

中国栎属植物花粉形态及其系统学意义

曹明, 周浙昆*

(中国科学院昆明植物研究所, 云南昆明 650204)

摘要: 从系统学分类学的角度出发, 对国产栎属 31 个种的花粉进行了光学显微镜和扫描电镜观察。研究表明栎属的花粉萌发孔对该属的系统与分类无太大的参考价值; 但栎属的花粉纹饰有颗粒状、聚颗粒状两种主要类型, 具有重要的系统学分类学价值。花粉形态的研究结果支持将栎属植物划分为常绿类与落叶类的观点; 栎属巴东栎组植物的花粉纹饰在种间存在分化, 花粉形态的研究结果支持将巴东栎组至少划分为两个不同类群的观点; 在佐以其他证据的情况下, 栎属植物的花粉纹饰还具有重要的分类学价值。

关键词: 壳斗科; 栎属; 花粉形态; 系统学

中图分类号: Q944.58 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2002)01-0014-05

Pollen morphology and its systematic significance of the *Quercus* from China

CAO Ming, ZHOU Zhe-kun

(Kunming Institute of botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

Abstract: The taxonomic position of *Quercus* is long in dispute. The present paper describes the pollen morphology of 31 species in the *Quercus* from China. The aperture of pollen grains in *Quercus* has less taxonomic significance. Sculpture types of the *Quercus* were observed as the categories of granulate and aggregate granulate. The patterns of pollen sculpture have important taxonomic significance. The result of the pollen morphology tends to support the opinion that *Quercus* was divided into evergreen members and deciduous members, and support the treatment of the section *Englerinae* into two or three groups. With other evidence, sculpture types of the *Quercus* have some taxonomic significance.

Key words: Fagaceae; *Quercus*; pollen morphology; systematics

栎属(*Quercus*)是壳斗科(Fagaceae)中最大的一个属,全世界大约有 300 种^[1]。中国有 51 种,14 变种,1 变型^[2]。作为壳斗科中的一个重要植物类群,其系统关系长期存在争议。其中关于栎属内栎亚属与青冈亚属的分合,长期以来是植物学家争论的一个焦点^[1-3]; 国产栎属植物在组等级上的划分也存在着不同的观点^[3-6]。作者在前人已有研究的基础

上,从系统学分类学角度出发,对栎属 31 种植物的花粉形态进行了光学显微镜和扫描电镜的观察研究,力求为探索栎属的系统关系与分类提供进一步的线索和证据。

1 材料和方法

本研究所使用的栎属花粉材料大部分采自中

收稿日期: 2000-12-26

作者简介: 曹明(1963-),男,湖南郴州人,助理研究员,硕士,从事植物系统与演化研究工作。现工作单位,广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西桂林 541006。*项目负责人及通信联系人

基金项目: 国家自然科学基金(39930020)资助项目;“青藏高原及其临近地区植物区系及分布格局研究(KSCX2-1-06B)”资助项目。

中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)馆藏腊叶标本;部分由作者直接采自野外,凭证标本现存KUN;小部分采自国外标本馆。详细资料见表1。

花粉材料用醋酸酐分解法进行处理。花粉经过酸解处理后,每种各取一部分用作光学显微镜制片、观察和照相,在光学显微镜下观察花粉的形状、

花粉萌发孔以及外壁纹饰,测量花粉的极轴和赤道轴长度。另一部分用于制备扫描电镜样品:经分解的花粉以蒸馏水洗涤2次,用50%、70%、95%、100%乙醇逐级脱水干燥,然后用毛笔轻涂于双面胶上,沾于样品台上,镀膜然后在KYKY Amray-1000B型电子显微镜下观察和照相,照相加速电压

表 1 孢粉学研究材料及凭证标本

Table 1 List of materials and voucher specimens for palynological study

分类群 Taxon	产地 Location	凭证标本 Vouchers
川滇高山栎 <i>Quercus aquifolioides</i>	四川,稻城 Daocheng, Sichuan	四川队 2328 Team of Sichuan 2328
川西栎 <i>Q. gilliana</i>	云南,丽江 Lijiang, Yunnan	秦仁昌 20252 Qing Ren-chang 20252
帽斗栎 <i>Q. guayanae-folia</i>	云南,德钦 Deqin, Yunnan	俞德浚 10169 T. T. Yu. 10169
长穗高山栎 <i>Q. longispica</i>	云南,维西 Weixi, Yunnan	王启无 67722 C. W. Wang 67722
矮高山栎 <i>Q. monimotricha</i>	云南,中甸 Zhongdian, Yunnan	冯国楙 23418 K. M. F. 23418
黄背栎 <i>Q. punnosa</i>	云南,宾川 Binchuan, Yunnan	林业队 65-0623 Team of Forest 65-0623
高山栎 <i>Q. semecarpifolia</i>	西藏 Tibet	青藏考察队 281612 Qinghai-Xizang Exped. 281612
灰背栎 <i>Q. senescens</i>	云南,永宁 Yongning, Yunnan	俞德浚 5219 T. T. Yu. 5219
刺叶高山栎 <i>Q. spinosa</i>	云南,丽江 Lijiang, Yunnan	昆明爱丁堡联合考察队 85-106 Kun-Edinburga exped. 85-106
槲子栎 <i>Q. buronii</i>	四川,九寨沟 Jiuzhaigou, Sichuan	曹明 0285 Cao Ming 0285
铁橡栎 <i>Q. coarctata</i>	产地不详 Uncertain	云南大学 2107 Yun nan. Univ. 2107
匙叶栎 <i>Q. dolicholepis</i>	云南,丽江 Lijiang, Yunnan	冯国楙 603 K. M. F. 603
巴东栎 <i>Q. engleriana</i>	四川,南川 Nanchuan, Sichuan	李国凤 91058 Li Guo-feng 91058
锥连栎 <i>Q. franchetii</i>	昆明植物园 Kunming Bot. Gard.	曹明 0246 Cao Ming 0246
乌冈栎 <i>Q. phillyraeoides</i>	云南,广南 Guangnan, Yunnan	曹明 0247 Cao Ming 0247
富宁栎 <i>Q. setulosus</i>	云南,富宁 Funing, Yunnan	曹明 0270 Cao Ming 0270
灰栎 <i>Q. utilis</i>	云南,富宁 Funing, Yunnan	曹明 0283 Cao Ming 0283
麻栎 <i>Q. acutissima</i>	云南,西双版纳 Banna, Yunnan	中苏联合考察队 5562 China-Soviet Union Exped. 5562
栓皮栎 <i>Q. variabilis</i>	江苏,苏州 Suzhou, Jiangsu	孙三省 37 Sun san-sheng 37
蒙古栎 <i>Q. mongolica</i>	甘肃,宕昌 Dangchang, Gansu	洮河队 3212 Team of Tiaohe 3212
毛叶榉栎 <i>Q. malachotricha</i>	云南,嵩明 Songming, Yunnan	邱炳云 54115 Qiu Bing-yun 54115
锐齿榉栎 <i>Q. aliena</i> var. <i>acuteserrata</i>	江苏,苏州 Suzhou, Jiangsu	孙三省 38 Sun San-sheng 38
云南波罗栎 <i>Q. yunnanensis</i>	云南,维西 Weixi, Yunnan	俞德浚 8203 T. T. Yu. 8203
白栎 <i>Q. fabri</i>	广西,凌乐 Lingle, Guangxi	黄志 43026 Huang Zhi 43026
枹栎 <i>Q. serrata</i>	四川,峨眉山 E'mei, Sichuan	杨光辉 54230 Yang Guang-hui 54230
短柄枹栎 <i>Q. serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	甘肃,文县 Wenxian, Gansu	王作宾 19178 Wang Zuo-bin 19178
大叶栎 <i>Q. griffithii</i>	云南,永宁 Yongning, Yunnan	俞德浚 5244 T. T. Yu. 5244
<i>Q. balout</i>	*	Lim 57
<i>Q. incana</i>	*	Hance 17040
<i>Q. leucotrichophora</i>	*	Stainton 207

注:带有“*”者为采自国外标本馆的花粉材料

Note: The materials with “*” were collected from abroad herbarium

为 30 kv。

2 观察结果

栎属花粉形态多为近球形,有时为长球形,极面观为三裂圆形,赤道面观为椭圆形或圆形。极轴长为 20.0~41.7 μm ,赤道轴长为 17.0~35.6 μm 。具三孔沟、三拟孔沟或三沟,具孔膜,内孔较小。花粉外壁纹饰在光学显微镜下为大小不同的颗粒至

拟网状,在扫描电镜下主要有颗粒状、聚颗粒状两个基本类型。栎属花粉的主要形态特征见表 2 和图版 I-V。

3 讨论

本研究对国产栎属 31 种植物的花粉形态进行了观察。在扫描电镜下花粉的极面观多为三裂圆形,萌发孔为三孔沟、三拟孔沟或三沟类型。从表 2

可以看出这些特征在常绿栎类和落叶栎类及其过渡类群中都有代表,这似乎暗示花粉的极面观和萌发孔等在本研究中并不具有系统学和分类学价值。从表2结果还可以看出,栎属花粉的外壁纹饰在扫描电镜下见有颗粒状、聚颗粒状两个基本类型纹饰变化。这两个类型的基本演化趋势是:由均匀分布

的颗粒纹饰(Type I)→颗粒聚集成大小和形状较规则的聚颗粒状纹饰(Type II)。按照孢粉学的观点,Type I为较原始的类型,常绿树种多具有这种类型的纹饰,主要分布于广东、广西、云南和贵州;Type II为较进化的类型,落叶树种多具有这种类型的纹饰,主要分布于北温带。从花粉纹饰的演化趋势,也

表2 栎属植物的花粉形态资料
Table 2 Pollen morphology of *Quercus*

分类群 Taxa	花粉大小范围 (极轴)(μm) Range of size	极轴/赤道轴 P/E	花粉形状 Pollen shape	极面观 Amb	萌发孔(沟) Aperture	外壁纹饰 Exine sculpture	图版 Plate and figure number
川滇高山栎 <i>Quercus aquifolioides</i>	30.6~36.9	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely circular	I:1-2
川西栎 <i>Q. gilliana</i>	25.5~32.9	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	I:3-4
帽斗栎 <i>Q. guyavae-folia</i>	28.0~34.3	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	I:5-6
长穗高山栎 <i>Q. longispica</i>	28.0~39.4	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	I:7-8
矮高山栎 <i>Q. monmotricha</i>	22.7~25.3	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	I:9-10
黄背栎 <i>Q. pannosa</i>	22.7~24.2	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	I:11-12
高山栎 <i>Q. semecarpifolia</i>	22.9~32.1	1.4	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	II:13-14
灰背栎 <i>Q. senescens</i>	21.8~28.0	1.4	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	II:15-16
刺叶高山栎 <i>Q. spinosa</i>	25.5~32.9	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	II:17-18
榧子栎 <i>Q. baronii</i>	19.1~25.5	1.4	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed Circular	3沟(3拟孔) 3-colpate	聚颗粒 Aggregate granulate	II:19-20
铁橡栎 <i>Q. coccoferoides</i>	20.4~28.0	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	II:21-22
匙叶栎 <i>Q. dolicholepis</i>	24.2~29.3	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3沟(3拟孔) 3-colpate	聚颗粒 Aggregate granulate	II:23-24
巴东栎 <i>Q. engleriana</i>	20.4~29.3	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:25-26
锥连栎 <i>Q. franchetii</i>	20.4~25.5	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:27-28
乌冈栎 <i>Q. phylliraeoides</i>	20.4~28.0	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:29-30
富宁栎 <i>Q. setulosa</i>	20.4~25.5	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	细颗粒 Finely granulate	III:31-32
炭栎 <i>Q. utilis</i>	19.1~22.9	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:33
麻栎 <i>Q. acutissima</i>	30.6~33.1	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:34-35
栓皮栎 <i>Q. variabilis</i>	25.5~33.1	1.0	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	III:36, IV:37
蒙古栎 <i>Q. mongolica</i>	22.9~30.6	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	IV:38-39
毛叶榧栎 <i>Q. malachotricha</i>	28.0~31.8	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	IV:40-41
锐齿榧栎 <i>Q. aliena</i> var. <i>acuteserrata</i>	28.0~31.8	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3拟孔沟 3-colporoidate	粗颗粒 Crass granulate	IV:42-43

(续表 2)

分类群 Taxa	花粉大小范围 (极轴)(μm) Range of size	极轴/赤道轴 P/E	花粉形状 Pollen shape	极面观 Amb	萌发孔(沟) Aperture	外壁纹饰 Exine sculpture	图版 Plate and figure number
云南波罗栎 <i>Q. yunnanensis</i>	29.3~34.4	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	粗颗粒 Crass granulate	IV:44
白栎 <i>Q. fabri</i>	29.3~33.1	1.0	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	IV:45-46
栲栲 <i>Q. serrata</i>	25.5~30.6	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3 沟 3-colpate	粗颗粒 Crass granulate	IV:47-48
短柄栲栲 <i>Q. serrata</i> var. <i>brevipetiolata</i>	30.6~35.7	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3 沟 3-colpate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:49-50
大叶栎 <i>Q. griffithii</i>	28.0~33.1	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3 沟 3-colpate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:51-52
<i>Q. buloot</i>	24.2~30.6	1.1	近球形 Subspheroidal	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:53-54
<i>Q. mcana</i>	21.6~26.7	1.4	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:55-56
<i>Q. lanata</i>	28.0~35.5	1.3	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:57-58
<i>Q. leucotricho- phora</i>	28.0~33.1	1.2	长球形 Prolate	三裂圆形 3-lobed circular	3 拟孔沟 3-colporoidate	聚颗粒 Aggregate granulate	V:59-60

可以反映出栎属的发展和演化。因此,栎属花粉的外壁纹饰是具有重要的系统学和分类学意义的特征。

花粉形态研究结果支持将栎属植物按落叶与否分为落叶栎类和常绿栎类的分类学处理。由于不同的地理分布和生态环境,形成了栎属对不同生态环境的形态适应,这一点也体现在花粉形态特征方面,例如:落叶栎类的花粉粒体积一般较大,常见为 30 μm 以上;萌发孔主要为三沟,少数可见三拟孔沟,但不甚明显;表面纹饰较粗,颗粒明显,在扫描电镜下为分散或聚合的粗颗粒。而常绿栎类的花粉体积一般较小,常见大小为 30 μm 以下;萌发孔基本上为三拟孔沟,拟孔较明显;表面纹饰细而密,颗粒不太明显,在扫描电镜下为细密不规则的小突起。这也与有关报道^[7~9]相吻合。

关于常绿栎类的分组。徐永椿等根据栎属植物叶中脉末端是否为“Z”形弯曲及它因素将其分为高山栎组和巴东栎组。从花粉形态特征上看,高山栎组植物的花粉表现出明显的常绿性质,例如:萌发孔为三拟孔沟,表面纹饰为细颗粒状等一致性的特征,因此,从花粉形态特征上看高山栎组是一个比较自然的类群。

巴东栎组的花粉形态特征表现出多样性的分化,有些植物的花粉形态特征与常绿栎类的相似,有的与落叶栎类相似。例如:*Q. cocciferoides*、*Q. se-*

tulosa 等的表面纹饰为细颗粒 (Type I); *Q. phillyraeoides*、*Q. engleriana*、*Q. franchetii*、*Q. utilis*、*Q. baronii* 和 *Q. dolicholepis* 的花粉表面纹饰为聚颗粒 (Type II)。总之,从本研究所涉及到巴东栎组有关种类的花粉纹饰来看,具有颗粒状、聚颗粒状 2 种类型,而且这个组内各种植物之间花粉纹饰的变化,基本上体现了栎属花粉纹饰的演化趋向:类型 I (Type I)→类型 II (Type II)。由此我们可以看出,巴东栎组植物具有不同演化阶段的花粉纹饰,也就是说巴东栎组是一个存在分化的类群,而不是一个自然类群,徐永椿^[2]将其归为一个组至少缺乏孢粉学证据的支持。根据巴东栎组植物的花粉纹饰特征,至少可将其划分为 2 个类群。因此,孢粉学的研究结果,既表明巴东栎组是一个存在分化的类群;同时也支持周浙昆^[5]的解剖学和曹明^[10]的细胞学研究结果。至于巴东栎组详细的类群划分有待进一步全面的研究。此外,*Q. dolicholepis* 与 *Q. baronii* 的花粉萌发孔为三沟,表面纹饰为聚颗粒状纹饰,表现出一定程度的一致性,这也支持周浙昆^[5]“匙叶栎和具星状毛的榧子栎有某种亲缘关系”的推测。

花粉形态特征具有较重要的分类学价值,日本的 Miyoshi, N^[10]曾经利用扫描电镜研究 12 种(6 种为常绿类,另 6 种为落叶类)日本产的栎属花粉形态,他试图通过花粉外壁纹饰的研究来区分栎属下面的组甚至种,取得了较令人满意的结果,这固然

与日本产栎属植物相对少而确定有关,但同时也表明了花粉外壁纹饰所具有的分类学价值。作者的孢粉学研究结果发现,从花粉形态特征上看,*Quercus incana*、*Q. lanata* 和 *Q. leucotrichophora* 三者 in 极面观、萌发孔、花粉表面纹饰等方面表现出高度的一致性。如:萌发孔都为三拟孔沟,花粉外壁都为聚颗粒状纹饰等,因此,孢粉学研究结果支持周浙昆^[11] (1996)从经典分类学角度对它们的处理,即这三种植物实际上就是 *Q. lanata* (通麦栎)。

本研究承蒙中国科学院昆明植物研究所樊熙楷高级工程师协助进行扫描电镜观察和照相;承蒙中国科学院昆明植物研究所韦仲新研究员悉心指导。

参考文献:

- [1] 陈焕镛, 黄成就. 中国植物志(22)——壳斗科[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 249—263.
- [2] 徐永椿, 任宪威. 中国树木志——壳斗科(郑万钧)[M]. 北京: 林业出版社, 1985. 2324—2357.
- [3] Nixon K C. Origins of Fagaceae[J]. *The Systemics Association Special*. 1989, 40B: 23—43.
- [4] Camus A. Monographie de Genre *Quercus* (et *Lithocarpus*)[M]. Paris: Academic des Science, Paris. 1934—1945.
- [5] Zhou Z K, Wilkinson H, Wu Zheng-yi. Taxonomical and evolutionary of the leaf anatomy and architecture of *Quercus* L. subgenus *Quercus* from China [J]. *Cathaya*, 1995, 7:1—34.
- [6] 曹明, 周浙昆. 中国栎属 9 种植物的核型分析[J]. 广西植物, 2000, 20(4): 341—345.
- [7] 张金谈, 王萍莉. 中国栎属花粉形态研究[J]. 植物分类学报, 1986, 24(5): 362—369.
- [8] 王萍莉, 张金谈. 从花粉形态特征试论壳斗科的系统分类及其演化[J]. 植物分类学报, 1991, 29(1): 60—66.
- [9] 刘兰芳, 房志坚. 中国壳斗科栎亚科花粉形态研究[J]. 广西植物, 1986, 6(4): 243—251.
- [10] Miyoshi N. Pollen morphology of Japanese *Quercus* (Fagaceae) by means of scanning electron microscope [J]. *Jap. Jour. Palynology*, 1981, 27(2): 45—50.
- [11] 周浙昆, 孙航. 西藏壳斗科订正[J]. 云南植物研究, 1996, 18(2): 211—225.

图版说明

Explanation of Plates

Plate I

1~2. 川滇高山栎(*Q. aquifolioides*); 3~4. 川西栎(*Q. gilliana*); 5~6. 帽斗栎(*Q. guyavaefolia*); 7~8. 长穗高山栎(*Q. longispica*); 9~10. 矮高山栎(*Q. monimatricha*); 11~12. 黄背栎(*Q. pannosa*).

Plate II

13~14. 高山栎(*Q. semecarpifolia*); 15~16. 灰背栎(*Q. senescens*); 17~18. 刺叶高山栎(*Q. spinosa*); 19~20. 榧子栎(*Q. baronii*); 21~22. 铁橡栎(*Q. coccoferoides*); 23~24. 匙叶栎(*Q. dolicholepis*).

Plate III

25~26. 巴东栎(*Q. engleriana*); 27~28. 锥连栎(*Q. franchetii*); 29~30. 乌冈栎(*Q. phillyraeoides*); 31~32. 富宁栎(*Q. setulosa*); 33. 炭栎(*Q. utilis*); 34~35. 麻栎(*Q. acutissima*); 36. 栓皮栎(*Q. variabilis*).

Plate IV

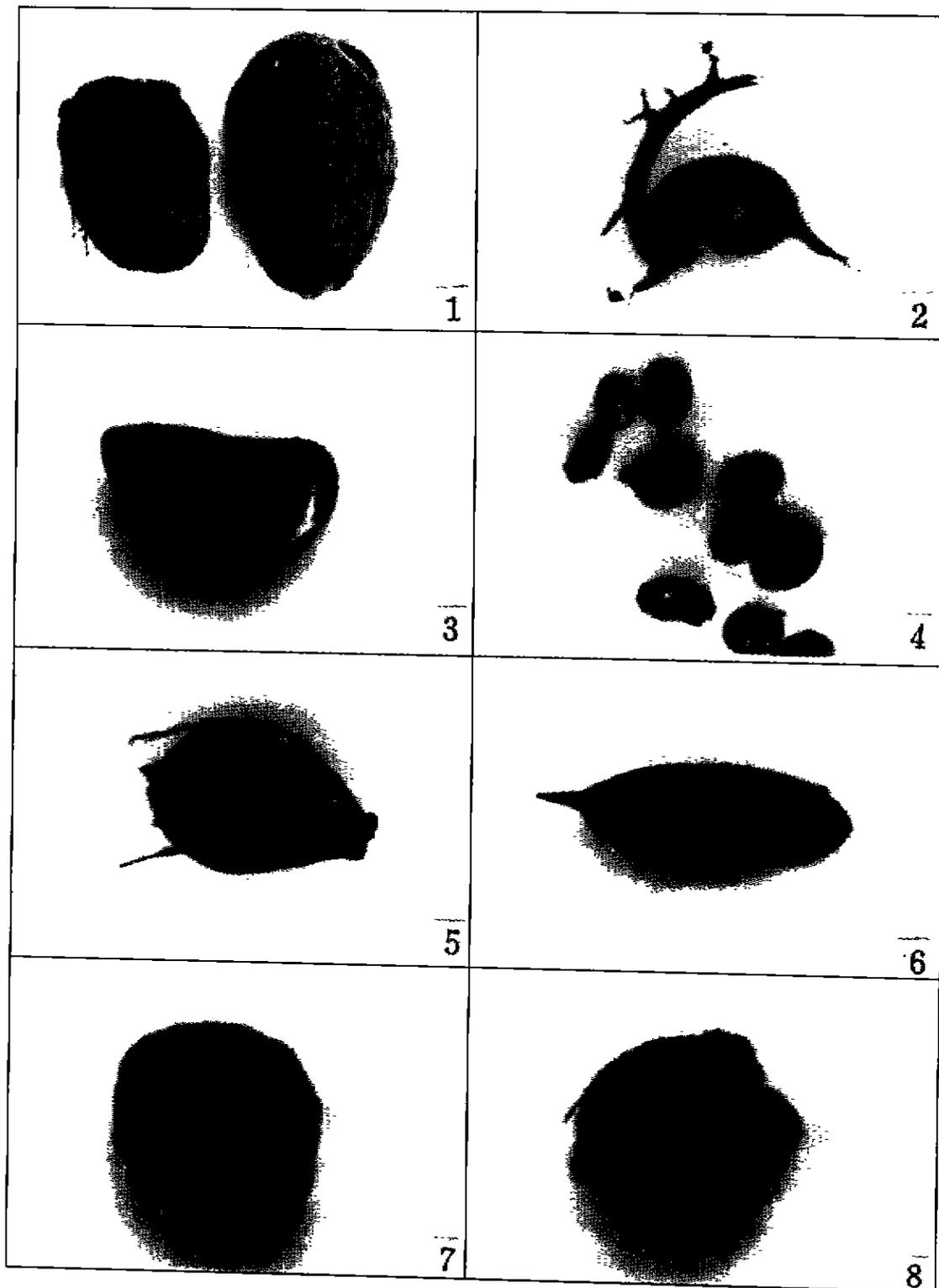
37. 栓皮栎(*Q. variabilis*); 38~39. 蒙古栎(*Q. mongolica*); 40~41. 毛叶榭栎(*Q. malachotricha*); 42~43. 锐齿榭栎(*Q. aliena* var. *Acuteserrata*); 44. 云南波罗栎(*Q. yunnanensis*); 45~46. 白栎(*Q. fabri*); 47~48. 枹栎(*Q. serrata*).

Plate V

49~50. 短柄枹栎(*Q. serrata* var. *brevipetiolata*); 51~52. 大叶栎(*Q. griffithii*); 53~54. *Q. baloot*; 55~56. *Q. incana*; 57~58. *Q. lanata*; 59~60. *Q. leucotriophora*.

沈显生, 等: 浙江朱家尖观音湾古木层中果实与种子的分类学研究
SHEN Xian-sheng, *et al.*: Taxonomy about the fruits and seeds of ground ancient-woods
at Guanyin bay of Zhujiajian in Zhejiang province

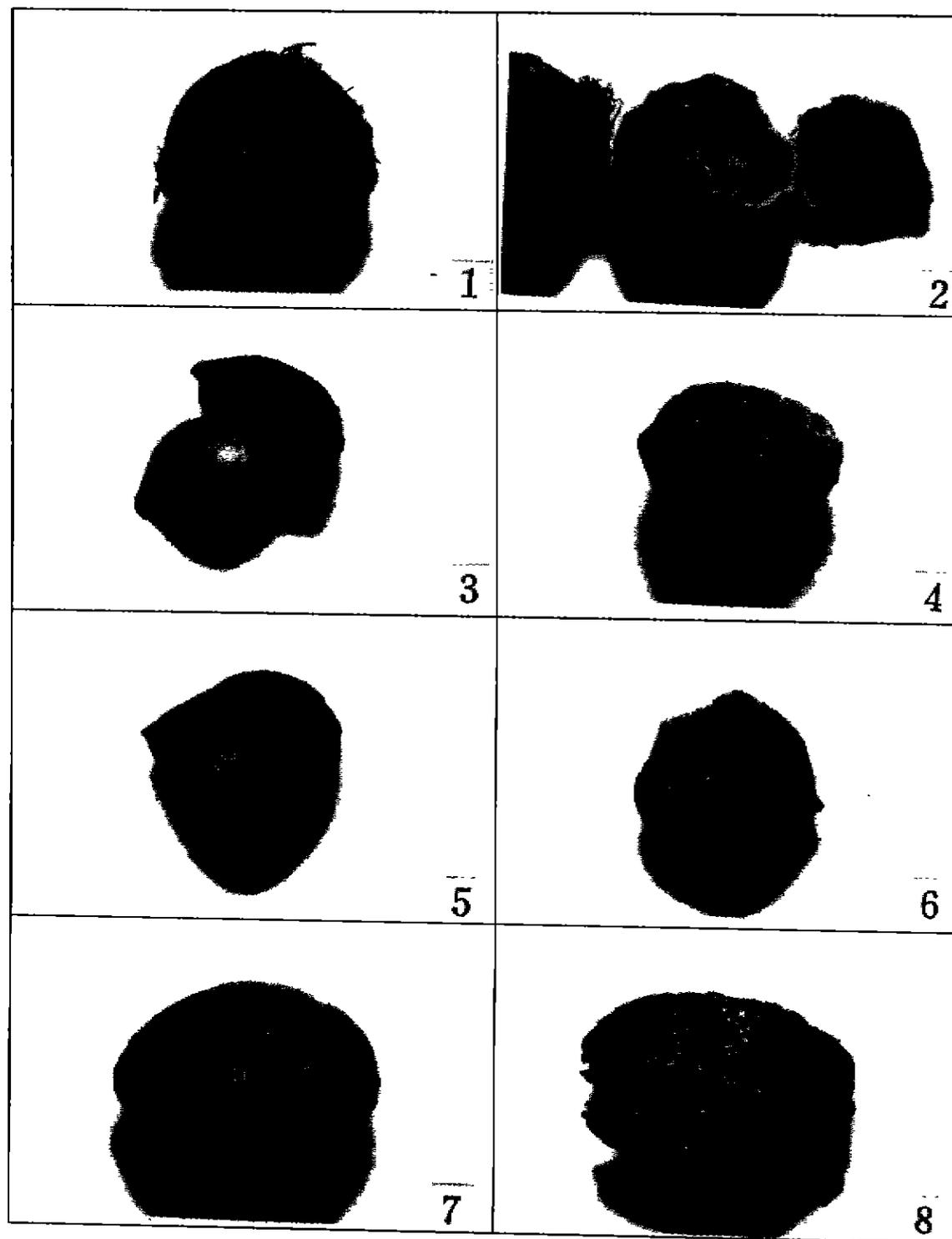
图版 I
Plate I



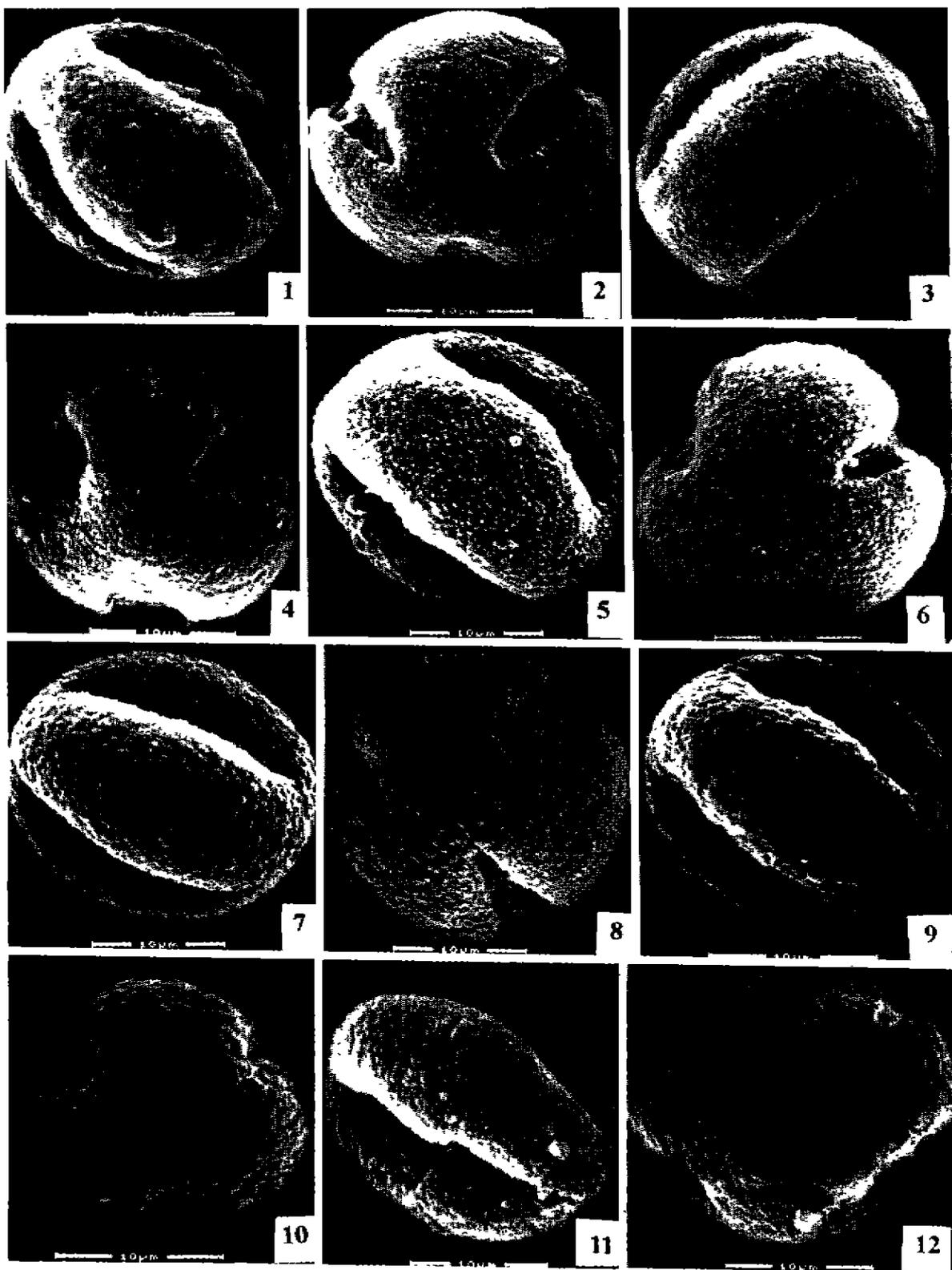
See explanation at the end of text

沈显生. 等:
SHEN Xian-sheng, *et al.* :

图版 II
Plate II



See explanation at the end of text

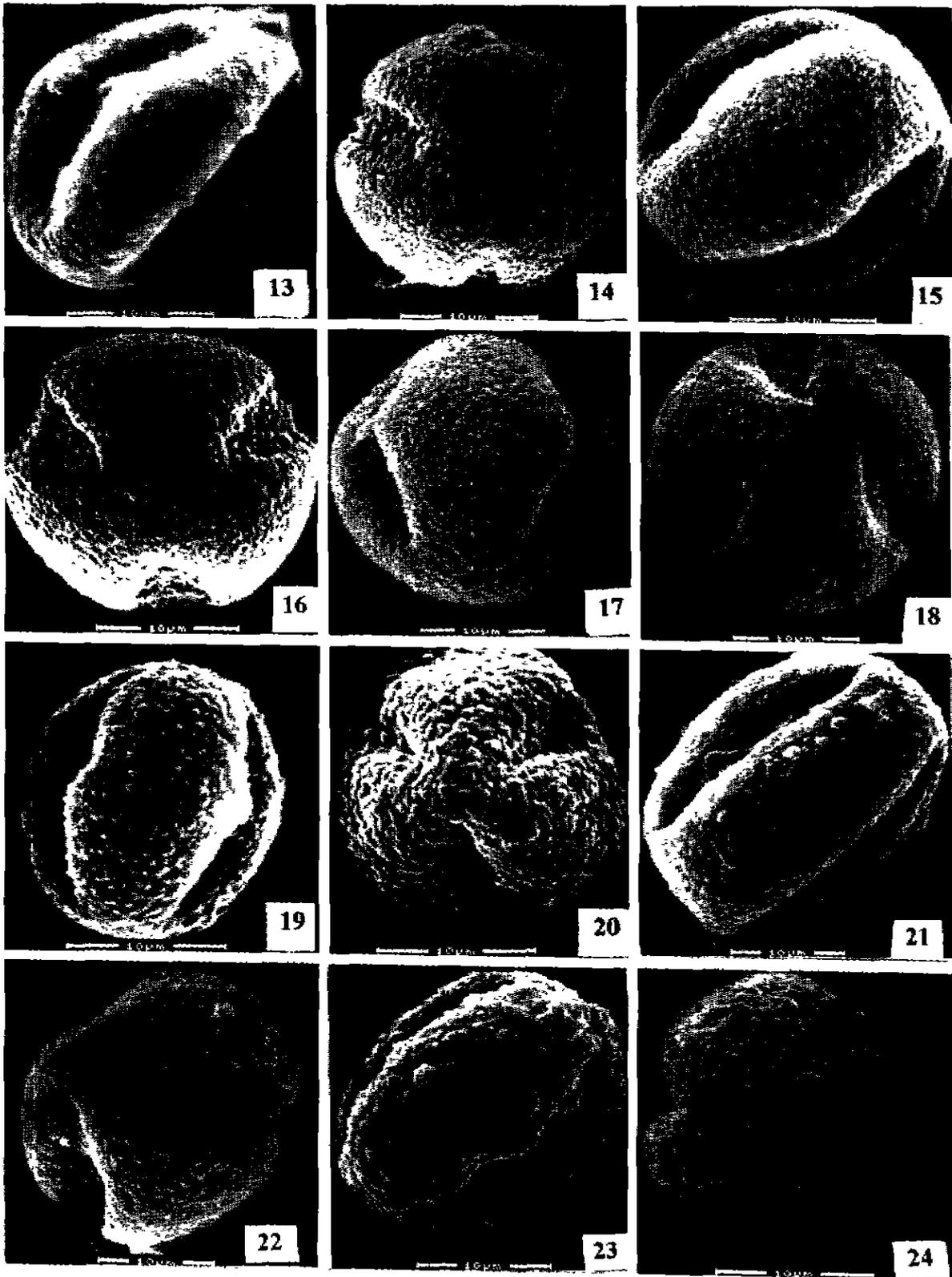


See explanation at the end of text

3)

曹明, 等:
CAO Ming, *et al.* :

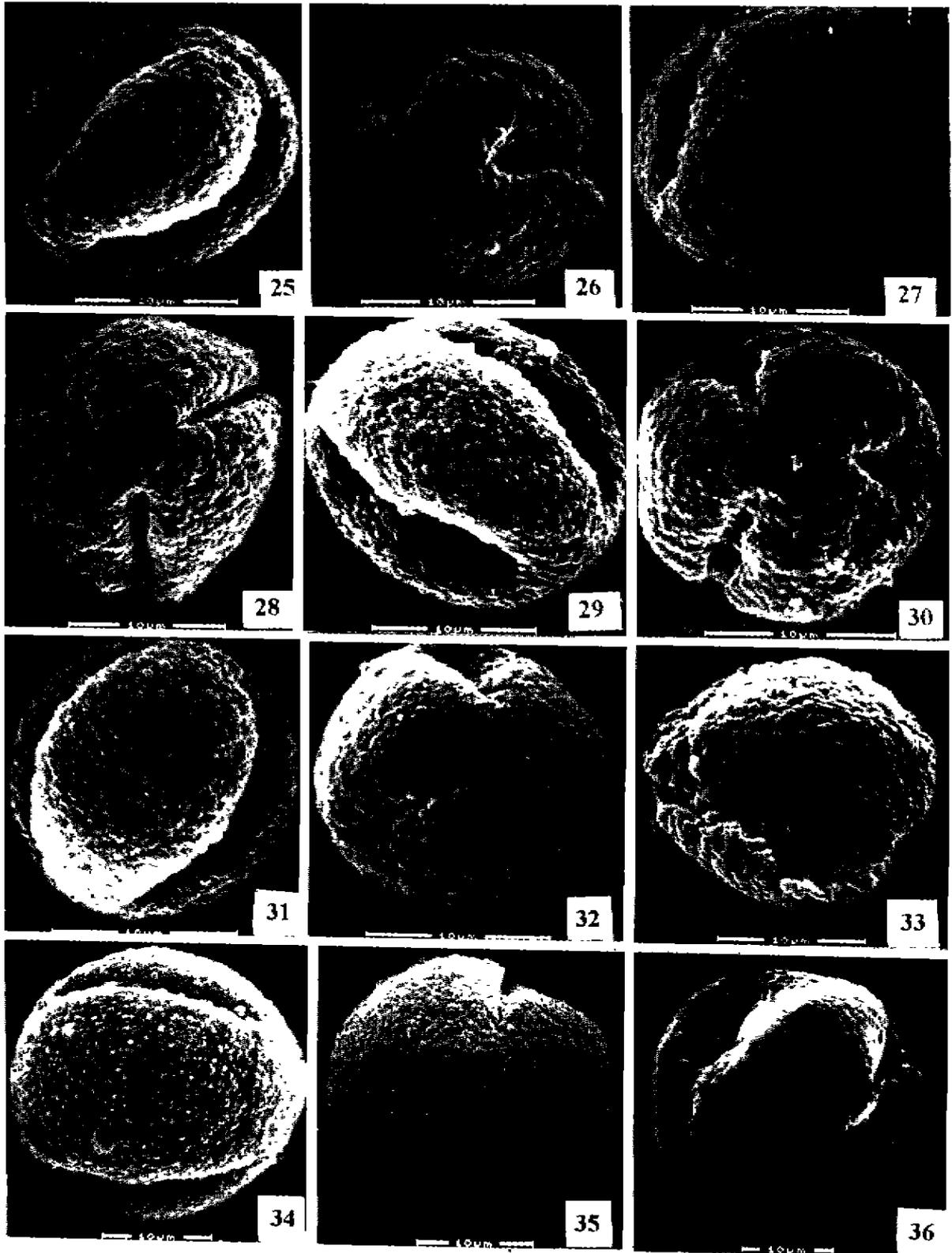
图版 I
Plate I



See explanation at the end of text

曹明, 等:
CAO Ming, *et al.* :

图版 II
Plate II



See explanation at the end of text

5