

网络出版时间:2014-07-30 16:13

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.09.004

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13207/j.cnki.jnwafu.2014.09.004.html>

## 39 个牡丹品种的形态学分类研究

韩雪源,张延龙,牛立新

(西北农林科技大学 林学院,陕西 杨凌 712100)

**【摘要】**【目的】探究牡丹品种分类的等级和标准,进而为其品种选育和资源研究提供参考。【方法】2013-03-05,观测了 39 个牡丹品种的 26 个质量和数量性状,首先对 26 个性状指标进行了 R 型聚类分析和主成分分析,然后根据 R 型聚类结果,去掉相关性大的指标,再对 39 个牡丹品种进行了 Q 型聚类分析。【结果】R 型聚类结果显示,花瓣基部有无色斑与色斑颜色( $r=0.766$ ),复叶长与复叶宽( $r=0.659$ )的相关性较大,因此 Q 型聚类中不考虑色斑颜色和复叶宽 2 个性状。主成分分析结果表明:结实率、花瓣基部色斑情况、花期、花冠情况等 12 个性状的贡献率较大。Q 型聚类结果显示,39 个牡丹品种依据结实率、花瓣基部有无色斑和花期被分为 3 类:结实率高且花期较早的类群,如“赵粉”、“肉芙蓉”、“迎日红”、“粉中冠”等;结实率低且花瓣基部没有色斑的类群,如“状元红”、“绿香球”、“大胡红”、“珊瑚台”等;结实率低且花瓣基部有色斑的类群,如“红宝石”、“卷叶红”、“十八号”、“菱花湛露”等。【结论】筛选出对牡丹品种分类贡献较大的 13 个性状,得到可以作为其形态学分类依据的性状有结实率、花瓣基部有无色斑和花期。

**【关键词】**牡丹品种;形态学分类;R 型聚类;主成分分析;Q 型聚类

**【中图分类号】** S685.11

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1671-9387(2014)09-0128-09

## Morphological traits based taxonomy of 39 tree peony cultivars

HAN Xue-yuan, ZHANG Yan-long, NIU Li-xin

(College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** 【Objective】 This paper aimed to explore classification grades and standards for tree peony cultivars, so as to provide references for breeding and resource studies of tree peony cultivars. 【Method】 From March to May in 2013, we investigated 26 qualitative and quantitative characters of 39 tree peony cultivars. At first, 26 characters data were conducted with R-type cluster and principal component analysis. Then, according to the results of R-type cluster, the characters with high correlation with others were deleted. Finally, 39 tree peony cultivars were classified with Q-type cluster. 【Result】 There were high correlation coefficients between existence and color of petal basal blotch ( $r=0.766$ ), as well as length and width of compound leaf ( $r=0.659$ ). Thus, the color of petal basal blotch and width of compound leaf were not considered in Q-type cluster analysis. Principal component analysis for the various characters was also carried out. 12 out of the 26 traits, including setting ratio, petal basal blotch, flowering phase, and corolla state, etc., were chosen according to their contributions. Based on setting ratio, petal basal blotch and flowering phase, Q-type cluster analysis classified the 39 cultivars into three clusters. The group of higher setting ratio and earlier flowering phase included “Zhaofen”, “Roufufurong”, and “Yingrihong”, etc. The group

**【收稿日期】** 2013-07-01

**【基金项目】** 国家林业局公益性行业科研专项(201404701);西北农林科技大学博士科研启动资金项目(2013BSJJ051)

**【作者简介】** 韩雪源(1992-),女,内蒙古兴安盟乌兰浩特人,在读硕士,主要从事园林植物种质资源与育种研究。  
E-mail:15009256461@163.com

**【通信作者】** 张延龙(1964-),女,陕西延安人,教授,博士,主要从事园林植物资源与育种研究。  
E-mail:zhangyanlong@nwsuaf.edu.cn

of lower setting ratio and no petal basal blotch included “Zhuangyuanhong”, “Lüxiangqiu”, and “Dahuhong”, etc. The group of lower setting ratio and petal basal blotch included “Hongbaoshi”, “Juanyehong”, and “Shibahao”, etc. 【Conclusion】 Main characters for tree peony cultivars classification were screened and morphological traits for classification including setting ratio, petal basal blotch state and flowering phase were obtained.

**Key words:** tree peony cultivars; morphological taxonomy; R-type cluster analysis; principal component analysis; Q-type cluster analysis

牡丹(*Paeonia suffruticosa* Andr.)是芍药科(Paeoniaceae)芍药属(*Paeonia*)牡丹组(Sect. *Mouton* DC.)植物,为多年生木本灌木类<sup>[1]</sup>。牡丹是我国特有的植物资源,在我国有2 000多年的应用和栽培历史<sup>[2]</sup>,目前世界各地广为种植的牡丹均起源于中国。

根据牡丹亲本来源、形态特征、生物学特性和地理分布的不同,可将我国栽培的牡丹品种划分为4个种群,即中原牡丹种群、西北牡丹种群、江南牡丹种群和西南牡丹种群。品种选育是牡丹产业可持续发展的重要保障,需要不断培育具有优良性状的栽培品种。但是,目前我国牡丹品种大多存在亲缘关系不清、遗传背景相近、育种工作效率低、品种出新率低等问题。因此,对牡丹品种进行清晰的分类非常重要。尽管各种同工酶标记和DNA分子标记已经被广泛地应用于植物种质资源的鉴定及分类研究中<sup>[3-6]</sup>,但是形态性状的鉴定和描述,仍

然是种质资源研究的最基本的方法和途径。1990年,秦魁杰和李嘉珏<sup>[7]</sup>首次提出牡丹品种分类的4系2类13型的三级分类系统。1998年,成仿云等<sup>[8]</sup>在对花色变化和花型演化等与品种形成有关的现象进行长期观察后,提出了以花色为第一级分类标准的包括色、类、型、组和品种共5个分类等级的牡丹品种分类系统。本试验结合数学分类方法,对39个牡丹品种的26个性状进行统计分析和系统分类,以期探究牡丹品种分类的等级和标准,为牡丹的品种选育、遗传多样性和资源研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试材选自西北农林科技大学牡丹园内的39个牡丹品种(表1),其中包括32个中原牡丹品种、4个日本牡丹品种、1个法国牡丹品种和2个类群未知品种。植株平均年龄为9~10年。

表1 供试牡丹品种及其所属类群

Table 1 Tree peony cultivars and their groups

序号 No.	品种名 Peony cultivar	所属类群 Cultivar group	序号 No.	品种名 Peony cultivar	所属类群 Cultivar group
1	十八号 Shibahao	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	21	红宝石 Hongbaoshi	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
2	姚黄 Yaohuang	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	22	珊瑚台 Shanhutai	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
3	葛巾紫 Gejinzi	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	23	菱花湛露 Linghua Zhanlu	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
4	魏紫 Weizi	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	24	粉中冠 Fenzhongguan	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
5	黑花魁 Heihuakui	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	25	肉芙蓉 Roufurong	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
6	赵粉 Zhaofen	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	26	迎日红 Yingrihong	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
7	紫蓝魁 Zilankui	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	27	银红巧对 Yinhong Qiaodui	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
8	大胡红 Dahuhong	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	28	雪映桃花 Xueying Taohua	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
9	状元红 Zhuangyuanhong	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	29	红霞 Hongxia	种群未知 Unknown
10	白雪塔 Baixueta	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	30	虞姬艳妆 Yuji Yanzhuang	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
11	大棕紫 Dazongzi	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	31	绿香球 Lüxiangqiu	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains
12	乌龙捧盛 Wulong Pengsheng	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains	32	白鹤卧雪 Baihe Woxue	中原牡丹种群 Peony cultivar group of Central Plains

续表 1 Continued table 1

序号 No.	品种名 Peony cultivar	所属类群 Cultivar group	序号 No.	品种名 Peony cultivar	所属类群 Cultivar group
13	紫二乔 Zierqiao	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	33	香玉 Xiangyu	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains
14	首案红 Shouanhong	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	34	藏枝红 Cangzhihong	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains
15	二乔 Erqiao	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	35	海黄 High Noon	法国牡丹品种 Peony cultivar group of France
16	三变赛玉 Sanbian Saiyu	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	36	花王 Kaoh	日本牡丹品种 Peony cultivar group of Japan
17	卷叶红 Juanyehong	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	37	日月锦 Jitsugetsu Nishiki	日本牡丹品种 Peony cultivar group of Japan
18	景玉 Jingyu	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains	38	岛锦 Shima Nishiki	日本牡丹品种 Peony cultivar group of Japan
19	金星雪浪 Jinxing Xuelang	品种群未知 Unknown	39	初乌 Hatsugarasu	日本牡丹品种 Peony cultivar group of Japan
20	霓虹幻彩 Nihong Huancai	中原牡丹品种群 Peony cultivar group of Central Plains			

## 1.2 牡丹形态性状的观测

2013-03-05, 每个品种选取生长健壮的 5 株植株, 待植株第 1 朵花开花后, 选顶端第 2 和第 3 朵花分别挂牌标记, 每天观察记录。叶子的测量以叶子停止生长时, 当年生枝基部向上第 3 个叶柄上的叶子为标准。数量指标大多用游标卡尺测量, 包括花朵高度、花横径、花梗长、复叶长、复叶宽、叶柄长和当年生枝长以及心皮数目。质量性状采用目测, 包括花期、花色、花瓣基部有无色斑、色斑颜色、色斑形状、瓣端类型、花态、着花量、外花瓣轮数、花型、当年生枝颜色、叶面颜色、叶背有无毛、叶面晕否、雄蕊花丝颜色和雌蕊柱头颜色等。每株每个形态性状均测 3 次, 最终数量性状取其平均值。为减少颜色等性

状的变化误差, 每天下午 15:00—16:00 进行观察, 对比 PAN-TONE 色卡, 记录相关颜色性状。

## 1.3 聚类性状的选取与编码

试验选取花、茎、叶、果等各部位性状做聚类分析。性状编码(表 2)采用等级数量编码的方法<sup>[9]</sup>: 二元性状按 0 或 1 进行编码, 可以区分性状间的进化关系, 将原始性状编为 0, 进化性状编为 1; 不易确定的, 肯定状态为 1, 否定状态为 0。有序多态性状, 尽可能按从原始性状不断进化的顺序, 取连续排列的正整数 1, 2, 3, … 进行编码。无序多态性状多按生物进化顺序进行编码。数值性状不编码, 直接以原始数据形式进入下一步运算。

表 2 牡丹 26 个性状及其编码

Table 2 26 characters of tree peony cultivars and their codes

编号 No.	性状 Character	性状类型 Character type	详细编码情况 Code detail
1	花期 Flowering phase	多态 More	早(1)/中(2)/晚(3) Early (1)/middle (2)/late (3)
2	花横径 Flower diameter	数量 Quantity	
3	花朵高度 Flower height	数量 Quantity	
4	花色 Petal color	多态 More	红(1)/黄(2)/浅紫(3)/紫(4)/紫红(5)/紫黑(6)/白(7)/粉(8)/复(9) Red (1)/yellow (2)/light purple (3)/purple (4)/amaranth (5)/atropurpureus (6)/white (7)/pink (8)/broken color (9)
5	花瓣基部有无色斑 Petal basal blotch	二元 Dualistic	无(0)/有(1) No(0)/yes (1)
6	色斑颜色 Color of basal petal blotch	多态 More	红(1)/紫(2)/紫红(3)/棕(4)/黑(5) Red (1)/purple (2)/amaranth (3)/brown (4)/black (5)
7	色斑形状 Shape of basal petal blotch	多态 More	三角形(1)/圆形(2)/椭圆形(3)/散点状(4)/狭长条形(5) Triangle (1)/roundness (2)/oval (3)/punctiform (4)/linear (5)
8	瓣端类型 Type of top of petal	多态 More	圆整(1)/浅齿裂(2)/深齿裂(3) Round (1)/toothed or lobed (2)/deep tooth (3)
9	花态 Flower state	多态 More	向上(1)/侧开(2)/下垂(3)/藏花(4) Upward (1)/side flowering (2)/drooping (3)/hiding flowering (4)
10	着花量 Flowering ratio	多态 More	<30% (1)/≥30%~<50% (2)/≥50%~<90% (3)/≥90% (4)
11	外花瓣轮数 Number of outer petals	多态 More	≤2 (1)/3~4 (2)/≥5 (3)

续表 2 Continued table 2

编号 No.	性状 Character	性状类型 Character type	详细编码情况 Code detail
12	花型 Flower type	多态 More	单瓣(1)/荷花(2)/菊花(3)/蔷薇(4)/金蕊(5)/托桂(6)/金环(7)/皇冠(8)/绣球(9) Single form (1)/lotus form (2)/chrysanthemum form (3)/rose form (4)/golden-stamen form (5)/anemone form (6)/golden circle form (7)/crown form (8)/globular form (9)
13	结实率 Setting percentage	多态 More	$\geq 80\%$ (1)/ $\geq 60\% \sim < 80\%$ (2)/ $\geq 40\% \sim < 60\%$ (3)/ $\geq 20\% \sim < 40\%$ (4)/ $< 20\%$ (5)
14	复叶长 Leaf length	数量 Quantity	
15	复叶宽 Leaf width	数量 Quantity	
16	叶形 Leaf type	多态 More	小型长叶(1)/中型长叶(2)/小型圆叶(3)/中型圆叶(4) Small long (1)/middle long (2)/small round (3)/middle round (4)
17	叶柄长 Petiole length	数量 Quantity	
18	当年生枝长 Length of new branch	数量 Quantity	
19	当年生枝颜色 Color of new branch	多态 More	黄绿(1)/绿(2)/浅紫(3)/红(4) Yellow and green (1)/green (2)/light purple (3)/red (4)
20	叶面颜色 Color of upper side of leaf	多态 More	黄绿(1)/绿(2)/灰绿(3)/绿紫(4) Yellow and green (1)/green (2)/celadon (3)/green and purple (4)
21	叶面晕否 Leaf chroma	二元 Dualistic	无(0)/有(1) No (0)/yes (1)
22	叶背有无毛 Glabrous of leaf surface	二元 Dualistic	无(0)/有(1) No (0)/yes (1)
23	花梗长 Pedicel length	数量 Quantity	
24	雄蕊花丝颜色 Thrum color	多态 More	白(1)/橙黄(2)/粉红(3)/紫红(4)/黑(5)/紫(6) White (1)/orange (2)/pink (3)/amaranth (4)/black (5)/purple (6)
25	雌蕊柱头颜色 Stigma color	多态 More	红(1)/黄(2)/紫(3)/紫红(4)/粉(5)/紫黑(6) Red (1)/yellow (2)/purple (3)/amaranth (4)/pink (5)/atropurpureus (6)
26	心皮数目 Number of arpels	数量 Quantity	

#### 1.4 数据处理

为了消除不同量纲对数据分析产生的影响,首先对原始数值矩阵进行标准化(STD)处理,即正规化处理,然后运用聚类分析软件 SPSS 18.0,对 26 个性状进行 R 型聚类分析,聚类方法采用组间联接,以 Pearson 相关性为度量标准,做出性状指标聚类树形图。同时采用主成分分析,通过降维的方法将多个指标简化为少数几个综合指标,使这几个少数综合指标可以反映原来所有指标的信息。根据 R 型聚类结果,去掉相关性大的性状指标,再对牡丹品种进行 Q 型聚类分析,采用对试验有较强分辨能力的平方 Euclidean 距离为度量标准,运用 Ward 聚类方法进行 Q 型聚类,并做出分类结果树形图。

## 2 结果与分析

### 2.1 39 个牡丹品种 26 个性状指标 R 型聚类

R 型聚类是对研究对象的观察指标进行分类,使具有共同特征的指标聚集在一起,以便选出具有代表性的观察指标进行分析,减少分析变量的个数<sup>[10]</sup>;同时,为下一步进行 Q 型聚类分析时合理选取性状提供参考。

由 R 型聚类输出的树形图(图 1)可知,花瓣基部有无色斑与色斑颜色( $r=0.766$ )、复叶长与复叶宽( $r=0.659$ )、花瓣基部有无色斑与色斑形状( $r=0.615$ )的相关性较大。但因为色斑的有无是分辨不同品种的明显指标,且色斑的有无与色斑的颜色和形状无逻辑关系,而本试验推测不同品种间色斑颜色与色斑形状具有相关性,因此在 Q 型聚类时,保留花瓣基部有无色斑、色斑形状和复叶长指标,而色斑颜色和复叶宽不参与 Q 型聚类。其余性状指标间相关性基本不大。树形图中各指标较分散,说明这些性状选取较合理,可以较好地划分牡丹品种,均可用于 Q 型聚类分析。

### 2.2 39 个牡丹品种 22 个性状指标的主成分分析

由主成分分析结果(表 3)可知,前 10 个主成分的总贡献率为 83.480%。第 1 主成分的贡献率为 16.129%,其中影响较大的性状是花瓣基部有无色斑、色斑形状和色斑颜色,其特征值均在 0.750 以上。第 2 主成分的贡献率为 13.787%,影响较大的性状是复叶长和复叶宽,其特征值均在 0.700 以上。第 3 主成分的贡献率为 12.060%,影响较大的性状是着花量、结实率和花横径,其特征值都在 0.600 以

上。第 4 主成分的贡献率为 8.653%，影响较大的性状是雄蕊花丝颜色、叶面晕否和花期，其特征值均在 0.650 以上。第 5 主成分的贡献率是 7.698%，影响较大的性状是叶面颜色，其特征值是 0.876。第 6~10 主成分的贡献率分别为 7.224%，

5.640%，4.635%，4.130%和 3.524%，对其影响较大的性状依次是叶背有无毛和瓣端类型、当年生枝颜色、花色和雌蕊柱头颜色、花梗长和叶柄长、花朵高度。

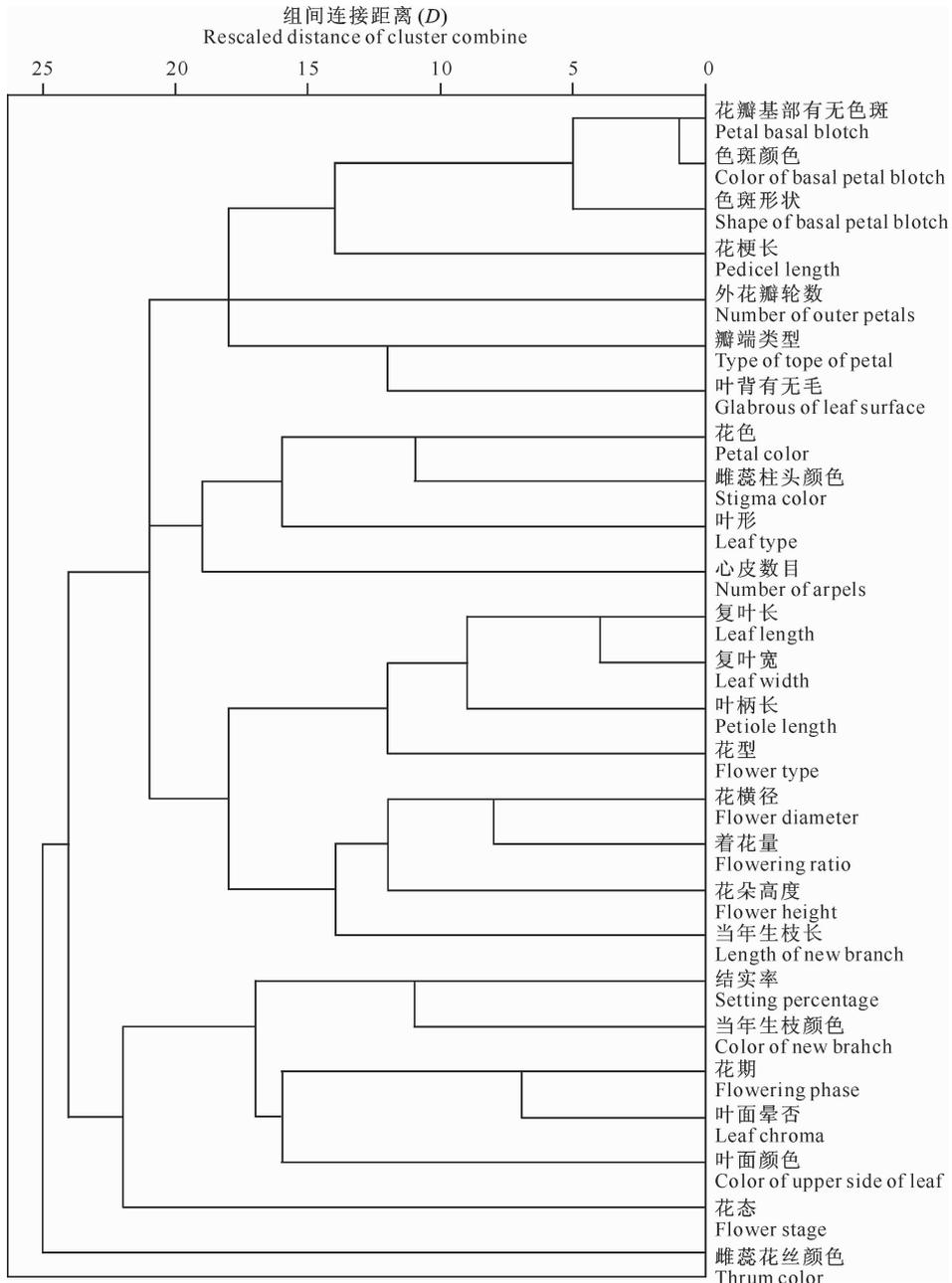


图 1 牡丹 26 个性状指标的 R 型聚类树形图

Fig. 1 R-type cluster analysis of 26 characters of tree peony cultivars

### 2.3 39 个牡丹品种的 Q 型聚类

由 Q 型聚类分析树形图(图 2)可知,在等级结合线  $L_1$  ( $D=20.75$ )处,39 个品种被分为 2 大类,第 1 类为结实率较高、花期较早(除 2 个日本品种外)的品种类群,包括“赵粉”、“肉芙蓉”、“迎日红”、“粉中冠”、“雪映桃花”、“二乔”、“紫二乔”、“三变赛玉”、

“金星雪浪”、“虞姬艳妆”、“黑花魁”和“岛锦”、“初乌”2 个日本品种;第 2 类为结实率较低的品种类群,包括“状元红”、“绿香球”、“大胡红”、“珊瑚台”、“魏紫”、“紫蓝魁”、“姚黄”、“首案红”、“藏枝红”、“红宝石”、“卷叶红”、“十八号”等 26 个品种。

表3 牡丹22个性状指标的主成分特征值、贡献率和累计贡献率

Table 3 Eigenvalues, contributions and accumulative contributions of principal components of 22 characters

性状 Characters	主成分 Principal component									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
花期 Flowering phase	-0.386	-0.095	-0.135	0.688	0.211	0.211	-0.154	-0.127	-0.005	-0.266
花横径 Flower diameter	-0.041	0.215	0.627	0.022	-0.125	0.103	0.360	0.145	0.291	0.097
花朵高度 Flower height	-0.207	0.187	0.232	-0.051	0.038	0.080	0.061	-0.026	0.114	0.847
花色 Petal color	-0.034	0.020	0.118	-0.003	-0.240	-0.085	-0.039	0.839	0.152	-0.293
花瓣基部有无色斑 Petal basal blotch	0.940	0.012	-0.031	0.024	-0.033	0.069	0.005	0.052	0.058	-0.097
色斑颜色 Color of basal petal blotch	0.759	0.056	-0.044	-0.041	0.217	0.192	-0.182	0.138	0.134	-0.060
色斑形状 Shape of basal petal blotch	0.838	-0.011	0.068	-0.047	0.044	0.026	0.153	0.041	0.187	-0.018
瓣端类型 Type of top of petal	0.117	0.201	0.323	-0.024	-0.365	0.720	0.035	0.180	0.036	-0.116
着花量 Flowering ratio	0.040	-0.026	0.826	0.023	0.262	0.056	0.057	0.140	0.013	0.226
花型 Flower type	0.105	0.448	-0.337	0.312	0.294	-0.224	0.372	0.029	0.076	0.261
结实率 Setting ratio	0.002	-0.003	-0.679	0.145	0.174	0.031	-0.357	0.156	0.066	-0.126
复叶长 Leaf length	-0.051	0.888	0.113	-0.113	0.116	-0.076	-0.029	-0.031	0.061	0.158
复叶宽 Leaf width	0.106	0.745	0.039	0.033	0.084	0.379	0.198	-0.199	0.049	0.281
叶柄长 Petiole length	-0.093	0.560	-0.092	0.385	-0.247	0.141	0.153	-0.010	0.557	-0.030
当年生枝长 Length of new branch	-0.481	0.097	0.315	0.017	0.375	0.082	0.529	0.074	0.153	-0.178
当年生枝颜色 Color of new branch	-0.099	-0.004	-0.182	0.099	0.100	0.059	-0.876	-0.046	0.121	-0.124
叶面颜色 Color of upper side of leaf	0.146	0.145	0.050	0.079	0.876	0.067	-0.065	-0.202	-0.038	0.068
叶面晕否 Leaf chroma	-0.066	-0.281	0.038	0.758	0.283	-0.183	0.017	-0.066	-0.221	-0.039
叶背有无毛 Glabrous of leaf surface	0.043	-0.068	-0.111	-0.024	0.235	0.842	-0.077	-0.030	0.095	0.155
花梗长 Pedicel length	0.200	-0.060	0.047	-0.126	0.036	0.054	-0.114	-0.035	0.905	0.101
雄蕊花丝颜色 Thrum color	-0.286	-0.300	0.000	-0.764	0.229	0.029	0.073	-0.061	-0.112	-0.072
雌蕊柱头颜色 Stigma color	0.147	-0.160	-0.068	-0.057	0.020	0.172	0.125	0.777	-0.230	0.314
特征值 Latent root	3.548	3.033	2.653	1.904	1.694	1.589	1.241	1.020	0.909	0.775
贡献率/% Contribution	16.129	13.787	12.060	8.653	7.698	7.224	5.640	4.635	4.130	3.524
累计贡献率/% Accumulative contribution	16.129	29.916	41.976	50.629	58.327	65.551	71.191	75.826	79.956	83.480

在  $L_2 (D=17.54)$  处, 39 个品种被分为 3 类: 第 1 类仍然为结实率较高的品种类群; 第 2 类品种为结实率较低、且花瓣基部没有色斑的品种类群, 包括“状元红”、“绿香球”、“大胡红”、“珊瑚台”、“魏紫”、“紫蓝魁”、“姚黄”、“首案红”、“藏枝红”; 第 3 类是结实率较低、且花瓣基部有色斑的类群, 包括“红宝石”、“卷叶红”、“十八号”、“菱花湛露”、“海黄”、“葛巾紫”、“乌龙捧盛”、“红霞”、“花王”、“白鹤卧雪”、“日月锦”、“白雪塔”、“香玉”、“银红巧对”、“景玉”、

“大棕紫”和“霓虹幻彩”。

在  $L_3 (D=12.50)$  处, 39 个品种被分为 4 类, 其中“红宝石”、“卷叶红”、“十八号”被单独分为一类, 但本试验发现这 3 个品种与第 3 类品种“银红巧对”、“大棕紫”、“菱花湛露”、“红霞”、“白鹤卧雪”等具有很多相似性状, 它们的瓣端类型为浅齿裂, 雌蕊柱头颜色基本为红色, 心皮数目较少, 叶柄都较长, 找不到明显的分类依据。

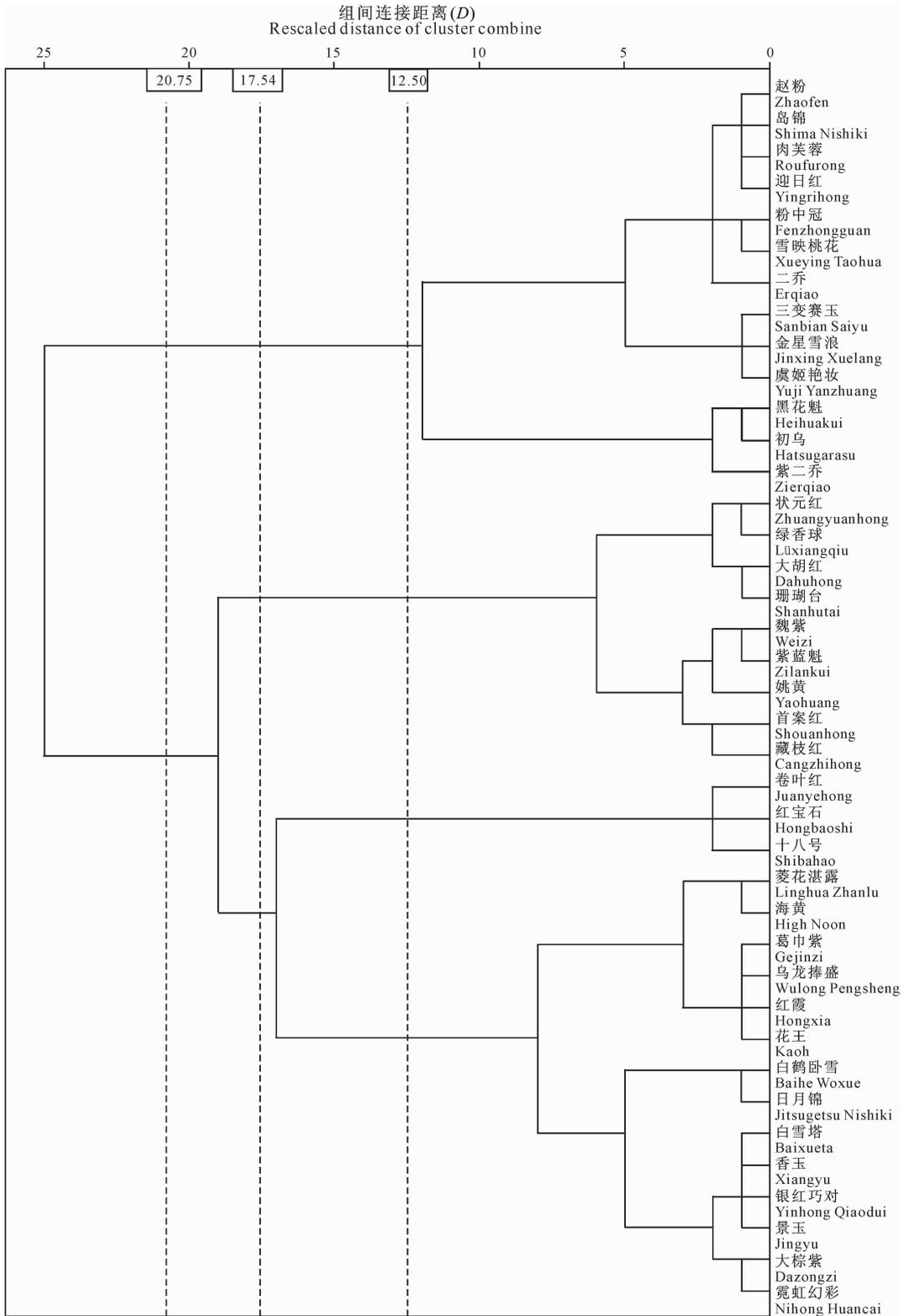


图 2 39 个牡丹品种的 Q 型聚类树形图

Fig. 2 Q type cluster analysis of 39 tree peony cultivars

### 3 讨 论

关于牡丹品种分类性状的选取问题,通过数量分类分析时,本试验认为花期可以作为同一地区牡

丹品种分类的重要指标。这与前人的研究有所不同,张亮等<sup>[11]</sup>在对西北地区紫斑牡丹传统品种的数量分类研究中,考虑到不同地域及不同小气候对花期有影响,因此在 Q 型聚类分析中未考虑花期数

据。成仿云等<sup>[12]</sup>根据牡丹花色变化和花型演化提出了一个牡丹品种分类系统,该系统包括色、类、型、组和品种共5个分类系统。然而此次试验中,笔者建议将花型和花色作为牡丹品种分类的次级标准。因为即使在同一品种中,2种花型也可能同时出现。花色性状也不是很稳定,其随时间而变化。一般初花期的花色较深,而盛花期和末花期的颜色都较浅,甚至由粉色或黄色变为白色。周兴文<sup>[13]</sup>也认为,花型或花色相同的牡丹品种并不一定聚在一起,只有在其他形态学性状相差不大时才聚在一起,即只有亲缘关系较近时才会聚在一起。这与前人将花色、花型作为牡丹品种分类的第一、二级标准<sup>[14]</sup>有所不同,有待进一步研究。

综合分析后,笔者就牡丹品种分类性状选取和分类标准问题,提出以下2点建议:1)在进行R型聚类分析时,与花瓣基部色斑形状和复叶长相关性较大的色斑颜色和复叶宽2个性状变化较不稳定。在类似试验中,建议不选取此2项指标或者以复叶的长宽比代替复叶长、宽2个性状。2)结实率、花瓣基部有无色斑可作为牡丹品种分类的第一、二级标准。它们主要由基因型决定,受外界环境影响小,能随品种稳定遗传,在分类上的作用明显,尤其对此次试验的39个牡丹品种的分类贡献较大。花期可作为牡丹品种分类的第三级指标。虽然花期受外界环境影响较大,但是在同一地区的品种分类上,花期对分类结果有很大贡献。花型和花色作为牡丹品种分类的第四级标准。虽然花型和花色对牡丹品种分类有一定的贡献,但其准确性较低。

本试验对牡丹品种的分类结果,与前人的研究结果基本一致。国外牡丹品种(主要指日本牡丹品种)与中原牡丹品种亲缘关系较近,即与孙俊娅<sup>[15]</sup>从花粉形态方面所得研究结果一致,本研究结果同时与侯小改等<sup>[16]</sup>从分子水平上发现部分中原牡丹品种与日本牡丹品种亲缘关系相近的结论一致。笔者通过查阅大量文献<sup>[2,17-19]</sup>,对于无法确定品种群归属的“金星雪浪”和“红霞”进行综合分析后推测:“金星雪浪”首先与“虞姬艳装”、“红霞”首先与“乌龙捧盛”聚为一类,说明他们的亲缘关系较近,并且形态特征相似,因此初步认为“金星雪浪”、“红霞”也均属于中原牡丹品种群。

## 4 结 论

通过主成分分析和Q型聚类得出:结实率、花瓣基部有无色斑、花色、花期、花型、色斑形状、雌蕊

柱头颜色、雄蕊花丝颜色、叶面晕否、叶背有无毛、叶面颜色、着花量、花朵横径、花梗长和叶柄长等性状可以作为牡丹品种形态学分类的性状指标。并且,相对于其他器官的性状指标,花部器官的性状情况对牡丹品种分类的影响更大。同时,结实率、花瓣基部有无色斑和花期是牡丹品种分类的主要标准和依据。

## [参考文献]

- [1] 洪德元,潘开玉.芍药属牡丹组的分类历史和分类处理[J].植物分类学报,1999,37(4):351-368.  
Hong D Y, Pan K Y. Taxonomical history and revision of *Paeonia* sect. Moutan (Paeoniaceae) [J]. Acta Phytotaxonomica Sinica, 1999, 37(4): 351-368. (in Chinese)
- [2] 蓝保卿,李嘉珏,段全绪.中国牡丹全书[M].北京:中国科学技术出版社,2002:1-4.  
Lan B Q, Li J J, Duan Q X. An encyclopedia of tree peonies in China [M]. Beijing: Chinese Science and Technology Press, 2002: 1-4. (in Chinese)
- [3] 陈向明,郑国生,张圣旺.牡丹栽培品种的RAPD分析[J].园艺学报,2001,28(4):370-372.  
Chen X M, Zheng G S, Zhang S W. RAPD analysis of tree peony cultivars [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2001, 28(4): 370-372. (in Chinese)
- [4] 孟丽,郑国生.部分野生与栽培牡丹种质资源亲缘关系的RAPD研究[J].林业科学,2004,40(5):110-115.  
Meng L, Zheng G S. Phylogenetic relationship analysis among Chinese wild species and cultivars of *Paeonia* sect. Moutan using RAPD markers [J]. Scientia Silvae Sinicae, 2004, 40(5): 110-115. (in Chinese)
- [5] Hosoki T, Kimura D, Hasegawa R, et al. Comparative study of Chinese tree peony cultivars by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis [J]. Scientia Horticulturae, 1997, 70: 67-72.
- [6] Zheng G S, Chen X M, Meng L. RAPD-PCR analysis on genetic relationships between cultivars of tree peony [J]. Agricultura Sinica in China, 2002, 1(7): 792-797.
- [7] 秦魁杰,李嘉珏.牡丹、芍药品种花型分类研究[J].北京林业大学学报,1990,12(1):18-26.  
Qin K J, Li J J. Studies on flower type classification of tree peony cultivars [J]. Journal of Beijing Forestry University, 1990, 12(1): 18-26. (in Chinese)
- [8] 成仿云,陈德忠.紫斑牡丹新品种选育及牡丹品种分类研究[J].北京林业大学学报,1998,20(2):27-32.  
Cheng F Y, Chen D Z. Studies on the selection and breeding of new hybrids from blotched tree peony (*Paeonia rockii* cvs.) and the cultivars classification of tree peony [J]. Journal of Beijing Forestry University, 1998, 20(2): 27-32. (in Chinese)
- [9] 陈俊愉.“二元分类”:中国花卉品种分类新体系[J].北京林业大学学报,1998,20(2):1-5.  
Chen J Y. “Dual classification”: A new classification system for

- Chinese flower cultivars [J]. Journal of Beijing Forestry University, 1998, 20(2): 1-5. (in Chinese)
- [10] Sneath P H A, Sokal R R. Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification [M]. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1973.
- [11] 张亮, 唐红, 刘玉兰, 等. 西北地区紫斑牡丹传统品种的数量分类研究 [J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(6): 132-138.  
Zhang L, Tang H, Liu W L, et al. Studies on numerical taxonomy of the traditional *Paeonia rockii* tree cultivars in Northwest regions [J]. Journal of Central South Forestry University of Science and Technology, 2011, 31(6): 132-138. (in Chinese)
- [12] 成仿云, 李嘉珏. 中国牡丹的输出及其在国外的发展: I. 栽培牡丹 [J]. 西北师范大学学报: 自然科学版, 1998, 34(1): 109-115.  
Cheng F Y, Li J J. Exportation of Chinese tree peonies (Mudan) and their development in other countries: I. Cultivated [J]. Journal of Northwest Normal University: Natural Science Edition, 1998, 34(1): 109-115. (in Chinese)
- [13] 周兴文. 部分牡丹品种亲缘关系的 AFLP 研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2006.  
Zhou X W. Phylogenetic relationship research using AFLP markers among some cultivars of *Paeonia suffruticosa* L. [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2006. (in Chinese)
- [14] 成仿云, 李嘉珏, 陈德忠, 等. 中国紫斑牡丹 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2005: 32-33.  
Cheng F Y, Li J J, Chen D Z, et al. Chinese flare mudan [M]. Beijing: China Forestry Press, 2005: 32-33. (in Chinese)
- [15] 孙俊娅. 牡丹栽培品种群花粉形态的比较研究 [D]. 郑州: 河南农业大学, 2009.  
Sun J Y. Comparison of pollen morphology of tree peony cultivar groups [D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2009. (in Chinese)
- [16] 侯小改, 尹伟伦, 李嘉珏, 等. 牡丹矮化品种亲缘关系的 AFLP 分析 [J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(5): 73-77.  
Hou X G, Yin W L, Li J J, et al. Phylogenetic relationship of dwarf tree peony cultivars by AFLP analysis [J]. Journal of Beijing Forestry University, 2006, 28(5): 73-77. (in Chinese)
- [17] 颜通, 周波, 张秀新, 等. 牡丹 89 个不同种源品种遗传多样性和亲缘关系分析 [J]. 园艺学报, 2012, 39(12): 2499-2506.  
Shi Y T, Zhou B, Zhang X X, et al. Assessment of genetic diversity and relationship of 89 tree peony cultivars from different provenances [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2012, 39(12): 2499-2506. (in Chinese)
- [18] 刘萍, 王子成, 尚富德. 河南部分牡丹品种遗传多样性的 AFLP 分析 [J]. 园艺学报, 2006, 33(6): 1369-1372.  
Liu P, Wang Z C, Shang F D. AFLP analysis of genetic diversity of *Paeonia suffruticosa* cultivars in Henan Province [J]. Acta Horticulturae Sinica, 2006, 33(6): 1369-1372. (in Chinese)
- [19] 李嘉珏. 中国牡丹品种图志: 西北·西南卷 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2006: 63-197.  
Li J J. Chinese tree peony: Xibe · Xinan volume [M]. Beijing: China Forestry Press, 2006: 63-197. (in Chinese)

(上接第 127 页)

- [10] 张乐华, 周广, 孙宝腾, 等. 高温胁迫对两种常绿杜鹃亚属植物幼苗生理生化特性的影响 [J]. 植物科学学报, 2011, 29(3): 362-369.  
Zhang L H, Zhou G, Sun B T, et al. Physiological and biochemical effects of high temperature stress on the seedlings of two *Rhododendron* species of subgenus *Hymenanthes* [J]. Plant Science Journal, 2011, 29(3): 362-369. (in Chinese)
- [11] 邱冬. 多指标综合评价方法 [M]. 北京: 中国统计出版社, 1990: 1-3.  
Qiu D. The multi-index comprehensive evaluation method [M]. Beijing: China Statistic Press, 1990: 1-3. (in Chinese)
- [12] 王凯红, 刘向平, 张乐华, 等. 5 种杜鹃幼苗对高温胁迫的生理生化响应及耐热性综合评价 [J]. 植物资源与环境学报, 2011, 20(3): 29-35.  
Wang K H, Liu X P, Zhang L H, et al. Physiological-biochemical response of five species in *Rhododendron* L. to high temperature stress and comprehensive evaluation of their heat tolerance [J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2011, 20(3): 29-35. (in Chinese)