

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201504020

张永增, 孙文光, 蒋鑫, 等. 瑞香属和堇花属的数量分类研究[J]. 广西植物, 2016, 36(1):61-72

ZHANG YZ, SUN WG, JIANG X, et al. Numerical taxonomy of the genera *Daphne* and *Wikstroemia*[J]. Guihaia, 2016, 36(1):61-72

瑞香属和堇花属的数量分类研究

张永增^{1,2}, 孙文光^{1,2}, 蒋鑫^{1,2}, 李志敏^{1,2}, 张永洪^{1,2*}

(1. 云南师范大学 生命科学学院, 昆明 650500; 2. 生物能源持续开发利用教育部工程研究中心, 昆明 650500)

摘要: 瑞香属和堇花属为瑞香科瑞香亚科的落叶或常绿灌木, 中国西南部是瑞香属和堇花属的重要分化中心。全世界共有瑞香属 95 种、堇花属 70 种, 中国分布有瑞香属 52 种、堇花属 49 种。瑞香属和堇花属的分类学研究一直存在不同程度的分歧。花盘形状和果实类型在传统分类中一直是区分瑞香属和堇花属的典型特征, 而花盘形态和果实类型在 2 个属中存在交叉和过渡, 部分植物分类学家根据这些特征将两个属进行过不同程度的归并。该研究采用数量分类法对瑞香属 77 种(变种)和堇花属 62 种(变种)植物, 选取 32 个形态学性状进行聚类分析和主成分分析。结果表明: 聚类分析和主成分分析均显示两属均未形成单系类群。在主成分分析中, 前 3 个主成分分析的贡献值为 35.56%, 传统分类中用来区分两属的花盘形状、叶序及果实类型等特征对前 3 个主成分贡献相对较小, 因此, 传统分类学中对这两个属进行区分的性状并没有典型的分类学意义。同时, 聚类图和主成分分析得到的散点图均不能将这两个属区分开来。数量分类研究结果显示两属植物存在明显的交叉, 支持瑞香属和堇花属不是两个独立自然类群的观点。

关键词: 数量分类, 瑞香属, 堇花属, 聚类分析, 主成分分析, 单系

中图分类号: Q941 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2016)01-0061-12

Numerical taxonomy of the genera *Daphne* and *Wikstroemia*

ZHANG Yong-Zeng^{1,2}, SUN Wen-Guang^{1,2}, JIANG Xin^{1,2},
LI Zhi-Min^{1,2}, ZHANG Yong-Hong^{1,2*}

(1. School of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming, China; 2. Engineering Research Center of Sustainable Development and Utilization of Biomass Energy, Ministry of Education, Kunming 650500, China)

Abstract: *Daphne* and *Wikstroemia* are members of subfamily Thymelaeoideae which belongs to Thymelaeaceae. There are 95 species (varieties) in genus *Daphne*, 52 of which distribute in China. There are 70 species (varieties) in genus *Wikstroemia* and 49 species (varieties) can be found in China. Southwest China is the species diversification center of the two genera. Petals of *Daphne* and *Wikstroemia* degenerate and usually form circular disc or linear disc scale. Conventionally, the shape of disc and type of fruit were used as crucial characters to separate the two genera. The circular disc frequently occurs in *Daphne* while linear disc scale occurs in *Wikstroemia*. Meanwhile, fruit is usually succulent berry in *Daphne*, but *Wikstroemia* has dry or leathery fruit, and sometimes enclosed by persistent calyx. However, alternational characters among species of the two genera have been reported and some species have both kinds of characters. In this

收稿日期: 2015-04-10 修回日期: 2015-09-07

基金项目: 国家自然科学基金委-云南省联合基金重点项目(U1136601); 国家自然科学基金(31360049, 31160045, 31460050); 系统与进化植物学国家重点实验室开放项目(LSEB2012-04); 国家科技基础性工作专项(2013FY112100); 中国科学院“西部之光”基金(2012) [Supported by the National Natural Science Foundation of China-Key Project of the Joint Fund of Yunnan Province(U1136601); National Natural Science Foundation of China(31360049, 31160045, 31460050); Open Project of the State Key Laboratory of Systems and Evolutionary Botany(LSEB2012-04); Foundation of Science and Technology Basic Work(2013FY112100); West Light Foundation of the Chinese Academy of Sciences(2012)]。

作者简介: 张永增(1989-), 男, 云南大理人, 硕士研究生, 主要从事系统分类学研究, (E-mail) cell_zyz@163.com。

*通讯作者: 张永洪, 博士, 副教授, 从事植物系统与进化生物学研究, (E-mail) yhzhang@mail.kib.ac.cn。

study, 32 morphological characters were used in the numerical taxonomy of 77 species (varieties) from genus *Daphne* and 62 species (varieties) from genus *Wikstroemia* with clustering and principal component analysis. UPGMA clustering results revealed that neither genera formed monophyletic group species from the two genera clustered together. In the principal components analysis, the cumulative percent of the first three principal components presented 35.56%, while the conventional taxonomic characters, such as the disc shape, phyllotaxy and the fruit type, contribute minor effects on the first three components. So, taxonomic distinguishable characters of the two genera could not separate them clearly. Three-dimensional scatter plots based on principal components analysis revealed that species from both genera embedded with each other and did not separate two genera as monophyletic group. Neither clustering analysis nor principal components analysis supported the traditional taxonomy that *Daphne* and *Wikstroemia* were naturally monophyletic groups.

Key words: numerical taxonomy, *Daphne*, *Wikstroemia*, clustering analysis, principal components analysis, monophyletic group

瑞香属 (*Daphne* Linn.) 和 堇花属 (*Wikstroemia* Endl.) 植物均为瑞香科 (Thymelaeaceae) 瑞香亚科 (Thymelaeoideae) 的落叶或常绿灌木 (Wang et al, 2009)。瑞香属约有 95 种, 分布于欧洲和亚洲, 中国有 52 种; 堇花属约有 70 种, 分布于亚洲、澳大利亚及太平洋岛屿, 中国分布有 49 种 (Domke, 1934; Wang et al, 2009)。中国西南部是瑞香属和堇花属的重要分化中心 (Halda, 1998)。瑞香属和堇花属的许多种类韧皮纤维发达, 可供高级文化纸和人造棉材料, 有的种类是很好的园艺观赏植物, 常引种庭院栽培。

瑞香属和堇花属植物花瓣退化, 形成圆形或鳞片状花盘 (黄蜀琼等, 1999)。传统的分类学以花盘形状、果实类型和叶序区分瑞香属和堇花属, 这样的分类方法得到大多国内外学者的认同 (黄蜀琼等, 1999; Wang et al, 2009)。但部分研究发现传统分类性状在两个属中存在交叉和过渡趋势 (Hamaya, 1955a, b, c; Halda, 1998, 1999), 这导致两属的系统分类存在一定争议。在瑞香属中, 花盘常为环状或杯状, 如唐古特瑞香 (*Daphne tangutica*), 在堇花属中花盘则为鳞片状、锥状的或舌状, 如澜沧堇花 (*Wikstroemia delavayi*)。然而, 这两种情况却常常在两个属内都能发现, 进而导致很难利用这一分类特征将两属完全分开 (Halda 1999)。传统分类认为瑞香属和堇花属间的区别包括叶片互生 (瑞香属) 或叶片对生 (堇花属), 然而, 丽江堇花 (*W. lichiangensis*), 德钦堇花 (*W. techinensis*), 羊眼子 (*W. ligustrina*) 等植物叶片均为互生, 堇花 (*Daphne genkwa*) 和橙黄瑞香 (*D. aurantiaca*) 的叶却为对生。在瑞香属中, 多数物种的果实为肉质浆果, 如唐古特瑞香 (*D. tangutica*), 白瑞香 (*D. papyracea*) 等。在堇花属中, 多数物种的果实为干燥核果, 如一把香 (*Wikstroemia dolichantha*)、河朔堇花 (*W. chamaedaphne*)

等。但堇花属的了哥王 (*W. indica*), 粗轴堇花 (*W. pachyrachis*), 细轴堇花 (*W. nutans*) 等种类却具有内肉质果。Domke (1932) 以花盘特征为分类依据, 曾经将部分瑞香属的植物归并到堇花属中。Hamaya (1959) 通过研究日本瑞香科植物营养器官, 认为瑞香属和堇花属具有相同祖先; Halda (2001) 通过对花盘等性状的研究, 把瑞香属和堇花属归并为瑞香属一个属。目前, 对于瑞香属和堇花属全面系统的研究工作尚未开展 (Zhang et al, 2007)。

近年来, 数量分类学被广泛应用于植物分类研究中。数量分类学以表征性状的相似性作为分类基础, 对所选取的性状进行等权处理, 通过将传统的形态研究与计算机技术结合, 同时对多个性状进行处理, 避免了传统分类中模式标本信息的局限性和鉴定人的主观因素。李晓东等 (2008) 对地黄属 (*Rehmannia*) 和崖白菜属 (*Trienophora*) 共 8 种植物进行数量分类学研究。通过选择 55 个形态学、细胞学、花粉学等性状指标, 进行聚类分析和主成分分析, 揭示了地黄属与崖白菜属是两个自然类群。周兰英等 (2009) 对 46 种杜鹃花属 (*Rhododendron*) 进行数量分类研究, 得到与传统的形态分类基本一致的研究结果。本研究将采用数量分类方法对瑞香属和堇花属进行形态性状综合分析, 对瑞香属和堇花属系统分类进行研究, 为两属系统分类提供形态学证据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

包括世界范围内的瑞香属 77 种 (变种) 和堇花属 62 种 (变种) 植物的腊叶标本。分类单位名称以 “*Flora of China*” “*Flora of Pakistan*” “*The Flora of Afghanistan*” “*Flora of the U. S. S. R.*” “*The Genus*

Daphne”“*Daphne, the Genus in the Wild and in Cultivation*”等为准(Wang et al, 2009; Nasir, 1971; Kitamura, 1955; Pobedimova, 1974; Halda, 2001; Brickell & Mathew, 1976)。性状数据来源于腊叶标本的测量结果, 标本来自中国科学院昆明植物研究所标本

馆(KUN)、中国科学院植物研究所标本馆(PE)、中国科学院成都生物研究所植物标本室(CDBI)、四川大学生物系植物标本室(SZ)、哈佛大学阿诺德树木园标本馆(A)、云南师范大学生物系植物标本室(YNUB)等标本馆的馆藏标本(表1)。

表 1 所用的研究材料信息

Table 1 Collection data for samples used in this study

类群 Taxon	采集地 Location	生境及海拔 Habitat & altitude	凭证标本及标本馆 Voucher and herbarium
尖瓣瑞香 <i>Daphne acutiloba</i>	中国四川泸定 Luding Sichuan, China	常绿和落叶阔叶混交林中 Under the mix forest 2 000 m	四川植被调查组 (Sichuan Bot. Exped.) 25047 (KUN)
<i>D. albowiana</i>	—	1 800–2 200 m	G. Voron 522 (PE)
<i>D. alpine</i>	克罗地亚 Senjska Croatia	山谷 In the valley 50 m	Fr. Dobiasch356 (PE)
阿尔泰瑞香 <i>D. altica</i>	俄罗斯 Ustj-Kamenogorsk Russia	灌木丛 In the bush	B. Schischkin (PE)
狭瓣瑞香 <i>D. angustiloba</i>	中国四川打箭炉 Dajianlu Sichuan, China	5 000 m	Veitch Exped. 4433 (SZ)
<i>D. arbuscula</i>	俄罗斯 Slovensky Russia	950 m	I. Klastersky (A)
台湾瑞香 <i>D. arisanensis</i>	中国台湾南投县 Nantou Taiwan, China	林缘 Edge of the woods 2 280 m	T. Y. A. Yang 11056 (PE)
橙黄瑞香 <i>D. aurantiaca</i>	中国云南丽江玉龙山 Yulong Mountain Yunnan, China	云杉、冷杉林下 Under the forest of spruce and fir 3 000 m	丽江植物园 (Lijiang Botany Garden) 1001002 (KUN)
腋花瑞香 <i>D. axillaris</i>	中国海南保亭县 Baoting Hainan, China	山谷林下 Under the valley woods 2 000 m	侯宽昭 (F.C. How) 72479 (SZ)
藏东瑞香 <i>D. bholua</i>	中国西藏聂拉木 Nyalam Tibet, China	铁杉林下 Under the hemlock forest 2 600 m	西藏队 Qinghai-Xizang Exped. 6507 (KUN)
落叶瑞香 <i>D. bholua</i> var. <i>glacialis</i>	中国西藏定结 Dingjie Tibet, China	次生林 Under the woods 3 100 m	西藏队 Qinghai-Xizang Exped. 5507 (KUN)
<i>D. blagayana</i>	俄罗斯喀琅施塔得 Kronstadt Russia	1 802 m	Prof. Romer (A)
短管瑞香 <i>D. breviflora</i>	中国云南易门 Yimen Yunnan, China	山谷中 In the valley 2 000 m	尹文清 (Yin Wenqing) 330 (KUN)
<i>D. buxifolia</i>	—	1 500–2 000 m	Theodorus G. O. 35 (A)
<i>D. caucasica</i>	—	—	S. Vautier 1962.5.23
长柱瑞香 <i>D. championii</i>	中国广东乳源县 Ruyuan Guangdong, China	灌木丛 in the bush 280 m	郭素白 (S. B. Guo) 832269 (SZ)
<i>D. circassica</i>	—	—	J. Bornmuller10200(A)
<i>D. cneorum</i>	意大利皮埃蒙特大区 Piedmont Italia	400 m	Duplicato 2022(PE)
紫花瑞香 <i>D. depauperata</i>	中国云南漾濞县 Yangbi Yunnan, China	林边 Edge of the woods 3 100 m	中甸队 (Shangrila Exped.) 63-4179 (SZ)
峨眉瑞香 <i>D. emeiensis</i>	中国四川屏山县 Pingshan Sichuan, China	林边 Edge of the woods 1 120 m	四川植被调查队 (Sichuan Bot. Exped.) 110051 (SZ)
啮蚀瓣瑞香 <i>D. erosiloba</i>	中国四川德格县 Dege Sichuan, China	向阳坡 On the sunny slope 3 200 m	赵清盛 (Q. S. Zhao) 15087 (SZ)
穗花瑞香 <i>D. esquirolii</i>	中国四川金阳县 Jinyang Sichuan, China	荒山坡 On the slope wasteland 1 000 m	四川经济调查队 (Sichuan Economical Bot. Exped.) 3384 (SZ)
滇瑞香 <i>D. feddei</i>	中国云南漾濞县 Yangbi Yunnan, China	阔叶林下 Under the broad-leaved forest 3 000 m	中英科考队 SEBC 0074 (KUN)
大理瑞香 <i>D. feddei</i> var. <i>taliensis</i>	中国云南大理 Dali Yunnan, China	—	王汉臣 (H. C. Wang) 4149(PE)
川西瑞香 <i>D. gemmata</i>	中国四川茂汶县 Maowen Sichuan, China	山坡 On the slope 1 890 m	茂汶组 (Maowen Exped.) 2001 (CDBI)
堇花 <i>D. genkwa</i>	中国山东新泰 Xintai Shandong, China	400 m	郭成勇 (Guo Chengyong) 20061-089-7(PE)
黄瑞香 <i>D. giraldii</i>	中国甘肃卓及县 Zhuoji Gansu, China	半阳山坡 On the sunny slope 2 500–2 600 m	王庆瑞等 (Ching J. Wang et al.) 15285 (SZ)
<i>D. glomerata</i>	亚美尼亚 Armenia	山坡 Slope 2 000 m	Thomas S. E.3094(PE)

续表1

类群 Taxon	采集地 Location	生境及海拔 Habitat & altitude	凭证标本及标本馆 Voucher and herbarium
<i>D. gnidium</i>	意大利托斯卡尼 Toscana Italy	林缘 Edge of the forest 20 m	Zelimir Borzan et al. 64971 (PE)
小娃娃皮 <i>D. gracilis</i>	中国四川南川 Nanchuan Sichuan, China	—	A. von Rosthorn 2006(A)
倒卵叶瑞香 <i>D. grueningiana</i>	中国江西天目山 Tianmu Mountain Jiangxi, China	林下 Under the forest 380 m	楼炉煊 (Lou Luhuan) 10156 (PE)
河口瑞香 <i>D. hekouensis</i>	中国云南河口县 Hekou Yunnan, China	林下 Under the forest 400 m	刘恩德 (Liu Ende) 1558 (KUN)
丝毛瑞香 <i>D. holosericea</i>	德钦县奔子栏 Benzilan Deqin	山坡 On the slope 2 230 m	张永增,周玉泉 (Zhang Yongzeng), (Zhou Yuquan) 002 (YNUB)
五出瑞香 <i>D. holosericea</i> var. <i>thibetensis</i>	中国四川巴塘县 Batang Sichuan, China	阳坡 On the sunny slope 3 100 m	侯伟 (Hou Wei) 29418 (KUN)
少丝毛瑞香 <i>D. holosericea</i> var. <i>wangeana</i>	中国西藏察瓦龙 Chawalong Tibet, China	松林下 Under the pinewood 3 200 m	王启无 (C. W. Wang) 66545 (A)
<i>D. jasminea</i>	希腊 Greece	—	G. Samuelsson, A. Zamder sn. (A)
缙云瑞香 <i>D. jinyunensis</i> C.Y. Chang	中国重庆北碚 Beibei Chongqing, China	林下 Under woods	何铸,周子林 (He Zhu), (Zhou Zilin) 766(SZ)
毛柱瑞香 <i>D. jinyunensis</i> var. <i>ptilostyla</i>	中国重庆北碚 Beibei Chongqing, China	—	裴鉴 (Pei Jian) 7094(PE)
<i>D. kamschatica</i>	日本山梨县 Yamanashi Japan	林边 By the wild wood 1 650 m	Miyoshi furuse 49772(PE)
<i>D. kiusiana</i>	日本奄美大岛 Amamioshima Japan	500-600 m	J. Murata et Y. Endo 146 (SZ)
毛瑞香 <i>D. kusiana</i> var. <i>atrocaulis</i>	中国四川石柱县 Shigui Sichuan, China	湿润林下 Under the moist forest 1 320 m	王文华 (Wang Wenhua) 1563 (CDBI)
翼柄瑞香 <i>D. lanciniata</i>	中国云南麻栗坡 Malipo Yunnan, China	山坡密林 Under the forest 1 250	林中文 (Ling Zhongwen) 651 (KUN)
<i>D. laureola</i>	匈牙利 Csakvar Hungary	350 m	J. B. Kummerleet (PE)
雷山瑞香 <i>D. leishanensis</i>	中国四川雷山 Leishan Sichuan, China	1 110 m	简焯波 (Jian Zhuobo) 50173 (SZ)
铁牛皮 <i>D. limprichtii</i>	中国四川小金县 Xiaojin Sichuan, China	山坡 On the slope 3 000 m	四川经济植物调查队 (Sichuan Economical Bot. Exped.) 0005 (SZ)
长瓣瑞香 <i>D. longilobata</i>	中国云南德钦 Deqin Yunnan, China	山坡松林下 Under the forest 1 800 m	张永增,周玉泉 (Zhang Yongzeng), (Zhou Yuquan) 004 (YNUB)
长管瑞香 <i>D. longituba</i>	中国江西遂川 Suichuan Jiangxi, China	村舍边缘 Edge of the town 800 m	岳俊三等 (Yue Junsan et al.) 4385 (PE)
<i>D. lucida</i>	—	—	H. E. Reterehou 1904-6(A)
<i>D. mezereum</i>	俄罗斯 Artybash Russia	河边 On the river bank	T. S. Elias et al. 4952 (PE)
瘦叶瑞香 <i>D. modesta</i>	中国四川马尔康 Barkam Sichuan, China	山坡 On the slope 2 650 m	李馨 (Li Xin) 70356 (KUN)
<i>D. mucronata</i>	伊朗 Iran	1 900 m	P. Furse 3454(A)
乌饭瑞香 <i>D. myrtilloides</i>	中国甘肃子陇山 Zilong Mountain Gansu, China	疏林 Under the woods 1 400 m	黄河队 (Huanghe Exped.) 3668 (KUN)
瑞香 <i>D. odora</i>	中国湖南芷江县 Zhijiang Hunan, China	山谷 On the valley 800 m	武陵山考察队 (Wu Linshan Exped.) 2367 (KUN)
金边瑞香 <i>D. odora</i> var. <i>marginata</i>	中国云南昆明 Kunming Yunnan, China	栽培 Cultivated	张永增 (Zhang Yongzeng) 0014 (YNUB)
<i>D. oleoides</i>	俄罗斯 Banderica Russia	1 930 m	B. Zelezova (PE)
白瑞香 <i>D. papyracea</i>	中国云南大理 Dali Yunnan, China	杂木林中 Under the forest 2 950 m	张永增 (Zhang Yongzeng) 009 (YNUB)
山辣子皮 <i>D. papyraceae</i> var. <i>crassiuscula</i>	中国云南高黎贡山 Gaoligong Mountain Yunnan, China	山坡路边 On the slope 3 000 m	南水北调队 (North to South Transfer Exped.) 9096 (KUN)
短柄白瑞香 <i>D. papyracea</i> var. <i>duclouxii</i>	中国云南嵩明县 Songming Yunnan, China	山坡杂交林 Under the forest on slope 2 550 m	邱炳云 (Qiu Binyun) 58850 (KUN)

续表1

类群 Taxon	采集地 Location	生境及海拔 Habitat & altitude	凭证标本及标本馆 Voucher and herbarium
长梗瑞香 <i>D. pedunculata</i>	中国云南元阳县 Yuanyang Yunnan, China	干热河谷 On the dry-hot valley 380 m	陶国达 (Tao Guoda) 11899 (SZ)
岷江瑞香 <i>D. penicillata</i>	中国四川茂汶县 Maowen Sichuan, China	灌木 On the bush 1 700 m	陈善庸 (Chen Shanyong) 5207 (SZ)
<i>D. petraea</i>	奥匈帝国 Austria-Hungary	—	Portn 137 (PE)
<i>D. pontica</i>	土耳其 Arboeti Arnoldiani Turkey	—	Sarz 753 (A)
东北瑞香 <i>D. pseudo-mezereum</i>	中国吉林长白山 Changbai Mountain Jilin, China	疏林下 Under the forest 1 600 m	长白山保护站 (Changbaishan Exped.) 24615 (SZ)
紫花瑞香 <i>D. purpurascens</i>	中国西藏错那 Cona Tibet, China	灌木丛 On the bush 2 900 m	青藏补点队 (Qinghai-Xizang Complement Coll. Group) 751793 (KUN)
凹叶瑞香 <i>D. retusa</i>	中国云南剑川 Jianchuan Yunnan, China	冷杉林下 Under the fir 3 300 m	毛品一 (P. I. Mao) 00262 (KUN)
喙果瑞香 <i>D. rynchocarpa</i>	中国云南正康县 Zhengkang Yunnan, China	灌木 On the bush 2 300 m	C. W. Wang 72352 (KUN)
华瑞香 <i>D. rosmarinifolia</i>	中国四川茂汶县 Maowen Sichuan, China	山地灌丛 On the bush 3 100 m	茂汶队 (Maowen Exped.) 2558 (KUN)
<i>D. sericea</i>	阿布哈兹 Suchum Abchazia	700–800 m	G. Woronow 1902.4.19 (PE)
<i>D. sophia</i>	俄罗斯库尔斯克州 Kursk Russian	—	J. Pallon sn. (PE)
<i>D. striata</i>	奥匈帝国 Austria-Hungary	2 000 m	A. Kerner sn. (PE)
头序瑞香 <i>D. sureil</i>	印度 Rungli Rungliot India	1 220 m	J. S. Gamble 2612b (A)
唐古特瑞香 <i>D. tangutica</i>	中国四川稻城 Daocheng Sichuan, China	云杉林下 Under the spruce forest 3 700 m	青藏队 (Qinghai-Xizang Exped.) 4372 (KUN)
野梦花 <i>D. tangutica</i> var. <i>wilsonii</i>	中国四川汶川 Wenchuan Sichuan, China	河边 On the river bank 1 500 m	赵清胜 (Zhao Qingsheng) 116261 (KUN)
细花瑞香 <i>D. tenuiflora</i>	中国四川木里 Muli Sichuan, China	山坡 On the slope 2 900 m	赵清盛 (Q. S. Zhao) 4256 (KUN)
九龙瑞香 <i>D. tripartita</i>	中国四川九龙 Jiulong Sichuan, China	—	黄楷等 (K. Huang et al) 000359 (PE)
西畴瑞香 <i>D. xichouensis</i>	中国云南西畴 Xichou Yunnan, China	灌丛 On the bush	张泽荣 (C. Y. Chang) 74-2 (SZ)
互生叶堇花 <i>Wikstroemia alternifolia</i>	中国甘肃 Gansu, China	—	N. Potanin sn. (PE)
<i>W. androsaemifolia</i>	婆罗洲加里曼丹 Kalimantan Timur Borneo	林下 Under the forest 800 m	R. GEESINK 9298 (PE)
岩杉树 <i>W. angustifolia</i>	中国陕西安康 Ankang Shaanxi, China	路边 Beside the road 740 m	方培元 (Fang Peiyuan) 8551 (KUN)
堇花 <i>W. canescens</i>	中国西藏芒康 Mangkang Tibet, China	灌木丛 On the bush 3 600 m	费勇 (Y. Fei) 053 (KUN)
头序堇花 <i>W. capitata</i>	中国四川苍溪县 Cangxi Sichuan, China	坡上、杂草中 On the slope grassland 790 m	泰自望 (Tai Ziwang) 02547 (KUN)
短总序堇花 <i>W. capitato-racemosa</i>	中国四川乡城县 Xiangcheng Sichuan, China	向阳坡 On the sunny slope 3 200 m	刘照光 (Z. G. Liu) 1055 (KUN)
河朔堇花 <i>W. chamaedaphne</i>	中国山西霍县 Huoxian Shanxi, China	山坡 On the slope	黄河队 (Huanghe Exped.) 899 (KUN)
窄叶堇花 <i>W. chuii</i>	中国海南定安县 Ding'an Hainan, China	河边 On the river bank	梁向日 (H. Y. Liang) 64731 (KUN)
匙叶堇花 <i>W. cochlearifolia</i>	中国四川剑阁县 Jiange Sichuan, China	560 m	T. N. Liu & C. Wang 268 (PE)
<i>W. degeneri</i>	夏威夷 Hawaii	—	Hewamst 270200 (A)
澜沧堇花 <i>W. delavayi</i>	中国云南丽江 Lijiang Yunnan, China	疏林边 Edge of the woods 2 400 m	中甸队 (Shangrila Exped.) 672 (KUN)
一把香 <i>W. dolichantha</i> Diels	中国云南昆明西山 Kunming Yunnan, China	路边、山坡 Beside the road, on the slope 1 800 m	张永增 (Zhang Yongzeng) 0026 (YNUB)

续表1

类群 Taxon	采集地 Location	生境及海拔 Habitat & altitude	凭证标本及标本馆 Voucher and herbarium
牛构皮 <i>W. effusa</i> <i>W. elliptica</i>	中国四川会理 Huili Sichuan, China 塞舌尔玛丽安娜岛 Marianne island Republik Sesel	山坡灌丛 On the slope bush 1 900 m —	赵清胜,胡刚 (Q. S. Zhao), (Hu Gang) 5584 (SZ) R. C. McGregor 437 (A)
<i>W. eugenoides</i>	夏威夷 Hawaii	350 m	W. L. Wagner 5480 (A)
城口堇花 <i>W. fargesii</i> <i>W. foetida</i>	中国重庆城口县 Chengkou Chongqing, China 萨摩耶群岛 Vaipouli Samoa Is.	灌丛 In the bush 1 450 m —	戴天伦 (Dai Tianxu) 100625 (SZ) E. P. Hume et al. 1850 (A)
富民堇花 <i>W. fuminensis</i> <i>W. furcata</i>	中国云南富民 Fumin Yunnan, China 夏威夷 Hawaii	山坡 On the slope 2 700 m 河边 By the river	邱斌云 (Qiu Binyun) 596135 (PE) A. A. Heller 2545 (A)
<i>W. ganpi</i>	日本鹿儿岛 Kagoshima Japan	1 100–1 488 m	J. Murata & S. Sakal (A)
光叶堇花 <i>W. glabra</i> 纤细堇花 <i>W. gracilis</i> <i>W. gymopoda</i>	中国重庆南川县 Nanchuan Chongqing, China 中国重庆巫山县 Wushan Chongqing, China 日本 Japan	林下 Under the woods 1 500 m 灌木林 On the bush 1 100 m —	周子林 (Zhou Ziling) 90745 (KUN) 杨光辉 57633 (SZ) (Yang Guanghui) K. Uno 1952
海南堇花 <i>W. hainanensis</i>	中国海南兴隆 Xinlong Hainan, China	平地,疏林 Under the woods 210 m	海南工作站 (Hainan Exped.) 423 (KUN)
武都堇花 <i>W. haoii</i>	中国陕西洋县 Yangxian Shaanxi, China	山坡 On the slope	郭本兆 (P. C. Kuo) 2036 (KUN)
会东堇花 <i>W. huidongensis</i>	中国四川惠东县 Huidong Sichuan, China	向阳坡 On the sunny slope 2 400 m	武素功 (S. K. Wu) 1546 (KUN)
了哥王 <i>W. indica</i> <i>W. kudoii</i>	中国云南西畴 Xichou Yunnan, China 日本九州岛 Kyushu Japan	灌木丛 On the bush 1 500 m 1 200–1 836 m	冯国楣 (K. M. Feng) 12075 (KUN) S. Amino et al. 40 (PE)
披针叶堇花 <i>W. lanceolata</i>	MT. Agayat	—	E. D. Mkoondal 16157 (A)
细叶堇花 <i>W. leptophylla</i>	中国四川木里 Muli Sichuan, China	松林下 Under the pinewood 1 770 m	武素功 (S. K. Wu) 3676 (KUN)
丽江堇花 <i>W. lichiangensis</i>	中国云南丽江 Lijiang Yunnan, China	疏草丛中 On the grassland 3 140 m	冯国楣 (K. M. Feng) 22293 (KUN)
大叶堇花 <i>W. liangii</i>	中国海南保亭县 Baoting Hainan, China	山谷 On the valley	吊罗山队 (Diaoluoshan Exped.) 2930 (KUN)
羊眼子 <i>W. ligustrina</i>	中国四川马尔康 Barkam Sichuan, China	山坡灌木丛 On the slope bush 2 800 m	75 队 (75 Exped.) 4517 (KUN)
线叶堇花 <i>W. linearifolia</i>	中国四川新龙 Xinlong Sichuan, China	3 200 m	李秋 (C. Li) 06355 (SZ)
亚麻堇花 <i>W. linoides</i>	中国陕西城固县 Chengge Shaanxi, China	山坡,林中 On the slope, under the forest 680 ft	傅坤俊 (K. T. Fu) 5422 (SZ)
隆子堇花 <i>W. lungtzeensis</i>	中国西藏隆子县 Longzi Tibet, China	向阳坡 On the sunny slope 3 600–3 800 m	青藏补点队 (Qinghai-Xizang Complement Coll. Group) 750416 (KUN)
<i>W. meyeniana</i>	菲律宾邦阿西楠省 Pangasinan Philippines	—	E. Feni 29843 (A)
小黄构 <i>W. micrantha</i>	中国重庆南川 Nanchuan Chongqing, China	山坡灌木丛 On the slope bush 550 m	四川队 (Sichuan Bot. Exped.) 853 (KUN)
北江堇花 <i>W. monnula</i>	中国广西兴安县 Xing'an Guangxi, China	山地 Fields on a hill 1 900 m	李光照 (G. Z. Li) 63137 (KUN)
独鳞堇花 <i>W. mononectaria</i>	中国台湾台北 North Taiwan, China	山坡 On the slope 200 m	彭镜毅 (C. I. Peng) 1507 (KUN)
细轴堇花 <i>W. nutans</i>	中国华南植物园 SCBG Guangdong, China	栽培 Cultivated 100–200 m	XBQ2014320-1 (YNUB)
<i>W. oahuensis</i>	夏威夷考艾岛 Kauai Hawaii	林边 Edge of the forest 1 215 m	D. Lorence GLA1426Q (A)
<i>W. ovata</i>	婆罗洲 Borneo	林缘 Edge of the forest 650 m	A. C. Church 8/95 (A)

续表 1

类群 Taxon	采集地 Location	生境及海拔 Habitat & altitude	凭证标本及标本馆 Voucher and herbarium
粗轴堇花 <i>W. pachyrrachis</i>	中国海南尖峰岭 Jianfengling Hainan, China	山地 Fields on a hill 1 360 m	海南工作队 (Hainan Exped.) 00408 (KUN)
鄂北堇花 <i>W. pampaninii</i>	中国甘肃华亭县 Huating Gansu, China	阴坡 On the moist slope 1 650 m	王作宾 (T. P. Wang) 16892 (KUN)
<i>W. pauciflora</i>	日本 Japan	—	H. Muroi 5193 (A)
<i>W. phillyreifolia</i>	夏威夷 Hawaii	1 219 m	M. R. Crosby 1957 (A)
多毛堇花 <i>W. pilosa</i>	中国贵州万山县 Wangshan Guizhou, China	山坡灌丛 On the bush 600 m	武陵山考察队 (Wulingshan Exped.) 2120 (KUN)
<i>W. polyantha</i>	菲律宾邦阿西楠省 Pangasinan Philippines	—	J. Reillo 19243 (A)
<i>W. pseudoretusa</i>	日本小笠原群岛 The Bonin Islands Japan	—	H. May 1917 (A)
<i>W. pulcherrima</i>	夏威夷 Hawaii	770 m	P. Quetin Tomich 931 (A)
倒卵叶堇花 <i>W. retusa</i>	日本冲绳 Okinawa Japan	20–300 m	N. Fukuok, M. Ito (KUN)
<i>W. ridleyi</i>	泰国宋卡 Songkla Thailand	常绿林缘 Edge of the evergreen forest 375 m	J. F. Maxwell 85-912 (A)
<i>W. rotundifolia</i>	汤加 Tonga	150 m	T. G. Yuncker 16066 (A)
<i>W. sandwicensis</i>	夏威夷 Hawaii	—	G. W. Gillett 2061 (A)
革叶堇花 <i>W. scytophylla</i>	中国云南德钦 Deqin Yunnan, China	阳坡灌丛 On the sunny bush slope 2 700 m	张永增, 周玉泉 (Zhang Yongzeng), (Zhou Yuquan) (YNUB)
<i>W. sellingii</i>	夏威夷 Hawaii	—	Ha degeues 24681 (A)
<i>W. sikokiana</i>	日本香川 Kagawa Japan	20–300 m	Miyosh 51834 (PE)
轮叶堇花 <i>W. stenophylla</i>	中国四川汶川 Wenchuan Sichuan, China	向阳坡 On the sunny slope 1 240 m	王清泉 (Wang Qingquan) 28683 (KUN)
台湾堇花 <i>W. taiwanensis</i>	中国台湾屏东县 Pingdong Taiwan	林下 Under the forest 1 000–1 100 m	彭镜毅 (C. I. Peng) 6894 (PE)
<i>W. tenuiramis</i>	婆罗洲 kerangas Borneo	林缘 Edge of the forest 50 m	Ding Hou 336 (A)
白花堇花 <i>W. trichomota</i>	中国广东连南县 Liannan Guangdong, China	山谷、山坡、路边 On the valley, slope, road 380 m	谭沛祥 (P. C. Tam) 59471 (KUN)
<i>W. yakushimensis</i>	日本屋久岛 Yakushima Japan	300–400 m	J. Murata 15729 (SZ)

1.2 方法

形态性状数据收集利用测量尺、游标卡尺、解剖镜等工具进行测量、观察完成。数据收集过程中,每个分类单位各测量 3 份标本,每个性状测量 2 次,少数标本数量少于 3 份的分类单元以实际测量标本数为准。标本选择保存较好,在成熟植株上采集的,能提供完整的特征性状的标本。标本产地以分类单元主要分布区为主,广布种应避免集中在同一区域。

选取分类性状时,特别注意选取稳定的性状,结合研究者近年来对该类群所进行的前期研究,最后经反复筛选,选定 32 个分类性状(表 2)。而本文选取的 32 个性状中,有 20 个性状与繁殖器官有关,使结果具有一定的客观性。分类性状包括定性性状和数量性状。定性性状分为二态和多态,采用二元

编码和多元编码将性状编码(表 2)。定性性状在统计确认过程中以实际观测中超过 60% 以上为准,即某一性状在所统计的 3 份标本 6 次测量中,出现 4 次以上则认为该性状在此分类单位中得到表现。数量性状以每份标本测量 2 次取平均值,然后进行标本间的数据平均后作为原始数据。所有性状均做无序处理,任何两个性状状态间的距离相等。不详或未知的性状以“?”表示。数量性状和定性性状数据原始数据矩阵见附录。

NTSYS-pc Version 2.10e (Rohlf, 1994) 软件用于对所得矩阵进行分析处理。原始数据标准化通过利用 Standardization 模块完成。标准化后的矩阵用 Simint 模块计算基于欧氏距离 (Euclidean distance) 的分类单元间的相关系数。然后,利用 SAHN 模块

表 2 分类性状及其编码
Table 2 Taxonomic character and code

序号 No.	分类性状及编码 Taxonomic character and code	序号 No.	分类性状及编码 Taxonomic characters and codes
1	花叶开放顺序:先花后叶(0),先叶后花(1) Flowers blossom before or after the leaves; flowers blossom before the leaves(0), flowers blossom after the leaves(1)	17	萼筒直径:数量(cm) Diameter of tube; quantity(cm)
2	叶序:对生(0),互生(1),对生和互生(2) 轮生(3),对生和轮生(4),簇生(5) Leaf location: leaves opposite(0), leaves alternate(1), leaves opposite or alternate(2), leaves decussate or ternate(3), leaves opposite, decussate or ternate(4), leaves densely crowded(5)	18	花萼裂片长度:数量(cm) Length of lobes; quantity(cm)
3	叶宽:数量(cm) Width of leaf; quantity(cm)	19	花萼裂片形状:卵形(0),披针形(1) Shape of lobes; ovate(0), lanceolate(1)
4	叶长:数量(cm) Length of leaf; quantity(cm)	20	花萼筒颜色:黄(0),白(1),淡绿(2),紫或其它(3) Color of tube; yellow(0), white(1), green(2), purple or other(3)
5	叶上表面:具毛(0),不具毛(1) Leaves adaxial; pubescent(0), glabrous(1)	21	花萼裂片上表面颜色:黄(0),白(1),淡绿(2),紫或其它(3) Color of Lobes; yellow(0), white(1), green(2), purple or other(3)
6	叶下表面:具毛(0),不具毛(1) Leaves abaxial; pubescent(0), glabrous(1)	22	花萼筒外面是否被毛:不被毛(0),被毛(1) Tube exterior; glabrous(0), pubescent(1)
7	叶缘是否反卷:不反卷(0),反卷(1) Leaves margin revolute or straight; straight(0), revolute(1)	23	花柱长度:数量(cm) Length of style; quantity(cm)
8	叶尖是否具毛:不具毛(0),具毛(1) Leaves apex; glabrous(0), pubescent(1)	24	子房被毛情况:仅顶部(0),中部及顶部(1),全部(2),无毛(3) Ovary: only apex pubescent(0), upper part pubescent(1), all pubescent(2), glabrous(3)
9	叶尖形状:具凹刻(0),不具凹刻(1) Shape of leaves apex; retuse(0), obtuse or acute	25	子房长度:数量(cm) Length of ovary; quantity(cm)
10	幼枝:不具毛(0),具毛(1) Young branches; glabrous(0), pubescent(1)	26	雄蕊数量:雄蕊 8(0),雄蕊 10(1) Number of stamens; eight(0), ten(1)
11	花序梗长度:数量(cm) Length of peduncle; quantity(cm)	27	花药的长度:数量(cm) Length of anthers; quantity(cm)
12	花序着生方式:腋生(0),顶生(1) Inflorescences terminal or axillary; axillary(0), terminal(1)	28	下轮雄蕊位置:低于花管 1/2 处着生(0),高于或等于花管 1/2 处着生(1) Lower stamens location: under the middle of calyx tube(0), above the middle of calyx tube(1)
13	花序类型:单花着生(0),总状花序(1),头状花序(2),圆锥花序(3) Inflorescences; uniflorous(0), raceme(1), capitate(2), panicle(3)	29	上轮雄蕊位置:低于花管 1/2 处着生(0),高于或等于花管 1/2 处着生(1) Upper stamens location: under the middle of calyx tube(0), above the middle of calyx tube(1)
14	花苞片:无(0),有(1) Bracts; absent(0), exist(1)	30	花盘形状:盘状(0),1枚鳞片状(1),2枚(2),多枚鳞片状(3) Disk shape; cup-shaped or annular(0), scales one(1), scales two(2), scales three or more(3)
15	花萼裂片数:4裂(0),5裂(1) No. of lobes; four(0), five(1)	31	果实情况:浆果,不被宿存花萼包被(0),果实不为浆果,被宿存花萼包被(1) Fruit; berry and not enclosed by persistent calyx(0), drup enclosed by persistent calyx(1)
16	萼筒长度:数量(cm) Length of tube; quantity(cm)	32	果实长度:数量(0) Leigth of fruit; quantity(cm)

基于 UPGMA(Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean)算法对各分类单元进行聚类。主成分分析(PCA)由 Eigen 模块完成,并得到 Eigenvalue 和 Eigenvalue,三维散点图在 Mod 3D 模块下完成。

2 结果与分析

图 1 是瑞香属和堇花属聚类分析图,对各级分支分析发现,两属均未能形成单系的分支,在各级分支内都存在两属物种的分布。根据聚类结果图,分类单元间结合值出现最大的“数值飞跃”(陈守良

等,1983)发生在第 132 次至第 133 次聚合时。等级分界值取在飞跃位置的中点,取在欧氏距离值 9.28 与 10.14 之间的中值(9.71)处。通过中值处划一竖线,可将 139 个分类单元划分为 5 个分类群。这 5 个类群中,有 3 个类群均为瑞香属植物,共 6 个种;一个类群仅 1 种堇花属植物即大叶堇花(*Wikstroemia langii*);另一个类群由大量瑞香属和堇花属植物组成。这 5 个分类群并不能体现瑞香属和堇花属间的差异,也与传统研究中属下分类间无明显对应关系。同时,通过将花盘片形态标注在聚类图上,亦未能观察到这一性状区分两属的物种。从图 1 可以看到,

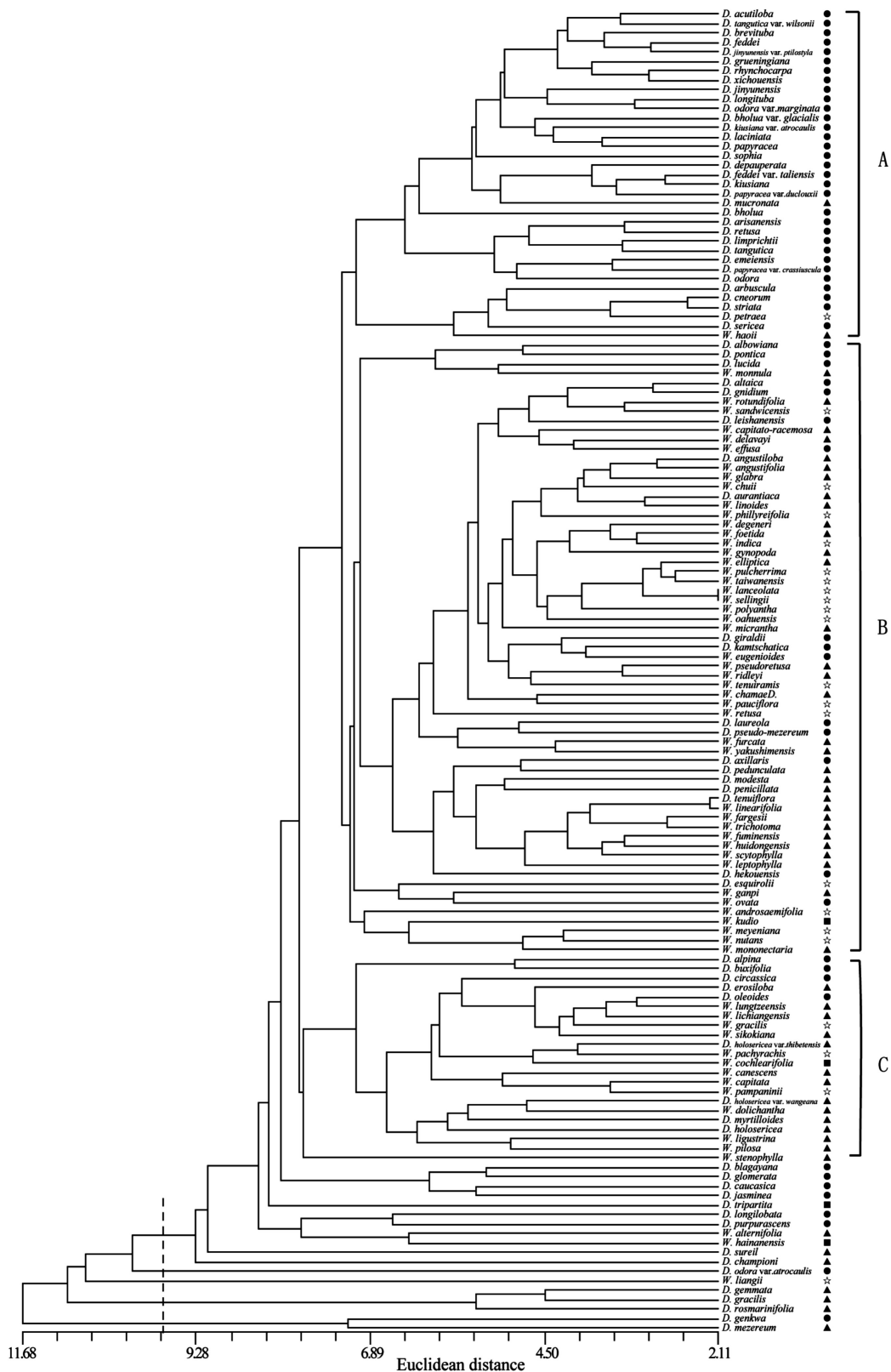


图 1 瑞香属和芫花属植物基于欧氏距离的 UPGMA 聚类分析 “●”“▲”“☆”“■”分别表示花盘片盘状, 1 枚、2 枚、多枚鳞片。

Fig. 1 UPGMA dendrogram of Euclidean distance of the species in the genera *Daphne* and *Wikstroemia* “●”“▲”“☆”“■” denote the form of the degenerative corolla with disc, one scale, two scales and more than two scales respectively.

表 3 瑞香属和堇花属植物 32 个性状特征在主成分分析中前三个主成分的特征根和特征向量
Table 3 Eigenvalues and eigenvectors of the first three greatest principal components (PC) in principal components analysis (PCA) for 32 characters in the genera *Daphne* and *Wikstroemia*

性状编号 No. of character	前三位的主成分特征向量 Eigenvector of the first three greatest PC			性状编号 No. of character	前三位的主成分特征向量 Eigenvector of the first three greatest PC		
	PC1	PC2	PC3		PC1	PC2	PC3
1	0.048 8	0.313 1	0.188 9	19	-0.248 9	-0.125 9	0.002 9
2	0.224 4	0.318	-0.069 4	20	-0.469 2	-0.343 1	-0.329 4
3	-0.524 2	0.317 1	0.036 5	21	-0.482 6	-0.271 4	-0.347 8
4	-0.651 9	0.245	0.047 5	22	0.071 7	-0.518 2	-0.064 9
5	-0.437 8	0.525 5	0.147 6	23	-0.166 8	0.197	-0.033
6	-0.467 1	0.615 5	0.157 3	24	-0.557 7	-0.304 8	0.030 9
7	0.215 8	-0.230 2	0.130 3	25	-0.480 9	-0.245 1	0.114
8	0.438 3	-0.566 2	-0.091 7	26	0.379 6	-0.022 4	0.697
9	-0.28	-0.137	0.201 3	27	-0.715	-0.076	0.337 6
10	0.098 2	-0.349 6	0.188 3	28	-0.078 3	0.149 1	-0.537 7
11	0.022 1	0.443 2	-0.104 3	29	-0.126 6	0.113 1	-0.674 2
12	0.129 3	0.021 6	-0.06	30	0.461 9	0.441 2	-0.045 7
13	0.007 6	-0.314 6	-0.230 1	31	0.533 6	-0.428 1	0.087 9
14	-0.629 1	-0.350 5	0.065 1	32	-0.509 7	0.176 4	0.068 6
15	0.436 8	-0.023 3	0.662 2	特征根 Eigenvalue	5.592 6	3.251 9	2.533 5
16	-0.406 9	0.005 5	0.405 8	贡献率 Percent (%)	17.476 9	10.162 3	7.917 3
17	-0.600 1	-0.313 1	0.184 5	累计贡献率 Cumulative (%)	17.476 9	27.639 2	35.556 5
18	-0.669 7	-0.295 8	0.161 4				

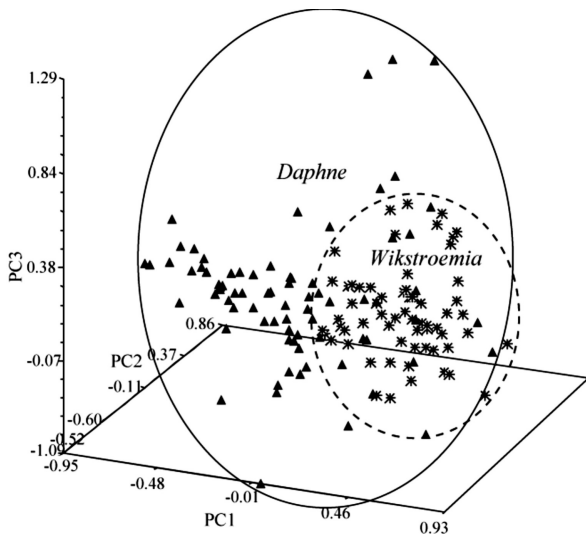


图 2 瑞香属和堇花属植物在前 3 个主成分空间上的散点图 “▲”“*”分别代表瑞香属和堇花属的植物。
Fig. 2 Scatter plots of the first 3 principal components of the genus *Daphne* and *Wikstroemia*
“▲” and “*” denote taxa from *Daphne* and *Wikstroemia* respectively.

瑞香属和堇花属聚成了几大支:A 支由少量堇花属植物如武都堇花(*W. haoii*)与大量瑞香属植物组成;B 支由少量瑞香属植物与大量的堇花属植物聚组成;以及瑞香属和堇花属植物交叉组成的 C 支和其他支序。这表明堇花属和瑞香属植物存在大量交叉。这些交叉植物并无特定规律,特别是我们将花盘形状这一典型区分瑞香属和堇花属的特征标注在聚类图上,也不能将两个属很好的区分开。如 A 支中大部分均为瑞香属植物,其花盘片大多为盘状,但也有少量 1 枚鳞片状和多枚鳞片等形态存在;而 B 支大多为堇花属植物,这些植物花盘大多 1 至多枚,也有部分瑞香属植物在这一支,而且这些瑞香属植物和少量堇花属植物均具盘状花盘。

通过对瑞香属和堇花属植物的主成分分析发现,前 3 个主成分贡献率分别为 17.476 9、10.162 3、7.917 3。其中,对第 1 主成分(PC1)贡献最大的是叶长、花苞片、萼筒直径、花萼裂片长度和雄蕊长度等性状,分别的特征向量值为 -0.651 9、-0.629 1、-0.600 1、-0.669 7、-0.715。对第二主成分贡献最大的 5 个性状分别为叶上表面被毛情况、叶下表面

被毛情况、叶尖是否具毛和花萼筒外面是否被毛,对应的特征向量值为 0.525 5、0.615 5、-0.566 2、-0.518 2。对第三主成分贡献最大的性状包括花萼裂片数、萼筒长度、雄蕊数、下轮雄蕊着生位置,上轮雄蕊着生位置,对应的特征向量值分别为 0.662 2、0.405 8、0.697、-0.537 7、-0.674 2。在传统的瑞香科分类特征中,花盘形态一直被认为是主要的特征,但在主成分分析中,其对前三个主成分的贡献较小,仅对第二主成分具有较小的贡献值。而果实类型在前三个主成分中均仅有较小的贡献值(分别为 0.533 6、-0.428 1、0.087 9)。瑞香属和堇花属的 32 个形态性状在主成分分析中的前三位主成分的特征根和特征向量见表 3。三维散点图(图 2)显示瑞香属和堇花属植物之间存在交错,不能明显区分两属植物。

3 讨论

瑞香属和堇花属的系统关系一直存在争议(Hamaya, 1955a, b, c; Halda, 1998, 1999)。花盘形态、果实类型一直被认为是区分这两个属的重要特征,但在主成分分析中,花盘形态对前三个主成分的贡献较小,仅对第二主成分具有较小的贡献值(0.441 2),而果实类型在前三个主成分中均仅有较小的贡献值(分别为 0.533 6、-0.428 1、0.087 9),反而叶的一些性状在前三个主成分中具有较大贡献值,如叶长在第一主成分中具有较高贡献值(-0.651 9),叶上表面、下表面是否被毛在第二主成分中具有较高贡献值(0.525 5、0.615 5)。因此,传统分类学中对这两个属进行区分的性状并没有典型的分类学意义。从主成分分析结果得到的散点图我们也可看到瑞香属和堇花属物种存在明显的交叉(见图 2)。因此,主成分分析支持瑞香属和堇花属不是两个独立自然类群的观点。这与我们对叶表皮形态特征研究结果相吻合(张永增等, 2015)。

Halda(2001)通过对花盘等性状的研究,把瑞香属和堇花属归并为瑞香属一个属。但是,部分基于分子系统学的研究却得到两类不同的结果。Galicia-Herbada(2006)对欧瑞香属(*Thymelaea*)的系统学研究中,选用了 3 种瑞香属植物(*Daphne cneorum*, *D. gnidium*, *D. oleoides*)和 2 种堇花属植物(*Wikstroemia canescens*, *W. alberti*)作为外类群进行研究,结果发现两属均为单系类群(靴带值分别为 100 和

95);Zhang et al(2010)在对瑞香狼毒(*Stellera chamaejasme*)的谱系地理研究中选用了 2 种瑞香属(*Daphne mezereum*, *D. tangutica*)和 4 种堇花属(*Wikstroemia delavayi*, *W. dolichantha*, *W. jiulongensis*, *W. stenophylla*)的材料做为外类群,同样得到瑞香属和堇花属均为单系的支持(靴带值分别为 100 和 67);然而,Beaumont et al(2009)在对 *Gnidia* 进行系统学研究时选用了 1 种瑞香属植物(*Daphne mezereum*)和 2 种堇花属植物(*Wikstroemia canescens*, *W. gemmata*)进行研究,却发现堇花属、瑞香属、欧瑞香属和狼毒属分在了一支(靴带值为 98),认为堇花属不为单系。瑞香科的分子系统学(van der Bank et al, 2002)选取了瑞香属(*Daphne mezereum*)和堇花属(*Wikstroemia gemmata*)进行研究,结果显示瑞香属、堇花属、欧瑞香属(*Thymelaea*)、狼毒属(*Stellera*)、草瑞香属(*Diarthron*)在同一支(靴带值为 99),因此认为两属具有较近的亲缘关系。然而 van der Bank et al(2002)选取的材料 *Wikstroemia gemmata* 是一种争议植物,最初放在瑞香属中,命名为 *Daphne gemmata*(Diels, 1900),且《中国植物志》等均接受 *D. gemmata*(川西瑞香)这一分类方式(黄蜀琼等, 1999;Wang et al, 2009)。因此瑞香科分子系统学研究结果不能准确反映堇花属和瑞香属的分类关系。由于这几项研究均不是以瑞香属和堇花属的系统学研究为目的,在取样上受到限制,因而并不能很好地反映两属间的系统关系。

传统的分类学以花盘形状、果实类型和叶序区分瑞香属和堇花属,认为瑞香属聚盘状花盘,堇花属具一至多枚鳞片状花盘。然而许多研究却发现传统分类性状在两个属中存在交叉和过渡趋势(Hamaya, 1955a, b, c; Halda, 1998, 1999)。本研究通过形态性状的聚类分析未能将瑞香属和堇花属植物分开,结果显示两属均未形成单系类群。在聚类图上可以看到,瑞香属和堇花属植物存在大量交叉,如 A 支整体为瑞香属分支,但也有少量堇花属植物聚在了这一支, B 支为堇花属分支,但也有部分瑞香属植物在这一支。在 B 支,形态变异较多的瑞香属植物如狭瓣瑞香(*D. angustiloba*)、橙花瑞香(*D. aurantiaca*)、瘦叶瑞香(*D. modesta*)等植物与大部分堇花属聚在一块组成了第 2 支(见图 1),而它们的花盘片有盘状、盘状一侧发达、一侧发达方形或方形深裂为两片等形状,如果按传统分类方法,根据

这一性状则既可将这几种植物放入茛花属中也可放入瑞香属中。同时在聚类图上瑞香属和茛花属植物的交叉并没有特定规律,特别是花盘形状这一典型特征也不能将两个属很好地区分开。如 A 支中大部分均为瑞香属植物,其花盘片则具有盘状、1 枚鳞片状和多枚鳞片等多种形态,B 支则多为茛花属植物,其花盘形态具盘状、1 枚鳞片状、2 枚鳞片状和多枚鳞片等多种形态,与传统分类学观点不符。因此,聚类分析也支持瑞香属和茛花属不是两个独立自然类群的观点。

致谢 中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)、中国科学院成都生物所标本馆(CDBI)、四川大学标本馆(SZ)、哈佛大学标本馆(A)、云南师范大学标本馆(YNUB)等帮助提供研究材料;哈佛大学标本馆 David E. Boufford 博士、中国科学院植物研究所高天刚博士、于胜祥博士在研究过程中给予的帮助,在此一并致谢。

参考文献:

BEAUMONT AJ, EDWARDS TJ, MANNING J, et al, 2009. *Gnidia* (Thymelaeaceae) is not monophyletic; taxonomic implications for Thymelaeoideae and a partial new generic taxonomy for *Gnidia* [J]. Bot J Linn Soc, 160:402-417

BRICKELL CD, MATHEW Brian, 1976. *Daphne*: the genus in the wild and in cultivation [M]. London: Alpine Garden Society.

CHEN SL, XU KX, SHEN GY, 1983. On the numerical classification and determination of taxa of Chinese bamboos with leptomorph rhizomes [J]. Plant Syst Evol, 21(2): 113-120. [陈守良, 徐克学, 盛国英, 1983. 中国散生竹类的数量分类和确定分类等级的探讨 [J]. 植物分类学报, 21(2): 113-120.]

DIELS L, 1900. Die flora von central-China [J]. Bot Jahrb Syst, 29(3-4): 481.

DOMKE W, 1932. Zur Kenntnis einiger Thymelaeaceen [J]. Notizbl Bot Gart Berlin-Dahlem, 11: 348-363.

DOMKE W, 1934. Untersuchungen über die systematische und geographische Gliederung der Thymelaeaceen [J]. Bibl Bot, 111:1-151.

GALICIA-HERBADA D, 2006. Origin and diversification of *Thymelaea* (Thymelaeaceae): inferences from a phylogenetic study based on ITS (rDNA) sequences [J]. Plant Syst Evol, 257: 159-187.

HALDA JJ, 1998. Some taxonomic problems in the genus *Daphne* L. I [J]. Acta Mus Richnov, 5:133-160.

HALDA JJ, 1999. Some taxonomic problems in the genus *Daphne* L. II [J]. Acta Mus Richnov, 6:195-233.

HALDA JJ, 2001. The genus *Daphne* [M]. Czech Republic: Dobre, Sen.

HAMAYA T, 1955a. Adendrological monograph of the Thymelaeaceae plants of Japan [J]. Bull Tokyo Univ For, 50: 45-96.

HAMAYA T, 1955b. Some taxonomical notes on Thymelaeaceae from Japan and the adjacent regions I [J]. J Jap Bot, 30: 33-38.

HAMAYA T, 1955c. Some taxonomical notes on Thymelaeaceae from Japan and the adjacent regions II [J]. J Jap Bot, 30: 328-335.

HAMAYA T, 1959. Dendrological studies of the Japanese and some foreign genera of the Thymelaeaceae [J]. Bull Tokyo Univ Forests, 55: 1-80.

HUANG SC, ZHANG ZR, 1999. Thymelaeaceae [M]//Delectis Florae Reipublicae Populans Sinicae Agendae Academiae Sinicae Edita. Florae Reipublicae Populans Sinicae. Beijing: Science Press, 52(1): 287-400. [黄蜀琼, 张泽荣, 1999. Thymelaeaceae [M]//中国植物志编委会. 中国植物志. 北京: 科学出版社, 52(1): 287-400.]

KITAMURA Siro, 1955. Thymelaeaceae [M]//The Committee of the Kyoto University Scientific Expedition to the Karakoram and Hindukush. Flora of Afghanistan. Japan: Kyoto University. Vol.II: 275-276.

LI XD, ZAN YY, LI QL, et al, 2008. A numerical taxonomy of the genera *Rehmannia* and *Triaenophor* [J]. Plant Syst Evol, 46(5): 730-737. [李晓东, 笄艳燕, 李建强, 等, 2008. 地黄属和崖白菜属的数量分类 [J]. 植物分类学报, 46(5): 730-737.]

NASIR Y, 1971. Thymelaeaceae [M]//Nasir E, Ali SI (eds). Flora of Pakistan. Karachi: University Karachi. 12: 106.

POBEDIMOVA EG, 1974. Family CIX. Thymelaeaceae [M]//SH-ISHKIN BK, BOBROV EG (eds.). Flora of the USSR. Springfield: Israel Program for Scientific Translations. XV: 361-387.

ROHLF FJ, 1994. NTSYS-pc. Version 2.10e [R]. New York: Applied Biostatistics Inc.

VAN DER BANK M, FAY MF, CHASE MW, 2002. Molecular phylogenetics of Thymelaeaceae with particular reference to African and Australian genera [J]. Taxon, 51(2): 329-339.

WANG YZ, GILBERT MG, MATHEW B, et al, 2009. Thymelaeaceae [M]//WU CY, RAVEN PH (eds). Flora of China. Beijing: Science Press: 13:213-250.

ZHANG YH, SUN H, BOUFFORD DE, 2007. Two new species of *Wikstroemia* (Thymelaeaceae) from Western Sichuan, China [J]. Rhodora, 109(940): 448-455.

ZHANG YH, VOLIS S, SUN H, 2010. Chloroplast phylogeny and phylogeography of *Stellera chamaejasme* on the Qinghai-Tibet Plateau and in adjacent regions [J]. Mol Phylogenet Evol, 57: 1 162-1 172 .

ZHANG YZ, SUN WG,GAO CZ, et al, 2015. Character of leaf epidermis and their systematic significance of *Daphne* and *Wikstroemia* (Thymelaeaceae) [J]. Plant Divers, 37(5): 493-512. [张永增, 孙文光, 高彩珍, 等, 2015. 瑞香属和茛花属(瑞香科)植物叶表皮特征及其分类学意义 [J]. 植物资源与分类学报, 37(5): 493-512.]

ZHOU LY, WANG YQ, ZHANG L, et al, 2009. Mathematic classification of 46 species in *Rhododendron* with the morphologic characters [J]. Sci Silv Sin, 45(8): 67-75. [周兰英, 王永清, 张丽, 等, 2009. 46 种杜鹃花属植物表型性状的数量分类 [J]. 林业科学, 45(8): 67-75.]