

中国伞形科变豆菜亚科的果实 解剖特征及其系统学意义

刘启新, 惠红, 李碧媛, 潘泽惠

(江苏省植物研究所, 江苏南京 210014)
中国科学院

摘要: 对中国伞形科变豆菜亚科(Saniculoideae)2属(变豆菜属 *Sanicula* L.和刺芹属 *Eryngium* L.)13种植物的果实形态结构进行了比较解剖学观察,从果实横切面形状及其合生面宽度、外果皮和中果皮外突所呈皮刺和鳞片或瘤状体的形态及皮刺中木化厚壁细胞组织的分布、外果皮细胞形状及其角质层厚度、中果皮细胞层数和结晶体类型及分布、色素块沉积、伴生分泌管和油管的大小及分布等方面对上述各属种进行了观察和分析,归纳出各属的果实解剖特征,探讨了属间演化水平,认为刺芹属果实较变豆菜属果实演化程度高。结合已有的研究结果,讨论了该亚科与伞形科天胡荽亚科(Hydrocotyloideae)间的区别及其演化关系。

关键词: 变豆菜亚科;变豆菜属;刺芹属;果实;解剖

中图分类号: Q949.763; Q944.59 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2002)04-0001-08

Comparative anatomical studies on the fruits of Saniculoideae in China (Umbelliferae) and its systematic significance LIU Qi-xin, HUI Hong, LI Bi-yuan, PAN Ze-hui (Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2002, 11(4): 1-8

Abstract: The comparative anatomical characters of the fruits of 13 species belonging to 2 genera (*Sanicula* L. and *Eryngium* L.) in Saniculoideae distributed in China was reported. According to the shape of mericarp in transection and the width of commissure, covered with aculei, scales or tubercles on peel, whether or not to have lignified cell layers in aculei, the cell shape of exocarp and cuticle thickness, the numbers of cell layers, the morphology and distribution of crystals and whether or not to have pigment granule in mesocarp, as well as the size and distribution of companion secretory canals and oil tubes, combining with the external characters, the distinctions and evolutionary relationships between *Sanicula* L. and *Eryngium* L. were discussed. It is suggested that the fruit evolutionary degree of *Eryngium* L. is higher than that of *Sanicula* L. The distinction of fruit anatomical characters and evolutionary relationship between Hydrocotyloideae and Saniculoideae were also discussed.

Key words: Saniculoideae; *Sanicula* L.; *Eryngium* L.; fruit; anatomy

变豆菜亚科(Saniculoideae)在中国伞形科(Umbelliferae)植物中是一个较小的类群^[1]。变豆菜亚科约有9属,全球广布,我国有2属,即变豆菜属(*Sanicula* L.)和刺芹属(*Eryngium* L.)。变豆菜属全世界约39种^[2],我国有17种4变种^[3,4],其中12种4变种为我国特有。刺芹属全世界约230~250种,广布于热带和温带,我国仅有2种^[1]。

植物解剖学是研究植物系统演化关系的重要工具,解剖结构资料是建立植物类群的分类系统和探讨类群系统发育的重要依据之一。在伞形科中,由于其果实结构的独特性和稳定性,对系统演化及分

类的研究很有价值^[5-9],因此大部分的分类系统的建立都将果实形态及其结构性状作为重要基础^[10,11]。有关变豆菜亚科的果实解剖结构,至今尚未见有系统的研究,对于该亚科较为丰富的我国特有种类,至今也未开展过解剖学研究。因此开展其果实解剖的比较研究,可为探讨我国伞形科变豆菜

收稿日期: 2002-08-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39870071)和中国科学院生物区系特别支持项目

作者简介: 刘启新(1958-),男,安徽合肥人,硕士,研究员,主要从事植物系统与进化及资源植物研究。

亚科内部的属间以及与其他亚科间的系统及演化关系提供可靠的解剖学依据。

1 材料和方法

实验种类为分布于我国的伞形科变豆菜亚科2属13种类,其中变豆菜属(*Sanicula* L.)11种:1.川滇变豆菜(*S. astrantiifolia* Wolff ex Kretsch)、2.中华变豆菜(*S. chinensis* Bunge)、3.天蓝变豆菜(*S. coerulescens* Franch.)、4.软雀花(*S. elata* Hamilt.)、5.鳞果变豆菜(*S. hacquetioides* Maxim.)、6.薄片变豆菜(*S. lamelligera* Hance)、7.直刺变豆菜(*S. orthacantha* S. Moore)、8.台湾变豆菜(*S. petagnioides* Hayata)、9.红花变豆菜(*S. rubriflora* Fr. Schmidt.)、10.锯齿变豆菜(*S. serrata* Wolff)、11.天目变豆菜(*S. tienmuensis* Shan et Constance);刺芹属(*Eryngium* L.)2种:1.刺芹(*E. foetidum* L.)、2.扁叶刺芹(*E. planum* L.)。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)。

实验材料为成熟的果实。实验方法同文献[12]。果实解剖结构特征主要观察果实中部横切面。在光学显微镜下进行观察、描述和显微照相。

2 结果与讨论

变豆菜亚科2属13种的果实解剖结构及其特点见表1及图版I、II和III。根据上述不同种类的解剖结构观察结果,现将我国变豆菜亚科及其属间的解剖特征概述如下。

2.1 变豆菜属果实解剖结构

果实几不压扁,分生果横切面近圆形,稀椭圆状圆形或近卵形。

外果皮由1层略压扁或不规则圆形的薄壁细胞组成,外壁常具乳突状突起。外果皮和中果皮外突呈皮刺或突起,皮刺或长或短、直伸或带钩,稀为鳞片状。皮刺内常有木化纵长形厚壁组织。

中果皮由近圆球形或形状不规则的薄壁细胞构成,3~8层,少数种类可达15~18层(如鳞果变豆菜*Sanicula hacquetioides* Maxim.),稀为木化程度很高的厚壁细胞组成(如天蓝变豆菜*S. coerulescens* Franch.)。中果皮内常散布有大小不等的放射状簇晶。果棱较小,明显小于皮刺或突起,常不易区分。

内果皮为1层较扁或柱形薄壁细胞组成,与果实纵轴平行排列。

果棱5个,或不明显,维管束5个,或不显著。伴生分泌管5个,近等大,或两侧者大(如中华变豆菜*S. chinensis* Bunge),有时无(如直刺变豆菜*S. orthacantha* S. Moore),分泌细胞10~14个。棱槽内无油管。

2.2 刺芹属果实解剖结构

果实为不显著的两侧压扁或背腹压扁,分生果横切面球形或椭圆形。

外果皮由1层近圆形的薄壁细胞组成,外壁稍外弓或具乳突状突起,覆盖有角质层。外果皮和中果皮外突呈短而直的皮刺或瘤状突起。

中果皮由3~7层薄壁细胞构成,其内散布有少量簇晶(如扁叶刺芹*Eryngium planum* L.)。

内果皮1层,由长圆形或略扁的薄壁细胞组成,与果实纵轴平行排列,有时含有色素(如刺芹*E. foetidum* L.)。

果棱不显著或明显,维管束5个,小,位于中果皮内侧。伴生分泌管5个,分泌细胞10~12个,有时侧棱分泌管较大(如扁叶刺芹);每棱槽内有油管各1个,合生面油管2个。

2.3 变豆菜亚科属间果实解剖结构的异同及其演化水平

变豆菜属和刺芹属果实解剖结构的共同点为:分生果横切面几乎不压扁,常呈圆形或近圆形,合生面狭窄,近平直。果实外、中和内3层果皮常由薄壁细胞组成(天蓝变豆菜除外)。外果皮细胞常具乳突状突起,具较厚的角质层。外果皮和中果皮均向外突起,呈密被的皮刺、鳞片或瘤状突起。内果皮细胞1层,沿果实纵轴方向排列,果棱有伴生分泌管5个,分泌细胞较多,10~14个。

它们的果实解剖结构的区别为:变豆菜属果实表面有皮刺或鳞片状突起,若为皮刺,其内布满木化纤维状细胞,中果皮常散布有簇晶,常与皮刺内延伸出的木化厚壁组织混生,难于区分,棱槽内无油管。而刺芹属果实为不明显的两侧压扁或背腹压扁,表面仅具瘤状或鳞片状突起,其内无木化厚壁组织,中果皮内无或有少量簇晶,棱槽内有油管1个,合生面有油管2个。

根据伞形科果实两侧压扁至背腹压扁、中果皮突起或皮刺中具有木化的厚壁组织至无厚壁组织、

表1 伞形科变豆菜亚科果实横切面解剖性状
Table 1 Anatomical characters of transsections of fruit in Saniculoideae of Umbelliferae in China

种类 Species	外形 Shape	果皮 Carpodermis				果棱 Rib	维管束 Vascular bundle	伴生分泌管 Companion secretory canal	油管 Oil canal
		外果皮 Exocarp	中果皮	内果皮	棱间 Between ribs				
			细胞层数 No. of cell layers	Mesocarp					
川滇变豆菜 <i>Sanicula astrantiifolia</i>	近圆形	1层,细胞略扁,外被带钩皮刺,皮刺内布满纵长的木化厚壁细胞	5~7层薄壁细胞	簇晶,大小不等	1层,柱形薄壁细胞,环形排列	不明显	5个,幼时明显,果熟时与棱内延伸的木化细胞相混	不明显	无
中华变豆菜 <i>S. chinensis</i>	近圆形	1层,细胞具乳突,皮刺内满布纵长的木化细胞	约5层薄壁细胞	少量簇晶	1层,柱形薄壁细胞,环形排列	明显,棱上皮刺特长	5个,幼时明显,果熟时与棱内延伸的木化细胞相混	5个,两侧者特别大而显著	无
天蓝变豆菜 <i>S. coenulescens</i>	近圆形	1层,细胞具乳突,皮刺内具木化的厚壁细胞	多层,全为木化的厚壁细胞	少量簇晶,大小不一,形状各异。晶细胞圆形	受挤压,不清	不明显	5个,幼时明显,果熟时与棱内延伸的木化细胞相混	5个,大小近等	无
软雀花 <i>S. elata</i>	圆形	1层,细胞不规则圆形或长圆形,具乳突,表面有钩状长皮刺,皮刺内具木化的厚壁细胞	数层薄壁细胞	少量簇晶	1层,较扁,由薄壁细胞组成,呈环形排列	可见	5个,不明显	5个,较发达	无
鳞果变豆菜 <i>S. hacquetioides</i>	近圆形	1层,细胞略扁,表面有长圆或宽长圆形突起,无木化厚壁细胞	15~18层薄壁细胞	少量簇晶	1层,较扁,由薄壁细胞组成,呈环形排列	不明显	5个,外侧呈角状	5个,小,明显或不明显	无
薄片变豆菜 <i>S. lamelligera</i>	圆形	1层,细胞略扁或具乳突,表面具短而直皮刺,内有木化的厚壁细胞	5~8层薄壁细胞	大量簇晶	1层,由扁而薄的细胞组成,环形排列	明显	5个,不明显	5个,较大,分泌细胞10~12个	无
直刺变豆菜 <i>S. orthacantha</i>	圆形	1层,细胞略扁或具乳突,表面具短而直皮刺,主棱部位皮刺长,皮刺中具有一团木化厚壁组织	8~12层薄壁细胞	簇晶,长卵形	1层,由很扁的细胞组成,环状排列	明显	5个,不明显	5个,熟时不明显,分泌细胞10~14个	无
台湾变豆菜 <i>S. petagnioides</i>	近椭圆形	1层,细胞具尖乳突,表面具短而直皮刺,皮刺内有纵长的木化细胞	3~5层薄壁细胞	少量簇晶	挤压,不清楚	明显	5个,不明显	5个,中等大小	无
红花变豆菜 <i>S. rubriflora</i>	近圆形	1层,细胞为不规则的半圆形,表面具短而厚的鳞片,鳞片顶端具弯钩,无木化细胞	数层薄壁细胞	大量簇晶	1层,由长方形细胞组成	不明显	5个,不明显	5个,较大	无
锯齿变豆菜 <i>S. serrata</i>	卵圆形	1层,细胞具略尖的乳突,表面有较长的直刺或鳞片状突起	数层薄壁细胞	近长圆形簇晶	挤压,不清	不明显	5个,不明显	5个,明显或不明显	无
天目变豆菜 <i>S. tienmuensis</i>	近圆形	1层,细胞乳突状,表面具狭长形、长短不等的突起	数层薄壁细胞	少量的簇晶,较多的小油滴。	挤压,不清	不发达	5个,较发达	不明显	无
刺芹 <i>Eryngium foetidum</i>	背腹压扁,近球形	1层,细胞圆形或半圆形,表面具少量瘤状突起,无木化细胞	5~7层薄壁细胞	无	1层,由长方形细胞组成,环状排列	不发达	5个,不明显	5个,分泌细胞10~12个	每棱槽1个
扁叶刺芹 <i>E. planum</i>	背腹压扁,椭圆形	1层,细胞乳突状,表面具刺毛状突起	3~4层薄壁细胞	极少量的簇晶	1层,由略扁的细胞组成,环状排列	不明显	5个,不发达	5个,分泌细胞10~12个	每棱槽1个

以及棱槽内无油管至发育出油管等方面的特征,从演化趋势来看,无疑刺芹属果实较变豆菜属果实演化程度高。

2.4 变豆菜亚科与天胡荽亚科果实解剖结构的比较及其演化水平

最近作者曾研究了分布于我国的伞形科天胡荽亚科(Hydrocotyloideae)3个属(天胡荽属 *Hydrocotyle* L.、积雪草属 *Centella* L. 和马蹄芹属 *Dickinsia* Franch.)的果实解剖结构特征^[12]。与本文所研究的变豆菜亚科相比较,可以看出这2个亚科中我国种类的果实解剖结构共同特点。就它们的分生果横切面而言,产于我国的全部5个属的果实中部横切面为椭圆形、圆形、近圆形或近半圆形;从它们的分生果的压扁方式来看,有未压扁、两侧压扁和背腹压扁3种果实压扁类型,这在一定程度上包括了伞形科植物的所有果实压扁类型;它们的果棱常不显著;中果皮常散布有或多或少的结晶体;果棱中均有伴生分泌管5个,油管不发达。

但是这2个亚科也具有明显的区别。天胡荽亚科的果壁较为平滑,而变豆菜亚科的果壁外侧常密生或长或短的皮刺,或为鳞片状及瘤状突起,皮刺内常有径向分布的木化厚壁组织。在外果皮方面,天胡荽亚科的外果皮细胞平滑,不向外突起;变豆菜亚科的外果皮细胞则常有乳突状突起。在中果皮方面,天胡荽亚科的中果皮外侧为薄壁细胞组织,并且散布有单晶及色素块,但靠近内果皮的内侧则常木化增厚,细胞以横向走向为主;变豆菜亚科的中果皮基本上以薄壁组织细胞为主,散布有少量簇晶。在内果皮方面,天胡荽亚科内果皮由2~7层木化纤维状细胞组成,各层细胞排列常不定向,相互平行、垂直或呈人字形排列;而变豆菜亚科仅由1层薄壁细胞组成,沿果实纵轴方向排列。在分泌管方面,天胡荽亚科果棱的伴生分泌管小,分泌细胞5~6;变豆菜亚科果棱的伴生分泌管则较大,分泌细胞10~14。在油管方面,天胡荽亚科的果实无油管;而变豆菜亚科的果实开始出现油管(如刺芹属)。

从果实解剖特征来看,2个亚科的特征显著,区

别清楚,界限分明,为伞形科亚科间的分类提供了主要的果实解剖学依据,也可作为分类的有效手段。

通常人们认为伞形科植物是由五加科(Aaliaceae)的祖先类群演化发展而来的,而天胡荽亚科具有木化程度较高的果皮这一特征,在解剖结构上更接近于五加科具坚硬内果皮的核果结构,因而可以推论天胡荽亚科较变豆菜亚科原始,更接近其祖先类型而处于一个较低的演化水平。

参考文献:

- [1] 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. 12-67.
- [2] Shan Renhwa, Constance L. The Genus *Sanicula* (Umbelliferae) in the Old World and the New [M]. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1951.
- [3] 单人骅,溥发鼎. 中国伞形科新分类群(三)[J]. 植物分类学报, 1989, 27(1): 62-67.
- [4] 余孟兰,刘正宇. 变豆菜属二新种[J]. 植物分类学报, 1991, 29(5): 469-473.
- [5] Tseng C C. Anatomical Studies of Flower and Fruit in the Hydrocotyloideae (Umbelliferae) [M]. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1967.
- [6] 秦慧贞,袁昌齐,李碧媛,等. 中国当归属及其邻近四属的果实比较解剖[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(1984-1985)[C]. 南京:江苏科学技术出版社, 1986. 6-13.
- [7] 秦雪梅,沈观冕. 新疆阿魏属及其相近属间的分类学研究[J]. 干旱区研究, 1990. 7(4): 23-33.
- [8] 何兴金,王幼平. 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.
- [9] Lee B Y, Levin G A, Downie S R. Relationships within the spiny-fruited Umbellifers (Scandiceae subtribes Daucinae and Torilidinae) as assessed by phylogenetic analysis of morphological characters [J]. Systematic Botany, 2001, 26: 622-642.
- [10] Drude O. Umbelliferae [A]. Engler A, Prantl K. Die Naturlichen Pflanzenfamilien 3(8) [M]. Leipzig: Verlag von Wilhelm Engmann, 1898. 116-145.
- [11] Pimenov M G, Leonov M V. The Genera of the Umbelliferae [M]. Kew: Royal Botanic Gardens, 1993.
- [12] 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.

图版说明 Explanation of Plates

图版 I 1-3. 刺芹: 1. 全形示果皮瘤状突起; 2. 中果皮、色素沉积和内果皮; 3. 棱槽油管及胚乳。4-7. 扁叶刺芹: 4. 全形示刺毛状突起; 5. 棱槽油管及中果皮簇晶; 6. 具孔突的外果皮细胞及果棱维管束; 7. 侧棱维管束和伴生分泌管。8-11. 川滇变豆菜: 8. 全形; 9. 带钩皮刺及其内的木化厚壁组织; 10. 果棱维管束和内果皮; 11. 中果皮簇晶及内果皮。

Plate I 1-3. Transsection of mericarp of *Eryngium foetidum* L.: 1. mericarp with tubercle-projections on peel; 2. mesocarp, pigment granule and endocarp; 3. oil tube in rib valleculae and endosperm. 4-7. Transsection of mericarp of *Eryngium planum* L.: 4. mericarp with spinate-projections on peel; 5. oil tube in rib valleculae and cluster-crystals in mesocarp; 6. exocarp cell with papillas, rib vascular bundle; 7. marginal rib vascular bundle and companion secretory canal. 8-11. Transsection of mericarp of *Sanicula astantifolia* Wolff ex Kretsch: 8. mericarp; 9. hooked aculei with lignified sclerenchyma in it; 10. rib vascular bundle and endocarp; 11. cluster-crystals in mesocarp and endocarp.

图版 II 1-3. 薄片变豆菜: 1. 全形示狭窄的合生面; 2. 中果皮簇晶及大型伴生分泌管; 3. 具厚角质层的外果皮、皮刺及其内的木化厚壁组织。4-6. 中华变豆菜: 4. 全形示顶端尖锐的皮刺及其内的木化厚壁组织, 大型侧生伴生分泌管; 5. 具孔突的外果皮细胞及厚的角质层; 6. 大型皮刺及伴生分泌管。7-8. 红花变豆菜: 7. 全形示带钩的鳞片状突起及大型伴生分泌管; 8. 具厚角质层的外果皮、侧棱及狭窄的合生面。9-10. 天蓝变豆菜: 9. 全形示大小不等的皮刺及其内的木化厚壁组织; 10. 具孔突的外果皮细胞、皮刺及中果皮中的簇晶和伴生分泌管。

Plate II 1-3. Transsection of mericarp of *S. lamelligera* Hance: 1. mericarp with narrow commissure; 2. cluster-crystals in mesocarp and large companion secretory canals; 3. exocarp with thick cuticle, aculei with lignified sclerenchyma. 4-6. Transsection of mericarp of *Sanicula chinensis* Bunge: 4. mericarp showing aculei with acuminate end and lignified sclerenchyma, large lateral companion secretory canals; 5. exocarp with papillas and thick cuticle; 6. large aculei and companion secretory canal. 7-8. Transsection of mericarp of *S. rubriflora* Fr. Schmidt.: 7. mericarp showing scales with hooked end and large companion secretory canals; 8. exocarp with thick cuticle, lateral rib, narrow commissure. 9-10. Transsection of mericarp of *S. coerulea* Franch.: 9. mericarp showing aculei with lignified sclerenchyma; 10. exocarp with papillas, cluster-crystals in aculei and mesocarp, companion secretory canal.

图版 III 1-2. 鳞果变豆菜: 1. 全形; 2. 鳞片突起的外果皮细胞。3. 天目变豆菜全形。4-6. 软雀花: 4. 全形示5个果棱和大小不等具木化厚壁组织的皮刺; 5. 皮刺、内果皮和胚乳; 6. 具孔突, 形状不规则的外果皮细胞, 伴生分泌管。7-8. 直刺变豆菜: 7. 全形; 8. 皮刺、果棱、维管束。9-10. 台湾变豆菜: 9. 全形示薄的果皮; 10. 侧棱和中棱间的皮刺。

Plate III 1-2. Transsection of mericarp of *S. hacquetioides* Maxim.: 1. mericarp; 2. scales on peel and exocarp cells. 3. Transsection of mericarp of *S. tienmuensis* Shan et Constance. 4-6. Transsection of mericarp of *S. elata* Hamilt.: 4. mericarp showing five ribs and aculei with lignified sclerenchyma; 5. aculei, endocarp and endosperm; 6. exocarp with papillas and irregular shape cells, companion secretory canal. 7-8. Transsection of mericarp of *S. orthacantha* S. Moore: 7. mericarp; 8. aculei, rib and vascular bundle. 9-10. Transsection of mericarp of *S. petagnoides* Hayata: 9. mericarp with thin peel; 10. aculei between lateral rib and intermediate rib.

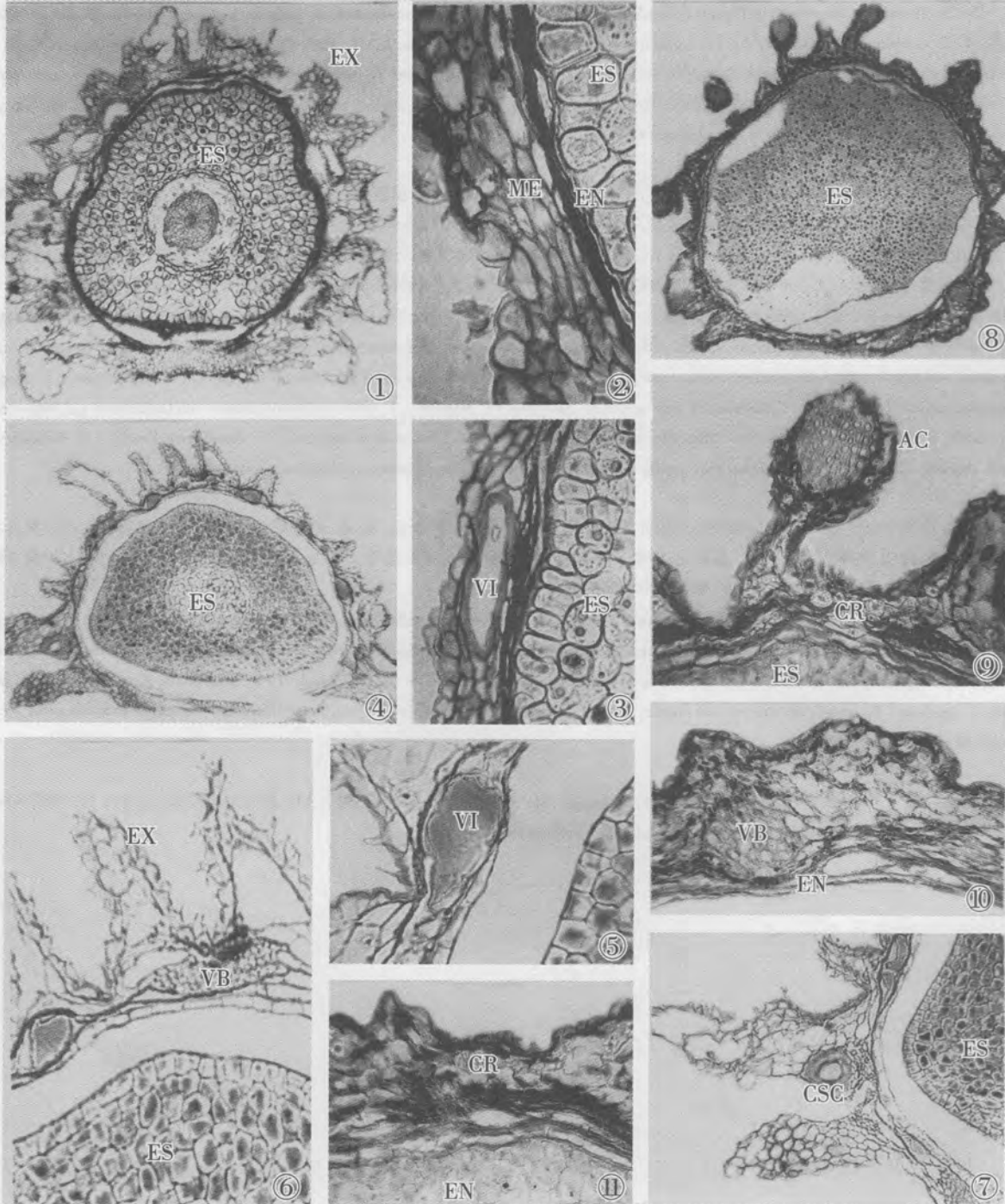
EX: 外果皮 exocarp; ME: 中果皮 mesocarp; EN: 内果皮 endocarp; RI: 果棱 rib; AC: 皮刺 aculei; VB: 维管束 vascular bundle; VI: 油管 vitta; CR: 晶体 crystal; CSC: 伴生分泌管 companion secretory canal; ES: 胚乳 endosperm

刘启新等:中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义

图版 I

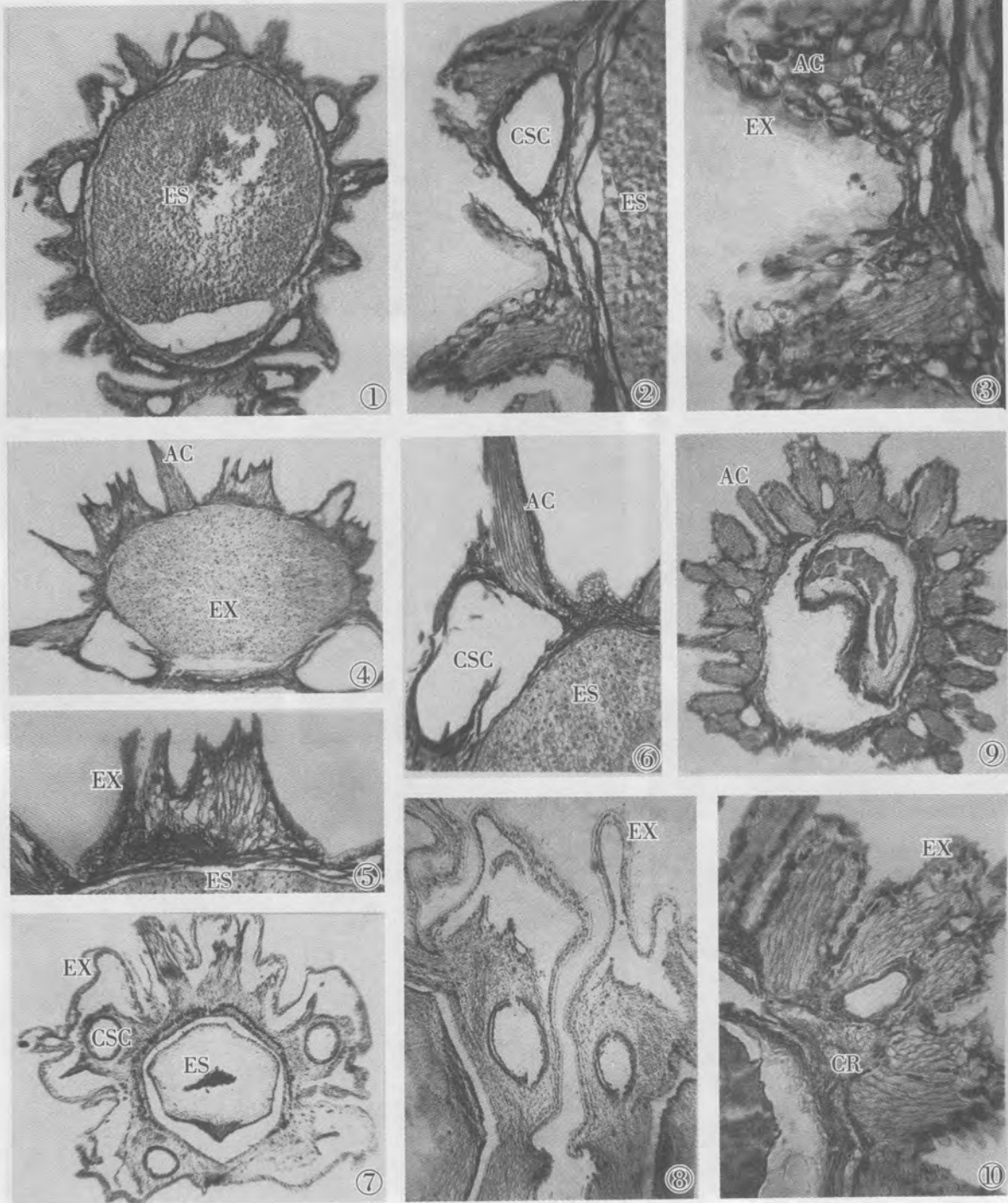
LIU Qi-xin *et al*: Comparative anatomical studies on the fruits of Saniculoideae in China (Umbelliferae) and its systematic significance

Plate I



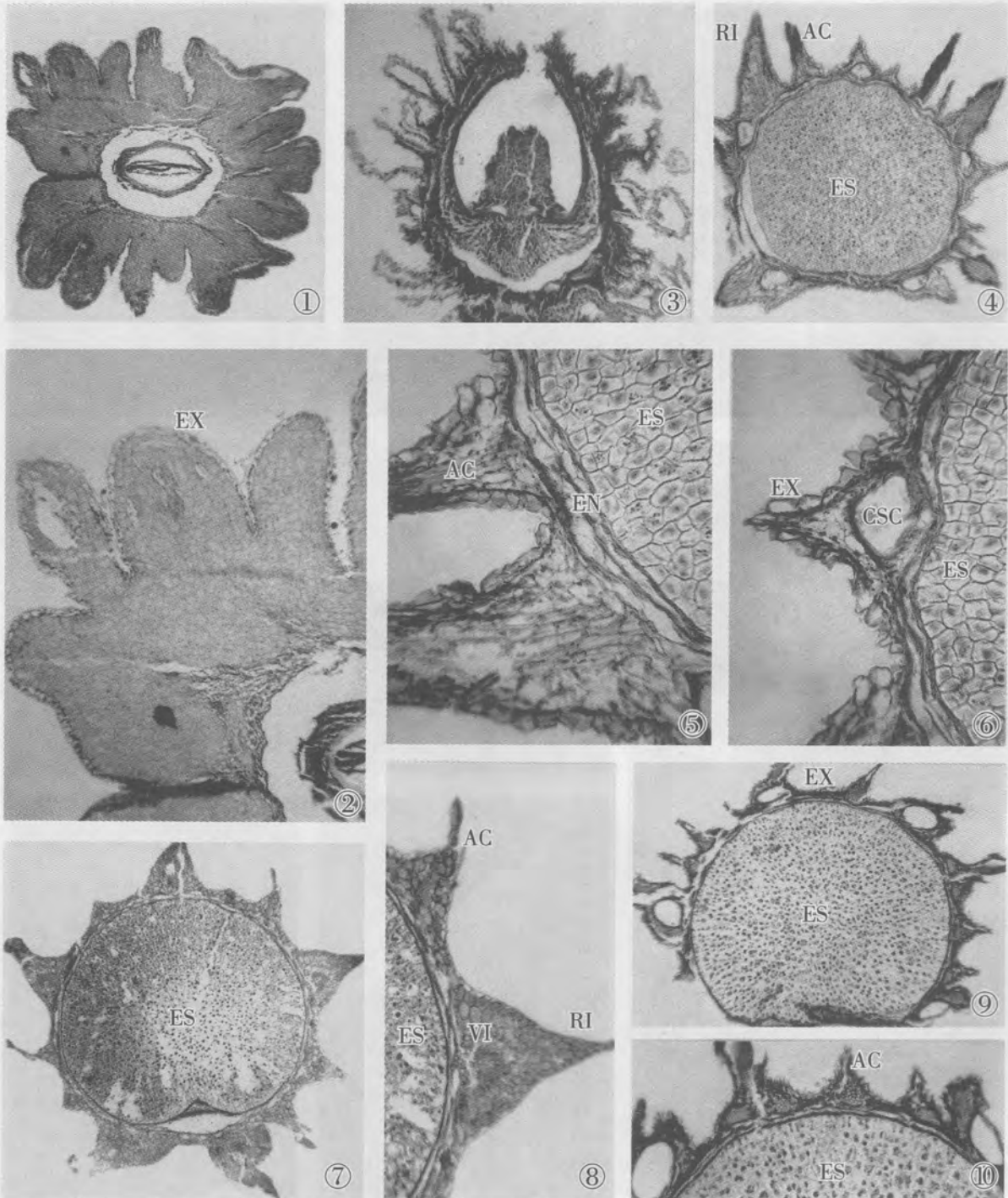
See the explanation of the end of text

刘启新等:中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义 图版 II
 LIU Qi-xin *et al*: Comparative anatomical studies on the fruits of Saniculoideae
 in China (Umbelliferae) and its systematic significance Plate II



See the explanation of the end of text

刘启新等: 中国伞形科变豆菜亚科的果实解剖特征及其系统学意义 图版 III
LIU Qi-xin *et al*: Comparative anatomical studies on the fruits of Saniculoideae in China (Umbelliferae) and its systematic significance Plate III



See the explanation of the end of text