

红花玉兰等 5 个玉兰种花粉形态观察及分类学意义

芮飞燕 马履一* 彭祚登 贺随超 王希群

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室 北京 100083)

摘 要 通过对红花玉兰(*Magnolia wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang)等 5 个玉兰种的花粉的
光学显微镜和扫描电子显微镜观察拍照,测量光学显微镜下的花粉大小并对其进行统计学分析。
结果表明:光学显微镜下,木兰属 5 个种的花粉均呈现椭圆形或近圆形,各种之间大小、形状方面
有较大差异,种内部也存在不同程度的差异;扫描电子显微镜下,各种花粉均为舟形,且具有闭合、
长及两端的远极萌发单沟等一致特征,花粉表面纹饰、突起等特征在种内部比较稳定,不同种之间
差异明显,可以为木兰属植物种的划分提供比较准确的依据。

关键词 红花玉兰;花粉形态;分类

Taxonomy Significance Based on Pollen Morphology Observation of Five Species of *Magnolia* L. Including *Magnolia wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang

RUI Fei-Yan MA Lü-Yi* PENG Zuo-Deng HE Sui-Chao WANG Xi-Qun

(Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract Pollens of 5 species of *Magnolia* were observed and screened with light microscope(LM) and
scanning electron microscope(SEM) respectively; pollen size were measured under LM; and the metri-
cal results were analyzed. The results show that under the LM all pollen appear as oval or close to rotun-
dity, but these species are different in size and shape, and also the distinctions exist in different trees of
same species; while under SEM, all the pollens appear as boats, every pollen has a closed sprout chan-
nel whose length almost equal to the longer axis of pollen, the characters of pollen surfaces are steadily
in same species, but there are some visible differences among pollen of different species and these differ-
ences can provide important morphologic basis for classification of species of *Magnolia* L.

Key words *Magnolia wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang; pollen morphology; taxonomy

红花玉兰是 2006 年发表的木兰科木兰属新种^[1],确立新种的依据主要为花、叶等的特征与当地的木兰属(*Magnolia* L.)植物对应特征比较,但是尚未进行花粉微观形态的观察及红花玉兰花粉与木兰属其他树种花粉的比较。而花粉的微观形态和结构研究为近年来木兰属树种形态分类研究的热点之一。已有的研究结果都表明,花粉形态特征可以为研究植物起源、演化、化石孢粉的鉴定以及科、属、种甚至种下等级的分类提供重要依

据^[2-11],但是目前尚未见到以统计学手段对这一领域进行研究的相关报道。因此,本文以统计学手段对比了红花玉兰与常见木兰属几个树种花粉的微观形态,以进一步验证红花玉兰的分类学地位并为木兰属树种的分类研究探索新的思路和手段。

1 材料与方法

1.1 样株的选取及其编号

在北京林业大学校园内,选择紫玉兰(*M. lil-*

基金项目:国家林业局重点项目(2006-39)

第一作者简介:芮飞燕(1982—),女,硕士研究生,从事木兰科植物研究。

* 通讯作者

收稿日期:2007-01-18

iflora Desr.) 1 株(编号为 1-1)、白玉兰(*M. denudata* Desr.) 3 株(分别编号为 2-1、2-2、2-3)、望春玉兰(*M. biondii* Pamp.) 3 株(分别编号为 3-1、3-2、3-3)、二乔玉兰(*M. × soulangeana* Soul.-Bod.) 1 株(编号为 4-1)、另外于湖北五峰选择红花玉兰 1 株(编号为 5-1)作为样株。

1.2 花粉样品的采集与处理

对于白玉兰、二乔玉兰、望春玉兰等乔木植株,在样株的中部或下部分别采集阴、阳两面的花粉,对于紫玉兰这样的灌木树种,采集树中部花粉,不区分阴阳面,采集后放入以硫酸纸袋中,采集时间分为散粉初期、大量散粉时期及散粉末期共 3 个时期。花粉采集后每个样品分成 2 份做不同处理,即鲜花粉和自然风干花粉。同时进行编号保存,编号方法如下:在树木编号之后,阳面和阴面的花粉分别标记为 1 和 2;在此之后按采集时间的先后将花粉编为 A、B、C;此后,鲜花粉和自然风干花粉分别编为 a、b,例如,白玉兰 1 阳面花开初期的鲜花粉编号为:2-1-1-A-a,其他样品编号以此类推。由于时间和地域的限制,红花玉兰样品只有开花初期的干花粉,所以结果分析中部分结论不能包括红花玉兰。

1.3 光学显微观察

(1) 花粉样品的观测

对鲜花粉样品,采集后立即进行光学显微观察拍照。实验步骤为:取适量花粉放于载玻片上,滴加一滴 45% 醋酸洋红染色,立即盖上盖玻片在 Olympus BX51 型显微镜下观察,并用 DP Controller 软件进行拍照,在 400 倍镜下,以 1 360 × 1 024 分辨率随机拍摄 40 粒左右的花粉,再在 1 000 倍镜同样分辨率下拍摄一张。对于干花粉,所有样品采集完成后,在室温下共同放置 7 天以上,再统一放入干燥器中干燥约 24 h,其后的实验步骤同鲜花粉。

用同一把尺子测量每种花粉的长、短轴长度,若花粉的萌发沟能够完全看到且几乎与花粉边缘完全重合,说明该花粉拍摄的是标准的侧面观,则该短直径记录为花粉的高。所记录的数据根据测量的长度与照片上标尺的比例换算成实际值进行各种计算与处理。

(2) 数据的处理

根据测量的结果,计算花粉的大小(以长轴值为准,下同)、形状(指平面形状,以短轴与长轴的比例计算,下同)以及内部差异的大小(以标准差的形式表示)。

1.4 扫描电镜观察

在北京取材的玉兰种各选择 1 株向阳面开花盛期干花粉以及红花玉兰开花初期的干花粉,取适量粘于专用的双面胶上,在 SCD005 Sputter Coater 离子溅射机上镀金后,在 FEI QUANTA 200 扫描电子显微镜下观察,在 2 000 倍的下观察并拍摄每个样品舟形花粉的 3 个赤道面和 1 个极面,在 5 000 倍下观察并拍摄每个样品中花粉的表面纹饰。

2 观察结果

2.1 花粉光学显微形态

各样株花粉的光学显微形态见图 1。花粉的大小、形状以及内部差异的情况见表 1。

表 1 中的数据是根据所有图片所得的平均值,对其进行分析可以看出,从花粉的大小来看,二乔玉兰的花粉明显大于其他四种,白玉兰和红花玉兰次之,但两者花粉大小相差不大,望春玉兰花粉最小;从花粉形状上来看,望春玉兰最接近于圆形,紫玉兰次之,而白玉兰最接近椭圆形。选取部分图片以验证表 1 所表现出来的规律(见图 1),可以看出,图 1 和表 1 所表现出来的花粉的大小、形状上的规律是一致的;而从花粉表面的特征来看,望春玉兰花粉表面最为粗糙,二乔玉兰次之,其余 3 种花粉表面都比较光滑。

2.2 花粉的扫描电镜形态

由花粉的光学显微特征可知,不同植株、向阳面开花散粉盛期干花粉的大小、形状与同一时期鲜花粉比较一致,进一步选择样品紫玉兰(1-1-B)、二乔玉兰(4-1-1-B)、白玉兰(2-3-1-B)、望春玉兰(3-3-1-B)、红花玉兰(5-1-A)进行扫描电镜观察。结果见图 2。

由图 2 可见,所有观测的木兰属花粉均具有远极单萌发沟、左右对称、异极、极面观为椭圆形或长椭圆形、侧面观为舟形、两端较尖;萌发沟长度直达两端,闭合,表面纹饰以穴状、蠕虫状和瘤状突起为主。

2000 倍镜下的花粉各个侧面观表明:望春玉兰花粉的个体明显小于其他种,且表面最粗糙,已经可以明显看到表面纹饰,极面和赤道面的纹饰粗细不同,极面网状纹饰密集且细,赤道面的背面纹饰稀疏且纹理比较粗;二乔玉兰花粉表面纹饰不清楚,紫玉兰花粉表面有明显的瘤状突起和粗颗粒,但极面和赤道面的密度不同,萌发沟两侧密集,其他侧面稀疏,纹饰不明显;在 2 000 倍下,红花玉兰的花粉与白玉兰的花粉表面纹饰不明显。

表 1 花粉光学显微形态
Table 1 Pollen morphology under LM

样品编号 No. of sample	长轴(微米)		短轴/长轴		高(微米)		样品编号 No. of sample	长轴(微米)		短轴/长轴		高(微米)	
	Long axis(μm)		Short axis/Long axis		Height (μm)			Long axis(μm)		Short axis/Long axis		Height (μm)	
	N	$x \pm s$	N	$x \pm s$	N	$x \pm s$		N	$x \pm s$	N	$x \pm s$	N	$x \pm s$
1-1-1-A-a	35	49.00 \pm 3.67	35	0.86 \pm 0.06	6	42.50 \pm 1.58	1-1-1-A-b	33	48.20 \pm 4.72	33		11	0.86 \pm 0.08
1-1-1-B-a	42	46.90 \pm 4.30	42	0.84 \pm 0.09	3	39.30 \pm 3.47	1-1-1-B-b	31	48.80 \pm 3.45	31	0.85 \pm 0.07	12	42.10 \pm 2.94
1-1-1-C-a	44	46.40 \pm 3.23	44	0.87 \pm 0.08	2	37.30 \pm 3.30	1-1-1-C-b	42	47.90 \pm 3.02	42	0.83 \pm 0.06	2	35.60 \pm 4.42
2-1-1-A-a	37	46.80 \pm 2.71	37	0.83 \pm 0.06	2	39.50 \pm 0.88	2-1-1-A-b	32	45.40 \pm 3.34	32	0.80 \pm 0.08	3	36.30 \pm 4.51
2-1-1-B-a	39	45.50 \pm 2.99	39	0.82 \pm 0.08	1	36.30 \pm 0.00	2-1-1-B-b	43	46.60 \pm 2.81	43	0.83 \pm 0.06	2	36.90 \pm 4.42
2-1-1-C-a	36	45.70 \pm 3.37	36	0.83 \pm 0.08	4	37.30 \pm 2.58	2-1-1-C-b	41	46.80 \pm 3.70	41	0.78 \pm 0.06	2	39.40 \pm 2.65
2-1-2-A-a	37	44.10 \pm 2.91	37	0.84 \pm 0.07	5	36.50 \pm 1.37	2-1-2-A-b	37	44.50 \pm 2.86	37	0.84 \pm 0.08	6	38.30 \pm 2.70
2-1-2-B-a	37	44.20 \pm 2.83	37	0.82 \pm 0.07	4	41.30 \pm 2.50	2-1-2-B-b	34	46.50 \pm 3.56	34	0.84 \pm 0.06	6	41.10 \pm 1.46
2-1-2-C-a	38	44.00 \pm 2.66	38	0.85 \pm 0.07	2	40.00 \pm 1.77	2-1-2-C-b	36	44.30 \pm 3.96	36	0.84 \pm 0.08	6	41.10 \pm 1.46
2-2-1-A-a	36	50.90 \pm 5.41	36	0.81 \pm 0.09	5	42.30 \pm 1.63	2-2-1-A-b	37	49.50 \pm 2.69	37	0.82 \pm 0.09	3	42.50 \pm 0.00
2-2-1-B-a	36	51.10 \pm 5.54	36	0.83 \pm 0.08	4	42.80 \pm 0.63	2-2-1-B-b	42	51.60 \pm 4.31	42	0.83 \pm 0.08	2	43.80 \pm 1.77
2-2-1-C-a	34	50.90 \pm 2.99	34	0.79 \pm 0.07	5	41.80 \pm 2.59	2-2-1-C-b	36	50.60 \pm 3.28	36	0.79 \pm 0.08	5	42.30 \pm 1.63
2-2-2-A-a	37	49.00 \pm 4.20	37	0.82 \pm 0.08	5	41.80 \pm 2.09	2-2-2-A-b	37	50.90 \pm 2.79	37	0.82 \pm 0.06	11	41.30 \pm 2.09
2-2-2-B-a	39	51.00 \pm 3.12	39	0.77 \pm 0.07	3	42.50 \pm 2.50	2-2-2-B-b	40	51.40 \pm 2.96	40	0.79 \pm 0.07	10	40.50 \pm 2.37
2-2-2-C-a	37	50.20 \pm 3.51	37	0.78 \pm 0.06	3	38.30 \pm 1.44	2-2-2-C-b	32	51.40 \pm 3.66	32	0.77 \pm 0.07	5	40.80 \pm 1.90
2-3-1-A-a	35	49.10 \pm 3.28	35	0.83 \pm 0.07	7	45.00 \pm 3.33	2-3-1-A-b	39	49.30 \pm 2.34	39	0.85 \pm 0.07	5	43.30 \pm 4.47
2-3-1-B-a	34	51.60 \pm 2.81	34	0.78 \pm 0.06	6	41.30 \pm 0.88	2-3-1-B-b	35	52.60 \pm 4.21	35	0.78 \pm 0.07	2	42.50 \pm 0.00
2-3-1-C-a	36	52.20 \pm 2.77	36	0.82 \pm 0.06	5	43.00 \pm 1.18	2-3-1-C-b	39	51.20 \pm 2.65	39	0.80 \pm 0.06	3	41.30 \pm 0.00
2-3-2-A-a	33	51.50 \pm 2.66	33	0.81 \pm 0.08	10	43.80 \pm 2.50	2-3-2-A-b	38	51.80 \pm 1.83	38	0.82 \pm 0.06	7	43.90 \pm 1.25
2-3-2-B-a	41	51.50 \pm 3.20	41	0.78 \pm 0.07	2	41.00 \pm 0.00	2-3-2-B-b	34	52.90 \pm 2.56	34	0.77 \pm 0.08	7	42.10 \pm 1.12
2-3-2-C-a	45	48.20 \pm 2.69	45	0.82 \pm 0.07	4	40.80 \pm 2.22	2-3-2-C-b	36	51.10 \pm 2.78	36	0.80 \pm 0.06	10	40.80 \pm 1.88
3-1-1-A-a	41	37.20 \pm 1.43	41	0.90 \pm 0.05	1	36.50 \pm 0.00	3-1-1-A-b	42	39.00 \pm 1.79	42	0.90 \pm 0.07	2	31.90 \pm 0.83
3-1-1-B-a	35	38.40 \pm 1.94	35	0.87 \pm 0.07	6	33.80 \pm 1.58	3-1-1-B-b	43	39.40 \pm 2.30	43	0.93 \pm 0.05	2	35.00 \pm 0.00
3-1-1-C-a	31	37.50 \pm 2.25	31	0.86 \pm 0.06	7	34.50 \pm 3.13	3-1-1-C-b	40	39.00 \pm 1.54	40	0.89 \pm 0.07	1	37.50 \pm 0.00
3-1-2-A-a	41	37.60 \pm 2.47	41	0.89 \pm 0.05	3	34.50 \pm 1.91	3-1-2-A-b	41	39.40 \pm 2.03	41	0.90 \pm 0.06	1	35.00 \pm 0.00
3-1-2-B-a	34	37.50 \pm 2.04	34	0.86 \pm 0.06	8	33.50 \pm 1.82	3-1-2-B-b	25	40.50 \pm 1.61	25	0.95 \pm 0.03	1	33.80 \pm 0.00
3-1-2-C-a	36	37.30 \pm 2.10	36	0.86 \pm 0.07	3	33.80 \pm 1.25	3-1-2-C-b	39	39.00 \pm 3.36	39	0.88 \pm 0.08	1	37.50 \pm 0.00
3-2-1-A-a	39	40.20 \pm 1.96	39	0.78 \pm 0.07	2	34.50 \pm 0.88	3-2-1-A-b	28	41.00 \pm 2.70	28	0.85 \pm 0.09	5	34.30 \pm 2.09
3-2-1-B-a	39	38.40 \pm 2.61	39	0.80 \pm 0.06	2	33.80 \pm 1.77	3-2-1-B-b	30	39.70 \pm 2.68	30	0.82 \pm 0.10	9	32.50 \pm 1.88
3-2-1-C-a	37	39.00 \pm 2.64	37	0.79 \pm 0.08	4	32.30 \pm 1.57	3-2-1-C-b	35	39.00 \pm 3.66	35	0.81 \pm 0.10	5	32.80 \pm 2.71
3-2-2-A-a	36	37.90 \pm 1.98	36	0.83 \pm 0.07	2	33.30 \pm 0.88	3-2-2-A-b	39	36.80 \pm 2.686	39	0.82 \pm 0.08	3	30.80 \pm 1.44
3-2-2-B-a	38	38.80 \pm 2.35	38	0.80 \pm 0.08	1	33.80 \pm 0.00	3-2-2-B-b	27	39.40 \pm 2.95	27	0.81 \pm 0.09	1	35.00 \pm 0.00
3-2-2-C-a	42	37.30 \pm 2.30	42	0.84 \pm 0.07	2	30.80 \pm 0.88	3-2-2-C-b	42	38.50 \pm 2.37	42	0.89 \pm 0.06	2	33.80 \pm 1.77
3-3-1-A-a	39	37.80 \pm 1.69	39	0.89 \pm 0.08	2	35.00 \pm 3.54	3-3-1-A-b	40	39.20 \pm 1.61	40	0.96 \pm 0.05	2	34.40 \pm 0.88
3-3-1-B-a	40	37.40 \pm 2.10	40	0.89 \pm 0.08	1	30.00 \pm 0.00	3-3-1-B-b	37	36.70 \pm 3.80	37	0.89 \pm 0.08	4	34.70 \pm 2.58
3-3-1-C-a	38	37.80 \pm 1.97	38	0.86 \pm 0.07	2	32.00 \pm 2.65	3-3-1-C-b	41	37.90 \pm 2.85	41	0.90 \pm 0.08	1	33.80 \pm 0.00
4-1-1-A-a	37	49.80 \pm 3.38	37	0.80 \pm 0.08	3	40.50 \pm 0.72	4-1-1-A-b	32	52.40 \pm 4.15	32	0.77 \pm 0.09	7	41.30 \pm 3.15
4-1-1-B-a	30	51.30 \pm 4.14	30	0.80 \pm 0.08	7	42.80 \pm 2.25	4-1-1-B-b	33	51.30 \pm 3.41	33	0.83 \pm 0.09	7	43.90 \pm 1.83
4-1-1-C-a	36	49.60 \pm 3.15	36	0.82 \pm 0.07	5	42.50 \pm 1.80	4-1-1-C-b	37	49.00 \pm 3.55	37	0.82 \pm 0.07	3	41.30 \pm 2.50
4-1-2-A-a	34	53.00 \pm 2.26	34	0.80 \pm 0.06	6	43.80 \pm 1.58	4-1-2-A-b	36	50.00 \pm 3.64	36	0.83 \pm 0.08	7	44.30 \pm 2.02
4-1-2-B-a	35	51.70 \pm 2.46	35	0.81 \pm 0.07	5	44.80 \pm 2.24	4-1-2-B-b	28	52.10 \pm 4.96	28	0.85 \pm 0.07	12	43.50 \pm 1.86
4-1-2-C-a	39	50.30 \pm 3.43	39	0.82 \pm 0.06	1	45.30 \pm 0.00	4-1-2-C-b	28	51.30 \pm 3.09	28	0.85 \pm 0.08	11	42.70 \pm 2.61
							5-1-b	33	49.10 \pm 3.10	33	0.83 \pm 0.06	7	39.70 \pm 2.25

注:表中“N”的意义为“样本数”; $x \pm s$ 的意义为“平均值 \pm 标准差”

Notes In table “N” the significance is “the sample number”; $x \pm s$ the significance is “the mean value \pm standard deviation”

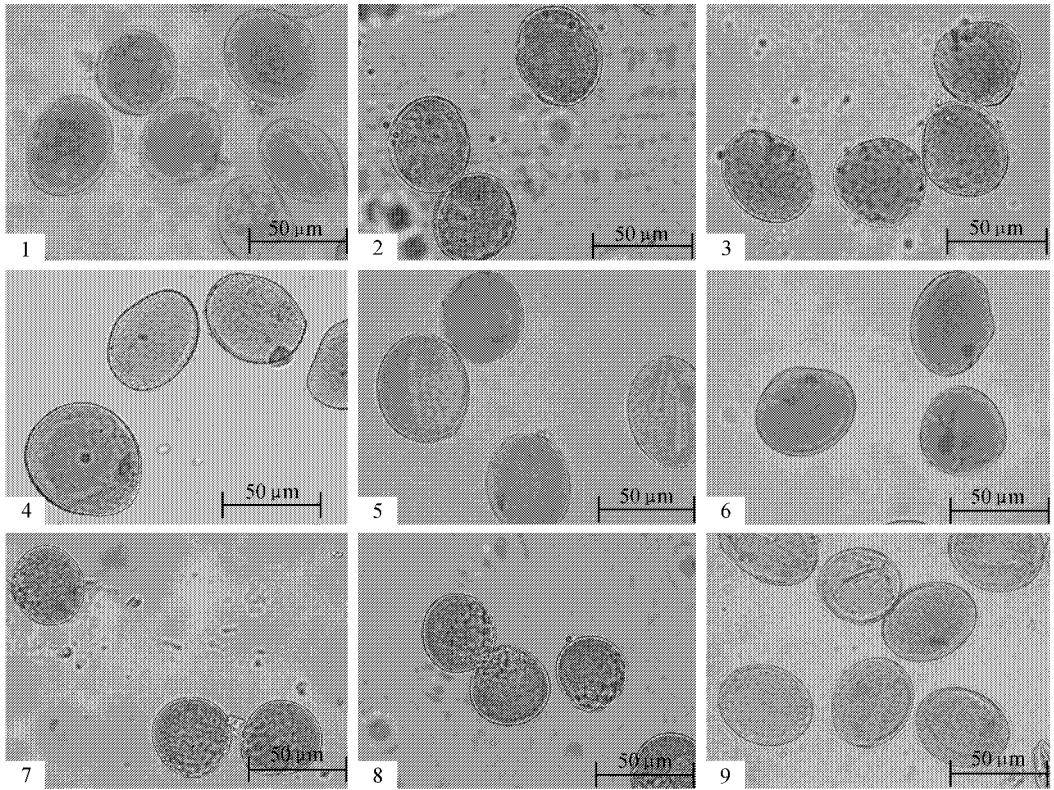


图 1 木兰属 5 个不同树种花粉光学显微形态

Fig. 1 Pollen morphology of 5 species of *Magnolia* under LM

I - 1. *M. liliiflora* Desr. (1-1-B-a); I - 2. *M. liliiflora* Desr. (1-1-B-b); I - 3. *M. soulangeana* Soul. -Bod. (4-1-1-B-a); I - 6. *M. soulangeana* Soul. -Bod. (4-1-1-B-b); I - 4. *M. denudata* Desr. (2-2-1-B-a); I - 5. *M. denudata* Desr. (2-2-1-B-b); I - 7. *M. biondii* Pamp. (3-3-1-B-a); I - 8. *M. biondii* Pamp. (3-3-1-B-b); I - 9. *M. wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang (5-1-A-b)

5 000 倍镜下,花粉表面纹饰及小穴的区别非常明显。红花玉兰花粉表面小穴密度最大,分布均匀,但小穴大小不一;白玉兰花粉表面小穴密度稍小,大小比较均匀,网状纹饰比较密集,小穴和网纹集中分布在两端,其他部位分布较少;紫玉兰花粉表面有均匀的穴状穿孔,穿孔密度不大、大小不一且几个侧面密度不同,花粉表面密布大小不一的瘤状突起及粗颗粒,但没有网状纹饰;二乔玉兰花粉表面小穴深浅不一,密度比较大,花粉表面有很少的瘤状突起和粗颗粒;望春玉兰花粉表面小穴密度最小,但网状纹饰最明显,该种花粉表面最粗糙。

3 讨论

花粉的大小、形状在各种之间有明显的差异。花粉的大小由大到小的顺序为:二乔玉兰→白玉兰→红花玉兰→紫玉兰→望春玉兰。而平面形状按照由圆到椭圆的顺序排列为:望春玉兰→紫玉兰→红花玉兰→二乔玉兰→白玉兰。花粉表面穴状穿孔和纹饰是分类学上一个比较稳定的特点,在本文所提及的几种玉兰属植物的花粉中,红花玉兰花粉

表面小穴密度最大,白玉兰花粉表面小穴密度稍小,望春玉兰花粉表面小穴密度最小,红花玉兰及紫玉兰花粉表面小穴分布均匀,紫玉兰花粉表面分布有大小不一的瘤状突起及粗颗粒且没有网状纹饰,是几种花粉中最为特殊的一种。

从花粉的大小以及花粉表面穴状穿孔和纹饰来看,红花玉兰的花粉特征与白玉兰比较接近,与其他种差异比较明显,据此推测红花玉兰与白玉兰的亲缘关系比较近,但两者花粉的表面特征区别还是非常明显的。

二乔玉兰为紫玉兰和白玉兰的杂交种,但是从花粉的大小和平面形状上来看,二乔玉兰更接近于白玉兰,说明其保留的白玉兰花粉特征比较多,另外,从花粉扫描电镜结果来看,二乔玉兰的花粉表面穴状穿孔和网状纹饰接近于白玉兰,瘤状突起和粗颗粒分布非常少,紫玉兰的特征不明显。

本次实验中,对于花粉形态中的“高”一项测量数据不足,因此导致这一项数据的准确性降低,若要解决这个问题,可能要加大拍摄花粉的数量,使出现在照片中可以测量高的花粉数量增大到 30

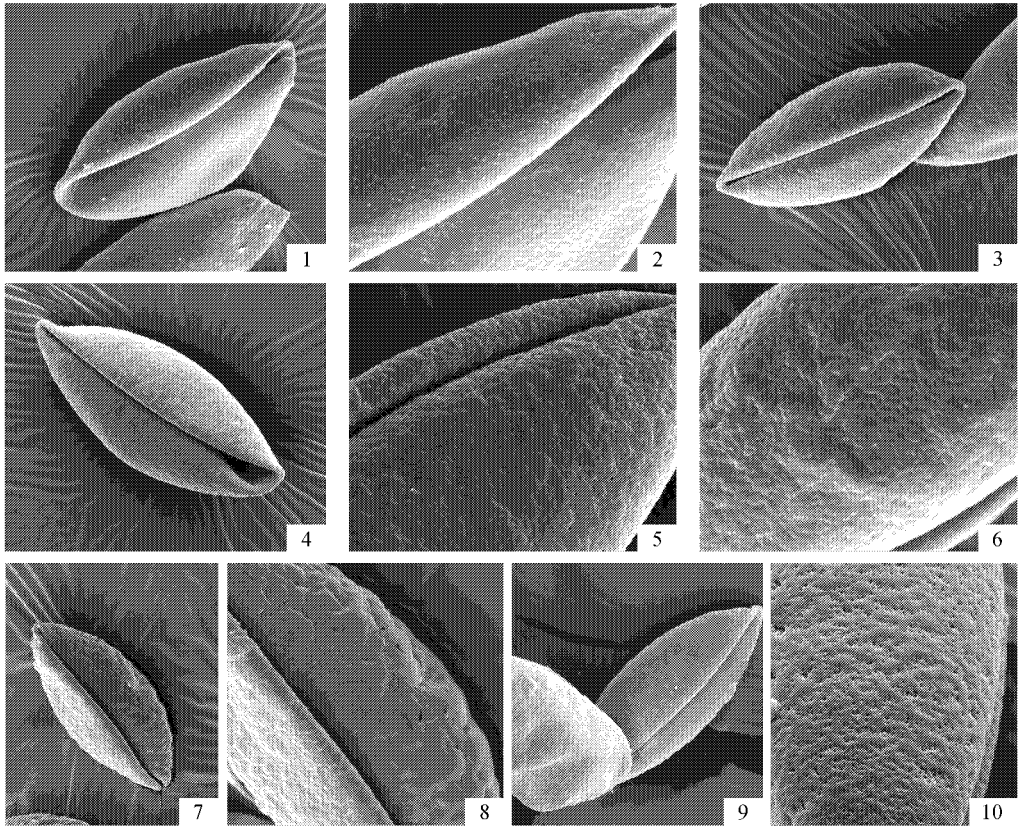


图 2 木兰属 5 个不同树种(变种)花粉扫描电镜形态

Fig. 2 Pollen morphology of 5 species of *Magnolia* under SEM

1. *M. liliiflora* Desr. (1-1) $\times 2000$; 2. *M. liliiflora* Desr. (1-1) $\times 5000$; 3. *M. \times soulangeana* Soul. -Bod. (4-1) $\times 2000$; 4. *M. \times soulangeana* Soul. -Bod. (4-1) $\times 5000$; 5. *M. denudata* Desr. (2-3) $\times 2000$; 6. *M. denudata* Desr. (2-3) $\times 5000$; 7. *M. biondii* (3-3) Pamp. $\times 2000$; 8. *M. biondii* (3-3) Pamp. $\times 5000$; 9. *M. wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang (5-1) $\times 2000$; 10. *M. wufengensis* L. Y. Ma et L. R. Wang (5-1) $\times 5000$

粒以上,根据本实验比例,拍摄的花粉总粒数应该在 150~200 粒才能达到要求。

白玉兰、紫玉兰、望春玉兰花粉的大小与前人^[5-7]的研究结果有不同程度的差异,其原因可能与实验材料的个体差异以及产地不同有关。

致谢 北京林业大学细胞遗传学实验室康向阳老师在光学显微照片拍摄方面给予了极大帮助,中国科学院微生物研究所(北京)电镜室谢家仪老师在扫描电镜照片拍摄过程中提供了很多帮助。

参 考 文 献

1. 马履一,王罗荣,贺随超,等. 中国木兰科木兰属一新种 [J]. 植物研究 2006 26(1):4-7.
2. Agababian V S. Pollen morphology of the family Magnoliaceae [J]. Grana, 1972, 12:166-176.
3. Praglowski J. World pollen and spore flora [M]. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 1974, 3:1-44.

4. 中国科学院植物研究所古植物室孢粉组,华南植物研究所形态研究室. 中国热带亚热带被子植物花粉形态 [M]. 北京: 科学出版社, 1982:199-200.
5. 徐凤霞,徐信兰,胡晓颖. 五种木兰属植物的花粉形态 [J]. 云南植物研究 2004 26(1):83-88.
6. 林新春,俞植雄. 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.
7. 李又芬,周琴宝,李永敬. 几种木兰属植物花粉粒的超微结构 [J]. 南京林学院学报, 1985(3):139-140.
8. 孙京田,韩加坤. 木兰属(*Magnolia* L.)植物花粉亚微形态特征研究 [J]. 山东科学 2005 18(1):35-37.
9. 张金谈. 从孢粉形态特征试论植物某些类群的分类与系统发育 [J]. 植物分类学报, 1979, 17(2):1-7.
10. 梁元微,喻诚鸿. 安息香科的花粉形态研究及其在分类学上的意义 [J]. 植物分类学报, 1985 23(1):81-90.
11. 张玉龙,席以珍,相惠秋. 我国木兰科花粉形态的研究 [C]. 中国植物学会. 中国植物学会 60 周年年会学术报告及论文摘要汇编. 北京:中国科学技术出版社, 1993:237-238.