

羊蹄甲属中国特有种的花粉形态学

邹璞 张奠湘 廖景平*

(中国科学院华南植物研究所, 广东广州 510650)

摘要:对羊蹄甲属植物 11 种中国特有种的花粉形态进行了研究。结果表明,花粉萌发孔类型均为三孔沟,少数还有合沟;花粉均具半覆盖层,表面纹饰有皱波状、皱波状-穿孔、疣状、孔穴-穿孔、穿孔-网状。依据 Larsen (1975)的划分,这 11 种植物的花粉隶属于 *Integrifolia* 型、*Glauca* 型和 *Curtisii* 型,我们根据花粉纹饰的差异在 *Integrifolia* 型下进一步划分了 *Aurea* 亚型和 *Paucinervata* 亚型。

关键词:羊蹄甲属; 中国特有种; 花粉形态

中图分类号: Q944.42

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2003)03-0249-06

Pollen Morphology of *Bauhinia* Species Endemic to China (Caesalpinioideae)

ZOU Pu ZHANG Dian-xiang LIAO Jing-ping*

(South China Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: Pollen morphology of 11 *Bauhinia* species endemic to China has been studied by light and scanning electron microscopy. A considerable variation in pollen morphology was observed among the investigated species, particularly in exine ornamentation and characters of the apertures. Pollen grains are tricolporate, but some of them are both tricolporate and syncolporate as in *B. damiaoshanensis* and *B. quinanensis*. All pollen grains are semitectate. Ornamentation are rugulose, rugulose-perforate, verrucose, foveolate-perforate, perforate-reticulate and reticulate. Based on exine ornamentation, two subtypes, *Aurea* subtype and *Paucinervata* subtype, are established under *Integrifolia* type of Larsen's classification.

Key words: *Bauhinia*; Endemic to China; Pollen morphology

羊蹄甲属 (*Bauhinia* L.) 隶属于豆科云实亚科 (Caesalpinioideae), 是紫荆族 (Cercideae) 中最大的一个属, 全世界约有 300 种, 广泛分布于热带地区^[1]。为乔木、灌木(有时为半攀缘灌木)或有简单卷须的藤本植物, 无刺或托叶内具刺。我国有约 40 种, 11 变种, 主产南部和西南部^[2]。

羊蹄甲属各个种之间的花粉在形态、大小与外壁纹饰上有显著差异。许多学者研究过本属的花粉形态, 如 Schmitz^[3]对羊蹄甲属花粉形态作了大量报道, Larsen^[4]对泰国的羊蹄甲属花粉形态进行了详细的研究, Ferguson 和 Pearce^[5]描述了新热带羊蹄

甲属植物花粉。然而, 对中国分布的羊蹄甲属植物的花粉, 尤其是中国特有种的花粉形态研究一直都比较少, 《中国植物花粉形态》^[6]中报道了 3 种羊蹄甲属植物的花粉, 《花粉形态与植物分类》^[7]报道了 2 种, 《中国热带亚热带被子植物花粉形态》^[8]仅报道了 1 种, 但这些羊蹄甲属植物都不是中国的特有种。本文报道羊蹄甲属中国特有的 11 种植物的花粉形态, 其中 10 种为藤本, 1 种为直立灌木, 以补充羊蹄甲属植物中国特有种的花粉形态学资料, 为进一步完善羊蹄甲属花粉形态研究及其相关类群系统发育研究提供资料。

收稿日期: 2002-10-18 接受日期: 2003-02-03

基金项目: 中国科学院华南植物研究所所长基金前沿项目; 中国科学院创新青年科学家小组项目; 归国留学人员择优资助项目。

* 通讯作者 Corresponding author

1 材料和方法

材料 材料均采自中国科学院华南植物研究所标本馆 (IBSC) 的腊叶标本。凭证标本现存

IBSC, 详细情况见表 1。样品序号按照 Wunderlin, K. Larsen 和 S. Larsen 制定的分类系统中的顺序排列。

方法 花粉制备采用 Erdtman^[9] 醋酸酐分解

表 1 研究材料
Table 1 Materials investigated

序号 No.	植物 Species	采集地 Locality of collection	采集人 Collectors
1	火索藤 <i>Bauhinia aurea</i> Lévl.	Pairs, cultivated	Supee Larsen and Kai Larsen 40106
2	海南羊蹄甲 <i>B. hainanensis</i> Merr. et Chun ex L. Chen	Sanya, Hainan, China	Z. X. Li, etc. 4542
3	绸缎藤 <i>B. hypochrysa</i> T. Chen	Longzhou, Guangxi, China	Longjin Exped. 134
4	少脉羊蹄甲 <i>B. paucinervata</i> T. Chen	Longzhou, Guangxi, China	S. P. Ko, 55314
5	大苗山羊蹄甲 <i>B. damiaoshanensis</i> T. Chen	Damiaoshan, Guangxi, China	T. Chen 537
6	黔南羊蹄甲 <i>B. quinanensis</i> T. Chen	Anlong, Guizhou, China	Z. S. Zhang & Y. T. Zhang 3053
7	阔裂叶羊蹄甲 <i>B. apertilobata</i> Merr. et Metc.	Heyuan, Guangdong, China	Tsang, W.T 28878
8	石山羊蹄甲 <i>B. comosa</i> Craib	Yunnan, China	E. E. Maire S.N.
9	薄荚羊蹄甲 <i>B. delawayi</i> Franch.	Yunnan, China	T. N. Liou 21735
10	凌云羊蹄甲 <i>B. lingyuenensis</i> T. Chen	Lingyun, Guangxi, China	S. K. Lau 28618
11	丽江羊蹄甲 <i>B. bohniana</i> L. Chen	Lijiang, Yunnan, China	? 792

法。花粉经酸解处理后,用 50%甘油装片并在 Leitz Ortholux-II 型光学显微镜下观察和测量花粉粒的形状、大小和外壁的厚度。用于扫描电镜观察的样品经醋酸酐分解后,不加甘油水溶液,通过乙醇梯度脱水,直接将花粉固定在铜样品台上的双面胶纸上,待其自然干燥后在 JFC-1100 真空镀膜仪下喷金镀膜,然后在 JSM-T300 型扫描电镜 (SEM) 下观察与照相。

本研究采用 Wunderlin, K. Larsen 和 S. Larsen 制定的分类系统。名词术语采用 Erdtman 《孢粉学手册》(第二版)^[10]。

2 观察结果

2.1 花粉形态

11 种羊蹄甲属中国特有种的花粉均为等极 (isopolar)、辐射对称 (radially symmetrical) 花粉,通常球形 (spheroidal) 至长球形 (prolate)。花粉大小不一,最大的花粉粒为 $68.6 \mu\text{m} \times 54.19 \mu\text{m}$ (火索藤 *B. aurea*),最小的为 $38.01 \mu\text{m} \times 27.94 \mu\text{m}$ (石山羊蹄甲 *B. comosa*)。萌发孔均为三孔沟 (tricolporate),大苗山羊蹄甲 (*B. damiaoshanensis*) 与黔南羊蹄甲 (*B. quinanensis*) 还具有合沟 (syncolpate) 花粉。极面观圆形 (circular)、三裂圆形 (trilobate circular) 或近三角形 (roundly triangular)。花粉通常具半覆盖层 (semitectate)。外壁纹饰多种多样,有具孔穴 - 穿孔 (foveolate-perforate)、

皱波状 - 穿孔 (rugulose-perforate)、疣状的 (verrucose) 或者穿孔 - 网状 (perforate - reticulate) (表 2)。

2.2 花粉类型

根据外壁纹饰、萌发孔特征和花粉粒大小,可将所研究的羊蹄甲属 11 种中国特有种的花粉划分为 3 种类型 (表 3)。

2.2.1 Integrifolia 型

花粉表面具孔穴 - 穿孔至穿孔 - 网状纹饰。花粉粒萌发孔类型属三孔沟,球形至近长球形,大小为 $42.12 - 68.6 \mu\text{m} \times 37.415 - 61.45 \mu\text{m}$,半覆盖层 (semitectate),极面观圆形或三裂圆形。外壁厚 $1.82 - 2.68 \mu\text{m}$,萌发孔(沟)边缘外壁略增厚。花粉表面具孔穴 - 穿孔或穿孔 - 网状纹饰。孔穴或网眼呈圆形、三角形或略伸长。沟膜具分散的疣状或颗粒状突起。火索藤 (*B. aurea*),海南羊蹄甲 (*B. hainanensis*),少脉羊蹄甲 (*B. paucinervata*),绸缎藤 (*B. hypochrysa*) 和凌云羊蹄甲 (*B. lingyuenensis*) 的花粉为 Integrifolia 型。火索藤的表面纹饰为稀疏的孔穴 - 穿孔 (图版 I: 1, 2),海南羊蹄甲为较密集的孔穴 - 穿孔 (图版 I: 3, 4),绸缎藤为明显的孔穴 - 穿孔 (图版 I: 5, 6),少脉羊蹄甲、凌云羊蹄甲为穿孔 - 网纹 (图版 I: 7-10)。

根据纹饰的差异,我们在 Integrifolia 型下进一步划分出两种表面纹饰明显不同的亚型: Aurea 亚型和 Paucinervata 亚型。

Aurea 亚型: 花粉表面具孔穴 - 穿孔纹饰。火索

表2 花粉形态学资料

Table 2 Pollen morphology for eleven *Bauhinia* species

序号 No.*	花粉形状 Pollen shape	萌发孔类型 Aperture types	花粉粒大小(变化幅度)极轴± 偏差×(变化幅度)赤道轴±偏差 Pollens grains size(μm) P(Range)±SD× E(Range)±SD(μm)	极面观轮廓 Amb	沟膜雕纹 Colpus membrane sculpture	外壁厚 度±偏差 Exine thickness± SD(μm)	纹饰 Ornamentation	图版 Plate
1	近长球形 Subprolate	三孔沟 Tricolporate	(60-77.5)68.6±4.31× (47.5-60)54.19±3.45	三裂圆形 Trilobate- circular	粗颗粒状 Coarse granulate	(1.65-3.75) 2.68±0.68	稀疏的孔穴 - 穿孔 Sparsely foveolate-perforate	I:1, 2
2	球形 Spheroidal	三孔沟 Tricolporate	(64-71.65)67.51±2.39× (59-67.5)61.45±2.35	三裂圆形 Trilobate- circular	细颗粒状 Finely granulate	(1.65-2.5) 2.03±0.43	孔穴 - 穿孔 Foveolate-perforate	I:3, 4
3	球形 Spheroidal	三孔沟 Tricolporate	(47.5-55)50.66±2.33× (43.3-55)46.56±2.83	圆形 Circular	细颗粒状 Finely granulate	(1.25-3.3) 2.13±0.59	孔穴 - 穿孔 Foveolate-perforate	I:5, 6
4	球形 Spheroidal	三孔沟 Tricolporate	(35-46.65)42.12±2.7× (30-41.25)37.415±3.02	圆形 Circular	颗粒状 Granulate	(1.45-2.5) 1.98±0.27	穿孔 - 网状 Perforate-reticulate	I:7, 8
5	球形 Spheroidal	三孔沟或合沟 Tricolporate or syncolpate	(35-40)38±2.24× (32.5-35)34.58±0.88	近三角形 Roundly triangular	疣状 Verrucose	(1.25-3.3) 2.21±0.57	疣状 Verrucose	II:1, 2
6	球形 Spheroidal	三孔沟或合沟 Tricolporate or syncolpate	(48.3-55)50.915±1.84× (45-51.25)48.39±1.95	近三角形 Roundly triangular	疣状 Verrucose	(1.65-3.75) 2.82±0.54	疣状 Verrucose	I:11, 12
7	近长球形 Subprolate	三孔沟 Tricolporate	(35-45)38.01±2.54× (25-32.5)27.94±2.18	圆形 Circular	颗粒状 Granulate	(1.45-2.5) 1.99±0.41	皱波状有细小穿孔 Rugulose with finely perforate	II:7, 8
8	球形 Spheroidal	三孔沟 Tricolporate	(35-50)42.98±4.06× (35-45)38.56±2.73	圆形 Circular	颗粒状 Granulate	(1.25-4.15) 2.71±0.79	穿孔和皱波状 Perforate and rugulose	II:3, 4
9	近长球形 Subprolate	三孔沟 Tricolporate	(35-47.5)37.66±3.48× (25-33.75)29.85±2.48	三裂圆形 Trilobate- circular	颗粒状 Granulate	(1.25-3.3) 2.14±0.66	皱波状有细小穿孔 Rugulose with finely perforate	II:5, 6
10	长球形 Prolate	三孔沟 Tricolporate	(35-46.25)40.685±3.025× (27.5-33.3)29.77±1.44	圆形 Circular	颗粒状 Granulate	(1.25-2.5) 1.96±0.33	穿孔 - 网状 Perforate-reticulate	I:9, 10
11	近长球形 Subprolate	三孔沟 Tricolporate	(50-60)54.46±3.16× (35-47.5)41.72±3.48	三裂圆形 Trilobate- circular	颗粒状 Granulate	(1.25-3.3) 1.97±0.76	皱波状 - 穿孔 Rugulose-perforate	II:9, 10

*Number for species see Table 1.

藤、海南羊蹄甲和绸缎藤属于这个亚型。

Paucinervata 亚型: 花粉表面具穿孔 - 网状纹饰。少脉羊蹄甲和凌云羊蹄甲属于这个亚型。

2.2.2 *Glauca* 型

花粉表面具疣状突起, 合沟(syncolpate)。花粉粒萌发孔类型属三孔沟, 大多数具合沟, 球形, 大小为 38-50.915 μm×34.58-48.39 μm, 半覆盖层, 极面观近三角形。外壁厚 2.21-2.82 μm。花粉表面具疣状或矮疣状(nanoverrucose)突起。沟膜具疣状突起, 但较外壁的突起更粗大。大苗山羊蹄甲 (*B. damiaoshanensis*) (图版 II: 1, 2), 黔南羊蹄甲 (*B. quinanensis*) (图版 I: 11, 12) 的花粉为 *Glauca* 型。在光学显微镜下统计, 此类型 85% 以上的花粉粒为合沟。

表3 花粉类型与植物分类

Table 3 Pollen types

序号 No.*	花粉类型 Pollen type	组 Section	系(或亚组) Series (or Subsection)
1	<i>Integrifolia</i>	<i>Phanera</i>	<i>Ser. Fulvae</i>
2	<i>Integrifolia</i>		
3	<i>Integrifolia</i>		
4	<i>Integrifolia</i>		
5	<i>Glauca</i>		<i>Ser. Corymbosae</i>
6	<i>Glauca</i>		
7	<i>Curtisii</i>	<i>Lasiobema</i>	Subsect. <i>Championae</i>
8	<i>Curtisii</i>		
9	<i>Curtisii</i>		
10	<i>Integrifolia</i>		
11	<i>Curtisii</i>	<i>Pseudobauhinia</i>	

*Number for species see Table 1.

2.2.3 Curtisii 型

花粉表面具皱波状纹饰。花粉粒萌发孔类型属三孔沟,球形、近长球形至长球形,大小为 $37.66-54.46 \mu\text{m} \times 27.94-41.72 \mu\text{m}$,半覆盖层,极面观圆形或三裂圆形。外壁厚 $1.96-2.71 \mu\text{m}$ 。花粉表面具皱波状纹饰,通常有细小穿孔。沟膜具颗粒或粗大颗粒。萌发孔内孔圆形或纵长(lolongate)。石山羊蹄甲(*B. comosa*)(图版 II: 3, 4)、阔裂叶羊蹄甲(*B. apertilobate*)(图版 II: 7, 8)、薄荚羊蹄甲(*B. delawayi*)(图版 II: 5, 6)和丽江羊蹄甲(*B. bohniana*)(图版 II: 9, 10)的花粉为 Curtisii 型。石山羊蹄甲、薄荚羊蹄甲、丽江羊蹄甲的沟较狭长且略下陷。石山羊蹄甲沟间区基本上仅具穿孔,沟间区的边缘却具皱波状纹饰。

3 讨论

羊蹄甲属的花粉过去曾有不少学者做过研究,其中最为重要的是 S. Larsen(1975)用光学显微镜和扫描电镜对 35 种泰国分布的羊蹄甲属植物花粉进行观察、测量与分析,并根据花粉的外壁结构与纹饰、萌发孔特征和花粉的大小等特征将羊蹄甲属 35 种植物的花粉划分为 15 种花粉类型。

本文研究了羊蹄甲属 11 种中国特有种的花粉形态。参照 Wunderlin, Larsen 和 Larsen 的分类系统与陈德昭对这些种类形态特征的描述,沿用 Larsen 的花粉类型,我们将 11 种中国特有种的花粉分别归入 Integrifolia 型(火索藤,海南羊蹄甲,少脉羊蹄甲,凌云羊蹄甲,绸缎藤)、Glauca 型(大苗山羊蹄甲,黔南羊蹄甲)和 Curtisii 型(石山羊蹄甲,阔裂叶羊蹄甲,薄荚羊蹄甲,丽江羊蹄甲)。

Larsen 提出 Integrifolia 型的主要特征是花粉表面具孔穴至孔穴-网状纹饰。羊蹄甲属显托亚属(*Phanera*) *Phanera* 组 *Fulvae* 亚组 *Fulvae* 系的植物具有这种类型的花粉。但本研究发现,同属于 *Fulvae* 系的一些植物,如火索藤,海南羊蹄甲,少脉羊蹄甲和绸缎藤,却具有孔穴-穿孔[火索藤、海南羊蹄甲、绸缎藤(图版 I: 1-6)]和穿孔-网纹[少脉羊蹄甲(图版 I: 7, 8)]。而且我们发现 Larsen(1975)归于该类型的一些种类的花粉纹饰其实也为孔穴-穿孔纹饰(该文章的图 IV: 1-4: *B. integrifolia* subsp. *integrifolia* 和 *B. ornate*)。因此 Larsen 提出的 Integrifolia 型的花粉至少还应该包括孔穴-穿孔和穿孔-网状纹饰。另一方面,根据 Erdtman 的《孢粉手册》(第二版),孔穴、穿孔与网纹是不同的花粉类型,因此本

文在 Larsen 提出的 Integrifolia 型花粉下进一步划分出两个亚型,花粉表面具穿孔纹饰的 Aurea 亚型与花粉表面具穿孔-网状纹饰的 Paucinervata 亚型。火索藤(*B. aurea*)、绸缎藤(*B. hypochrysa*)与海南羊蹄甲(*B. hainanensis*)和 Larsen(1975)研究的 *B. integrifolia* subsp. *integrifolia* 和 *B. ornata* 为 Aurea 亚型,而少脉羊蹄甲(*B. paucinervata*)、凌云羊蹄甲(*B. lingyuenensis*)和 Larsen(1975)研究的 *B. glabrifolia* subsp. *sericea* 为 Paucinervata 亚型。再者, Walker^[11]通过对以木兰科为代表的原始的被子植物花粉研究中发现花粉外壁纹饰的演化是由全覆盖层-无穿孔类型到全覆盖层-穿孔类型再到半覆盖层(典型的纹饰是网纹),而且 Erdtman 也曾提到穿孔的宽度继续长大,直到相邻的孔如此靠近地挤在一起,逐渐变成多角形,才能形成一个蜂窝状的网。因此我们可以认为绸缎藤与少脉羊蹄甲、凌云羊蹄甲(图版 I: 9, 10)分别具有的孔穴-穿孔与穿孔-网纹其实反映了 Integrifolia 型的花粉由穴状向穿孔再向网纹的渐变与相互关系。此外,参照 Wunderlin, Larsen 和 Larsen 的分类系统与陈德昭对这些种类形态特征的描述,张莫湘(未发表)认为凌云羊蹄甲属于 *Lasiobema* 组 *Championae* 亚组,但通过这次研究发现其花粉纹饰为穿孔-网状,花粉的其它特征亦与少脉羊蹄甲的花粉很相似,所以将其花粉类型归入 Integrifolia 型,因此该种的系统位置仍值得进一步讨论。

Glauca 型的花粉表面具有疣状至柱状纹饰。本文的观察结果与此几乎完全相吻合。大苗山羊蹄甲沟间区为矮疣状(nanoverrucose),黔南羊蹄甲花粉表面具疣状突起(verrucose),均属于 Larsen 描述的 Glauca 型花粉。不过, Larsen 描述 Glauca 型花粉时,对于萌发孔的特征只简单地描述了合沟的情况。但本研究中我们还发现 Glauca 型的花粉除了有合沟的情况外,也有不是合沟的花粉,而且不具合沟花粉粒大约占 15% 左右的比例。

Curtisii 型的花粉非常单一,均具皱波状(rugulose)纹饰。本研究发现,虽然这些种的花粉的基本纹饰属于皱波状,但是纹饰之间仍然有差异。例如石山羊蹄甲(*B. comosa*)沟间区基本上仅具穿孔,沟间区的边缘却具皱波状纹饰;丽江羊蹄甲(*B. bohniana*)、阔裂叶羊蹄甲(*B. apertilobate*)、薄荚羊蹄甲(*B. delawayi*)花粉纹饰为皱波状,其间却有不太明显的穿孔。石山羊蹄甲、阔裂叶羊蹄甲、薄荚羊蹄甲同属

于 *Lasiobema* 组 *Championae* 亚组。 *Pseudobaohinia* 组仅有丽江羊蹄甲一种,但其花粉形态特征与上述几种 *Lasiobema* 组 *Championae* 亚组植物花粉形态近似,所以也归于 *Curtisii* 型,不过该种是这 11 种中唯一的直立灌木,生物学习性明显不同于其它种。

花粉形态学特征对于羊蹄甲属的分类研究和分类系统的建立具有十分重要的意义。Larsen (1975)曾提到在将来的分类系统中,花粉类型可用于组一级的分类,花粉形态尤其是扫描电镜下的观察结果可以用于一个新的、更好的分类系统的建立;但基于孢粉学和形态学对羊蹄甲属最终的修订,还需要收集更多的数据,而这样的分类系统无疑将更自然、更能反映本属的进化。在 Wunderlin, Larsen 和 Larsen(1987)的分类系统中,花粉形态特征作为分组的重要依据,而且在 *Phanera* 组划分亚组时花粉特征更占据了非常重要的位置。但是,我们的研究发现,Larsen(1975)所建立的 *Integrifolia* 花粉类型包括了多种纹饰,如具孔穴-穿孔纹饰的 *Aurea* 亚型与具穿孔-网状纹饰的 *Paucinervata* 亚型。因此我们认为很有必要进一步开展羊蹄甲属植物孢粉学研究,以便为进一步反映各分类群的系统发育关系和孢粉学特征的多样性提供资料。

致谢 本研究承蒙中国科学院华南植物研究所标本馆提供花粉材料,公共实验室胡晓颖女士协助进行扫描电镜观察和照相,吴七根老师的悉心指点,特此致谢!

参考文献

- [1] Wunderlin R, Larsen K, Larsen S S. Reorganization of the Cercideae (Fabaceae: Caesalpiniaceae) [J]. *Danica Biologiske Skrifter*, 1987, 28:1-40.
- [2] Chen T Z. *Flora Reipublicae Popularis Sinicae. Tomus 39* [M]. Beijing: Science Press, 1988. 153-202. (in Chinese)
- [3] Schmitz A. Contributions palynologique à la taxonomie des Bauhinieae (Caesalpiniaceae) [J]. *Bulletin Jardin Botanique National de Belgique*, 1973, 43:369-423.
- [4] Larsen S S. Pollen morphology of the Thai species of *Bauhinia* (Caesalpiniaceae) [J]. *Grana*, 1975, 14:114-131.
- [5] Ferguson I K, Pearce K J. Observations on the pollen morphology of the genus *Bauhinia* L. (Leguminosae: Caesalpinoideae) in the Neotropics [A]. In: Blackmore S, Ferguson I K. *Pollen and Spores: Form and Function* [M]. London and New York: Linnean Society Symposium Series Academic Press, 1986. 283-296.
- [6] Wang F X (王伏雄), Qian N F (钱南芬), Zhang Y L (张玉龙), et al. *Pollen Morphology of Chinese Plant* [M]. 2nd ed. Beijing:

Science Press, 1995. 245-246. (in Chinese)

- [7] Erdtman G. Translate by Wang F X (王伏雄), Qian N F (钱南芬). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy* [M]. Beijing: Science Press, 1962. 185. (in Chinese)
- [8] Institute of Botany and South China Institute of Botany, Academia Sinica (中国科学院植物研究所和华南植物研究所). *Angiosperm Pollen Flora of Tropic and Subtropic China* [M]. Beijing: Science Press, 1982. 70. (in Chinese)
- [9] Erdtman G. *Handbook of Palynology, Morphology - Taxonomy - Ecology* [M]. Copenhagen: Munksgaard, 1969. 1-471.
- [10] Nilsson S, Joseph K. *Erdtman's Handbook of Palynology* [M]. 2nd ed, Denmark: Special-Trykkeriet Viborg A/S, 1992. 1-467.
- [11] Walker J W. Evolution of exine structure in the pollen of primitive angiosperms [J]. *Amer J Bot*, 1974, 61:891-902.

图版说明

图版 I

- 1-2. 火索藤(*B. aurea*).
 1. 赤道面观; ×750
 2. 赤道面稀疏的孔穴-穿孔纹饰; ×2 500
- 3-4. 海南羊蹄甲(*B. hainanensis*).
 3. 极面观; ×1 000
 4. 极面孔穴-穿孔纹饰; ×3 750
- 5-6. 绸缎藤(*B. hypochrysa*).
 5. 极面观; ×1 000
 6. 极面孔穴-穿孔纹饰; ×3 750
- 7-8. 少脉羊蹄甲(*B. paucinervata*).
 7. 赤道面观; ×1 000
 8. 赤道面穿孔-网状纹饰; ×3 750
- 9-10. 凌云羊蹄甲(*B. lingyuenensis*).
 9. 赤道面观; ×2 000
 10. 极面穿孔-网状纹饰; ×5 000
- 11-12. 黔南羊蹄甲(*B. quinunensis*).
 11. 极面观(合沟); ×1 000
 12. 表面疣状突起纹饰; ×3 750

图版 II

- 1-2. 大苗山羊蹄甲(*B. damiaoshanensis*).
 1. 极面观; ×1 000
 2. 表面疣状纹饰; ×3 750
- 3-4. 石山羊蹄甲(*B. comosa*).
 3. 极面观; ×1 000
 4. 表面皱波状有细小穿孔纹饰; ×5 000
- 5-6. 薄荚羊蹄甲(*B. delawayi*).
 5. 赤道面观; ×1 000
 6. 极面皱波状有细小穿孔纹饰; ×3 750
- 7-8. 阔裂叶羊蹄甲(*B. apertilobate*).
 7. 赤道面观; ×1 000
 8. 沟膜雕纹颗粒状; ×3 750
- 9-10. 丽江羊蹄甲(*B. bohniana*).
 9. 赤道面观; ×1 750
 10. 赤道面皱波状-穿孔纹饰. ×3 750

Explanation of plates

Plate I

- 1-2. *B. aurea*.
 1. Equatorial view; $\times 750$
 2. Equatorial view, ornamentation sparsely foveolate-perforate; $\times 2\ 500$
- 3-4. *B. hainanensis*.
 3. Polar view; $\times 1\ 000$
 4. Polar view, ornamentation foveolate-perforate; $\times 3\ 750$
- 5-6. *B. hypochrysa*.
 5. Polar view; $\times 1\ 000$
 6. Polar view, ornamentation foveolate-perforate; $\times 3\ 750$
- 7-8. *B. paucinerata*.
 7. Equatorial view; $\times 1000$
 8. Equatorial view, ornamentation perforate-reticulate; $\times 3\ 750$
- 9-10. *B. lingyuenensis*.
 9. Equatorial view; $\times 2\ 000$
 10. Polar view, ornamentation perforate-reticulate; $\times 5\ 000$
- 11-12. *B. quinanensis*.

11. Polar view (syncolpate); $\times 1\ 000$
 12. Exine ornamentation verrucose; $\times 3\ 750$

Plate II

- 1-2. *B. damiaoshanensis*.
 1. Polar view; $\times 1\ 000$
 2. Exine ornamentation verrucose; $\times 3\ 750$
- 3-4. *B. comosa*.
 3. Polar view; $\times 1\ 000$
 4. Exine ornamentation rugulose with perforate; $\times 5\ 000$
- 5-6. *B. delawayi*.
 5. Equatorial view; $\times 1\ 000$
 6. Polar view, ornamentation rugulose with perforate; $\times 3\ 750$
- 7-8. *B. apertilobate*.
 7. Equatorial view; $\times 1\ 000$
 8. Colpus membrane sculpture granulate; $\times 3\ 750$
- 9-10. *B. bohniana*.
 9. Equatorial view; $\times 1\ 000$
 10. Equatorial view, ornamentation rugulose with perforate. $\times 3\ 750$

欢迎订阅 2004 年《果树学报》

《果树学报》是由中国农业科学院郑州果树研究所主办的我国果树专业学术性期刊,着重选发密切结合我国果树科研、教学、生产实际,反映学科学术水平和发展动向的优秀稿件,及时报道重大科研成果、阶段性成果和科研进展情况。栏目设置有专家论坛、研究报告、专论与综述、研究简报及科技简讯;内容包括生物技术、品种与种质资源、生理与栽培、土壤与肥料、植物保护、贮藏加工等;读者对象为本学科的科研人员、大专院校师生、各级管理干部及具有一定文化程度的果树栽培者。

《果树学报》为双月刊,国际标准开本,88 页码,单月 10 日出版,铜版纸印刷,每期定价 8.00 元,全年 6 期 48.00 元。挂号每期另加 2.00 元。全国各地邮局(所)均可订阅,漏订者可直接寄款至本刊编辑部订购。国内代号:36-93,国外代号:BM1107。欢迎投稿,欢迎刊登广告。

地址:河南郑州航海东路南中国农科院郑州果树所《果树学报》编辑部 邮编:450009
 电话:0371-6815740 传真:0371-6723741 E-mail: chinagsxb@163.com

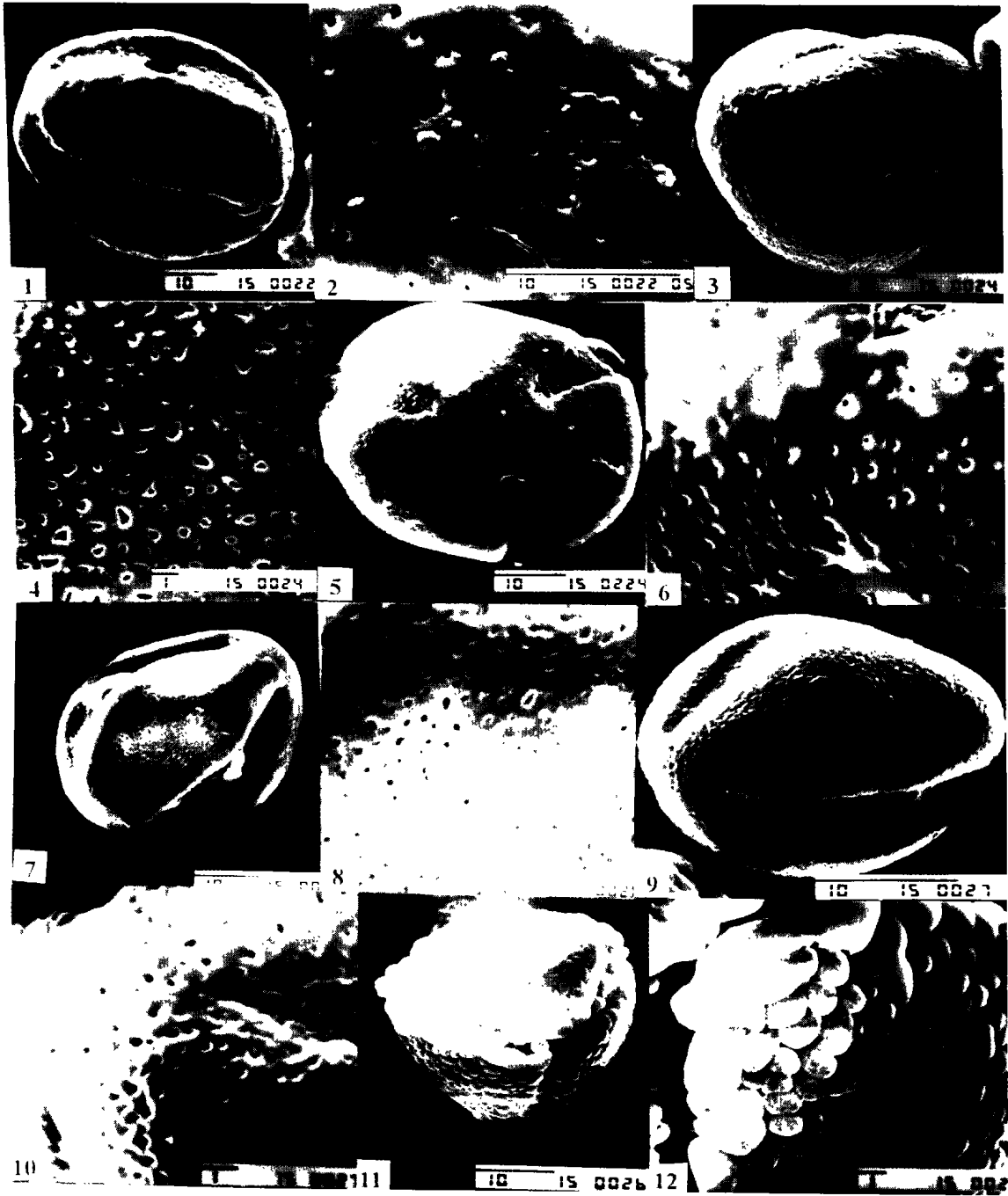
欢迎订阅 2004 年《生态环境》

《生态环境》是经国家科技部批准的正式学术期刊,向国内外公开发行人。刊号:ISSN 1672-2175; CN 44-1565/X。1992 年创刊。入选中国核心期刊(遴选)数据库、中国科学引文数据库;被评为广东省优秀期刊、广东省优秀科技期刊、全国优秀农业期刊(一等奖)、中国学术期刊(光盘版)规范优秀期刊。主要刊登国内外生态学、环境科学及其相关的许多领域具有创新性的重要研究论文,以及对热点问题和前沿问题富有启发性的高水平的综述。刊登内容广泛,是一种多学科互相渗透和互相综合的刊物。适合从事生态学、环境学、资源保护、土壤学、大气科学、水科学、地理学、地质学、地球科学、农业科学、林学、医学、社会科学、经济科学等广大领域的科技人员、学者、教师、学生、各级管理者和环境爱好者阅读。

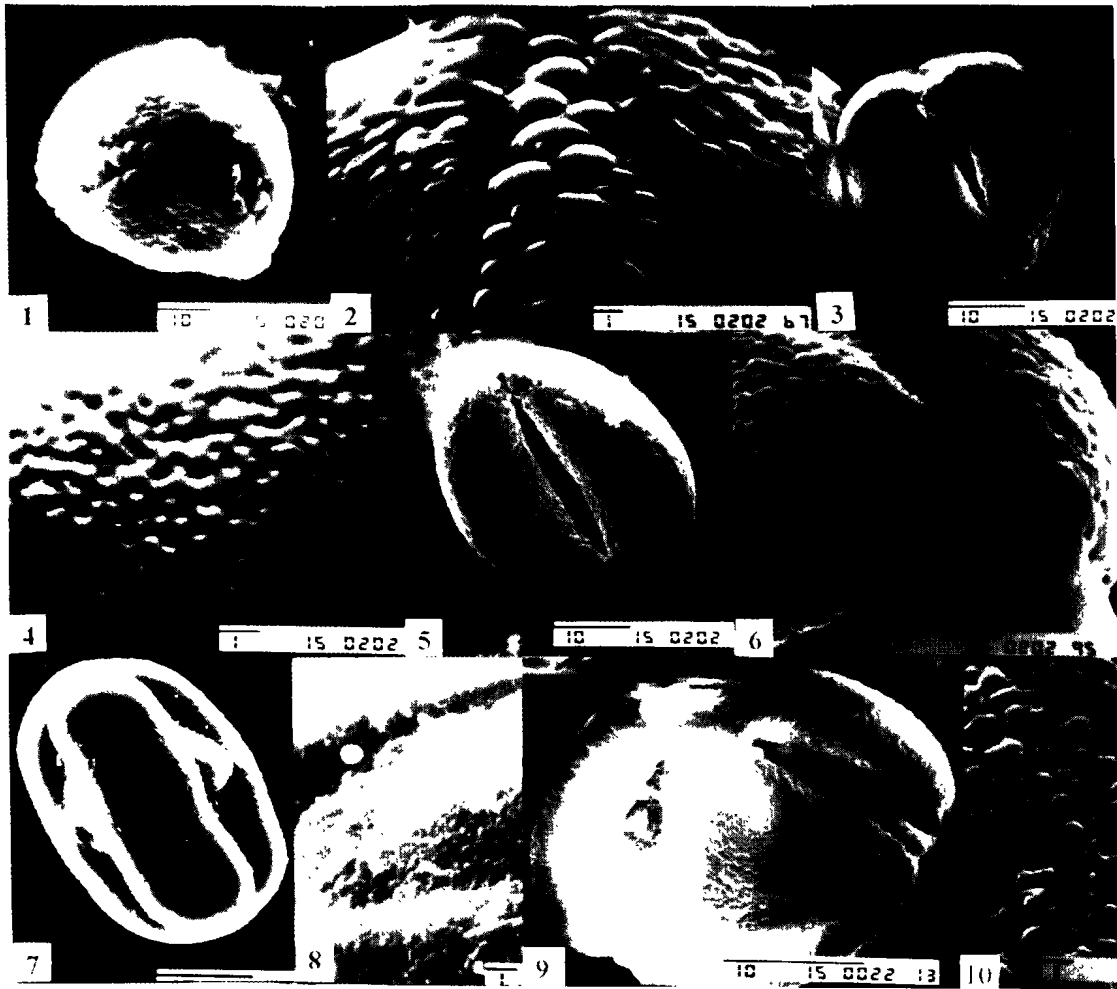
全铜版纸精美印刷,季刊,大容量,大 16 开,正文 150 页/册,定价 12.50 元/册,全年定价 50 元(含邮资)。邮发代号 46-272,欢迎订阅。如错过邮局订阅期限,可直接向编辑部订阅。

邮局汇款:广州市天河区天源路 808 号广东省生态环境与土壤研究所《生态环境》编辑部,邮编 510650。

银行汇款:开户银行:中国工商银行广州市沙河办事处,帐号:3602002709002419786,收款单位:广东省生态环境与土壤研究所。
 本刊网址: <http://www.eco-environment.com> 电子信箱: editor@eco-environment.com 电话: (020) 87024961



See explanation at the end of text



See explanation at the end of text