

中国壳斗科栎亚科花粉形态研究

刘兰芳 房志坚

(中山大学生物系, 广州) (广东医药学院, 广州)

摘要 本文应用光学显微镜与扫描电子显微镜观察了壳斗科所属栎亚科 2 属 26 种 2 变种的花粉形态, 并以本科其它属一些代表种作对比, 试图从孢粉学方面为栎亚科的系统分类提供依据。

一、花粉外壁纹饰在扫描电镜下可分三种类型, 即水青冈型(含水青冈属), 栎型(含栎属和三棱栎属), 栗型(含栗属、锥属和柯属), 花粉的类型与植物形态分类的三个亚科一致。

栎亚科的花粉外壁纹饰在扫描电镜下为颗粒聚集成的种种形状。栎属可区分为四种类型, 即颗粒状、颗粒——蠕虫状、聚颗粒及芽孢状, 其中类型一、二、三为常绿种类, 类型四为落叶种类。花粉纹饰在常绿与落叶种类之间有较明显的差异, 而青冈亚属和栎亚属之间却没有界线。因此, 栎属仍以包含两个亚属为宜。三棱栎属花粉纹饰则介于栎属的类型二与三之间。

关键词 壳斗科; 栎亚科; 三棱栎属; 栎属; 栎亚属; 青冈亚属; 花粉形态; 外壁纹饰

引言

壳斗科(山毛榉科)植物有 7 或 8 属, 约 900 种, 分布于全世界热带亚热带至温带, 主产亚洲和北美。我国有 6 或 7 属, 约 300 种, 遍布全国, 以南部和西南部种类较多。

本科的化石花粉, 自白垩纪就有发现, 第三纪和第四纪则很丰富, 是第四纪孢粉组合的主要成员之一。尤以栎属(*Quercus*)花粉, 在第四纪地层划分上, 更有其特殊意义。

科的现代花粉形态, Joseph Praglowksi^[14]对水青冈亚科(*Fagoideae*)做过系统研究, 其中的水青冈属(*Fagus*) 9 种及拟水青冈属(*Nothofagus*) 26 种做了光学显微镜或扫描电镜及透射电镜的研究。其他各亚科的资料, 散见于 H. M. Pokrovskaja^[10], G. Erdtman^[8, 9, 10], A. Smit^[15], U. Olsson^[13], P. M. Colomb, F. Ch. Lorenzoni and F. Grigoletto^[7]等人的著作中。至于我国壳斗科植物的花粉形态, 除早期的《中国植物花粉形态》^[1]记载了 6 属 55 种, 《孢子花粉分析》^[2]记载了 5 属 8 种, 以及近期的《中国热带亚热带被子植物花粉形态》^[5]描述了 6 属 27 种外, 尚未见比较系统的报道。

栎亚科包含三棱栎属(*Trigonobalanus*)及栎属两个属。我国栎属种类非常丰富, 但其分类系统长期存在两种不同的意见。一些学者认为, 本属植物雄花序为下垂而整个脱落的柔荑花序, 雌花的花柱向上扩大, 柱头头状或侧生带状, 总苞(壳斗)内只有坚果 1 个等特征是一致的, 与其他属易于区别, 是一个自然属。另一些学者则认为, 本属的青冈亚属

本文承蒙中山大学张宏达教授及华南植物研究所黄成就教授审阅, 广西植物研究所提供部分花粉材料, 中山大学昆虫所电镜室协助拍摄扫描电镜照片, 生物系吕雪莲同志协助拍摄光学显微镜照片, 作者在此一并致谢。

(subgen. *Cyclobalanopsis*) 壳斗的苞片轮状排列, 连结成同心环带, 叶常绿, 通常全缘, 而栎亚属 (subgen. *Quercus*) 的苞片螺旋状排列 (不连结成同心环带), 落叶或常绿, 边缘常有裂齿, 应各自独立成属。正如 G. Erdtman 指出的: “大的和多形态的栎属 (*Quercus*) 需要进一步研究。……包括对远未受到足够注意的山毛榉科花粉的细微纹饰, 进行电子显微镜的研究在内。[10]”

本文对国产的三棱栎属 1 种及栎属 25 种 2 变种的花粉进行了光学显微镜及扫描电子显微镜的观察。试图对本亚科的系统分类及花粉的进化趋势进行探讨。

一、材料和方法

所观察的材料大部分采自广西植物研究所及中山大学生物系标本室的腊叶标本, 少数种类采自广东省林业科学研究所标本园的生活标本。三棱栎的材料, 由云南林学院赠给。

光学显微镜观察的花粉制片, 采用醋酸酐分解法处理, 扫描电子显微镜观察的材料, 参照《几种蕨类植物孢子在扫描电子显微镜下的观察》[3]一文所介绍的方法。所用的电镜为日本产的 S-450 扫描电镜和 HU-12A 型扫描附件, 工作电压为 20—25 千伏。花粉大小共测量 20 粒, 取其常见值及最小到最大的变化幅度。

二、观察结果

(一) 壳斗科花粉形态特征 根据花粉的形态、大小、萌发孔的特征以及外壁纹饰, 可将国产壳斗科植物花粉分为三个基本类型:

(1) 水青冈型 (*Fagus-Type*): 花粉扁球形至近圆球形, 极面观 3 浅裂圆形; 极轴长 26.6—47.5 微米, 赤道轴长 28.5—53.5 微米, 是本科花粉最大的类型; 具 3 (—4) 孔沟, 沟细长或短, 内孔大, 圆形或椭圆形, 通常大于沟的宽度, 在光学显微镜下极易见, 具沟膜; 外壁厚约 2.5 微米, 外层厚于内层; 外壁纹饰在光学显微镜下为拟网或脑纹状纹饰, 在扫描电镜下为蠕虫——皱波状纹饰, 其蠕虫状的覆盖层分子末端常弯曲, 并彼此互相交搭 (见图版 I: 1)。属于本类型的有水青冈亚科的水青冈属。

(2) 栎型 (*Quercus-Type*): 花粉近扁球形至长球形, 极面观 3 裂圆形或 4—6 角形; 极轴长 20—58 微米, 赤道轴长 17—49 微米; 具 3 (拟) 孔沟或 3 沟, 具沟膜, 内孔较小, 圆形, 在光学显微镜下清楚或不清楚; 外壁厚约 2 微米, 两层近等厚或外层略厚; 外壁纹饰在光学显微镜下为颗粒——拟网状 (见图版 V), 在扫描电镜下为颗粒状纹饰或由颗粒聚集成的种种形状 [见图版 I (5—14), II, III, IV]。属于本类型的有栎亚科的栎属和三棱栎属。

(3) 栗型 (*Castanea-Type*): 花粉为典型的长球形至超长球形, 极面观 (2) 3 裂圆形, 赤道面观长椭圆形; 极轴长 10—25 微米, 赤道轴长 8—17 微米, 是本科花粉最小的类型; 具 (2—) 3 孔沟, 沟、孔明显, 沟细长, 到达极面, 沟界极区小, 内孔横长; 外壁厚约 1.5 微米, 两层近相等; 外壁纹饰微弱, 在光学显微镜下为模糊的细网状, 在扫描电镜

下为条——网状纹饰（见图版 I：2—4）。属于这种类型的有栗亚科的栗属（*Castanea*）、锥属（*Castanopsis*）和柯属（*Lithocarpus*）。

（二）栎亚科各属花粉形态特征（1）三棱栎属（*Trigonobalanus* Forman）：本属植物为乔木，共3种，2种产亚洲（1种分布于泰国西北部及我国云南南部，1种分布于马来半岛、加里曼丹至西里伯斯），1种见于南美哥伦比亚*。我们仅观察了云南澜沧的三棱栎 *T. doichungensis* (A. Camus) Forman 1种。

花粉粒极面观三角形至近三瓣形，因萌发孔向外突起，故赤道面观常呈四或五角形。大小为25.0（17.5—30.0）×22.5（17.5—25.0）微米。三孔沟，角孔型；沟细长，几达两极，沟膜不显著，沟界极区小，沟界区凹陷，孔区呈圆锥形隆起；外壁在孔处加厚，内、外两层分离形成乳室，孔室横长。外壁厚约2.5微米，两层近等厚或外层稍厚。光学显微镜下呈细颗粒状纹饰，在扫描电镜下则可见颗粒聚集成稍规则的蠕虫状纹饰（见图版 I：5—6）。

（2）栎属（*Quercus* L.）：全世界约450种，广布于亚、非、欧、美四洲，主产亚洲；我国约120余种，南北均有分布。为常绿或落叶乔木，稀为灌木。其中青冈亚属约150种，我国约有70余种，分布秦岭及淮河流域以南各省，全为常绿乔木，是亚热带常绿阔叶林的主要树种之一；栎亚属约300种，我国约有50种，南北各省均有分布，大部分是落叶树种，是温带阔叶针叶混交林的主要成分。我们共观察了25种2变种。

本属花粉多为近球形，有时为长球形或扁球形，极面观3裂圆形，赤道面观椭圆形或圆形，极轴长20.0—41.7微米，赤道轴长17.0—35.6微米；具三孔沟、3拟孔沟或3沟，具沟膜，内孔较小，在光学显微镜下不易观察到；外壁厚1.8—2.5微米，两层，等厚或外层略厚；外壁纹饰在光学显微镜下为大小不同的颗粒至拟网状，在扫描电镜下则可区分为四个基本类型：类型Ⅰ是大小和分布都比较均匀的颗粒状纹饰（见图版 I：8、10、12）。类型Ⅱ是由颗粒聚集成大小和形状都不规则的蠕虫状纹饰，蠕虫状的边缘常无明显的界线（见图版Ⅱ：5、6、9、11）。类型Ⅲ是由颗粒聚集成大小和形状近相等的较规则的聚颗粒纹饰，聚颗粒的边缘彼此常分开，故界线明显（见图版Ⅲ：2、3、4、6、8）。类型Ⅳ是由颗粒聚集并互相融合成近圆球形的芽孢状纹饰，在芽孢上常可见小颗粒的痕迹（见图版Ⅳ：2、3、6、7、10、11）。

现将观察过的栎属25种2变种花粉的主要特征列表如下：

*Lozano, C. & al 1979; *Caldasia* 12: 517—537

中国栎属花粉形态特征
The characteristics of the pollen grains in Quercus of China

种名 Species	花粉形状 Shape	花粉大小 (极轴×赤道轴) Size(μm)	比率 P/E Ratio	萌发孔类型 Type of aperture	外壁特征 Characteristics of the exine			习性 Habit	图版号 Plates	标本引证 You-chers		
					层次 Stratification	厚度 (微米) Thickness (μm)	纹饰 Ornamentation					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
皱瓣青冈* Q. fleuryi	长球形—近球形 Prolate-Spheroidal	23.4(27.0-31.9) × 23.9(21.0-28.0)	1.14	3 沟 3-colpate	2层, 近等厚 two layers, same thickness	2.3	细颗粒状纹饰 finely granulate	颗粒状纹饰 granulate	I	常绿乔木 evergreen tree	I: 7-8 V: 1-2	广东 SYS 曾怀德 25119
华南青冈* Q. edithae	近球形—球形 Subspheroidal-Spherical	27.6(21.5-29.4) × 26.3(23.3-27.4)	1.06	同上	同上	2.3	同上	同上	I	同上	I: 11-12 V: 9	海南 IBG 梁向日 63448
狭叶山栎 Q. senescens	长球形—近球形 Prolate-Spheroidal	27.0(25.0-29.4) × 25.1(19.6-28.9)	1.03	同上	同上	2.3	同上	同上	I	常绿乔木 或灌木 evergreen tree or shrub	I: 14 V: 6	云南 IBG 俞德豪 5219
巴东山栎 Q. engleriana	同上	31.1(29.0-24.5) × 19.3(17.2-23.1)	1.09	同上	同上	2.3	同上	同上	I	常绿乔木 evergreen tree	I: 13 V: 5	广西 IBG 陈照宙 51003
大明山青冈* Q. taming-shanensis	近球形 Spheroidal	26.3(23.3-31.9) × 23.8(21.6-26.5)	1.11	同上	同上	2.1	同上	同上	I	同上	I: 1 V: 7-8	广西 IBG 陈少卿 12215
木楼叶青冈* Q. litseoides	近球形—球形 Subspheroidal-Spherical	26.1(22.1-27.4) × 25.8(20.8-27.4)	1.01	3孔沟 3-colporate	同上	2.0	同上	同上	I	同上	I: 2 V: 10	广东 SYS 曾怀德 25468
椴叶青冈* Q. blakei	同上	25.7(23.3-29.4) × 24.3(20.8-25.7)	1.06	3 沟 3-colpate	同上	2.1	同上	同上	I	同上	I: 3 V: 3-4	广西 IBG 梁向日 69853

*为青冈亚属的种类(下同)。••为标本存放地点缩写。

续表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
大叶青冈* <i>Q. jenseni- ana</i>	长球形—近球形 Prolate- Subspheroidal	26.1(21.3—30.9)× 22.8(19.0—26.1)	1.14	3孔沟 3-colpo- rata	2层, 近等厚 two layers sexine&nexine almost equal	2.5	细颗粒状纹饰 finely granulate	颗粒状纹饰 granulate	J	常绿乔木 ever green tree	I:9—10	广西SYS 蔡仁昌 6094
雷公青冈* <i>Q. hui</i>	同上 do.	26.8(24.5—29.4)× 23.6(19.6—27.0)	1.14	3拟孔沟 3-colpor- oidate	同上 do.	2.5	颗粒状纹饰 granulate	颗粒—蠕虫状 纹饰 granu- late vermi- culate	I	同上 do.	I:4—5 V:13	广东SYS 曾怀德 20390
岭南青冈* <i>Q. champ- ionii</i>	同上 do.	23.5(19.6—25.7)× 19.8(17.2—21.6)	1.19	3孔沟 3- colporate	同上 do.	2.1	同上 do.	同上 do.	I	同上 do.	I:6, 10 V:14	广东SYS 曾怀德 25183
黄背叶青冈* <i>Q. delavayi</i>	长球形 Prolate	29.9(24.5—34.5)× 21.9(17.2—25.0)	1.37	同上 do.	同上 do.	2.0	同上 do.	同上 do.	I	同上 do.	I:7 V:15	云南SYS 黄滔无 89862
毛枝青冈* <i>Q. helfer- iana</i>	长球形—近球形 Prolate- Subspheroidal	23.4(26.5—31.9)× 23.4(18.4—27.0)	1.18	3沟 3-colporate	同上 do.	2.5	细颗粒状纹饰 finely granulate	同上 do.	I	同上 do.	I:8—9 V:16	海南SYS 刘心祈 5414
南岭青冈* <i>Q. chungii</i>	长球形 Prolate	29.4(26.5—31.9)× 23.4(18.4—27.0)	1.26	3孔沟 3- colporate	同上 do.	2.2	同上 do.	同上 do.	I	同上 do.	II:11—12 V:11—12	广东SYS 邓良 4253
小叶青冈* <i>Q. myrsinae- folia</i>	近球形 Subspheroidal	26.2(23.3—27.4)× 24.2(22.0—27.0)	1.08	同上 do.	同上 do.	2.4	同上 do.	聚颗粒纹饰 aggregate granulate	II	同上 do.	III:6—7	广东省 林科所 标本园
扫把青冈* <i>Q. augustinii</i>	长球形 Prolate	30.6(23.8—33.2)× 24.2(17.0—26.1)	1.27	同上 do.	同上 do.	2.3	同上 do.	同上 do.	II	同上 do.	III:1—3	贵州 黄成就 无号
青冈* <i>Q. glauca</i>	长球形—近球形 Prolate- Subspheroidal	24.8(23.5—29.4)× 22.8(19.6—25.0)	1.09	同上 do.	同上 do.	2.0	同上 do.	同上 do.	II	同上 do.	III:8—9 V:17—18	广西 韦发南 无号
上思青冈* <i>Q. delicatula</i>	同上 do.	25.5(22.1—28.2)× 23.4(17.2—27.0)	1.09	同上 do.	同上 do.	1.9	颗粒状纹饰 granulate	同上 do.	II	同上 do.	III:4—5 V:19	IBG 黄道年 A133

续表

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
云山青冈 <i>Q. nubium</i>	近球形—球形 Subspheroidal—Spheroidal	26.9(22.1—31.9)× 26.2(20.3—32.3)	1.03	3 孔沟 3-colpate	同上 do.	1.9	颗粒状纹饰 granulate	聚颗粒纹饰 aggregate granulate	Ⅱ	常绿乔木 ever green tree	Ⅱ:10 V:21	湖南IBG 张宏达 3234
巴榔山栎 <i>Q. aquifolioides</i>	同上 do.	29.3(24.5—31.9)× 31.4(24.5—34.3)	0.92	同上 do.	同上 do.	1.9	同上 do.	同上 do.	Ⅱ	常绿乔木 或灌木 ever- green tree or shrub	Ⅱ:11 V:22	云南IBG 俞德浚 11595
乌岗山栎 <i>Q. phillyroides</i>	同上 do.	29.3(24.5—31.9)× 31.9(24.5—34.3)	0.97	同上 do.	同上 do.	1.9	同上 do.	同上 do.	Ⅱ	同上 do.	Ⅱ:12 V:20	浙江SYS 浙大 557
栓皮栎 <i>Q. variabilis</i>	长球形 Prolate	35.4(31.8—41.7)× 27.9(24.5—33.1)	1.27	同上 do.	同上 do.	2.0	同上 do.	芽胞状纹饰 gemmate	Ⅳ	落叶乔木 decid- uous	Ⅳ:3—4 V:28	江苏SYS 方文培 79
白栎 <i>Q. fabri</i>	近球形—球形 Subspheroidal—Spheroidal	29.9(27.0—34.3)× 28.0(23.3—30.7)	1.07	同上 do.	同上 do.	2.2	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:1 V:23	广东省 林科所 标本园
枹栎 <i>Q. serrata</i>	近球形 Subspheroidal	34.3(29.0—38.0)× 30.8(27.0—34.3)	1.11	同上 do.	同上 do.	2.1	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:5—6 V:21—25	江苏SYS 左景烈 924
短柄枹栎 <i>Q. serrata</i> var. <i>brevi- petiolata</i>	近球形—球形 Subspheroidal—Spheroidal	33.1(30.7—35.6)× 32.1(27.0—35.6)	1.03	同上 do.	同上 do.	2.2	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:7—8 V:27	江苏SYS Chen et Teng 92
榭栎 <i>Q. aliena</i>	同上 do.	28.7(22.1—31.8)× 28.6(20.8—35.5)	1.00	3 沟 3-colpate	同上 do.	2.2	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:9—10 V:26	贵州IBG 贵州队 0207
脱齿榭栎 <i>Q. aliena</i> var. <i>acute- serrata</i>	同上 do.	32.7(30.3—35.6)× 30.4(24.5—34.5)	1.08	同上 do.	同上 do.	2.2	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:11—12	广东IBG 高锡朋 54129
蒙栎 <i>Q. mongolica</i>	长球形 Prolate	39.3(30.4—43.2)× 33.3(23.8—39.2)	1.27	3 孔沟 3-colpate	同上 do.	2.0	同上 do.	同上 do.	Ⅳ	同上 do.	Ⅳ:2	河北SYS T. N. Liou 8384

三、讨 论

1. 我国壳斗科植物, 按植物形态学的特征, 通常被分为三个亚科, 即水青冈亚科 (Fagoideae)、栎亚科 (Quercoidae) 和栗亚科 (Castanoideae)。除水青冈亚科的拟水青冈属 (*Nothofagus*) 外, 其余 6 属我国均有分布。根据花粉形态学的特征, 也可把它们分成三种类型, 而每类型所含的属, 正好与形态分类的三个亚科是一致的。因此, 花粉学的资料, 证明了形态分类的三个亚科是自然和合理的。据 J. Pragłowski 的研究^[14], 水青冈亚科两个属的花粉纹饰和萌发孔是完全不同的。分布在南半球的拟水青冈属, 其萌发孔为短沟状, 向外突出呈椭圆形, 沟边缘增厚, 外壁具典型的刺状纹饰, 与水青冈的蠕虫——皱波状纹饰比较, 显示了明显的形态上的变化。加上植物外形的差异以及与水青冈属间断的分布, 我们认为, J. Pragłowski 提出把拟水青冈属从水青冈亚科中分出, 成为独立的分类群的意见是可取的。

2. 从表可见, 栎属花粉外壁纹饰在扫描电镜下可区分为四个基本类型, 类型 I、II、III 全部为常绿树种, 其中既有青冈亚属的种类, 也有栎亚属的种类, 类型 IV 则全部为落叶树种。由此可见, 栎属花粉外壁纹饰在落叶和常绿种类之间有较明显的差异, 而青冈亚属和栎亚属之间却没有界线。因此, 从孢粉学的角度而论, 栎属植物是一个自然的类群, 仍以包括青冈亚属和栎亚属为宜, 将青冈亚属分出独立成属, 至少在花粉形态方面缺乏充分的说服力。

另外, 据 P. M. Colombo 等人^[7]研究了地中海地区 8 种栎属植物的 31 个个体的花粉形态后认为, 仅引用花粉粒的极轴和赤道轴的长度及其比率, 就可以把地中海区所产的种类分成三个组, 甚至可以区分到种。我们虽未对此进行专门的研究, 但从表所列的数据看, 并未发现其比率与种的分类存在明显的规律。由此可见, 极轴与赤道轴的比率, 似不足以作为分类的主要依据, 特别是种类多时, 更难区分。

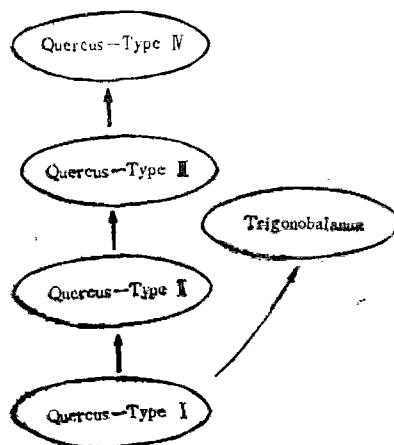
3. 三棱栎属是近年我国发现的新分布属^[4], 是 L. L. Forman^[11, 12]1962 年把它从栎属分出而建立的。已知有 3 个种, 其中三棱栎在我国云南亦有分布。本属植物因具有开裂的壳斗和具棱的果实, 似乎表明与水青冈亚科有亲缘关系, 但 Forman 则因它的雌花柱头状, 雄花雄蕊 6 枚, 花药大而基着, 雄花序为柔荑花序等, 认为更接近栎属, 并把它置于栎亚科内。我们所观察的三棱栎花粉外壁纹饰, 在扫描电镜下可以清楚的看到是由颗粒聚集成稍规则的蠕虫状, 介于栎属第 II 类和第 III 类纹饰之间, 而与山毛榉属的蠕虫——皱波状纹饰差异较大。花粉形态的研究支持了 Forman 的观点。我们认为, 把三棱栎属归入栎亚科是较为合理的。

4. 在扫描电镜下观察栎亚科植物的花粉纹饰时, 可以明显的看到本亚科花粉纹饰的演化趋向是: 由均匀分布的颗粒状纹饰 (即栎属的类型 I) → 颗粒聚集成大小和形状不规则的蠕虫状 (类型 II) → 颗粒聚集成大小和形状较规则的聚颗粒 (类型 III) → 颗粒聚集并互相融合成芽孢状 (类型 IV)。从类型 I 到类型 III 的变化是连续的、渐变的, 它们之间有许多过渡类型, 甚至一个种中也可以找到两种类型的花粉。但类型 IV 却可以看到明显的突变, 虽然在某些种类 (如槲栎 *Q. aliena*) 的芽孢状纹饰上还可以看到小颗粒的痕迹 (见图版 IV: 2、10), 但其芽孢状突起的基部收缩, 顶部钝圆, 与类型 III 的聚颗粒已明显不同。根据孢

粉学的观点, 类型 I 为本亚科中较原始的类型, 其种类主要分布在两广、云南和贵州; 类型 IV 是较进化的类型, 广泛分布于北温带, 全部为落叶树种; 而类型 II 和类型 III 是中间过渡的类型, 它们和类型 I 一样, 全部为常绿种类, 但分布区已扩大到秦岭以南及日本南部等地。从花粉的演化趋向, 也可以反映本亚科植物的发展和演化。

三棱栎花粉纹饰虽然是介于栎属 II 与 III 类型之间, 但从花粉形态和萌发孔的特征来看, 它不属于栎属演化主干的范畴。三棱栎花粉粒的萌发孔向外突出, 孔边缘加厚, 角孔型等特征, 似乎表明与分布于南半球的拟水青冈属的联系。

下图表示本亚科花粉演化途径



参 考 文 献

- (1) 中国科学院植物研究所, 1960: 中国植物花粉形态, 科学出版社。
- (2) 宋之琛等, 1965: 孢子花粉分析, 科学出版社。
- (3) 张玉龙等, 1974: 几种蕨类植物孢子在扫描电子显微镜下的观察, 植物学报 16(3): 291—292。
- (4) 徐永椿等, 1981: 我国山毛榉科植物中一个新分布属——三棱栎属, 云南植物研究 3(2): 213—215。
- (5) 中国科学院植物研究所、华南植物研究所, 1982: 中国热带亚热带被子植物花粉形态, 科学出版社。
- (6) Camus, A., 1936—1939: Les chênes. Monographie du genre Quercus. 1—2, Paris: Lechevalier.
- (7) Colombo, P. M., Lorenzoni, F. Ch. and Girgoletto, F., 1983: Pollen Grain morphology Supports the Taxonomical Discrimination of Mediterranean Oaks (Quercus, Fagaceae), Pl. Syst. Evol. 141: 273—284.
- (8) Erdtman, G., 1952: Pollen morphology and plant taxonomy, I. Angiosperms, Stockholm and Waltham, Mass.
- (9) Erdtman, G., 1967: On the pollen morphology of Trigonobalanus (Fagaceae), Bot. Not. 128: 324—333.
- (10) Erdtman, G., 1969: Handbook of palynology, Munksgaard (Fagaceae 103).
- (11) Forman, L. L., 1962: A New Genus in the Fagaceae, Taxon 11: 139—140.
- (12) Forman, L. L. 1960: On the Evolution of Cupules in the Fagaceae, Kew Bulletin 18: 385—419.
- (13) Olsson, U., 1975: On the size and microstructure of pollen grains of Quercus robur and Q. petraea (Fagaceae), Bot. Not. 128: 256—264.
- (14) Praglowski, J., 1982: Fagaceae, Fagoideae, World Pollen and Spore Flora II.
- (15) Smit, A., 1973: A scanning electron microscopical study of the pollen morphology in the genus Quercus, Acta Bot. Neerl. 22: 655—665.
- (16) Покровская, И. М. и др., 1950: Пыльцевой Анализ, Госгеолитиздат Москва.

A STUDY ON POLLEN MORPHOLOGY OF QUERCOIDEAE OERST (FAGACEAE) IN CHINA

Liu Lan-fang

(Department of Biology, Sun Yat-Sen University)

Fang Zhi-jian

(Guangdong Medical and Pharmaceutical College)

Abstract The present paper describes the pollen morphology of 26 species 2 varieties belonging to 2 genera of Quercoideae of Fagaceae from China. The pollen grains were all examined under light microscope and also scanning electron microscope.

The pollen grains of the family are prolate, perprolate or subspheroidal, $(10.0-47.5) \times (8.0-53.5) \mu$ in size, 3-colporate or 3-colpate, membrana colpi; exine 2-layered, $1.5-2.5 \mu$ thick, sexine and nexine almost equal. According to the exine ornamentation under scanning electron microscope the family may divided into three types, i.e. Fagus-Type (the representing genus Fagus): Quercus-Type (Trigonobalanus, Quercus): Castanea-Type (Castanea, Castanopsis, Lithocarpus), and the division is concordant with those classical systems based on the traditionary morphology.

The Quercoideae consists of two genera, Trigonobalanus Forman and Quercus L.. The pollen grains of Trigonobalanus are triangular or semilobate, $(17.5-30.0) \times (17.5-25.0) \mu$ in size, 3-colporate, angulaperturate, pore area conical prominent, vestibulum. The exine oramentations are granulate-vermiculate.

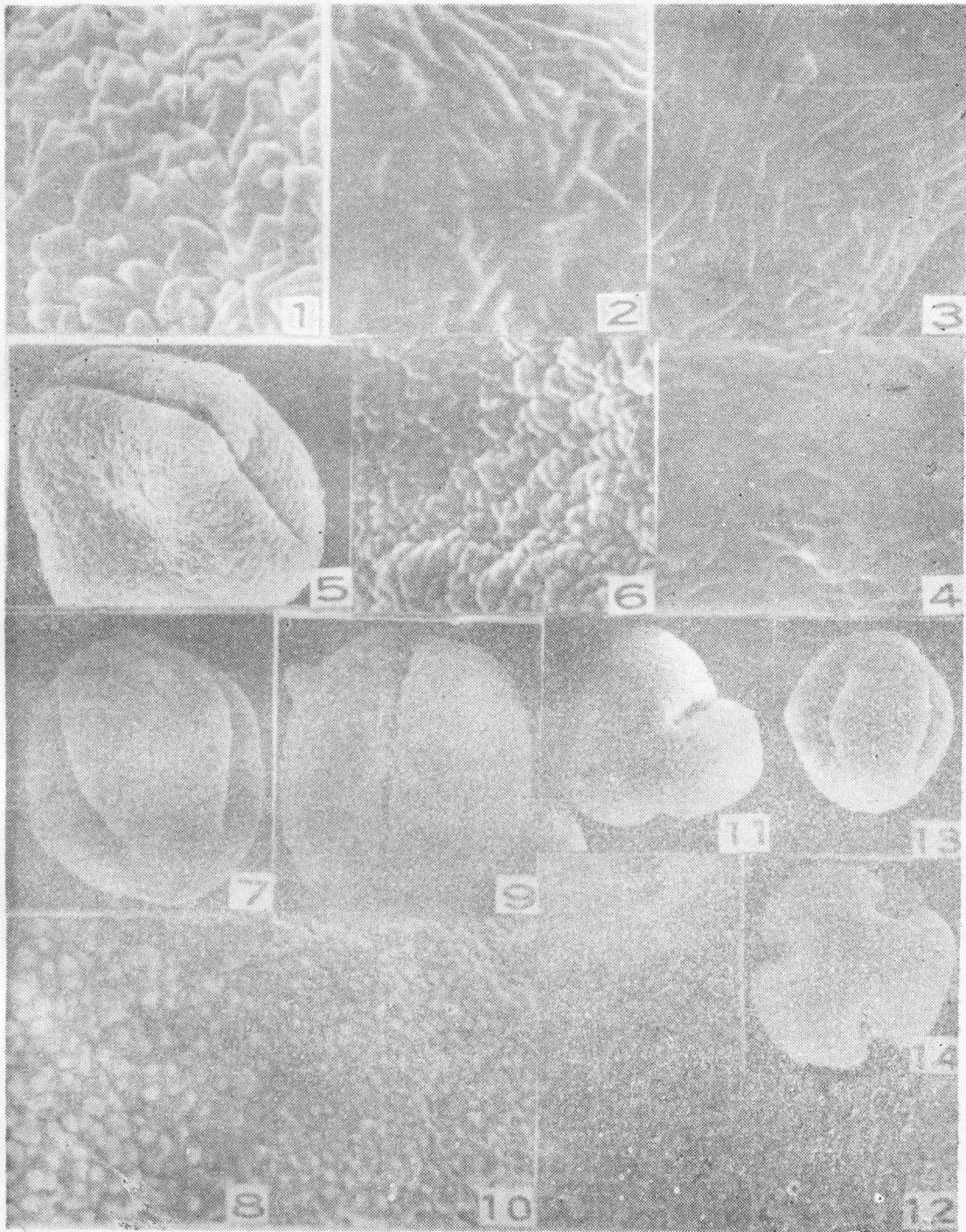
The pollen grains of Quercus are subspheroidal, $(20.0-41.7) \times (17.0-35.6) \mu$ in size, 3-colporate or 3-colporate. The exine ornamentation under scanning electron microscope can be distinguished into four types: Type-I granulate, Type-II granulate-vermiculate, Type-III aggregate granulate, Type-IV gemmate. The members of Type I-III all are evergreen trees or shrubs, including the species of Subgenus Cyclobalanopsis and Subgenus Quercus. Type-IV is including all deciduous trees or shrubs. The palynological evidence supports the opinion which Quercus includes the Subgenus Cyclobalanopsis and the Subgenus Quercus.

Key words Fagaceae; Quercoideae; Trigonobalanus; Quercus; Subgenus Quercus; Subgenus Cyclobalanopsis; Pollin morphology; Exine ornamentation

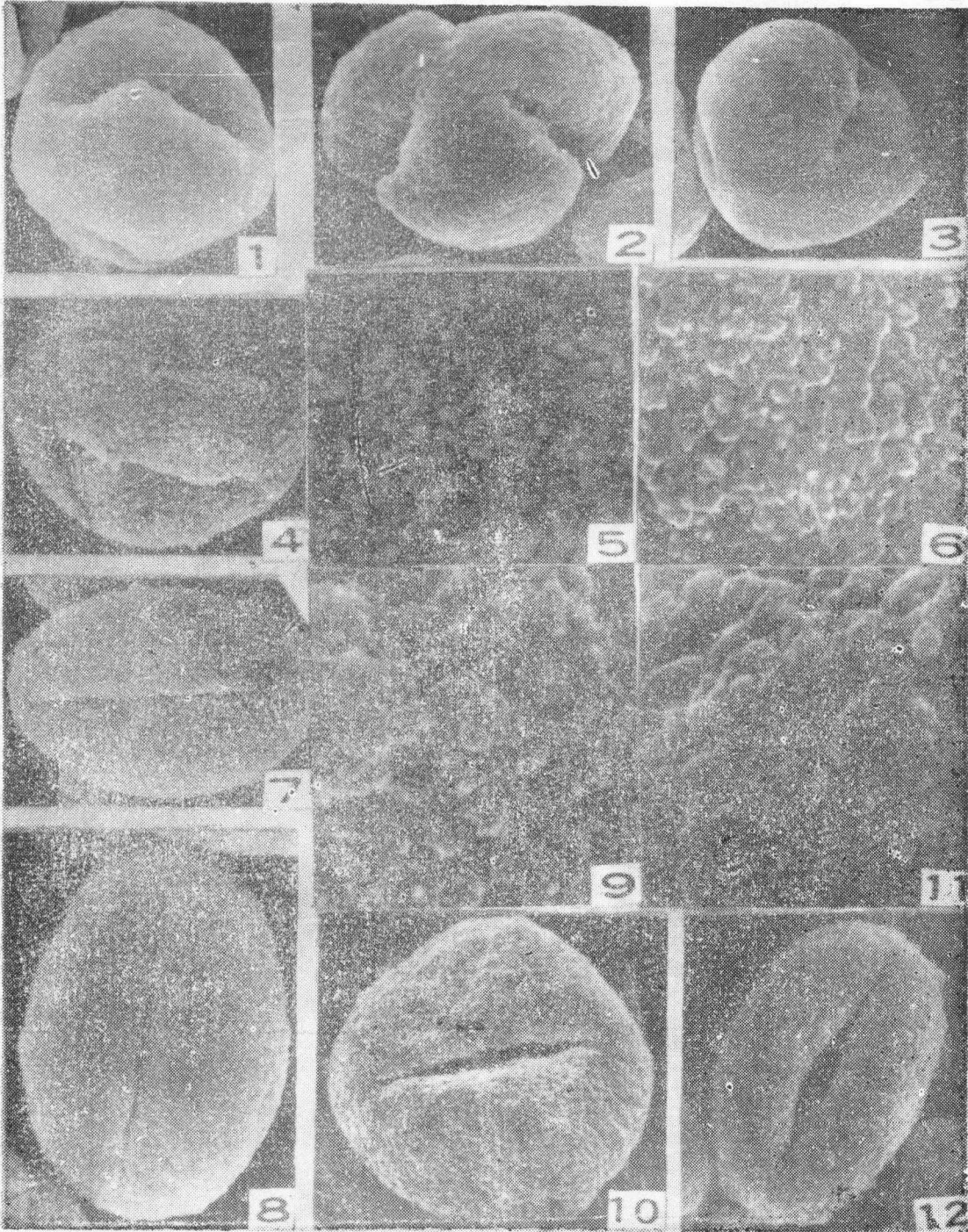
刘兰芳等: 中国壳斗科栎亚科花粉形态研究

Liu Lan-fang et al.: A study on pollen morphology of Quercoidaeae
Oerst (Fagaceae) in China

Plate I



1. *Fagus longipetiolata*; 2. *Castanopsis fordii*; 3. *Lithocarpus sphaerocarpus*;
4. *Castanea seguinii*; 5—6. *Trigonobalanus doichangensis*; 7—8. *Quercus fleuryi*;
9—10. *Q. jenseniana*; 11—12. *Q. edithae*; 13. *Q. engleriana*; 14. *Q. senescens*.
(SEM: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12 $\times 10000$; 5, 7, 9, 11, 13, 14 $\times 2500$)

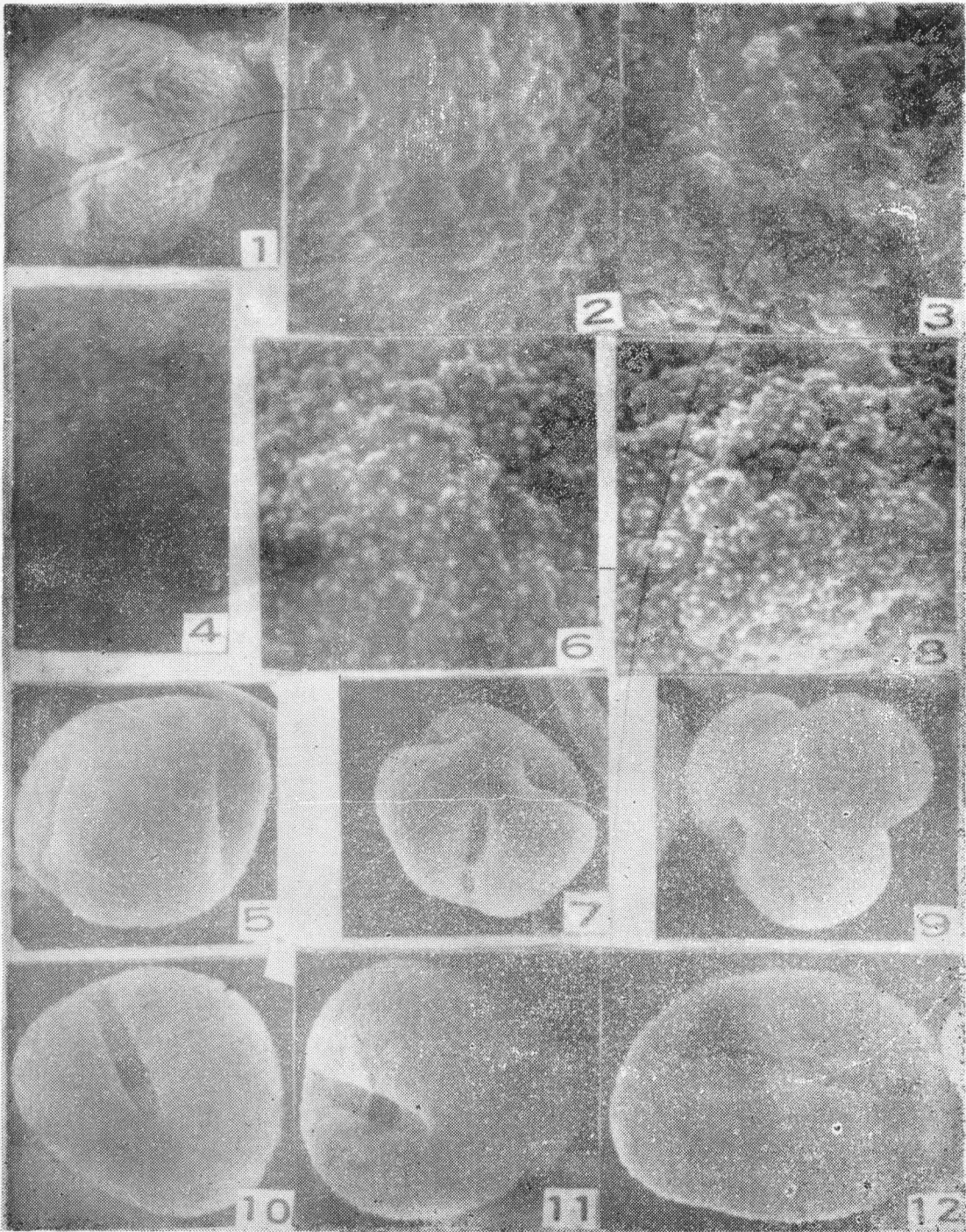


1. *Quercus tamingshanensis*; 2. *Q. litseoides*; 3. *Q. blakei*; 4-5. *Q. hui*; 6, 10. *Q. championii*; 7. *Q. delavayi*; 8-9. *Q. helferiana*; 11-12. *Q. chungii*.
(SEM: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 12 $\times 2500$; 5, 6, 9, 11 $\times 10000$)

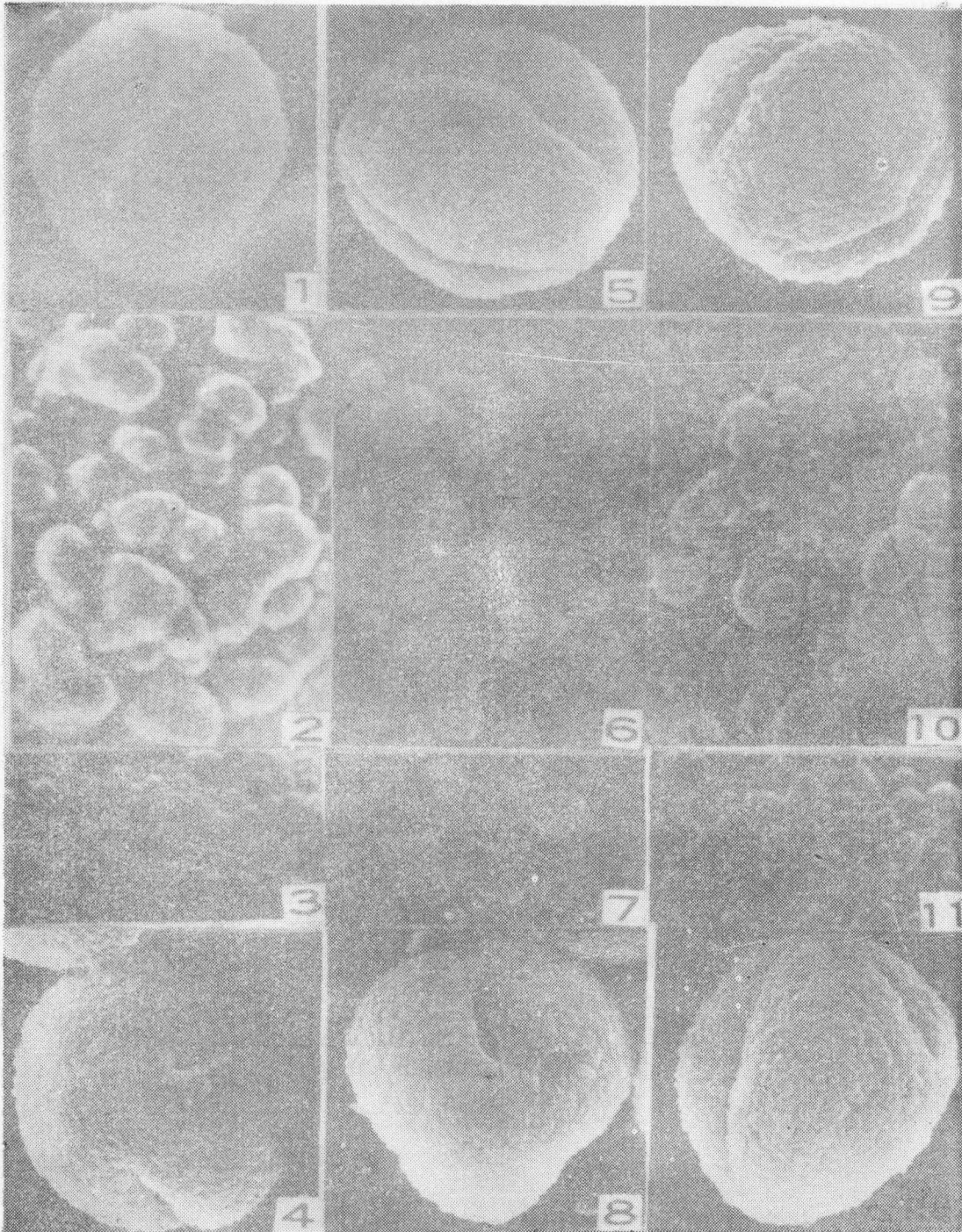
刘兰芳等：中国壳斗科栎亚科花粉形态研究

Liu Lan-fang et al.: A study on pollen morphology of Quercoidaeae
Oerst (Fagaceae) in Ching

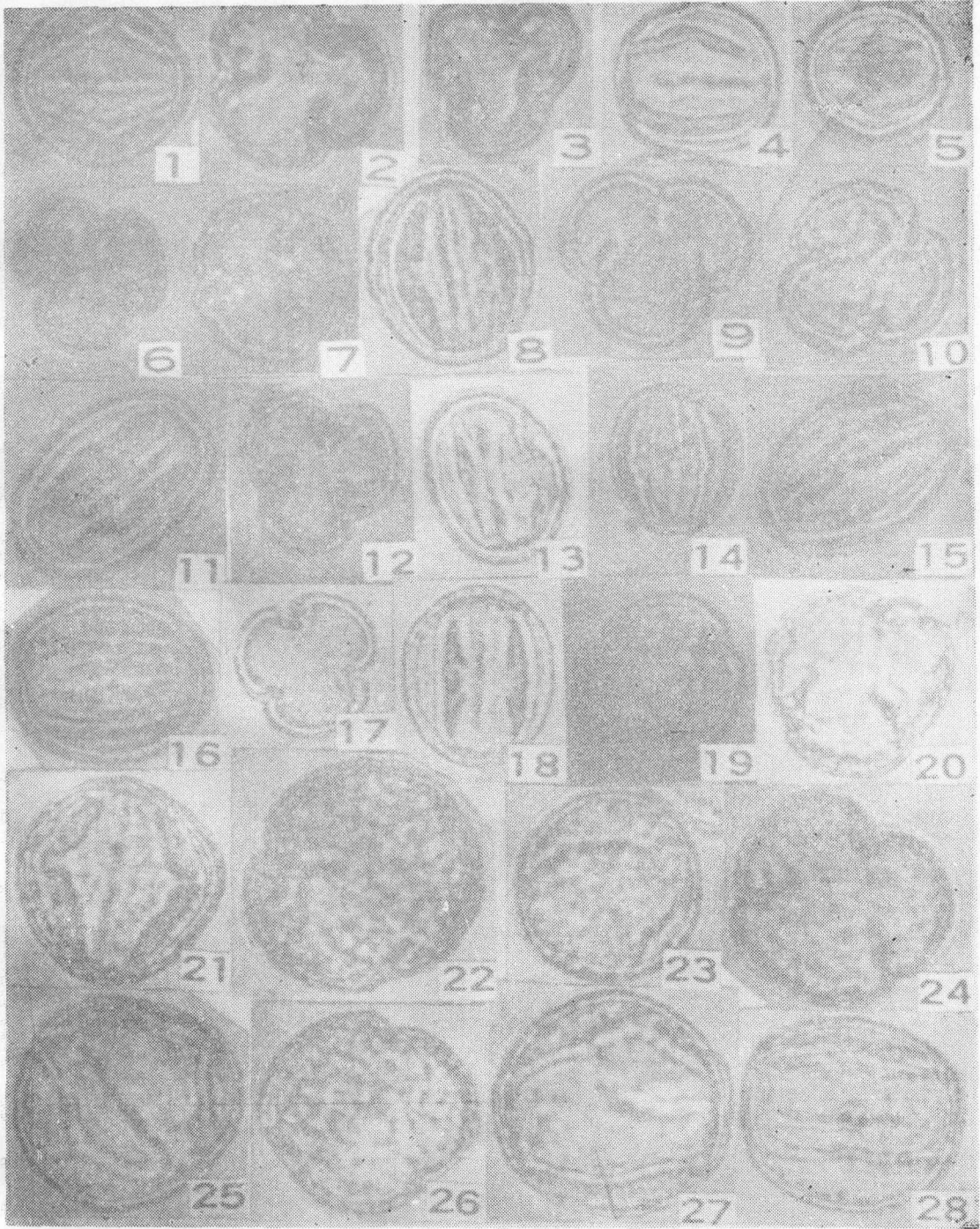
Plate II



1—3. *Quercus augustinii*; 4—5. *Q. delicatula*; 6—7. *Q. myrsinaefolia*; 8—9.
Q. glauca; 10. *Q. nubium* 11. *Q. aquifolioides*; 12. *Q. phillyraeoides*.
(SEM: 1, 5, 7, 9, 10, 11, 12 $\times 2500$; 2, 3, 4, 6, 8 $\times 10000$)



1. *Quercus fabri*; 2. *Q. mongolica*; 3—4. *Q. variabilis*; 5—6. *Q. serrata*;
 7—8. *Q. serrata* var. *brevipetiolata*; 9—10. *Q. aliena*; 11—12. *Q. aliena*
 var. *acuteserrata*. (SEM: 1,4,5,8,9,12 $\times 2500$; 2,3,6,7,10,11 $\times 10000$)



1—2. *Quercus fleuryi*; 3—4. *Q. blakei*; 5. *Q. engleriana*; 6. *Q. senescens*; 7—8. *Q. tamingshanensis*; 9. *Q. edithae*; 10. *Q. litseoides*; 11—12. *Q. chungii*; 13. *Q. hui*; 14. *Q. championii*; 15. *Q. delavayi*; 16. *Q. helferiana*; 17—18. *Q. glauca*; 19. *Q. delicatula*; 20. *Q. phillyraeoides*; 21. *Q. nubium*; 22. *Q. aquifolioides*; 23. *Q. fabri*; 24—25. *Q. serrata*; 26. *Q. aliena*; 27. *Q. serrata* var. *brevipetiolata*; 28. *Q. variabilis*; (LM: $\times 2000$)