



# 淫羊藿属植物的数量分类学研究

李超<sup>1</sup>,李娟<sup>1</sup>,张明理<sup>2,3\*</sup>

(1 河北联合大学 生命科学学院,河北唐山 063000;2 中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室,中国科学院新疆生态与地理研究所,乌鲁木齐 830011;3 中国科学院植物研究所,北京 100093)

**摘要:**通过观测淫羊藿属植物的30个质量性状和15个数量性状,利用聚类分析和主成分分析的方法研究淫羊藿属下类群的分类关系。结果表明:(1)聚类分析结果将淫羊藿属中国种类划分为大花类群和小花类群,支持Stearn对Sect. *Macroceras*、Sect. *Polyphyllum*和Subg. *Rhizophyllum*的处理,但认为Sect. *Epimedium*的分类地位尚需进一步探讨。(2)主成分分析结果显示,性状的累积贡献率不是很高,前3个主成分累积贡献率为51.86%,这可能与本属植物演化过程中性状变异的多样化和复杂化相关,但由主成分分析的结果仍可以看出中国种类被划分为大花类群和小花类群。研究认为,花瓣与内萼片长度比、花瓣是否具距、萼片轮数等作为主成分反映的性状对淫羊藿属分类具有重要价值。

**关键词:**淫羊藿属;数量分类学;聚类分析;主成分分析

中图分类号:Q949.746.8 文献标志码:A

## A Numerical Taxonomical Study of *Epimedium* L.

LI Chao<sup>1</sup>, LI Juan<sup>1</sup>, ZHANG Mingli<sup>2,3\*</sup>

(1 College of Biology, Hebei United University, Tangshan, Hebei 063000, China; 2 Key Laboratory of Biogeography and Biore-sources in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China; 3 Insti-tute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

**Abstract:** Based on 30 qualitative and 15 quantitative characters of *Epimedium*, a numerical taxonomy is presented by using the cluster analysis and principal components analysis. Results of cluster analysis show that: (1) The genus can be divided into macro-flowered taxon and micro-flowered taxon. The treatment of Sect. *Macroceras*, Sect. *Polyphyllum* and Subg. *Rhizophyllum* by Stearn is supported, and the taxonomic status of Sect. *Epimedium* is doubted. (2) In principal components analysis, cumulative ratio of the first three principal components is only 51.86%, and this is probably related to diversified variation and taxonomic complication in *Epimedium* evolution. However, the result of principal components analysis also indicates the generic division of macro-flowered and micro-flowered taxon. These important characters in *Epimedium* resulted from principal component analysis, such as ratio of petal length to inner sepal length, spur, whorls of sepal, are valuable for taxonomy of this genus.

**Key words:** *Epimedium*; numerical taxonomy; cluster analysis; principal components analysis

淫羊藿属(*Epimedium* L.)隶属于小檗科(Berberidaceae),多年生草本;叶基生或茎生,单叶或羽

收稿日期:2013-07-11;修改稿收到日期:2013-09-23

基金项目:唐山市科学技术研究与发展指导计划项目(1113021156);中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX2-EW-305)

作者简介:李超(1977—),女,硕士,讲师,主要从事植物分类学研究。E-mail:lichao5307@hotmail.com

\*通信作者:张明理,研究员,主要从事植物分类、系统发育和生物地理,以及植物谱系地理等研究。E-mail:zhangml@ibcas.ac.cn

状复叶;总状花序或圆锥花序;花两性,通常有距或囊;蒴果。本属为典型的旧世界温带分布类型,间断分布于东亚,只有少数种出现于南欧地中海地区和非洲最北部。中国是该属的分布中心和多样性中心,并有可能是起源中心,且在该属植物中,只有中国的种类具有连续不断的演化过程<sup>[1]</sup>。1753年,Linnaeus以模式种 *Epimedium alpinum* L.建立该属。1834年,比利时植物学家 Morren 和 Deceaisne<sup>[2]</sup>以花距长短将本属6种植物分为两组:Sect. *Macroceras*(长距组,产日本)和 Sect. *Microceras*(短距组,产欧洲和印度),同时新建2个单模属:以产于日本、花瓣无距、复叶具2枚小叶的 *E. diphyllum* 建立 *Aceranthus*;以产于美洲、花部三基数的 *E. hexandra* 建立 *Vancouveria*。但随着花瓣无距的3个中国种类 *E. campanulatum*、*E. ecalcaratum* 和 *E. platypetalum* 的出现,将 *Aceranthus* 作为新属就显得不再合理;而 *Vancouveria* 受后人争议的则是处理为属还是降级为 *Epimedium* 亚属的问题。Fischer 等<sup>[3]</sup>根据花茎上叶的有无及地理分布将本属分为3个组,Sect. *Macroceras*(花茎具复叶,分布于日本)、Sect. *Microceras*(花茎具复叶,分布于欧洲和印度)和 Sect. *Rhizophyllum*(花茎无叶,分布于高加索)。Baillon<sup>[4]</sup>对该属的修订保留了 Sect. *Macroceras* 和 Sect. *Microceras*,同时建立1个相当于 Sect. *Rhizophyllum* 的新组 Sect. *Dimorphophyllum*。另外 Baillon 还将 *Aceranthus* 和 *Vancouveria* 分别降级作为 *Epimedium* 的一个组处理。Franchet<sup>[5]</sup>分淫羊藿属为两亚属:Subg. *Epimedium* 和 subg. *Vancouveria*。Komarov<sup>[6]</sup>采纳了 Franchet 的亚属划分。Stearn<sup>[7]</sup>对本属进行了全面修订,记录了23种,并把温哥华亚属分出,恢复温哥华属。Stearn<sup>[8]</sup>收载本属54种之多,这其中主要是中国种类的增加,有40种,仅 Stearn 在1993~1998年之间,就发表了16个新种,他依据的主要是日本人 Mikinori Ogiu 在中国采集并栽培在英国植物园的材料,由此出现了大量的新种,又由于种间杂交往往可育,致使后来又出现很多杂交种,这样该属的种间关系变得错综复杂,属下分类十分困难。

数量分类学是传统分类学与统计学、计算机技术相结合的边缘学科,它可以客观地、全面地、真实地、可信地解决分类学问题,验证过去的分类结果,处理和解释一些传统分类有争议的疑问<sup>[9]</sup>。本研究以中国科学院植物研究所标本馆的腊叶标本和相关文献为基础,对淫羊藿属所有物种的形态学性状进

行数量统计,应用数量分类学方法进行分析,旨在为淫羊藿属的属下分类提供证据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

本研究以 Stearn(2002) 分类系统为依据,在中国科学院植物研究所标本馆馆藏标本和广泛阅读淫羊藿属文献的基础上,对55种淫羊藿属植物种间关系进行探讨。

### 1.2 方法

Franchet<sup>[5]</sup>曾把温哥华属作为淫羊藿属的一个亚属。且无论是根据形态特征,孢粉学特征,还是根据分子生物学研究和种子散布的生态机制,都表明淫羊藿属与温哥华属之间有着密切的亲缘关系,视两者为可能来自共同祖先的姐妹群<sup>[1]</sup>。因此选取温哥华属、山荷叶属(*Diphylleia* Michx.)和十大功劳属(*Mahonia* Nutt.)为外类群。

根据数量分类性状选取原则<sup>[10~11]</sup>共收集了45个性状指标(表1)。数量性状以原始数据的平均数直接进行赋值,质量性状根据每一性状的不同类型被编码为0、1、2等数字。

采用 NTSYS-pc 2.10e 软件进行聚类分析和主成分分析<sup>[12]</sup>。聚类分析时首先要标准化,消除不同量纲对数据分析产生的影响,再对标准化数据计算分类单位之间的平均欧式距离系数,然后采用 UPGMA 法进行聚类分析,最后作出分类单位聚类结果的树形图,即亲缘关系表征图。主成分分析要在标准化的基础上计算分类单位之间的相关系数,然后求出相关系数的特征值和特征向量,最后得到特征性状在前6主成分中的负荷量,以及分类单位在三维空间的散点图。

## 2 结果与分析

### 2.1 聚类分析

聚类分析结果如图1所示。为了更好地对聚类结果进行分析,利用 NTSYS 软件做结合线,可以看到在欧式距离为8.34处可以分为10个类群。类群1含有25个种,除 *E. shuichengense* 之外均为大花类群的种类,其主要特征是花瓣远长于内轮萼片,花直径大于1 cm。包括 Ser. *Davidianae* 和 Ser. *Dolichocerae*,但2系混杂存在没有明显的聚类。类群2含有18个种,均为小花类群的种类,其主要特征是花瓣短于内轮萼片,花直径小于1 cm。主要包括 Ser. *Campanulatae*、Ser. *Brachycerae* 和 Sect.

**表 1 淫羊藿属植物的性状及编码**  
Table 1 Morphological characters and their state codes of *Epidendrum*

性状名称 Morphological character	编码 Code
1 根状茎是否结节 Rhizome tuberous	是 0, 否 1 Yes 0, No 1
2 叶类型 Type of leaf	单叶 0, 三出复叶 1 Unifoliate 0, Ternate 1
3 小叶数量 Number of leaflet	$1=0, 3=1, 5=2, 9=3, >9=4$
4 叶着生位置 Location of leaf	茎生 0, 基生和茎生 1, 基生 2 Cauline 0, Basal and caulin 1, Basal 2
5 茎生叶数量 Number of caulin leaf	$>2=0, 2=1, 1=2, 0=3$
6 茎生叶排列方式 Arrangement of caulin leaf	互生 0, 对生 1, 轮生 2 Alternate 0, Opposite 1, Whorled 2
7 叶片质地 Leaf texture	革质 0, 纸质 1 Coriaceous 0, Chartaceous 1
8 叶片形状 Shape of leaf	椭圆形 0, 卵形 1, 披针形 2 Elliptic 0, Ovate 1, Lanceolate 2
9 叶尖形状 Shape of blade apex	钝 0, 急尖 1, 渐尖 2 Obtuse 0, Acute 1, Acuminate 2
10 叶缘刺齿 Spinose-serrate of leaf margin	无 0, 具疏刺齿 1, 具密刺齿 2 Absent 0, Sparse spinose-serrate 1, Dense spinose-serrate 2
11 叶基形状 Shape of blade base	楔形 0, 浅心形 1, 心形 2, 深心形 3 Cuneate 0, Shallowly cordate 1, Cordate 2, Deeply cordate 3
12 叶缘是否波状 Leaf margin undulate	否 0, 是 1 No 0, Yes 1
13 叶基两侧圆裂片是否相等 Rounded lobes subequal	是 0, 否 1 Yes 0, No 1
14 叶面被毛 Hair on the upper leaf-surface	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
15 叶背被毛 Hair on the lower leaf-surface	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
16 叶背被白粉 White powder on the lower leaf-surface	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
17 叶背具乳突 Papilla on the lower leaf-surface	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
18 花序类型 Type of inflorescence	总状花序 0, 聚伞花序 1, 圆锥花序 2 Raceme 0, Cyme 1, Panicle 2
19 花梗被毛 Hair on the peduncle	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
20 花颜色 Colour of flower	黄色 0, 白色 1, 红色 2, 紫色 3 Yellow 0, White 1, Red 2, Purple 3
21 萼片轮数 Whorls of sepal	$3=0, 2=1$
22 外萼片形状 Shape of outer sepal	卵形 0, 长圆形 1, 披针形 2, 三角形 3 Ovate 0, Oblong 1, Lanceolate 2, Deltoid 3
23 外萼片颜色 Colour of outer sepal	紫色 0, 绿色 1, 红色 2, 白色 3, 棕色 4, 暗黑色 5 Purple 0, Green 1, Red 2, White 3, Brown 4, Black 5
24 内萼片形状 Shape of inner sepal	椭圆形 0, 卵形 1, 披针形 2, 三角形 3, 船形 4, 钝圆 5, 竹片状 6 Elliptic 0, Ovate 1, Lanceolate 2, Deltoid 3, Cymbiform 4, Cochlear 5, Spatulate 6
25 内萼片颜色 Colour of inner sepal	白色 0, 黄色 1, 红色 2, 紫色 3, 绿色 4 White 0, Yellow 1, Red 2, Purple 3, Green 4
26 距 Spur	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
27 距基部具瓣片 Petaloid lamina at the base of spur	无 0, 有 1 Absent 0, Present 1
28 距是否弯曲 Spur curved	否 0, 是 1 No 0, Yes 1
29 花瓣颜色 Colour of petal	黄色 0, 紫色 1, 白色 2, 棕色 3, 红色 4 Yellow 0, Purple 1, White 2, Brown 3, Red 4
30 花瓣与内萼片长度比 Ratio of petal length to inner sepal length	$>1=0, <1=1$
31 根状茎直径 Diameter of rhizome/mm	—
32 株高 Height of plant/cm	—
33 叶片长度 Length of leaf/cm	—
34 叶片宽度 Width of leaf/cm	—
35 花序长度 Length of inflorescence/cm	—
36 小花朵数 Number of floret	—
37 花梗长度 Length of peduncle/mm	—
38 花直径 Diameter of flower/mm	—
39 外萼片长度 Length of outer sepal/mm	—
40 内萼片长度 Length of inner sepal/mm	—
41 内萼片宽度 Width of inner sepal/mm	—
42 花瓣长度 Length of petal/mm	—
43 雄蕊长度 Length of stamen/mm	—
44 花药长度 Length of anther/mm	—
45 花丝长度 Length of filament/mm	—

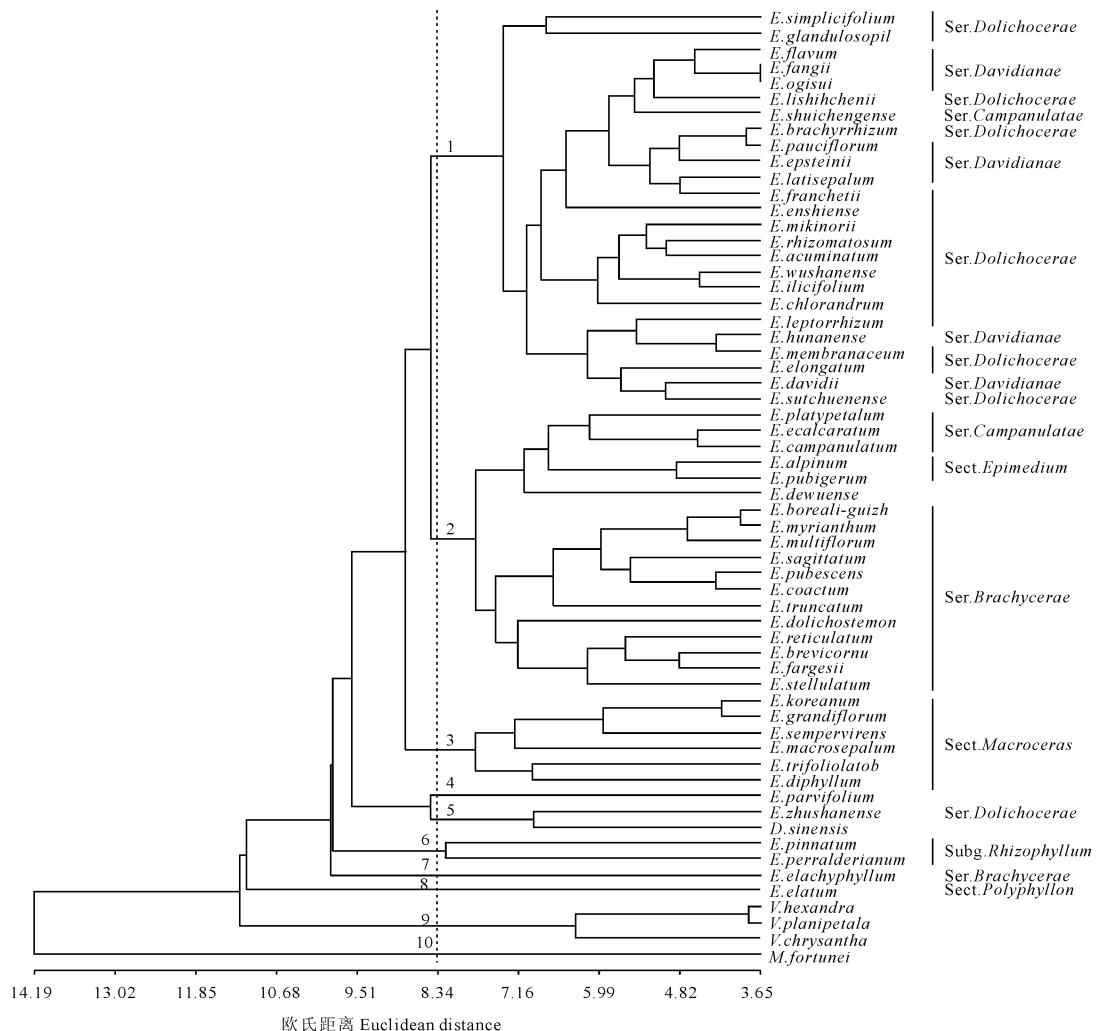


图1 淫羊藿属植物欧氏距离聚类分析图

Fig. 1 The clustering dendrogram with coefficient of Euclidean distance clustered by UPGMA showing the relationship of the species of the genus *Epimedium*

*Epimedium* 以及 *E. dewuense* 和 *E. multiflorum*。其中 Ser. *Campanulatae* 和 Ser. *Brachycerae* 明显聚为两类,而 Sect. *Epimedium* 首先和 Ser. *Campanulatae* 聚在一起。类群 3 为 Sect. *Macroceras* 的 6 个种。其主要特征为花茎具 1 叶,花大,花瓣长于内轮萼片,无距或具长距。类群 4 仅 *E. parvifolium* 1 种。类群 5 包括 *E. zhushanense* 和外类群山荷叶属 *D. sinensis*。类群 6 为 Subg. *Rhizophyllum* 的 2 种,区别于其他类群的最显著特征是花茎上无叶。类群 7 仅 *E. elachiphyllum* 1 种。类群 8 为 Sect. *Polyphyllum*,此组仅 1 种,区别于其他类群的最显著特征是茎上生叶 3~8 枚。类群 9 和 10 分别为外类群温哥华属和十大功劳属。

## 2.2 主成分分析

由表 2 可看出,在第 1 主成分中,花瓣与内萼片

长度比、萼片轮数、花瓣是否具距、叶背是否被白粉、叶背是否具乳突、叶缘是否波状等性状负载值的绝对值都在 0.80 以上,信息负荷量最大,在本属分类中起主要作用。在第 2 主成分中,花瓣长度、花直径、茎生叶排列方式、小花朵数等性状负载值的绝对值都在 0.70 以上,信息负荷量较大,对分类较为重要。在第 3 至第 6 主成分中,花序长度、茎生叶数量、叶基形状、叶片形状、花颜色等性状负载值的绝对值在 0.59 以上,在分类中也有一定的作用。

主成分分析结果(表 3)显示:前 3 个主成分累积贡献率为 51.86%,直到第 6 个主成分累积贡献率达到 72.15%,增值比较缓慢。

由表 3 结果可知,前 3 个主成分的贡献率分别为 24.74%、17.28% 和 9.83%,用前 3 个主成分做三维散点图(图 2),可看出各类群分类地位不太明

表 2 淫羊藿属植物形态性状主成分负荷值

Table 2 Morphological characters of *Epimedium* and the loadings of first six principal components (PC)

性状名称 Morphological character	前 6 个主成分的负荷值(大于 0.500 000) Loading of first six PC(Marked loadings are > 0.500 000)					
	第一主成分 PC1	第二主成分 PC2	第三主成分 PC3	第四主成分 PC4	第五主成分 PC5	第六主成分 PC6
花瓣与内萼片长度比 Ratio of petal length to inner sepal length	0.885 622	0.171 834	-0.146 874	0.114 587	0.165 514	0.039 977
距是否弯曲 Spur curved	0.614 334	-0.371 765	0.053 220	0.062 131	-0.122 044	-0.175 798
叶背是否有毛 Hair on the lower leaf-surface	0.711 807	-0.008 132	0.094 898	-0.216 889	-0.040 204 5	-0.175 524
萼片轮数 Whorls of sepal	0.859 419	0.203 185	0.016 881	0.154 855	-0.256 285	-0.034 130
根状茎是否结节状 Rhizome tuberous	0.575 202	0.027 199	0.394 782	0.079 926	0.100 013	0.261 118
花瓣是否具距 Spur	0.822 528	-0.405 434	0.149 860	0.082 219	0.000 979	-0.150 970
花瓣长度 Length of petal	-0.191 328	-0.809 766	0.211 762	0.025 875	0.004 134	-0.113 313
花梗是否被毛 Hair on the peduncle	0.395 472	0.131 342	-0.003 328	0.077 702	0.183 332	0.566 490
花梗长度 Length of peduncle	-0.589 553	-0.000 199	0.110 133	0.458 660	-0.213 484	-0.097 342
花序类型 Type of inflorescence	0.624 644	0.191 354	-0.335 563	-0.409 250	0.226 289	-0.102 348
花序长度 Length of inflorescence	-0.345 193	0.338 176	-0.773 199	-0.080 254	-0.141 194	-0.191 548
花颜色 Colour of flower	0.024 380	0.402 501	-0.215 720	0.099 557	-0.131 006	0.632 576
花直径 Diameter of flower	-0.228 158	-0.844 483	0.352 272	0.044 004	0.039945	0.098 828
茎生叶排列方式 Arrangement of cauline leaf	-0.338 978	0.706 340	0.318 996	0.154463	-0.290 239	0.142 880
茎生叶数量 Number of cauline leaf	-0.155 578	0.514 209	0.593 645	-0.290 619	-0.326 357	0.224 703
距基部是否具瓣片 Petaloid lamina at the base of spur	0.708 951	-0.547 530	0.065 925	0.087 949	-0.010 066	-0.137 799
小花朵数 Number of floret	0.428 970	0.701 630	-0.323 982	-0.247 513	0.089 090	0.043 487
小叶数量 Number of leaflet	-0.206 590	0.387 142	0.302 672	-0.537 517	0.369 635	0.048 885
叶背是否被白粉 White powder on the lower leaf-surface	0.818 902	0.048 377	0.054 007	0.149 538	-0.113 663	0.202 569
叶背是否具乳突 Papilla on the lower leaf-surface	0.871487	-0.157 194	0.031 935	-0.153 929	-0.029 184	-0.036 515
叶基两侧圆裂片是否相等 Rounded lobes subequal	0.116 895	0.392 640	0.286 531	0.454 893	0.534 316	-0.123 527
叶基形状 Shape of blade base	-0.079 164	0.344 693	-0.111 931	0.633 802	-0.22 2031	0.083 534
叶尖形状 Shape of blade apex	-0.114 741	0.555 501	0.190 046	0.369 200	-0.183 684	-0.075 559
叶类型 Type of leaf	-0.048 508	0.567 524	0.076 692	0.088 745	0.075 021	-0.370 165
叶片形状 Shape of leaf	0.134 289	0.295 080	-0.080 816	0.590 101	0.441 637	0.148 640
叶缘是否波状 Leaf margin undulate	0.829 008	0.041 528	0.021 197	-0.173 562	0.075 958	-0.069 019
叶着生位置 Location of leaf	0.546 540	0.543 547	0.286 646	0.117 256	-0.215 957	-0.361 051

表 3 淫羊藿属数据前 6 个主成分的特征值、贡献率和累积贡献率

Table 3 Eigenvalue, percent and cumulative of the first six principal components of *Epimedium*

主成分排序 Principal component	特征值 Eigenvalue	贡献率 Percent/%	累积贡献率 Cumulative/%
1	10.145 005 00	24.743 9	24.743 9
2	7.085 981 46	17.282 9	42.026 8
3	4.030 202 61	9.829 8	51.856 6
4	3.566 425 53	8.698 6	60.555 2
5	2.402 167 99	5.858 9	66.414 1
6	2.350 618 33	5.733 2	72.147 3

确,但也能明显看出两个种类密集区分别是大花类群和小花类群, Sect. *Epimedium* 和外类群温哥华属明显集中在一起,Sect. *Macroceras* 大部分种类集中在一起,只有 1 种稍分散。

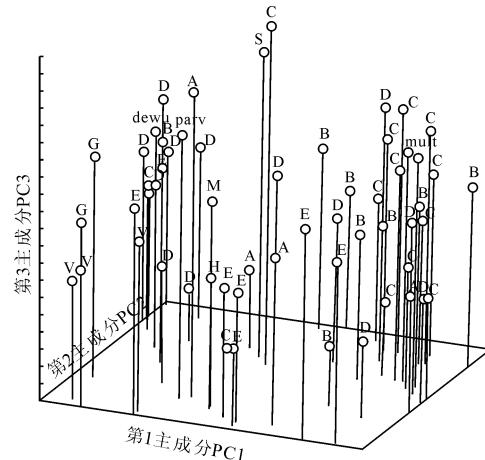


图 2 淫羊藿属植物前 3 主成分在空间上的散点图

Fig. 2 The scatterplots of the first three principal components of the genus *Epimedium*

A. Ser. *Campanulatae*; B. Ser. *Davidianae*; C. Ser. *Dolichocerae*; D. Ser. *Brachycerae*; E. Sect. *Macroceras*; F. Sect. *Polyphyllum*; G. Sect. *Epimedium*; H. Subg. *Rhizophyllum*

### 3 讨论

#### 3.1 淫羊藿属植物属内关系

淫羊藿属植物的属下分类一直存在着争议。Stearn(2002)将淫羊藿属分为两个亚属:Subg. *Rhizophyllum*(包括来自高加索和北非的2个种)和Subg. *Epimedium*, Subg. *Epimedium* 亚属下分4个组:Sect. *Macroceras*(包括来自日本、朝鲜、中国东北及俄罗斯远东地区的6个种)、Sect. *Polyphyllon*(包括来自西喜马拉雅的1个种)、Sect. *Epimedium*(包括来自欧洲、高加索地区和土耳其北部的2个种,其一为本属的模式种)和Sect. *Diphyllon*。Sect. *Diphyllon*中种类最多,均来自中国,此组下分4个系:Ser. *Campanulatae*、Ser. *Davidianae*、Ser. *Dolichocerae*和Ser. *Brachycerae*。王悦云等<sup>[13]</sup>和徐文芬等<sup>[14]</sup>按花瓣与内萼片长度比和花直径将淫羊藿属中国种类分成小花类群和大花类群。其中小花类群包括Stearn(2002)Ser. *Campanulatae*和Ser. *Brachycerae*中的种类,以及一些未收入该系统的种(如:*E. dewuense*等)。其下分4个组:花瓣扁平型组(Sect. *Campanulatae*)、花瓣浅兜型组(Sect. *Gibbae*)、花瓣囊形组(Sect. *Sacciferae*)和花瓣具短距组(Sect. *Calcar*)。而大花类群包括Stearn(2002)Ser. *Davidianae*和Ser. *Dolichocerae*以及*E. koreanum*等。在聚类分析图(图1)中基本上得到了与Stearn和何顺志等相同的分类结果,但在类群1中Ser. *Davidianae*和Ser. *Dolichocerae*混杂在一起出现,没有明显的聚类。郭宝林<sup>[15]</sup>通过对花粉外壁纹饰及黄酮类化合物的研究也认为Stearn的部分种类在系的归属上值得商榷。张明理<sup>[16]</sup>通过对38种淫羊藿植物的两个序列核DNA ITS和叶绿体DNA atpB-rbcL的研究,认为虽然中国种类与其他地区种类可以分开,但在中国的种类之间却多以并系表现、没有太高的分辨率区分,更谈不上讨论地理分化。

在类群2中Ser. *Campanulatae*和Ser. *Brachycerae*明显聚为两类,而Ser. *Campanulatae*和Sect. *Epimedium*却先聚在一起,这与Stearn的观点有差

异,Sect. *Epimedium*的*E. alpinum*和*E. pubigerum*虽然不是中国的种类,但他们的花瓣长度短于内轮萼片长度,也符合小花类群的特征。支持Stearn对Sect. *Macroceras*、Sect. *Polyphyllon*和Subg. *Rhizophyllum*的处理。从聚类的结果看,*E. parvifolium*、*E. zhushanense*和*E. elachyphyllum*分类地位不明确,可能是用于统计的数据量太少的缘故。

从主成分分析结果来看,淫羊藿属数据前3个主成分累积贡献率为51.86%,直到第6个主成分累积贡献率达到72.15%,虽然也符合主成分分析的要求,但各性状的贡献率分散,累积贡献率增长不明显,这可能与本属种内不同性状演化不均衡,同种各器官原始与进化性状常同时出现,演化过程中性状变异多样化和复杂化有关。尽管前三主成分散点图的结果不如聚类分析的聚类明显,但还是能看出两个种类聚集区是大花类群和小花类群(图2),这说明在前三主成分中,几个高负载值的性状所起的作用还是较大的。结合聚类分析和主成分分析的结果,支持将淫羊藿属中国种类划分为大花类群和小花类群。

#### 3.2 淫羊藿属植物种间关系

关于*E. shuichengense*一直存在争议,Stearn将其放入花瓣扁平、无距的Ser. *Campanulatae*显然不合理,因*E. shuichengense*距长4~5 mm。王悦云、何顺志等<sup>[13]</sup>以其花瓣具短距放入Sect. *Calcar*中,而本研究中,*E. shuichengense*则出现在大花类群中,这可能与其内萼片与花瓣几等长,是大花类群与小花类群的过渡类型,花粉形态也介于两者之间有关。杜明凤等<sup>[17]</sup>通过对淫羊藿属PCR-RFLP遗传多样性研究,认为*E. pauciflorum*、*E. lishichenii*和*E. shuichengense*近缘,这与本研究结果接近。郭宝林等<sup>[18]</sup>通过对淫羊藿属黄酮类化合物的研究,将*E. mikinorii*和*E. ilicifolium*由Ser. *Davidianae*归入Ser. *Dolichocerae*中,与本研究结果相吻合,而将*E. reticulatum*由Ser. *Brachycerae*归入Ser. *Dolichocerae*与本研究结果不相符,值得进一步探讨。

#### 参考文献:

- [1] YING T SH(应俊生). Petal evolution and distribution patterns of *Epimedium* L. (Berberidaceae)[J]. *Acta Phytotaxonomica Sinica*(植物分类学报), 2002, 40(6): 481—489(in Chinese).

- [2] MORREN C,DECAISNE J. Observations sur la Flore du Japon, suivies de la monographie du genre *Epimedium*[J]. *Des Annales Des Sciences Naturelles*,1834,2:347—351.
- [3] FISCHER F E L,MEYER C A. *Sertum Petropolitanum*[M]. Saint-Pétersbourg:Jardin,1846.
- [4] BAILLON H. Remarques sur l'organisation des Berberidées. [J]. *Adansonia*,1862,2:268—291.
- [5] FRANCHET A. Sur les espèces du genre *Epimedium*[J]. *Bulletin de la Société Botanique de France*,1886,33:38—41,103—116.
- [6] KOMAROV V L. Revisio critica specierum generis *Epimedium* L. [J]. *Trudy Imperatorskago St.-Petersburgskago Botanicheskago*, 1908,29:125—151
- [7] STEARN W T. *Epimedium* and *Vancouveria* (Berberidaceae), a monograph[J]. *Botanical Journal of the Linnean Society*,1938,51:409—555.
- [8] STEARN W T. The genus *Epimedium* and other herbaceous Berberidaceae including the genus *Podophyllum*[M]. European: The Bath Press,2002;49.
- [9] ZHANG M L(张明理). The popular methods for numerical taxonomy of plant[J]. *Acta Bot. Boreal.-Occident. Sin.*(西北植物学报), 1986,6(1):67—80(in Chinese).
- [10] 钟 扬,陈家宽,黄德世. 数量分类的方法与程序[M]. 武汉:武汉大学出版社,1989.
- [11] 徐克学. 数量分类学[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [12] KYNDT T,ROMEIJN-PEETERS E,VAN DROOGENBROECK B,*et al*. Species relationships in the genus *Vasconcellea* (Caricaceae) based on molecular and morphological evidence[J]. *American Journal Botany*,2005,92(6):1 033—1 044.
- [13] WANG Y Y(王悦云),HE SH ZH(何顺志),XU W F(徐文芬). Systematics of small-flowered taxa of *Epimedium* L. in China[J]. *Guizhou Science*(贵州科学),2009,27(4):43—49(in Chinese).
- [14] XU W F(徐文芬),HE SH ZH(何顺志). Species and geographic distribution of large-flowered taxa of *Epimedium* in China[J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials*(中药材),2005,28(4):267—271(in Chinese).
- [15] GUO B L(郭宝林),XIAO P G(肖培根),HE SH ZH(何顺志). The pollen exine ornamentation of *Epimedium* and its taxonomic significance[J]. *Acta Botanica Yunnanica*(云南植物研究),1998,20(2):220—224(in Chinese).
- [16] ZHANG M L,UHINK C H,KADEREIT J W. The phylogeny and biogeography of *Epimedium*/*Vancouveria* (Berberidaceae): western North American-East Asian disjunctions, the origin of European Mountain plant taxa and East Asian specific diversity[J]. *Systematic Botany*,2007,32(1):81—92.
- [17] DU M F(杜明凤),LI M J(李明军),CHEN Q F(陈庆富). Study on PCR-RFLP genetic diversity of genus *Epimedium* L. [J]. *Chinese Herbal Medicine*(中草药),2012,43(3):562—567(in Chinese).
- [18] GUO B L(郭宝林),PEI L K(裴利宽),XIAO P G(肖培根). Further research on taxonomic significance of flavonoids in *Epimedium* (Berberidaceae)[J]. *Journal of Systematics and Evolution*(植物分类学报),2008,46(6):874—885(in Chinese).