

12 种(包括 3 品种)木兰属植物花粉形态学研究

申亚梅^{1,2}, 钱超², 范义荣², 童再康³

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 浙江农林大学 风景园林与建筑学院, 浙江 临安 311300; 3. 浙江农林大学 林业与生物技术学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 通过电镜扫描, 观察和描述了 12 种(包括 3 品种)木兰属 *Magnolia* 植物(望春玉兰 *M. biondii*, 武当木兰 *M. sprengeri*, 青皮木兰 *M. viridula*, 白玉兰 *M. denudata*, 玉灯玉兰 *M. denudata* ‘Lamp’, 星花木兰 *M. stellata*, 景新玉兰 *M. × soulangeana* ‘Jingxin’, 美丽紫玉兰 *M. concinna*, 腋花玉兰 *M. axilliflora*, 长花玉兰 *M. × soulangeana* ‘Changhua’, 紫玉兰 *M. liliflora*, 多瓣紫玉兰 *M. polytepala*)的花粉形态。结果表明: 12 种(包括 3 品种)木兰属植物花粉粒均为舟形, 具远极单沟, 左右对称, 异极, 大小及外壁纹饰存在差异; 根据 Walker 进化理论可知: 望春玉兰、武当木兰、青皮木兰、白玉兰、玉灯玉兰以及景新玉兰属于较原始的种; 美丽紫玉兰、星花木兰、长花玉兰、腋花玉兰、紫玉兰以及多瓣紫玉兰花粉属于较进化的种; 同时还得出美丽紫玉兰、紫玉兰以及多瓣紫玉兰花粉形态基本一致; 青皮玉兰与景新玉兰关系较近, 但进化关系不同。图 2 表 2 参 9

关键词: 植物学; 木兰属; 花粉形态; 聚类分类

中图分类号: S718.47; Q944.42

文献标志码: A

文章编号: 2095-0756(2012)03-0394-07

Pollen morphology of 9 *Magnolia* species and 3 cultivars

SHEN Ya-mei^{1,2}, QIAN Chao², FAN Yi-rong², TONG Zai-kang³

(1. College of Forest Resources and Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. School of Landscape Architecture, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Classification of *Magnolia* is confusion, and the relationship of species is complex. Pollen morphological features of the *Magnolia* studied are compared and discussed on the basis of taxonomical concepts. We studied the pollen morphology characteristics of nine *Magnolia* (*M. biondii*, *M. sprengeri*, *M. viridula*, *M. denudata*, *M. denudata* ‘Lamp’, *M. stellata*, *M. × soulangeana* ‘Jingxin’, *M. concinna*, *M. axilliflora*, *M. × soulangeana* ‘Changhua’, *M. liliflora*, and *M. polytepala*) by scanning electron microscope (SEM). All pollen grains of *Magnolia* were boat-shape, and monosulcate, bilateral symmetry. But the surface and size were different. Also, the pollen morphology of *M. concinna*, *M. liliflora*, and *M. polytepala* was similar. Base on the result, our study can conclude that *M. biondii*, *M. sprengeri*, *M. viridula*, *M. denudata*, *M. denudata* ‘Lamp’ and *M. soulangeana* ‘Jingxin’ are the primary; *M. concinna*, *M. stellata*, *M. soulangeana* ‘Changhua’, *M. axilliflora*, *M. liliflora* and *M. polytepala* are the evolutionary species. In addition, the relationship of *M. viridula* and *M. × soulangeana* ‘Jingxin’ was close, they were different evolutionary types. [Ch, 2 fig. 2 tab. 9 ref.]

Key words: botany; *Magnolia*; pollen morphology; cluster analysis

植物花粉形状独特, 外壁结构复杂, 纹饰细腻, 遗传上具有较强的保守性和稳定性。这对于鉴定植

收稿日期: 2011-06-11; 修回日期: 2011-08-08

基金项目: 浙江省科学技术农业面上资助项目(2008C32019); 浙江省花卉产业创新团队资助项目(2011R50034-09)

作者简介: 申亚梅, 副教授, 从事园林植物研究。E-mail: sssyyymm@126.com。通信作者: 童再康, 教授, 博士, 从事林木遗传育种研究。E-mail: zaikang@163.com

物的种和品种，探讨植物的起源、演化和分类具有重要意义^[1]。木兰属 *Magnolia* 植物是中国庭院中常见的名贵观赏树种，然而目前其花粉形态学研究报道还很少，以往所研究的材料主要是紫玉兰 *M. liliflora*^[2-3]，二乔玉兰 *M. × soulangeana*^[2]，白玉兰 *M. denudata*^[2-5]，荷花玉兰 *M. grandiflora*^[3,5]，望春玉兰 *M. biondii*^[2,4]等。本研究以望春玉兰，武当木兰 *M. sprengeri*，青皮木兰 *M. viridula*，白玉兰，玉灯玉兰 *M. denudata* ‘Lamp’，景新玉兰 *M. × soulangeana* ‘Jingxin’，美丽紫玉兰 *M. concinna*，星花木兰 *M. stellata*，腋花玉兰 *M. axilliflora*，长花玉兰 *M. × soulangeana* ‘Changhua’，紫玉兰，多瓣紫玉兰 *M. polytepala* 等 12 个种(包括 3 品种)的花粉为试验材料，通过电镜扫描花粉的形状、大小、纹饰、孔穴密度(孔频)等，并对扫描结果进行统计分析，确定木兰属植物种(品种)间亲缘关系，旨在建立木兰属植物种(品种)花粉形态学的量化指标，探讨花粉形态与分类的关系，为木兰属植物种(品种)分类、品种鉴定以及种质资源研究提供孢粉学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料引自河南新乡，浙江嵊州、天目山，栽植于浙江农林大学校园和临安平山苗圃，共 12 个种(包括 3 品种，表 1)。

表 1 供试材料名录

Table 1 A list of names of 12 *Magnolia* species (including 3 cultivars)

种或品种	种源	报道	种或品种	种源	报道
望春玉兰 <i>Magnolia biondii</i>	河南新乡		美丽紫玉兰 <i>M. concinna</i>	浙江嵊州	首次报道
武当木兰 <i>M. sprengeri</i>	浙江农林大学	首次报道	星花木兰 <i>M. stellata</i>	浙江嵊州	首次报道
青皮木兰 <i>M. viridula</i>	河南新乡	首次报道	长花玉兰 <i>M. × soulangeana</i> ‘Changhua’	浙江嵊州	
白玉兰 <i>M. denudata</i>	浙江农林大学		腋花玉兰 <i>M. axilliflora</i>	河南新乡	首次报道
玉灯玉兰 <i>M. denudata</i> ‘Lamp’	河南新乡	首次报道	紫玉兰 <i>M. liliflora</i>	浙江天目山	
景新玉兰 <i>M. × soulangeana</i> ‘Jingxin’	浙江嵊州	首次报道	多瓣紫玉兰 <i>M. polytepala</i>	浙江嵊州	首次报道

1.2 方法

1.2.1 花粉采集与储藏方法 采集半开期盛开期的花朵，及时带回实验室，去除花瓣后置室内硫酸纸上自然摊放晾干，隔 1 h 用毛笔轻轻掸落花粉，并装于密封小瓶里，置于冰箱中 2~5 ℃冷藏备用。

1.2.2 电镜观察方法 将花粉分别均匀涂布于粘有双面胶带的活性炭载台上，在 IB-5 型离子溅射仪中喷金，然后移于 IM-1000 型扫描电镜下观察，扩大相应倍数(800~10 000 倍)观察极轴长(*P*)，赤道轴长(*E*)，萌发沟长，极面观形状等。每种(品种)选取典型的花粉粒测量 20 粒，取平均值，赤道轴和极轴长以最小值至最大值表示变异幅度。选取具有代表性的花粉粒群体、赤道面和极面及外壁纹饰(取赤道面中央区)进行拍摄拍照，统计每种花粉的赤道面观、极面观形状，萌发孔特点，外壁纹饰特点及孔频和条纹粗细、密度等。

1.2.3 数量分析方法 以 8 个指标，即定量指标 3 个(极轴长 *P*，赤道轴长 *E*，*P/E*)，定性指标 5 个(极面观形状、外壁纹饰类型、孔深等级、孔径等级、孔频)，利用 DPS 分析软件对 12 种(包括 3 品种)木兰属植物进行聚类分析。聚类方法采用系统法，数据转换方式为标准化转换，聚类距离为欧氏距离，聚类方法为最长距离法。

2 结果与分析

2.1 花粉形态特征分析

表 2 显示：12 种(包括 3 品种)木兰属植物花粉均呈长球形，具远极单沟，左右对称，异极；极面观为近圆形，赤道面观椭圆形或近椭圆形，侧面观为舟形，两端较尖；沟长，直达两端，闭合。花粉大小差异显著(表 2)。花粉粒极轴长(*P*)为 28.57 ~ 61.67 μm，赤道轴长(*E*)13.33 ~ 32.38 μm，花粉的极轴长从大到小的顺序为玉灯玉兰>白玉兰>青皮木兰>美丽紫玉兰>紫玉兰>腋花玉兰>景新玉兰>望春玉

表 2 12 种(包括 3 品种)木兰属植物与品种花粉形态特征
Table 2 Morphologic characters of pollen grains of *Magnolia* 9 species and 3 cultivars

种或品种	极面观	赤道面观	侧面观	萌发沟	外壁纹饰	极轴 P/ μm	赤道轴 E/ μm	P/E
望春玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面光滑, 两端隐约可见拟脑纹状纹饰, 有分布不均匀模糊微穴, 孔径及其深度很小, 孔频密度也很小	43.57(33.13~57.14)	20.48(17.14~25.00)	2.15(1.33~3.00)
武当木兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面光滑, 两端有明显拟脑纹状纹饰, 隐约可见分布不均匀微穴, 孔径及其深度很小, 孔频密度也很小	43.37(30.48~53.33)	17.90(13.33~22.86)	2.44(2.09~3.00)
青皮木兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较光滑, 隐约可见拟脑纹状纹饰, 两端较明显, 有分布不均匀的微穴, 孔径大, 孔径深度及孔频密度很小	50.86(47.04~53.99)	24.39(19.94~29.74)	2.12(1.58~2.61)
白玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较光滑, 隐约可见拟脑纹状纹饰, 具深浅分布不均匀的微穴, 孔径及其深度很小, 孔频密度也很小	54.46(43.32~61.67)	25.19(18.61~27.90)	2.19(1.71~3.27)
玉灯玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较光滑, 纹饰呈模糊拟脑纹状纹, 具深浅分布不均匀的微穴, 孔径及深度较小, 孔频密度较大	56.79(52.14~60.46)	24.89(20.87~29.75)	2.30(1.85~2.71)
景新玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较光滑, 纹饰呈模糊拟脑纹状纹, 具深浅分布不均匀的微穴, 孔径较小, 孔径深度较大, 孔频密度较小	48.51(42.68~51.19)	22.24(17.99~25.16)	2.22(1.65~2.79)
美丽紫玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较粗糙, 纹饰呈拟脑纹状雕纹, 表面分布不均匀的穴孔, 穴孔大小不等, 较大, 孔径深度较小, 孔频密度较小	49.32(43.55~53.28)	21.34(17.38~24.85)	2.34(1.80~2.94)
星花木兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较粗糙, 纹饰呈瘤状雕纹, 表面分布不均匀的穴孔, 穴孔大小不等, 孔径深度较大, 孔频密度较大	43.29(37.75~46.99)	21.34(16.89~25.25)	2.06(1.74~2.41)
长花玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面两端较粗糙, 纹饰呈略拟瘤状, 两端脑纹状, 孔穴深浅不均匀, 孔径及其深度小, 孔频密度较大	43.13(30.48~49.52)	22.19(17.14~28.57)	2.01(1.14~2.78)
腋花玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面四周略粗糙, 纹饰呈略拟瘤状及拟网状, 孔穴深浅不均匀, 孔径及其深度较大, 孔频密度也较大	48.74(38.10~53.33)	25.43(18.12~32.38)	1.98(1.29~2.65)
紫玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较粗糙, 纹饰呈大小不等的突起和粗颗粒状雕纹, 均匀分布的穴状穿孔, 孔频密度较大、大小不一	48.95(39.87~53.74)	21.24(14.88~26.65)	2.35(1.89~3.39)
多瓣紫玉兰	近圆形	椭圆形或近椭圆形	舟形, 两端较尖	长度直达两端, 闭合	外壁表面较粗糙, 纹饰呈脑纹状, 深浅分布不均匀不规则孔穴, 孔频密度较大、大小不一	41.12(28.57~49.52)	19.88(14.12~24.76)	2.12(1.30~3.00)

说明: 括号()中数值代表相应指标最小值至最大值的变化幅度。

兰>武当木兰>星花木兰>长花玉兰>多瓣紫玉兰；花粉的赤道轴长从大到小的顺序为腋花玉兰>白玉兰>玉灯玉兰>青皮木兰>紫玉兰>景新玉兰>长花玉兰>美丽紫玉兰>星花木兰>望春玉兰>多瓣紫玉兰>武当木兰；按照由 P/E 得出花粉粒由球形到长球形的顺序为腋花玉兰>长花玉兰>星花木兰>青皮木兰>多瓣紫玉兰>望春玉兰>白玉兰>景新玉兰>玉灯玉兰>美丽紫玉兰>紫玉兰>武当木兰。

12 种(包括 3 品种)的木兰属植物花粉的外壁纹饰可归纳为 3 种类型：脑纹状、颗粒状和瘤状。其中，脑纹状外壁纹饰花粉的木兰属植物有望春玉兰(图 1-1~3)，武当木兰(图 1-4~6)，青皮木兰(图 1-7~

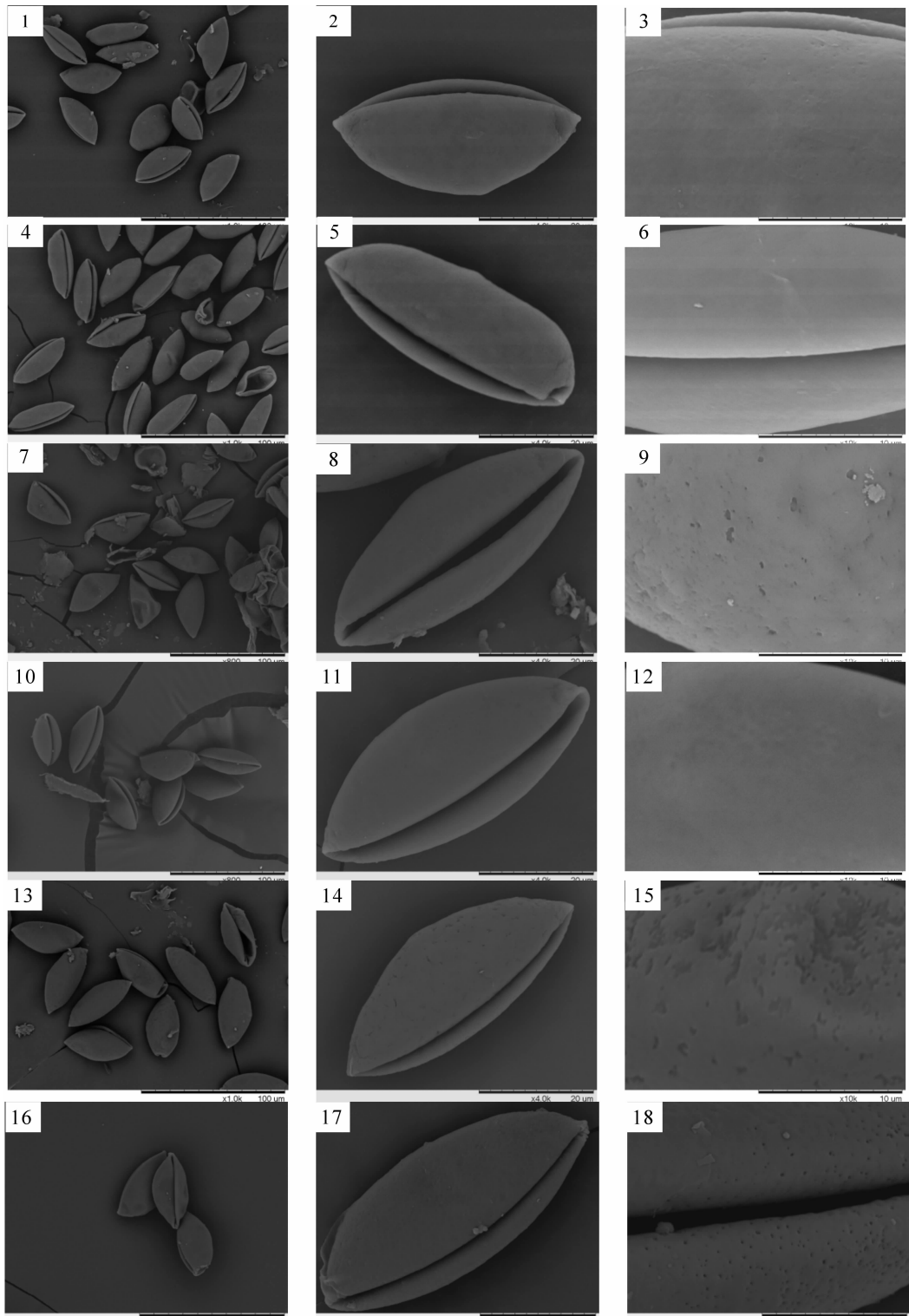
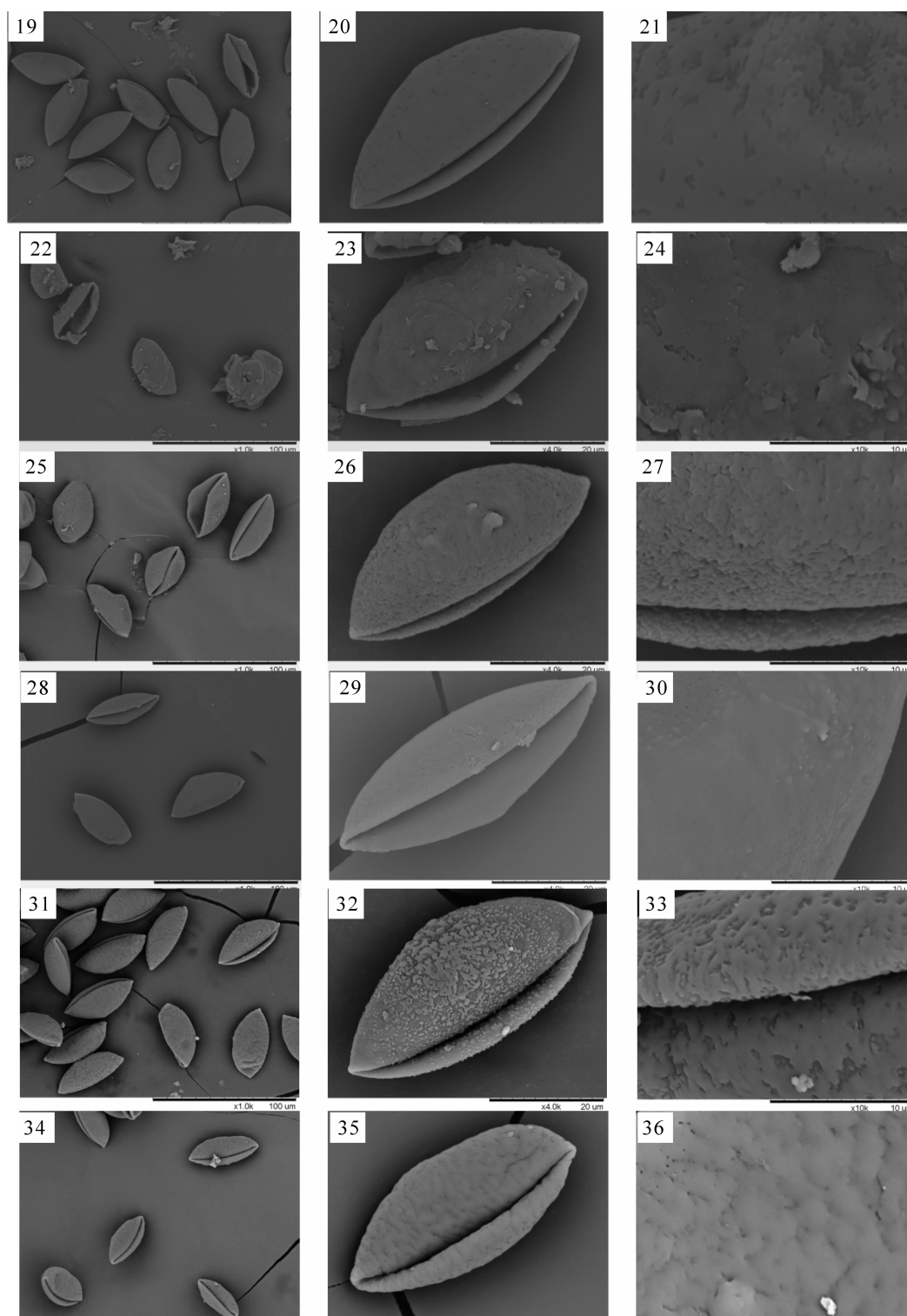


图 1 12 种(包括 3 品种)木兰属植物花粉扫描电镜状态
Figure 1 Pollen morphology of *Magnolia* 9 species and 3 cultivars under SEM



(1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34)×1 000, (7,10)×800: 花粉粒形状(2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35)×4 000: 侧面观; (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36)×10 000: 外壁纹饰; 1~3: 望春玉兰*Magnolia biondii*; 4~6: 武当木兰*M. sprengeri*; 7~9: 青皮木兰*M. viridula*; 10~12: 白玉兰*M. denudata*; 13~15: 玉灯玉兰*M. denudata* 'Lamp'; 16~18: 景新玉兰*M. ×soulangeana* 'Jingxin'; 19~21: 美丽紫玉兰*M. concinna*; 22~24: 星花木兰*M. stellata*; 25~27: 长花玉兰*M. ×soulangeana* 'Changhua'; 28~30: 腋花玉兰*M. axilliflora*; 31~33: 紫玉兰*M. liliflora*; 34~36: 多瓣紫玉兰*M. polytepala*

图 1(续) 12 种(包括 3 品种)木兰属植物花粉扫描电镜形态

Figure 1 Pollen morphology of *Magnolia* 9 species and 3 cultivars under SEM

9), 白玉兰(图 1-10~12), 玉灯玉兰(图 1-13~15), 景新玉兰(图 1-16~18), 美丽紫玉兰(图 1-19~21)和多瓣紫玉兰(图 1-34~36); 颗粒状外壁纹饰花粉的种为紫玉兰(图 1-31~33); 瘤状外壁纹饰花粉的种与品种为星花木兰(图 1-22~24)、长花玉兰(图 1-25~27)和腋花玉兰(图 1-28~30)。

2.2 聚类分析

将原始数据经过标准化处理, 再以欧氏距离为聚类距离, 用最长距离法对 12 个种(包括 3 品种)进行系统聚类, 结果如图 2 所示。用等级结合线 L_1 ($L_1=5.27$) 将 12 个种(包括 3 个品种)分为两大类群, 进一步作等级结合线 L_2 ($L_2=4.41$), 又将两大类群各分为 2 组。第一大类群包括望春玉兰、武当木兰、青皮木兰、景新玉兰、白玉兰和玉灯玉兰, 其花粉形态主要表现为花粉粒较大, 外壁表面较光滑, 外壁纹饰为脑纹状纹饰, 孔径、深度及孔频密度均基本较小。其中, 望春玉兰和武当木兰距离较近, 聚为一个组; 青皮木兰、景新玉兰、白玉兰和玉灯玉兰聚为另一个组。第二大类群包括美丽紫玉兰、紫玉兰、多瓣紫玉兰、星花木兰、腋花玉兰和长花玉兰, 其花粉形态主要表现为花粉粒较小(多瓣紫玉兰的花粉粒最小), 外壁表面较粗糙, 外壁纹饰呈现多种样式。其中, 紫玉兰、多瓣紫玉兰和美丽紫玉兰外壁纹饰、花粉粒大小相近, 聚为一组, 紫玉兰和多瓣紫玉兰花粉的孔径、深度及孔频密度较大, 形态相似; 星花木兰、腋花玉兰和长花玉兰归为另一组。

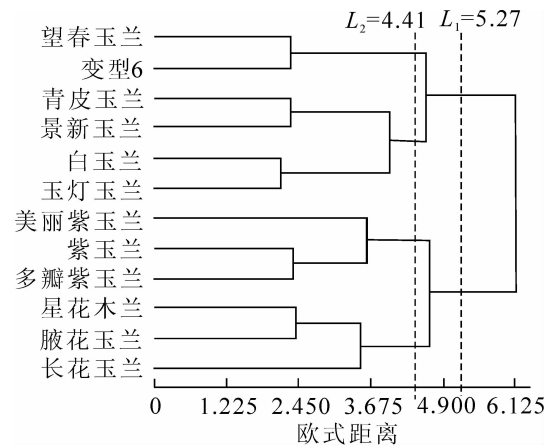


图 2 聚类分析图

Figure 2 Dendrogram of cluster analysis for 9 species and 3 cultivars of *Magnolia*

3 结论与讨论

木兰属 12 个种(包括 3 品种)的花粉形态均具远极单沟, 左右对称, 异极, 极面观为近圆形, 赤道面观为椭圆形或长椭圆形, 侧面观为舟形, 两端较尖; 沟长, 直达两端, 闭合; 花粉表面纹饰、突起等特征比较稳定等特征, 这些共同特征说明木兰属种间存在较近的亲缘关系。现代分类学和进化理论认为: 组成同一物种的不同个体或居群, 并非同一模式原封不动的拷贝^[6]。Walker^[7]认为花粉表面纹饰演化的趋势是表面光滑→表面具小穴、小沟状雕纹→粗糙的、具疣状雕纹→表面颗粒状、瘤状、棒状、鼓锤状、刺状→表面皱波状、网状、条状。木兰属 12 种(包括 3 品种)的花粉外壁纹饰等形态特征所表现的差异表明它们的进化程度不同, 并存在种类异质性和多样性。根据以上进化理论得出: 望春玉兰、武当木兰、青皮木兰、白玉兰、玉灯玉兰以及景新玉兰的花粉表面光滑, 较原始; 而美丽紫玉兰、星花木兰、长花玉兰、腋花玉兰、紫玉兰以及多瓣紫玉兰花粉表面较粗糙, 较进化。

研究结果显示: 白玉兰、紫玉兰、望春玉兰花粉外壁表面纹饰与前人^[2-5]的观察结果一致, 说明花粉表面纹饰不会由于地区性差异而发生变化, 性状稳定。从花粉大小、平面形状、外壁纹饰和光滑程度看, 青皮木兰和景新玉兰相近, 但二者孔径、孔径深度及孔频和条纹粗细、密度等定性形态却差异很大。有研究认为条嵴的有无、宽窄以及深浅可以反映花粉外壁纹饰的差异, 并作为衡量被子植物进化程度的参考之一^[8], 由此表明青皮木兰与景新玉兰的进化程度不同。

许多研究资料^[2-3,5,9]表明: 把花粉的形态特征作为植物分类依据是可行的。花粉是植物的保守器官之一, 其形态特征具有遗传性, 既具有科属的共同特征, 也具有种的特异性。本研究中, 从花粉的大小和平面形状上看, 美丽紫玉兰与紫玉兰较近, 多瓣紫玉兰花粉粒相对较小, 但差异不显著, 并且外壁纹饰、粗糙情况、孔频、条纹粗细、密度等定性形态却极其相似, 说明三者关系较近。总之, 从花粉形态学的角度探讨木兰属植物系统进化具有重要意义, 研究的 12 个种(包括 3 品种)表现了木兰属植物的演化规律, 反应了木兰属植物的共同特征。花粉形态与其外部形态有一定程度的相关性, 但试验搜集的木兰属植物资源有限, 花粉形态资料尚不全面, 并不能代表木兰属所有种的花粉信息, 还需要结合其他分类学资料如细胞学资料、分子标记资料等进一步研究。

致谢：本试验得到浙江大学电镜室老师们的大力支持。谨致谢意！

参考文献：

- [1] 李秀根, 杨健. 花粉形态数量化分析在中国梨属植物起源、演化和分类中的应用[J]. 果树学报, 2002, **19**(3): 145 – 148.
LI Xiugen, YANG Jian. Application of numerical taxonomy of pollen morphology on origination, evolution and classification of *Pyrus* L. in China [J]. *J Fruit Sci*, 2002, **19**(3): 145 – 148.
- [2] 芮飞燕, 马履一, 彭祚登, 等. 红花玉兰等 5 个玉兰种花粉形态观察及分类学意义[J]. 植物研究, 2007, **27**(4): 393 – 397.
RUI Feiyan, MA Lüyi, PENG Zuodeng, *et al.* Taxonomy significance based on pollen morphology observation of five species of *Magnolia* L. including *Magnolia wufengensis* L. Y. Ma *et al.* L. R. Wang [J]. *Bull Bot Res*, 2007, **27**(4): 393 – 397.
- [3] 孔红. 木兰属 3 种植物花粉形态研究[J]. 西北植物学报, 1999, **19**(6): 206 – 208.
KONG Hong. Study on pollen morphology of 3 species of *Magnolia* [J]. *Acta Bot Boreali-Occident Sin*, 1999, **19**(6): 206 – 208.
- [4] 林新春, 俞志雄. 9 种木兰科植物的花粉形态观察[J]. 浙江林学院学报, 2003, **20**(4): 353 – 356.
LIN Xinchun, YU Zhixiong. Pollen morphology of 9 species from Magnoliaceae [J]. *J Zhejiang For Coll*, 2003, **20**(4): 353 – 356.
- [5] 徐凤霞, 徐信兰, 胡晓颖. 5 种木兰属植物的花粉形态[J]. 云南植物研究, 2004, **26**(1): 83 – 88.
XU Fengxia, XU Xinlan, HU Xiaoyin. Pollen morphology of five species from *Magnolia* [J]. *Acta Bot Yunnan*, 2004, **26**(1): 83 – 88.
- [6] 王伏雄. 中国植物花粉形态[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 1995.
- [7] WALKER J W. 原始被子植物花粉外壁进化的意义[M]. 中国科学院植物所古植物研究室孢粉组, 译. 北京: 科学出版社, 1980.
- [8] 白锦荣, 张启翔, 罗乐, 等. 部分中国传统月季花粉形态研究[J]. 植物研究, 2011, **31**(1): 15 – 23.
BAI Jinrong, ZHANG Qixiang, LUO Le, *et al.* Pollen morphology of some Chinese traditional roses [J]. *Bull Bot Res*, 2011, **31**(1): 15 – 23.
- [9] 郭春兰, 黄蕾蕾. 木兰属几种药用植物花粉粒形态扫描电镜观察[J]. 武汉植物研究, 1996, **14**(3): 204 – 206.
GUO Chunlan, HUANG Leilei. Sem studies on pollen grain and anther morphology of the genus *Magnolia* [J]. *J Wuhan Bot Res*, 1996, **14**(3): 204 – 206.