

# 河南垂丝海棠品种数量分类研究

楚爱香<sup>1,2</sup>, 杨英军<sup>2</sup>, 汤庚国<sup>1\*</sup>, 童丽丽<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>南京林业大学风景园林学院, 南京 210037; <sup>2</sup>河南科技大学林学院, 河南洛阳 471003; <sup>3</sup>金陵科技学院, 南京 210038)

**摘要:**在对河南省垂丝海棠品种进行调查的基础上, 把数量分类学中的 Q 型聚类分析方法应用于经鉴定命名的花果性状齐全的 28 个品种的分类, 并对 51 个性状进行了 R 型聚类分析。Q 型聚类分析的结果表明: 花瓣数和果实形状应作为垂丝海棠划分品种群的标准, 并由此将垂丝海棠分为 3 个品种群: 单瓣海棠品种群、圆果海棠品种群和梨果海棠品种群; 3 个品种群的演化顺序为单瓣海棠品种群 → 圆果海棠品种群 → 梨果海棠品种群。此外, 聚类分析还表明花朵大小, 果实大小, 花梗和果梗是否下垂, 有无刺状枝, 花序下嫩枝长, 开花时幼叶颜色和着毛状况, 花丝颜色等性状可以作为品种群下划分品种的标准。R 型聚类分析的结果揭示了 51 个性状特征中, 幼叶长和幼叶叶柄长 ( $r=0.897$ )、老叶长和老叶叶尖距 ( $r=0.847$ )、花冠直径和花瓣长 ( $r=0.761$ )、老叶长和老叶中宽 ( $r=0.721$ )、果实纵横径和果实形状 ( $r=0.710$ )、花瓣数和花药色 ( $r=0.747$ ) 的相关系数均大于 0.7, 相关性较强; 其它性状对进化均具有独立作用, 对以后进行苹果属观赏海棠分类性状的选择起到一定的指导作用。

**关键词:** 垂丝海棠; 品种; 数量分类; 聚类分析

中图分类号: S 685.99 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2009) 03-0377-08

## Studies on Numerical Taxonomy of the *Malus halliana* Koehne Cultivars in Henan

CHU Ai-xiang<sup>1,2</sup>, YANG Ying-jun<sup>2</sup>, TANG Geng-guo<sup>1\*</sup>, and TONG Li-li<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; <sup>2</sup> College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China; <sup>3</sup> Jinling Institute of Technology, Nanjing 210038, China)

**Abstract:** Twenty-eight *Malus halliana* Koehne cultivars and fifty-one characters were selected for the numerical classification on the basis of investigation in Henan. Q cluster analysis showed that the number of petal and shape of fruits were served as the group classification criteria. Thus *M. halliana* cultivars were separated into three groups: Single annulus group, round fruit group, pear shape fruit group. The single annulus group evolved to round fruit group, then evolved to pear shape fruit group. Besides, the analysis also showed that the other characters such as flower diameter, fruit size, the growth state of footstalk and fruit peduncle, shoot thorn, the length of burgeon under anthotaxy, the color and floss of young leaf at the time of bloom, the color of flower thread and so on, were served as the cultivar classification criteria. R cluster analysis showed that the fifty-one characters had independent influences on the genetic relationship except leaf length and leafstalk length of young leaf ( $r=0.897$ ), mature leaf length and the space from leaf width to leaf end ( $r=0.847$ ), flower diameter and petal length ( $r=0.761$ ), mature leaf length and leaf middle width ( $r=0.721$ ), the ratio of fruit vertical length to fruit horizontal length and fruit shape ( $r=0.710$ ), the number of petal and anther color ( $r=0.747$ ). All the studies could play a guided role in the selection of classification characteristics of ornamental species of *Malus*.

收稿日期: 2008 - 11 - 20; 修回日期: 2009 - 02 - 19

基金项目: 国家林业局 '948' 引进项目 (2002-24)

\*通讯作者 Author for correspondence (E-mail: ggtang1950@yahoo.com.cn)

**Key words:** *Malus halliana* Koehne; cultivar; numerical classification; cluster analysis

垂丝海棠 (*Malus halliana* Koehne) 是蔷薇科苹果属观赏树种, 在我国栽培历史悠久。特别是在河南园林中得到了广泛应用, 并培育了较多的新品种, 但这些品种未得到科学、系统地分类。对现有垂丝海棠品种进行系统调查和分类, 对垂丝海棠优良品种的进一步推广和应用具有重要意义。

20世纪 50年代数量分类学的诞生把数学方法和计算机技术引入到植物分类研究中, 使其从定性描述走向了精确定量的分析水平。实践证明, 数量分类方法能够把大量生物学性状进行全面综合分析, 摆脱了传统分类的主观性, 迄今已被成功运用到动物 (Lonc & Wiadomości, 1985)、植物 (Simmonds & Weatherup, 1990; Tutel et al, 2005)、微生物 (Cha ka et al, 1984)、疾病 (Preus & Macgibbon, 1977) 等多方面的分类研究上。数量分类方法在观赏植物分类上的应用相对较晚, 但也已经成功运用于唇形科植物、刺柏、梅花、桂花、桃花、蜡梅、月季、芍药、兰花、玫瑰 (毛汉书和马燕, 1992; 马燕等, 1993; 刘春迎和王莲英, 1995; 唐东芹, 1998; 黄家平和戴思兰, 1998; 张春英等, 1999; Reales et al, 2004; 于守超等, 2005; Marcysiak et al, 2007; 赵冰等, 2007) 等多种植物中, 并获得了比较理想的效果。刘志强 (2002) 曾对以江苏省为中心的部分地区的垂丝海棠品种进行过调查和数量分类研究, 利用 19个性状将 27个垂丝海棠品种分为 5个品种群, 对垂丝海棠品种分类进行了有益探索。但该分类系统的单叶海棠品种群并没有包括所有的单瓣花品种; 垂丝海棠在栽培条件下, 大多人工修剪严重, 不是所有植株都可以明确判断其枝型, 所以直枝海棠品种群的设立在应用上难度较大。

作者尝试利用尽可能多的性状对垂丝海棠进行数量分类, 试图找到一种较为客观、量化的垂丝海棠品种分类体系。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2006年秋到 2008年春, 对河南洛阳、郑州、开封、信阳、许昌、南阳等几个地区城市公共绿地及公园中定植 2年以上的垂丝海棠成龄株进行调查。对调查到的品种选取树体生长健壮而一致的 5株, 进行连续 2年的花期和果期观察、记录和拍照。根据枝、叶、花、果等形态特征, 结合查阅文献资料 (俞德浚, 1974; 李育农, 2001; 刘志强, 2002), 利用形态分类学方法进行品种鉴定, 并依据《国际栽培植物命名法规》(Brickell et al, 2006) 命名。本次调查共 33个垂丝海棠品种, 由于其中 5个品种没有观察到果实, 因此以性状记载完全的 28个品种 (表 1) 作为分类运算单位 (operational taxonomic unit, OTU)。

### 1.2 分类性状的选取和编码

选取树形、枝、叶、花、果各部位性状共计 67个。删除品种共有的性状、明显相关和有重复应用可能的性状, 最后选取 51个性状特征作分析。性状的编码 (表 2) 采用等级数量编码的方法, 二元性状按 0和 1进行编码, 可以区分性状间进化关系的, 将原始性状编为 0, 进化性状编为 1; 不易确定的, 一般是为 1, 否为 0。有序多态性状, 尽可能按从原始到进化的顺序, 取连续排列的非负整

表 1 供试垂丝海棠品种

Table 1 Names of <i>M. halliana</i> cultivars			
编号	品种	编号	品种
№	Cultivar	№	Cultivar
1	焕彩 Huancai	15	金叶 Jinye
2	寿星 Shouxing	16	竞荷 Jinghe
3	暗香 Anxiang	17	似荷 Sihe
4	长枝 Changzhi	18	红叶小花 Hongye Xiaohua
5	情侣 Qinglǚ	19	大果单瓣 Daguo Danban
6	长梗 Changgeng	20	绿叶单瓣 Lǚe Danban
7	迎宾 Yingbin	21	重瓣 Parkmanii
8	直梗梨果 Zhigeng Ligu	22	红叶大花 Hongye Dahua
9	早花梨果 Zaohua Ligu	23	红叶梨果 Hongye Ligu
10	双红梨果 Shuanghong Ligu	24	少毛梨果 Shaomao Ligu
11	多毛梨果 Duomao Ligu	25	无柱 Wuzhu
12	绿叶梨果 Lǚe Ligu	26	王城 Wangcheng
13	彩叶梨果 Caiye Ligu	27	平枝 Pingzhi
14	垂梗梨果 Chuigeng Ligu	28	大果 Daguo

数 0, 1, 2, 3, .....进行编码。无序多态性状用分解法分解为多个有序多态性状进行编码。一些性状采用数据变换的方法以得到稳定的结果 (如叶片的长宽比等)。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 性状及编码

Table 2 The characters and codes

编号	性状	编码类型	详细编码情况
No	Character	Type	Code detail
1	花序下嫩枝长 The length of burgeon under anthotaxy	多 More	长 (0) /显 (1) /不显 (2) Long(0) /Patency(1) /Nothing(2)
2	花萼比萼筒 The length of calyces than torus	多 More	长 (0) /近等长 (1) /短 (2) Long(0) /Near equality(1) /Short(2)
3	雌蕊比雄蕊 The highness of pistil than stamen	多 More	高 (0) /近等高 (1) /低 (2) High(0) /Near equality (1) /low(2)
4	果实形状 Fruits shape	多 More	扁圆 (0) /圆 (1) /椭圆 (2) /梨形 (3) Flat round(0) /Round(1) /Ellipse(2) /Pear shape(3)
5	开花状 Abloom state	多 More	繁 (0) /中 (1) /稀 (2) Dense(0) /Midst(1) /Sparsity(2)
6	结果状 Fruit state	多 More	繁 (0) /中 (1) /稀 (2) Dense(0) /Midst(1) /Sparsity(2)
7	叶基状 Folia base state	多 More	狭楔 (0) /宽楔、圆 (1) /心形 (2) /下延 (3) Narrow wedge(0) /Width wedge or round (1) /Heart shape(2) /Extend downwards(3)
8	锯齿钝 Saw tooth is blunt	2 Two	否 (0) /是 (1) No(0) /Yes(1)
9	萼洼 Sepal hollow	多 More	凸 (0) /平 (1) /凹 (2) Protrude(0) /Flat(1) /Concave(2)
10	梗洼 Footstalk hollow	多 More	凸 (0) /平 (1) /凹 (2) Protrude(0) /Flat(1) /Concave(2)
11	花梗状 Pedicel state	多 More	直立 (0) /半下垂 (1) /下垂 (2) Upright(0) /Part droop (1) /Droop (2)
12	果梗状 Fruit peduncle state	多 More	直立 (0) /半下垂 (1) /下垂 (2) Upright(0) /Part droop (1) /Droop (2)
13	花丝色不白 The color of flower thread is not white	2 Two	否 (0) /是 (1) No(0) /Yes(1)
14	花柱色 Pistle color	多 More	淡绿 (0) /粉 (1) /红 (2) /紫 (3) Light green(0) /Pink(1) /Red(2) /Purple(3)
15	幼叶色 Young leaf color	多 More	绿 (0) /有红晕 (1) /红 (2) /其它 (3) Green(0) /From red to green(1) /Red(2) /Other(3)
16	老叶色 Mature leaf color	多 More	淡绿 (0) /绿 (1) /深绿 (2) /其它 (3) Light green(0) /Green(1) /Dark Green(2) /Other(3)
17	花梗毛 Pedicel floss	多 More	密 (0) /稀 (1) /无 (2) Thick(0) /Sparse(1) /Nothing(2)
18	幼叶柄毛 Young leafstalk floss	多 More	密 (0) /稀 (1) /无 (2) Thick(0) /Sparse(1) /Nothing(2)
19	幼叶表毛 young leaf surface floss	多 More	全叶有 (0) /中脉有 (1) /无 (2) Have(0) /Only costa have(1) /Nothing (2)
20	幼叶背毛 Young leaf back floss	多 More	密 (0) /稀 (1) /中脉有 (2) /无 (3) Thick (0) /Sparse(1) /Only costa have (2) /Nothing (3)
21	花序下叶片数 Number of leaf under anthotaxy	数 Quantity	
22	每花序花朵数 Number of flower peranthotaxy	数 Quantity	
23	花瓣长 /宽 Length/width of petal	数 Quantity	
24	花萼长 Length of calyces	数 Quantity	
25	花萼长 /宽 Length/width of calyces	数 Quantity	
26	花梗长 Pedicel length	数 Quantity	
27	果梗长 Fruit peduncle length	数 Quantity	
28	花柱数 Number of pistil	数 Quantity	
29	果实纵茎 Fruit vertical length	数 Quantity	
30	幼叶长 Young leaf length	数 Quantity	
31	幼叶长 /宽 Young leaf length/width	数 Quantity	
32	老叶长 Mature leaf length	数 Quantity	
33	老叶长 /宽 Mature leaf length/width	数 Quantity	
34	老叶中宽 Meature leaf middle width	数 Quantity	
35	老叶柄长 Mature leafstalk length	数 Quantity	
36	老叶侧脉对数 Nervation logarithm	数 Quantity	
37	花冠直径 Flower diameter	数 Quantity	
38	无刺状枝 No shoot thom	2 Two	否 (0) /是 (1) No(0) /Yes(1)
39	花瓣数 Number of petal	数 Quantity	
40	花色 Petal color	多 More	白 (0) /浅粉 (1) /粉 (2) /红 (3) White(0) /Light pink(1) /Pink(2) /Red(3)

续表 2

编号	性状	编码类型	详细编码情况
No	Character	Type	Code detail
41	花香 Fragrance	多 More	无 (0) /淡 (1) /浓 (2) No(0) /Weak(1) /Strong(2)
42	株型 Plant habit	多 More	乔 (0) /灌 (1) /丛 (2) Arbor(0) /Shrub(1) /Cluster(2)
43	枝姿 Branch type	多 More	直 (0) /倾斜 (1) /平 (2) Straight(0) /Tilt(1) /Flat(2)
44	花萼先端 Calyces ending shape	多 More	渐狭 (0) /急尖 (1) /钝 (2) Gradually narrow (0) /Rapidly narrow (1) /Obtuse(2)
45	果纵茎 横茎 The ratio of fruit vertical length to fruit horizontal length	数 Quantity	
46	花丝数 Number of stamen	数 Quantity	
47	花药色 Anther color	多 More	白 (0) /淡黄 (1) /黄 (2) /紫红 (3) White(0) /Light yellow(1) /Yellow(2) /Mauve(3)
48	花瓣长 Length of petal	数 Quantity	
49	幼叶柄长 Young leafstalk length	数 Quantity	
50	老叶叶尖距 The space from leaf width to leaf end	数 Quantity	
51	花期 Florescence	多 More	早 (0) /中 (1) /晚 (2) Early(0) /Midst(1) /Later(2)

注：多：多态性状；数：数值性状；2：二元性状。  
Note: More: More character; Quantity: Quantity character; 2: Two character

1.3 数据处理

由于多态性状和二元性状在品种内不同单株间较一致，因此，直接按形态描述进行编码后形成原始矩阵，同一品种内有过渡形态存在的，取其编码平均值。如某品种部分雌蕊比雄蕊高（0），部分雌蕊与雄蕊近等高（1），则在原始矩阵中的编码值为 0.5。数量性状在原始矩阵中数值的产生方法为：每一单株量取有代表性的 10 个数值，再取 5 个单株的 50 个数值平均值形成。

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差标准化（STD）处理，即正规化处理。利用处理过的数据，首先将 51 个性状做分类单位，算出各性状指标的相关系数，采用目前系统聚类中使用最多的聚合方法——类平均法（UPGMA），作出性状指标聚类图。利用性状指标聚类结果，进一步剔除相关性强的性状后，对 28 个样本进行系统聚类。样本聚类利用欧氏平方距离系数进行，数据标准化及聚类方法同指标聚类。全部数学运算均在 SPSS13.0 软件上完成。

2 结果与分析

2.1 R 型聚类结果及分析

R 型聚类分析是对各性状间关系的讨论，以寻求各性状之间的相关性，同时又能对 Q 分析

性状选取是否合理进行验证，也能为育种工作正

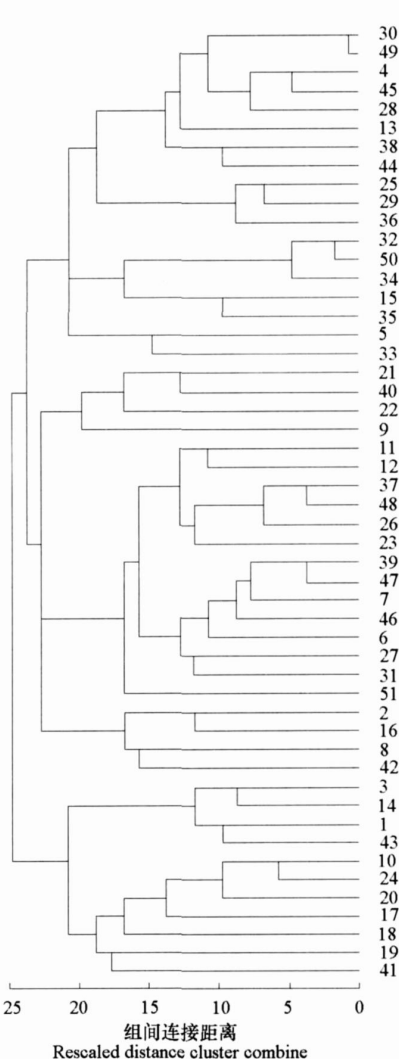


图 1 51 个性状（代号同表 2）的聚类分析

Fig 1 Cluster analysis of 51 characters (code as Table 2)

确选择亲本，为进一步的生物学研究，如染色体定位、连锁等遗传现象的研究提供启示。

R型分析的树系图如图 1所示，可以看出大部分性状间的相关性不强，分布较为分散，仅有少数性状表现两两完全相关或关系密切。其中幼叶长和幼叶柄长 ( $r=0.897$ )、老叶长和老叶叶尖距 ( $r=0.847$ )、花冠直径和花瓣长 ( $r=0.761$ )、老叶长和老叶中宽 ( $r=0.721$ )、果实纵茎/横茎和果实形状 ( $r=0.710$ )、花瓣数和花药色 ( $r=0.747$ ) 的相关系数均大于 0.7，相关性较强。前 4对数量性状之间存在一定的相关关系，果实纵茎/横茎和果实形状也相关。一般果实纵茎/横茎的比值小于 1的为扁圆形，比值约等于 1的为圆形，比值略大于 1的为椭圆形，比值远大于 1的为梨形。因此，在样本数量分类时，只取其一即可。

花瓣数与花药色之间不存在逻辑相关，但聚类结果显示二者相关，推测花药颜色应该不但与品种有关，也可能与接受的光照有关系，而花瓣数明显可以影响花药接受到的光量，推测花瓣数可能影响到花药的颜色。

通过对所选性状的 R型分析，可以看出，幼叶叶柄长、老叶叶尖距、花瓣长、老叶中宽、果实形状、花药色这 6个性状可以不参与样本聚类分析，不会影响到聚类结果，这对以后进行苹果属观赏海棠分类性状的选择起到一定的指导作用。

## 2.2 Q型聚类结果与分析

根据 R型聚类分析结果，将幼叶叶柄长、老叶叶尖距、老叶中宽、花瓣长、果实形状、花药色等 6个与其它性状有较强相关性的性状从以上选择的 51个性状中删除，同时考虑到不同地域及不同小气候对花期均有影响，将花期数据也删除。利用剩余的各自独立且可稳定表达的 44个性状进行样本的 Q型聚类分析 (图 2)。

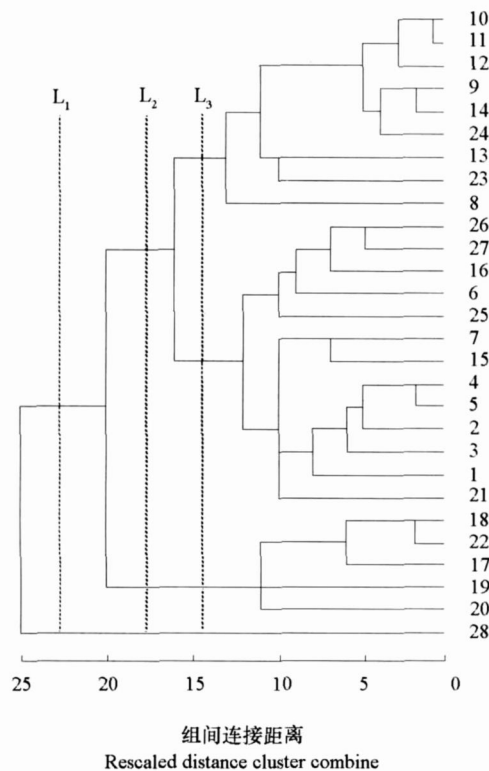


图 2 28品种 (代号同表 1) 的聚类分析

Fig. 2 Cluster analysis of 28 cultivars (code as Table 1)

由图 2 可以明显看出, 在结合线  $L_1$  处将 28 个品种分为 2 个类群, 在结合线  $L_2$  处分为 3 个类群, 在结合线  $L_3$  处分为 4 个类群。

品种 ‘大果’ (OTU28) 单独聚为一类, 与另外 3 类亲缘关系较远。从形态上看, ‘大果’ 的果实大, 似一般西府海棠, 梨形, 果萼脱落, 梗洼凸起; 花大, 花色淡粉, 花梗毛量大。但该品种叶片为近革质, 花梗、花萼为深紫红色, 却是垂丝海棠的典型性状。结合形态和聚类分析结果, 该品种应该是垂丝海棠和西府海棠的杂交种, 而不属于纯粹垂丝海棠种系, 不应归为垂丝海棠的品种, 可将其与西府海棠各品种一起聚类, 根据聚类结果再确定其品种群归属。

其余 3 个类群结合其形态特征分为 3 个品种群, 具体如表 3。

表 3 Q 型聚类分析结果

Table 3 The table of Q cluster analysis

1. 花单瓣 .....	单瓣海棠品种群
2. 花小, 花冠直径小于 2.5 cm .....	OTU20
2. 花较大, 花冠直径大于 2.5 cm .....	
3. 果实大, 扁圆, 近似于湖北海棠果 .....	OTU19
3. 果实小, 椭圆形, 典型垂丝海棠果实 .....	
4. 幼叶有红晕, 开花时幼叶转绿色, 花瓣先端尖 .....	OTU17
4. 幼叶红艳, 开花时叶片绝大多数仍为红色, 花瓣先端圆 .....	OTU18, OTU22
1. 花复瓣或重瓣 .....	
5. 果扁圆形或椭圆形, 枝多斜出或水平 .....	圆果海棠品种群
6. 果实扁圆, 梗洼萼洼平; 幼叶叶表叶背均无毛 .....	OTU6, OTU16, OTU25-27
6. 果实椭圆, 梗洼凸起; 幼叶叶表或叶背多少有毛 .....	
7. 花瓣数特别多 (15~28 枚), 重瓣性强 .....	OTU21
7. 花瓣数平均 13 枚以下, 重瓣性不强 .....	
8. 有刺状枝 .....	OTU1, OTU2, OTU3, OTU4, OTU5
8. 无刺状枝 .....	OTU7, OTU15
5. 果梨形, 枝姿多直立 .....	梨果海棠品种群
9. 花序下嫩枝特别长, 均达到 2 cm 以上 .....	OTU8
9. 花序下嫩枝达不到 2 cm, 或顶梢个别花序下达到 2 cm 以上 .....	
10. 开花时嫩叶为红色或橙黄色, 不为绿色 .....	OTU13, OTU23
10. 开花时嫩叶转为绿色 .....	
11. 花梗、果梗不下垂, 花丝粉色 .....	OTU10, OTU11, OTU12
11. 花梗、果梗均下垂或半下垂, 花丝白色 .....	OTU9, OTU14, OTU24

从上述聚类结果看, 花瓣数和果实形状可以作为划分品种群的标准; 花朵大小, 果实大小, 花梗和果梗是否下垂, 有无刺状枝, 开花时嫩枝长, 开花时幼叶颜色、着毛状况, 花丝颜色等性状可以作为品种群下划分品种的标准。圆果海棠品种群和梨果海棠品种群均为复瓣或重瓣花, 亲缘关系较近, 而与单瓣海棠品种群亲缘关系较远。3 个品种群的进化顺序为单瓣海棠品种群 圆果海棠品种群 梨果海棠品种群。

### 3 讨论

#### 3.1 关于 Q 型聚类分析

Q 型聚类分析所得的结果, 定量地揭示了垂丝海棠品种间的亲缘关系, 根据数量分类的原理 (徐

克学, 1994) 得知, 亲缘关系越近, 就越早地聚合为一类, 结合水平就越高; 反之, 亲缘关系越远, 就越晚地聚合为一类, 结合水平就越低。本试验中参与系统聚类的 28 个品种, 除 ‘大果’ 尚不能明确其种系外, 其余 27 个品种在垂丝海棠种系下被很好的聚为 3 个品种群: 单瓣海棠品种群, 圆果海棠品种群, 梨果海棠品种群。

OTU20 虽然花冠直径小于 2.5 cm, 符合刘志强 (2002) 的小海棠品种群特征, 但在本研究中, 多个性状的聚类结果表明, OTU20 并没有在品种群水平上单独聚为一类, 因此, OTU20 应归于单瓣海棠品种群, 而不另外分出。

圆果海棠品种群和梨果海棠品种群花均为复瓣或重瓣, 亲缘关系较近, 而与单瓣海棠品种群亲缘关系较远。3 个品种群的演化顺序为单瓣海棠品种群 圆果海棠品种群 梨果海棠品种群。这种分类系统在生产应用中也更为简单而实用, 符合陈俊愉院士 (1998) 创立的 “演化关系为主, 形态应用为辅, 二者兼顾” 的二元分类法和科学性与实用性相结合的分类原则。

### 3.2 分类性状选择和分类标准确定

通过对初步筛选的 51 个性状的 R 型聚类分析可以看出, 幼叶叶柄长、老叶叶尖距、花瓣长、老叶中宽、果实形状、花药色这 6 个性状分别与其它性状有较强的相关性, 可以不作为分类性状, 不会影响分类结果, 这对以后进行苹果属观赏海棠分类性状的选择可以起到一定的指导作用。

花瓣数和果实性状既可以稳定代表品种特征, 又是主要的观赏性状, 非常容易识别和判断, 可以作为划分品种群的标准; 花朵大小, 果实大小, 花梗、果梗是否下垂, 有无刺状枝, 开花时嫩枝长, 开花时幼叶颜色、着毛状况, 花丝颜色等性状可以作为品种群下划分品种的标准。这和刘志强 (2002) 以枝姿作为第一分类标准有一定的不同。在调查中发现, 梨形果品种绝大多数枝条比较直立, 而圆形、扁圆形或椭圆形等近圆形果品种大多枝条为斜出, 个别枝条水平开展。由于垂丝海棠作为园林绿化树种, 在园林应用中, 大多修剪十分严重, 枝型较难判定, 因此, 没有以枝姿, 而是以果实形状作为划分品种群的标准。

## References

- Brickell C D, Baum B R, Hettterscheid W L A, Leslie A C, McNeill J, Trehane P, Vrugtman F, Wiersma J H. 2006. International code of nomenclature for cultivated plants // Xiang Qi-bai, Zang De-kui, Sun Wei-bang. Beijing: China Forestry Publishing House (in Chinese)
- Brickell C D, Baum B R, Hettterscheid W L A, Leslie A C, McNeill J, Trehane P, Vrugtman F, Wiersma J H. 2006. 国际栽培植物命名法规 / 向其柏, 臧德奎, 孙卫邦. 北京: 中国林业出版社.
- Cha ka N A, Nikonova V A, Zhumal Mikrobiologii, Epidemiologii, Immunobiologii I. 1984. Use of numerical taxonomy methods for identifying and classifying microorganisms. *Primenenie Metodov Chislovo Taksonomii Dlia Identifikatsii i Klassifikatsii Mikroorganizmov*, (1): 7 - 14.
- Chen Jun-yu. 1998. ‘Dual Classification’: A new classification system for Chinese flower cultivars. *Journal of Beijing Forestry University*, 20 (2): 1 - 5. (in Chinese)
- 陈俊愉. 1998. “二元分类”——中国花卉品种分类新体系. *北京林业大学学报*, 20 (2): 1 - 5.
- Huang Jia-ping, Dai Si-lan. 1998. The numerical taxonomy of Chinese cymbidium. *Journal of Beijing Forestry University*, 20 (2): 38 - 43. (in Chinese)
- 黄家平, 戴思兰. 1998. 中国兰花品种数量分类初探. *北京林业大学学报*, 20 (2): 38 - 43.
- Li Yu-nong. 2001. Researches of germplasm resources of *Malus* Mill. Beijing: China Agricultural Press (in Chinese)
- 李育农. 2001. 苹果属植物种质资源研究. 北京: 中国农业出版社.
- Liu Chun-ying, Wang Lian-ying. 1995. A numerical classification of the cultivars of Chinese herbaceous peony. *Journal of Wuhan Botanical Research*, 13 (2): 116 - 126. (in Chinese)
- 刘春迎, 王莲英. 1995. 芍药品种的数量分类研究, *武汉植物学研究*, 13 (2): 116 - 126.
- Liu Zhi-qiang. 2002. Research on the resources and landscape utilization of *Malus* cvs in Eastern China [M. D. Dissertation]. Nanjing: Nanjing Forestry University. (in Chinese)
- 刘志强. 2002. 华东地区海棠品种资源与园林应用研究 [硕士论文]. 南京: 南京林业大学.

- Lonc E, Wiadomości P. 1985. Principles and use of numerical in the classification of *Arthropods*. Preview *Zasady i Zastosowania Taksonomii Numerycznej w Systematyce Pasożytniczych Arthropoda*, 31: 515 - 518.
- Ma Yan, Mao Han-shu, Chen Jun-yu. 1993. Studies on numerical classification of rose cultivars. *Acta Botanica Boreali-occidentalia Sinica*, 13 (3): 225 - 231. (in Chinese)
- 马 燕, 毛汉书, 陈俊愉. 1993. 部分月季花品种的数量分类研究. *西北植物学报*, 13 (3): 225 - 231.
- Mao Han-shu, Ma Yan. 1992. Studies on numerical classification of Chinese mei flower cultivars. *Journal of Beijing Forestry University*, 14 (4): 56 - 65. (in Chinese)
- 毛汉书, 马 燕. 1992. 中国梅花品种的数量分类学研究. *北京林业大学学报*, 14 (4): 56 - 65.
- Marcysiak K, Mazur M, Romo A, Montserrat J M, Didukh Y, Boratynska K, Jasinska A, Kosinski P, Boratynski A. 2007. Numerical taxonomy of *Juniperus thurifera*, *J. excelsa* and *J. foetidissima* (Cupressaceae) based on morphological characters. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 155: 483 - 495.
- Preus M, Macgibbon B. 1977. An application of numerical taxonomy to the classification of syndromes. *Birth Defects Original Article Series*, 13: 31 - 38.
- Reales A, Rivera D, Palazó J A, Obón C. 2004. Numerical taxonomy study of *Salvia* sect. *Salvia* (Labiatae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 145: 353 - 371.
- Simmonds N W, Weatherup S T C. 1990. Numerical taxonomy of the wild bananas. *New Phytologist*, 115: 567 - 571.
- Tang Dong-qin. 1998. A study on numerical classification of the cultivars of sweet osmanthus [*Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour.] *Journal of Nanjing Forestry University*, 22 (1): 37 - 42. (in Chinese)
- 唐东芹. 1998. 桂花品种数量分类研究. *南京林业大学学报*, 22 (1): 37 - 42.
- Tutel B, Kandemir I, Kus S, Kence A. 2005. Classification of *Turkish plantago* L. species using numerical taxonomy. *Turkish Journal of Botany*, 29: 51 - 61.
- Xu Ke-xue. 1984. Numerical taxonomy. Beijing: Science Press. 94 - 110. (in Chinese)
- 徐克学. 1994. 数量分类学. 北京: 科学出版社: 94 - 110.
- Yu De-jun. 1974. Rosaceae. *Flora republicae popularis sinicae*. Vol 36. Beijing: Science Press. (in Chinese)
- 俞德浚. 1974. 蔷薇科. *中国植物志*. 第 36 卷. 北京: 科学出版社.
- Yu Shou-chao, Feng Zhen, Zhao Lan-yong. 2005. Research on quantitative taxonomy of cultivars in Pingyin roses. *Acta Horticulturae Sinica*, 32 (2): 327 - 330. (in Chinese)
- 于守超, 丰 震, 赵兰勇. 2005. 平阴玫瑰品种数量分类研究的探讨. *园艺学报*, 32 (2): 327 - 330.
- Zhang Chun-ying, Dai Si-lan, Zhang Xi-ying. 1999. On numerical taxonomy of the peach-blossom gempasm resources. *Journal of Beijing Forestry University*, 21 (3): 41 - 45. (in Chinese)
- 张春英, 戴思兰, 张秀英. 1999. 桃花种质资源的数量分类学研究. *北京林业大学学报*, 21 (3): 41 - 45.
- Zhao Bing, Luo Xin-yan, Zhang Qi-xiang. 2007. A study on numerical classification of the wintersweet cultivars. *Acta Horticulturae Sinica*, 34 (4): 947 - 954. (in Chinese)
- 赵 冰, 雒新艳, 张启翔. 2007. 蜡梅品种的数量分类研究. *园艺学报*, 34 (4): 947 - 954.