

树莓部分野生种及栽培品种花粉亚显微形态的比较

王小蓉¹, 汤浩茹^{1*}, 黄力², 贺宗珍¹, 董晓莉¹, 付华清¹, 邓群仙¹

(¹ 四川农业大学林学院园艺学院, 四川雅安 625014; ² 重庆市涪陵区果品办公室, 重庆 408600)

摘要: 用扫描电镜对树莓属有育种潜力的分属于空心莓组和木莓组的 8 个野生种及从国外引进的分属于黑莓种群和树莓种群的 17 个栽培品种共 25 份材料的花粉形态进行了系统观察和比较分析。结果表明: 所观察的树莓花粉均为长球形或超长球形 (P/E 为 1.67 ~ 2.42), 大小多为 25.52 μm \times 15.37 μm 至 50.06 μm \times 25.65 μm 。花粉外壁纹饰在组内和栽培种群内有一定的相似性, 但同时变异丰富, 在不同种之间、甚至在不同品种之间区别明显。空心莓组的 5 个种和树莓种群的品种的外壁纹饰以条纹—穿孔状为主, 黑莓种群品种的主要为条纹状和条纹—穿孔状, 与木莓组的 3 个种的差异较大。聚类分析结果表明, 花粉大小和外壁纹饰特征可基本反映树莓属下组及栽培种群的划分, 树莓种群品种与空心莓组的插田泡和茅莓的亲缘关系较近; 而黑莓种群与木莓组的 3 个有果用育种潜力的任一种的亲缘关系均较远。

关键词: 树莓属; 花粉; 亚显微形态; 孢粉学

中图分类号: S 663.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2007) 06-1395-10

Comparative Studies on Pollen Submicroscopic Morphology of Some Wild Species and Cultivars of Bramble (*Rubus L.*)

WANG Xiao-rong¹, TANG Hao-ru^{1*}, HUANG Li², HE Zong-zhen¹, DONG Xiao-li¹, FU Hua-qing¹, and DENG Qun-xian¹

(¹ College of Forestry and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; ² Fruit Administration of Fuling Distribution, Chongqing 408600, China)

Abstract: Pollen submicroscopic morphology of 8 wild species with potential breeding capabilities from Sect. *Idaeobatus* and Sect. *Malachobatus* and 17 introduced cultivars of bramble (*Rubus L.*) from raspberry and blackberry were examined with scanning electron microscopy. The results showed that the pollen grains were prolate and perprolate, 25.52 μm \times 15.37 μm - 50.06 μm \times 25.65 μm in size. The exine ornamentation was diverse, distinctly different among species or cultivars. For example, it was mainly striate-perforate in Sect. *Idaeobatus* as well as raspberry cultivars, striate and striate-perforate in blackberry cultivars, which were clearly different from that of any one of 3 species in Sect. *Malachobatus*. Cluster analysis results indicated that the size and exine ornamentation characters of pollen could reflect the traditional taxonomy of *Rubus*. A close blood relationship between those raspberry cultivars and the wild species *R. coreanus* or *R. niveus* in Sect. *Idaeobatus* and far blood relationship between those blackberry cultivars and those 3 wild species in Sect. *Malachobatus* were found.

Key words: *Rubus L.*; Pollen; Submicro-morphology; Palynology

树莓 (*Rubus L.*) 又称悬钩子, 全世界约有 750 余种, 我国约有 200 多种 (曲泽洲和孙云蔚, 1990; Li et al., 2002)。但是, 目前我国的栽培品种多由国外引进, 且引进的品种多数存在着生态适

收稿日期: 2007-04-11; 修回日期: 2007-09-03

基金项目: 国家自然科学基金项目 (30671454); 教育部新世纪优秀人才支持计划项目 (NCET-04-0905); 高等学校全国百篇优秀博士学位论文作者专项基金项目 (200253); 四川省教育厅资助项目 (2004A025)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: htang@sicau.edu.cn; Tel: 0835-2882515)

宜性等问题 (贺善安等, 1998)。为了促进我国树莓植物资源的开发利用, 许多学者都致力于树莓植物资源的分类鉴定 (李玲等, 2006)。

花粉的形态特征是探讨植物起源、演化、分类和亲缘关系的重要依据之一 (王伏雄等, 1995)。中国树莓属植物花粉形态的研究已有一些报道 (陈少风等, 1996; 周丽华等, 1999; 李维林等, 2001)。李维林等 (2001) 将树莓植物花粉外壁纹饰分为 4 种类型和 11 种亚型, 并认为树莓植物的花粉形态特征对该属植物的区分有一定的参考价值。Tomlik-Wyremblewska 等 (2004) 对树莓属下空心莓组和矮生莓组两个组的 15 个种的花粉观察发现, 树莓种花粉粒的大小和表面纹饰变异丰富, 可为种的区分提供一定的依据。

作者拟通过对从国外引进的 17 个栽培品种和 8 个有较大果用育种潜力的树莓野生种的花粉形态比较, 确定其分类地位和亲缘关系, 为野生种质的开发利用奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 野生种质

空心莓组 (Sect. *Idaeobatus* Focke) 中包括红泡刺藤 (*Rubus niveus* Thunb.)、栽秧泡 (*R. ellipticus* var. *obcordatus*)、茅莓 (*R. parvifolius* L.)、插田泡 (*R. coreanus* Miq.) 和山莓 (*R. corchorifolius* L.); 木莓组 (Sect. *Malachobatus* Focke) 中包括高粱泡 (*R. lambertianus* Ser.)、川莓 (*R. stehuenensis* Bureau et. Franch.) 和寒莓 (*R. buergeri* Miq.)。于 2004~2006 年采自四川雅安、峨眉山、南充和西昌以及重庆涪陵等地, 栽种于四川农业大学教学科研园中, 常规管理。标本由四川农业大学杨光辉教授鉴定。

1.1.2 栽培品种

包括 'Ollalie'、'Shawnee'、'Arapaho'、'Navaho'、'Boysen'、'Black Butte' 和 'Kotata' 7 个黑莓种群的品种和 'Bristol'、'Reveille'、'Killarney'、'Algonquin'、'Tulameen'、'Chilcotin'、'Chilliwack'、'Nova'、'Dinkum' 和 'Ploana' 10 个树莓种群的品种。其中, 'Bristol' 为黑树莓; 'Reveille'、'Killarney'、'Algonquin'、'Tulameen'、'Chilcotin' 和 'Chilliwack' 为红树莓; 'Nova'、'Dinkum' 和 'Ploana' 为双季红树莓。2004 年 11 月从中国林业科学院引进, 栽种于四川农业大学教学科研园中, 常规管理。

1.2 方法

试验在四川农业大学分析测试中心电镜室进行。

2005 年 9 月~2006 年 6 月, 采集含苞待放的花蕾, 取花粉均匀散布在贴有双面胶带的样品台上, 然后用 KYKY SBC-12 型号的离子溅射仪使花粉表面覆盖一层金膜。镀膜后在 KYKY 1000B 型扫描电镜下观察并拍照。

花粉大小为所观察的花粉粒 (20 粒) 的统计平均值, 花粉形态分类参考埃尔特曼 (1978) 的方法与标准。花粉外壁纹饰分类参考李维林等 (2001) 的分类方法与标准。

取 25 份材料的花粉作运算单位, 共 8 个指标, 其中定量指标 6 个, 包括极轴长 (P)、赤道轴长 (E)、P/E、沟间距 (萌发沟在极面上的距离)、穿孔密度和穿孔大小; 定性指标 2 个, 包括花粉外壁纹饰类型和外壁纹饰特征。

定量指标直接取其数值, 定性指标按其类型和特征赋值, 利用 DPSv 3.01 专业版先将数据标准化转换后, 用欧氏距离作聚类距离, 采用类平均法 (UPGMA) 作聚类分析。

2 结果与分析

2.1 花粉的形态特征

在 25 份花粉材料中, 除山莓、栽秧泡和红泡刺藤花粉的赤道面观为椭圆形外, 其余种类品种的花粉均为长椭圆形, 所有花粉极面观均为三裂圆形。从整体形态看, 所观察的花粉均为长球形或超长球形 (P/E 为 1.67 ~ 2.42)。空心莓组和木莓组之间以及黑莓种群和树莓种群之间的花粉形态差异不明显。其中, 属于空心莓组的山莓、栽秧泡、红泡刺藤和插田泡以及木莓组的寒莓花粉为长球形, 其余为超长球形。在栽培树莓中, 黑莓种群品种 'Kotata' 和树莓种群品种 'Chilcotin' 的花粉为长球形, 其余品种的花粉均为超长球形。

2.2 花粉大小

在所研究的材料中, 花粉均为中等大小。在野生树莓中, 空心莓组 5 个种的花粉较小, 平均为 25.52 μm \times 15.37 μm 至 38.04 μm \times 18.26 μm ; 木莓组的 3 个种花粉较大, 其中寒莓的花粉最大, 达到 50.06 μm \times 25.65 μm 。在栽培品种中, 黑莓种群的 7 个品种花粉较大, 平均为 36.43 μm \times 16.10 μm 至 41.63 μm \times 19.07 μm , 而树莓种群的 10 个品种花粉较小, 平均为 29.87 μm \times 15.31 μm 至 34.89 μm \times 16.08 μm (表 1)。

表 1 部分树莓植物种及品种的花粉形态特征比较

Table 1 Comparisons of pollen morphological characters among some species and cultivars of bramble (*Rubus* L.)

种类 Taxon	花粉大小 Pollen size (μm)	萌发孔 Aperture (μm)		外壁纹饰 Exine ornamentation		穿孔密度 Perforations density (Number/ μm^2)	图版 Plate
		沟宽 Width	沟间距 Length	类型 Type	特征 Character		
空心莓组 Sect. <i>Idaeobatus</i> Focke							
红泡刺藤 <i>R. niveus</i>	27.07(25.4 ~ 32.6) \times 15.35(13.0 ~ 16.6) P/E = 1.76	1.90	8.50	条纹—穿孔状 Striate - perforate	条纹粗密, 条纹间具大小不 规则穿孔(0.13 ~ 0.39 μm^*) Striate thick and dense, with irregular perforations	0.88	10-A 10-B 10-C
栽秧泡 <i>R. ellipticus</i> var. <i>obcordatus</i>	26.24(23.9 ~ 28.3) \times 15.27(13.7 ~ 17.1) P/E = 1.72	0.36	5.00	穿孔—网状 Perforate - reticulate	穿孔较多, 大小不规则 (0.10 ~ 0.36 μm^*) Perforations more and irregular	1.36	4-A 4-B 4-C
茅莓 <i>R. parvifolius</i>	32.47(31.3 ~ 36.8) \times 16.46(13.8 ~ 17.7) P/E = 2.23	0.29	4.03	条纹—网状 Striate - reticulate	条纹较粗短, 条纹间穿孔 较多(0.14 ~ 0.24 μm^*) Striate thick and short, with many perforations	1.20	24-A 24-B 24-C
插田泡 <i>R. coreanus</i>	38.04(36.2 ~ 39.0) \times 18.26(16.8 ~ 19.8) P/E = 2.08	0.26	6.62	条纹—穿孔状 Striate - perforate	条纹较明显, 近极穿孔较多, 极面穿孔较少(0.10 ~ 0.35 μm^*) Striate distinct and perforate more near polar area while sparsely in polar area	0.80	11-A 11-B 11-C 11-D
山莓 <i>R. corchorifolius</i>	25.52(23.4 ~ 27.6) \times 15.37(13.8 ~ 16.7) P/E = 1.67	0.12	4.35	条纹—穿孔状 Striate - perforate	条纹粗密, 条纹之间密集长 形穿孔(0.14 ~ 0.71 μm^*) 和小穴 Striate thick and dense with dense rectangle perforations	1.04	12-A 12-B 12-C
木莓组 Sect. <i>Malachobatus</i> Focke							
高粱泡 <i>R. lambertianus</i>	41.89(29.3 ~ 33.4) \times 21.16(14.5 ~ 16.8) P/E = 1.97	0.60	5.04	条纹—穿孔状 Striate - perforate	纹饰明显, 条纹间较多穿孔 (0.10 ~ 0.20 μm^*), 近沟 处和沟内有许多圆形小突 起 Striate distinct with many perforations and small round bulges in and near colpi	1.40	13-A 13-B 13-C 13-D

续表 1

种类 Taxon	花粉大小 Pollen size (μm)	萌发孔 Aperture (μm)		外壁纹饰 Exine ornamentation			图版 Plate
		沟宽 Width	沟间距 Length	类型 Type	特征 Character	穿孔密度 Perforations density (Number/ μm^2)	
川莓 <i>R. setchuensis</i>	40.77(37.9~42.8) × 19.56(18.6~20.7) P/E = 2.08	0.67	5.10	脑纹—穿孔状 Cerebroid – perforate	粗脑纹状,其间有许多大小 不均的穿孔(0.10~0.60 μm^*) Thickly cerebroid with many irregular perforations	1.36	1-A 1-B 1-C
寒莓 <i>R. buergeri</i>	50.06(47.6~54.2) × 25.65(23.8~26.6) P/E = 1.95	0.60	5.03	网状 Reticulate	外壁圆形穿孔密集(0.10 ~0.70 μm^*),同时具 有许多小突起 Dense round small perforations and small bulgles	3.20	3-A 3-B 3-C
栽培品种 Cultivar							
黑莓种群 Blackberry							
Navaho	36.43(33.0~40.0) × 16.10(14.6~17.6) P/E = 2.26	0.29	5.21	条纹—穿孔状 Striate – perforate	条纹稀粗,条纹间小穿孔 较多(0.10~0.25 μm^*) Striate sparse and thick with many small perforations	1.12	14-A 14-B 14-C
Arapaho	38.90(35.6~41.8) × 16.10(15.1~17.4) P/E = 2.42	0.23	5.67	条纹状 Striate	条纹粗密,条纹间具较多小 突起,穿孔不明显(0.10 μm^*) Striate thick and dense with many small bulgles and indistinct perforations	0.12	5-A 5-B 5-C
Kotata	39.91(38.2~43.4) × 20.63(19.0~22.8) P/E = 1.93	0.22	8.15	条纹—穿孔状 Striate – perforate	条纹密,条纹间具许多不规 则小穿孔(0.10~0.50 μm^*) Striate dense with many irregular small perforations	2.00	15-A 15-B 15-C
Boysen	40.07(37.2~42.4) × 19.82(18.2~21.8) P/E = 2.02	0.17	8.03	条纹—穿孔状 Striate – perforate	条纹极密,条纹间具一些不 规则小穿孔(0.10~0.18 μm^*) Striate dense extremely with some irregular small perforations	0.52	16-A 16-B 16-C
Shawnee	40.30(37.2~41.8) × 18.00(16.4~19.0) P/E = 2.24	0.13	5.41	条纹—穿孔状 Striate – perforate	条纹稀、粗,条纹间穿孔较多 (0.10~0.25 μm^*) Striate sparse and thick with many small perforations	1.00	17-A 17-B 17-C
Ollalie	41.24(37.8~44.8) × 20.53(17.0~24.4) P/E = 2.01	0.15	3.50	条纹状 Striate	条纹粗密,条纹走向与萌发 沟垂直,条纹间小穿孔不明 显(0.10~0.26 μm^*) Striate thick and dense, vertical to sulcus and with indistinct small perforations	0.40	6-A 6-B 6-C
Black Butte	41.63(39.6~46.5) × 19.07(17.0~21.3) P/E = 2.18	0.14	5.11	条纹状 Striate	条纹粗密,条纹间小穿孔不 明显(0.10~0.28 μm^*) Striate thick and dense with indistinct small perforations	0.60	7-A 7-B 7-C
树莓种群 Raspberry							
Bristol	34.71(32.4~37.8) × 17.06(15.1~17.8) P/E = 2.03	0.17	6.05	条纹状 Striate	条纹粗而密,条纹间小穿孔 不明显(0.10 μm^*) Striate thick and dense with indistinct small perforations	0.28	8-A 8-B 8-C
Killarney	31.81(29.6~33.4) × 15.28(14.6~16.4) P/E = 2.08	0.17	6.63	条纹—网状 Striate – reticulate	条纹稀,条纹间圆形穿孔密 布,连成网状并有一些小突 起(0.10~0.30 μm^*) Dense round perforations and some small bulgles between sparse striates	2.20	25-A 25-B 25-C

续表 1

种类 Taxon	花粉大小 Pollen size (μm)	萌发孔 Aperture (μm)		外壁纹饰 Exine ornamentation			穿孔密度 Perforations density (Number/ μm^2)	图版 Plate
		沟宽 Width	沟间距 Length	类型 Type	特征 Character			
Algonquin	32.18 (30.3 ~ 34.7) × 15.53 (14.1 ~ 17.1) P/E = 2.07	0.54	5.41	条纹—穿孔状	条纹较明显, 条纹间穿孔多	1.52	18-A 18-B 18-C	
				Striate - perforate	(0.10 ~ 0.25 μm^*) Striate medium distinct with many perforations between striates			
Chilcotin	33.20 (30.6 ~ 35.7) × 17.03 (16.0 ~ 18.8) P/E = 1.95	0.40	5.77	条纹状	条纹粗密, 长短不均, 多呈杆状和颗粒状 (0.14 ~ 0.40 μm^*) Striate thick and dense	1.00	9-A 9-B 9-C	
				Striate				
Reveille	34.14 (32.0 ~ 36.8) × 16.92 (15.2 ~ 18.8) P/E = 2.02	0.05	5.52	条纹—穿孔状	条纹粗, 条纹间穿孔较多	1.12	19-A 19-B 19-C	
				Striate - perforate	(0.10 ~ 0.45 μm^*) Striate thick with many perforations			
Chilliwack	34.42 (32.5 ~ 36.3) × 16.03 (14.5 ~ 17.3) P/E = 2.15	0.59	5.43	条纹—穿孔状	条纹稀而粗, 穿孔较多	1.40	20-A 20-B 20-C	
				Striate - perforate	(0.10 ~ 0.40 μm^*) Striate sparse and thick with many perforations			
Tulameen	34.89 (30.5 ~ 36.9) × 16.08 (15.1 ~ 17.5) P/E = 2.17	0.45	5.21	穿孔状	条纹不明显, 外壁具许多大小不一分布不均的穿孔 (0.10 ~ 0.50 μm^*) Striate indistinct with many irregular perforations in size and position	1.96	2-A 2-B 2-C	
				Perforate				
Dinkum	29.87 (26.4 ~ 32.6) × 15.31 (14.2 ~ 16.4) P/E = 1.95	0.19	4.08	条纹—穿孔状	条纹稀而粗, 小穿孔较多	1.20	21-A 21-B 21-C	
				Striate - perforate	(0.10 ~ 0.24 μm^*) Striate sparse and thick with many small perforations			
Ploana	32.44 (29.8 ~ 35.1) × 16.92 (15.5 ~ 18.0) P/E = 1.92	0.53	6.41	条纹—穿孔状	条纹不明显, 穿孔极多而大小不均 (0.10 ~ 0.60 μm^*) Striate indistinct, perforations dense and different in size	2.40	22-A 22-B 22-C	
				Striate - perforate				
Nova	34.73 (31.4 ~ 37.6) × 16.02 (14.7 ~ 17.4) P/E = 2.17	0.23	6.82	条纹—穿孔状	条纹稀而粗, 小穿孔多 (0.10 ~ 0.26 μm^*), 沟附近近有突起 Striate sparse and thick with many small perforations and many small bulges near aperture	2.08	23-A 23-B 23-C	
				Striate - perforate				

注: * 表示穿孔直径 (μm)。

Note: * Indicates the diameter of perforation.

2.3 花粉的萌发沟和极面特征

所有花粉均有 3 条萌发沟, 长达两极。除红泡刺藤萌发沟中部开裂 1.90 μm 外 (图版, 26), 其余花粉萌发沟均闭合 ($\leq 0.6 \mu\text{m}$) (图版, 27)。而多数花粉的萌发沟宽 0.10 ~ 0.30 μm (表 1)。花粉平均沟间距 3.50 ~ 8.50 μm , 其中野生树莓种 4.03 ~ 8.50 μm , 黑莓种群 3.50 ~ 8.03 μm , 树莓种群为 4.08 ~ 6.82 μm 。

2.4 花粉的外壁纹饰

在所研究的树莓材料中, 其花粉外壁纹饰多样性丰富, 主要有以下三大类: 脑纹—穿孔型、穿孔网型以及条纹型。

(1) 脑纹—穿孔型 外壁纹饰以脑纹为主, 其间具有许多大小不均的穿孔。木莓组的川莓属于此类型 (图版, 1), 其穿孔密度为 1.36 个/ μm^2 (表 1)。

(2) 穿孔网型 外壁纹饰主要表现为穿孔。据穿孔多少分为以下 3 个亚型: 穿孔状、网状和穿孔—网状。穿孔状表现为条纹不明显, 外壁具有许多大小不一、分布不均的穿孔, 树莓种群的品种

‘Tulameen’属于该亚型（图版，2）；网状的外壁穿孔极为密集，连成网状，木莓组的寒莓属于该亚型（图版，3）；而穿孔—网状的外壁纹饰介于穿孔状和网状之间，空心莓组的栽秧泡属于该亚型（图版，4）。

（3）条纹型 除本研究的4份材料花粉外壁纹饰属于以上两大类型的4个亚型外，其余的21份材料花粉外壁纹饰则属于该类型。据条纹间穿孔的有无及多少细分为条纹状、条纹—穿孔状和条纹网状3个亚型。条纹状花粉的外壁纹饰表现为或粗或细的条纹，穿孔不明显。栽培品种中，黑莓种群的‘Arapaho’、‘Ollalie’和‘Black Butte’以及树莓种群的黑树莓‘Bristol’和红树莓‘Chilcotin’等5个品种为该亚型（图版，5~9）。其中，‘Chilcotin’的条纹与前4品种明显不同，表现为条纹不流畅，多呈杆状和颗粒状（图版，9）。条纹—穿孔状花粉外壁纹饰以条纹为主，条纹间有或多或少、或大或小的穿孔。空心莓组的红泡刺藤、插田泡和山莓3个种，木莓组的高粱泡，黑莓种群的‘Navaho’、‘Kotata’、‘Boysen’和‘Shawnee’4个品种以及树莓种群的红树莓‘Algonquin’、‘Reveille’和‘Chilliwaack’3个品种和全部的双季红树莓‘Dinkum’、‘Ploana’和‘Nova’共14份材料全部属于条纹—穿孔状（图版，10~23），穿孔密度为0.52~2.40个/ μm^2 （表1）。条纹网状划分外壁纹饰以条纹为主，但条纹间的穿孔多且密，构成网状。空心莓组的茅莓以及红树莓‘Killarney’属于该亚型（图版，24~25），穿孔密度分别是1.20和2.20个/ μm^2 （表1）。

以上结果分析表明，25份材料花粉的外壁纹饰有脑纹—穿孔型、穿孔网型和条纹型三大类型，其下有脑纹—穿孔状、穿孔状、网状、穿孔—网状、条纹状、条纹—穿孔状和条纹网状共7个亚型，空心莓组的5个种的外壁纹饰以条纹—穿孔状为主，黑莓种群的品种主为条纹状和条纹—穿孔状，而树莓种群的品种主要为条纹—穿孔状。

2.5 聚类分析与类群划分

对25份树莓材料的花粉形态聚类分析结果见图1。

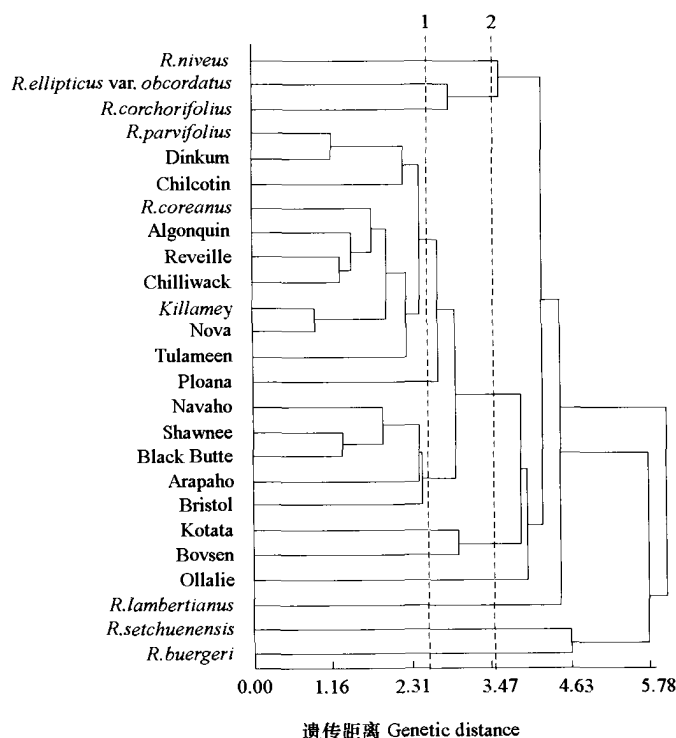


图1 25份树莓花粉形态聚类图

Fig. 1 The dendrogram of cluster analysis for pollen morphology of 25 materials of bramble (*Rubus* L.)

图 1 表明在等级结合线 1 (遗传距离约 2.75) 处树莓种群中 9 个红树莓品种与空心莓组的插田泡和茅莓聚在一起, 说明这些栽培品种与插田泡和茅莓这两野生优良种质有较近的亲缘关系。而黑莓种群的 7 个品种在等级结合线 2 (遗传距离约 3.60) 处除 7 个黑莓品种能聚在一起外, 与木莓组的 3 个野生种质仍有较远的距离, 说明它们与这 3 个野生种质的亲缘关系较远。但在聚类中也存在个别与植物学形态分类和栽培品种分类不相一致的情况, 如在植物学形态分类上属于木莓组的高粱泡与空心莓组的遗传距离比同属于木莓组的川莓和寒莓的遗传距离稍近, 属于树莓种群的黑树莓品种 'Bristol' 聚在黑莓种群中。

3 讨论

植物花粉形态特征具有种的特异性。陈少风等 (1996) 通过电镜观察发现树莓植物的花粉形态与树莓植物的形态特征具有一定的相关性。李维林等 (2001) 指出, 在树莓属中的一些种, 其外部形态很接近, 往往给分类带来困难, 而根据花粉大小和外壁纹饰特征容易区别。本研究表明, 空心莓组和树莓种群的花粉较小, 而木莓组和黑莓种群的花粉较大。树莓种群品种主要由空心莓组的一些种类育成, 而黑莓种群品种主要由悬钩子组的一些种类育成 (陆玲娣, 1983; 曲泽洲和孙云蔚, 1990; Thompson, 1997)。在外壁纹饰特征上, 每一种类品种区别明显。因此, 花粉的大小和外壁纹饰特征不仅反映了树莓组间的差别, 同时也反映了树莓品种群和品种的区别。

通过对中国树莓属有果用育种潜力的野生优良种质与国外引进的栽培品种共 25 份材料的花粉形态的比较研究表明, 花粉外壁纹饰的变异丰富, 其中, 8 种中国树莓属有果用育种潜力的野生优良种质的花粉外壁纹饰变异跨度大, 包括 3 大纹饰类型的 5 亚型, 而 17 个栽培品种的花粉外壁纹饰变异跨度较小, 黑莓种群只包括条纹型中的条纹状和条纹穿孔状 2 个亚型, 而条纹状亚型在 8 个野生树莓种中没有。树莓种群花粉的外壁纹饰分属于 2 大纹饰类型的 4 亚型, 其纹饰变异比黑莓种群的丰富, 说明树莓种群品种育成的种质来源丰富。同时聚类分析结果表明, 引进的树莓种群品种与中国的野生优良种质插田泡和茅莓的亲缘关系较近, 从而为中国野生树莓资源的开发利用提供了孢粉学依据。

References

- Chen Shao-feng, Ye Ju-xin, Zhu Xiang-ling, Yu Yang-fan. 1996. Pollen morphology of some *Rubus* species. *Bulletin of Botanical Research*, 16 (4): 463-466. (in Chinese)
- 陈少风, 叶居新, 朱祥玲, 余扬帆. 1996. 若干悬钩子属植物的花粉形态研究. *植物研究*, 16 (4): 463-466.
- Erdtman G. 1978. *Handbook of palynology*. Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences trans. Beijing: Science Press: 1-45. (in Chinese)
- 埃尔特曼 G. 1978. 孢粉学手册. 中国科学院植物研究所译. 北京: 科学出版社: 1-45.
- He Shan-an, Gu Yin, Sun Zui-jun, Cai Jian-hua. 1998. Theoretic guide to blackberry introduction. *Journal of Plant Resources and Environment*, 7 (1): 1-9. (in Chinese)
- 贺善安, 顾 姻, 孙醉君, 蔡剑华. 1998. 黑莓引种的理论导向. *植物资源与环境*, 7 (1): 1-9.
- Li Ling, Tang Hao-ru, Duan Juan, Wang Xiao-rong. 2006. Classification and identification of Chinese bramble (*Rubus* L.). *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 34 (8): 1513-1516, 1570. (in Chinese)
- 李 玲, 汤浩茹, 段 娟, 王小蓉. 2006. 中国悬钩子属植物的分类鉴定与开发利用. *安徽农业科学*, 34 (8): 1513-1516, 1570.
- Li Wei-lin, He Shan-an, Gu Yin, Shu Po, Pu Zu-mao. 2001. Pollen morphology of the genus *Rubus* from China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 39 (3): 234-247. (in Chinese)
- 李维林, 贺善安, 顾 姻, 舒 璞, 濮祖茂. 2001. 中国悬钩子属花粉形态观察. *植物分类学报*, 39 (3): 234-247.
- Li Wei-lin, Wu Wen-long, Zhang Zhi-dong. 2002. The utilization value and potential of Chinese bramble (*Rubus* L.). *Acta Horticulturae*,

585; 133 - 138.

Lu Ling-di. 1983. A study on the genus *Rubus* of China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 21 (1): 13 - 25. (in Chinese)

陆玲娣. 1983. 我国悬钩子属植物的研究. *植物分类学报*, 21 (1): 13 - 25.

Qu Ze-zhou, Sun Yun-wei. 1990. Classification of fruit trees. Beijing: Agricultural Press; 153 - 160. (in Chinese)

曲泽洲, 孙云蔚. 1990. 果树种类论. 北京: 农业出版社: 153 - 160.

Thompson M M. 1997. Survey of chromosome numbers in *Rubus* (Rosaceae; Rosoideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 84 (1): 128 - 164.

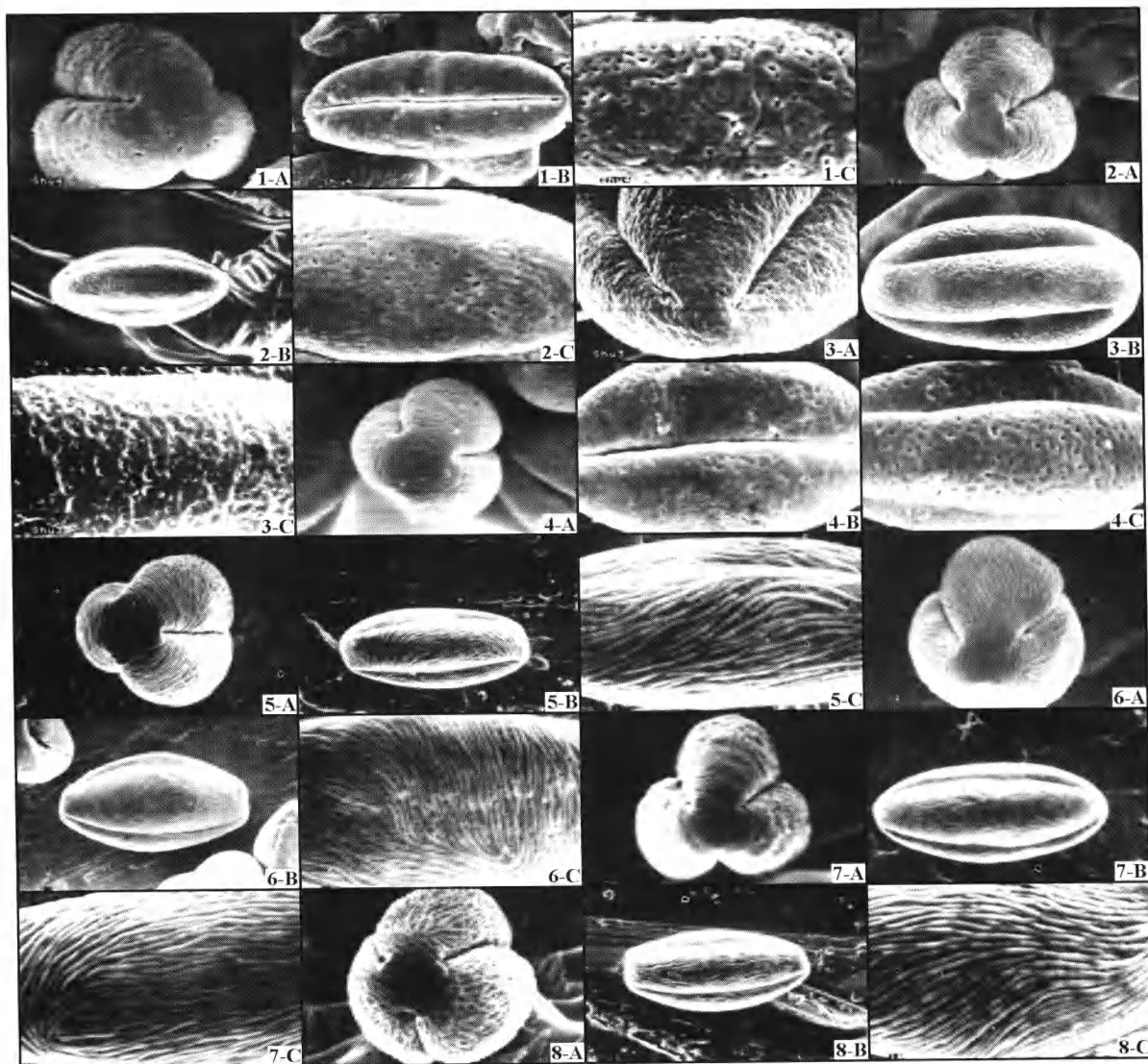
Tomlik-Wyremblewska A, Ham R W J M, van der Kosinski P. 2004. Pollen morphology of genus *Rubus* L. (III): Studies on the malesian species of subgenus *Chamaebatus* L. and *Idaobatis* L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 73 (3): 207 - 227.

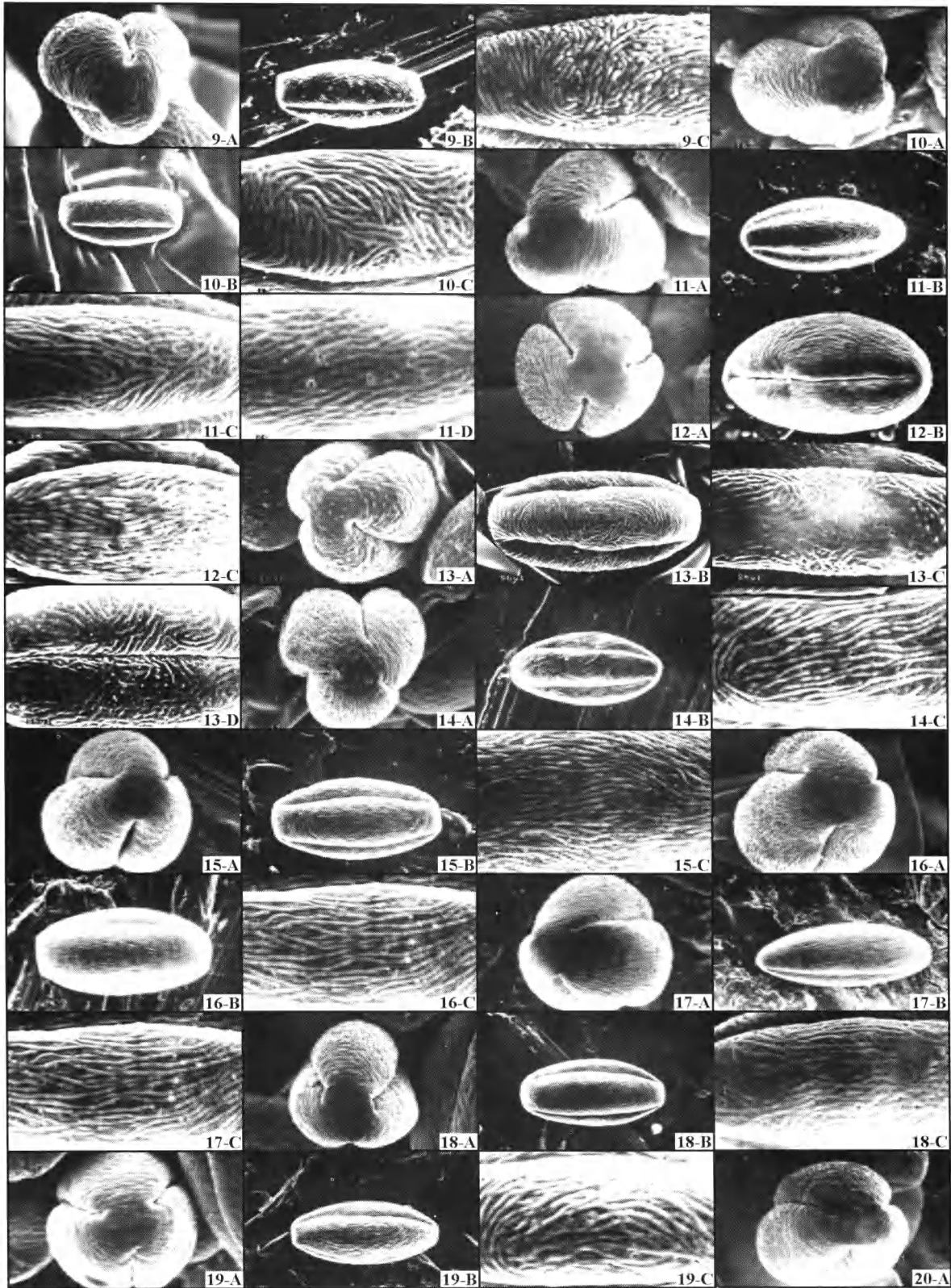
Wang Fu-xiong, Qian Nan-fen, Zhang Yu-long. 1995. Pollen flora of China. 2nd ed. Beijing: Science Press. (in Chinese)

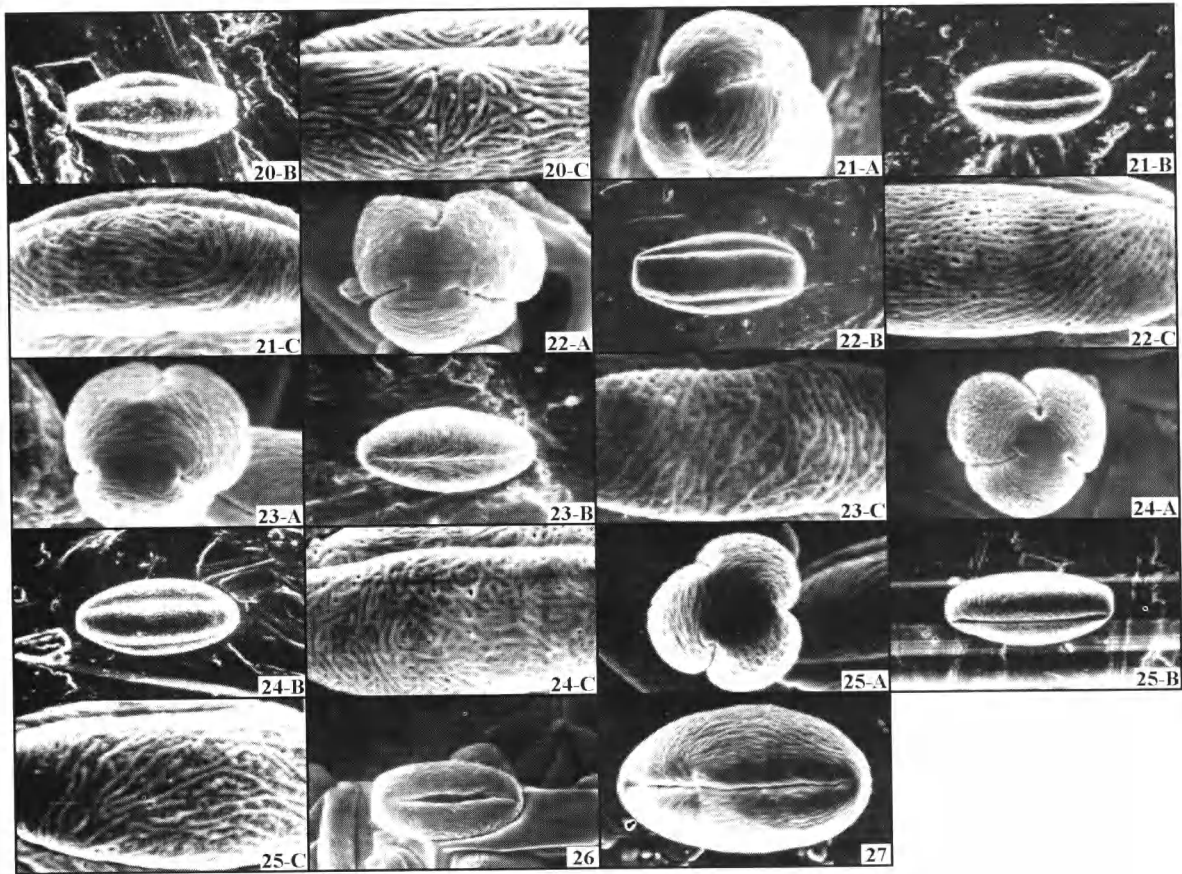
王伏雄, 钱南芬, 张玉龙. 1995. 中国植物花粉形态. 第2版. 北京: 科学出版社.

Zhou Li-hua, Wei Zhong-xin, Wu Zheng-yi. 1999. Pollen morphology of Rosoideae (Rosaceae) of China. *Acta Botanica Yunnanica*, 21 (4): 455 - 460. (in Chinese)

周丽华, 韦仲新, 吴征镒. 1999. 国产蔷薇科蔷薇亚科的花粉形态. *云南植物研究*, 21 (4): 455 - 460.







图版说明：部分树莓属种及品种花粉形态

A. 花粉极面观 ($\times 4\,500$); B. 花粉赤道面观 ($\times 2\,200$; 川莓, $\times 2\,700$; 寒莓, $\times 2\,400$; 栽秧泡, $\times 5\,500$; 山莓, $\times 4\,000$; 高粱泡, $\times 3\,400$); C 和 D. 花粉的外壁纹饰 ($\times 6\,000$)。1. 川莓; 2. Tulameen; 3. 寒莓; 4. 栽秧泡; 5. Arapaho; 6. Ollalie; 7. Black Butte; 8. Bristol; 9. Chilcotin; 10. 红泡刺藤; 11. 插田泡; 12. 山莓; 13. 高粱泡; 14. Navaho; 15. Kotata; 16. Boysen; 17. Shawnee; 18. Algonquin; 19. Reveille; 20. Chilliwack; 21. Dinkum; 22. Ploana; 23. Nova; 24. 茅莓; 25. Killarney; 26. 红泡刺藤的萌发沟 (沟宽) ($\times 2\,200$); 27. 一般花粉的萌发沟 (沟窄) ($\times 4\,000$)。

Explanation of plates: Pollen morphology of some species and cultivars of bramble (*Rubus* L.)

A. Pollen in polar view ($\times 4\,500$); B. Pollen in equatorial view ($\times 2\,200$; *R. setchuenensis*, $\times 2\,700$; *R. buergeri*, $\times 2\,400$; *R. ellipticus* var. *obcordatus* $\times 5\,500$; *R. corchorifolius* $\times 4\,000$ and *R. lambertianus* $\times 3\,400$); C and D. Pollen exine ornamentation. 1. *R. setchuenensis*; 2. Tulameen; 3. *R. buergeri*; 4. *R. ellipticus* var. *obcordatus*; 5. Arapaho; 6. Ollalie; 7. Black Butte; 8. Bristol; 9. Chilcotin; 10. *R. niveus*; 11. *R. coreanus*; 12. *R. corchorifolius*; 13. *R. lambertianus*; 14. Navaho; 15. Kotata; 16. Boysen; 17. Shawnee; 18. Algonquin; 19. Reveille; 20. Chilliwack; 21. Dinkum; 22. Ploana; 23. Nova; 24. *R. parvifolius*; 25. Killarney; 26. Sulcus of *R. niveus* pollen (colpi wide) ($\times 2\,200$); 27. Sulcus of general pollen (colpi narrow) ($\times 4\,000$).