

皖南山区肖坑林场秋季植物花粉形态特征分析

杨春蕾, 周忠泽^①, 周非, 龙聪

(安徽大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230601)

摘要: 应用光学显微镜和扫描电子显微镜对皖南山区肖坑林场 10 月开花的 26 科 41 属 42 种 2 变种的花粉形态特征进行了观察和描述。44 种植物包含草本植物 38 种、木本植物 6 种, 其中菊科(Compositae)植物有 11 种。花粉类型以萌发孔为 3 孔沟为主, 占 52.3%; 还包含单沟、3 沟、多沟、散沟、3 孔和多孔等类型。外壁纹饰以细网状和具刺(包括刺状、微刺状、条纹-微刺状、微刺-穿孔状、长刺状和刺突状)为主, 分别占 27.3% 和 47.7%; 还有粗网状、颗粒状、棒状和条纹状纹饰等。对这些种类花粉形态特征的观察和描述可为第四纪地层花粉研究提供基础资料, 也可作为中低山暖湿气候环境的代用指标。

关键词: 皖南山区; 肖坑林场; 花粉类型; 外壁纹饰

中图分类号: Q944.58 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2012)02-0001-12

Analysis on pollen morphological characteristics of autumn plants from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui YANG Chun-lei, ZHOU Zhong-ze^①, ZHOU Fei, LONG Cong (School of Resources and Environmental Engineering, Anhui University, Hefei 230601, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2012, 21(2): 1-12

Abstract: Pollen morphological characteristics of 42 species and 2 varieties (flowering in October) of 41 genera belonging to 26 families from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui were observed and described by light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). The 44 plants contain 38 herbs and 6 woody plants, in which 11 plants belong to Compositae. Pollen types are mainly 3-colporate apertures with a percentage of 52.3%, and also contain monocolpate, 3-colpate, stephanocolpate, pantocolpate, 3-porate and stephanoporate types. Exine ornamentations of pollens are mainly fine reticulate and acanaceous (including spinulose, microspinulose, striate-microspinulose, microspinulose-perforate, longue-spinulose and spike-like) with the percentages of 27.3% and 47.7%, respectively. Moreover, there are other exine ornamentations, such as rough-reticulate, granular, rod-like and striate. Observation and description on pollen morphological characteristics of these species could provide some basic data for pollen researches of the Quaternary Strata, and could also be used as substitutive indexes for low mountain warm-humid climate.

Key words: mountain areas of South Anhui; Xiaokeng Forest Farm; pollen type; exine ornamentation

孢粉作为古植被直接代用指标和古气候间接代用指标日益受到重视^[1]。能否正确利用孢粉资料解释环境、恢复古植被与古气候, 在很大程度上取决于孢粉资料的准确性^[2]。虽然孢粉粒体积小、质轻, 可随风、水等介质飘散很远, 但这部分孢粉往往仅占极

少数, 绝大部分孢粉都散落在其母体附近, 因此人们可以根据沉积物中的孢粉类型大体上分析出该区域当时植物群的面貌^[3]。由于植被对气候变化敏感, 一定的植物群反映一定的气候状况, 在统计学上植物花粉与气候之间存在着相对稳定的数量关系^[1]。因

收稿日期: 2011-11-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41072251; D0217); 安徽省自然科学基金资助项目(090415202); 现代古生物学和地层学国家重点实验室开放课题(113106)

作者简介: 杨春蕾(1988—), 女, 内蒙古呼伦贝尔人, 硕士研究生, 主要从事生物地理学与生物多样性保护研究。

^①通信作者 E-mail: zhzz@ahu.edu.cn

而,在用孢粉组合特征反映气候特征时,往往选择一些母体植物具有明显形态特征的花粉类型作为代用指标^[4]。花粉类型指示的气候区间与各物种的分布密切相关^[5]。

安徽省独特的地理位置和中国东部的湿润季风气候为植被及植物种类的繁衍生长、演化发展提供了基本条件。皖南山区具有典型季风气候特点,是东亚亚热带区系华东区成分的核心地段,原生植被保存较好,是研究植被分布与热量相关性、植物生态因子及相关科属花粉形态与季风气候关系的关键区域。因而,研究皖南山区花粉形态可为重建当地第四纪环境变化提供参考资料。

作者应用光学显微镜和扫描电子显微镜对皖南山区肖坑林场 10 月开花的 26 科 41 属 42 种 2 变种植物的花粉形态进行了观察和描述,以期为第四纪地层中的花粉鉴定提供标准图谱,为研究地区植物的现代地理分布提供参考依据;同时也为利用地层中相应化石花粉重建皖南山区古气候、古环境及气候变迁提供现代孢粉学资料和依据。

1 研究区自然概况和研究方法

1.1 研究区自然概况

肖坑林场隶属于安徽省老山自然保护区,处于皖南山区北缘,属九华山山系,位于贵池县最南端,并与石台县接壤,地理坐标为北纬 117°39'~117°48'、东经 30°19'~30°27'。地貌特征以中低山为主,海拔一般在 400 m 以上,最高处海拔 1 086 m;地势由南向北倾斜。地带性土壤为山地黄红壤,土壤垂直分布明显,母岩为石灰岩。该区域森林覆盖率超过 94%,自然植被保存完好,地带性植被为典型的亚热带常绿阔叶混交林,优势科为壳斗科(Fagaceae),优势种为甜槠[*Castanopsis eyrei* (Champ. ex Benth.) Tutch.]、苦槠[*C. sclerophylla* (Lindl. ex Paxt.) Schott.]、青冈栎[*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.]和东南石栎[*Lithocarpus harlandii* (Hance) Rehd.]^[6]。

研究区属亚热带季风气候,光照、热量和水分充足;太阳辐射年变化呈单峰型,1月至6月递增,7月至12月递减。年均 ≥ 10 °C活动积温 4 500 °C,年均气温 16.4 °C,极端高温 40.9 °C,极端低温-8.5 °C;平均太阳辐射 51.12 kJ·cm⁻²,年均日照时数 1 967.6 h;无霜期 227 d,多雾。区内雨量充沛,年降水量 1 300 ~

1 800 mm,多年平均降水量 1 550 mm,降水主要集中在 4 月至 9 月,且多以汛期暴雨形式出现^[7]。

1.2 材料

供试花粉于 2010 年 10 月 27 日至 10 月 30 日采自肖坑林场海拔 300~730 m 处的开花植物。用镊子取花药,标记后于干燥条件下保存备用。凭证标本及花粉玻片凭证标本保存于安徽大学生物系植物标本室(ANU)。

1.3 方法

花粉先采用 Erdtman 醋酸酐分解法处理,然后用玻棒蘸取花粉置于已放置 1 小块甘油胶的载玻片上,稍加热融化并搅拌均匀;在甘油胶周围放少许石蜡,盖上盖玻片并稍加热融化,待其凝固后贴上标签,即为永久制片;于 OLYMPUS BX51 型光学显微镜下观察、拍照,每种植物检测 30 粒花粉,结果取平均值^[8]。用体积分数 95% 乙醇将花粉从花药中洗出,在解剖镜下挑出花粉,置于黏有金属箔纸的铜台上,真空镀膜机喷金,在 JSM-6300 型扫描电子显微镜下对花粉进行观察、拍照^[8]。花粉描述术语参照文献^[9]。

2 结果和分析

供试的 26 科 41 属 42 种 2 变种植物包含草本植物 38 种、木本植物 6 种。光学显微镜下的花粉形态特征见图版 I 和 II,扫描电镜下的花粉形态特征见图版 III 和 IV。对花粉形态特征的描述如下:

1) 石栎[*Lithocarpus glaber* (Thunb.) Nakai] 隶属于壳斗科,其花粉形态特征见图版 I-1 和 III-1。花粉粒长球形,P/E=1.51(1.30~1.80),赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形,但不易观察到。长轴 19.9(16.3~22.5) μm、短轴 13.1(11.3~15.0) μm。具 3 孔沟,内孔清晰,圆形,孔径 2.0 μm;沟细长,达两极。外壁厚 1.5 μm,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为颗粒状,轮廓线较平;扫描电镜下为条纹-穿孔状。

2) 序叶苧麻[*Boehmeria clidemioides* var. *diffusa* (Wedd.) Hand. -Mazz.] 隶属于荨麻科(Urticaceae),其花粉形态特征见图版 I-2 和 III-2。花粉粒近球形至近长球形,P/E=1.13(1.07~1.33),赤道面观椭圆形,极面观圆形。长轴 19.3(16.3~23.8) μm、短轴 16.9(15.0~21.3) μm。具 3(4)孔,孔径 1.5 μm,圆形。外壁较薄,厚度 0.5 μm,只能分辨出 1 层。光镜

下外壁纹饰为模糊的小刺,扫描电镜下具小刺。

3) 大花马齿苋(*Portulaca grandiflora* Hook.) 隶属于马齿苋科(*Portulacaceae*),其花粉形态特征见图版 I-3 和 III-3。花粉粒球形,直径为 79.8(66.3~96.3) μm 。具散沟,30 沟。外壁厚 4.0 μm ,外层厚度是内层的 2 倍,柱状层基柱发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为明显刺状,末端尖,长 1 μm 。

4) 毛茛(*Ranunculus japonicus* Thunb.) 隶属于毛茛科(*Ranunculaceae*),其花粉形态特征见图版 I-4 和 III-4。花粉粒近球形,P/E=1.07(1.04~1.18),赤道面观圆形至椭圆形,极面观 3(4)裂圆形。长轴 32.5(30.0~37.5) μm 、短轴 30.3(27.5~35.0) μm 。具 3(4)沟,沟宽 2.0 μm ,沟浅。外壁厚 2.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为颗粒状,扫描电镜下为明显刺状。

5) 茶[*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] 隶属于山茶科(*Theaceae*),其花粉形态特征见图版 I-5,6 和 III-5。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.18(1.08~1.37),赤道面观椭圆形,极面观钝三角形,萌发孔位于角上。长轴 50.4(47.5~52.5) μm 、短轴 42.6(37.5~46.3) μm 。具 3 孔沟,沟宽 3.5 μm ,长达两极,两端尖,内孔横长,孔径 5.0 μm 。外壁厚 2.0 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱较明显。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状。

6) 油茶(*Camellia oleifera* Abel) 隶属于山茶科,其花粉形态特征见图版 I-7,8 和 III-6。花粉粒长球形,P/E=1.25(1.14~1.55),赤道面观椭圆形,极面观钝三角形,萌发孔位于角上。长轴 53.3(48.8~60.0) μm 、短轴 42.5(36.3~47.5) μm 。具 3 孔沟,沟宽 5.0~7.5 μm ;内孔大,横长,大小 5.0 μm ×8.0 μm 。外壁厚 2.5 μm ,外层稍厚于内层,柱状层基柱明显。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状。

7) 柔毛水杨梅(*Geum japonicum* var. *chinense* F. Bolle) 隶属于蔷薇科(*Rosaceae*),其花粉形态特征见图版 I-9 和 III-7。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.15(1.06~1.31),赤道面观椭圆形,极面观三裂钝三角形。长轴 24.6(22.5~26.3) μm 、短轴 21.5(20.0~22.5) μm 。具 3 孔沟,萌发孔部分稍突出,圆形,孔径 2.5 μm ;沟细长几达两极。外壁厚 1.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱较发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为条纹-穿孔状。

8) 扁豆(*Dolichos lablab* L.) 隶属于豆科(*Leguminosae*),其花粉形态特征见图版 I-10 和 III-8。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.30(1.16~1.51),赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。长轴 60.0(55.0~66.3) μm 、短轴 46.1(42.5~48.8) μm 。具 3 孔沟,沟较短,中部宽,两端尖,沟边不平;内孔纵长,呈长椭圆形,大小 10.0 μm ×4.0 μm 。外壁厚 2.0 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为细网状,扫描电镜下也为细网状但在赤道附近且沟边具穿孔。

9) 杭子梢[*Campylotropis macrocarpa* (Bunge) Rehd.] 隶属于豆科,其花粉形态特征见图版 I-11,12 和 III-9。花粉粒近球形至近长球形,P/E=1.12(1.05~1.21),赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。长轴 28.5(25.0~31.3) μm 、短轴 25.4(22.5~27.5) μm 。具 3 孔沟,内孔大,圆形,孔径 3.5 μm ,直径超过沟宽;沟细长,几达两极。外壁厚 1.5 μm ,外层稍厚于内层,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为粗网状,扫描电镜也为粗网状但网眼内具穿孔。

10) 水金凤(*Impatiens noli-tangere* L.) 隶属于凤仙花科(*Balsaminaceae*),其花粉形态特征见图版 I-13 和 III-10。花粉粒扁球形,左右对称,赤道面观扁圆形,极面观钝角长方形,制片时仅观察到极面观。极面观长轴 38.8(33.8~46.3) μm 、短轴 27.9(22.5~31.3) μm 。具 4 沟,沟细而短,位于极面观长方形的角上。外壁厚 1.0 μm ,外层稍厚于内层,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为粗网状,扫描电镜下也为粗网状但网眼内具颗粒。

11) 睫毛萼凤仙花(*Impatiens blepharosepala* Pritz.) 隶属于凤仙花科,其花粉形态特征见图版 I-14 和 III-11。花粉粒扁球形,赤道面观扁圆形,极面观钝角长方形,制片时仅能观察到极面观。长轴 37.5(33.8~42.5) μm 、短轴 31.8(28.8~37.5) μm 。具 4 沟,沟细而短,位于极面观长方形的角上。外壁厚 2.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为明显粗网状,扫描电镜下也为显著的粗网状但网眼中具不明显的颗粒。

12) 胡颓子(*Elaeagnus pungens* Thunb.) 隶属于胡颓子科(*Elaeagnaceae*),其花粉形态特征见图版 I-15 和 III-12。花粉粒扁球形,P/E=0.88(0.87~0.94),赤道面观扁圆形,极面观三裂三角形。长轴 44.6(40.0~47.5) μm 、短轴 39.3(35.0~42.5) μm 。

具3孔沟,沟细长,几达两极,边缘不平,沟宽2.5 μm ;内孔圆形,显著外凸,孔径3.5 μm 。外壁厚3.5 μm ,外层稍厚于内层,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为模糊细网状,在扫描电镜下为细网状。

13) 长萼堇菜 (*Viola inconspicua* Bl.) 隶属于堇菜科 (Violaceae),其花粉形态特征见图版 I-16 和 III-13。花粉粒多数扁球形、少数长球形;极面观三裂圆形。长轴35.6(30.0~38.8) μm 、短轴41.8(38.8~46.3) μm 。具3孔沟,沟较宽(8.0 μm),几达两极;内孔圆形,孔径4.0 μm 。外壁厚2.0 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为模糊细网状,扫描电镜下也为细网状但具穿孔。

14) 长籽柳叶菜 (*Epilobium pyrricholophum* Franch. et Sav.) 隶属于柳叶菜科 (Onagraceae),其花粉形态特征见图版 I-17 和 III-14,15。花粉近扁球形,部分为四合体。单粒花粉极面观钝三角形,赤道面直径83.8(73.8~95.0) μm ,但制片时几乎看不到赤道面。具3孔,孔大而圆,明显外凸,孔径7.0~11.0 μm 。外壁厚5.0~6.0 μm ,外层厚度是内层的3倍,外壁内层至萌发孔处加厚,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为较模糊的细网状,扫描电镜下为棒状,均可观察到某些花粉粒外壁具长粘丝。

15) 小二仙草 [*Haloragis micrantha* (Thunb.) R. Br.] 隶属于小二仙草科 (Haloragaceae),其花粉形态特征见图版 I-18 和 III-16,17。花粉粒为近球形,赤道面观椭圆形,极面观钝四(五)边形,极面四(五)边形边长19.6(16.3~27.5) μm ,偶见四合体。具4~5孔,钝四(五)边形每个角各有1孔,孔径1.0 μm 。外壁厚3.0~5.0 μm ,外层与内层近等厚,外层在有孔处显著加厚。光镜下外壁纹饰为颗粒状,扫描电镜下为微刺-穿孔状。

16) 白花前胡 (*Peucedanum praeruptorum* Dunn) 隶属于伞形科 (Umbelliferae),其花粉形态特征见图版 I-19 和 III-18。花粉粒长球形,P/E=1.86(1.59~2.06),赤道面观椭圆形,赤道部分稍缢缩,略呈茧形;极面观三裂圆形。长轴41.4(33.8~46.3) μm 、短轴22.3(18.8~26.3) μm 。具3孔沟,沟狭长,几达两极;内孔横长,孔径3.5 μm 。外壁厚1.5~3.0 μm ,外层厚度为内层的1.5~2倍,柱状层基柱发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者网眼内具穿孔。

17) 细茎双蝴蝶 [*Tripterispermum filicaule*

(Hemsl.) H. Smith] 隶属于龙胆科 (Gentianaceae),其花粉形态特征见图版 I-20,21 和 III-19。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.27(1.18~1.35),极面观三裂圆形,赤道面观椭圆形。长轴43.6(41.3~46.3) μm 、短轴34.3(32.5~35.0) μm 。具3孔沟,沟细长,达两极;内孔纵长,孔径1.5~3.0 μm 。外壁厚2.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为细网状,扫描电镜下为条纹-穿孔状。

18) 飞蛾藤 (*Porana racemosa* Roxb.) 隶属于旋花科 (Convolvulaceae),其花粉形态特征见图版 I-22,23 和 III-20。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.17(1.06~1.53),极面观三裂圆形,赤道面观椭圆形。长轴24.6(22.5~28.8) μm 、短轴21.0(18.8~22.5) μm 。具3沟,沟宽3.5 μm ,长达两极。外壁厚2.0 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为细网状,扫描电镜下为微刺状。

19) 金灯藤 (*Cuscuta japonica* Choisy) 隶属于旋花科,其花粉形态特征见图版 I-24,25 和 III-21。花粉粒近球形,P/E=1.05(1.00~1.11),极面观四(五)裂圆形,赤道面观椭圆形。长轴38.4(33.8~45.0) μm 、短轴36.5(31.3~42.5) μm 。具4~5沟,沟宽4.0 μm 。外壁厚4.0 μm ,外层厚度是内层的3倍,柱状层基柱发达。光镜下外壁纹饰为颗粒状,扫描电镜下为清晰的粗网状。

20) 假鬃尾草 (*Leonurus chaituroides* C. Y. Wu et H. W. Li) 隶属于唇形科 (Lamiaceae),其花粉形态特征见图版 I-26,27 和 III-22。花粉粒近长球形至长球形,P/E=1.33(1.09~1.56),赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。长轴33.1(30.0~36.3) μm 、短轴24.9(22.5~27.5) μm 。具3沟,沟宽7.0 μm ,中部宽,两端尖,几达两极。外壁厚1.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱不明显。在光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者具少量穿孔。

21) 一串红 (*Salvia splendens* Ker-Gawl.) 隶属于唇形科,其花粉形态特征见图版 I-28,29 和 III-23,24。花粉粒近扁球形,P/E=0.83(0.76~0.89),赤道面观近圆形,极面观六裂扁圆形。极面观长轴52.1(38.8~60.0) μm 、短轴62.8(46.3~68.8) μm 。具6沟,沟宽3.0 μm ,几达两极。外壁厚2.5 μm ,外层与内层近等厚,柱状层基柱发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者网眼内具穿孔。

22) 海州香薷 (*Elsholtzia splendens* Nakai) 隶属于唇形科,其花粉形态特征见图版 II-1,2 和 IV-1,2。花粉粒近长球形至长球形, $P/E=1.14(1.04 \sim 1.28)$,赤道面观近圆形,极面观六裂圆形。长轴 $31.4(27.5 \sim 36.3) \mu\text{m}$ 、短轴 $27.6(22.5 \sim 33.8) \mu\text{m}$ 。具6沟,沟宽 $1.5 \mu\text{m}$,沟细长,几达两极。外壁厚 $1.5 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者具穿孔。

23) 显脉香茶菜 [*Isodon nervosus* (Hemsl.) Kudo] 隶属于唇形科,其花粉形态特征见图版 II-3 和 IV-3,4。花粉粒近球形, $P/E=1.13(1.02 \sim 1.32)$,赤道面观椭圆形,极面观六裂圆形。长轴 $32.3(25.3 \sim 37.5) \mu\text{m}$ 、短轴 $28.4(22.5 \sim 32.5) \mu\text{m}$ 。具6沟,沟宽 $2.0 \mu\text{m}$,沟细长,几达两极。外壁厚 $2.0 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜下外壁纹饰为粗网状;扫描电镜下为粗网状,但网眼不规则且网眼内具穿孔。

24) 龙葵 (*Solanum nigrum* L.) 隶属于茄科 (*Solanaceae*),其花粉形态特征见图版 II-4,5 和 IV-5。花粉粒近扁球形至近球形, $P/E=0.88(0.83 \sim 0.95)$,赤道面观扁圆形,极面观钝三角形,萌发孔位于角上。长轴 $25.0(22.5 \sim 26.3) \mu\text{m}$ 、短轴 $28.3(26.3 \sim 30.0) \mu\text{m}$ 。具3孔沟,内孔明显,孔径 $2.0 \mu\text{m}$,沟狭长,几达两极。外壁厚 $2.0 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为模糊细网状,扫描电镜下为微刺-穿孔状。

25) 醉鱼草 (*Buddleja lindleyana* Fort.) 隶属于醉鱼草科 (*Buddlejaceae*),其花粉形态特征见图版 II-6,7 和 IV-6。花粉粒近长球形至长球形, $P/E=1.18(1.00 \sim 1.50)$,赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形;长轴 $18.4(17.5 \sim 20.0) \mu\text{m}$ 、短轴 $15.6(12.5 \sim 18.8) \mu\text{m}$ 。具3孔沟,沟宽 $2.0 \mu\text{m}$,沟狭长,几达两极。外壁厚 $1.5 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱明显。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者具穿孔。

26) 通泉草 [*Mazus japonicus* (Thunb.) O. Kuntze] 隶属于玄参科 (*Scrophulariaceae*),其花粉形态特征见图版 II-8,9 和 IV-7。花粉粒近球形, $P/E=1.17(1.04 \sim 1.47)$,赤道面观椭圆形,极面观三裂圆形。长轴 $31.6(28.8 \sim 35.0) \mu\text{m}$ 、短轴 $27.1(21.3 \sim 31.3) \mu\text{m}$ 。具3沟,沟宽 $3.5 \mu\text{m}$,几达两极。外壁厚 $1.5 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱发达。光镜

和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状。

27) 中华孩儿草 (*Rungia chinensis* Benth.) 隶属于爵床科 (*Acanthaceae*),其花粉形态特征见图版 II-10 和 IV-8。花粉粒长球形, $P/E=1.48(1.29 \sim 1.75)$,左右对称,两孔之间的赤道轴较短。长轴 $38.8(27.5 \sim 43.8) \mu\text{m}$ 、短轴 $26.1(21.3 \sim 28.8) \mu\text{m}$ 。具2孔沟,沟细长,沟宽 $1.0 \mu\text{m}$;内孔椭圆形,孔径为 $4.0 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $2.0 \sim 2.5 \mu\text{m}$,极部外层与内层近等厚,赤道轴附近外层逐渐加厚,柱状层基柱发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为细网状,但后者网脊粗且网眼内具穿孔。

28) 爵床 [*Rostellularia procumbens* (L.) Nees] 隶属于爵床科,其花粉形态特征见图版 II-11 和 IV-9。花粉粒长球形, $P/E=1.42(1.21 \sim 1.72)$,左右对称,两孔间赤道轴较短。长轴 $31.6(27.5 \sim 38.8) \mu\text{m}$ 、短轴 $22.3(17.5 \sim 25.0) \mu\text{m}$ 。具2孔沟,沟细长,沟宽 $1.0 \mu\text{m}$;内孔横椭圆形,孔径 $3.0 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $2.5 \sim 6.0 \mu\text{m}$,外壁外层与内层在极部近等厚,厚度 $2.5 \mu\text{m}$;在赤道部分外层显著加厚,厚度 $4.5 \mu\text{m}$;外层厚度是内层的4.5倍,柱状层基柱发达。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为粗网状,但后者网眼内具穿孔。

29) 中国野菰 (*Aeginetia sinensis* G. Beck) 隶属于列当科 (*Orobanchaceae*),其花粉形态特征见图版 II-12 和 IV-10。花粉粒近长球形至长球形, $P/E=1.23(1.04 \sim 1.67)$,极面观三裂圆形,赤道面观椭圆形。长轴 $30.6(25.0 \sim 38.8) \mu\text{m}$ 、短轴 $25.0(18.8 \sim 28.8) \mu\text{m}$ 。具3沟,沟宽 $3.0 \sim 6.0 \mu\text{m}$,长几达两极。光镜下外壁层次不清晰,仅看到1层,外壁厚 $1.0 \mu\text{m}$;柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为模糊细网状,扫描电镜下为微刺-穿孔状。

30) 接骨草 (*Sambucus chinensis* Lindl.) 隶属于忍冬科 (*Caprifoliaceae*),其花粉形态特征见图版 II-13,14 和 IV-11。花粉粒近长球形至长球形, $P/E=1.30(1.19 \sim 1.57)$,极面观三裂圆形。长轴 $25.3(22.5 \sim 27.5) \mu\text{m}$ 、短轴 $19.4(17.5 \sim 22.5) \mu\text{m}$ 。具3孔沟,沟宽 $1.5 \sim 2.0 \mu\text{m}$,长几达两极;内孔圆形,孔径 $3.0 \mu\text{m}$ 。外壁厚 $2.5 \mu\text{m}$,外层与内层近等厚,柱状层基柱发达。光镜下外壁纹饰为粗网状,扫描电镜下为显著粗网状且网眼内具微刺。

31) 白花败酱 (*Patrinia villosa* Juss.) 隶属于败酱科 (*Valerianaceae*),其花粉形态特征见图版 II-15,16 和 IV-12。花粉粒近球形至近长球形, $P/E=1.12$

(1.00 ~ 1.25), 赤道面观近圆形, 极面观三裂圆形。长轴 54.3(50.0 ~ 61.3) μm 、短轴 48.3(40.0 ~ 58.8) μm 。具 3 沟, 沟宽而短, 沟长 30 μm 、宽 4 μm 。外壁厚 3.5 μm , 外层厚度是内层的 2 倍, 柱状层基柱明显。光镜下外壁表面有稀疏分布的小刺, 刺较小且顶端尖, 刺长 1.5 μm ; 扫描电镜下为微刺状。

32) 沙参(*Adenophora stricta* Miq.) 隶属于桔梗科(Campanulaceae), 其花粉形态特征见图版 II-17 和 IV-13。花粉粒近球形, P/E = 0.87(0.73 ~ 1.00)。长轴 37.5(33.8 ~ 43.8) μm 、短轴 43.0(37.5 ~ 50.0) μm 。具 4 孔, 孔圆形或椭圆形, 孔径 5.0 μm 。外壁厚 4.0 μm , 外层与内层近等厚, 柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为微刺状, 扫描电镜下为条纹-微刺状。

33) 华泽兰(*Eupatorium chinense* L.) 隶属于菊科(Compositae), 其花粉形态特征见图版 II-18 和 IV-14。花粉粒近球形, P/E = 1.08(1.03 ~ 1.17), 赤道面观近圆形, 极面观三裂圆形。长轴 35.1(31.3 ~ 43.8) μm 、短轴 32.5(28.8 ~ 37.5) μm 。具 3 孔沟, 沟宽 2.5 μm ; 孔圆形, 孔径 1.5 μm 。外壁厚 4.0 μm (不包括刺), 外层厚度为内层的 3 倍; 外层明显为 2 层, 具明显柱状层基柱及厚的覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著长刺状, 极面观上每裂片具 5 个刺, 刺为宽三角形、顶端锐尖, 刺长 2.5 μm , 基部直径 2.5 μm ; 扫描电镜下为长刺状, 刺基部具穿孔。

34) 鬼针草(*Bidens pilosa* L.) 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-19 和 IV-15。花粉粒球形, 赤道面观圆形, 极面观四裂圆形, 直径 42.3(36.3 ~ 50.0) μm 。具 4 孔沟, 内孔不清晰。外壁厚 5.0 μm (不包括刺), 外层厚度是内层的 3 倍; 外层明显为 2 层, 具明显柱状层基柱及厚的覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著长刺状, 极面观每裂片具 4 个宽三角形的刺, 顶端锐尖, 刺长 4.0 ~ 5.0 μm , 基部直径 4.5 μm ; 扫描电镜下为长刺状且刺基部具穿孔。

35) 金盏银盘[*Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff] 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-20 和 IV-16。花粉粒球形, 赤道面观圆形, 极面观三(四)裂圆形, 直径 40.9(37.5 ~ 45.0) μm 。具 3(4) 孔沟, 内孔横长, 孔径 3.0 μm 。外壁厚 4.0 μm (不包括刺), 外层厚度是内层的 4 倍; 外层明显为 2 层, 具明显柱状层基柱及厚的覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著长刺状, 极面观每裂片具 5(4) 个刺, 刺渐尖, 刺

长 6.0 ~ 7.0 μm , 基部直径 4.5 μm ; 扫描电镜下为长刺状, 刺基部具少量穿孔。

36) 腺梗豨莩(*Siegesbeckia pubescens* Makino) 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-21 和 IV-17。花粉粒球形, 赤道面观圆形, 极面观三裂圆形, 直径 32.4(31.3 ~ 37.5) μm 。具 3 孔沟, 内孔不明显。外壁厚 3.5 μm (不包括刺), 外层与内层近等厚; 外层明显为 2 层, 具明显柱状层基柱及厚的覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著刺状, 极面观每裂片具 4(5) 个锥状刺, 顶端锐尖, 刺长 4.5 μm , 基部直径 4.5 μm ; 扫描电镜下为长刺状且刺基部具明显穿孔。

37) 野菊[*Dendranthema indicum* (L.) Des Moul.] 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-22, 23 和 IV-18。花粉粒球形, 赤道面观圆形, 极面观三裂圆形, 直径 36.4(32.5 ~ 40.0) μm 。具 3 孔沟, 沟宽 9.0 ~ 11.0 μm , 内孔不明显。外壁厚 4.5 μm (不包括刺), 外层厚度是内层的 3 倍; 外层明显为 2 层, 具明显的柱状层基柱及覆盖层。光镜下外壁纹饰为细网状, 表面具刺, 刺渐尖, 极面观每裂片具 4 个刺, 刺长 4.0 μm ; 扫描电镜下为刺状且刺基部具穿孔。

38) 一枝黄花(*Solidago decurrens* Lour.) 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-24, 25 和 IV-19, 20。花粉近球形, P/E = 1.06(1.00 ~ 1.11), 赤道面观近圆形, 极面观三裂圆形。长轴 26.9(25.0 ~ 28.8) μm 、短轴 25.4(22.5 ~ 27.5) μm 。具 3 孔沟, 沟边缘不平, 沟宽 5.0 ~ 6.0 μm ; 内孔不明显。外壁厚 2.5 μm (不包括刺), 外层稍厚于内层; 外层明显为 2 层, 柱状层基柱不明显。光镜下外壁纹饰为刺状, 刺较短, 极面观每裂片具 4(5) 个刺, 刺长 2.5 μm , 末端尖, 刺基部直径 2.0 μm ; 扫描电镜下为长刺状且刺基部具少量穿孔。

39) 狭苞橐吾(*Ligularia intermedia* Nakai) 隶属于菊科, 其花粉形态特征见图版 II-26, 27 和 IV-21。花粉粒近球形, P/E = 1.08(1.02 ~ 1.20), 赤道面观近圆形, 极面观三裂圆形。长轴 52.0(43.8 ~ 56.3) μm 、短轴 48.1(42.5 ~ 53.8) μm 。具 3 孔沟, 内孔椭圆形, 大小 4.5 μm × 7.0 μm ; 沟宽 4.0 ~ 5.0 μm 。外壁厚 5.0 μm , 外层稍厚于内层; 外层明显为 2 层, 具基柱及覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著刺状, 极面观每裂片具 5(6) 个刺, 刺长 4.5 μm , 基部直径 5.0 μm , 末端渐尖; 扫描电镜下为长刺状且刺基部具穿孔。

40) 千里光(*Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D.

Don) 隶属于菊科,其花粉形态特征见图版 II-28, 29 和 IV-22, 23。花粉粒球形,赤道面观圆形,极面观三裂圆形,直径 35.3(32.5~38.8) μm (包括刺长)。具 3 孔沟,内孔不明显,沟宽 7.0 μm 。外壁厚 3.0 μm ,外层厚度是内层的 2 倍;外层明显为 2 层,具基柱及覆盖层。光镜下外壁纹饰为显著刺状,极面观每裂片具 6 个刺,刺长 3.0 μm ,基部直径 3.0 μm ,末端渐尖;扫描电镜下为长刺状且刺基部具穿孔。

41) 风毛菊 [*Saussurea japonica* (Thunb.) DC.] 隶属于菊科,其花粉形态特征见图版 II-30, 31 和 IV-24。花粉粒球形,赤道面观圆形,极面观三裂钝三角形,直径 51.6(45.0~57.5) μm 。具 3 孔沟,沟较宽,约 6.0 μm ;内孔不明显。外壁厚 8.0~11.0 μm ,外层厚度是内层的 3~4 倍;柱状层基柱发达,具厚覆盖层,极面观外层到孔边变薄。光镜下外壁纹饰为模糊细网状,表面有稀疏小刺突,极面观每裂片具 6 个刺,顶端钝,花粉轮廓线波浪状;扫描电镜下为稀疏刺突状且表面具穿孔。

42) 苦蕒菜 [*Ixeris denticulata* (Houtt.) Stebb.] 隶属于菊科,其花粉形态特征见图版 II-32, 33 和 IV-25, 26。花粉粒近球形,直径 40.0(36.3~43.8) μm 。具 3 孔沟,内孔横长,大小 4.0 μm ×9.0 μm ;沟宽 5.0~6.0 μm 。外壁厚 3.5 μm ,外层与内层近等厚。表面具大网,由 12 个网胞组成。光镜下外壁纹饰为刺状,刺长 2.5 μm ,锐尖;扫描电镜下也为刺状,极区及网脊上具刺且刺基部具穿孔。

43) 多裂翅果菊 [*Pterocysela laciniata* (Houtt.) Shih] 隶属于菊科,其花粉形态特征见图版 II-34 和 IV-27, 28)。花粉粒球形,直径 45.1(37.5~50.0) μm 。具 3 孔沟,内孔圆形,孔径 8.0 μm ;沟宽 8.0 μm 。外壁厚 4.0 μm ,外层与内层近等厚。表面具大网,由 12 个网胞组成。光镜下外壁纹饰为刺状,刺长 2.0 μm ,锐尖;扫描电镜下也为刺状,极区及网脊上具刺且刺基部具穿孔。

44) 鸭跖草 (*Commelina communis* L.) 隶属于鸭跖草科 (Commelinaceae),其花粉形态特征见图版 II-35 和 IV-29。花粉粒近长球形至长球形, P/E = 1.19 (1.03~1.64)。长轴 44.9(32.5~55.0) μm 、短轴 37.8(31.3~48.8) μm 。具单沟,沟深且宽度不均匀,沟边缘具有较长的刺状突起。外壁厚 2.0 μm ,外层稍厚于内层,柱状层基柱明显。光镜和扫描电镜下外壁纹饰均为刺突状,刺长 1.5 μm 。

3 讨论和结论

在调查的安徽皖南山区肖坑林场 10 月开花的 26 科 41 属 42 种 2 变种植物中,草本植物有 38 种、木本植物有 6 种,花粉类型以萌发孔为 3 孔沟为主,占 52.3%,还有单沟、3 沟、多沟、散沟、3 孔和多孔等类型;外壁纹饰以细网状和具刺(刺状、微刺状、条纹-微刺状、微刺-穿孔状、长刺状和刺突状)为主,分别占 27.3% 和 47.7%,还有粗网状、颗粒状、棒状和条纹状纹饰等。

荨麻科分布于世界各地,以热带和亚热带地区为主,在中国长江流域以南的热带和亚热带地区分布最多,且多喜生于阴湿处。本研究中涉及的序叶苎麻生于海拔 800~1 000 m 的山坡灌丛或溪边潮湿处,可作为中低山暖湿气候环境指标,供第四纪花粉研究参考。

石栎是中国热带和亚热带地区常见的常绿乔木树种,花粉较小、具 3 孔沟,与锥栗属 (*Castanopsis* Spach) 和栗属 (*Castanea* Mill.) 的花粉形态很相似。尤其是在第四纪地层中三者经常出现且难以区分。作者对石栎花粉的观察和描述可为第四纪地层中壳斗科花粉鉴定提供对照资料。

菊科约 1 000 属 25 000~30 000 种,广布全球,种类繁多。目前第四纪地层中大多数只能鉴定到科水平,而鉴定到属水平则较为困难。本研究涉及的 11 种菊科植物花粉对第四纪地层中菊科花粉分类鉴定也具有一定的参考价值。

利用不同季节开花植物花粉的形态特征,尤其是地带性植被建群种的花粉(乔木植物花粉)和特征指示种的花粉,通过分析这些植物赖以生存的生态因子,可间接分析出某种花粉类型综合特征所指示的现代植被和气候特征,并可探讨该区域花粉形态综合特征与气候环境之间的关系。通过本研究所获得的皖南山区花粉形态综合特征,所指示的植被可能是常绿落叶阔叶混交林,所反映的现代气候是中亚热带湿润性季风气候。

致谢:本研究得到中国科学院南京地质古生物研究所唐领余研究员的指导与帮助,特此致谢!

参考文献:

[1] 宋长青,孙湘君. 中国第四纪孢粉学研究进展[J]. 地球科学进

- 展, 1999, 14(4): 401-405.
- [2] 杨振京, 徐建明. 孢粉-植被-气候关系研究进展[J]. 植物生态学报, 2002, 26(S1): 73-81.
- [3] 童金南, 殷鸿福. 古生物学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007: 1-421.
- [4] 段其发, 张克信, 王建雄, 等. 唐古拉山地区渐新世孢粉植物群及其古植被、古气候[J]. 微体古生物学报, 2008, 25(2): 185-195.
- [5] 郑卓, 黄康有, 许清海, 等. 中国表土花粉与建群植物地理分布的气候指示性对比[J]. 地球科学, 2008, 38(6): 701-714.
- [6] 兰长春, 余艳峰, 刘波, 等. 安徽肖坑亚热带常绿阔叶次生林的结构特征[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(11): 18-21.
- [7] 刘西军, 吴泽民, 黄庆丰, 等. 安徽老山自然保护区肖坑小流域森林景观要素斑块特征[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(2): 190-197.
- [8] 周忠泽. 安徽省皖南山区植物的花粉形态和生态因子[J]. 古地理学报, 2009, 48(2): 268-289.
- [9] 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 等. 中国植物花粉形态[M]. 北京: 科学出版社, 1995: 1-437.

(责任编辑: 佟金凤)

图版说明 Explanation of Plates

图版 I 光学显微镜下的花粉形态: 1. 石栎; 2. 序叶苎麻; 3. 大花马齿苋; 4. 毛茛; 5-6. 茶; 7-8. 油茶; 9. 柔毛水杨梅; 10. 扁豆; 11-12. 杭子梢; 13. 水金凤; 14. 睫毛萼凤仙花; 15. 胡颓子; 16. 长萼堇菜; 17. 长籽柳叶菜; 18. 小二仙草; 19. 白花前胡; 20-21. 细茎双蝴蝶; 22-23. 飞蛾藤; 24-25. 金灯藤; 26-27. 假鬃尾草; 28-29. 一串红.

Plate I Pollen morphology under light microscope: 1. *Lithocarpus glaber*; 2. *Boehmeria clidemioides* var. *diffusa*; 3. *Portulaca grandiflora*; 4. *Ranunculus japonicus*; 5-6. *Camellia sinensis*; 7-8. *Camellia oleifera*; 9. *Geum japonicum* var. *chinense*; 10. *Dolichos lablab*; 11-12. *Campylotropis macrocarpa*; 13. *Impatiens noli-tangere*; 14. *Impatiens blepharosepala*; 15. *Elaeagnus pungens*; 16. *Viola inconspicua*; 17. *Epilobium pyrricholophum*; 18. *Haloragis micrantha*; 19. *Peucedanum praeruptorum*; 20-21. *Tripterispermum filicaule*; 22-23. *Porana racemosa*; 24-25. *Cuscuta japonica*; 26-27. *Leonurus chaituroides*; 28-29. *Salvia splendens*.

图版 II 光学显微镜下的花粉形态: 1-2. 海州香薷; 3. 显脉香茶菜; 4-5. 龙葵; 6-7. 醉鱼草; 8-9. 通泉草; 10. 中华孩儿草; 11. 爵床; 12. 中国野菰; 13-14. 接骨草; 15-16. 白花败酱; 17. 沙参; 18. 华泽兰; 19. 鬼针草; 20. 金盏银盘; 21. 腺梗豨莶; 22-23. 野菊; 24-25. 一枝黄花; 26-27. 狭苞藜吾; 28-29. 千里光; 30-31. 风毛菊; 32-33. 苦苣菜; 34. 多裂翅果菊; 35. 鸭跖草.

Plate II Pollen morphology under light microscope: 1-2. *Elsholtzia splendens*; 3. *Isodon nervosus*; 4-5. *Solanum nigrum*; 6-7. *Buddleja lindleyana*; 8-9. *Mazus japonicus*; 10. *Rungia chinensis*; 11. *Rostellularia procumbens*; 12. *Aeginetia sinensis*; 13-14. *Sambucus chinensis*; 15-16. *Patrinia villosa*; 17. *Adenophora stricta*; 18. *Eupatorium chinense*; 19. *Bidens pilosa*; 20. *Bidens biternata*; 21. *Siegesbeckia pubescens*; 22-23. *Dendranthema indicum*; 24-25. *Solidago decurrens*; 26-27. *Ligularia intermedia*; 28-29. *Senecio scandens*; 30-31. *Saussurea japonica*; 32-33. *Ixeris denticulata*; 34. *Pterocysela laciniata*; 35. *Commelina communis*.

图版 III 扫描电镜下的花粉形态: 1. 石栎; 2. 序叶苎麻; 3. 大花马齿苋; 4. 毛茛; 5. 茶; 6. 油茶; 7. 柔毛水杨梅; 8. 扁豆; 9. 杭子梢; 10. 水金凤; 11. 睫毛萼凤仙花; 12. 胡颓子; 13. 长萼堇菜; 14-15. 长籽柳叶菜; 16-17. 小二仙草; 18. 白花前胡; 19. 细茎双蝴蝶; 20. 飞蛾藤; 21. 金灯藤; 22. 假鬃尾草; 23-24. 一串红.

Plate III Pollen morphology under scanning electron microscope: 1. *Lithocarpus glaber*; 2. *Boehmeria clidemioides* var. *diffusa*; 3. *Portulaca grandiflora*; 4. *Ranunculus japonicus*; 5. *Camellia sinensis*; 6. *Camellia oleifera*; 7. *Geum japonicum* var. *chinense*; 8. *Dolichos lablab*; 9. *Campylotropis macrocarpa*; 10. *Impatiens noli-tangere*; 11. *Impatiens blepharosepala*; 12. *Elaeagnus pungens*; 13. *Viola inconspicua*; 14-15. *Epilobium pyrricholophum*; 16-17. *Haloragis micrantha*; 18. *Peucedanum praeruptorum*; 19. *Tripterispermum filicaule*; 20. *Porana racemosa*; 21. *Cuscuta japonica*; 22. *Leonurus chaituroides*; 23-24. *Salvia splendens*.

图版 IV 扫描电镜下的花粉形态: 1-2. 海州香薷; 3-4. 显脉香茶菜; 5. 龙葵; 6. 醉鱼草; 7. 通泉草; 8. 中华孩儿草; 9. 爵床; 10. 中国野菰; 11. 接骨草; 12. 白花败酱; 13. 沙参; 14. 华泽兰; 15. 鬼针草; 16. 金盏银盘; 17. 腺梗豨莶; 18. 野菊; 19-20. 一枝黄花; 21. 狭苞藜吾; 22-23. 千里光; 24. 风毛菊; 25-26. 苦苣菜; 27-28. 多裂翅果菊; 29. 鸭跖草.

Plate IV Pollen morphology under scanning electron microscope: 1-2. *Elsholtzia splendens*; 3-4. *Isodon nervosus*; 5. *Solanum nigrum*; 6. *Buddleja lindleyana*; 7. *Mazus japonicus*; 8. *Rungia chinensis*; 9. *Rostellularia procumbens*; 10. *Aeginetia sinensis*; 11. *Sambucus chinensis*; 12. *Patrinia villosa*; 13. *Adenophora stricta*; 14. *Eupatorium chinense*; 15. *Bidens pilosa*; 16. *Bidens biternata*; 17. *Siegesbeckia pubescens*; 19. *Dendranthema indicum*; 19-20. *Solidago decurrens*; 21. *Ligularia intermedia*; 22-23. *Senecio scandens*; 24. *Saussurea japonica*; 25-26. *Ixeris denticulata*; 27-28. *Pterocysela laciniata*; 29. *Commelina communis*.

杨春蕾, 等: 皖南山区肖坑林场秋季植物花粉形态特征分析

图版 I

YANG Chun-lei, et al: Analysis on pollen morphological characteristics of autumn plants from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui

Plate I



杨春蕾, 等: 皖南山区肖坑林场秋季植物花粉形态特征分析

图版 II

YANG Chun-lei, et al: Analysis on pollen morphological characteristics of autumn plants from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui

Plate II



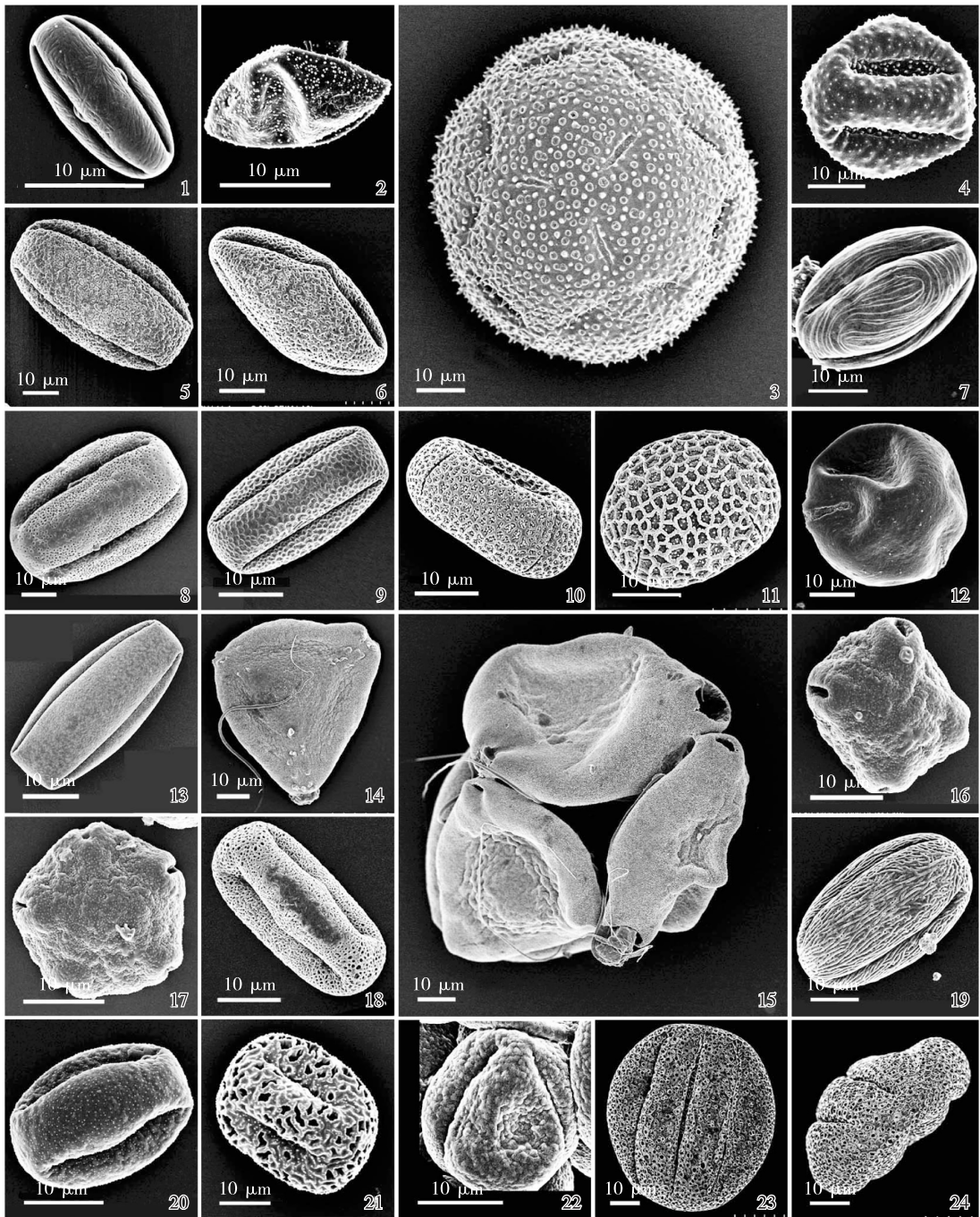
See the explanation of the end of the text

杨春蕾, 等: 皖南山区肖坑林场秋季植物花粉形态特征分析

图版 III

YANG Chun-lei, et al: Analysis on pollen morphological characteristics of autumn plants from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui

Plate III



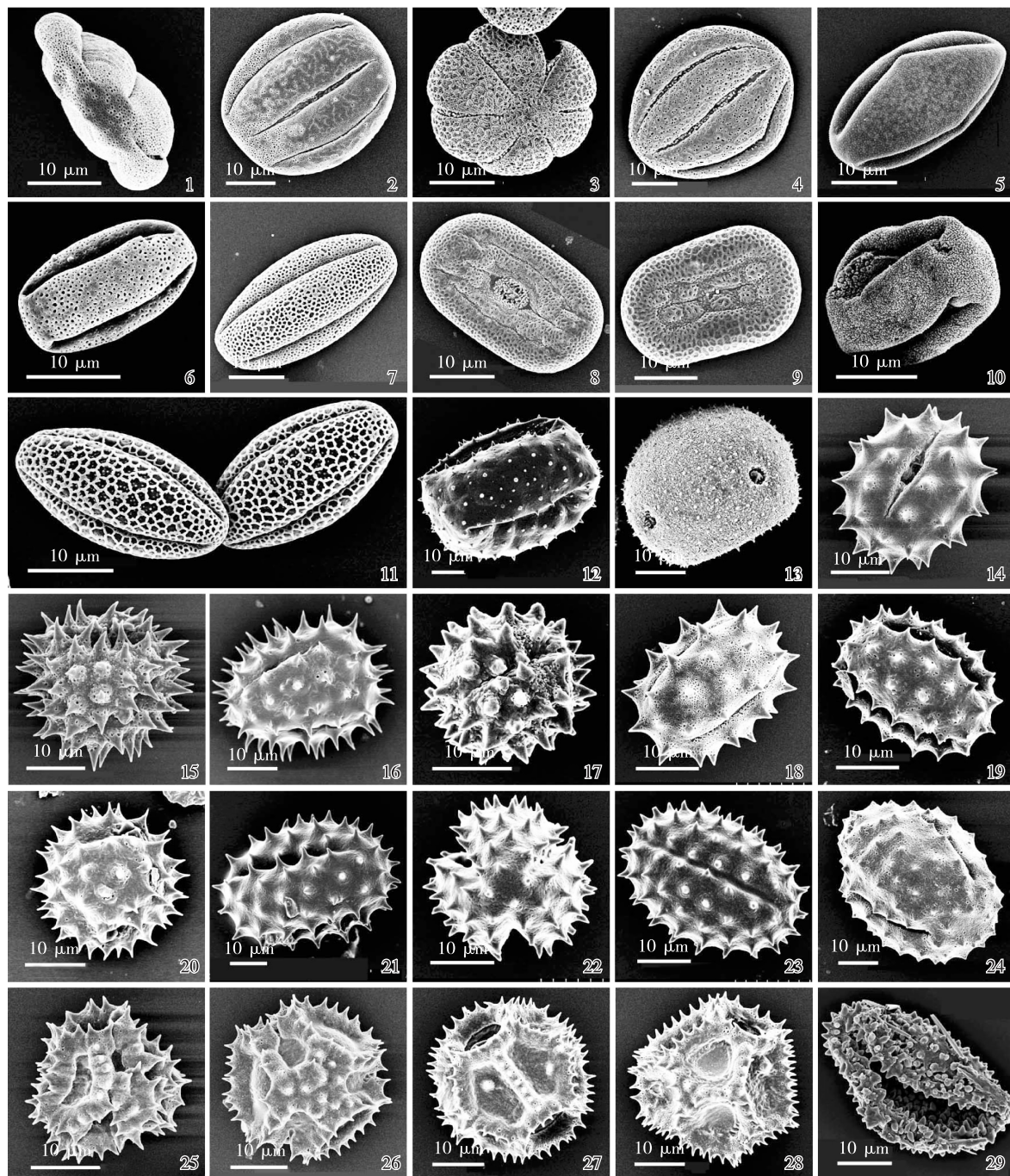
See the explanation of the end of the text

杨春蕾, 等: 皖南山区肖坑林场秋季植物花粉形态特征分析

图版 IV

YANG Chun-lei, et al: Analysis on pollen morphological characteristics of autumn plants from Xiaokeng Forest Farm in the mountain areas of South Anhui

Plate IV



See the explanation of the end of the text