

滇芎属与瘤果芹属果实表面微形态特征及其分类学意义

蒲高忠^{1,2}, 刘启新^{1,①}

(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;
2. 广西壮族自治区·中国科学院广西植物研究所, 广西 桂林 541006)

摘要: 对中国伞形科滇芎属(*Physospermopsis* Wolff)和瘤果芹属(*Trachydium* Lindl.) 12个种的果实表面微形态特征进行了扫描电镜比较观察。根据果实棱槽、外果皮细胞轮廓和蜡质纹饰的特征,这2个属的果实表面微形态可划分为3种类型:1)棱槽平滑-外果皮细胞轮廓不可见-无或少蜡质纹饰型;2)棱槽具瘤-外果皮细胞轮廓不可见-蜡质纹饰近平直或线纹型;3)棱槽粗糙-外果皮细胞呈4~6边形-蜡质纹饰波纹或网纹型。在此基础上,结合形态学特征探讨了滇芎属与瘤果芹属之间的关系和属下种间关系。

关键词: 滇芎属; 瘤果芹属; 伞形科; 果实; 微形态特征

中图分类号: Q949.763; Q944 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2006)03-0001-06

The micromorphological features of pericarp surface of *Physospermopsis* and *Trachydium* (Apiaceae) in China and its taxonomic significance PU Gao-zhong^{1,2}, LIU Qi-xin^{1,①} (1. Institute of Botany, Jiangsu Province and the Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and the Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2006, 15(3): 1-6

Abstract: The pericarp surface ornamentations of seven species of *Physospermopsis* Wolff and five species of *Trachydium* Lindl. in China were observed under SEM. The results indicated that the ornamentation variation of pericarp surface was obvious at interspecies and genus levels. Three types of fruits from this two genera were distinguished based on comparison of pericarp surface features of these species. The first and the second types were all characterized by invisible outline of cell on pericarp surface, but the ornamentation at the first type was lack or sparseness striate, which was lineate at the second type. The third type appeared the shape of cell on pericarp surface, which was often quadrangle to hexagon with the wavy stria or reticulate ornamentation. Furthermore, the evolutionary relationships between two genera and among species were separately discussed combining with external morphological features.

Key words: *Physospermopsis* Wolff; *Trachydium* Lindl.; Apiaceae; fruit; micromorphological feature

滇芎属(*Physospermopsis* Wolff)是Wolff于1925年以滇芎[*P. delavayi* (Franch.) Wolff]为模式建立的,全世界约有10种,其中8种分布于中国横断山区,中国特有种4种^[1-3];瘤果芹属(*Trachydium* Lindl.)是Lindley于1835年以瘤果芹(*T. roylei* Lindl.)为模式建立的,约6种,广泛分布于中亚到喜马拉雅地区和中国西南地区,中国均产,中国特有种4种,二者隶属于伞形科(Apiaceae)芹亚科(Apioideae)美味芹族(Smyrnieae)。这2个属自建立以来其分类关系一直较为复杂,至今仍存在许多问题。由于二者的亲缘关系较近,具有许多相近的宏观形态特征,彼此之间属的界限时常混淆,部分种

类难以归属,而且它们与本族中的一些近缘属如东俄芹属(*Tongoloa* Wolff)、滇芹属(*Sinocarum* Wolff)、矮泽芹属(*Chamaesium* Wolff)、种沟芹属(*Aulacospermum* Ledeb.)和棱子芹属(*Pleurospermum* Hoffm.),甚至与阿米芹族(Ammineae)的苞裂芹属(*Schulzia* Spreng.)、矮伞芹(*Chamaescidium* C. A. Meyer)和藁本属(*Ligusticum* L.)等的界限也时有争

收稿日期: 2006-05-18

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-),男,甘肃西和人,硕士,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

议,是美味芹族中分类比较困难的2个属^[1-8]。

已有的研究表明^[9-15],某些类群的果皮微形态特征具有分类学意义,可作为植物分类研究的性状之一。伞形科果实由于其结构的独特性和性状的稳定性,历来被分类学家所重视,常被作为该科系统分类的重要依据之一,但是有关伞形科果实表面微形态特征的研究报道很少^[16,17],滇芎属和瘤果芹属的果实表面微形态特征至今未见报道。为此,作者利用扫描电子显微镜对这2个属的果实表面微形态特征进行比较观察,一方面了解它们的果实微形态特征,分析其分类学意义;另一方面探讨彼此间的关系及有争议种类的归属,为今后研究滇芎属与瘤果芹属以及美味芹族属间的系统演化关系提供果实微形态依据。

1 材料和方法

1.1 材料

研究所用的种类共有2属12种,其中滇芎属7种,瘤果芹属5种。实验材料均为成熟果实,取自野生植株或蜡叶标本。每样品的样本量以种为单位各取果实3~5粒。供试的种类及其来源和凭证标本见表1。

1.2 方法

在光学显微镜观察的基础上,选取有代表性的果实(分生果),将其放入盛有酒精的烧杯中,用超声振荡器清洗1min,自然风干;然后将果实粘置于导电胶上,再放置到扫描载物台上进行喷金;喷金后的果实移入JSM-5610LV型扫描电镜下观察表面

微形态特征并照相。观察的部位为分生果果棱之间的棱槽,观察内容为果实(分生果)表面突起状况以及蜡质纹饰的类型和分布状况。果实表面微形态术语参考刘长江的种子形态描述^[18]。

2 结果和分析

滇芎属和瘤果芹属的果实都比较小,长1.3~3.0mm,宽0.7~1.6mm,分生果多为卵圆形至广卵形(滇芎属)或宽卵形至长椭圆形(瘤果芹属),果棱5个,不发达,呈丝状突起,因而棱槽较宽。其中,滇芎属果实的棱槽表面观较平,瘤果芹属的果实表面观粗糙或有泡状小瘤。但扫描电镜下观察到的这2个属绝大部分种类的果实棱槽表面特征与在光学显微镜下观察到的有一定的差别,许多细胞的形态性状是以前未观察到的,其中最大的差别是棱槽表面并不平滑,而且有许多蜡质条纹纹饰,其突起状况以及蜡质纹饰类型和分布状况等微形态特征详见表2和图版I。经比较分析,对滇芎属和瘤果芹属果实表面微形态的主要特征进行了归纳:

滇芎属果实表面多为水泡状凸起,少数呈光滑〔如波棱滇芎 *Physospermopsis obtusiuscula* (C. B. Clarke) Norman〕或粗糙状(如楔叶滇芎 *P. cuneata* Wolff)。水泡状凸起的外果皮细胞的形状多数为4~6边形,外壁中部圆凸或平直;少数表面不为水泡状凸起的种类,细胞形状的轮廓不可见。该属果体表面纹饰为条纹或网纹状(如丽江滇芎 *P. shaniana* C. Y. Wu et F. T. Pu 和楔叶滇芎),但不同种间条纹的长度、曲直度和疏密度有一定的差别。

表1 供试滇芎属和瘤果芹属种类的产地及凭证标本

Table 1 The locality and voucher of species of *Physospermopsis* Wolff and *Trachydium* Lindl. in China

种类 Species	产地 Locality	凭证标本 Voucher
波棱滇芎 <i>P. obtusiuscula</i>	西藏亚东 Yadong, Xizang	青藏队 10626
木里滇芎 <i>P. muliensis</i>	云南丽江 Lijiang, Yunnan	潘泽惠, 等 925
丽江滇芎 <i>P. shaniana</i>	四川昭觉 Zhaojue, Sichuan	无采集人 129095
楔叶滇芎 <i>P. cuneata</i>	云南临沧 Lincang, Yunnan	和炳先 88-42
紫脉滇芎 <i>P. rubrinervis</i>	四川普格 Puge, Sichuan	四川中普队 129100
滇芎 <i>P. delavayi</i>	云南丽江 Lijiang, Yunnan	潘泽惠, 等 84-268
全叶滇芎 <i>P. alepidioides</i>	四川木里 Muli, Sichuan	刘启新 90003
三叶瘤果芹 <i>T. trifoliatum</i>	西藏八宿 Basu, Xizang	李勃生 07323
瘤果芹 <i>T. roylei</i>	云南苍山 Cangshan, Yunnan	和炳先 106
密瘤果芹 <i>T. subnudum</i>	西藏拉萨 Lhasa, Xizang	张永田, 郎开永 2272
裂苞瘤果芹 <i>T. involucellatum</i>	西藏察隅 Chayu, Xizang	西藏队 10626
西藏瘤果芹 <i>T. tibeticum</i>	云南 Yunnan	俞德俊 20645

表2 中国伞形科滇芎属和瘤果芹属的果实表面微形态特征
Table 2 The micromorphological features of pericarp surface of *Physospermopsis* Wolff and *Trachydium* Lindl. of Umbelliferae in China

种类 Species	外果皮表面 Pericarp surface		表面蜡质条纹 Ornamentation			
	凸起度 Level of bulging	细胞形状 Shape of cell	平直度 Level of straight	长度 Length	密度 Density	纹饰类型 Ornamentation type
波棱滇芎 <i>P. obtusiuscula</i>	近光滑	不可见	弧状	粗短	很疏	弧纹, 呈簇分布
木里滇芎 <i>P. muliensis</i>	水泡状	4-6 边形	波状	细短	密集	波条纹, 稍匀布
丽江滇芎 <i>P. shaniana</i>	水泡状凸起	4-6 边形	皱波状	很短	极密	网纹, 匀布
楔叶滇芎 <i>P. cuneata</i>	凸糙	不可见	皱波状	短	极密	网纹, 匀布
紫脉滇芎 <i>P. rubrinervis</i>	水泡状凸起	4-6 边形	波状	很短	密集	条纹, 匀布
滇芎 <i>P. delavayi</i>	微凸起	4-6 边形	微波状	细短	稀疏	条纹, 不匀
全叶滇芎 <i>P. alepidioides</i>	水泡状凸起	4-6 边形	波状	细短	极密	条纹, 匀布
三叶瘤果芹 <i>T. trifoliatum</i>	粗糙, 有瘤	不可见	波状	短	较密	交织网条纹, 匀布
瘤果芹 <i>T. roylei</i>	粗糙, 有瘤	不可见	平直	长	密集	线纹, 稍匀布
密瘤瘤果芹 <i>T. subnudum</i>	粗糙, 有瘤	不可见	近平直	长	稀疏	线纹, 稍匀布
裂苞瘤果芹 <i>T. involucellatum</i>	粗糙	不可见	近平直	长	稀疏	线纹, 不匀
西藏瘤果芹 <i>T. tibeticum</i>	粗糙, 有瘤	不可见	波状	很短	稀疏	条纹, 稍匀布

瘤果芹属果实棱槽表面均粗糙, 多数种类有瘤状突起(如三叶瘤果芹 *Trachydium trifoliatum* Wolff 和密瘤瘤果芹 *T. subnudum* C. B. Clarke ex Wolff)。外果皮细胞轮廓均不可见。表面纹饰为线纹、条纹或网条纹, 线纹长而平直, 条纹和网纹则比较短且疏松呈波状。

3 讨 论

3.1 果实表面微形态特征类型和系统学意义

从所观察的 12 个种类的果实表面微形态特征可以看出(表 2), 滇芎属和瘤果芹属的果实表面微形态特征有一定的变异, 其中表面凸起程度有光滑的或粗糙的或有瘤状小泡; 外果皮细胞有明显呈 4~6 边形的、不规则多边形的或不见细胞形状的; 表面蜡质纹饰有近平直的线纹、波状的条纹、多皱网纹和脑网纹, 也有表面光滑无蜡质条纹的。根据细胞轮廓可见程度和外壁表面纹饰的类型, 它们可分为如下 3 种类型:

类型 I: 棱槽平滑 - 外果皮细胞轮廓不可见 - 无或少蜡质纹饰型。这种类型的果实整个棱槽表面光滑或近光滑; 外果皮细胞轮廓不可见或几乎看不清; 细胞表面无纹饰或仅有短而稀疏的蜡质条纹。属于这一类型的种类极少, 只有波棱滇芎 1 种。

类型 II: 棱槽具瘤 - 外果皮细胞轮廓不可见 - 蜡质纹饰近平直或线纹型。这种类型的果实整个棱槽并不平滑, 表面粗糙, 有些具瘤状突起(如瘤果芹

属); 外果皮细胞轮廓不可见或看不清, 但细胞表面均有蜡质纹饰。纹饰有 2 种类型, 或为近平直的线纹, 如裂苞瘤果芹 (*T. involucellatum* R. H. Shan et F. T. Pu)、密瘤瘤果芹和瘤果芹 (*T. roylei* Lindl.); 或为波状条纹、波状线纹或网纹, 如西藏瘤果芹 (*T. tibeticum* Wolff) 和三叶瘤果芹。

类型 III: 棱槽粗糙 - 外果皮细胞呈 4~6 边形 - 蜡质纹饰波纹或网纹型。这种类型的果实整个棱槽表面平整但不光滑; 外果皮细胞轮廓明显可见, 细胞呈 4~6 边形, 细胞壁呈水泡状凸起; 果体棱槽表面均有蜡质纹饰。根据纹饰类型和分布, 又可分为如下 2 类: 1) 纹饰呈短波状条纹的, 如滇芎 [*P. delavayi* (Franch.) Wolff]、木里滇芎 (*P. muliensis* R. H. Shan et S. L. Liou)、紫脉滇芎 [*P. rubrinervis* (Franch.) Norman] 和全叶滇芎 [*P. alepidioides* (Wolff et Hand. -Mazz.) R. H. Shan]; 2) 纹饰为网纹状的, 如丽江滇芎和楔叶滇芎。

根据上述的研究结果和比较分析可以看出, 滇芎属和瘤果芹属在分生果棱槽表皮的突起度、外果皮细胞形状的可见度和蜡质纹饰类型上有明显的差异, 瘤果芹属的大多数种类属于类型 II, 而滇芎属的大多数种类属于类型 III。由此可见, 除个别种(如波棱滇芎)外, 分生果棱槽表面的突起度和外果皮细胞形状的可见度可以作为分属的依据, 而外果皮蜡质纹饰则表现出种间差异性。因此, 果皮微形态特征在属间和属下种间的划分上都具有一定的分类学意义。

3.2 果实表面微形态特征类型与属间关系的界定

滇芎属与瘤果芹属的关系十分密切,但也存在许多问题,其中两属间的界限不清,至今仍是争论的焦点。自滇芎属建立以来,它与一些分布于喜马拉雅山区的植株矮小的高海拔伞形科种类之间的关系一直都比较复杂,尤其是与瘤果芹属之间的争议最多,主要是因为果实较小,形状较为接近,果棱均不太发达,从宏观形态上进行属的分类难度较大。例如,根据植物形态学特征,一些学者认为丽江滇芎、紫脉滇芎和波棱滇芎应归入瘤果芹属,而另外一些学者则主张将它们放在滇芎属中^[1-8]。由于环境和人为因素的影响,根据粗放的宏观形态学特征难以对这2个属的某些种类的归属问题取得一致的看法。

但通过果实表面微形态特征的比较可以看出,滇芎属与瘤果芹属是可以区分开的。在所观察的种类中,瘤果芹属种类的果实表面微形态特征比较一致,均属于同一种类型,即分生果的棱槽表面粗糙,有些具有明显的瘤状突起,外果皮细胞轮廓均不可见,纹饰类型为波状短条纹或平直的线纹;而滇芎属的大多数种类果实表面微形态特征相近,明显不同于瘤果芹属,如表面多水泡状突起,但无瘤状凸起,细胞形状呈4~6边形,纹饰类型多为短而密集的条纹或网纹。

滇芎属与瘤果芹属的这种关系与果实解剖特征^[19]和利用花粉微形态特征^[20]所得出的研究结果较为一致。

3.3 果实表面纹饰与属下种间关系

果实微形态特征可为一些外部形态比较相近的种类或分属难以界定的种类的分类学研究提供重要的证据。如滇芎属中的波棱滇芎、丽江滇芎和木里滇芎在植株大小、基生叶形状和分裂回数、总苞片大小和形状及花部结构等特征上相似,不易区分,但它们的果实微形态特征的差异却十分明显:波棱滇芎表面近光滑,细胞形状不可见,表面蜡质条纹为呈冠状分布的短而稀疏的弧纹;而木里滇芎的表面粗糙,细胞4~6边形,表面蜡质条纹呈很短的较密的条纹,可见少量的底面,明显有别于前者。丽江滇芎与木里滇芎相似,虽属于同一类型,但蜡质条纹为极密集的皱波纹,看不见底面,不仅明显不同于波棱滇芎,而且也不同于木里滇芎。同样,由于波棱滇芎具有特殊的果实微形态特征,与本属的其他种类也明

显不同,可以区分。

再如楔叶滇芎与其他种类的关系。该种由于无总苞和小总苞片,有学者甚至认为该种不应放在滇芎属中。现从其果实微形态特征看,它虽然与属内其他种类均不同,果实表面细胞轮廓不象该属其他大部分种类那样清楚,但细胞轮廓仍依稀可见,同时蜡质纹饰与丽江滇芎相近,所以目前暂放在该属中。此外,由于该种的表面细胞轮廓近不可见,与波棱滇芎比较相近,但楔叶滇芎表面蜡质条纹为短而密集的网纹,波棱滇芎表面近光滑,表面蜡质条纹为簇状的稀疏波纹,二者差别很大。不过本种在滇芎属中较为特殊,与其他种明显不同,值得进一步研究。

瘤果芹属中不同种类的果皮表面纹饰特征对于种间关系的探讨同样具有意义(见表2和图版I)。如三叶瘤果芹由于具有无规则的交织网条纹,明显不同于其他种类;再如裂苞瘤果芹是中国特有种,从宏观形态上看,裂苞瘤果芹与瘤果芹和西藏瘤果芹相近,但从果实表面纹饰上看,裂苞瘤果芹与瘤果芹很近,蜡质纹饰均为同一个类型(平直),而与西藏瘤果芹较远(后者为波状纹)。有关瘤果芹属种类的进一步研究另文报道。

综上所述,滇芎属和瘤果芹属果实表面微形态特征尤其是表面的蜡质纹饰是比较复杂和多样的,在种间有明显的区别,在属间也有差别,因此,在讨论属间和属下种间系统演化关系中具有重要的参考价值。

致谢:对中国科学院植物研究所标本馆(PE)、重庆市中药研究所标本馆(IMC)和江苏省·中国科学院植物研究所标本馆(NAS)在标本查阅过程中提供的帮助及南京师范大学生命科学学院丁小余教授和王克宇老师在扫描电镜观察实验中给予的帮助和指导,表示诚挚的谢意。

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. 79-105.
- [2] 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.
- [3] Wu Z Y, Raven P H, Hong D Y. Flora of China (Vol. 14) [M]. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 2005. 1-205.
- [4] Wolff H. Umbelliferae asiaticae novae relictiae [A]. Fedde F. Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis [M]. Berlin-Dahlem: Faberstrasse Press, 1929. 179-192.
- [5] Norman C. The genus *Trachydium* [J]. Journal of Botany (London), 1938, 76: 229-233.

- [6] Hiroe M. Umbelliferae of Asia (excluding Japan) [M]. Kyoto: Maruzen Company, 1958. 48-51.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 刘剑秋. 国产胡瓜草、球柱草和关兰草三属果皮微形态特征初探[J]. 西北植物学报, 1997, 17(1): 78-82.
- [10] 杨继, 李映虹. 蓼属植物果皮微形态特征及其分类学意义初探[J]. 西北植物学报, 1991, 11(1): 1-7.
- [11] 王青锋, 黄双全. 泽泻科植物果料和果皮的微形态特征的分类学意义[J]. 武汉大学学报: 自然科学版, 1998, 44(2): 201-205.
- [12] 郑宝江, 邢淑清, 李艳波, 等. 唇形科植物果皮微形态特征及其分类学意义[J]. 东北林业大学学报, 2003, 31(3): 34-35.
- [13] 刘剑秋, 黄进华. 莎草属果皮微形态特征及其微形态学上的意义[J]. 西北植物学报, 1993, 13(4): 283-288.
- [14] Juan R, Fernández I, Pastor J. Systematic consideration of microcharacters of fruits and seeds in the genus *Verbascum* (Scrophulariaceae) [J]. Ann of Botany, 1997, 80: 591-598.
- [15] Juan R, Pastor J, Fernández I. SEM and light microscope observations on fruit and seeds in Scrophulariaceae from southwest Spain and their systematics significance [J]. Ann of Botany, 2000, 86: 323-338.
- [16] Özcan T. Analysis of the fruit surfaces in *Bupleurum* L. (Umbelliferae) with SEM [J]. Plant Systematics and Evolution, 2004, 247(1-2): 61-74.
- [17] Heywood V H. Scanning electron microscopy and microcharacters in the fruit of the Umbelliferae Caucalideae [J]. Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London (Zoology), 1986, 179: 287-289.
- [18] 刘长江, 林 祁, 贺建秀. 中国植物种子形态研究方法和术语[J]. 西北植物学报, 2004, 24(1): 178-188.
- [19] 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.
- [20] 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.

图版说明 Explanation of Plate

图版 I 1~7. 滇芎属果实表面微形态特征: 1. 波棱滇芎($\times 1000$); 2. 木里滇芎($\times 1000$); 3. 丽江滇芎($\times 1000$); 4. 楔叶滇芎($\times 1000$); 5. 紫脉滇芎($\times 1000$); 6. 滇芎($\times 1000$); 7. 全叶滇芎($\times 1000$)。8~12. 瘤果芹属果实表面微形态特征: 8. 三叶瘤果芹($\times 1000$); 9. 瘤果芹($\times 1000$); 10. 密瘤果芹($\times 1000$); 11. 裂苞瘤果芹($\times 1000$); 12. 西藏瘤果芹($\times 1000$)。

Plate I 1-7. Pericarp surface ornamentations of *Physospermopsis* Wolff under SEM: 1. *P. obtusiuscula* (C. B. Clarke) Norman ($\times 1000$); 2. *P. muliensis* R. H. Shan et S. L. Liou ($\times 1000$); 3. *P. shaniana* C. Y. Wu et F. T. Pu ($\times 1000$); 4. *P. cuneata* Wolff ($\times 1000$); 5. *P. rubrinervis* (Franch.) Norman ($\times 1000$); 6. *P. delavayi* (Franch.) Wolff ($\times 1000$); 7. *P. alepidioides* Wolff et Hand.-Mazz. ($\times 1000$). 8-12. Pericarp surface ornamentations of *Trachydium* Lindl. under SEM: 8. *T. trifoliatum* Wolff ($\times 1000$); 9. *T. roylei* Lindl. ($\times 1000$); 10. *T. subnudum* C. B. Clarke ex Wolff ($\times 1000$); 11. *T. involucellatum* R. H. Shan et F. T. Pu ($\times 1000$); 12. *T. tibeticum* Wolff ($\times 1000$).

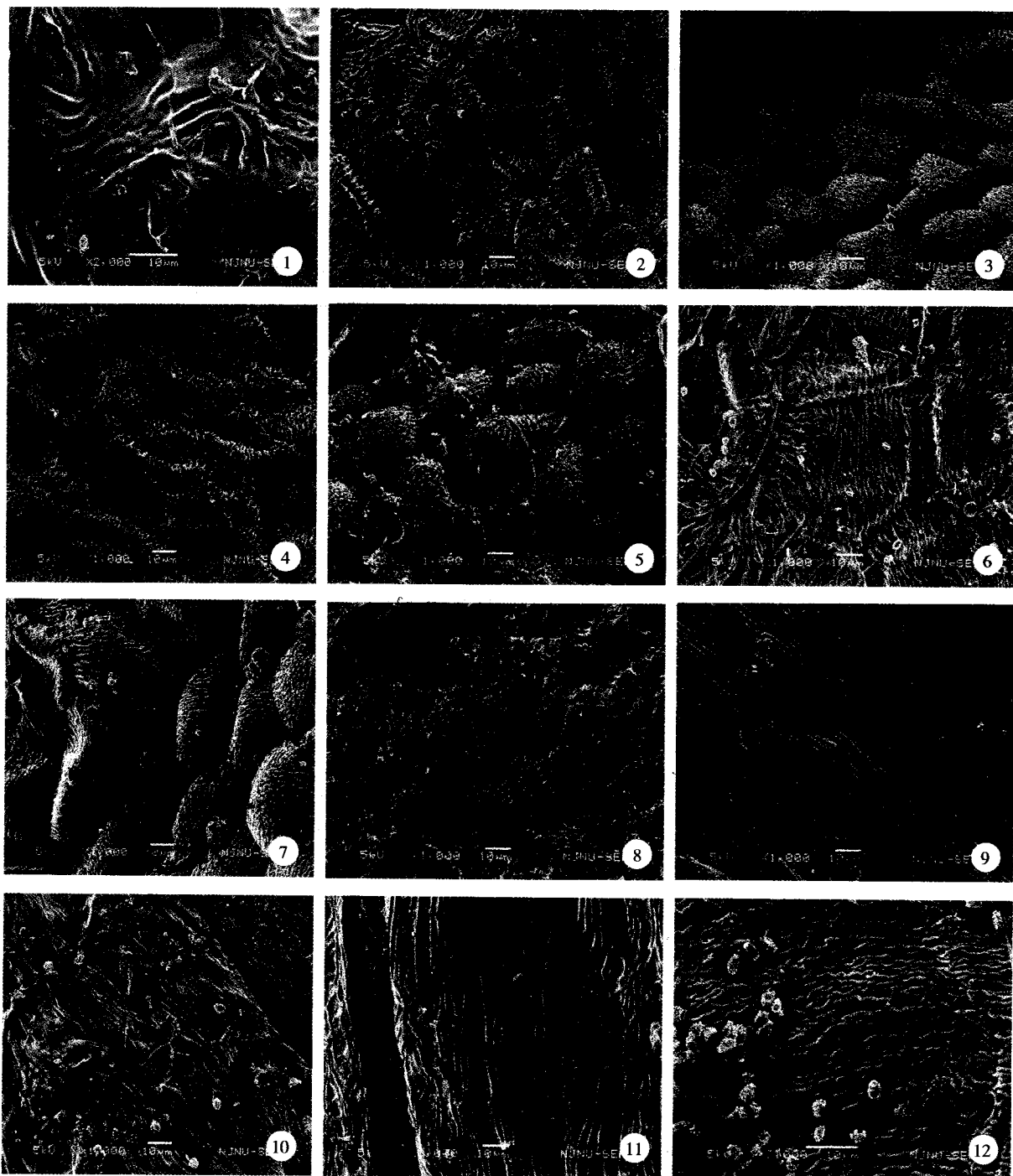
蒲高忠, 等: 滇芎属与瘤果芹属果实表面微形态特征及其分类学意义

图版 I

PU Gao-zhong, et al. : The micromorphological features of pericarp surface of

Physospermopsis and *Trachydium* (Apiaceae) in China and its taxonomic significance

Plate I



See the explanation of the end of text