

## 古银杏雄株花粉超微形态特征类型

王国霞, 曹福亮, 方炎明

(南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037)

**摘要:** 借助扫描电镜对采自全国主要银杏分布区的 33 株银杏 *Ginkgo biloba* 古树雄株的花粉外壁形态特征进行观察, 发现银杏花粉外部形态基本一致, 赤道面观为橄榄形或梭形, 侧面观为长椭圆形, 萌发沟与花粉近等长。但在光滑程度、纹饰特征、条纹分布的规律性、微孔情况等方面存在比较明显的差别。结果表明, 银杏花粉形态具有多样性和复杂性。

图 1 表 1 参 11

**关键词:** 森林生物学; 银杏; 花粉; 形态特征

**中图分类号:** S718.3; S664.3      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-5692(2010)03-0474-04

## Pollen morphology of ancient *Ginkgo biloba*

WANG Guo-xia, CAO Fu-liang, FANG Yan-ming

(College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

**Abstract:** The pollens of 33 ancient male ginkgo trees which came from main distribution areas of *Ginkgo biloba* was observed through scanning electron microscopy. The results showed that the pollen had approximately similar outside morphology, and they were all olive shaped and had a bourgeon channels which was about the length of pollen. There were significant differences in smooth, ektexine texture, and pores condition of pollen. The morphology of ginkgo pollen was complex and diverse. [Ch, 1 fig. 1 tab. 11 ref.]

**Key words:** forest biology; *Ginkgo biloba*; pollen; morphology

银杏 *Ginkgo biloba* 是中国特有的珍贵树种, 是现存裸子植物中与恐龙同时代的最古老的孑遗植物, 是难得的多用途特种经济树种<sup>[1-2]</sup>。银杏在中国栽培历史悠久, 自然界中也存在一定数量的野生状态的银杏, 银杏遗传多样性十分丰富, 古树资源更是这些遗传信息的最大载体。过去对银杏的研究多集中在果用品种上, 银杏雄株的分类目前仍是一个空白, 雄株品种的选育将有助于开展有性杂交和人工辅助授粉及扩大雄株的应用范围。但由于银杏雄株的冠形、枝条、叶片、花期等因受气候、立地条件等条件的影响较大, 不能成为雄株分类的主要依据。与此相比, 花粉的形态特征是受基因控制的, 受外界环境条件的影响很小, 具有遗传稳定性<sup>[3]</sup>, 且花粉的形态特征是在长期的进化过程中不断演化和发展形成的, 带有大量遗传演化信息, 所以在种和品种分类及亲缘关系探讨方面, 孢粉学依据具有重要意义<sup>[4-10]</sup>。凌裕平<sup>[11]</sup>曾对银杏花粉的纹饰特征有光滑型、中间型和粗糙型的简单划分, 并发现花粉表面布满微孔。本研究选用来自全国 16 个省市的 33 株雄株银杏古树的花粉为材料, 通过对银杏花粉的超微形态特征进行观察, 旨在为银杏雄株的选育和系统分类提供理论依据。

### 1 材料与方法

花粉材料为来自全国主要银杏分布区的 33 株百年以上的健康的银杏雄树(表 1)。于花穗成熟前 3

收稿日期: 2009-04-09; 修回日期: 2009-08-17

基金项目: “十一五” 国家科技支撑计划项目(2006BAD18B0301)

作者简介: 王国霞, 博士后, 从事银杏生理生化研究。E-mail: wgxia191919@sina.com。通信作者: 曹福亮, 教授, 博士生导师, 从事经济林研究。E-mail: samcao@njfu.edu.cn

~ 5 d 采集, 采集后的新鲜花穗在背风向阳处晾晒, 等花粉完全散出后过 100 目筛, 制备的银杏花粉样品放入干燥容器中保存。

将少许花粉撒在两面胶纸胶固在样品台上, 以  $1 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-5}$  mm 厚度的真金 999 薄膜喷镀于花粉上, 花粉整体形态特征放大 1 500 倍, 外壁纹饰局部放大 6 000 倍, 在日立 S-450 型扫描电镜下观察并摄影。

表 1 33 株古银杏雄树的概况

Table 1 Basic condition of 33 individuals of *Ginkgo biloba* males

代号	树龄/a	采集地	代号	树龄/a	采集地
泰安 02	420	山东泰安泰山王母池	泰兴 02	100	江苏泰兴根思村
泰安 01	1 000	山东泰安斗母宫	泰兴 01	150	江苏泰兴老叶乡
郯城 01	100	山东郯城王桥	南京 01	100	江苏南京
郯城 02	100	山东郯城新村	奉化 01	>1 000	浙江奉化雪窦寺
邳州 01	100	江苏邳州农场	西峡 02	2 000	河南西峡二郎坪乡
金寨 01	>500	安徽金寨横河村	安陆 01	>1 000	湖北安陆王义贞镇
北京 01	100	北京	随州 01	1 000	湖北随州胡家河
略阳 01	300	陕西略阳	婺源 01	2 000	江西婺源
嵩县 02	100	河南嵩县车村镇宝石村	武夷山 01	100	福建武夷山
康县 01	>1 000	甘肃康县	南雄 01	2 000	广东南雄
天目 01	100	浙江西天目山	南雄 02	200	广东南雄坪田镇
长兴 04	100	浙江长兴小浦镇	桂林 06	100	广西桂林灵川
广德 01	800	安徽广德新杭镇	桂林 09	100	广西桂林灵川
重庆 01	1 500	重庆南川金佛山	安化 01	>500	湖南安化木孔乡
都江堰 01	>1 000	四川都江堰青城山	通江 02	100	四川通江胜利乡
腾冲 01	>2 000	云南腾冲	通江 01	100	四川通江诺江镇
宁国 01	150	安徽宁国山门乡			

说明: 树龄是根据调查时获得的古树相关信息所得。

## 2 不同银杏花粉超微形态特征类型

### 2.1 花粉外形

各单株银杏花粉外形基本一致 (图 1-1), 赤道观为橄榄形或梭形, 侧面观为长椭圆形, 萌发沟与花粉近等长。花粉长平均为  $29.52 \sim 38.82 \mu\text{m}$ , 花粉宽平均为  $14.31 \sim 15.99 \mu\text{m}$ , P/E(长宽比)为  $1.99 \sim 2.48$ 。

### 2.2 花粉超微特征差异

2.2.1 光滑程度 不同的银杏花粉首先在外壁的光滑程度上表现出不同, 可分为 3 种类型: ①较光滑型(图 1-2), 即花粉表面较光滑, 没有明显的条纹、凸起等纹饰特征; ②较粗糙型(图 1-3), 即花粉表面存在较为明显的纹饰或凸起, 但整体感觉只是相对较粗糙; ③粗糙型(图 1-4), 花粉表面有明显的纹饰或凸起, 整体感觉粗糙。

2.2.2 纹饰特征 ①没有明显纹饰特征 (图 1-5), 即表面看不出明显的纹饰特征; ②凸起型特征 (图 1-6), 花粉表面存在凸起的多同时有凹坑, 大多数花粉有此特征; ③点状纹饰(图 1-7), 花粉表面有明显的点状特征; ④条纹状纹饰, 根据条纹的长短不同又可分为 3 种类型: 长条纹纹饰(图 1-8), 此类

特征为条纹较长,长度多为 $1.5 \sim 2.4 \mu\text{m}$ ;短条纹纹饰(图 1-9),这是普通类型,大多数具条纹状纹饰的花粉属这种情况,长度多在 $0.5 \sim 1.8 \mu\text{m}$ ;极短条纹纹饰(图 1-10)条纹长仅为 $0.2 \sim 0.6 \mu\text{m}$ ,接近点状纹饰,但又与点状纹饰不同。

2.2.3 条纹分布的规律性 ①条纹分布有规律,多呈2~3条近平行分布(图 1-8);②条纹分布无规律(图 1-11),表现的杂乱无章。

2.2.4 微孔情况 ①不具微孔(图 1-12);②具微孔但微孔数量较少(图 1-13),平均微孔数量 $<1 \text{ 个} \cdot \mu\text{m}^2$ ;③微孔数量较多(图 1-14),平均微孔数量 $1 \sim 2 \text{ 个} \cdot \mu\text{m}^2$ 。另外花粉微孔有圆形和不规则形状。

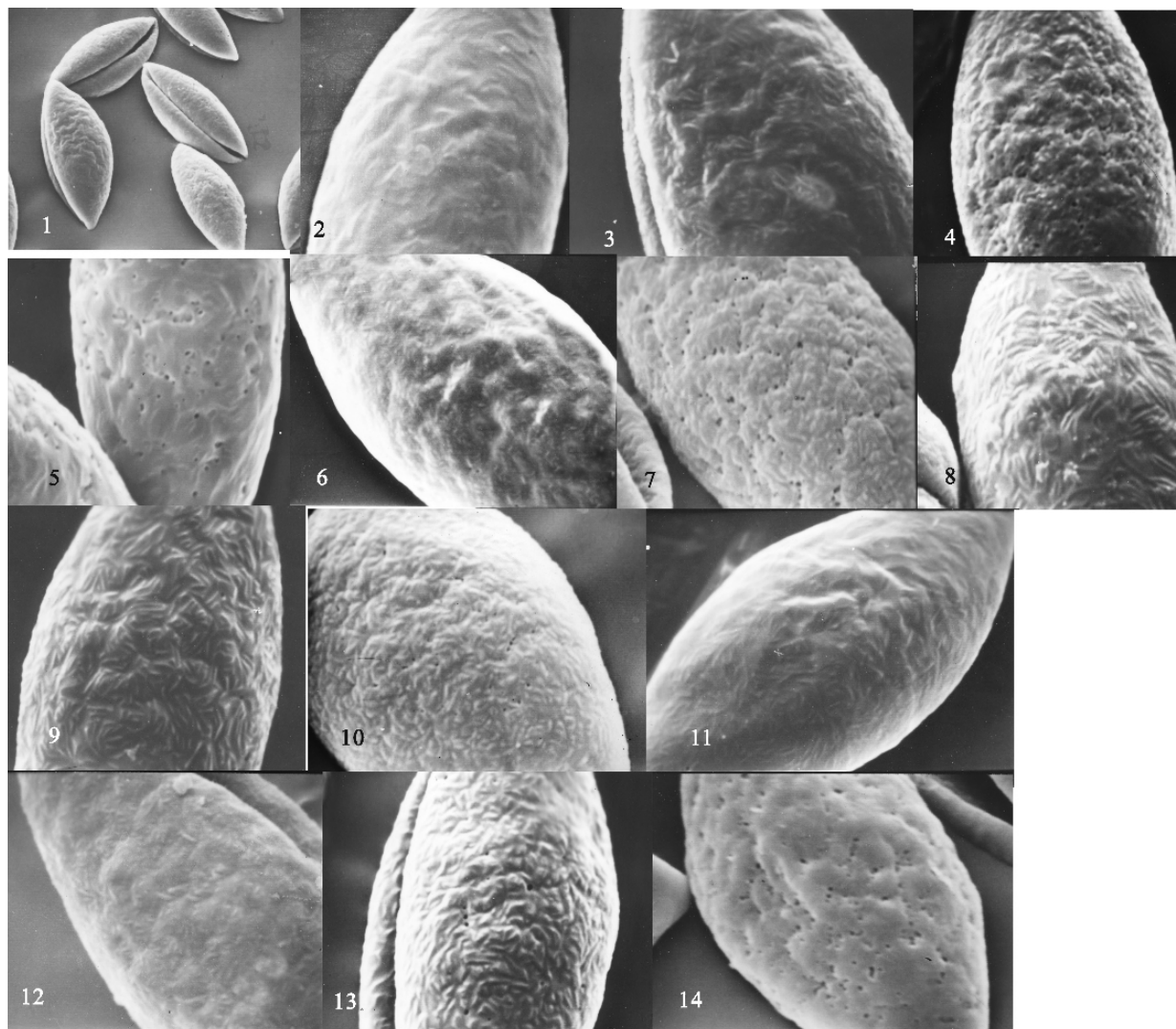


图 1 银杏花粉外部形态观察

1.  $\times 1500$ ; 2~14.  $\times 6000$ ; 1. 银杏花粉; 2. 较光滑型; 3. 较粗糙型; 4. 粗糙型; 5. 无纹饰; 6. 有凸起; 7. 点状纹饰; 8. 长条纹纹饰; 9. 短条纹纹饰; 10. 极短条纹纹饰; 11. 条纹分布无规律; 12. 无微孔; 13. 少孔, 14. 多孔

Figure 1 Observation on pollen morphology of *Ginkgo biloba*

1.  $\times 1500$ ; 2~14.  $\times 6000$ ; 1. ginkgo pollens; 2. smooth type; 3. relative-rough type; 4. rough type; 5. no ornamentation; 6. tuberculate ornamentation; 7. punctate ornamentation; 8. long striate ornamentation; 9. short striate ornamentation; 10. a very short striate ornamentation; 11. striate ornamentation distribution erratic; 12. no pore; 13. less pores; 14. more pores

### 3 结论与讨论

通过对 33 株古银杏雄株的花粉形态进行分析发现,银杏花粉不仅在光滑程度上有差异,更在纹饰特征、条纹分布的规律性、微孔情况等更细层次的形态特征方面存在明显差别,这是以前的研究从未发现过的。本研究结果也表明,银杏花粉形态特征与树龄并无相关性。银杏花粉形态既具有一致

性,又具有多样性和复杂性,从而为从孢粉学方面对银杏雄株进行分类提供了可能。花粉形态的多样性也说明银杏处于不断演化和发展中,遗传变异丰富。

古银杏花粉外壁在光滑程度、纹饰特征、条纹分布的规律性、微孔情况等方面存在明显差别,但不同的特征其稳定性不同。据笔者观察发现,在光滑程度、纹饰特征、条纹分布的规律性和微孔情况等方面,光滑程度很大程度上取决于观察者的主观意识,很难划定具体的界限,且不能构成量化指标;而纹饰特征则因为在形状和长短等方面有明显的不同可进行区分,如本文把纹饰特征分为没有明显纹饰特征、凸起型特征、点状纹饰和条纹状纹饰,且根据条纹的长短不同又可分为 3 种类型:长条纹纹饰、短条纹纹饰和极短条纹纹饰;条纹分布的规律性也可以进行直观地观察;微孔状况虽然也可以作为量化指标,但据本文研究发现,微孔的有无却表现出地域相关性,即绝大部分具微孔的花粉多来自于南方,而不具微孔的却多分布于北方,分析出现这种情况的原因,笔者推测微孔是否是银杏适应南方相对高温潮湿的气候长期进化结果。微孔状况是否能稳定遗传也需要进一步研究证明。

进行银杏花粉分类时,根据不同形态特征的重要性,可把几种特征区分为 3 个等级:①一级指标为纹饰特征,分为 2 个层次,第 1 层次分为没有明显纹饰特征、凸起型特征、点状纹饰和条纹状纹饰等 4 类;②二级指标可按照条纹纹饰的细节进行区分,长短分为长、短和极短条纹纹饰,规律性分为条纹分布有规律和无规律;③三级指标为微孔情况和粗糙程度。进行花粉分类时可考虑把一级指标和二级指标作为主要因子,三级指标作为次要因子进行有效补充。

#### 参考文献:

- [1] 曹福亮. 中国银杏[M]. 南京:江苏科学技术出版社, 2002.
- [2] 桂仁意, 金爱武, 高培军, 等. 银杏核糖体 DNA 内转录间隔序列初步分析[J]. 浙江林学院学报, 2007, **24** (1): 17 - 21.  
GUI Renyi, JIN Aiwu, GAO Peijun, *et al.* Internal transcribed spacer (ITS) sequences with *Ginkgo biloba* populations [J]. *J Zhejiang For coll*, 2007, **24** (1): 17 - 21.
- [3] 王开发, 王宪曾. 孢粉学概论[M], 北京:北京大学出版社, 1983.
- [4] 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, 1999.
- [5] MARCUIM, SANSAVINIO S. Distinishing apple colones and cultivars by surface morphology and pollenphysiology [J]. *J Amer Soc Hort Sci*, 1984, **109** (1): 10 - 19.
- [6] 陈亮, 童启庆, 高其康, 等. 山茶属 8 种 1 变种花粉形态比较[J]. 茶叶科学, 1997, **17** (2): 183 - 188.  
CHEN Liang, TONG Qiqing, GAO Qikang, *et al.* Observations on pollen morphology of 8 species and 1 variety in genus *Camellia* [J]. *J Tea Sci*, 1997, **17** (2): 183 - 188.
- [7] 雷海涛. 樱属花粉形态研究[J]. 亚热带植物研究, 2001, **30** (4): 14 - 17.  
LEI Haitao. A study on pollen morphology of *Cerasus* [J]. *Subtrop Plant Sci*, 2001, **30** (4): 14 - 17.
- [8] 刘剑锋, 刘福柱, 程云清, 等. 5 种秋子梨品种的花粉形态观察[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, **34** (5): 153 - 156.  
LIU Jianfeng, LIU Fuzhu, CHENG Yunqing, *et al.* Observation on the pollen morphology of different genera and species of *Pyrus ussuriensis* Maxim [J]. *Northwest Sci-Tech Univ Agric & For Nat Sci Ed*, 2006, **34** (5): 153 - 156.
- [9] 张秀英, 王雁, 王桂萍. 桃花种质资源花粉形态的观察与比较[J]. 北京林业大学学报, 1997, **19** (2): 57 - 62.  
ZHANG Xiuying, WANG Yan, WANG Guiping. Observations and comparisons on pollen morphology of peach-blossom cultivars germplasm resources [J]. *J Beijing For Univ*, 1997, **19** (2): 57 - 62.
- [10] 赵先贵, 肖玲, 王富春. 中国植物花粉形态的研究进展[J]. 西北植物学报, 1999, **19** (5): 92 - 95.  
ZHAO Xiangui, XIAO Ling, WANG Fuchun. Advances of pollen morphology in China [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*, 1999, **19** (5): 92 - 95.
- [11] 凌裕平. 银杏雄株花粉形态特征及超微结构观察[J]. 园艺学报, 2003, **30** (6): 712 - 714.  
LING Yuping. Studies of ultrastructure on the morphological character on ginkgo pollen [J]. *Acta Hortic Sin*, 2003, **30** (6): 712 - 714.