;而滇芎属类型Ⅲ果实与棱子芹属果实的油管数则较少且数目确定,很可能代表了比较进化的类型。滇芎属较为进化的类型Ⅱ的果棱和果壁与棱子芹属相似。

此外,果实解剖特征的研究结果与植物体的其他一些性状反映出的演化路线很相似,如滇芎属的总苞片和小总苞片通常较发达,有的果棱突起,而这些特征与分布于喜马拉雅的棱子芹属相似,花粉形态在两属中也多为菱形^[1];滇芎属的萼齿细小或不明显,棱子芹属的则比较明显,而瘤果芹属的则不明显或无等。这表明,棱子芹属和滇芎属类型Ⅱ更加近缘,可能处于同一个方面的演化路线上,而瘤果芹属和滇芎属中的类型Ⅰ则可能分别代表了另外两条不同的演化路线。

致谢: 李碧媛实验师在果实石蜡切片工作中给予极大的帮助,特此致谢。

参考文献:

- [1] 王萍莉, 溥发鼎. 我国横断山区滇芎属植物花粉形态分化及演化趋势[J]. 云南植物研究, 1992, 14(4): 413-417.
- [2] Wolff H. Umbelliferae asiaticae novae relictiae [A]. Fedde F. Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis [M]. Berlin-Dahlem: Fabeckstrasse Press, 1929. 179-192.
- [3] Norman C. The genus *Trachydium* [J]. Journal of Botany (London), 1938, 76: 229-233.
- [4] Hiroe M. Umbelliferae of Asia (excluding Japan) [M]. Kyoto: Maruzen Company, 1958. 48-51.
- [5] 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. 79-105.
- [6] Wu Zhengyi, Raven P H, Hong Deyuan. Flora of China (14) [M]. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2005. 1-205.
- [7] 舒璞, 余孟兰. 中国伞形科花粉图志[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002. 24.
- [8] 余孟兰, 舒璞. 中国伞形科特有属的区系分析[A]. 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(1987)[C]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1988. 14-22.
- [9] Pimenov M G, Kljuykov E V, Tishkov A A. Taxonomic and floristic novelties in Chinese Umbelliferae from Qomolangma regions (Xizang, the Himalayas) [J]. Acta Phytotax Sin, 1996, 31(1): 1-11.
- [10] Mukherjee P K, Constance L. Umbelliferae (Apiaceae) of India [M]. New Delh: Oxford & IBH Publishing Co. Rt Ltd, 1993. 32-279.
- [11] Pimenov M G, Kljuykov E V, Leonov M V. Taxonomic revision of *Pleurospermum* Hoffm. and related genera of Umbelliferae: General part. I [J]. Feddes Repertorium, 2000, 111(7-8): 499-515.
- [12] Farille M A, Cauwet-Marc A M, Malla S B. Apiaceae Himalayenses III [J]. Candolle, 1985, 40: 509-562.
- [13] 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.
- [14] 刘启新, 惠红, 潘泽惠, 等. 中国伞形科天胡荽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(3): 1-7.
- [15] 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.
- [16] 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, 1988, 20(3): 295-302.

图版说明 Explanation of Plate

图版 I 1. 滇芎全形。2~4. 楔叶滇芎: 2. 全形; 3. 油管和外表皮; 4. 中棱。5~7. 全叶滇芎: 5. 全形; 6. 油管、中果皮和外表皮; 7. 中棱。8. 波棱滇芎全形。9~10. 紫脉滇芎: 9. 全形; 10. 中棱。11~13. 丽江滇芎: 11. 全形; 12. 油管和外表皮; 13. 内果皮。14~15. 云南瘤果芹: 14. 全形; 15. 外表皮。16~18. 密瘤瘤果芹: 16. 全形; 17. 油管、中果皮和外表皮; 18. 中棱。19~20. 棱子芹: 19. 全形; 20. 外表皮。21~22. 茫叶棱子芹: 21. 全形; 22. 膨胀的外果皮、油管和果皮。

Plate I 1. Transection of mericarp of *Physospermopsis delawayi*. 2-4. Transection of mericarp of *Ph. cuneata*; 2. mericarp; 3. vittae and exocarp; 4. median rib. 5-7. Transection of mericarp of *Ph. alepidioides*; 5. mericarp; 6. vittae, mesocarp and exocarp; 7. median rib. 8. Transection of mericarp of *Ph. obtusiuscula*. 9-10. Transection of mericarp of *Ph. rubrinervis*; 9. mericarp; 10. median rib. 11-13. Transection of mericarp of *Ph. forrestii*; 11. mericarp; 12. vittae and exocarp; 13. endocarp. 14-15. Transection of mericarp of *Trachydium kingdon-wardii*; 14. mericarp; 15. exocarp. 16-18. Transection of mericarp of *T. verrucosum*; 16. mericarp; 17. vittae, mesocarp and exocarp; 18. median rib. 19-20. Transection of mericarp of *Pleurospermum camtschaticum*; 19. mericarp; 20. exocarp. 21-22. Transection of mericarp of *P. heracleifolium*; 21. mericarp; 22. sorely bulging exocarp, vittae and mesocarp.

Ex: 外表皮 Exocarp; Me: 中果皮 Mesocarp; En: 内果皮 Endocarp; Mr: 中棱 Median rib; Vi: 油管 Vittae; Vb: 维管束 Vascular bundle; Es: 胚乳 Endosperm.

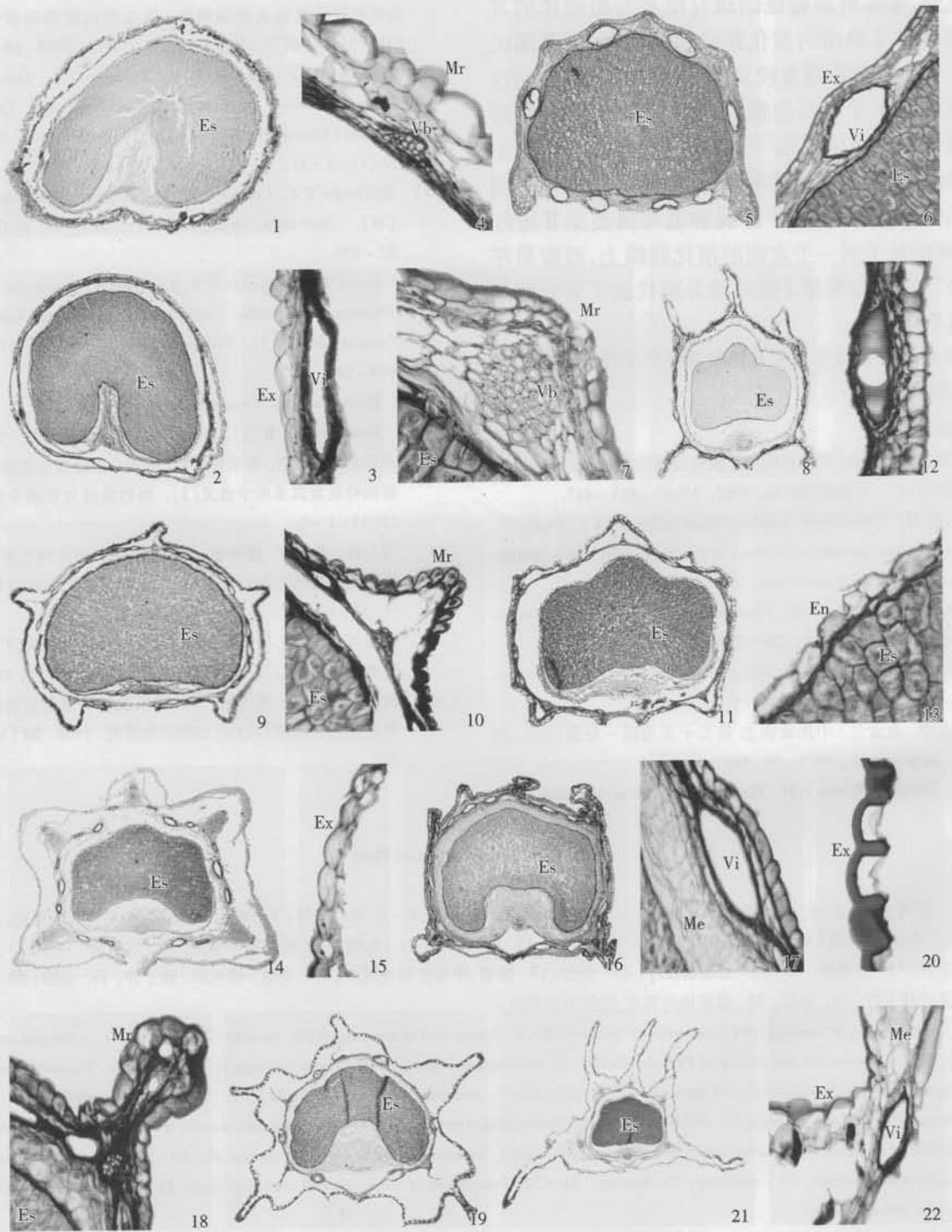
(责任编辑: 惠红)

蒲高忠, 等: 中国滇芎属果实解剖特征及分类学意义

图版 I

PU Gao-zhong, et al: Comparative anatomical study on the genus *Physospermopsis* fruit from China and its systematic significance

Plate I



See the explanation at the end of the text