

部分引进牡丹品种的形态多样性

周波^{1,2} 江海东² 张秀新^{1*} 薛璟祺¹ 石颜通¹

1 (中国农业科学院蔬菜花卉研究所, 北京 100081)

2 (南京农业大学园艺学院, 南京 210095)

摘要: 研究牡丹品种的形态多样性可为合理利用牡丹种质资源、培育牡丹新品种提供依据。作者以21个有代表性的中国牡丹品种作为对照, 对引自美国、法国和日本的68个品种的41个形态性状进行了研究。统计分析结果表明: 不同来源的牡丹品种具有丰富的形态多样性, 其变异系数介于14.30–158.99%之间, 平均为44.49%。通过主成分分析将41个性状综合为10个主成分, 其中第1、3、5、6、7、8、9等7个主成分可以合并为第一因子, 主要反映花部特性; 另外3个主成分可以合并成第二因子, 主要反映叶片的特性。主成分分析结果基本支持聚类分析结果。基于形态性状的聚类分析把所研究品种聚为两类: 第一类绝大多数为国外品种, 其特点为叶表面有色晕、花径较大、花瓣无色斑、花期晚、花朵向上; 第二类同时包含了国内和国外品种, 但可以通过进一步的聚类加以区分, 其特点为叶表面无色晕、花径较小。多数国外品种与国内品种形态差异比较明显, 说明不同来源的牡丹品种之间遗传差异较大, 建议在今后的育种工作中选择与国内品种差异较大的国外品种作为亲本。

关键词: 牡丹, 形态分化, 遗传差异, 聚类分析, 育种

Morphological diversity of some introduced tree peony cultivars

Bo Zhou^{1,2}, Haidong Jiang², Xiuxin Zhang^{1*}, Jingqi Xue¹, Yantong Shi¹

1 Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081

2 College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095

Abstract: Tree peonies, native to China, are widely cultivated in many countries, but the threat of genetic degradation in new varieties is serious due to the selection of local cultivars as parents in breeding. Hence, it is important to use introduced cultivars from different origins when breeding new varieties. To assist in enlarging the genetic basis of tree peonies, we examined 41 morphological traits of 68 introduced tree peony cultivars from the USA, France and Japan, and compared them to 21 local varieties. We found high levels of morphological diversity among cultivars; coefficients of variation based on morphological traits ranged from 14.3% to 159%, with an average of 44.5%. A principal component analysis (PCA) integrated these 41 traits into 10 principal components. Among these components, 7 were most strongly associated with the first factor, representing flower characters; the other 3 were associated with the second factor, representing leaf characters. Results of a cluster analysis concurred with those of the PCA analysis. All cultivars clustered into two groups: the first was characterized by those that exhibited non-leaf-chromatic, larger flower diameter, non-petal-blotch, late flower time and erect flowers, and most of them were foreign cultivars; the second included foreign and Chinese cultivars and can be further classified, and was characterized by non-leaf-chromatic and small flower diameter. Moreover, the cluster analysis showed that most foreign cultivars were well-differentiated from domestic cultivars morphologically.

Key words: tree peony, introduced cultivars, breeding, genetic variation, morphological diversity, cluster analysis

芍药属(*Paeonia*)牡丹组(*sect. Moutan* DC.)植物为我国特有的资源(洪德元, 1999), 目前世界各地广为种植的牡丹(*P. suffruticosa*)都起源于中国。作为传统名花, 牡丹在我国花文化中占有极其重要的地位。我国牡丹种质资源丰富, 品种繁多, 现有栽培品种800多个。中国栽培牡丹于公元8世纪传入日本, 并于18世纪末传入欧洲及美国, 经过长时间的驯化改良, 目前在这些国家已经形成了品种丰富、各具特色且有别于中国的栽培品种群, 如日本、法国、美国牡丹品种群等(李嘉珏, 1999)。长期以来我国牡丹的育种工作主要集中在国内近缘栽培品种间, 新品种退化现象严重, 市场竞争力差, 引进国外优良品种进行种质创新已成为目前国内牡丹育种工作的一个重要方向, 目前不同育种单位已从国外引入大量优良品种。然而, 由于缺乏相关的资源评价体系, 限制了引进品种的高效利用。

对植物资源遗传多样性评价研究, 可以全面系统了解不同种源植物的遗传信息。形态学标记是鉴别遗传多样性最原始、最基本的方法, 至今仍然是植物种以上或种内分类的重要依据之一, 在多种植物中都有广泛的应用(曹家树等, 1995)。袁涛等(1999)应用花粉形态和植株形态特征数据对几个牡丹野生种进行了聚类分析(UPGMA); Zhou等(2003)基于形态学证据对芍药属牡丹组全部野生种40个居群进行了系统学分析。但是目前尚未有对引进牡丹品种进行系统分类研究的报道, 这使不同来源的牡丹品种间的育种工作缺乏科学指导, 影响了育种工作的有效开展。

本研究以21个有代表性的中国牡丹品种作为对照, 对引自美国、法国和日本的68个品种的41个形态性状进行了研究, 希望有助于了解不同种源牡丹品种的遗传关系, 挖掘优异种质材料, 为牡丹种质资源创新提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本研究中的引进品种来自日本、美国和法国, 全部栽培于中国农业科学院蔬菜花卉研究所牡丹资源圃, 植株规格为4-5年生, 常规栽培, 生长状态良好, 开花正常, 花色与原栽培地生长的品种颜色基本一致。材料编号、品种名称及来源见附录I, 附录II是来自中国、日本、美国和法国的代表品种。

1.2 方法

上述引种牡丹在北京资源圃内进行常规栽培。主要措施包括栽培前施足底肥、土壤消毒, 栽培时株行距为0.6 m×0.6 m, 栽后浇透水, 10月底根颈部覆土10-15 cm, 秋末浇冻水一次。翌年田间管理仍按常规方法进行。

数据主要在各品种的盛花期测定, 每个品种随机取5-10株, 每株取枝、叶、花各5份, 观察或测定其形态数据。统计分析主要依据马育华(1979)的方法进行。数量性状如花径、花瓣数量等进行10级分类: 1级<X-2s, 10级>X+2s, 中间每级差0.5s, s为标准差; 非数量性状如花色、叶形等共41个性状进行赋值(表1)。通过单因素方差分析得出各性状的最大值、最小值、平均值、标准差和变异系数。同时采用主成分分析来研究41个性状中哪些可以更好地区分不同牡丹品种。其中, 各特征根(总方差)的大小代表各综合指标(主成分)遗传方差的大小, 各特征根的累计贡献率表示各有关综合指标对总遗传方差贡献的百分率。主成分的特征根和贡献率是选择主成分的依据, 按最小特征根大于1.5的原则提取主成分(卢纹岱, 2002)。以上述处理的各形态学指标数据作为原始数据, 用SPSS10.0统计软件对供试材料的性状进行分析。通过计算出的各品种间的遗传距离, 用NTSYS(2.10e)软件对89个牡丹品种的形态特征数据进行标准化, 采用UPGMA法进行聚类分析。

2 结果

2.1 供试牡丹品种的表型性状分析

通过对供试牡丹品种的41个形态性状统计分析表明, 41个形态性状的平均变异系数为44.13%(表2)。变异系数最大的是花瓣基部色斑形状, 为158.99%; 其次为花瓣基部色斑颜色、雄蕊瓣化瓣形状和颜色、雌蕊瓣化瓣颜色等, 均在90%以上; 而变异系数最小的是花径, 仅为14.30%。这些结果说明, 不同来源品种的不同形态性状之间存在着较大变异, 各材料之间表现出了不同程度的多样性。

2.2 形态性状的主成分分析

主成分分析表明, 引进牡丹品种形态形状的前10个主成分累计贡献率达59.11%(表3), 能反映41个性状的基本特征。这10个主成分包含所调查的41个性状中的25个, 每个主成分的代表性状见表4。

表1 41个牡丹品种形态性状指标及赋值标准(*表示实测数据)

Table 1 Morphological traits and assignment criterion of the 41 cultivars (* represents the measured data)

编号 No.	形态性状 Morphological traits	记录标准 Criterion for documenting
1	株型 Plant type	1. 直立型; 2. 半开展; 3. 开展型; 4. 匍匐型 1. Erect; 2. Semi-erect; 3. Spreading; 4. Weeping
2	株高 Plant height	*
3	新枝长 Length of new branch	*
4	叶长 Leaf blade length	*
5	叶宽 Leaf blade width	*
6	复叶类型 Type of leaf	1. 小型圆叶; 2. 小型长叶; 3. 中型圆叶; 4. 中型长叶; 5. 大型圆叶; 6. 大型长叶 1. Small circular leaf; 2. Small long leaf; 3. Middle-sized circular leaf; 4. Middle-sized long leaf; 5. Large circular leaf; 6. Large long leaf
7	复叶伸展 State of leaf	1. 平伸; 2. 斜伸; 3. 斜上伸 1. Right angle; 2. Diagonal 3. Diagonally upward
8	顶小叶顶端分裂情况 Apical notches of top leaflet	1. 全缘; 2. 浅裂; 3. 中裂; 4. 深裂; 5. 全裂 1. Small notch; 2 Lobed notch; 3. Medium notch; 4. Deep notch; 5. Complete cleavage
9	侧小叶形状 Shape of lateral leaflet	1. 宽卵形; 2. 卵形; 3. 长卵形; 4. 狭长卵形; 5. 披针形 1. Broad ovate; 2. Ovate; 3. Long ovate; 4. Long and narrow ovate; 5. Lance
10	侧小叶叶缘 Margin of lateral leaflet	1. 全缘或少缺刻; 2. 缺刻; 3. 缺刻尖 1. Entire or little incisions; 2. Incisions; 3. Acute incisions
11	小叶叶尖 Shape of leaflet apex	1. 圆钝; 2. 宽尖; 3. 锐尖; 4. 渐尖 1. Roundish apex; 2. Broad apex; 3. Acute apex; 4. Gradual acute apex
12	叶表面颜色 Color of upper side of leaf	1. 黄绿; 2. 绿; 3. 灰绿; 4. 深绿 1. Yellow green; 2. Green; 3. Grey green; 4. Deep green
13	叶表面有无色晕 Leaf chromatic	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
14	叶背有无毛 Glabrous of abaxial leaf surface	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
15	花型 Flower type	1. 单瓣; 2. 荷花; 3. 菊花; 4. 蔷薇; 5. 金蕊; 6. 托桂; 7. 金环; 8. 绣球; 9. 千层台阁; 10. 楼子台阁; 11. 皇冠 1. Single; 2. Lotus; 3. Chrysanthemum; 4. Rose; 5. Golden-stamen; 6. Anemone; 7. Golden circle; 8. Globular; 9. Hundred proliferate; 10. Crown proliferate; 11. Crown
16	花径(横径) Flower diameter	*
17	花朵高度 Flower height	*
18	花色 Flower color	1. 红色; 2. 黄色; 3. 粉色; 4. 白色; 5. 橙色; 6. 复色; 7. 紫色; 8. 蓝色 1. Red; 2. Yellow; 3. Pink; 4. White; 5. Orange; 6. Compound color; 7. Purple; 8. Blue
19	花瓣基部色斑 Petal basal blotch	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
20	花瓣基部色斑形状 Shape of basal petal blotch	1. 三角形; 2. 圆形; 3. 椭圆形; 4. 菱形; 5. 狭长条形 1. Triangle; 2. Rotundity; 3. Elliptic; 4. Rhombic; 5. Linear
21	花瓣基部色斑颜色 Color of basal petal blotch	1. 浅红; 2. 红; 3. 浅紫; 4. 紫红; 5. 棕; 6. 黑 1. Light red; 2. Red; 3. Light purple; 4. Red purple; 5. Brown; 6. Black
22	花瓣瓣端类型 Type of top of petal	1. 圆整; 2. 浅齿裂; 3. 深齿裂 1. Entire; 2. Lobed; 3. Partite
23	外花瓣形状 Shape of outer petals	1. 圆形; 2. 倒卵形; 3. 倒广卵形 1. Rotundity; 2. Obovate; 3. Broad obovate
24	外花瓣轮数 Whorl number of outer petals	1. <2; 2. 3-4; 3. >4
25	花药有无残留 Anther remnant	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
26	花丝颜色 Color of filament	1. 白色; 2. 淡黄; 3. 粉红; 4. 紫红; 5. 黑色; 6. 其他 1. White; 2. Light yellow; 3. Pink red; 4. Red purple; 5. Black; 6. Others
27	柱头颜色 Stigma color	1. 白; 2. 淡黄; 3. 粉; 4. 红; 5. 紫 1. White; 2. Light yellow; 3. Pink; 4. Red; 5. Purple
28	花盘状态 Flower disc state	1. 全包; 2. 半包; 3. 残存 1. All enwrapped; 2. Half enwrapped; 3. Rudimental
29	花盘颜色 Flower disc color	1. 白; 2. 黄; 3. 粉; 4. 红; 5. 紫; 6. 其他 1. White; 2. Yellow; 3. Pink; 4. Red; 5. Purple; 6. Others

表1 (续) Table 1 (continued)

编号 No.	形态性状 Morphological traits	记载标准 Criterion for documenting
30	花期 Flower time	1. 早; 2. 中; 3. 晚 1. Early; 2. Medium; 3. Late
31	花态 Flower state	1. 向上; 2. 侧开; 3. 下垂; 4. 藏花 1. Upwards; 2. Outwards; 3. Downwards; 4. Hidden
32	着花量 Flowering ratio	1. <30%; 2. 30–50%; 3. 60–90%; 4. >90%
33	萼片瓣化 Petalized sepal	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
34	雌蕊数目 Number of pistil	1. <3; 2. 3–5; 3. 6–8; 4. >8
35	雌蕊状态 Petalized pistil	1. 不瓣化; 2. 少量瓣化(柱头化) (<20%); 3. 部分瓣化(20–95%); 4. 全部瓣化(>95%); 5. 部分退化; 6. 全部退化 1. Normal; 2. Little petalized; 3. More petalized; 4. Completely petalized (>95%); 5. Degradation; 6. Vanish
36	雌蕊瓣化瓣颜色 Color of petalized pistil	1. 绿色; 2. 绿白条纹相间; 3. 绿红条纹相间; 4. 近于花瓣颜色 1. Green; 2. Green white stripes; 3. Green red stripes; 4. Similar to color of petal
37	雄蕊状态 Stamen state	1. 正常; 2. 少量瓣化<20%; 3. 部分瓣化20–95%; 4. 全部瓣化>95%; 5. 部分退化; 6. 全部退化 1. Normal; 2. Little petalized; 3. More petalized; 4. Completely petalized (>95%); 5. Degradation; 6. Vanish
38	雄蕊瓣化瓣 Petalized stamen	1. 有; 2. 无 1. Present; 2. Absent
39	雄蕊瓣化瓣颜色 Color of petalized stamen	1. 与花瓣(外瓣)同色; 2. 与花瓣(外瓣)不同色 1. Same to outer petal; 2. Different to outer petal
40	雄蕊瓣化瓣形状 Shape of petalized stamen	1. 条形; 2. 带型; 3. 狭倒卵形; 4. 倒卵形; 5. 倒广卵形; 6. 其他 1. Linear; 2. Stripped; 3. Narrow obovate; 4. Obovate; 5. Broad obovate; 6. Others
41	雄蕊瓣化模式 Mode of petalized stamen	1. 向心瓣化; 2. 离心瓣化; 3. 不规则 1. Centripetal petalized; 2. Centrifugal petalized; 3. Irregular

第1、3、5、6、7、8、9主成分主要反映花的特性(雌雄蕊瓣化情况、花瓣基部色斑情况、花径、花高、花型、花态、花色等), 可合并为第一因子, 贡献率为40.65%; 第2、4、10主成分主要反映叶的特性(新枝长、复叶类型、叶长、叶宽、侧小叶形状、小叶叶尖形状等等), 可合并成第二因子, 贡献率为18.46%。

2.3 聚类分析

89份牡丹材料可聚为两大类, 以欧式平均距离0.51为截距, 又可以把每一大类分为两个亚类(图1)。具体结果如下:

第一大类: 34个品种, 包括29个日本品种, 3个法国品种, 2个国内品种。特点为顶小叶叶端深裂, 侧小叶狭长卵形或披针形, 叶表面有色晕, 花径较大, 花瓣无色斑, 花期晚, 花朵向上。可进一步分为2个亚类。

(a)第一亚类: 19个品种, 全部为日本品种。株高较高, 新枝长较长, 复叶为大、中型叶, 花瓣瓣端浅齿裂, 着花量大。

(b)第二亚类: 15个品种, 包括10个日本品种, 3个法国品种, 2个国内品种。株高较矮, 新枝长较短,

叶背无毛, 着花量小, 萼片不瓣化。

第二大类: 55个品种, 包括31个日本品种、19个国内品种、4个美国品种和1个法国品种。特点为顶小叶顶端浅裂, 叶表面无色晕, 花径较小, 叶缘缺刻尖。可进一步分为两个亚类。

(a)第一亚类: 36个品种, 包括26个日本品种, 4个美国品种, 1个法国品种, 5个国内品种。株高较高, 新枝长较长, 大中型叶, 小叶叶尖锐尖, 叶被无毛, 雄蕊瓣化瓣与外瓣同色。

(b)第二亚类: 19个品种, 包括5个日本品种, 14个国内品种。株高较矮, 新枝长较短, 中小型叶, 花瓣瓣端浅齿裂, 雌蕊数目多。

由以上结果可以看出, 不同来源的品种基本上可以分开。大部分国内品种单独聚为一类, 只有极少数与国外品种聚在一起。国外品种中, 4个法国品种和4个美国品种虽然未能单独聚为一类, 但遗传距离也很近。

3 讨论

形态标记可以有效区分不同类型、不同性状或不同来源的材料。肖苏等(2008)对川渝地区的野生

表2 牡丹4个形态性状的基本统计

Table 2 Statistical analysis of morphological characters of tree peony

	形态性状 Morphological characters	平均值 Mean	最小值 Minimum	最大值 Maximum	标准差 Standard error	变异系数 CV (%)
1	株型 Plant type	1.70	1	4	0.70	41.43
2	株高 Plant height	86.62	40	149	20.30	23.43
3	新枝长 Length of new branch	28.44	12	45	7.07	24.84
4	叶长 Leaf blade length	33.14	25	48	5.57	16.81
5	叶宽 Leaf blade width	21.13	12	34	3.88	18.36
6	复叶类型 Type of leaf	4.25	1	6	1.06	24.95
7	复叶伸展 State of leaf	1.70	1	3	0.66	38.60
8	顶小叶顶端分裂情况 Apical notches of top leaflet	3.66	1	5	0.89	24.36
9	侧小叶形状 Shape of lateral leaflet	3.27	1	5	0.92	28.22
10	侧小叶叶缘 Margin of lateral leaflet	2.82	1	4	0.72	25.61
11	小叶叶尖 Shape of leaflet apex	3.02	1	4	0.71	23.39
12	叶表面颜色 Color of upper side of leaf	2.27	1	4	1.02	45.09
13	叶表面有无色晕 Leaf chromatic	1.46	1	3	0.52	35.73
14	叶背有无毛 Glabrous of abaxial leaf surface	1.87	1	2	0.34	18.01
15	花型 Flower type	3.71	1	11	2.38	64.04
16	花径(横径) Flower diameter	16.69	10	23	2.39	14.30
17	花朵高度 Flower height	7.57	3	15	2.22	29.39
18	花色 Flower color	4.18	1	8	2.61	62.46
19	花瓣基部色斑 Petal basal blotch	1.75	1	2	0.43	24.75
20	花瓣基部色斑形状 Shape of basal petal blotch	1.13	0	5	1.80	158.99
21	花瓣基部色斑颜色 Color of basal petal blotch	1.44	0	6	2.22	153.99
22	花瓣瓣端类型 Type of top of petal	1.99	1	5	0.62	31.00
23	外花瓣形状 Shape of outer petals	1.96	1	3	0.64	32.77
24	外花瓣轮数 Whorl number of outer petals	4.03	2	6	1.48	36.65
25	花药有无残留 Anther remnant	1.46	1	2	0.50	34.28
26	花丝颜色 Color of filament	3.48	1	6	1.19	34.28
27	柱头颜色 Stigma color	3.00	1	5	1.23	41.12
28	花盘状态 Flower disc state	1.84	1	3	0.80	43.40
29	花盘颜色 Flower disc color	4.10	1	6	1.57	38.27
30	花期 Flower time	2.61	1	3	0.68	25.88
31	花态 Flower state	1.28	1	4	0.58	45.17
32	着花量 Flowering ratio	3.13	1	4	0.82	26.33
33	萼片瓣化 Petalized sepal	1.70	1	2	0.46	27.15
34	雌蕊数目 Number of pistil	5.37	2	10	2.02	37.66
35	雌蕊状态 Petalized pistil	3.25	1	6	1.30	40.01
36	雌蕊瓣化瓣颜色 Color of petalized pistil	1.69	0	4	1.59	94.06
37	雄蕊状态 Stamen state	1.90	1	5	1.02	53.71
38	雄蕊瓣化瓣 Petalized stamen	1.49	1	2	0.50	33.63
39	雄蕊瓣化瓣颜色 Color of petalized stamen	0.74	0	2	0.76	103.08
40	雄蕊瓣化瓣形状 Shape of petalized stamen	1.60	0	5	1.73	107.77
41	雄蕊瓣化模式 Mode of petalized stamen	1.96	1	3	0.81	41.21
42	平均值 Average	-	-	-	1.92	44.49

鹅观草(*Roegneria kamoji*)种质资源进行了形态多样性的研究, 结果表明, 供试材料与其地理分布和生境存在一定的关系。张海平(2009)对睡莲属

(*Nymphaea alba*)植物的形态性状进行了聚类分析, 认为热带睡莲和耐寒睡莲在形态性状方面存在明显差异。李保印(2007)采用表型性状统计分析方法,

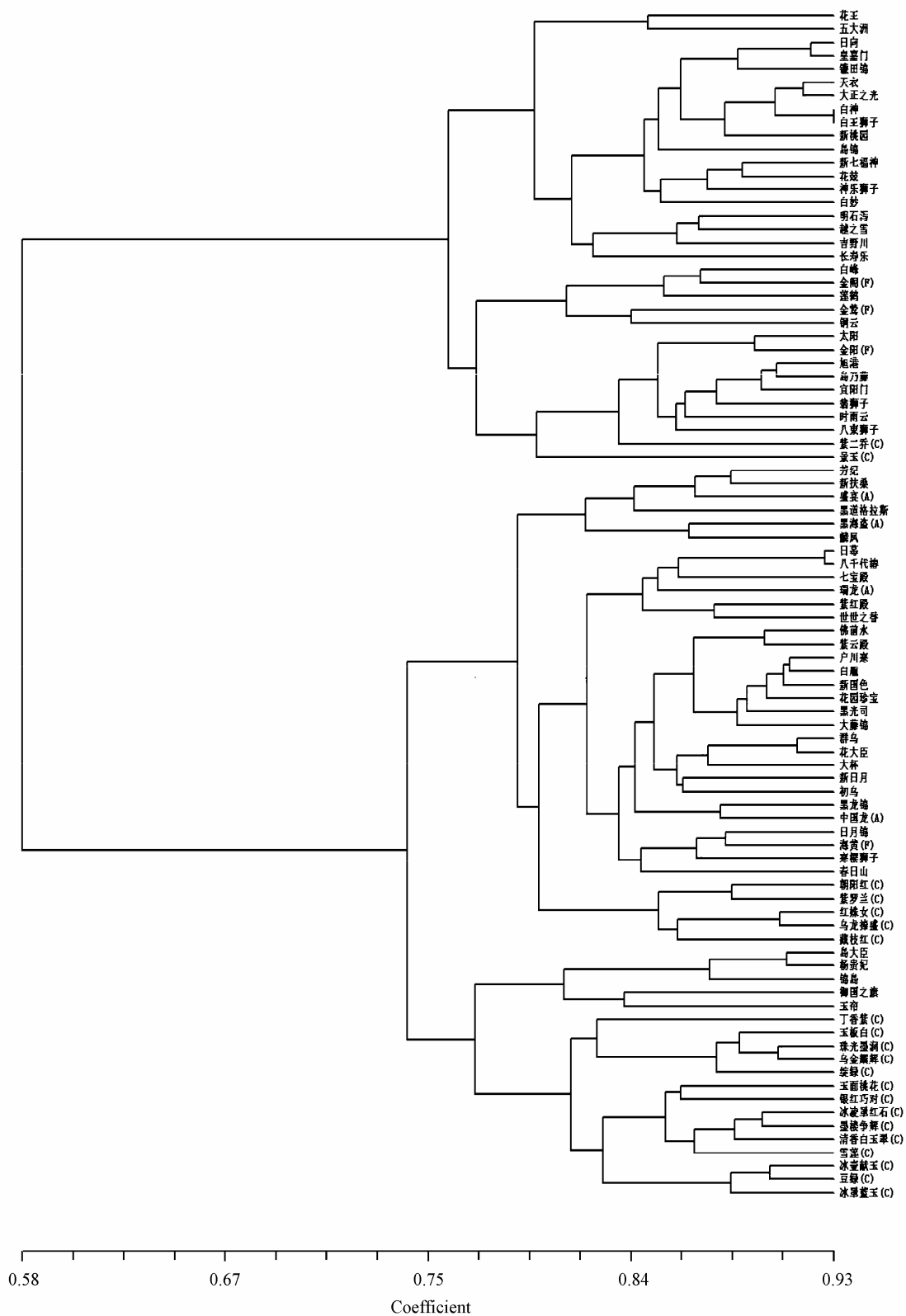


图1 供试牡丹品种形态学性状聚类图。C代表国内品种，F代表法国品种，A代表美国品种，其他为日本品种，详见附录I。
 Fig. 1 Dendrogram of the tree peony cultivars obtained by cluster analysis of morphological characters. C, F, A represent cultivars from China, French and USA, respectively. The others are from Japan. For details see Appendix I.

表3 供试牡丹品种形态性状的主成分分析

Table 3 Principal components analysis for the morphological characters of tree peony cultivars

	主成分 Principal components									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
特征值 Eigenvalue	3.99	3.55	3.39	2.63	2.21	2.19	1.99	1.95	1.76	1.75
贡献率 Contribution rate (%)	9.29	8.26	7.87	6.13	5.14	5.10	4.63	4.54	4.09	4.07
累计贡献率 Cumulative contribution rate (%)	9.29	17.54	25.42	31.54	36.68	41.79	46.42	50.95	55.04	59.11

表4 各主成分的代表性状

Table 4 Major components and their representative characters

因子 Component	性状 Characters
1	雄蕊状态、雄蕊瓣化瓣形状、雄蕊瓣化瓣颜色 Stamen state, petalized anther shape and petalized anther color
2	小叶叶尖、新枝长、顶小叶顶端情况 Leaflet apex shape, length of new branch and top leaflet
3	花瓣基部色斑形状、花瓣基部色斑颜色 Shape of basal petal blotch and color of basal petal blotch
4	复叶类型、叶长、叶宽 Type of leaf, leaf blade length and leaf blade width
5	花径、花高、株高 Flower diameter, flower height and plant height
6	花型、花态 Flower type and state
7	雌蕊状态、雌蕊瓣化瓣颜色 Pistil state and color of petalized pistil
8	花丝颜色、花色、柱头颜色 Color of filament, flower and stigma
9	花盘颜色、雌蕊数目 Color of flower disc and number of pistil
10	侧小叶形状、叶背有无毛 Shape of lateral leaflet and glabrous of abaxial leaf surface

可以按花型、花色等性状将400个中国牡丹品种进行有效区分。本研究中,我们基于形态性状进行聚类与主成分分析,结果表明国外引种牡丹与国内牡丹品种可聚为两大类:第一类绝大多数为国外品种;第二类同时包含了国内和国外品种,但可以通过进一步的聚类加以区分。这个结果表明,利用足够的形态性状及充分的样本数量进行种质资源遗传多样性分析,可以获得较为可靠的聚类结果。

本研究中有部分国外品种与国内品种形态学距离较近,如“玉帘”、“锦岛”(图1)等,这可能是由于国外栽培的牡丹品种最初都起源于中国(王莲英, 1999),文中选取的部分国外品种在育种过程中可能利用了我国的种质资源或品种,因此在形态上与国内品种表现相似。另外,品种的形态性状还受环境影响较大,这主要体现在两个方面:(1)具有相同祖先的种源,不同的环境条件可以导致其形态特征产生分化;(2)具有不同祖先的种源,相同的条件可以使其形态特征趋于一致。本研究中调查的国外品种,由于已经引入国内多年,经过多次移栽、驯化,适应了国内的环境,其形态也已发生了一些变化,与国内品种在形态上表现相近。

目前国内牡丹栽培品种众多,但多数品种间形

态性状差异较小,因此引入国外品种可以扩大亲本间的遗传距离,以提高育种后代的变异率。本文对部分引进牡丹品种进行分类研究,对这些品种间以及其与国内品种间的遗传多样性和亲缘关系进行了形态性状分析。根据本研究的结果,在牡丹的育种过程中可以选择与国内遗传差异较大的品种作为亲本或重点研究对象,能够在一定程度上丰富国产牡丹种质类型,提高育种效率。

致谢: 感谢河南省国际牡丹园张淑玲工程师对本文所研究品种的材料提供与品种鉴定,感谢中国科学院植物所王亮生博士、刘政安博士对本文所研究品种的外文品种名称的审核与校正,在此一并致谢。

参考文献

- Cao JS (曹家树), Cao SC (曹寿椿), Yi QM (易清明) (1995) RAPD analysis on genomic DNA of Chinese cabbage and the other groups of brassica. *Acta Horticulturae Sinica* (园艺学报), **22**, 47–50. (in Chinese with English abstract)
- Hong DY (洪德元), Pan KY (潘开玉) (1999) Taxonomical history and revision of *Paeonia* sect. Moutan (Paeoniaceae). *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), **37**, 351–368. (in Chinese with English abstract)
- Li BY (李保印) (2007) *Studies on Genetic Diversity and*

- Construction of Core Collection of Tree Peony Cultivars from Chinese Central Plains* (中原牡丹品种遗传多样性与核心种质构建研究). PHD dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. (in Chinese with English abstract)
- Li JY (李嘉珏) (1999) *Chinese Tree Peony and Paeonia lactiflora* (中国牡丹与芍药). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Lu WD (卢纹岱) (2002) *SPSS for Windows of Statistic Analysis* (SPSS for Windows 统计分析). Publishing House of Electronics Industry (电子工业出版社), Beijing. (in Chinese)
- Ma YH (马育华) (1979) *Field Experimentation and Statistic Technique* (田间试验与统计方法). Chinese Agriculture Press, Beijing. (in Chinese)
- Wang LY (王莲英) (1997) *Pictorial Record of Chinese Tree Peony Varieties* (中国牡丹品种图志). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Xiao S (肖苏), Zhang XQ (张新全), Ma X (马啸) (2008) Study on the morphological diversity of wild *Roegneria kamoji* germplasm from Sichuan and Chongqing provinces. *North-ern Horticulture* (北方园艺), **8**, 10–14. (in Chinese with English abstract)
- Yuan T (袁涛), Wang LY (王莲英) (1999) Pollen morphology of several tree peony wild species and discussion on its evolution and taxonomy. *Journal of Beijing Forestry University* (北京林业大学学报), **21**(1), 17–21. (in Chinese with English abstract)
- Zhang HP (张海平), Fang WM (房伟民), Chen FD (陈发棣) (2009) Investigation on the morphological diversity of taxa in genus *Nymphaea*. *Journal of Nanjing Agricultural University* (南京农业大学学报), **32**(4), 47–52. (in Chinese with English abstract)
- Zhou ZQ (周志钦), Pan KY (潘开玉), Hong DY (洪德元) (2003) Phylogenetic analyses of *Paeonia* section Moutan (tree peonies, Paeoniaceae) based on morphological data. *Acta Phytotaxonomica Sinica* (植物分类学报), **41**, 436–446. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 周玉荣)

附录I 本研究中所用的21个国内牡丹品种和68个引进品种及来源

Appendix I Tree peony cultivars studied and their origins

(<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2010-227-1.pdf>)

附录II 部分不同国家牡丹品种照片

Appendix II Some tree peony cultivars from different countries

(<http://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/w2010-227-2.pdf>)