

## 淫羊藿属植物黄酮类化合物的分类学意义再探

郭宝林\* 裴利宽 肖培根

(中国医学科学院中国协和医科大学药用植物研究所 北京 100094)

### Further research on taxonomic significance of flavonoids in *Epimedium* (Berberidaceae)

Bao-Lin GUO\* Li-Kuan PEI Pei-Gen XIAO

(Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100094, China)

**Abstract** In this paper, 129 leaf samples from 35 species and one variety of the Chinese *Epimedium* (Berberidaceae), most of which were placed under subgen. *Epimedium* and sect. *Diphyllon*, were analyzed by HPLC method. The HPLC chromatogram profiles of all the samples for icariin and similar compounds were achieved, sorted and analyzed. According to the second peak group (named as “ABCI” peak group) characters, chromatograms were divided into four main types and nine subtypes. By correlation analysis with flower morphology, II-3 was suggested to be the most primitive type; II-1, IV and I-3 were primitive and closely related to II-3; I-1 was basic type; I-2, I-4, III and II-2 were derived types. The HPLC chromatogram type division corresponds to W. T. Stearn’s classification on sect. *Diphyllon* with four series in 2002.

**Key words** chemotaxonomy, *Epimedium*, flavonoids, HPLC chromatogram.

**摘要** 利用HPLC方法,对中国淫羊藿属*Epimedium*,主要是*Epimedium*亚属*Diphyllon*组的35种1变种129个植物叶片样品进行了淫羊藿苷类黄酮化合物的HPLC指纹图谱特征分析。主要依据样品图谱中的第二组峰“ABCI”组峰特征将所有图谱归为4大类9亚类,通过与花形态性状的关联分析,确定不同类型图谱以及包含色谱峰的演化关系,并且提出:II-3是最原始的类型,II-1、IV、I-3为原始类型直接衍生的类型;I-1为基本类型,I-2、I-4、III、II-2为进化或者是特化类型。HPLC图谱类型的划分与W. T. Stearn 2002年发表的淫羊藿属分类系统*Diphyllon*组下4个系的划分具有较好的相关性。

**关键词** 化学分类;淫羊藿属;黄酮类化合物;HPLC色谱指纹图谱

小檗科Berberidaceae淫羊藿属*Epimedium* L.在1980年之后不断有新类群被发表,目前淫羊藿属已经包括了57种(应俊生, 2001; Stearn, 2002; 何顺志, 徐文芬, 2003; 郭宝林等, 2007),成为小檗科的一个中等属。新发表的32个新类群全部来自中国,中国的种类已经有47个。中国是北半球淫羊藿属植物的分化中心,并有可能是起源中心(应俊生, 2002)。

Stearn (2002)总结了以往的研究结果,主要是Takahashi (1989)对染色体C带的研究,并依据新发现的类群及形态特征,在其新专著中对他本人1938年的分类系统进行了调整。主要的调整是将除朝鲜淫羊藿*E. koreanum* Nakai之外的其他的中国种类放在subgen. *Epimedium* sect. *Diphyllon* (Kom.) Stearn。

Stearn分类系统如下。

#### I. Subgenus *Epimedium*

##### i. Section *Diphyllon* (Kom.) Stearn (来自中国)

###### A. Series *Campanulatae* Stearn

1. *E. campanulatum* M. Ogisu
2. *E. platypetalum* K. Meyer 茂汶淫羊藿
3. *E. ecalcaratum* G. Y. Zhong 无距淫羊藿
4. *E. shuichengense* S. Z. He 水城淫羊藿

###### B. Series *Davidianae* Stearn

5. *E. davidii* Franch. 宝兴淫羊藿
6. *E. fangii* Stearn 方氏淫羊藿
7. *E. humanense* (Hand.-Mazz.) Hand.-Mazz. 湖南淫羊藿
8. *E. flavum* Stearn 天全淫羊藿
9. *E. ilicifolium* Stearn 镇坪淫羊藿
10. *E. epsteinii* Stearn 紫距淫羊藿
11. *E. latisepalum* Stearn 宽萼淫羊藿
12. *E. ogisui* Stearn 芦山淫羊藿
13. *E. pauciflorum* K. C. Yen 少花淫羊藿
14. *E. mikinorii* Stearn 直距淫羊藿

###### C. Series *Dolichocerae* Stearn

15. *E. elongatum* Kom. 川西淫羊藿

2008-05-30 收稿, 2008-08-30 收修改稿。

\* 通讯作者(Author for correspondence. Tel.: 86-10-62895049; Fax: 86-10-62895049; E-mail: guobaolin010@yahoo.com.cn)。

16. *E. membranaceum* K. Meyer 薄叶淫羊藿  
 17. *E. rhizomatosum* Stearn 强茎淫羊藿  
 18. *E. lishihchenii* Stearn 时珍淫羊藿  
 19. *E. acuminatum* Franch. 粗毛淫羊藿  
 20. *E. franchetii* Stearn 木鱼坪淫羊藿  
 21. *E. enshiense* B. L. Guo & Hsiao 恩施淫羊藿  
 22. *E. sutchuenense* Franch. 四川淫羊藿  
 23. *E. chlorandrum* Stearn 绿药淫羊藿  
 24. *E. wushanense* T. S. Ying 巫山淫羊藿  
 25. *E. leptorrhizum* Stearn 黔岭淫羊藿  
 26. *E. brachyrrhizum* Stearn 短茎淫羊藿  
 27. *E. simplicifolium* T. S. Ying 单叶淫羊藿  
 28. *E. zhushanense* K. F. Wu & S. X. Qian 竹山淫羊藿  
 29. *E. baojingense* Q. L. Chen & B. M. Yang 保靖淫羊藿  
 30. *E. gladulosopilosum* H. R. Liang 腺毛淫羊藿  
 D. Series *Brachycerae* Stearn  
 31. *E. pubescens* Maxim. 柔毛淫羊藿  
 32. *E. brevicornu* Maxim. 淫羊藿  
 33. *E. reticulatum* C. Y. Wu 革叶淫羊藿  
 34. *E. sagittatum* (Sieb. & Zucc.) Maxim. 箭叶淫羊藿  
 35. *E. myrianthum* Stearn 天平山淫羊藿  
 36. *E. stellulatum* Stearn 星花淫羊藿  
 37. *E. dolichostemon* Stearn 长蕊淫羊藿  
 38. *E. fargesii* Franch. 川鄂淫羊藿  
 39. *E. elachyphyllum* 小叶淫羊藿  
 40. *E. truncatum* H. R. Liang 偏斜淫羊藿  
 41. *E. coactum* H. R. Liang & W. M. Yan 毡毛淫羊藿  
 42. *E. boreali-guizhouense* S. Z. He & Y. K. Yang 黔北淫羊藿  
 43. *E. lobophyllum* L. H. Liu & B. G. Li 裂叶淫羊藿  
 ii. Section *Macroceras* C. Morren & Decne (来自日本, 朝鲜, 中国东北, 俄罗斯远东)  
 44. *E. grandiflorum* C. Morren  
 45. *E. sempervirens* Nakai ex F. Maek.  
 46. *E. koreanum* Nakai 朝鲜淫羊藿  
 47. *E. macrosepalum* Stearn  
 48. *E. trifoliolobinatum* (Koidz.) Koidz.  
 49. *E. diphyllum* Lodd.  
 iii. Section *Polyphyllon* (Kom.) Stearn (来自西喜马拉雅)  
 50. *E. elatum* Morr. & Decne.  
 iv. Section *Epimedium* (来自欧洲, 高加索地区和土耳其北部)  
 51. *E. alpinum* L.  
 52. *E. pubigerum* Morr. & Decne.  
 II. Subgenus *Rhizophyllum* (Fisch. & C. A. Mey.) Stearn (来自高加索地区和北非)  
 53. *E. pinnatum* Fisch.  
 54. *E. perralderianum* Coss.

该分类系统的主要划分依据是地理分布、花茎上叶的数目和花的大小(以及花瓣形态、花瓣与内轮萼片的相对大小), 并得到了染色体C带特征的支持。如subgen. *Rhizophyllum*由花茎上无叶的两个种构成; subgen. *Epimedium*的sect. *Macroceras*和sect.

*Epimedium*都是花茎具1叶, 前者花大, 花瓣长于内轮萼片, 无距或具长距, 后者花小, 花瓣短于内轮萼片; sect. *Polyphyllon*仅有1种*E. elatum*, 茎上生叶3–8枚; sect. *Diphyllum*为花茎具叶2枚。依据花瓣特征分为4个系, ser. *Campanulatae*花瓣无距; ser. *Davidianae*花瓣具长距, 并具突出外展的瓣片; ser. *Dolichocerae*花瓣具长距, 没有瓣片; ser. *Brachycerae*花瓣短于内轮萼片, 通常仅长1–4 mm。花瓣无距的类群是淫羊藿属以至小檗科的原始类群, 根据Stearn (2002)和应俊生(2002)对花形态的演化分析, sect. *Diphyllum*的4个系在花瓣形态上呈现完整而连续的演化系列。根据各系对形态特征的界定, 未收入该系统的多花淫羊藿*E. multiflorum* T. S. Ying (应俊生, 2001)、德务淫羊藿*E. dewuense* S. Z. He, Probst & W. F. Xu (何顺志, 徐文芬, 2003)和青城山淫羊藿*E. qingchengshanense* G. Y. Zhong & B. L. Guo (郭宝林等, 2007)应该归于ser. *Brachycerae*, 拟巫山淫羊藿*E. pseudowushanense* B. L. Guo (郭宝林等, 2007)归于ser. *Dolichocerae*。

Stearn在其专著中, 对于在中国发表的新类群只获得少量标本或者未获标本而未能进行较好的比较和分析, 部分种类在系的归属上值得商榷, 如水城淫羊藿经作者在模式产地考察, 花瓣具长距, 瓣片突出外展(郭宝林0618, IMD), 又查看模式标本, 原始描述依据的花是未完全成熟的花, 描述为花瓣无距是不正确的, 因此应该归于ser. *Davidianae*。经过对模式标本的查看, 革叶淫羊藿原始描述依据的也是未完全开放的花, 实际花瓣具长距(郭宝林0612, IMD), 与薄叶淫羊藿近缘, 应该归于ser. *Dolichocerae*。

淫羊藿属中sect. *Diphyllum*包含的种类最多, 形态变化丰富, Stearn也认为其是一个复杂的异质的群体(2002)。如sect. *Diphyllum*的类群特征为: 花茎具2枚对生叶, 小叶常3枚, 花茎上叶的数目和复叶中小叶数目在其他组中是稳定的, 而在sect. *Diphyllum*内, 茂汶淫羊藿、钟状淫羊藿、天全淫羊藿、紫距淫羊藿、黔岭淫羊藿、短茎淫羊藿、小叶淫羊藿等7个种花茎生叶1枚或者常为1枚, 川西淫羊藿和宝兴淫羊藿常生有第3枚互生叶; 淫羊藿、川西淫羊藿小叶9枚, 宝兴淫羊藿、天全淫羊藿、茂汶淫羊藿、无距淫羊藿等4种小叶3–9枚不等, 单叶淫羊藿、竹山淫羊藿、保靖淫羊藿、腺毛淫羊藿、小叶淫羊藿

等5种为单叶或者种内常有单叶变异类型存在。此外,主要依据花瓣是否有瓣片来划分的ser. *Davidiana*和ser. *Dolichocerae*,其界限不很清楚,如木鱼坪淫羊藿和保靖淫羊藿有小瓣片或近无瓣片,巫山淫羊藿和镇坪淫羊藿具有具瓣片和不具瓣片的多型性(参见材料来源,每种有多个凭证标本),紫距淫羊藿为非常接近于黔岭淫羊藿的类型,瓣片很小(郭宝林0812, IMD),本文先将上述这些瓣片不是明显突出外展的种类,如镇坪淫羊藿、紫距淫羊藿和直距淫羊藿(瓣片小而皱缩)从ser. *Davidiana*移入ser. *Dolichocerae*讨论。

淫羊藿属下亚属和组间关系比较清楚,sect. *Diphyllon*与其他类群关系比较独立也为新近的研究所证实(Takahashi, 1989; Sun et al., 2005),而sect. *Diphyllon*组下类群间的关系以及类群界限的划分成为淫羊藿属分类学研究的关键点,已有的一些研究也没有提供出很好的证据(郭宝林,肖培根,1999; Sun et al., 2005),本文在对该组大多数物种进行野外调查和采集的基础上,从淫羊藿苷类黄酮成分在HPLC色谱指纹图谱中体现出的特征对sect. *Diphyllon*组下分类进行初步的探讨。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

35种和1变种129个研究样品由作者采集和鉴定,凭证标本存放于中国医学科学院药用植物研究所标本馆(IMD),来源见表1,限于篇幅,表中每1种(变种)最多列出3个来源,其余附在表后。在取样方法上进行了成熟叶片和未成熟叶片比较、成熟叶片的不同采集期比较、居群内不同个体的比较(另文发表),最后确定取样方法为:每一号样品随机取10株个体,每株1枚成熟叶片,混合粉碎,过40目筛,存放于干燥器中24 h以上。

### 1.2 仪器、试剂和方法

对照品:朝藿定A (Epimedin A)、朝藿定B (Epimedin B)、朝藿定C (Epimedin C)、淫羊藿苷 (Icariin)均从该属植物中提取分离,并经四谱鉴定(Guo et al., 1996a-c)。

将样品粉末用稀乙醇提取,提取液过滤定容,进行HPLC分析,具体仪器试剂和方法参见另文(裴利宽等,2007)。

## 2 结果和讨论

### 2.1 淫羊藿HPLC指纹图谱整体特征描述

**2.1.1 图谱组成分析** 淫羊藿HPLC图谱主要由四组色谱峰构成(图1)。其中第二组峰,  $15 \text{ min} < t_R < 25 \text{ min}$ ,以朝藿定A(峰1)、朝藿定B(峰2)、朝藿定C(峰3)、淫羊藿苷(峰4)为主构成,它们是淫羊藿中所含的淫羊藿苷类成分中的最主要成分,这一组峰简称为“ABCI”组峰(“ABCI” peak group),本组峰还包括有未知峰A、B、C、D(各峰的位置指定见图2和表2),“ABCI”组峰内各峰的构成和相对强弱为本文的讨论重点。

**2.1.2 图谱类型归类** 依据“ABCI”组峰特征类型对所有样本图谱进行归类,可以归为4大类9个类。

**2.1.2.1 朝藿定C主导谱(I类)(Epimedin C major type, type I)**,表现为“ABCI”组峰以朝藿定C(峰3)为最强峰,特别是朝藿定C峰明显强于淫羊藿苷峰(峰4)。淫羊藿属的大多数种类具有此类图谱,又可以分为下列亚类。

(1)朝藿定C主导-普通类(I-1类)(Epimedin C major-common type, type I-1)(图3),“ABCI”组峰只有4个主峰构成,未知峰D有时呈弱峰存在。

(2)朝藿定C主导-高峰类(I-2类)(Epimedin C major-high peak type, type I-2)(图4),“ABCI”组峰由1-3个含量极高的色谱峰组成,又分为未知峰A+朝藿定C+淫羊藿苷、朝藿定C+淫羊藿苷、未知峰A+朝藿定C和朝藿定C单峰几种情况。

(3)朝藿定C主导-复杂类(I-3类)(Epimedin C major-complex type, type I-3)(图5),“ABCI”组峰除了4个已知主峰,还包括了未知峰A、B、C、D全部或至少2个峰(A和D)比较显著,整个峰群构成复杂。

(4)朝藿定C主导-单峰类(I-4类)(Epimedin C major-single peak type, type I-4)(图6),“ABCI”组峰中仅有中等强度的朝藿定C单峰。

**2.1.2.2 淫羊藿苷主导谱(II类)(Icariin major type, type II)**,表现为“ABCI”组峰中淫羊藿苷峰强于朝藿定C峰。淫羊藿属中的原始类群多具有此类图谱,又可以分为下列亚类。

(1)淫羊藿苷主导-一般类(II-1类)(Icariin major-common type, type II-1)(图7),“ABCI”组峰只有4个主峰构成,淫羊藿苷为最强峰,未知峰D有时以弱峰存在。

表1 材料来源

Table 1 Source of material

分类群 Taxon	采集日期 Time	采样地 Locality	海拔 Elevation (m)	凭证标本 Voucher
茂汶淫羊藿 <i>Epimedium platypetalum</i> K. Meyer	2006-05-08	四川泸定 Luding, Sichuan	2062	郭宝林 (B. L. Guo) 0611
无距淫羊藿 <i>E. ecalcaratum</i> G. Y. Zhong	2005-05-13	四川宝兴 Baoxing, Sichuan	1150	郭宝林 (B. L. Guo) 0539
宝兴淫羊藿 <i>E. davidii</i> Franch.	2005-05-07	四川理县 Li Xian, Sichuan	2245	郭宝林 (B. L. Guo) 0532
	2005-05-12	四川宝兴 Baoxing, Sichuan	1631	郭宝林 (B. L. Guo) 0537
	2006-05-12	四川越西 Yuexi, Sichuan	2276	郭宝林 (B. L. Guo) 0613
湖南淫羊藿 <i>E. hunanense</i> Hand.-Mazz.	2004-03-28	湖南新宁 Xinning, Hunan	806	郭宝林 (B. L. Guo) 0402
	2005-04-22	广西龙胜 Longsheng, Guangxi	1050	裴利宽 (L. K. Pei) 0512
	2005-04-24	广西资源 Ziyuan, Guangxi	1105	裴利宽 (L. K. Pei) 0513
天全淫羊藿 <i>E. flavum</i> Stearn	2006-05-06	四川天全 Tianquan, Sichuan	2237	郭宝林 (B. L. Guo) 0609
少花淫羊藿 <i>E. pauciflorum</i> K. C. Yen	2005-05-06	四川茂县 Mao Xian, Sichuan	1719	郭宝林 (B. L. Guo) 0531
薄叶淫羊藿 <i>E. membranaceum</i> K. Meyer	2005-05-06	四川茂县 Mao Xian, Sichuan	1635	郭宝林 (B. L. Guo) 0529
	2005-05-11	四川什邡 Shifang, Sichuan	1639	郭宝林 (B. L. Guo) 0536
	2006-05-03	四川都江堰 Dujiangyan, Sichuan	1039	郭宝林 (B. L. Guo) 0603
革叶淫羊藿 <i>E. reticulatum</i> C. Y. Wu	2006-05-11	四川金阳 Jinyang, Sichuan	2276	郭宝林 (B. L. Guo) 0612
四川淫羊藿 <i>E. sutchuenense</i> Franch.	2004-04-10	湖北神农架 Shennongjia, Hubei	1598	郭宝林 (B. L. Guo) 0437
	2004-04-10	湖北房县 Fang Xian, Hubei	1220	郭宝林 (B. L. Guo) 0438
腺毛淫羊藿 <i>E. glandulosopilosum</i> H. R. Liang	2004-04-14	重庆巫溪 Wuxi, Chongqing	1159	郭宝林 (B. L. Guo) 0449
黔岭淫羊藿 <i>E. leptorrhizum</i> Stearn	2003-04-15	贵州贵阳 Guiyang, Guizhou	1268	郭宝林 (B. L. Guo) 0321
	2004-04-05	湖南桑植 Sangzhi, Hunan	441	郭宝林 (B. L. Guo) 0420
	2005-04-09	浙江龙泉 Longquan, Zhejiang	1175	郭宝林 (B. L. Guo) 0511
时珍淫羊藿 <i>E. lishihchenii</i> Stearn	2005-03-31	江西庐山 Lushan, Jiangxi	1039	郭宝林 (B. L. Guo) 0503
恩施淫羊藿 <i>E. ensiense</i> B. L. Guo & Hsiao	1989-05-05	湖北恩施 Enshi, Hubei	400	郭宝林 (B. L. Guo) 9013
保靖淫羊藿 <i>E. baojingense</i> Q. L. Chen & B. M. Yang	2003-04-18	湖南吉首 Jishou, Hunan	560	郭宝林 (B. L. Guo) 0332
	2004-04-02	贵州万山 Wanshan, Guizhou	830	郭宝林 (B. L. Guo) 0414
	2004-04-03	湖南保靖 Baojing, Hunan	336	郭宝林 (B. L. Guo) 0418
竹山淫羊藿 <i>E. zhushanense</i> K. F. Wu & S. X. Qian	2004-04-12	湖北竹山 Zhushan, Hubei	483	郭宝林 (B. L. Guo) 0444
木鱼坪淫羊藿 <i>E. franchetii</i> Stearn	2004-04-09	湖北建始 Jianshi, Hubei	1578	郭宝林 (B. L. Guo) 0433
	2004-04-09	湖北兴山 Xingshan, Hubei	884	郭宝林 (B. L. Guo) 0435
	2004-04-10	湖北神农架 Shennongjia, Hubei	1129	郭宝林 (B. L. Guo) 0436
镇坪淫羊藿 <i>E. ilicifolium</i> Stearn	2004-04-15	重庆巫溪 Wuxi, Chongqing	1190	郭宝林 (B. L. Guo) 0450
	2004-04-15	陕西镇坪 Zhenping, Shaanxi	627	郭宝林 (B. L. Guo) 0454
	2004-04-16	陕西平利 Pingli, Shaanxi	464	郭宝林 (B. L. Guo) 0455
川西淫羊藿 <i>E. elongatum</i> Kom.	2006-07-10	四川康定 Kangding, Sichuan	2650	郭宝林 (B. L. Guo) 0610
巫山淫羊藿 <i>E. wushanense</i> Ying	2004-04-09	湖北巴东 Badong, Hubei	812	郭宝林 (B. L. Guo) 0434
	1989-04-18	重庆巫山 Wushan, Chongqing	1100	郭宝林 (B. L. Guo) 89001
	2005-05-03	四川巴中 Bazhong, Sichuan	336	郭宝林 (B. L. Guo) 0524
粗毛淫羊藿 <i>E. acuminatum</i> Franch.	2003-03-23	贵州安龙 Anlong, Guizhou	1333	郭宝林 (B. L. Guo) 0304
	2005-05-02	重庆武隆 Wulong, Chongqing	600	郭宝林 (B. L. Guo) 0523
	2006-05-01	四川叙永 Xuyong, Sichuan	1454	郭宝林 (B. L. Guo) 0602
单叶淫羊藿 <i>E. simplicifolium</i> Ying	2003-07-25	贵州绥阳 Suiyang, Guizhou	736	郭宝林 (B. L. Guo) 0343
	2003-07-27	贵州赤水 Chishui, Guizhou	415	郭宝林 (B. L. Guo) 0345
绿药淫羊藿 <i>E. chlorandrum</i> Stearn	2005-05-13	四川宝兴 Baoxing, Sichuan	1110	郭宝林 (B. L. Guo) 0540
	2006-05-04	四川邛崃 Qionglai, Sichuan	1118	郭宝林 (B. L. Guo) 0607
	2006-05-04	四川芦山 Lushan, Sichuan	1484	郭宝林 (B. L. Guo) 0608
直距淫羊藿 <i>E. mikinorii</i> Stearn	2004-04-08	湖北恩施 Enshi, Hubei	852	郭宝林 (B. L. Guo) 0431

表1 (续) Table 1 (continued)

分类群 Taxon	采集日期 Time	采样地 Locality	海拔 Elevation (m)	凭证标本 Voucher
拟巫山淫羊藿 <i>E. pseudowushanense</i> B. L. Guo	2003-03-27	贵州贵阳 Guiyang, Guizhou	1000	郭宝林 (B. L. Guo) 0310
	2003-03-28	贵州雷山 Leishan, Guizhou	954	郭宝林 (B. L. Guo) 0312
	2005-05-02	广西融水 Rongshui, Guangxi	930	裴利宽 (L. K. Pei) 0518
川鄂淫羊藿 <i>E. fargesii</i> Franch.	2004-04-14	重庆巫溪 Wuxi, Chongqing	818	郭宝林 (B. L. Guo) 0448
长蕊淫羊藿 <i>E. dolichostemon</i> Stearn	2004-04-08	湖北利川 Lichuan, Hubei	1321	郭宝林 (B. L. Guo) 0428
德务淫羊藿 <i>E. dewuense</i> S. Z. He, Prosb. & W. F. Xu	2003-04-21	贵州德江 Dejiang, Guizhou	1209	郭宝林 (B. L. Guo) 0339
青城山淫羊藿 <i>E. qingchengshanense</i> G. Y. Zhong & B. L. Guo	2005-05-09	四川都江堰 Dujiangyan, Sichuan	985	郭宝林 (B. L. Guo) 0534
淫羊藿 <i>E. brevicornu</i> Maxim.	2005-06-01	山西陵川 Lingchuan, Shanxi	1170	裴利宽 (L. K. Pei) 0551
	2005-06-08	河南灵宝 Lingbao, Henan	989	裴利宽 (L. K. Pei) 0555
	2005-06-15	甘肃岷县 Min Xian, Gansu	2310	裴利宽 (L. K. Pei) 0559
柔毛淫羊藿 <i>E. pubescens</i> Maxim.	2004-04-17	陕西南郑 Nanzheng, Shaanxi	937	郭宝林 (B. L. Guo) 0456
	2005-05-04	四川巴中 Bazhong, Sichuan	1020	郭宝林 (B. L. Guo) 0525
	2005-05-09	四川都江堰 Dujiangyan, Sichuan	796	郭宝林 (B. L. Guo) 0533
星花淫羊藿 <i>E. stellulatum</i> Stearn	2004-04-11	湖北神农架 Shengnongjia, Hubei	739	郭宝林 (B. L. Guo) 0442
	2004-04-11	湖北房县 Fang Xian, Hubei	333	郭宝林 (B. L. Guo) 0443
箭叶淫羊藿 <i>E. sagittatum</i> (Sieb. & Zucc.) Maxim.	2004-03-28	湖南新宁 Xinning, Hunan	357	郭宝林 (B. L. Guo) 0403
	2005-04-04	安徽黄山 Huangshan, Anhui	206	郭宝林 (B. L. Guo) 0507
	2005-04-09	浙江龙泉 Longquan, Zhejiang	278	郭宝林 (B. L. Guo) 0510
光叶淫羊藿 <i>E. sagittatum</i> (Sieb. & Zucc.) Maxim. var. <i>glabratum</i> T. S. Ying	2003-04-20	贵州沿河 Yanhe, Guizhou	651	郭宝林 (B. L. Guo) 0338
	2004-04-07	湖北咸丰 Xianfeng, Hubei	549	郭宝林 (B. L. Guo) 0425
	1989-05-04	湖北恩施 Enshi, Hubei	500	郭宝林 (B. L. Guo) 89011
天平山淫羊藿 <i>E. myrianthum</i> Stearn	2003-03-31	贵州剑河 Jianhe, Guizhou	787	郭宝林 (B. L. Guo) 0317
	2004-03-29	湖南会同 Huitong, Hunan	309	郭宝林 (B. L. Guo) 0405
	2005-05-01	广西柳江 Liujiang, Guangxi	378	裴利宽 (L. K. Pei) 0517
偏斜淫羊藿 <i>E. truncatum</i> H. R. Liang	2004-04-04	湖南张家界 Zhangjiajie, Hunan	425	郭宝林 (B. L. Guo) 0419
朝鲜淫羊藿 <i>E. koreanum</i> Nakai	2005-08-23	吉林通化 Tonghua, Jilin	548	裴利宽 (L. K. Pei) 0566
	2005-08-26	辽宁本溪 Benxi, Liaoning	337	裴利宽 (L. K. Pei) 0570
	1988-05-04	辽宁本溪 Benxi, Liaoning	435	孙伟 (W. Sun) 89021

其他样品: 粗毛淫羊藿: 贵州兴义、紫云、贵定、松桃、开阳、习水、六枝、桐梓、大方, 四川荥经、屏山; 黔灵淫羊藿: 贵州松桃、龙里, 湖北利川; 箭叶淫羊藿: 安徽金寨、霍山、休宁, 浙江安吉, 广西全州, 湖南江华, 广东连州; 天平山淫羊藿: 贵州台江、都匀、天柱、施秉、玉屏、松桃, 湖南花垣、芷江、吉首、保靖、桑植; 淫羊藿: 河南嵩县、西峡、卢氏, 山西永济、沁水, 陕西太白, 甘肃武山、舟曲、夏河、榆中; 朝鲜淫羊藿: 吉林敦化、抚松、集安, 辽宁桓仁、宽甸、凤城; 巫山淫羊藿: 四川通江; 柔毛淫羊藿: 四川南江、青川、成都、雅安、洪雅、邛崃; 保靖淫羊藿: 湖南城步; 拟巫山淫羊藿: 贵州龙里。

Other samples: *E. acuminatum*: Guizhou: Xingyi, Ziyun, Guiding, Songtao, Kaiyang, Xishui, Liuzhi, Tongzi, Dafang; Sichuan: Yingjing, Pingshan. *E. leptorrhizum*: Guizhou: Songtao, Longli; Hubei: Lichuan. *E. sagittatum*: Anhui: Jinzhai, Huoshan, Xiuning; Zhejiang: Anji; Guangxi: Quanzhou; Hunan: Jianghua; Guangdong: Lianzhou. *E. myrianthum*: Guizhou: Taijiang, Duyun, Tianzhu, Shibing, Yuping, Songtao; Hunan: Huayuan, Zhijiang, Jishou, Baojing, Sangzhi. *E. brevicornu*: Henan: Song Xian, Xixia, Lushi; Shanxi: Yongji, Qinshui; Shaanxi: Taibai; Gansu: Wushan, Zhouqu, Xiahe, Yuzhong. *E. koreanum*: Jilin: Dunhua, Fusong, Ji'an; Liaoning: Huanren, Kuandian, Fengcheng. *E. wushanense*: Sichuan: Tongjiang. *E. pubescens*: Sichuan: Nanjiang, Qingchuan, Chengdu, Ya'an, Hongya, Qionglai. *E. baojingense*: Hunan: Chengbu. *E. pseudowushanense*: Guizhou: Longli.

(2)朝藿定B强峰类(II-2类)(Icariin major-epimedin B high type, type II-2)(图8), “ABCI”组峰由4个主峰构成或还有几个未知峰, 但是朝藿定B峰(峰4)较朝藿定C峰强, 有时强于淫羊藿昔峰。

(3)淫羊藿昔主导-复杂类(II-3类)(Icariin major-complex type, type II-3)(图9), “ABCI”组峰除了4个主峰, 还包括了未知峰A、B、C、D中的至少两个峰, 以

峰A、D较高的情况居多, 整个峰群构成比较复杂。

2.1.2.3 空白谱(III类)(Vacuum type, type III)(图10), 表现为在“ABCI”组峰的位置仅有很弱的色谱峰(常是朝藿定C弱单峰)或无色谱峰, 同时该组峰之后也常无色谱峰, 整个图谱呈现“空白”状态。此种特殊类型在已发表的文献中曾讨论过(郭宝林, 肖培根, 1999)。

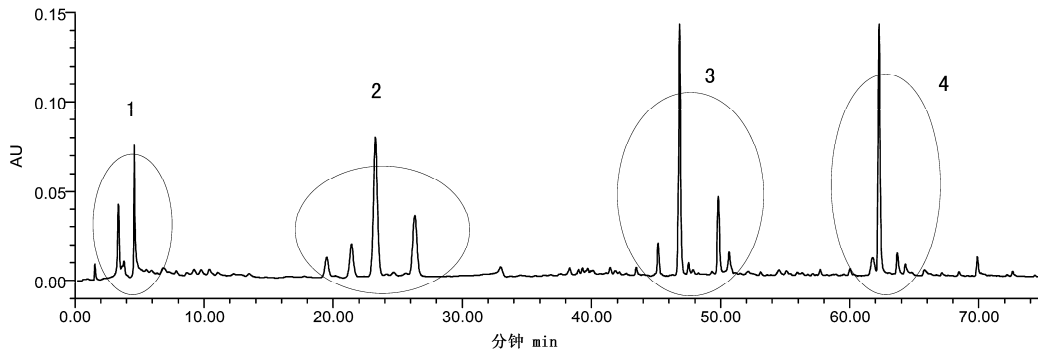


图1 淫羊藿样品的HPLC图谱组成 1, 第一组峰; 2, 第二组峰: “ABCI” 组峰; 3, 第三组峰; 4, 第四组峰。

Fig. 1. Composition of HPLC chromatogram of *Epimedium* samples. 1, first peak group; 2, second peak group: “ABCI” peak group; 3, third peak group; 4, fourth peak group.

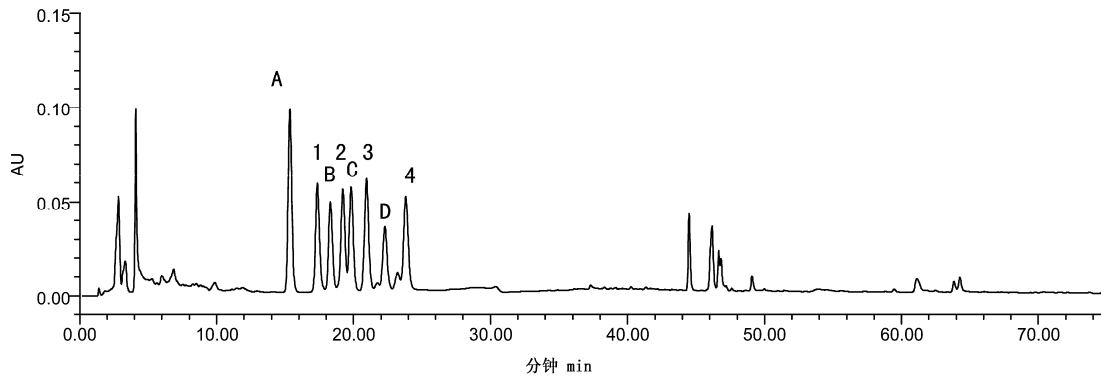


图2 淫羊藿样品HPLC图谱“ABCI”组峰中已知峰和未知峰的指定

Fig. 2. The known and unknown peaks assignment of HPLC chromatogram of “ABCI” peak groups in *Epimedium* samples.

表2 已知峰和未知峰的指定

Table 2 Assignment of known compound and unknown peaks

峰号 Peak number	化合物 Compounds	相对保留时间 <sup>1)</sup> Relative $t_R$ <sup>1)</sup>	峰号 Peak number	化合物 Compounds	相对保留时间 Relative $t_R$
A	未知 unknown	0.644	C	未知 unknown	0.833
1	朝藿定A Epimedin A	0.717	3	朝藿定C Epimedin C	0.873
B	未知 unknown	0.769	D	未知 unknown	0.936
2	朝藿定B Epimedin B	0.798	4	淫羊藿苷 Icaritin	1.000

1) 相对保留时间参照峰4。The relative  $t_R$  referring to peak 4.

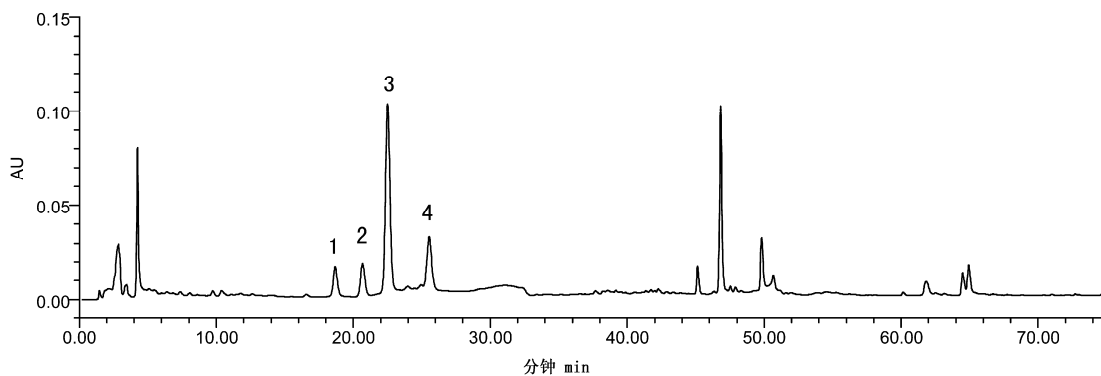


图3 朝藿定C主导-一般类(I-1类)——柔毛淫羊藿(郭宝林0525)

Fig. 3. I-1 type chromatogram—*Epimedium pubescens* (B. L. Guo 0525).

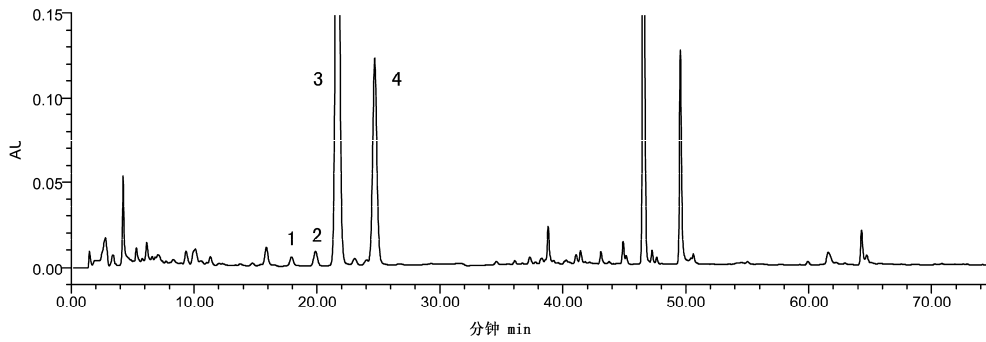


图4 朝藿定C主导-高峰类(I-2类)——巫山淫羊藿(郭宝林0524)  
Fig. 4. I-2 type chromatogram—*Epimedium wushanense* (B. L. Guo 0524).

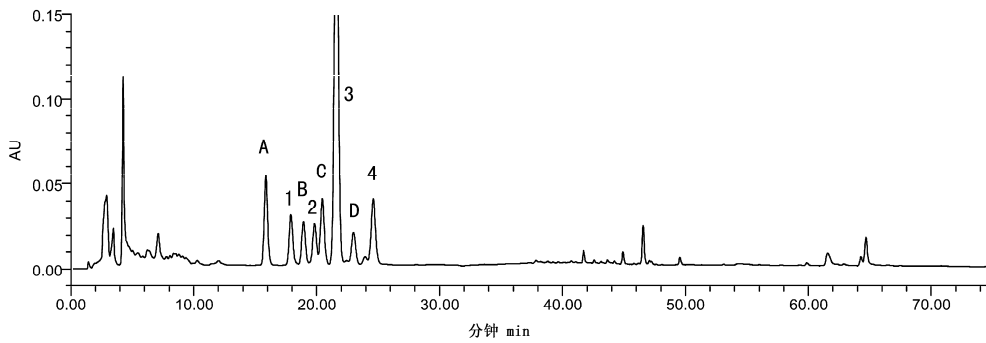


图5 朝藿定C主导-复杂类(I-3类)——天平山淫羊藿(郭宝林0317)  
Fig. 5. I-3 type chromatogram—*Epimedium myrianthum* (B. L. Guo 0317).

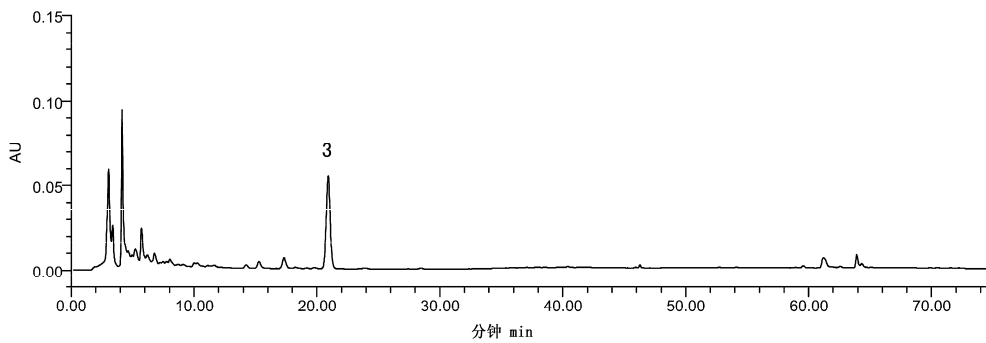


图6 朝藿定C主导-单峰类(I-4类)——箭叶淫羊藿(郭宝林0510)  
Fig. 6. I-4 type chromatogram—*Epimedium sagittatum* (B. L. Guo 0510).

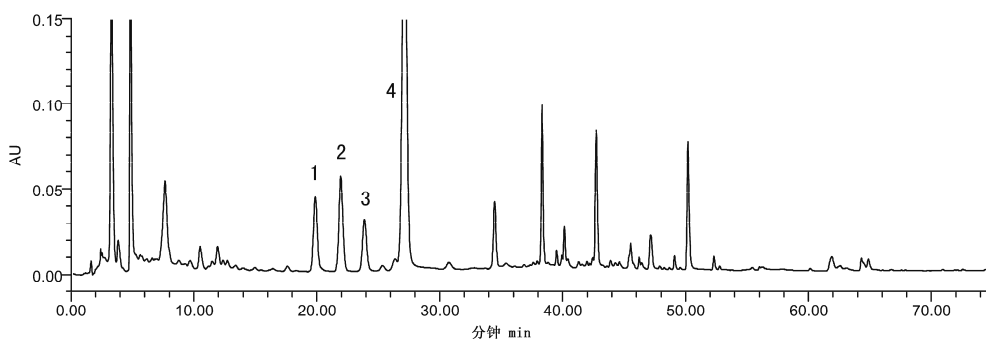


图7 淫羊藿苷主导-一般类(II-1类)——朝鲜淫羊藿(郭宝林89021)  
Fig. 7. II-1 type chromatogram—*Epimedium koreanum* (B. L. Guo 89021).

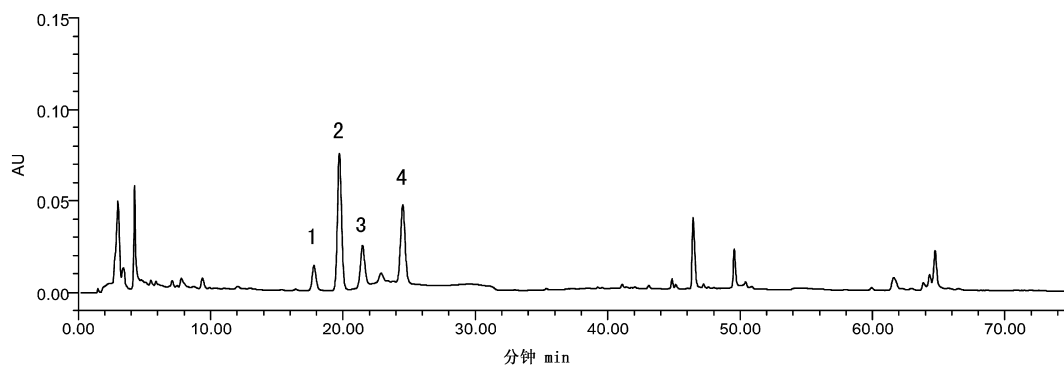


图8 朝藿定B强峰类(II-2类)——淫羊藿(裴利宽0551)  
Fig. 8. II-2 type chromatogram—*Epimedium brevicornu* (L. K. Pei 0551).

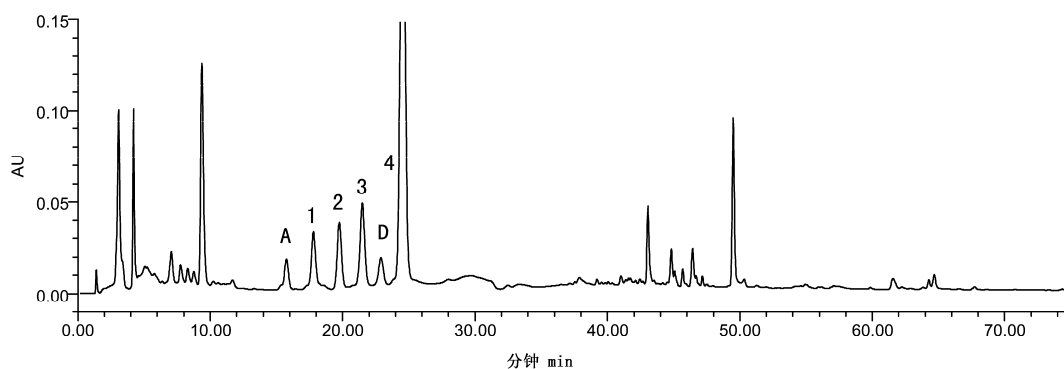


图9 淫羊藿苷主导-复杂类(II-3类)——宝兴淫羊藿(郭宝林0537)  
Fig. 9. II-3 type chromatogram—*Epimedium davidii* (B. L. Guo 0537).

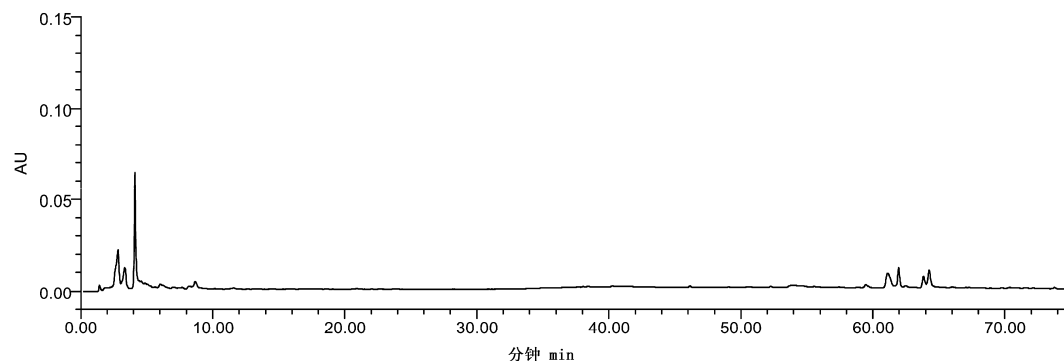


图10 空白谱(III类)——黔岭淫羊藿(郭宝林0321)  
Fig. 10. III type chromatogram—*Epimedium leptorrhizum* (B. L. Guo 0321).

2.1.2.4 朝藿定C-淫羊藿苷等同谱(IV类)(Epimedin C and icariin equality type, type IV)(图11), 表现为“ABCI”组峰中淫羊藿苷峰与朝藿定C峰强度相当。该类居于I-1类和II-1类之间, 一般与I-1类或者II-1类图谱存在于同一个物种中, 如淫羊藿、柔毛淫羊藿等。

上述分类中不同的类别和亚类之间有时是连

续而难以截然划分的, 如I-1和II-1中常有弱的未知峰D, 当该峰稍高或者兼有未知峰A时, 就分别与I-3和II-3界限不清而难以归类; 又如I-4中仅有朝藿定C单峰且峰较低时, 与III类的界限就不清了; 如该峰再高一些就可以归到I-2类中。当然这样的图谱类型之间也属于相关联类型, 关联的类型常常出现在同一个种内不同来源的样品或者近缘种内。



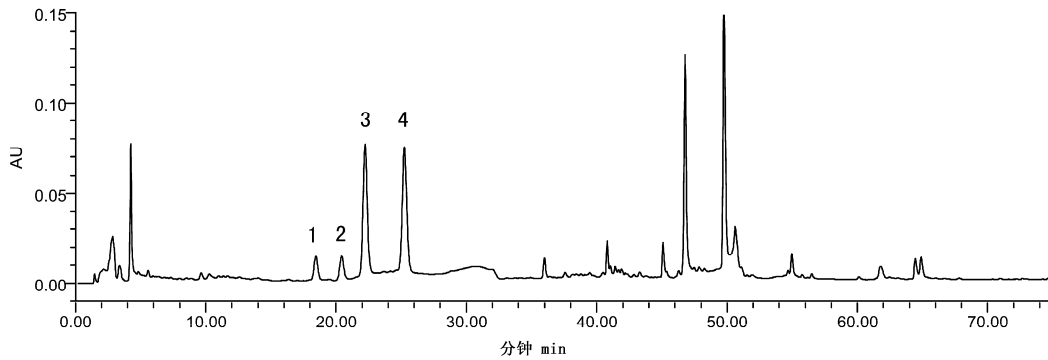


图11 朝藿定C-淫羊藿苷等同谱(IV类)——柔毛淫羊藿(郭宝林0533)  
Fig. 11. IV type chromatogram—*Epimedium pubescens* (B. L. Guo 0533).

## 2.2 各物种的图谱类型归属

按照Stearn的分类系统sect. *Diphyllum*中4个系的顺序,对所有研究的种类进行了图谱类型归类,并补充一些特征描述,汇总入表3。

## 2.3 图谱类型之间的演化讨论

**2.3.1 原始类型图谱和演化分支图** 从表3可以看出,依据花形态的演化顺序(应俊生, 2002; Stearn, 2002), ser. *Campanulatae*中包括的原始种类茂汶淫羊藿、无距淫羊藿(均花瓣无距、内轮萼片很小且呈紫红色)以及ser. *Davidianae*中花瓣具长距和突出外展瓣片、内轮萼片极大且呈紫红色的宝兴淫羊藿和分布于湖南新宁的湖南淫羊藿图谱类型均为II-3型,产于日本的花瓣无距的*E. diphyllum*的图谱也属于此型,资料来自于以往的研究结果(郭宝林, 肖培根, 1999),即图谱特点为淫羊藿苷(峰4)的含量明显高于朝藿定C(峰3),具未知峰A和D较高。随着内轮萼片变大,朝藿定C的含量高出淫羊藿苷而演化为I-3型,如天全淫羊藿、少花淫羊藿以及产于广西龙胜和资源的湖南淫羊藿(内轮萼片较大,呈浅紫红色)(均为ser. *Davidianae*)。花瓣瓣片的变小以至消失的过程,未知峰A、B、C、D变小或消失,向I-1演化,如川西淫羊藿(花瓣无瓣片)图谱类型为I-3型,薄叶淫羊藿(花瓣无瓣片)图谱为I-3型或I-1型,直距淫羊藿(花瓣具小瓣片)、拟巫山淫羊藿(花瓣具小瓣片)图谱为I-1型(均为ser. *Dolichocerae*)。

一般来说,朝藿定A(峰1)和朝藿定B(峰2)含量远远低于朝藿定C和淫羊藿苷的含量,当朝藿定B的含量变高,并高于朝藿定C和(或)淫羊藿苷时,属于一种次生的演化分支(II-2型),淫羊藿和朝鲜淫羊藿图谱基本属于II-2型,演化自II-3或II-1型,表明

它们与原始的类型具有较密切的关系,前者在ser. *Brachycerae*中,花瓣较大,且有瓣片,是接近于原始类群的种类;后者花大,有瓣片,与分布于日本的*E. diphyllum*、*E. grandiflorum*以及俄罗斯远东的*E. macrosepalum*近缘(Takahashi, 1989; Sun et al., 2005)(此类群中,*E. diphyllum*花瓣无距)。

**2.3.2 整体图谱类型的演化关系** 淫羊藿属图谱的最多类型为I型,即朝藿定C为最高峰,其中又以I-1型为多,“ABCI”组峰简单,来自于组成复杂的I-3型,而I-3型可能来自于原始的II-3型。I-1型图谱中朝藿定C峰变得极高,兼或淫羊藿苷和(或)未知峰A变得极高时,演化为I-2型;I-1型图谱中所有的色谱峰都降低时,仅剩比较明显的朝藿定C峰或全部色谱峰消失,演化为I-4型及III型。

IV型为II-3型和I-3型图谱的中间过渡类型。II-2和II-1为来自II-3的少见的分支类型。

类型之间的演化关系可以归纳为图12。

“ABCI”组主峰构成的演化趋势为:(1)已知峰:淫羊藿苷峰高于朝藿定C→淫羊藿苷峰与朝藿定C峰相当→朝藿定C峰高于淫羊藿苷→各峰均变低至近无或者各峰的比例巨变而出现个别峰极高。(2)未知峰A、B、C、D峰:高→低→无。

各种图谱类型可以基本划分为:II-3是最原始的类型,II-1、IV、I-3为原始类型直接衍生的类型;I-1为基本类型,I-2、I-4、III、II-2为进化或特化类型。

## 2.4 类群间和种间关系的讨论

上述图谱类型的演化推断主要依据花形态的演化,以及根据化学分类的一般原则。图谱类型的演化与Stearn的sect. *Diphyllum*的组下划分具有很好的相关性。如ser. *Campanulatae*中,已经研究的2种

表3 淫羊藿属各种的HPLC图谱的归类

Table 3 Assignment of HPLC chromatogram type for *Epimedium* species

分类群 Taxon	图谱类型 Chromatogram type	特征 <sup>1)</sup> Character <sup>1)</sup>	分类群 Taxon	图谱类型 Chromatogram type	特征 <sup>1)</sup> Character <sup>1)</sup>
<b>Sect. <i>Diphyllon</i></b>			粗毛淫羊藿 <i>E. acuminatum</i>	I-1/I-2	D/t
<b>Ser. <i>Campanulatae</i></b>			单叶淫羊藿 <i>E. simplicifolium</i>	I-1	D/t
茂汶淫羊藿 <i>E. platypetalum</i>	II-3	A/h, D/h	绿药淫羊藿 <i>E. chlorandrum</i>	I-1/I-2	5/vh
无距淫羊藿 <i>E. ecalcaratum</i>	II-3	D/h	直距淫羊藿 <i>E. mikinorii</i>	I-1	All peaks low
<b>Ser. <i>Davidianae</i></b>			拟巫山淫羊藿 <i>E. pseudowushanense</i>	I-1	D/l
宝兴淫羊藿 <i>E. davidii</i>	II-3	A/h, D/h	<b>Ser. <i>Brachycerae</i></b>		
湖南淫羊藿 <i>E. hunanense</i>	II-3/I-3	A/h, D/l	川鄂淫羊藿 <i>E. fargesii</i>	I-1	D/l
天全淫羊藿 <i>E. flavum</i>	I-3	A/h, D/l, C/l	长蕊淫羊藿 <i>E. dolichostemon</i>	I-3	D/l, C/t
少花淫羊藿 <i>E. pauciflorum</i>	I-3	A/h, D/h	德务淫羊藿 <i>E. dewuense</i>	I-3	A/h, B/l, C/l, D/l
<b>Ser. <i>Dolichocerae</i></b>			青城山淫羊藿 <i>E. qingchengshanense</i>	I-4	
薄叶淫羊藿 <i>E. membranaceum</i>	I-1/ I-3	A/t or n, D/t or n	淫羊藿 <i>E. brevicornu</i>	II-2/II-3/IV	D/l or t, C/t or n
革叶淫羊藿 <i>E. reticulatum</i>	I-2	5/vh	柔毛淫羊藿 <i>E. pubescens</i>	I-1/ IV / I-2	D/l or t, A/l or t
四川淫羊藿 <i>E. sutchuenense</i>	IV		星花淫羊藿 <i>E. stellulatum</i>	III	
腺毛淫羊藿 <i>E. glandulosopilosum</i>	III		箭叶淫羊藿 <i>E. sagittatum</i>	I-1/I-2/I-4/III	
黔岭淫羊藿 <i>E. leptorrhizum</i>	III/I-2	5/l or n	光叶淫羊藿 <i>E. sagittatum</i> var. <i>glabratum</i>	I-2	A/vh, D/h or t
时珍淫羊藿 <i>E. lishihchenii</i>	III		天平山淫羊藿 <i>E. myrianthum</i>	I-3/I-2	A/h or l or t, B/h or l or t, C/h or l or t, D/h or l or t
恩施淫羊藿 <i>E. enshiense</i>	III		偏斜淫羊藿 <i>E. truncatum</i>	I-2	A/l
保靖淫羊藿 <i>E. baojingense</i>	III		<b>Sect. <i>Macroceras</i></b>		
竹山淫羊藿 <i>E. zhushanense</i>	III		朝鲜淫羊藿 <i>E. koreanum</i>	II-2/II-1	
木鱼坪淫羊藿 <i>E. franchetii</i>	III				
镇坪淫羊藿 <i>E. ilicifolium</i>	I-1/I-3/ III	A/l, D/l			
巫山淫羊藿 <i>E. wushanense</i>	I-1/I-2/ III	A/t, D/t			
川西淫羊藿 <i>E. elongatum</i>	I-3				

1) A、B、C、D, 指定的未知色谱峰。峰高度: vh, 很高; h, 高; l, 低; t, 微小; n, 无峰。

1) A, B, C, D, assigned unknown peaks. Height of peaks: vh, very high; h, high; l, low; t, tiny; n, none.

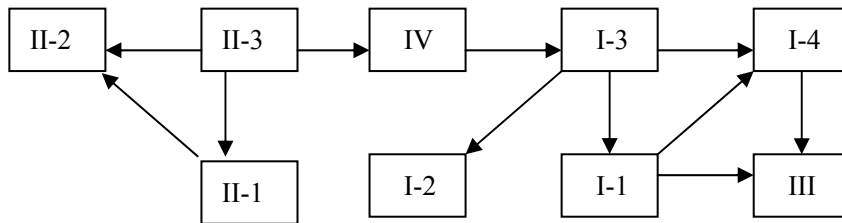


图12 各图谱类型的演化关系

Fig. 12. Evolutionary relationship of different chromatogram types.

均具有原始的II-3型图谱, 分布于日本的孑遗原始类群 *E. diphyllum* (花瓣无距)也具有II-3型图谱。

Series *Davidianae*中, 已经研究的宝兴淫羊藿等4种也具有II-3型, 或者由此直接衍生的I-3型图谱。Stearn系统中放在ser. *Davidianae*的直距淫羊藿和镇坪淫羊藿, 作者基于它们花瓣的瓣片与系内其他种的形态有所不同, 并非大而突出外展, 而是比

较小(镇坪淫羊藿), 或者特化为皱缩状(直距淫羊藿), 建议放在ser. *Dolichocerae*, 它们以最常见 I-1型图谱为主, 兼有原始的I-3和特化的III型。

Series *Dolichocerae*中, 薄叶淫羊藿和川西淫羊藿从形态上与地理分布上与ser. *Davidianae*的种类, 如宝兴淫羊藿、天全淫羊藿、少花淫羊藿等, 关系很密切(Stearn, 2002), 应俊生(1975, 2001)甚至将薄

叶淫羊藿并入了宝兴淫羊藿, 它们是该组具有I-3图谱类型的物种, 也体现了一定的过渡状态。具有III型图谱(淫羊藿苷类黄酮化合物基本缺失)的7种——黔岭淫羊藿、木鱼坪淫羊藿、时珍淫羊藿、保靖淫羊藿、竹山淫羊藿、恩施淫羊藿、腺毛淫羊藿是ser. *Dolichocerae*的一个特殊群体, 花序总状, 花瓣无瓣片(木鱼坪淫羊藿偶具瓣片)。巫山淫羊藿和镇坪淫羊藿则兼具III型和I-1型图谱, 花序为聚伞状圆锥花序, 花瓣具小瓣片, 似乎是上述7种的过渡类型, 但是它们是否构成一个同源的演化系列尚需进一步的研究。直距淫羊藿及其近缘种拟巫山淫羊藿、粗毛淫羊藿及其近缘种单叶淫羊藿和绿药淫羊藿均为I-1型图谱。

Series *Brachycerae*中, 各个种的图谱类型以进化或者特化的类型为多。淫羊藿是该群体中花瓣瓣片最大、花瓣距也较长的一个种, 部分样本具有原始的II-3型图谱, 大多数样本则是II-2型, 是淫羊藿属中较为特化的类型, 也是该系中小叶数为9枚的唯一一种。不同于ser. *Dolichocerae*中的广布种粗毛淫羊藿和较广布的种拟巫山淫羊藿呈现图谱类型单一的状态, ser. *Brachycerae*的广布种淫羊藿、柔毛淫羊藿、箭叶淫羊藿和天平山淫羊藿均表现出图谱的多型性, 它们的形态也同样较为多样化。该系雄蕊伸长的类群川鄂淫羊藿、长蕊淫羊藿、德务淫羊藿和青城山淫羊藿没有表现出完全一致但是属于关联的图谱类型。星花淫羊藿是与柔毛淫羊藿形态相似的近缘物种, 但表现为III型图谱, 值得研究和关注。

属于sect. *Macrocera*的朝鲜淫羊藿的图谱类型属于较为原始的II-1型或稍特化的II-2型(但朝藿定B含量不甚突出)。朝鲜淫羊藿与分布于相邻地区的其他物种*E. grandiflorum*和*E. macrosepalum*等, 花瓣均具有突出外展的瓣片, 可能由一个花瓣无距的祖先沿着不同于sect. *Diphyllon*的另一条演化路线发展而来, 而同组的花瓣无距的*E. diphyllum*为II-3型, HPLC的图谱类型的演化也呈现相似的关系。值得注意的是朝鲜淫羊藿具有其他一些特征峰而显著区别于sect. *Diphyllon*的种类(裴利宽等, 2008), 是否是sect. *Macrocera*中其他近缘种的共有特征尚待进一步研究。

前次报道(郭宝林, 肖培根, 1999)中指出有8个类群即黔岭淫羊藿、四川淫羊藿、恩施淫羊藿、湖

南淫羊藿、保靖淫羊藿、竹山淫羊藿、时珍淫羊藿、金佛山淫羊藿*E. sutchuenense* ssp. *jinfoshanense*基本不含有淫羊藿苷类成分, 亦即本文归纳的III型图谱, 提示它们是一个进化的分支。需要订正的是, 上次报道中的四川淫羊藿(湖北兴山)应当是木鱼坪淫羊藿的误定, 以往国内定为此种的标本(包括应俊生1975年引证标本)均为误定, 其中以属于木鱼坪淫羊藿的情况居多, 作者在野外考察中采集到了四川淫羊藿, 而本研究表明四川淫羊藿的HPLC图谱不属于III型; 分布于重庆金佛山等地原来初定为金佛山淫羊藿, 可能与黔岭淫羊藿较近缘, 地位仍待定; 而湖南淫羊藿, 在采到分布于模式标本产地湖南新宁, 以及广西龙胜及资源的样品后, 发现它们的HPLC“ABC1”组峰随着地理位置向南, 峰高有降低的趋势, 从而可能广西全州(上次报道的湖南淫羊藿产地)的样品出现了几乎无峰的情况, 表明湖南淫羊藿不应属于此群, 是此群与淫羊藿属原始类群的过渡种, 或者是宝兴淫羊藿的特化类型。

**致谢** 贵州同济堂制药有限公司协助研究样品的采集, 特此致谢! 国家自然科学基金项目(30270101, 30530860)资助。

## 参考文献

- Guo B-L, Li W-Q, Yu J-G, Xiao P-G. 1996a. Brevicornin, a flavonol from *Epimedium brevicornu*. *Phytochemistry* 41: 991-992.
- Guo B-L (郭宝林), Yu J-G (余竞光), Xiao P-G (肖培根). 1996b. Chemical constituents from the aerial part of *Epimedium brevicornu* Maxim. *China Journal of Chinese Materia Medica* (中国中药杂志) 21: 290-292.
- Guo B-L (郭宝林), Yu J-G (余竞光), Xiao P-G (肖培根). 1996c. Chemical constituents from the whole plant of *Epimedium fargesii* Franch. *China Journal of Chinese Materia Medica* (中国中药杂志) 21: 353-355.
- Guo B-L (郭宝林), Xiao P-G (肖培根). 1999. The flavonoids in *Epimedium* L. and their taxonomic significance. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学学报) 37: 228-243.
- Guo B-L (郭宝林), He S-Z (何顺志), Zhong G-Y (钟国跃), Xiao P-G (肖培根). 2007. Two new species of *Epimedium* (Berberidaceae) from China. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学学报) 45: 813-821.
- He S-Z (何顺志), Xu W-F (徐文芬). 2003. A new species of *Epimedium* (Berberidaceae) from Guizhou, China. *Acta Botanica Yunnanica* (云南植物研究) 25: 281-282.
- Pei L-K (裴利宽), Huang W-H (黄文华), He T-G (何天谷), Guo B-L (郭宝林). 2007. Systematic studies on quality of

- main species of Herba Epimedii. China Journal of Chinese Materia Medica (中国中药杂志) 32: 2217–2222.
- Stearn WT. 1938. *Epimedium* and *Vancouveria* (Berberidaceae), a monograph. Journal of the Linnean Society, Botany 51: 409–555.
- Stearn WT. 2002. The genus *Epimedium* and other herbaceous Berberidaceae including the genus *Podophyllum*. Oregon: Timber Press.
- Sun Y, Fung K-P, Leung P-C, Shaw P-C. 2005. A phylogenetic analysis of *Epimedium* (Berberidaceae) based on nuclear ribosomal DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 35: 287–291.
- Takahashi C. 1989. Karyomorphological studies on speciation of *Epimedium* and its allied *Vancouveria* with special reference to C-bands. Journal of Science of the Hiroshima University, Ser. B, Div. 2 (Botany) 22: 159–269.
- Ying T-S (应俊生). 1975. On the Chinese species of *Epimedium* L. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 13: 49–55.
- Ying T-S (应俊生). 2001. *Epimedium* L. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae (中国植物志). Beijing: Science Press. 29: 262–300.
- Ying T-S (应俊生). 2002. Petal evolution and distribution patterns of *Epimedium* L. (Berberidaceae). Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 40: 481–489.