

朱砂根复合群形态性状的数量分析

王军^{1,2}, 夏念和^{2*}

(1. 中国热带农业科学院热带生物技术研究所, 农业部热带作物生物学与遗传资源利用重点实验室, 海口 571101; 2. 中国科学院华南植物园, 中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广州 510650)

摘要: 朱砂根复合群——朱砂根(*Ardisia crenata* Sims)、红凉伞(*A. crenata* var. *bicolor* (E. Walker) C. Y. Wu & C. Chen)和岭南紫金牛(*A. linangensis* C. M. Hu)之间存在一些过渡类型, 很难依据少数几个关键性状对它们明确划分。运用 Anderson 的形象化散点图和柱状图的方法对全国 14 个省区 135 份标本的 9 个性状进行了分析, 结果表明, 岭南紫金牛应为独立的种, 支持将红凉伞进行归并。

关键词: 形态变异; 数量分析; 朱砂根复合群; 报春花科

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2013.06.008

Quantitative Analysis of Morphological Characters of *Ardisia crenata* Complex (Primulaceae)

WANG Jun^{1,2}, XIA Nian-he^{2*}

(1. Institute of Tropical Biosciences and Biotechnology, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Key Laboratory of Biology and Genetic Resources of Tropical Crops, Ministry of Agriculture, Haikou 571101, China; 2. Key Laboratory of Plant Resources Conservation and Sustainable Utilization, South China Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract: *Ardisia crenata* complex include *A. crenata* Sims, *A. crenata* var. *bicolor* (E. Walker) C. Y. Wu & C. Chen, and *A. linangensis* C. M. Hu. They are taxonomically perplexing. By means of conventional taxonomic methods, it is difficult to discriminate them from one another. Nine characters are analysed for the 135 specimens of this complex from 14 provinces of China by means of pictorialized scatter diagram and histogram. The results support the idea of merging *A. crenata* var. *bicolor* (E. Walker) C. Y. Wu & C. Chen into *A. crenata* Sims, but do not support treating *A. linangensis* C. M. Hu as the synonym of *A. crenata* Sims.

Key words: Morphological variation; Quantitative analysis; *Ardisia crenata* complex; Primulaceae

紫金牛科植物是热带雨林和亚热带常绿阔叶林常见的下木层, 在我国中亚热带东部该科以紫金牛属(*Ardisia* Swartz)的种类较多。自交亲和在紫金牛属植物中广泛存在^[1-3], 这可能是该属植物的一般特征^[3], 但也存在异交现象^[4-5]和体细胞无融合生殖^[6], 因而紫金牛属植物以近亲繁殖为主, 并存在混合交配系统^[7]。

朱砂根(*A. crenata* Sims)和红凉伞[*A. crenata* var. *bicolor* (E. Walker)]中都具有较高的异交率^[5,8], 岭南紫金牛(*A. linangensis* C. M. Hu)与二者形态相似, 三者分布区上也相互重叠, 其中朱砂根分布最为广泛, 红凉伞与朱砂跟的分布区基本相同, 但集中分布在湖南、广西等地区, 岭南紫金牛主要分布在广东、广西、湖南等地区。根据紫金牛属植物的繁

收稿日期: 2013-09-14

接受日期: 2013-10-09

基金项目: 海南省重大科技项目子课题热带生物种质与基因资源研究项目(ZDZX2013023-1)资助

作者简介: 王军(1980~), 男, 博士、助研, 主要从事植物资源学、植物系统学、分类学研究。E-mail: wanghuanlong@163.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: nhxia@scib.ac.cn

育系统,以及朱砂根、红凉伞具有较高的异交率,推测岭南紫金牛和前二者可能存在异交现象。

朱砂根复合群为紫金牛属圆齿亚属(subgen. *Crispardisia*)的朱砂根、红凉伞和岭南紫金牛 3 个分类单元。但三者的形态性状区别不大,且不少性状属于数量的,如果实直径、叶宽/叶长、植株高度等,其它性状也存在不同程度的重叠和过渡,这使得原来区分种或变种的界限模糊不清,造成了分类学上的混乱。其中 *A. bicolor* Walker 后由吴征镒和陈介^[9]归并为朱砂根之变种——红凉伞(*A. crenata* var. *bicolor* (Walker) C. Y. Wu & C. Chen)。岭南紫金牛在《中国植物志》^[10]中被误定为大罗伞树(*A. hanceana* Mez),胡启明^[11]将其订正并重新命名为(*A. linangensis* C. M. Hu)。红凉伞与朱砂根的主要区别在于前者叶背、花梗、花萼及花瓣均带紫红色^[10]。作者经对大量标本的研究发现红凉伞叶形也有狭长形,叶边缘近全缘或具锯齿,萼片为椭圆状卵形,果实直径少数超过 0.7 cm 的类型,这些特征都与岭南紫金牛较为接近,但其在花序类型、叶面腺点、边缘腺点、叶缘小瘤等性状上与岭南紫金牛存在差异。胡启明^[11]在发表岭南紫金牛时,强调与大罗伞树的主要区别在于其花具黑色腺点和叶缘非圆齿形。作者通过形态学与分子手段澄清了朱砂根、红凉伞、岭南紫金牛与大罗伞树、山血丹(*A. lindleyana* D. Dietrich)的区别,然而并未能很好地

解决前三者之间的关系^[12]。本文将利用形象化散点图和柱状图的方法对该复合群进行研究。

Anderson^[13]的形象化散点图(Pictorialized scatter diagram)和柱状图(Histogram)方法是对杂交群体研究的两种重要的方法,杂种指数法(Hybrid index)^[14]首先是地区性群体取样,接着根据亲本的形态特征来确定供统计用的性状,并为每一性状定出一个指数,再计算出亲本的个体总指数值,两者明显不连续,如果有杂种和杂交的各种分类和回交衍生个体的话,它们的总分必然为亲本分值之间。该方法的运用已经相当成熟,也已被广泛运用种间杂交、复合群的划分等方面^[15-28]。作者对全国不同产地、不同居群的 135 份朱砂根复合群标本进行了分析,观察测量了若干性状上的数量变异,从而为朱砂根、红凉伞及岭南紫金牛的合理划分提供依据。

1 材料和方法

选取上述 3 个分类群采自安徽、江苏、浙江、江西、湖北、湖南、贵州、四川、福建、广东、广西、云南、海南、香港 14 个省区,具果标本 135 份(均存于中国科学院华南植物园标本馆),根据 Anderson^[13-14]的方法,选取株高、叶宽/叶长、叶面腺点、叶缘齿类型、叶缘小瘤、边缘腺点、花序类型、萼片形状、果实直径为研究指标,作出形象化散点图和柱状图。

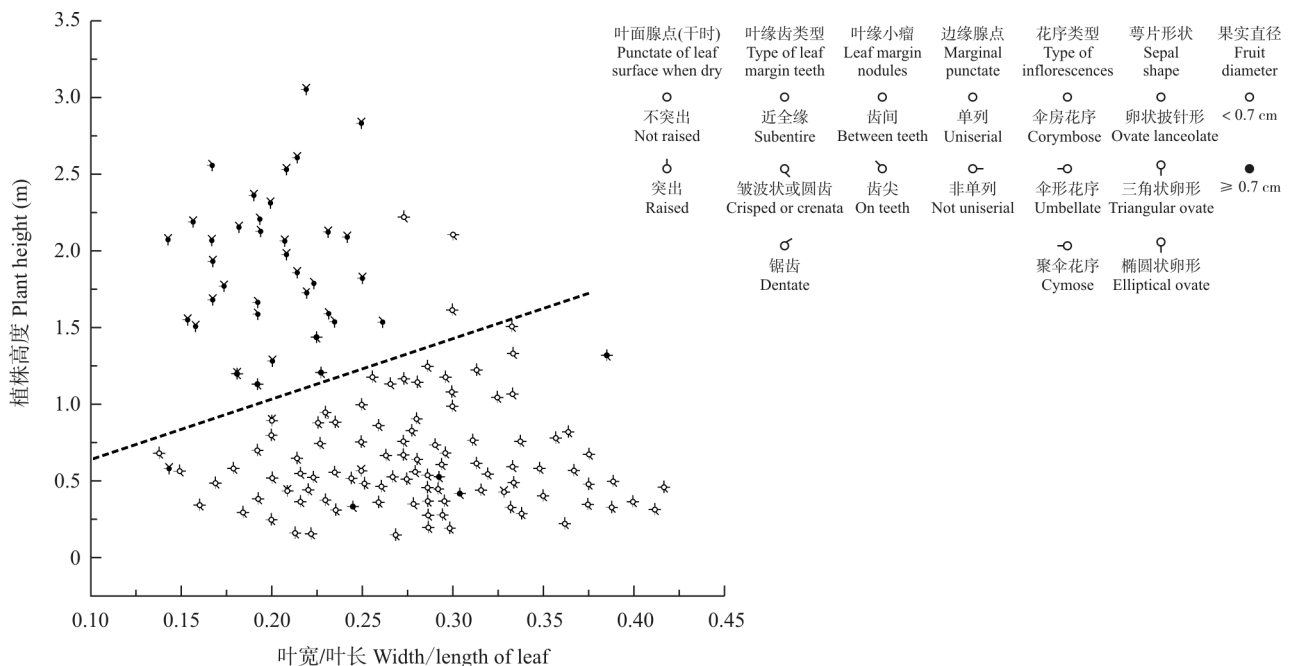


图1 朱砂根复合群形象化散点图

Fig. 1 Pictorialized scatter diagram of *Ardisia crenata* complex

表 1 朱砂根复合群性状及得分

Table 1 Characters and score of *Ardisia crenata* complex

		性状 Character	得分 Score
株高 Plant height (m)		≤ 1	0
		> 1	2
叶片 Leaf	宽/长 Ratio of width to length	≤ 0.25	0
		> 0.25	2
	缘齿类型 Margin teeth type	皱波状齿或圆齿 Crisped or crenata	0
		近全缘 Subentire	1
		锯齿 Dentate	2
	叶面腺点(干时) Punctate on surface when dry	不突出 Not raised	0
		突出 Raised	2
	叶缘小瘤 Nodule at margin	齿间 Between teeth	0
齿尖 Top of teeth		2	
花序 Inflorescences	聚伞花序 Cyme	0	
	伞形花序 Umbell	1	
	伞房花序 Corymb	2	
边缘腺点 Marginal punctate	非单列 Not uniserial	0	
	单列 Uniserial	2	
果实 Fruit	直径 Diameter (cm)	< 0.7	0
		≥ 0.7	2
萼片形状 Sepal shape		卵状披针形 Ovate-lanceolate	0
		三角状卵形 Triangular-ovate	1
		椭圆状卵形 Elliptical-ovate	2

形象化散点图(图 1):以植株高度和叶宽/叶长分别为纵、横坐标,图中每一个符号代表一份标本(各性状表示见图例)。根据性状变异的相关性,将图划分成不同的区域,结合形态特征进行分析。

柱状图(图 2):为形象化散点图中所用的 9 个性状作出如表 1 的评分标准,以每份标本在这 9 个性状评得的总分数即指数(Index)作为图 2 的横坐标,以每个指数的标本数为纵坐标,作出图 2。

2 结果和讨论

图 1 大致可以分为两大块(用虚线隔开)。虚线左上方的类群植株高度都高于 1 m,叶宽与叶长的比值大都低于 0.25。比较各圆点的形状我们不难看出,这一类群的特征有:叶面腺点干时不突出、叶缘齿为锯齿、叶缘小瘤位于齿尖、边缘腺点规则,呈单列排列、常为伞形花序或伞房花序、萼片为椭圆状卵形,由这些性状可知这一类群代表的是岭南紫

金牛。

再看虚线右下方的类群植株高度大都低于 1 m,而叶宽与叶长的比值较高,集中在 0.3 左右;这一类群的个体同时还伴随有叶面腺点干时突出、叶缘齿为皱波状或圆齿、叶缘小瘤位于齿间、边缘腺点非单列、常为聚伞花序或伞形花序、萼片为三角状卵形或卵状披针形,可见这一类群代表的是朱砂根及其变种红凉伞。从图中可以看到,虚线上下的两大类群之间,穿插较少,过渡类型不多,说明它们在形态上存在较为显著的差异,叶面腺点、叶缘齿类型、叶缘小瘤、果实直径可作为他们区别的特征,除此之外,岭南紫金牛与朱砂根的区别还在于前者的花瓣为红色、较厚,花苞饱满,花梗粗壮,分枝数和边缘齿的数量均较少,因而在分类上它们也应该属于不同的分类单位。

柱状图(图 2)也直观地反映出了这 135 份标本由两个类群组成。对照表中所列的评分标准可知,指数(得分数)为 2~9 代表的是朱砂根和红凉伞,指

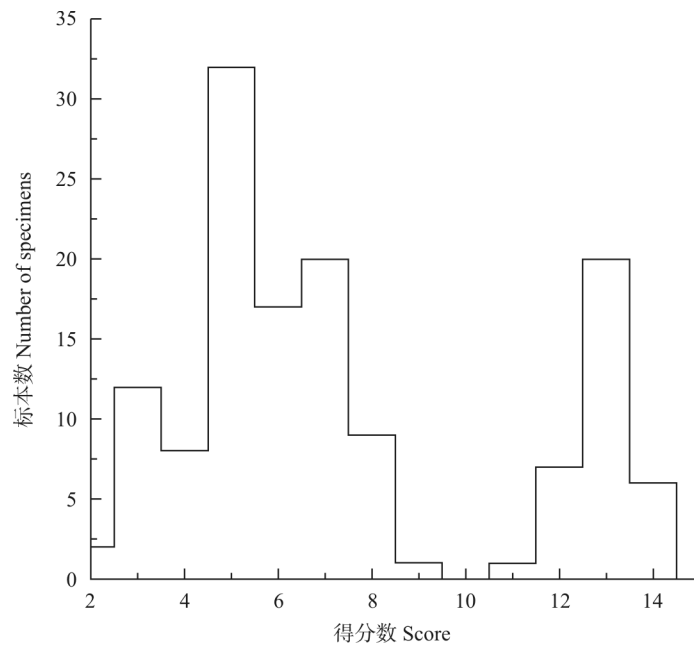


图2 朱砂根复合群柱状图

Fig. 2 Histogram of *Ardisia crenata* complex

数(得分数)为 11~14 代表的是岭南紫金牛。其中,岭南紫金牛比较独立,具有明显的间断,而朱砂根和红凉伞类型有过渡,与图 1 反映的情况基本一致。

根据以上形象化散点图、柱状图分析,结果支持将红凉伞作为朱砂根的异名处理,这与此前作者的分子分析较为一致,但岭南紫金牛及红凉伞一个样本处于一个多歧分支中,没能聚为一支^[12],因此,进一步深入研究需要大量样品的加入,增加或筛选出更为合适的分子片段,并从居群水平和交配系统上进行,才能更好地澄清三者之间的关系,但就此次分支分析的结果而言岭南紫金牛应当成立。

3 标本引证

朱砂根

Ardisia crenata Sims in Curtis's, Bot. Mag. 45(3): pl. 1950. 1817.

安徽: 黄山, M. Chen 1355; 潜山, 王名全 7170; 休宁, 采集人未详 30830; 地点未详, 采集人未详 138。福建: 崇安, 周鹤昌 4336; 武考队 2531; 三明, 蔡国栋 302; 太平, 李明生 589。漳州, 叶国栋 190。广东: 北江, 陈焕镛 5569, 5598; 东奥, 周沛椿 80127; 大浦, 曾怀德 21009; 惠东, 陈邦余 268; 和平, 谭策铭 99505A; 合浦, 梁向日 69336; 乐昌, 陈少卿 1581; 罗浮山, 高锡朋 52452; 平远, 李学

根 202086; 乳源, 邓良 5602, 刘心祈 628; 新丰, 黄志 38890; 地点未详, 丁广奇等 1797, 黄成 160248。广西: 百色, 华南队 2041; 茶城, 李荫昆 402621; 德保, 张肇骞 13655; 大苗山, 陈少卿 14608, 16403, 16798; 大明山, 采集人未详 633; 桂林, 黄贾何 130324, 钟济新 808228; 华坪, 袁淑芬等 5483; 贺县, 陈亨春等 500021; 横县, 陈照宙 50620; 金秀, 黄志 40566; 靖西(镇边), 高锡朋 55935; 临桂, 梁畴芬 30295, 30990; 龙胜, 李中提 600019, 覃灏富 71115, 700877; 凌云, 张肇骞 10399; 兴安, 广西队 2657, 余少林 900137, 900280; 永祁, 刘志刚 50070; 昭平, 蒋承曾 4138, 李荫昆 402377; 瑶山, 黄志 40686; 地点未详, 陈照宙 51611, 梁恒 100494。贵州: 地点未详, 辛树焯 45179; 张志松等 157, Teng S. W. 1477。海南: 屯昌, 采集人未详 776; 万宁, 钟义 3895。湖南: 城步, 谭沛祥 64036; 洞口, 谭沛祥 63001; 那七, 杨泽永 423, 425, 426; 石柱, 杨泽永 1414; 祁东, 李明红 1136, 1614; 桑植, 湖南队 701; 湘西, 李学根 204684; 沅陵, 武陵队 579; 永顺, 湖南队 174; 宜章, 陈少卿 2481, 梁宝汉 84704。湖北: 恩施, 李洪钧 8729。江苏: 地点未详, 单人骅 979, Yao C. W. 2862。江西: 德兴, 聂敏祥 5381; 大余, 岳俊三 1125; 广昌, 岳俊三 2540; 黎川, 赖书坤等 2586; 石城, 胡启明 4609; 遂川, 岳俊三 4129; 上饶, 谭策铭 9612018; 沙溪, 杨祥学 830453; 武宁, 谭

策铭 961107A; 永新, 赖书坤 4917; 地点未详, 采集人未详 10031。四川: 城县, 戴天伦 102497; 南川, 李国凤 64654, 65055; 天全, 彭定一 45179, 46900; 地点未详, 曲桂龄 5580。香港: 大鱼山, 陈焕镛 4818; 新界, 陈淑珍 7257; 地点未详, 陈焕镛 5118, 7545。云南: 绥江, 孙必兴等 503; 文山, 何树春 85044, 85072, 冯国楣 22408; 地点未详, 采集人未详 54299。浙江: 西天目山, 贺贤育 15。

岭南紫金牛

Ardisia linangensis C. M. Hu, Bot. J. South China 1: 5 – 6. 1992; C. Chen and Pipoly in Fl. China 15: 19. 1996, pro syn. sub *A. crenata* Sims.

广东: 乐昌, 曾怀德 20882, 高锡朋 51139; 连山, 陈炳辉 237; 阳山, 邓良 1462; 地点未详, 陈焕镛 5913, 5934, 邓良 5327; 连南, 朱志淞 670; 阳春, 黄志 38770; 乳源, 高锡朋 53054, 黄志 44286, 郭素白 80211, 李学根 201156, 粤-73 515; 夏念和等 45; 始兴, 王学文等 720; 大浦, 邓良 4991, 李学根 202562, 陈炳辉 96; 信宜, 黄志 37963; 北江, 陈焕镛 5934; 博罗, 王英强 1237; 连县, 谭沛祥 59728, 60270; 龙门, 陈炳辉 20。广西: 金秀, 大瑶山考察队 10258, 11428, 11575, 1187, 12436, 12811, 13417, 李荫昆 400035, 400115, 400370; 临桂, 瑶山, 辛树焯 9940, 11837。

参考文献

- [1] Bawa K S. Breeding systems of tree species of a lowland tropical community [J]. Evolution, 1974, 28(1): 85–92.
- [2] Bawa K S, Perry D R, Beach J H. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees: I. Sexual systems and incompatibility mechanisms [J]. Amer J Bot, 1985, 72(3): 331–345.
- [3] Pascarella J B. Breeding system of *Ardisia* Sw. (Myrsinaceae) [J]. Brittonia, 1997, 49(1): 45–53.
- [4] Sekine I. Sekine, Nogyo Gijyutsu Taikei Kakihen, No. 11 [M]. Kaboku/Kanyoshokubutsu: Nosangyosonbunkakyokai, Tokyo, 1994: 479–480. (in Japanese)
- [5] Mark S R, Ae-Kyung L, Jeung K S, et al. Confirmation of cross-pollination of *Ardisia crenata* by sequence-characterized amplified region (SCAR) markers [J]. Sci Hort (Amsterdam), 2006, 109(4): 361–367.
- [6] De J C. On the symbiosis *Ardisia crispa* (Thunb.) A. DC. [J]. Verh Kon Ned Akad Wetensch, Afd Natuurk Sect. II., 1938, 37(6): 1–74.
- [7] Mu H P, Hong L, Cao H L, et al. Genetic variation of *Ardisia*

- crenata* in south China revealed by nuclear microsatellite [J]. J Syst Evol, 2010, 48(4): 279–285.
- [8] Chen X Y, Li N, Shen L. The mating system of *Ardisia crenata* var. *bicolor* (Myrsinaceae), a subtropical understory shrub, in Tiantong National Forest Park, Zhejiang Province [J]. Acta Phytoecol Sin, 2001, 25(2): 161–165.
陈小勇, 厉宁, 沈浪. 浙江天童国家森林公园红凉伞交配系统研究 [J]. 植物生态学报. 2001, 25(2): 161–165.
- [9] Yunnan Institute of Botany. Myrsinaceae [M]// Flora of Yunnanica, Tomus 1. Beijing: Science Press, 1977: 332–361.
云南省植物研究所. 紫金牛科 [M]// 云南植物志, 第1卷. 北京: 科学出版社, 1977: 332–361.
- [10] Chen C. Myrsinaceae [M]// Flora Reipublicae Popularis Sinicae, Tomus 58. Beijing: Science Press, 1979: 1–147.
陈介. 紫金牛科 [M]// 中国植物志, 第58卷. 北京: 科学出版社, 1979: 1–147.
- [11] Hu C M. New and noteworthy species of Myrsinaceae from China and Vietnam [J]. Bot J S China, 1992(1): 1–13.
- [12] Wang J, Xia N H. *Ardisia crenata* complex (Primulaceae) studies using morphological and molecular data [M]// Mworja J. Botany. Croatia: InTech, 2012: 163–172.
- [13] Anderson E. Introgressive hybridization [J]. Biol Rev, 1953, 28(2): 280–307.
- [14] Anderson E. Hybridization in American Tradescantias [J]. Ann Missouri Bot Gard, 1936, 23(3): 511–525.
- [15] Cousens J E. Variation of some diagnostic characters of the sessile and pedunculate oaks and their hybrids in Scotland [J]. Watsonia, 1963, 5(5): 273–286.
- [16] Woodell S R J. Natural hybridization in Britain between *Primula vulgaris* Huds. (The Primrose) and *P. elatior* (L.) Hill (The Oxlip) [J]. Watsonia, 1969, 7(3): 115–127.
- [17] Khan A M, Ali S I, Faruqi S A. Breeding system and population structure in the *Aerva javanica* complex [J]. Phytion (Austria), 1970, 14(1/2): 135–145.
- [18] Dancik B P, Barnes B V. Natural variation and hybridization of Yellow Birch and Bog Birch in southeastern Michigan [J]. Silvae Genet, 1972, 21(1): 1–9.
- [19] Keeley J E. Morphological evidence of hybridization between *Arctostaphylos glauca* and *A. pungens* (Ericaceae) [J]. Madrono, 1976, 23(8): 427–434.
- [20] Edward N N, Ronald J T. Hybridization and introgression between *Elymus canadensis* and *Elymus virginicus* (Poaceae) [J]. Proc Oklahoma Acad Sci, 1978, 58(1): 32–34.
- [21] Hsu P S, Li L C. A quantitative analysis of Herbarium materials of the *Photinia villosa* complex [J]. Acta Phytotaxon Sin, 1980, 18(3): 259–265.
徐炳声, 李林初. 毛叶石楠种群蜡叶材料的定量分析 [J]. 植物分类学报, 1980, 18(3): 259–265.
- [22] Hsu P S, Hwang S M. A quantitative analysis of the variation

- pattern of diagnostic characters of the *Styrax confusus* complex [C]// Acta Botanica Austro Sinica, No. 1. Beijing: Sciences Press, 1983: 51–58.
- 徐炳声, 黄淑美. 赛山梅种综合鉴别性状变异式样的数量分析 [C]// 中国科学院华南植物研究所集刊, 第1集. 北京: 科学出版社, 1983: 51–58.
- [23] Chen Z Y. Natural hybridization between hwangshan pine and masson pine in Mt. Hwangshan, Anhui Province [C]. Acta Botanica Austro Sinica, No. 2. Beijing: Sciences Press, 1986: 33–40.
- 陈忠毅. 安徽黄山马尾松和黄山松的天然杂交 [C]// 中国科学院华南植物研究所集刊, 第2集. 北京: 科学出版社, 1986: 33–40.
- [24] Yang J, Wang J W. A quantitative analysis of the variation pattern of characters of the *Viola variegata* complex [J]. Bull Bot Res, 1988, 8(2): 133–137.
- 杨继, 汪劲武. 斑叶堇菜种宗性状变异式样的定量分析 [J]. 植物研究, 1988, 8(2): 133–137.
- [25] He P. Numerical analyses of variation in the *Deutzia sikangensis* group (Hydrangeaceae) [J]. J SW China Norm Univ (Nat Sci), 1994, 19(2): 161–168.
- 何平. 绣球花科西康溲疏及其近缘种变异性的数量分析 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 1994, 19(2): 161–168.
- [26] Sun Z Y, Li F Z. Morphological study on *Girsium setosum* complex [J]. Bull Bot Res, 1999, 19(2): 143–147.
- 孙稚颖, 李法曾. 刺儿菜复合体的形态学研究 [J]. 植物研究, 1999, 19(2): 143–147.
- [27] Deng H P, Cheng M H, Zhou Z Q, et al. The formation and differentiation of the diversity of *Malus toringoides* Hughes [J]. Acta Hort Sin, 2002, 29(2): 95–99.
- 邓洪平, 成明昊, 周志钦, 等. 变叶海棠种群多样性的形成于分化研究 [J]. 园艺学报, 2002, 29(2): 95–99.
- [28] Deng H P, Xu J, Chen F, et al. Morphological and molecular identification on genetic diversity of *Zanthoxylum armatum* var. *novemfolius* [J]. Acta Bot Boreal-Occid Sin, 2008, 28(10): 2103–2109.
- 邓洪平, 徐洁, 陈锋, 等. 九叶青花椒遗传多样性的形态与分子鉴定 [J]. 西北植物学报, 2008, 28(10): 2103–2109.