

397-409

24848(4)

植物分类学报 34(4):397~409(1996)

Acta Phytotaxonomica Sinica

锦鸡儿属花粉形态及其分类意义*

张明理** 田希娅

(中国科学院西北植物研究所, 陕西杨陵 712100)

宁建长

(中国科学院植物研究所, 北京 100093)

Q949.751.9

POLLEN MORPHOLOGY AND ITS TAXONOMIC
SIGNIFICANCE OF *CARAGANA* FABR.
(FABACEAE) FROM CHINA

Zhang Ming-li Tian Xi-ya

(Northwestern Institute of Botany, Academia Sinica, Yangling, Shaanxi 712100)

Ning Jian-chang

(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing 100093)

Abstract Pollen grains of thirty-one species and two varieties of the genus *Caragana* Fabr. were observed under LM and SEM. The results revealed that the pollen exine ornamentation of the species examined could be divided into two types: perforate and reticulate. The later type consists of two subtypes according to lumina size and muri width. In the first subtype the lumina is round with diameter equal to muri width, and the exine is perforate in two polar areas, while in the second subtype lumina is irregular or polygonal, with diameter smaller than muri width. The pollen volume was divided into four types.

The genus *Caragana* is a natural group which was indicated by the general resemblance of pollen morphology. In this genus the pollen morphological classification was not in concordance with the arrangement of the sections and series except Ser. *Pygmaea* and some species. The pollen variation at infraspecific level was obvious, especially the species distributed in Qinghai-Xizang Plateau, such as *C. jubata*, *C. bicolor* and *C. erinacea*. The evolutionary trend of pollen morphology is from perforate to reticulate, which is congruous with the evolution from the pinnate leaf group to the palmate leaf group in the genus.

* 国家自然科学基金和中国科学院古生物特别支持费(编号 9521)资助项目。

** 现通讯地址:中国科学院昆明植物研究所,昆明 650204 (Present address: Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming 650204)

实验过程中承席以珍教授、张玉龙教授热情指导和帮助,并得到中国科学院植物研究所、四川大学标本馆提供工作方便,谨此一并谢忱。

1995-09-19 收稿。

Key words *Caragana*; pollen morphology; taxonomic significance; infraspecific variation

摘要 在光学显微镜和扫描电镜下对锦鸡儿属 31 种 2 变种植物花粉形态进行了观察。根据外壁表面纹饰, 可分: 类型 I, 表面具小穿孔; 类型 II, 具网状纹饰。在类型 II 中据网眼大小和网脊宽度特征又分为两个亚类型。根据花粉体积大小, 可分 4 个类型。本属植物花粉形态较为一致, 表明是一个自然类群。组、系的花粉形态特征与一般形态变异不一定相对应, 即形态上有明显区别的种类, 在花粉形态上未必有很大区别, 仅一些种类及矮锦鸡儿系 *Ser. Pygmaeae* 的花粉形态相近。本属花粉形态在种下等级的变异, 特别是青藏高原分布的种类的变异较为明显, 例如 *C. bicolor*, *C. jubata*, *C. erinacea* 与各自的近缘种类。花粉形态为分类处理提供了参考。本属植物花粉形态是从表面具小穿孔向具网状纹饰演化, 对应于羽状叶类群向掌状叶类群演化。

关键词 锦鸡儿属; 花粉形态; 分类意义; 种下变异

分类学

锦鸡儿属 *Caragana* Fabr. 约含 80 余种, 国产 60 余种, 是温带亚洲分布的典型属。这一属的分类自从对 1908 年前苏联植物学家 V. L. Komarov 的系统进行整理后, 围绕着分类问题和形态变异开展了系统发育或种系发生 (phylogeny) 的研究, 例如 Moore (1968) 根据染色体资料所进行的讨论。目前要探明其客观、自然的种系发生关系, 仍需获取综合的、深入系统的分类学证据。

锦鸡儿属的花粉形态, 仅见零星报道 (王伏雄等, 1995; Ferguson *et al.*, 1981)。花粉形态是重要的分类学特征。本文目的是较为系统、全面地研究这一属的花粉形态, 以期对分类和种系发生关系积累证据。

1 材料和方法

研究材料来自笔者野外采集及中国科学院植物所和四川大学标本馆腊叶标本。测量花粉大小, 每种花粉一般测量 20 粒, 有些种类花粉较少, 测量不足 20 粒, 计算其平均值, 并以最小到最大的数值作为该种的变异幅值。供扫描电子显微镜下观察的花粉可直接撒在透明双面胶纸上, 并粘贴在扫描电镜用的金属台上, 在镀膜机上喷金, 然后在 Hitach S-800 扫描电镜上观察和照相。

2 观察结果

2.1 锦鸡儿属花粉一般形态特征

锦鸡儿属花粉粒为辐射对称, 长球形, 两边平直, 呈圆筒状, 个别种最大在赤道部位稍膨大, 呈菱形; 极面观为三裂圆形, 少数为钝三角形; 赤道面观为椭圆形或长椭圆形。本属花粉体积较小, 一般极轴长度在 30 μm 以下, 个别种最大达到 30 μm 以上, 最小的花粉在 15 μm 左右。赤道轴相对较短, 大多数赤道轴长度 20 μm 以下, 少数种在 20 μm 以上。具三孔沟, 沟较长或较短, 一般细窄, 偶尔沟较宽, 具稍加厚的边缘, 或加厚不明显, 中部缢缩或不缢缩; 沟膜上常具疏密程度不等的小瘤, 有时小瘤基部融合。内孔一般不明显, 较大, 通常为椭圆形或近圆形, 有时纵长, 在内孔处沟边一般不加厚, 有时孔膜升高。外壁薄, 厚度约为 1 μm , 少数样本花粉粒外壁较厚, 厚达 1.5 μm 。层次模糊, 个别种层次清楚, 内外层厚度相等。外壁纹饰微弱, 在光学显微镜下为模糊的细网状纹饰, 有时表面近光滑; 在扫描电镜下为具小穿孔和网状纹饰, 网眼为圆形或形状不规则, 或多角形, 网脊较宽, 宽度

与网眼直径相等;或网脊细窄,宽度小于网眼直径,网脊边往往不平,常具齿牙状的边缘。网眼内有时具小瘤。

2.2 各个种的花粉特征 见表 1

3 讨 论

3.1 锦鸡儿属花粉形态特征的分析

用光学显微镜和扫描电镜观察表明,锦鸡儿属花粉形态特征比较一致,类型较单一,可作如下归类。

3.1.1 根据外壁表面纹饰可分两个类型

类型 I. 外壁具小穿孔,穿孔较稀,形状为圆形。其种类有: *C. dasyphylla*, *C. sinica*, *C. spinifera*, *C. gerardiana*, *C. tangutica*, *C. changduensis*, *C. arborescens*, *C. boisi*, *C. pekinensis*, *C. brachypoda*, *C. rosea*, *C. polourensis*, *C. frutex* 等。

类型 II. 外壁具网状纹饰。本类型依据网眼大小和网脊宽度又可分为 2 个亚型。

亚型 1. 网脊宽度与网眼直径相等,网眼形状为圆形或近圆形,两极区为小穿孔。包括 *C. erinacea*, *C. franchetiana*, *C. jubata*, *C. microphylla*, *C. leucophloea*, *C. pygmaea*, *C. aurantiaca*, *C. versicolor*, *C. opulens*, *C. licentiana*, *C. densa*, *C. brevifolia*。

亚型 2. 网脊宽度小于网眼直径,网眼较大,形状不规则或为多角形,网边不整齐,有时呈齿牙状,网眼内具小瘤,有时不明显。包括: *C. bicolor*, *C. alpina*, *C. zahlbruckneri*, *C. stenophylla*, *C. turfanensis*。

3.1.2 根据花粉体积大小(总的来讲属于比较小的花粉类型)可分 4 个类群

(A)花粉体积小于 $18.0 \times 14.0 \mu\text{m}$, 包括: *C. changduensis*, *C. polourensis*, *C. turfanensis*。

(B)花粉体积介于 $18.0 \sim 23.0 \times 14.0 \sim 17.0 \mu\text{m}$ 之间,包括: *C. opulens*, *C. aurantiaca*, *C. brachypoda*, *C. leucophloea*, *C. frutex*, *C. microphylla*, *C. pekinensis*, *C. stenophylla*, *C. versicolor*。

(C)花粉体积在 $23.0 \sim 28.0 \times 17.0 \sim 20 \mu\text{m}$ 的范围内,包括: *C. bicolor*, *C. franchetiana*, *C. spinifera*, *C. sinica*, *C. boisi*, *C. brevifolia*, *C. densa*, *C. rosea*, *C. leucophloea*, *C. dasyphylla*, *C. gerardiana*, *C. zahlbruckneri*, *C. arborescens*, *C. pygmaea*。

(D)花粉体积大于 $28.0 \times 20.0 \mu\text{m}$ 的类群,包括: *C. erinacea*, *C. crassipina*, *C. jubata*, *C. alpina*, *C. tangutica*。

3.2 花粉形态与植物分类

本属植物的花粉形态总的特征较为一致,说明它们是一个较为自然的类群。尽管这一属在组、系一级形态上差异较为明显,例如,以叶形而论,有羽状叶,假掌状叶和簇生叶。但花粉形态却在组间或系间没有明显差异或固定界限,与组或系一级的排列(刘嫖心,1993; Pojarkova, 1945; Komarov, 1908)没有明确的相关性。在种间和种下,许多种类花粉形态稳定,甚至大小变化幅度也较小。例如, *C. tangutica*, *C. arborescens*, 花粉极轴和赤道变化均在 $2 \sim 3 \mu\text{m}$ 。然而一些种类花粉极轴和赤道轴变异幅度在 $7 \sim 8 \mu\text{m}$, 例如, *C. alpina*, *C. spinifera*, *C. erinacea* 等。

表 1 锦鸡儿属种
Table 1 The pollen morphological

种 名 Species name	图 版 Plates	形 状 Shapes	大 小 Size(μ m)	极轴与 赤道轴 之比值 P/E	萌 发 孔 特 征 Aperture characters
粗毛锦鸡儿 <i>Caragana</i> <i>dasyphylla</i> Pojark.	1:20 2:31	长球形,赤道面 观为椭圆形 prolate, elliptic in equatorial view	(22.6~25.2) 23.8×19.2 (17.40~20.9)	1.24	三孔沟,沟长而细窄,具加厚的边缘,沟膜上 具稀少的小瘤,内孔纵长,轮廓不明显 3-colporate, colpi long and narrow, margins thickened, colpus membrane sparsely tuber- culate, ora elongate, outline obscure
锦鸡儿 <i>C. sinica</i> (Buc'hoz) Rehd.	1:9 2:32	同上 ditto	(24.4~31.3) 26.8×18.3 (14.8~21.8)	1.46	三孔沟,沟长,细窄,中部缢缩具加厚的边 缘,沟膜上具皱块状或小瘤,内孔大,圆形 3-colporate, colpi elongate, constricted in the middle region, margins thickened, colpus membrane rugulate or tuberculate, ora big
西藏锦鸡儿 <i>C. spinifera</i> Kom.	1:4 2:33	同上 ditto	(20.9~27.8) 25.1×20.6 (15.7~24.4)	1.22	三孔沟,沟较长,细窄,沟边加厚不明显,沟 膜上稀有小瘤,内孔不明显 3-colporate, colpi elongate, margins indistinctly thickened, colpus membrane sparsely tuber- culate, ora obscure
川西锦鸡儿 <i>C. erinacea</i> Kom.	1:6, 10,5, 28 2:34, 35,36	长球形,赤道面 观为椭圆形或 长椭圆形 prolate, elliptic or long-elliptic in equatorial view	(27.0~36.5) 31.3×23.5 (22.6~25.2)	1.33	三孔沟,沟较长或较短、窄,沟边加厚不明显 3-colporate, colpi rather long or rather short, narrow, margins indistinctly thickened, ora obscure
云南锦鸡儿 <i>C. franchetiana</i> Kom.	2:37, 40	同上 ditto	27.5×17.4	1.58	三孔沟,沟细窄,沟膜上具小瘤,内孔不明显 3-colporate, colpi narrow, colpus membrane tuberculate, ora obscure
二色锦鸡儿 <i>C. bicolor</i> Kom.	1:1,8 2:38, 41	长球形,赤道面 观为椭圆形 prolate, elliptic in equatorial view	(20.9~26.1) 23.6×18.7 (17.4~20.0)	1.26	三孔沟,沟长,加厚的边缘,沟膜上具小瘤, 内孔大,椭圆形 3-colporate, colpi long, margins thickened, col- pus membrane tuberculate, ora large, elliptic
粗刺锦鸡儿 <i>C. crassispina</i> Marq.	1:2 2:39 ,42	同上 ditto	(23.6~25.2) 24.8×20.1 (18.9~21.7)	1.24	三孔沟,沟长而细窄,中部缢缩,内孔不明显 3-colporate, colpi rather elongate, slightly con- stricted in the middle part, ora obscure

的花粉特征
characters of the genus *Caragana*

外壁特征 Exine characters			采集地和凭证标本 Voucher
层次 Stratification	厚度 Thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	
层次模糊 obscure	1	外壁表面具小穿孔 micro perforate	Xinjiang(新疆), Wupa(乌帕), Xinjiang Exp. 561 (PE)
同上 ditto	1	同上 ditto	Shaanxi(陕西), Mixian(眉县), K. T. Fu 2984 (SZ)
同上 ditto	1 两极较厚 rather thick at two poles	同上 ditto	Xizang(西藏), Dangxun(当雄), Zhang M L et Zhang S Z 94265 (WUK)
层次明显, 内外 层厚度相等 distince, exine as thick as nexine	1~1.5	细网状纹饰 finely reticulate	Xizang(西藏), Lazhi(拉孜)1, Zhang M L et Zhang S Z 94210 (WUK) Lazhi(拉孜)2, Zhang M L et Zhang S Z 94225 (WUK); Sichuan(四川), Songpan(松潘), Zhao Z Z et Zhao Q S 10437 (SZ) Sichuan(四川), Qianning(乾宁), 5404 (SZ)
		外壁表面具网状纹饰, 网脊宽度与网眼直径 相等 reticulate, muri width equal to lumina diame- ter	Xizang(西藏), Gongbujiangda(工布江达), Zhang M L et Zhang (SZ) 94174 (WUK) Sichuan(四川), Muli(木里), Yang Y B 7038 (SZ)
模糊 obscure	1	外壁表面具网状纹饰 网脊宽度小于网眼直 径 reticulate, muri width are small than lumina diameter	Xizang(西藏), Linzhi(林芝), Zhang M L et Zhang S Z 94084 (WUK) Sichuan(四川)? Jiang R et Jin C L 01578 (SZ)
不明显 indistinct	1	网状纹饰, 网眼直径与 网脊宽度近相等 reticulate, lumina diam- eter are equal with muri width	Sichuan(四川), Maerkang(马尔康), Zhang M L et Chang C Y 94385 (WUK)

种名 Species name	图版 Plates	形状 Shapes	大小 Size(μ m)	极轴与 赤道轴 之比 P/E	萌发孔特征 Aperture characters
鬼箭锦鸡儿 <i>C. jubata</i> (Pall.) Poir.	1, 24, 14, 25 3, 43 ~46	同上 ditto	(22.5~34.8) 33.1×25.3 (19.4~27.8)	1.30	三孔沟, 沟细而长, 中部缢缩, 具加厚的边缘, 沟膜上具小瘤, 内孔不明显 3-colporate colpi fine and long, constricted in the medium, margins thickened, colpus membrane tuberculate, ora obscure
<i>C. jubata</i> var. <i>pygmaea</i> Rgl.	1, 26 3, 47, 48	同上 ditto	(25.7~31.4) 27.1×20.3 (18.2~23.2)	1.36	三孔沟, 沟长而细窄, 中部稍缢缩, 内孔不明显 3-colporate, colpi long and fine, slightly constricted in the medium, ora obscure
弯耳鬼箭 锦鸡儿 <i>C. jubata</i> var. <i>recurva</i> Liou f.	1, 27 3, 51	长球形, 赤道面 观为长椭圆形 prolate, long- elliptic in equatorial view	(26.1~33.4) 28.5×21.4 (19.5~24.1)	1.33	三孔沟, 沟细长, 较深, 沟膜上具小瘤, 中部有一隔断, 内孔大 3-colporate, colpi fine and long, rather deeply, colpus membrane tuberculate, a septum in the medium, ora big
高山锦鸡儿 <i>C. alpina</i> Liou f.	1, 11, 13 4, 55, 56	同上 ditto	(26.1~33.1) 28.7×18.8 (14.8~22.6)	1.53	三孔沟, 沟细长, 沟膜上具小瘤, 内孔不明显 3-colporate, colpi fine and long, colpus membrane tuberculate, ora obscure
印度锦鸡儿 <i>C. gerardiana</i> Royle	4, 57, 58	同上 ditto	(22.6~26.1) 23.9×17.8 (15.7~19.1)	1.34	三孔沟, 沟较短, 略具加厚的边缘, 沟膜上具稀的小瘤, 内孔纵长 3-colporate, colpi rather short, margins thickened slightly, colpus membrane sparsely tuberculate, ora narrow and long
青甘锦鸡儿 <i>C. tangutica</i> Maxim. ex Kom.	1, 12 4, 59, 60	同上 ditto	(29.5~31.3) 30.3×21.5 (19.1~22.6)	1.41	三孔沟, 沟长而细窄, 具加厚的边缘, 中部缢缩或不缢缩, 内孔纵长 3-colporate, colpi long and narrow, margins thickened, constricted or not in the medium, ora narrow and long
昌都锦鸡儿 <i>C. changduensis</i> Liou f.	3, 49	同上 ditto	16.7×12.6	1.32	三孔沟, 沟长, 沟膜粗糙, 内孔不明显 3-colporate, colpi long, colpus membrane rough, ora obscure
南口锦鸡儿 <i>C. zahib-ruckneri</i> Schneid.	1, 30 3, 50	长球形, 赤道面 观为椭圆形 prolate, elliptic in equatorial view	(22.6~24.4) 23.2×17.5 (12.6~19.1)	1.35	三孔沟, 沟细窄, 具不明显的边缘, 内孔纵长, 椭圆形 3-colporate, colpi narrow, margins obscure, ora narrow and long, elliptic
树锦鸡儿 <i>C. arbore-scent</i> Lam.	1, 18 3, 53	同上 ditto	(26.1~27.8) 27.4×20.9 (19.1~22.6)	1.31	三孔沟, 沟中部缢缩, 末端向两极弯曲, 内孔大, 椭圆形 3-colporate, colpi constricted in the medium, the end curved toward poles, ora big, elliptic
扁刺锦鸡儿 <i>C. boisi</i> Schneid.	1, 3 3, 52	同上 ditto	(21.8~27.8) 25.8×18.5 (15.7~20.0)	1.39	三孔沟, 较短, 不具加厚的边缘, 内孔近圆形 3-colporate, colpi rather short, margins not thickened, ora subround

Cont.

外壁特征 Exine characters			采集地和凭证标本 Voucher
层次 Stratification	厚度 Thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	
同上 ditto	1	网状纹饰 reticulate	Hobei(河北), Lingshan(陵山), Jin D F 0153 (PE) Sichuan(四川), Lixian(理县), Jiang R et Jin C L 01168 (SZ), Muli(木里), Yu T T 5648 (PE)
不明显 indistinct	1	网状纹饰 reticulate	Yunnan(云南), HabaHe(哈巴河), Feng (GM) 1145 (PE)
不明显 indistinct	1	网状纹饰, 网脊宽度小于网眼直径, 网眼大 reticulate, muri width smaller than lumina diameter, lumina big	Sichuan(四川), Ganzhi(甘孜), Jiang R 90100 (PE)
同上 ditto	1	网状纹饰, 网脊宽度小于网眼直径 reticulate, muri width are small than lumina diameter	Sichuan(四川), Kangding(康定), Zhao Z Z 114437 (SZ)
同上 ditto	1	小穿孔 micro perforate	Xizang(西藏), Jilong(吉隆), Naito T et Lang K Y 719 (DE)
同上 ditto	1	网状纹饰, 网脊宽度与网眼直径相等 reticulate, muri width equal with lumina diameter	Sichuan(四川), Maerkang(马尔康), Li X 71140
		具较粗的穿孔 thick perforate	Xizang(西藏), Changdu(昌都), Jiang R et Jin C L 02574 (PE)
不明显 indistinct	1	网状纹饰, 靠近赤道部位网眼变细 reticulate, lumina becoming fine near equator	Hebei(河北), Zhangjiakou(张家口), Ho S Y 18765 (PE)
同上 ditto	1	同上 ditto	Hebei(河北), Laiyuan(滦源), Liu T M 2347 (PE)
同上 ditto	1	同上 ditto	Sichuan(四川), Kangding(康定), Zhao Q S et Wu Y Q ? (SZ)

种名 Species name	图版 Plates	形状 Spapes	大小 Size(μ m)	极轴与 赤道轴 之比 P/E	萌发孔特征 Aperture characters
北京锦鸡儿 <i>C. pekinensis</i> Kom.	1:29 3:54	同上 ditto	(18.3~22.6) 20.2×16.1 (14.8~17.4)	1.25	三孔沟,边缘加厚不明显,沟膜上具小瘤,内孔较大,近圆形 3-colporate, colpi margins thickened slightly, colpus membrane tuberculate, ora rather big, subround
小叶锦鸡儿 <i>C. microphylla</i> Lam.	1:28 4:61	同上 ditto	(19.1~22.6) 20.7×16.3 (15.4~17.4)	1.27	三孔沟,细窄,边缘加厚不明显,内孔大,近圆形,有时孔膜升高 3-colporate, colpi fine and narrow, margins thickened slightly, ora big, subround, sometimes ora membrane raised
白皮锦鸡儿 <i>C. leucophloea</i> Pojark.	4:62	长球形,赤道面 观长椭圆形 prolate, long- elliptic in equa- torial view	19.4×13.0	1.49	三孔沟,沟较长,沟膜上具稀的小瘤,内孔不明显 3-colporate, colpi rather long, colpus membrane sparsely tuberculate, ora obscure
矮锦鸡儿 <i>C. pygmaea</i> (Linn.) DC.	4:63	同上 ditto	23.3×13.0	1.79	三孔沟,在中部缢缩,内孔不明显 3-colporate, colpi constricted in the medium, ora obscure
棘叶锦鸡儿 <i>C. anantiaca</i> Koehne	1:19 5:72	同上 ditto	(18.3~24.4) 21.0×15.4 (12.2~18.3)	1.36	三孔沟,沟长,细窄,具加厚的边缘,内孔椭圆形 3-colporate, colpi long and narrow, margins thickened, ora elliptic
变色锦鸡儿 <i>C. versicolor</i> Benth.	4:66 5:69	同上 ditto	22.0×13.5	1.63	三孔沟,沟长,细窄,内孔不明显 3-colporate, colpi long, fine and narrow, ora obscure
狭叶锦鸡儿 <i>C. stenophylla</i> Pojark.	4:64 5:67	同上 ditto	20.8×11.4	1.82	三孔沟,沟膜上具小瘤,内孔不明显 3-colporate, colpus membrane tuberculate, ora obscure
矮脚锦鸡儿 <i>C. brachypoda</i> Pojark.	5:70	长球形,赤道面 观为椭圆形 prolate, elliptic in equatorial view	20.2×14.2	1.42	三孔沟,沟相当长,几达两极,沟较宽,沟膜升高,膜上具小瘤 3-colporate, colpi quite long, near two poles, wider, colpus membrane raised, and with tuberculate
甘蒙锦鸡儿 <i>C. opulens</i> Kom.	5:71	同上 ditto	(15.30~20.5) ×(11.6~14.2)	1.23 1.44	三孔沟,沟膜上具小瘤,内孔不明显 3-colporate, colpus membrane tuberculate, ora obscure

Cont.

外壁特征 Exine characters			采集地和凭证标本 Voucher
层次 Stratification	厚度 Thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	
同上 ditto	≥1	小穿孔 small perforate	Hebei(河北), Donglin(东陵), Liu T M 391 (PE)
层次清楚, 内外 层厚度相等 clear, sexine as thick as nexine	1.2	网状纹饰, 网脊宽度 与网眼直径相等 reticulate, muri width are equal with lumina diameter	Shaanxi(陕西), Jinbian(靖边), Cui Y W 10572 (PE)
		同上 ditto	Xinjiang(新疆), Urumqi(乌鲁木齐), Guan (KJ) 602 (PE)
		同上 ditto	Nei Monggol(内蒙古), Erlan(二连), Zhu Q C 042 (PE)
层次清楚, 内外层 厚度相等 clear, sexine as thick as nexine	1	同上 ditto	Xinjiang(新疆), Zhaoshu, Yili(伊犁昭苏), Li A R et Zhu J N 10596 (PE)
		网状纹饰, 网眼形状不 规则, 有时网眼内具小 瘤, 网脊宽度与网眼直 径相等 reticulate, lumina irreg- ular, lumina sparsely tu- berculate, lumina diam- eter are equal with muri width	Xizang(西藏), Nielamu(聂拉木), China et Japan Exp. T 211 (PE)
		网状纹饰, 网脊宽度小 于网眼直径 reticulate, muri width are small than lumina diameter	Heilongjiang(黑龙江), N. Mt. Manshouli(清 洲里北山), Li S X et al. 813 (PE)
	1	小穿孔 small perforate	Shaanxi(陕西), Jinbian(靖边), Shaanxi For- est off. 136 (PE)
		网状纹饰, 网脊宽度与 网眼直径相等 reticulate, umri width are equal with lumina diameter	Ningxia(宁夏), Holanashan(贺兰山), Ho Y Q 2352 (PE)

种名 Species name	图版 Plates	形状 Shapes	大小 Size(μ m)	极轴与 赤道轴 之比 P/E	萌发孔特征 Aperture characters
红花锦鸡儿 <i>C. rosea</i> Turcz. ex Maxim.	4, 65 5, 68	长球形, 赤道面 观为长椭圆形 prolate, longel- liptic in equato- rial view	24.1×13.8	1.75	三孔沟, 沟长而细窄, 中部缢缩, 沟膜上具小 瘤, 内孔不明显 3-colporate, colpi long and narrow, constricted in the medium, colpus membrane tubercu- late, ora obscure
白毛锦鸡儿 <i>C. licentiana</i> Franch.	5, 73	长球形, 赤道面 观为椭圆形, 极 面观纯三角形 prolate, elliptic in equatorial view, triangle or obtuse-triangle in polar view	23.5×18.5	1.27	三孔沟, 沟长, 沟膜上具小瘤, 内孔不明显 3-colporate, colpi long, colpus membrane tu- berculate, ora obscure
昆仑锦鸡儿 <i>C. polourensis</i> Franch.	5, 74	长球形, 赤道部 位膨大, 赤道面 观菱形 prolate, expand- ed equator, rhombus in equatorial view	16.1×14.8	1.09	三孔沟, 沟长, 沟膜上具密的小瘤, 孔膜升高 3-colporate, colpi long, colpus membrane densely, ora membrane raised
短叶锦鸡儿 <i>C. brevifolia</i> Kom.	1, 15 5, 75	长球形, 赤道面 观为椭圆形 prolate, elliptic in equatorial view	(20.9~24.4) 23.1×16.8 (15.7~17.4)	1.38	三孔沟, 沟长, 细窄, 具加厚的边缘, 内孔大, 圆形 3-colporate, colpi long fine and narrow, mar- gins thickened, ora big, round
密叶锦鸡儿 <i>C. densa</i> Kom.	1, 17 (Gan- zhi) 16, 21 5, 76	同上 ditto	(20.0~26.5) ×(15.0~18.0)	1.43	三孔沟, 沟较短, 沟膜上具颗粒, 内孔不明显 3-colporate, colpi shorter, colpus membrane granulate, ora obscure
吐鲁番锦 鸡儿 <i>C. turfanensis</i> (Krasn.) Kom.	5, 77	同上 ditto	17.1×12.6	1.36	三孔沟, 沟细窄, 内孔不明显 3-colporate, colpi fine and narrow, ora obscure
黄刺条 <i>C. frutex</i> (Linn.) C. Koch.	1, 23 5, 78	近球形, 赤道部 位突出, 形成菱 形 subspheroidal, protruded on e- quator, rhombus	(18.3~22.6) 20.5×16.2 (13.9~17.4)	1.03	三孔沟, 沟宽, 沟膜上具小瘤, 内孔突起较高 3-colporate, colpi wide, colpus membrane tu- berculate, ora raised, rather high

Cont.

外壁特征 Exine characters			采集地和凭证标本 Voucher
层次 Stratification	厚度 Thickness(μm)	纹饰 Ornamentation	
	1	小穿孔 small perforate	Hebei(河北), Donglin(东陵), Liu Y 10314 (PE)
		网状纹饰, 网脊宽度与网眼直径相等 reticulate, muri width are equal with lumina diameter	Gansu(甘肃), Huining(会宁), Yellow Exp. 5704 (PE)
		穿孔 perforate	Xinjiang(新疆), Qiemo(且末), Xinjiang Exp. 9905 (PE)
层次模糊 obscure	1	网状纹饰, 网脊宽度与网眼直径相等 reticulate, muri width are equal with lumina diameter	Sichuan(四川), Hongyuan, Shuangjingai(红原刷经寺), Chou H F et Zhang Z Y 22072 (SZ)
同上 ditto	1	同上 ditto	Sichuan(四川), Ganzhi(甘孜), Guo Y H <i>et al.</i> 111073 (SZ); Hong yuan Shuangjingai(红原刷经寺), Zhang Z Y et Chou H F 22380 (PE)
		网状纹饰, 网眼多角形, 边不平, 靠近赤道部位网眼变细, 形状为圆形 reticulate, lumina polygonal, margins uneven, lumina becoming fine near equator, round	Xinjiang(新疆), Kuche(库车), Xinjiang Exp. 473 (PE)
		小穿孔 small perforate	Xinjiang(新疆)

矮锦鸡儿系 Ser. *Pygmaeae* 中的 *C. pygmaea*, *C. leucophloea*, *C. aurantiaca*, *C. varicolor*, *C. stenophylla* 花粉粒长球形,赤道面观为长椭圆形,网脊与网眼宽度近相等,只 *C. stenophylla* 网脊宽度小于网眼宽度,尤其花粉为较狭的长球形,成为这一系较为一致的特征。这一系形态上以长枝上叶为 2~4 对,羽状,叶轴硬化宿存,小枝上小叶 2 对,假掌状或簇生,叶轴脱落,而成为羽状叶类群向假掌状叶类群之间的过渡类群。花粉形态上也表明这一系与其它类群的差异。*C. arborescens* 与 *C. boisi* 是一对近缘种,在我国,前者分布在东北、华北,后者特有分布在四川西部,成为一对地理替代种。其花粉的三孔沟深度、外壁纹饰和花粉大小等都较一致,也说明是一对近缘种。

C. franchetiana, *C. bicolor* 及 *C. crassispina* 是近缘种。根据笔者在西藏林芝、四川马尔康等地野外观察以及鉴定有关标本,认为这 3 种的形态特征及其鉴定特征不易区分,并且认为宜将 *C. crassispina* 并入 *C. bicolor*。然而花粉形态结果却表明这 3 个种花粉形态存在差异,特别是采自西藏工布江达的 *C. franchetiana* 标本花粉为长椭圆形,明显有别于花粉形态为圆形的 *C. bicolor*。

C. jubata 分布在亚洲山地,我国华北、内蒙古、新疆及西南均有分布,据《中国植物志》(刘慎心,1993)记载,有 1 种 3 变种 1 变型。本文观察了采自 5 个不同地区的国产 1 种 2 变种的花粉形态。发现 *C. jubata* var. *recurva* Liou f. (模式标本,采自四川甘孜,姜恕 90010)花粉为长椭圆形,网眼大,较深,网脊较窄,孔沟深,中间有一隔断,明显有别于其它变种。而采自理县的标本(姜恕和金存礼 01168),花粉外壁纹饰为小穿孔。其它类群标本花粉的网眼较大,且为多角形或不规则形,沟膜上均有瘤状突起。从花粉形态变化上也说明这一种类的种下变异很大。

C. erinacea 分布在青藏高原,模式产地在四川,在西藏及四川草原或荒漠地区可形成灌丛。本文观察了 5 个采自不同地区的标本。采自西藏墨竹工卡的标本,形态上似可认为是 *C. maximowicziana* Kom.,但野外鉴定中难以与 *C. erinacea* 区分,花粉形态(图版 1:7)又无明显区别,故认为归并是合理的。*C. spinifera* 模式产地在西藏当雄羊八井,这个种亦是 *C. erinacea* 的近缘种。根据采自羊八井多份标本及观察一些标本的花粉形态,认为花粉形态变异不明显与形态变异不大二者是对应的。另外,不同地区的 *C. erinacea* 的花粉变异较大。采自西藏拉孜(Lazhi 1)干旱山沟的花粉大小为 $27.0 \sim 36.5 \times 22.6 \sim 25.2 \mu\text{m}$,沟在中部强烈缢缩,外壁较厚,层次清楚,外壁厚度约为 $1.5 \mu\text{m}$,表面具小穿孔,采自拉孜(Lazhi 2)干旱河滩的花粉大小为 $21.8 \sim 29.6 \times 17.4 \sim 21.8 \mu\text{m}$,沟中部不缢缩,外壁薄,层次模糊,厚度约为 $1 \mu\text{m}$ 。采自四川松潘的花粉大小为 $17.4 \sim 20.9 \times 13.1 \sim 17.4 \mu\text{m}$,外壁薄,层次模糊,厚度约为 $1 \mu\text{m}$ 。这一种及其近缘种的分类处理另文报道。

根据 Walker(1980)对被子植物花粉外壁结构的主要进化趋势的看法,表面光滑→表面具小穴、小沟等负雕纹→表面棒状、鼓锤状、刺状→表面皱纹状、网状、条纹状,结合锦鸡儿属的花粉形态,拟可认为是从外壁具小穿孔类型向网状类型演化。外壁具小穿孔的类群,从本文结果,大部分是羽状类群,包括被认为是本属最原始的类群(张明理等,1993; Moore, 1968) *C. arborescens*, *C. boisi* 等。说明本属植物是从羽状叶类群向假掌状叶类群演化的。从花粉体积上分析,变异幅度在 $23.0 \sim 28.0 \times 17.0 \sim 20.0 \mu\text{m}$ 的类群,大多为羽状叶类群,而体积较小 $18.0 \sim 23.0 \times 14.0 \sim 17.0 \mu\text{m}$ 的类群,除了 *C. pekinensis*, *C. micro-*

phylla 外,则集中了假掌状叶类群以及部分 *Ser. Pygmaeae* 中的种类。

参 考 文 献

- 王伏雄、钱南芬、张玉龙等. 1995. 中国植物花粉形态. 第二版. 北京: 科学出版社. 251~252
 中国科学院植物研究所古植物室孢粉组译. 1980. 孢粉学译丛(第一集). 北京: 科学出版社. 80
 刘斌心. 1993. 锦鸡儿属. 中国植物志. 第 42 卷第 1 分册. 北京: 科学出版社. 13~78
 张明理, 王常如. 1993. 秦岭和黄土高原地区锦鸡儿属表征、分支和生物地理学的探讨. 云南植物研究. 15(4): 332~338
 Ferguson I K, Skvarla J J. 1981. The pollen morphology of the subfamily Papilionoideae (Leguminosae). In: Polhill R M, Raven P H, eds. Advances. in: Legume Systematics, part 2, Royal Bot Gard. Kew. 859~896
 Komarov V L. 1908. Generic *Caragana* monographia. Acta Horti Petrop. 29(2): 177~388
 Moore R J. 1968. Chromosome numbers and phylogeny in *Caragana* (Leguminosae). Can Bot J. 46: 1513~1522
 Pojarkova A I. 1945. *Caragana*. In: Flora of the USSR. 11: 327~368

图版说明 Explanation of the Plates

Plate 1 1. *C. bicolor*; 2. *C. crassispina*; 3. *C. boisi*; 4. *C. spinifera*; 5. *C. erinacea* (Songpan); 6. *C. erinacea* (Lazhi 1); 7. *C. maximowicziana*; 8. *C. bicolor* (Sichuan ?); 9. *C. sinica*; 10. *C. erinacea* (Lazhi 2); 11. *C. alpina*; 12. *tangutica*; 13. *C. alpina* (Lazhi); 14. *C. jubata* (Lixian); 15. *C. brevifolia*; 16. 21. *C. densa* (Hongyuan); 17. *C. densa* (Ganzi); 18. *C. arborescens*; 19. *C. aurantiaca*; 20. *C. dasyphylla*; 22. *C. erinacea* (Qianning); 23. *C. frutex*; 24. *C. jubata* (Linshan); 25. *C. jubata* (Muli); 26. *C. jubata* var. *pygmaea*; 27. *C. jubata* var. *recurva*; 28. *C. microphylla*; 29. *C. pekinensis*; 30. *C. zahlbruckneri*.

Plate 2 31. *C. dasyphylla*; 32. *C. sinica*; 33. *C. spinifera*; 34, 35. *C. erinacea* (Lazhi); 36. *C. erinacea* (Songpan); 37, 40. *C. franchetiana*; 38, 41. *C. bicolor*; 39, 42. *C. crassispina* (31, 32, 39. $\times 300$; 33-38. $\times 2400$; 40~42. $\times 6000$).

Plate 3 43, 44. *C. jubata* (Lixian); 45, 46. *C. jubata* (Linshan); 47, 48. *C. jubata* var. *pygmaea*; 49. *C. changduensis*; 50. *C. zahlbruckneri*; 51. *C. jubata* var. *recurva*; 52. *C. boisi*; 53. *C. arborescens*; 54. *C. pekinensis*. (43, 50~53. $\times 2400$; 45, 47, 49. $\times 3000$; 54. $\times 3600$; 44, 46, 48. $\times 6000$).

Plate 4 55, 56. *C. alpina*; 57, 58. *C. gerardiana*; 59, 60. *C. tangutica*; 61. *C. microphylla*; 62. *C. leucophloea*; 63. *C. pygmaea*; 64. *C. stenophylla*; 65. *C. rosea*; 66. *C. versicolor*. (55, 57, 59, 61, 62, 64. $\times 3000$; 56, 58, 60. $\times 6000$; 63, 65, 66. $\times 2400$).

Plate 5 67. *C. stenophylla*; 68. *C. rosea*; 69. *C. versicolor*; 70. *C. brachypoda*; 71. *C. opulens*; 72. *C. aurantiaca*; 73. *C. licentiana*; 74. *C. polourensis*; 75. *C. brevifolia*; 76. *C. densa* (Ganzhi); 77. *C. turfanensis*; 78. *C. frutex* (67~69. $\times 6000$; 70, 71, 73. ~ 77 . $\times 3000$; 72. $\times 2400$; 78. $\times 4190$)