

三角梅主要品种表型性状分析

郝晓函^{1,3}, 关文灵¹, 李叶芳¹, 宋 杰^{2*}

1. 云南农业大学园林园艺学院, 云南昆明 650201; 2. 云南省农业科学院花卉研究所/国家观赏园艺工程技术研究中心/云南省花卉育种重点实验室, 云南昆明 650205; 3. 吉林省种子管理总站, 吉林长春 130031

摘 要: 三角梅是我国南方重要的木本花卉, 品种繁多, 但分类比较混乱。本研究以云南引种保存的 133 个三角梅品种为研究对象, 对 133 个品种的 10 个数量性状和 41 个质量性状进行频率分布统计、变异系数计算和多样性指数计算, 并进行 Q 型聚类分析。结果表明: 133 个三角梅品种多个性状多样性丰富, 数量性状的变异系数范围为 19.61%~32.59%, 平均值为 26.64%, 花序总梗长度、花被管宽度、叶柄长度、花序长度的变异系数最高, 多样性指数范围为 1.69~2.09, 平均值为 1.92, 叶片长度、苞片宽度、叶片宽度、苞片长度的多样性指数最高。质量性状多样性指数为 0.17~2.19, 多样性指数大于 1 的质量性状有 11 个, 苞片颜色、花被管颜色多样性指数均大于 2, 多样性丰富。4 个种系的三角梅品种中, 巴特三角梅数量性状的多样性指数最高, 多样性最丰富, 其次是秘鲁三角梅、光叶三角梅, 毛叶三角梅的多样性指数最小, 多样性较小, 但不同种系各有优势性状。51 个性状中, 有 22 个性状在种系之间呈现出了显著差异性, 此 22 个性状对三角梅品种识别和类群划分具有重要的参考价值。根据苞片类型、枝刺多少、叶片大小进行聚类, 133 个三角梅品种可聚为重瓣少刺、重瓣多刺、单瓣少刺小叶、单瓣多刺大叶 4 类。上述研究结果显示, 供试 133 个三角梅品种的表型性状多样性较高, 数量性状变异类型丰富, 本研究可为三角梅种质资源的系统评价、品种分类和种质创新提供参考。

关键词: 三角梅; 变异系数; 多样性; 分类指标

中图分类号: S31 文献标志码: A

Phenotypic Character Analysis of the Main Cultivars of *Bougainvillea*

HAO Xiaohan^{1,3}, GUAN Wenling¹, LI Yefang¹, SONG Jie^{2*}

1. College of Landscape and Horticulture, Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan 650201, China; 2. Flower Research Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences / National Engineering Research Center for Ornamental Horticulture / Yunnan Provincial Key Laboratory of Flower Breeding, Kunming, Yunnan 650205, China; 3. Jilin Provincial Seed Management Station, Changchun, Jilin 130031, China

Abstract: *Bougainvillea* is an important woody ornamental plant in southern China. There are a large number of varieties, but the classification is relatively chaotic. This study took 133 *Bougainvillea* varieties introduced and preserved in Yunnan as the research object, and conducted frequency distribution statistical analysis, coefficient of variation calculation, and diversity index calculation for 10 quantitative characters and 41 discrete characters. Q-type clustering analysis was also conducted. The results showed that the 133 *Bougainvillea* varieties had rich diversity in many characters, and the coefficient of variation of quantitative characters ranged from 19.61%–32.59%, with an average of 26.64%. The coefficient of variation of the total flower stem length, calyx tube width, petiole length, and flower length was the highest, and the diversity index ranged from 1.69–2.09, with an average of 1.92. The diversity index of leaf length, bract width, leaf width, and bract length was the highest. The diversity index of discrete characters ranged from 0.17–2.19. There were 11 discrete characters with H' values greater than 1, and the diversity index of bract color and calyx tube color was both greater than 2. The diversity was rich. Among the four species of *Bougainvillea*, the diversity index of *Bougainvillea* × *buttiana* was the highest, with the richest diversity, followed by *B. peruviana*, *B. glabra*, and *B. spect-*

收稿日期 2024-07-08; 修回日期 2024-07-24

基金项目 云南省重大科技计划专项 (No. 202302AE090018)。

作者简介 郝晓函 (1998—), 女, 硕士研究生, 研究方向: 花卉遗传育种。*通信作者 (Corresponding author): 宋 杰 (SONG Jie), E-mail: 77452024@qq.com。

abilis, whose diversity index was the lowest, with less diversity. However, each species has its own advantageous characters. Among the 51 characters, 22 characters showed significant difference among species, which were of great reference value for identifying and classifying the varieties of *Bougainvillea*. Based on the types of bracts, the number of spines, and the size of leaves, 133 *B.* varieties could be grouped into four categories: double spiny less, double spiny more, single spiny less leaflet, and single spiny large leaflet. The research results show that the phenotypic characters of the 133 *B.* varieties tested have high diversity, and the quantitative trait variation types are rich. This study could provide scientific basis for systematic evaluation of *B.* germplasm resources, variety classification, and germplasm innovation.

Keywords: *Bougainvillea*; coefficient of variation; diversity; classification indicators

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2025.01.008

三角梅又称叶子花、三角花、九重葛、勒杜鹃等，为紫茉莉科（*Nyctaginacea*）叶子花属（*Bougainvillea*）灌木状攀援植物^[1]。以其花色丰富艳丽、常年开花、开花时间长等特点深受人们喜爱，广泛应用于园林绿化与家庭园艺。三角梅还可以用于生产生物农药、纺织染料、高分子燃料、天然食品保鲜剂等，极具研究意义^[2]。

世界上的三角梅原种、栽培种、变种、杂交种多达 500 个^[3-4]。现有的三角梅观赏品种分别来源于 3 个原生种：光叶三角梅（*B. glabra*）、毛叶三角梅（*B. spectabilis*）、秘鲁三角梅（*B. peruviana*）；3 个杂交种：巴特三角梅（*Bougainvillea*×*but-tiana*）、巴克三角梅（*Bougainvillea*×*spectoperuviana*）和拉塔拉三角梅（*Bougainvillea*×*spec-toglabra*）^[4-5]。目前国内引种的三角梅品种有 400~500 个^[4]，但存在分类标准各异、植物学归属不清、命名不规范等问题，同物异名、同名异物等现象较为突出，不利于国际交流的现状^[5-8]。植物的表型性状是其自身基因与生存的外部环境共同作用而形成的，是对植物基因的全面表达，相较于其他标记，表型性状更直观、全面^[9]。本研究拟对 133 个三角梅品种进行观测，根据 DUS 测试指南确定调查测量的 51 个表型性状，筛选优化三角梅分类评价指标，并对三角梅进行有效评价与分类，为建立完善的三角梅分类和评价体系、培育优良品种和进行资源有效利用提供参考^[10-13]。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料种植于云南为君开园林工程有限公司三角梅种植基地（宜良县），以云南为君开园林工程有限公司引进种植的 133 个三角梅品种为研究材料，其中包括光叶三角梅品种 19 个，毛叶三角梅品种 15 个，秘鲁三角梅品种 15 个，巴特三

角梅品种 34 个，未知归属种的三角梅品种 50 个^[6]，详见表 1。所选三角梅品种均为生长周期 1 a 以上的健康植株，叶条、枝条、花等部位生长正常，无病虫害。在盛花期进行数据采集。

1.2 方法

1.2.1 性状选取 根据三角梅 DUS 测试指南，以花、叶、苞片、刺、枝为主要性状选取方向，确定叶片长度、叶片宽度、叶片长度、花序长度、花序总梗长度、真花直径、花被管长度、花被管宽度、苞片长度、苞片宽度 10 个数量性状，株型、嫩枝颜色、一年生枝茎刺多少等 41 个质量性状，共计 51 个表型性状^[13]。

1.2.2 性状测量 10 个数量性状采用直尺测量、精度 0.01 cm，41 个质量性状采用目测观察法并赋值，测量标准见图 1 与图 2。测量时，每份种质观测 2 株，每株重复 3 次。数量性状计算平均值，质量性状以多数植株表现的性状类型为准^[14]。

1.3 数据处理

使用 Excel 2010 软件统计性状出现频率和变异系数（CV），并计算数量性状的平均值（ μ ）、最大值、最小值、极差（ R ）、标准偏差（ δ ），根据多样性指数（ H' ）计算公式和取值方法，有 2 个变量变异类型数（ n ）和变异类型分布频率（ P_i ）， n 划分为 10 级，1 级为 $n < \mu - 2\delta$ ，10 级 $n \geq \mu + 2\delta$ ，中间每级相差 0.5δ ，据此计算数量性状多样性指数（ H' ）^[13-15]。质量性状根据各类型分布情况计算多样性指数。使用 SPSS 4.0 软件进行数据正态性检验、方差分析，绘制小提琴图、箱线图、散点图^[15]。基于欧式距离对三角梅品种进行聚类，并绘制聚类图。

2 结果与分析

2.1 三角梅数量性状的遗传多样性分析

三角梅 10 个数量性状的 CV 范围为 19.61%~

32.59%，平均 CV 为 26.64%，多样性指数（ H' ）多样性。所有品种数量性状的分布、CV 和 H' 见范围为 1.69~2.09，平均值为 1.92，显示出丰富的图 3、表 2、表 3。

表 1 三角梅供试品种
Tab. 1 Tested varieties of *Bougainvillea*

编号 No.	种名 Species	中文名 Chinese name	拉丁学名 Latin name	编号 No.	种名 Species	中文名 Chinese name	拉丁学名 Latin name
BG1	光叶	安格斯	<i>B. glabra</i> ‘Elizabeth Angus’	BB19	巴特	柠檬黄	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Golen Glow’
BG2	光叶	新加坡大白	<i>B. glabra</i> ‘Singapore White’	BB20	巴特	绿叶宫粉	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Texas Dawn’
BG3	光叶	新加坡宫粉	<i>B. glabra</i> ‘Singapore Pink’	BB21	巴特	印度画报	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Chitra’
BG4	光叶	巴西丁香紫	<i>B. glabra</i> ‘Formosa’	BB22	巴特	斑叶中国丽人	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Chinese Beauty’
BG5	光叶	变色龙叶子花	<i>B. glabra</i> ‘Rainbow’	BB23	巴特	橙冰	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Orange Ice’
BG6	光叶	白雪公主	<i>B. glabra</i> ‘Mrs. Eva White’	BB24	巴特	重瓣橙	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Roseville’s Delight’
BG7	光叶	重瓣白	<i>B. glabra</i> ‘Double White’	BB25	巴特	金边叶宫粉	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Sirene’
BG8	光叶	斑叶丽娜	<i>B. glabra</i> ‘Lila Variegata’	BB26	巴特	红蝶	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Ratana Red’
BG9	光叶	斑叶伊娃夫人	<i>B. glabra</i> ‘Mrs. Eva Mauve Variegata’	BB27	巴特	蜡染粉	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Batik Pink’
BG10	光叶	重瓣粉	<i>B. glabra</i> ‘Los Banos Beauty’	BB28	巴特	三角洲黎明	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Delta Dawn’
BG11	光叶	斑叶鸟贾迪	<i>B. glabra</i> ‘Bird Thongchai Variegata’	BB29	巴特	桑勒博士	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Dr. P. V. Sane’
BG12	光叶	雪紫	<i>B. glabra</i> ‘Marlu’	BB30	巴特	重瓣红	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Mahara Double Red’
BG13	光叶	浅茄	<i>B. glabra</i> ‘Mariel Fitz Patrick’	BB31	巴特	雪叶红	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Xue Ye Hong’
BG14	光叶	桑德瑞纳	<i>B. glabra</i> ‘Sanderiana’	BB32	巴特	绿叶橙	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Mrs. McClean’
BG15	光叶	大金叶白	<i>B. glabra</i> ‘Lueang Pattaya Khaow’	BB33	巴特	橙蝶	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Ratana Orange’
BG16	光叶	银边叶白	<i>B. glabra</i> ‘Mrs. Eva White Variegata’	BB34	巴特	明扬橙	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Iguana Variegata’
BG17	光叶	小叶小浅紫	<i>B. glabra</i> ‘Golden Dragon’	B1	未知	玛斯佩拉克	<i>B. ‘Mas Perak’</i>
BG18	光叶	花茎	<i>B. glabra</i> ‘Magnifica’	B2	未知	黄色幻想	<i>B. ‘Yellow Fantasy’</i>
BG19	光叶	银边叶小浅紫	<i>B. glabra</i> ‘Purple Patch’	B3	未知	红狐狸	<i>B. ‘Red Ribbon’</i>
BS1	毛叶	粉红豹	<i>B. spectabilis</i> ‘Pink Panther’	B4	未知	魅惑	<i>B. ‘Pink Lady’</i>
BS2	毛叶	橙桑巴	<i>B. spectabilis</i> ‘Flame Orange’	B5	未知	红九月	<i>B. ‘Red September’</i>
BS3	毛叶	红雀	<i>B. spectabilis</i> ‘Chili Ren’	B6	未知	橙雪	<i>B. ‘Snow Orange’</i>
BS4	毛叶	红桑巴	<i>B. spectabilis</i> ‘Flame’	B7	未知	大金叶紫	<i>B. ‘Miaojin Purple’</i>
BS5	毛叶	维拉深粉	<i>B. spectabilis</i> ‘Vera Deep Purple’	B8	未知	卡亚塔	<i>B. ‘Kayata’</i>
BS6	毛叶	维拉红	<i>B. spectabilis</i> ‘Vera Red’	B9	未知	黄灯笼	<i>B. ‘Yellow Lantern’</i>
BS7	毛叶	巴西紫	<i>B. spectabilis</i> ‘Braziliensis Purple’	B10	未知	不甜的西瓜	<i>B. ‘Tembikai Orange’</i>
BS8	毛叶	塔橙	<i>B. spectabilis</i> ‘Kasumi’	B11	未知	紫罗兰九月	<i>B. ‘SplasH’</i>
BS9	毛叶	非洲日落	<i>B. spectabilis</i> ‘African Sunset’	B12	未知	鲁比亚纳	<i>B. ‘Rubyana’</i>
BS10	毛叶	宝老橙	<i>B. spectabilis</i> ‘Orange Fiesta’	B13	未知	塔黄	<i>B. ‘Sasara’</i>
BS11	毛叶	胭脂红	<i>B. spectabilis</i> ‘Rijinstar Pink’	B14	未知	暗斑叶樱花	<i>B. ‘Blushing Beauty’</i>
BS12	毛叶	斑叶塔紫	<i>B. spectabilis</i> ‘Liberty Flame’	B15	未知	佩德罗	<i>B. ‘Pedro’</i>
BS13	毛叶	塔紫	<i>B. spectabilis</i> ‘Pixie’	B16	未知	橙色幻想	<i>B. ‘Fantasy Orange’</i>
BS14	毛叶	婴儿玫瑰	<i>B. spectabilis</i> ‘Baby Rose’	B17	未知	粉天使	<i>B. ‘Pink Angel’</i>
BS15	毛叶	维拉白	<i>B. spectabilis</i> ‘Vera White’	B18	未知	菲菲娜	<i>B. ‘Fifina’</i>
BP1	秘鲁	绿叶樱花	<i>B. peruviana</i> ‘Thai Delight’	B19	未知	印度美人	<i>B. ‘Indian Beauty’</i>
BP2	秘鲁	玛丽帕尔默特别	<i>B. peruviana</i> ‘Mary Palmer Special’	B20	未知	斑叶塔橙	<i>B. ‘Sunvillea Pink Variegata’</i>

续表 1 三角梅供试品种
Tab. 1 Tested varieties of *Bougainvillea* (continued)

编号 No.	种名 Species	中文名 Chinese name	拉丁学名 Latin name	编号 No.	种名 Species	中文名 Chinese name	拉丁学名 Latin name
BP3	秘鲁	金心橙白	<i>B. peruviana</i> ‘Thimma Special’	B21	未知	虎斑橙	<i>B.</i> ‘Orange Tiger’
BP4	秘鲁	洋红公主	<i>B. peruviana</i> ‘Mahatma Gandhi’	B22	未知	波伊斯玫瑰	<i>B.</i> ‘Boisde Rose’
BP5	秘鲁	口红叶子花	<i>B. peruviana</i> ‘Lipstick’	B23	未知	橙九月	<i>B.</i> ‘Orange September’
BP6	秘鲁	索菲亚	<i>B. peruviana</i> ‘Sophia’	B24	未知	红莲花	<i>B.</i> ‘Red Lotus’
BP7	秘鲁	帕尔博士	<i>B. peruviana</i> ‘Dr. R. R. Pal’	B25	未知	蓝月亮	<i>B.</i> ‘Zuki’
BP8	秘鲁	狐狸尾白	<i>B. peruviana</i> ‘Ekor Musang White’	B26	未知	黑玛丽	<i>B.</i> ‘Black Mary’
BP9	秘鲁	蒙娜丽莎黄	<i>B. peruviana</i> ‘Mona Lisa Yellow’	B27	未知	皇家孟加拉红	<i>B.</i> ‘Royal Bengal Red’
BP10	秘鲁	瑟马	<i>B. peruviana</i> ‘Thimma’	B28	未知	大斑叶橙	<i>B.</i> ‘Da Ban Ye Cheng’
BP11	秘鲁	哈德逊夫人	<i>B. peruviana</i> ‘Lady Hudson’	B29	未知	黑玫瑰	<i>B.</i> ‘Hei Mei Gui’
BP12	秘鲁	绿叶双色	<i>B. peruviana</i> ‘Mary Palmer’	B30	未知	绿叶浅黄	<i>B.</i> ‘Lv Ye Qian Huang’
BP13	秘鲁	帕尔塔	<i>B. peruviana</i> ‘Partha’	B31	未知	沙斑叶大红	<i>B.</i> ‘Sha Ban Ye Da Hong’
BP14	秘鲁	红心樱花	<i>B. peruviana</i> ‘Odisee’	B32	未知	明扬重橙	<i>B.</i> ‘Ming Yang Chong Cheng’
BP15	秘鲁	蒙娜丽莎红	<i>B. peruviana</i> ‘Monalisa Red’	B33	未知	大斑叶宫粉	<i>B.</i> ‘Da Ban Ye Gong Fen’
BB1	巴特	苹果花	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Apple Blossom’	B34	未知	中国红	<i>B.</i> ‘Zhong Guo Hong’
BB2	巴特	暗斑中国丽人	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Chinese Beauty Jinda’	B35	未知	谷大红	<i>B.</i> ‘Gu Da Hong’
BB3	巴特	五宝	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Ladybird’	B36	未知	末代皇后	<i>B.</i> ‘Mo Dai Huang Hou’
BB4	巴特	加州黄金	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘California Gold’	B37	未知	大密叶塔紫	<i>B.</i> ‘Da Mi Ye Ta Zi’
BB5	巴特	紫蝶	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Ratana Purple’	B38	未知	谷大樱	<i>B.</i> ‘Gu Da Ying’
BB6	巴特	洒金叶橙	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Jamaica Orange’	B39	未知	迷你沙巴紫	<i>B.</i> ‘Mi Ni Sha Ba Zi’
BB7	巴特	金发女郎	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Blondie’	B40	未知	潮州红	<i>B.</i> ‘Chao Zhou Hong’
BB8	巴特	暗斑夕阳红	<i>B. </i> $\times$ <i>buttiana</i> Holttum & Standl. ‘Rainbow Orange’	B41	未知	斑叶印度橙粉	<i>B.</i> ‘Ban Ye Yin Du Cheng Fen’
BB9	巴特	巴特夫人	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Mrs Butt’	B42	未知	先明斑水红	<i>B.</i> ‘Xian Ming Ban Shui Hong’
BB10	巴特	洒金叶粉	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Fantasy Pink’	B43	未知	洒金玫红	<i>B.</i> ‘Sa Jin Mei Hong’
BB11	巴特	德克萨斯黎明	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Pink Beauty’	B44	未知	小忍者	<i>B.</i> ‘Xiao Ren Zhe’
BB12	巴特	重瓣黄	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Aussie Gold’	B45	未知	日本丝绸	<i>B.</i> ‘Ri Ben Si Chou’
BB13	巴特	同安红	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Miss Manila’	B46	未知	沙斑叶大白	<i>B.</i> ‘Sha Ban Ye Da Bai’
BB14	巴特	金边大红	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Raspberry Ice’	B47	未知	蜡染西瓜	<i>B.</i> ‘La Ran Xi Gua’
BB15	巴特	香港丽人	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Hong Kong Beauty’	B48	未知	花仙紫	<i>B.</i> ‘Hua Xian Zi’
BB16	巴特	金边叶樱花	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Double Delight’	B49	未知	暗斑叶白	<i>B.</i> ‘An Ban Ye Bai’
BB17	巴特	绿叶玫红	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Barbara karst’	B50	未知	色利吉皇后	<i>B.</i> ‘Se Li Ji Huang Hou’
BB18	巴特	白蝶	<i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i> ‘Ratana White’				

注：编号 B1~B50 品种名为临时名称，是在中国的商品名音译。
Note: The No. B1-B50 is the temporary name of the variety, which is the transliteration of the product name in China.

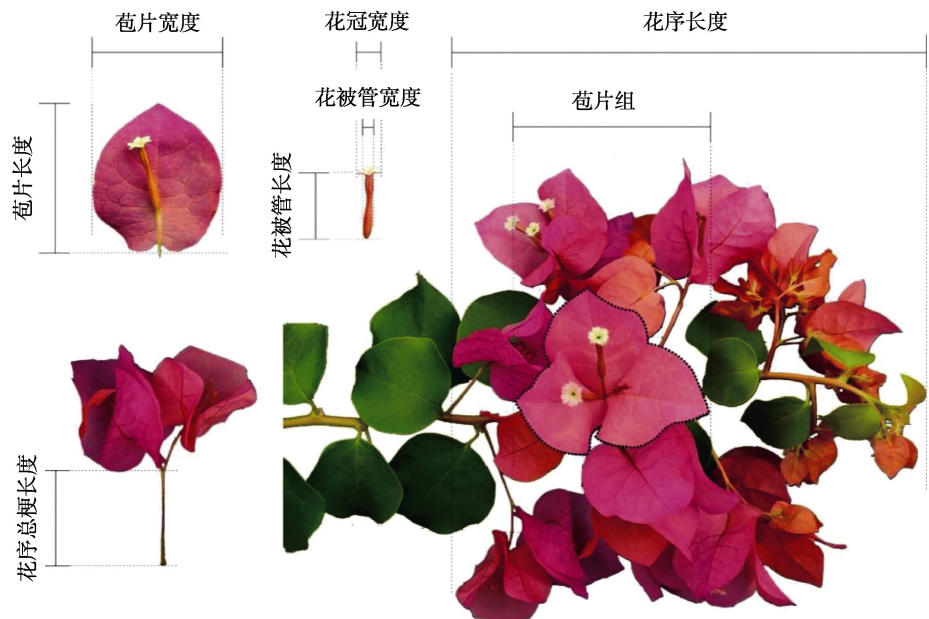


图 1 苞片部性状测量示意图
Fig. 1 Schematic diagram of bract character measurement



图 2 叶片与枝测量示意图
Fig. 2 Schematic diagram of leaf and annual branch measurement

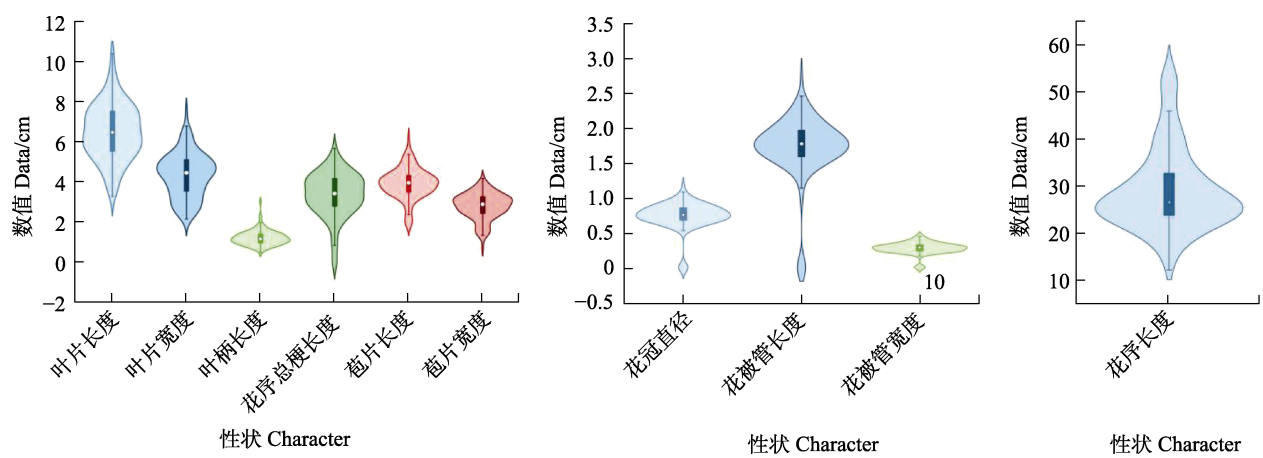


图 3 数量性状的正态性检验
Fig. 3 Normality distribution of quantitative characters

表 2 133 份三角梅种质资源数量性状多样性分析
Tab. 2 Analysis of the diversity of quantitative characters of 133 *Bougainvillea* germplasm resources

性状 Character	平均值 Average/cm	最大值 Maximum/cm	最小值 Minimum/cm	极差 R/cm	标准偏差 δ /cm	变异系数 CV/%
叶片长度	6.49	10.40	3.27	7.13	1.40	21.65
叶片宽度	4.33	7.53	2.15	5.38	1.11	25.56
叶柄长度	1.20	3.02	0.48	2.53	0.36	30.14
花序长度	29.08	54.58	12.00	42.58	8.73	30.01
花序总梗长度	3.37	5.67	0	5.67	1.10	32.59
花冠直径	0.74	1.18	0	1.18	0.20	27.02
花被管长度	1.72	2.77	0	2.77	0.46	26.58
花被管宽度	0.27	0.45	0	4.00	0.08	30.85
苞片长度	3.91	6.23	1.88	4.36	0.77	19.61
苞片宽度	2.80	4.16	1.33	2.83	0.63	22.40

表 3 不同种系三角梅数量性状变异系数
Tab. 3 Variation coefficient of quantitative characters of *Bougainvillea*

性状 Character	CV/%						平均值 μ
	总 All	光叶 <i>B. glabra</i>	毛叶 <i>B. spectabilis</i>	秘鲁 <i>B. peruviana</i>	巴特 <i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i>	极差 <i>R</i>	
叶片长度	21.64	27.69	23.46	18.60	14.01	13.68	20.94
叶片宽度	25.56	25.82	25.68	15.27	20.82	10.55	21.90
叶柄长度	30.14	30.53	36.62	23.11	22.12	14.50	28.09
花序长度	30.01	41.04	25.91	29.40	25.66	15.38	30.50
花序总梗长度	32.59	24.42	45.64	35.22	28.29	21.22	33.39
花冠直径	27.02	36.38	18.09	15.01	33.61	21.37	25.77
花被管长度	26.58	36.70	17.75	12.19	32.82	24.51	24.87
花被管宽度	30.85	37.95	25.34	12.99	38.32	25.33	28.65
苞片长度	19.61	19.06	27.19	13.95	10.09	17.10	17.57
苞片宽度	23.47	17.81	28.88	13.48	20.12	15.41	20.07
平均值	26.75	29.74	27.46	18.92	24.59		

正态性检验结果表明，三角梅品种的叶片长度、叶片宽度、叶柄长度、花序总梗长度、苞片长度、苞片宽度数据均呈正态分布，其余数量性状数据不符合正态分布（图 3）。其中苞片长度的数据最集中变幅小，75%的数据集中在 3.40~4.35 cm，CV 最小，为 19.61%。花序总梗长度数据变幅较大，但大部分数据较集中，75%的数据主要集中在 2.70~4.15 cm，CV 最大，达 32.59%（表 2）。10 个数量性状的多样性指数均较高，叶片长度的 H' 最高，为 2.09，其次为苞片宽度与叶片宽度， H' 分别为 2.03 与 2.00，花冠直径与花被管长度的 H' 相对较低，均为 1.69（表 4），总体来看，参试三角梅品种在数量性状上具有比较丰富的遗传多样性。

分别计算各种系三角梅的变异系数（表 3），结果显示，光叶三角梅的 CV 平均值大于其余 3 个观赏种，达 29.74%，秘鲁三角梅的 CV 平均值最小，仅 18.92%。花被管宽度在三角梅各观赏种之间的 CV 差异最大，其中巴特三角梅最大，达

38.32%，秘鲁三角梅最小，仅 12.99%；参试资源整体的该性状 CV 也相对较高，表明该性状变异幅度相对较大，变异性相对较丰富。三角梅各观赏种的苞片长度 CV 均较小，介于 10.09%~27.19% 之间；叶片宽度、叶片长度、苞片宽度在三角梅各观赏种之间的 CV 差异相对较小，平均值介于 20.07%~21.90% 之间。参试资源整体的这些性状 CV 也相对较低，表明这些性状变异幅度相对较小，变异性相对较弱。

分别计算各种系三角梅数量性状的多样性指数（ H' ），表 4 结果显示各观赏种的数量性状 H' 均较高，秘鲁三角梅的平均 H' 最大，达 1.78，其次是巴特三角梅，为 1.75，光叶三角梅和毛叶三角梅的平均 H' 相对较小，分别为 1.59 和 1.54。对毛叶三角梅 H' 最大的即叶柄长度进行分析，发现其 H' 大于其余 3 个观赏种，达 2.08，且 CV 也较大，对 H' 最小的即花被管长度进行分析，发现毛叶三角梅 H' 小于其余 3 个观赏种，仅 1.08，且 CV 也最小，分析花被管长度数据分布，数据虽范围大，

表 4 不同种系三角梅数量性状多样性指数
Tab. 4 Diversity index of quantitative characters of *Bougainvillea*

性状 Character	多样性指数 H'						平均值 μ
	总 All	光叶 <i>B. glabra</i>	毛叶 <i>B. spectabilis</i>	秘鲁 <i>B. peruviana</i>	巴特 <i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i>	极差 <i>R</i>	
叶片长度	2.09	1.71	1.64	1.86	2.01	0.37	1.80
叶片宽度	2.00	1.80	1.59	1.81	1.87	0.29	1.77
叶柄长度	1.97	1.50	2.08	1.54	1.92	0.59	1.76
花序长度	1.91	1.74	1.21	1.71	1.84	0.63	1.62
花序总梗长度	1.96	1.77	1.71	1.59	1.83	0.25	1.73
花冠直径	1.69	1.27	1.32	1.62	1.39	0.34	1.40
花被管长度	1.69	1.13	1.08	1.86	1.18	0.79	1.31
花被管宽度	1.87	1.30	1.34	1.84	1.59	0.55	1.52
苞片长度	1.99	1.81	1.68	2.03	1.96	0.35	1.87
苞片宽度	2.03	1.91	1.77	1.93	1.91	0.17	1.88
平均值 μ/cm	1.92	1.59	1.54	1.78	1.75		

但 75%的数据主要集中在 1.57~1.95 cm 之间，数据分布不均匀（图 3），多样性低。各观赏种的苞片宽度、苞片长度、叶片长度 H' 均较高，平均值介于 1.80~1.88 之间。花被管长度在各观赏种间差异较大，秘鲁三角梅明显高于其余 3 种，达 1.86。

2.2 三角梅质量性状的多样性分析

三角梅 41 个质量性状频率分布情况因性状而异， H' 范围为 0.17~2.19，平均值为 0.95，小于 1，总体来看质量性状多样性相对于数量性状较差（表 5）。其中 $1 < H' < 2$ 的性状有 7 个， $H' > 2$ 的性状有

4 个。其中各期苞片主色及花被管颜色 H' 均较高， $H' > 2$ ，表现类型丰富，具有最高多样性。

分别计算各种系三角梅质量性状的 H' ，同资源整体情况相同，4 个种系的各期苞片主色与花被管颜色的 H' 均大于 1，巴特三角梅的 H' 平均值最大，达 0.91，有 14 个性状的 $H' > 1$ ，其中苞片形状、苞片尖形状性状 $H' >$ 其余 3 个观赏种且大于资源整体。光叶与毛叶三角梅的 H' 相近，光叶三角梅有 10 个性状的 $H' > 1$ ，毛叶有 10 个。秘鲁三角梅 H' 平均值最小，仅有 5 个性状的 $H' > 1$ ，丰富性较弱。

表 5 不同种系三角梅质量性状多样性指数
Tab. 5 Diversity index of discrete characters of *Bougainvillea*

性状 Character	多样性指数 H'						平均值 μ
	总 All	光叶 <i>B. glabra</i>	毛叶 <i>B. spectabilis</i>	秘鲁 <i>B. peruviana</i>	巴特 <i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i>	极差 <i>R</i>	
植株株型	0.86	0.54	1.21	0.24	0.76	0.97	0.69
嫩枝颜色	0.93	0.61	0.69	0.86	1.08	0.47	0.81
一年生枝茎刺多少	0.48	0.68	0.50	0.24	0.51	0.44	0.48
刺密度	1.12	1.26	1.06	0.99	1.07	0.27	1.09
刺弯度	0.98	1.12	0.73	0.99	0.87	0.39	0.93
刺粗细	0.73	0.96	0.73	0.39	0.55	0.56	0.66
叶片形状	1.33	0.86	0.99	0.73	1.30	0.57	0.97
叶尖形状	0.44	0.44	0.39	0.39	0.30	0.14	0.38
叶底形状	0.96	0.51	0.97	0.99	0.77	0.48	0.81
叶片嫩叶颜色	0.98	0.96	0.80	0.67	1.17	0.50	0.90
叶片主要颜色	0.97	0.86	0.24	0.64	0.91	0.66	0.66
叶片次色（第二色）	1.40	1.16	0.24	0.63	1.35	1.10	0.85
叶片次色分布	1.36	1.41	0.24	0.63	1.42	1.18	0.93
叶片第三色	0.88	0.54	0.24	0.00	0.85	0.85	0.41
叶片边缘波折程度	0.95	0.68	0.67	0.80	0.92	0.24	0.77
叶片触感	0.73	0.94	0.73	0.39	0.76	0.55	0.71
主干枝叶片密度	0.91	0.84	0.93	0.85	0.87	0.09	0.87
叶柄姿态	0.86	0.86	0.50	0.86	0.79	0.36	0.75
花序位置	0.84	0.51	0.99	0.85	0.81	0.48	0.79

续表 5 不同种系三角梅质量性状多样性指数
Tab. 5 Diversity index of discrete characters of *Bougainvillea* (continued)

性状 Character	多样性指数 H'						极差 R	平均值 μ
	总 All	光叶 <i>B. glabra</i>	毛叶 <i>B. spectabilis</i>	秘鲁 <i>B. peruviana</i>	巴特 <i>Bougainvillea</i> $\times$ <i>buttiana</i>			
花序密度	0.95	0.91	0.67	0.63	0.98		0.36	0.80
有无星状花	0.18	0.34	0.00	0.00	0.30		0.34	0.16
苞片类型	0.18	0.34	0.00	0.00	0.30		0.34	0.16
苞片形状	0.93	0.62	0.49	0.49	1.03		0.55	0.66
苞片姿态	0.56	0.00	1.04	0.50	0.63		1.04	0.54
苞片尖形状	0.95	0.62	0.63	0.85	1.02		0.39	0.78
苞片底形状	0.49	0.21	0.39	0.24	0.57		0.37	0.35
苞片是否宿存	0.69	0.69	0.50	0.67	0.67		0.19	0.63
花冠颜色	1.16	0.51	0.63	0.39	0.84		0.45	0.59
真花是否醒目	0.38	0.51	0.24	0.39	0.47		0.27	0.40
花被管颜色	2.11	1.84	1.84	1.69	1.97		0.28	1.84
花被管被毛	0.91	0.54	0.67	0.64	0.92		0.38	0.69
花被管形状	1.20	0.85	1.01	0.69	1.11		0.41	0.91
雄蕊位置	0.98	1.12	1.09	0.69	0.56		0.56	0.86
幼期（初萌发）苞片主色	2.15	1.66	1.81	1.78	1.88		0.22	1.78
初期（花冠微裂）苞片主色	2.19	1.60	1.81	1.86	1.93		0.33	1.80
中期（花冠已开）苞片主色	1.93	1.60	1.84	1.71	1.77		0.24	1.73
中期（花冠已开）苞片次色	0.67	0.34	0.49	0.73	0.44		0.39	0.50
中期（花冠已开）苞片第三色	0.17	0.00	0.24	0.24	0.13		0.24	0.16
后期（花冠萎缩）苞片主色	2.05	1.53	1.68	1.71	1.81		0.28	1.68
重瓣初期外围苞片内侧主色	0.24	0.34	0.00	0.00	0.40		0.40	0.18
重瓣中期外围苞片内侧主色	0.25	0.41	0.00	0.00	0.40		0.41	0.20
平均值	0.95	0.79	0.73	0.68	0.91			

2.3 三角梅各种系差异性分析

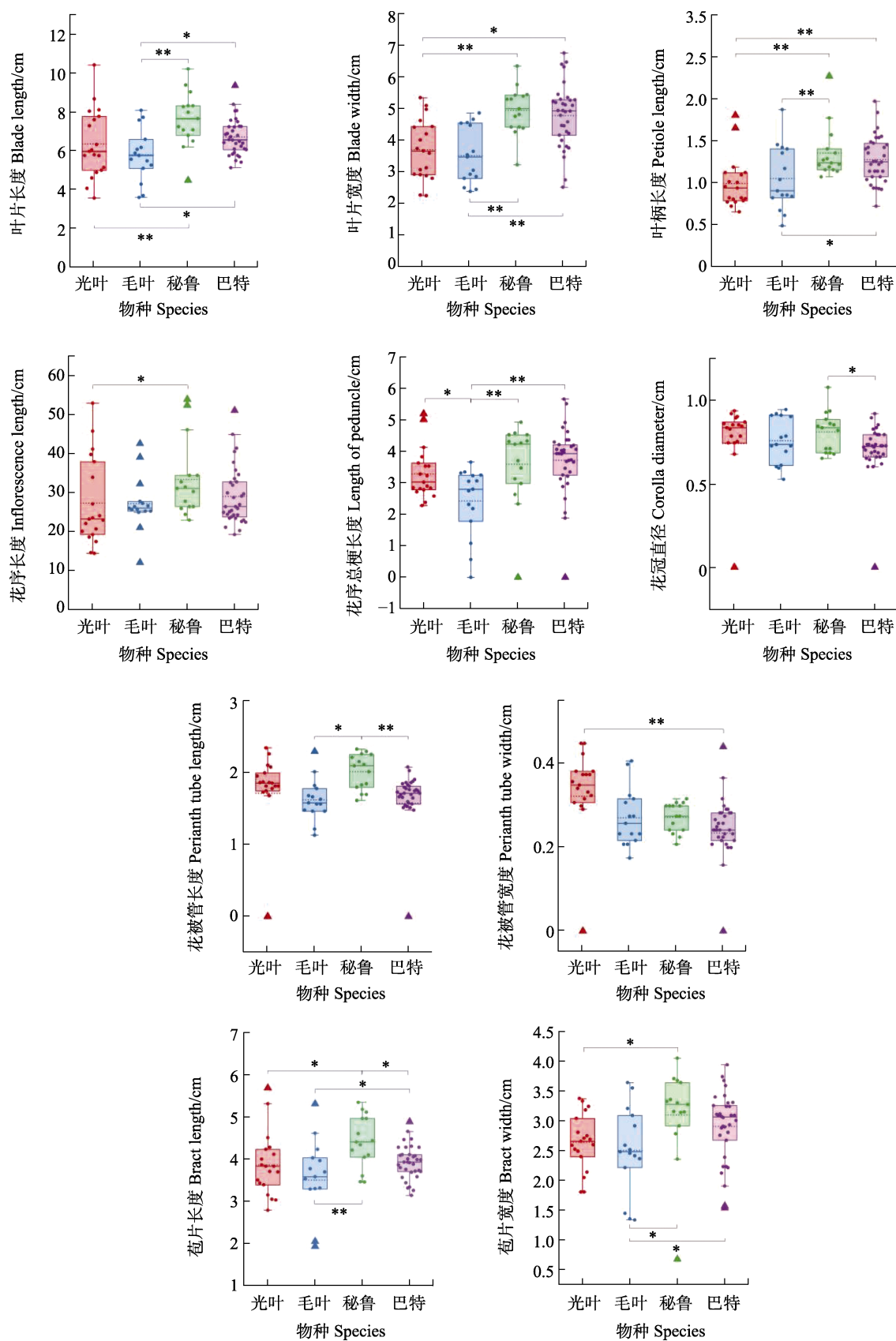
进一步对不同种系的 51 个表型性状作方差分析，多重比较差异性，其中 10 个数量性状均具有显著差异（图 4）。质量性状中叶片形状、叶底形状叶片第三色、叶柄姿态、花序密度、苞片形状、苞片姿态苞片宿存、花冠颜色、花被管形状、雄蕊位置、苞片主色 12 个性状在各种系间差异显著，可以作为分类依据（图 5）。

2.4 三角梅品种聚类分析

为明确三角梅品种在表型性状上的差异，为种质利用尤其是育种亲本选择提供依据，将三角梅的品种作为聚类的样本，基于调查的 51 个表型性状，采用 Q 型聚类方法对品种进行解析，反映品种间的相似性与亲缘关系的远近^[16]。结果表明 133 个品种可分为 4 个聚类组群（图 6）。

在欧式距离为 20 时，将 133 个三角梅品种分为重瓣类（Ⅰ组）和单瓣类（Ⅱ组）2 大类。Ⅰ组包括 6 个品种，占总体的比例较小，共同特

点为苞片重瓣且反卷外翻、花部退化、花序浓密、叶微毛、叶尖渐尖、苞片颜色较丰富。Ⅱ组包括 127 个品种，占总体比例较大，共同特征为苞片类型单瓣。在欧式距离为 16 时，Ⅱ组进一步细分为 2 类，ⅡA 组有 10 个品种，共同特征为叶小叶尖渐尖、真花奶油色且较小、花被管短且纤细，大多数品种枝少刺。ⅡB 组有 117 个品种，大多数品种枝多刺，植株株型扩展，叶片多为中绿色与暗绿色、苞片中卵形心形底、翻卷外翻、真花醒目，花被管、苞片颜色丰富。2 组最大区别为枝刺多少。欧式距离为 14 时，ⅡB 组可以细分为 2 组，分别是ⅡB1 与ⅡB2 组。ⅡB1 组有 87 个品种，叶片嫩叶颜色多为浅绿色、具微毛，花序多位于顶端，苞片翻卷外翻，颜色多集中在浅粉色、橙色、粉红色系。ⅡB2 组有 29 个品种，叶片多微毛多中绿色与暗绿色，花序密度中等，花被管长度较长，苞片多为心形底、颜色丰富。

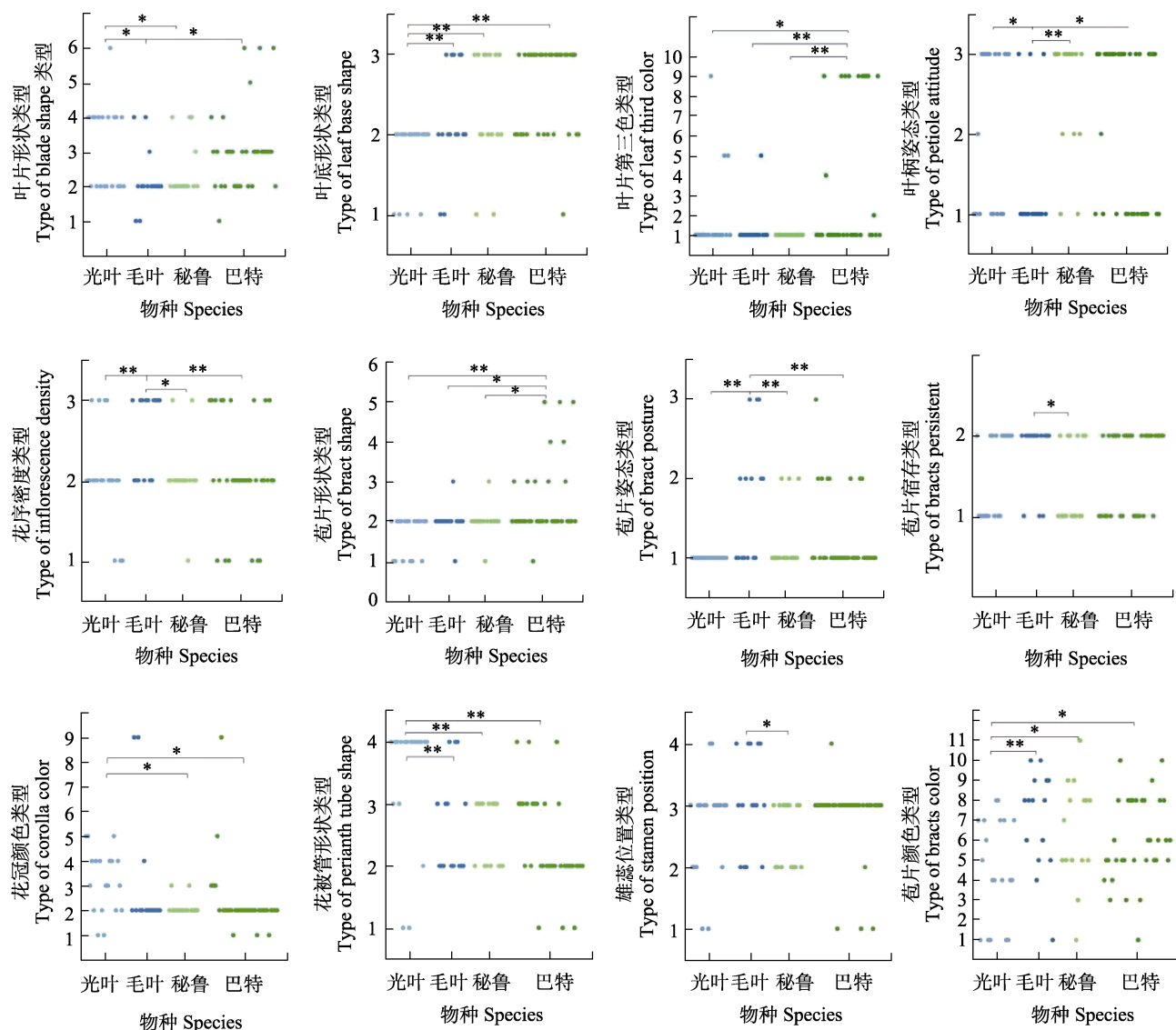


*表示差异显著 ($P < 0.05$), **表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

* indicates significant difference ($P < 0.05$), ** indicates extremely significant difference ($P < 0.01$).

图 4 不同种三角梅的数量性状比较

Fig. 4 Comparison of quantitative characters of different *Bougainvillea* species



叶片形状类型为 1: 矛尖形, 2: 中等卵形, 3: 阔卵形, 4: 椭圆形, 5: 圆形, 6: 异形; 叶底形状类型为 1: 长尖底, 2: 急尖底, 3: 钝尖底; 叶片第三色类型为 1: 无, 2: 黄白色, 3: 黄色, 4: 黄绿色, 5: 浅绿色, 6: 中绿色, 7: 暗绿色, 8: 特暗绿色, 9: 灰绿色, 10: 其他; 叶柄姿态类型为 1: 向上, 2: 水平, 3: 朝下; 花序密度类型为 1: 稀少, 2: 中等, 3: 多; 苞片形状为 1: 窄卵形, 2: 中卵形, 3: 阔卵形, 4: 圆形, 5: 其他; 苞片姿态类型为 1: 反卷外翻, 2: 正常, 3: 挺直, 4: 内卷; 苞片宿存类型为 1: 是, 2: 否; 花冠颜色类型为 1: 无, 2: 白色, 3: 奶油色, 4: 黄绿色, 5: 黄色, 6: 红色, 7: 粉红色, 8: 橙色, 9: 其他色; 花被管形状类型为 1: 无, 2: 纤细, 3: 中部收缩, 4: 底部膨胀; 雄蕊位置类型为 1: 无, 2: 花冠口内, 3: 花冠口, 4: 花冠口外; 苞片颜色类型为 1: 白色, 2: 绿白色, 3: 黄色, 4: 浅紫色, 5: 浅粉色, 6: 橙色, 7: 紫色, 8: 粉红色, 9: 洋红色, 10: 红色, 11: 其他。浅蓝色圆点代表光叶; 深蓝色圆点代表毛叶; 浅绿色圆点代表秘鲁; 深绿色圆点代表巴特。*表示差异显著 ($P < 0.05$), **表示差异极显著 ($P < 0.01$)。

Types of blade shape 1: spear point, 2: medium ovate, 3: broad ovate, 4: oval, 5: round, 6: irregular; Types of leaf base shape 1: long pointed bottom, 2: sharp pointed bottom, 3: blunt pointed bottom; Types of leaf third color 1: none, 2: yellow-white, 3: yellow, 4: yellow-green, 5: light green, 6: medium green, 7: dark green, 8: extra dark green, 9: gray green, 10: other; Types of petiole pose 1: upward, 2: horizontal, 3: downward; Types of tidbits density 1: rare, 2: medium, 3: many; Types of bracts shape 1: narrow ovate, 2: medium ovate, 3: broad ovate, 4: round, 5: other; Types of bracteal posture 1: inverted roll, 2: normal, 3: straight, 4: inward roll; Types of persistent bracts 1: yes, 2: no; Types of corolla color 1: none, 2: white, 3: cream, 4: yellow-green, 5: yellow, 6: red, 7: pink, 8: orange, 9: other colors; Types of perianth tube shape 1: none, 2: slender, 3: middle contraction, 4: bottom expansion; Types of stamen position 1: none, 2: inside corolla, 3: corolla, 4: outside corolla; Types of bracts color 1: white, 2: green white, 3: yellow, 4: light purple, 5: light pink, 6: orange, 7: purple, 8: pink, 9: magenta, 10: red, 11: other. The light blue dots represent *B. glabra*; The dark blue dot represents *B. spectabilis*; The light green dots represent *B. peruviana*; The dark green dot represents *Bougainvillea × buttiana*. * means significant difference ($P < 0.05$), ** means extremely significant difference ($P < 0.01$).

图 5 不同种系三角梅质量性状分布情况

Fig. 5 Distribution of discrete characters of different *Bougainvillea* species

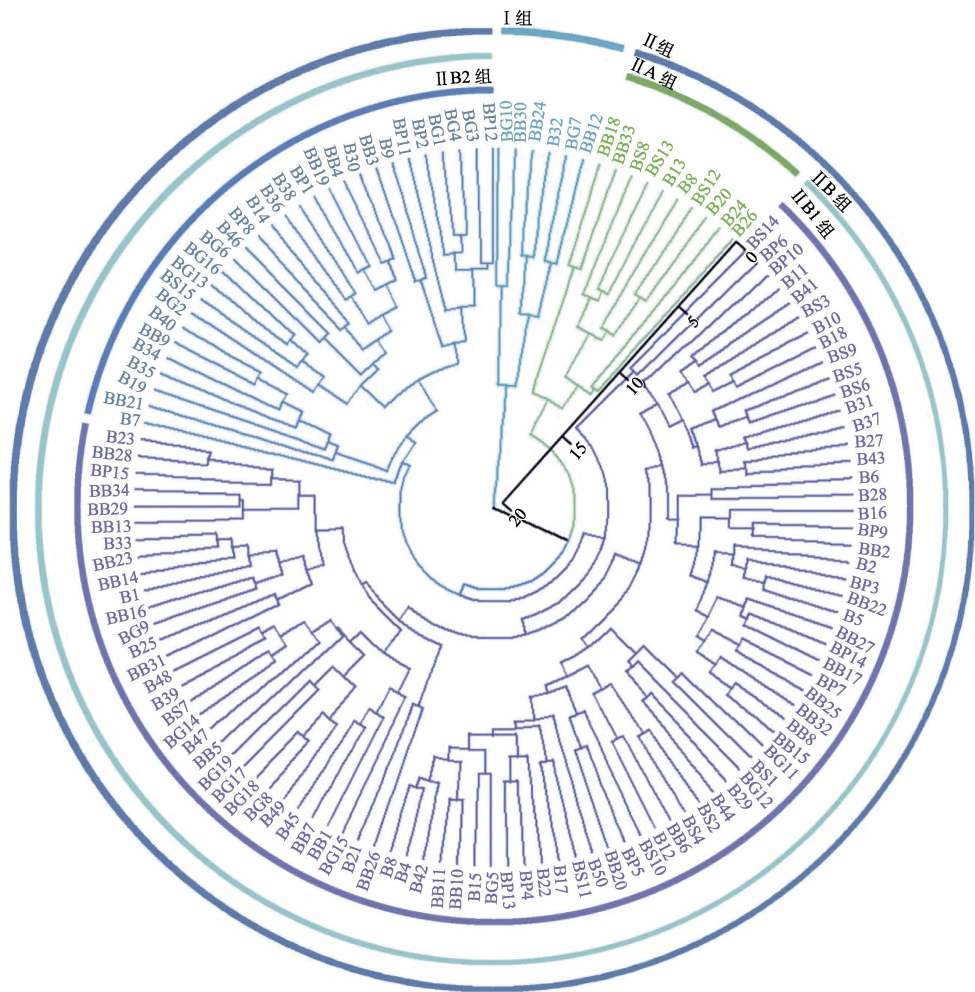


图 6 基于表型性状的三角梅品种聚类图

Fig. 6 Cluster map of *Bougainvillea* varieties based on phenotypic characters

3 讨论

变异系数的大小可直接反映性状的分化程度，一般认为该值大于 10%时，变异程度较高，性状差异较大^[17]，本研究中的数量性状均大于 10%。与沈甲诚等^[10]调查的 100 份三角梅材料研究中所选相同的指标结果对比，其中叶片宽度、苞片宽度与沈甲诚等^[10]调查结果相差大，但叶片宽度、苞片宽度的多样性指数基本一致，此外增加了花序长度、花被管宽度 2 个数量性状，且变异系数较大，变异程度较高。一般认为多样性指数大于 1 即为多样性程度高^[18]，本研究中各数量性状多样性指数介于 1.69~2.09 之间，质量性状多样性指数介于 0.17~2.19 之间。整体来看，三角梅数量性状的多样性指数均大于 1，具有较高的多样性，质量性状中多样性指数大于 1 的有 11 个，三角梅表型性状尤其是主要观赏部位苞片部性状的多样性丰富。4 个种系的表型性状多样性具有

一定的差异，巴特三角梅的表型性状多样性最丰富，毛叶三角梅的多样性相对较小，但各有其优势性状，可为三角梅种质创新和新品种选育提供理论依据。

根据收集到的 83 个已知来源的三角梅品种，对 83 个品种的特征进行仔细比对与鉴定，进而进行分类整理，确定了 83 个在种系之间呈现出显著差异性的表型性状。与周群等^[5]做的中国引栽三角梅属观赏品种的调查与分类结果相比，本研究对三角梅分类依据做了一些补充，在各种系之间，叶柄长度、叶柄姿态、雄蕊位置、真花颜色也存在显著差异。

聚类分析对综合评价亲本、合理利用种质资源等具有重要参考价值。Q 型聚类分析表明，全体品种首先被苞片类型聚为重瓣与单瓣 2 大类，又根据枝刺多少以及叶片大小进行聚类，聚为 4 小类。供试的 133 个品种，分为重瓣少刺类（2

种), 重瓣多刺类(4 种), 单瓣少刺小叶类(10 种), 单瓣多刺大叶类(117 种)。每个组类均包括来自 3~5 个种系的品种, 聚类分组并未严格按照种系进行划分, 未来可结合基于分子标记的遗传分化系数等分析, 进一步为分类等研究提供证据支持。

三角梅观赏品种在多个性状具有优势, 例如苞片颜色丰富, 苞片姿态反卷外翻的品种多, 但同时也存在一些不足, 例如株型直立的品种少, 仅 2 成左右品种直立或半直立; 近一半的三角梅苞片宿存, 枯萎后不能自己脱落, 影响植株观赏性; 重瓣类品种很少, 不到 1 成。今后三角梅新品种培育除注重三角梅的苞片与叶片性状外, 对于三角梅的形态特征也要更加关注, 对于一些多样性较差的重要观赏性状, 以及分布频率较小的性状类型, 应加强保护与开发力度^[19]。

参考文献

- [1] 陈炽争. 三角梅属种质资源调查与品种分类的研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
CHEN C Z. The variety resources investigation and cultivar classification of *Bougainvillea*[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2017. (in Chinese)
- [2] CHAUHAN P, MAHAJAN S, KULSHRESTHA A. *Bougainvillea spectabilis* exhibits antihyperglycemic and antioxidant activities in experimental diabetes[J]. Journal of Evidence-based Complementary & Alternative Medicine, 2016, 21(3):177-185.
- [3] CHANG S, LI C, JIANG Y, LONG Y, YIN J. Characteristics of the pollen morphology and viability of *Bougainvillea* (Nyctaginaceae)[J]. Scientia Horticulturae, 2021, 277: 109732.
- [4] 牛俊海. 三角梅杂交育种回顾与评析[J]. 中国花卉园艺, 2023(4): 54-57.
NIU J H. Review and analysis of hybrid breeding of *Bougainvillea*[J]. China Flowers & Horticulture, 2023(4): 54-57. (in Chinese)
- [5] 周群, 黄克福, 丁印龙, 郭惠珠. 中国引栽三角梅属观赏品种的调查与分类鉴定[J]. 江西农业学报, 2011, 23(5): 53-56.
ZHOU Q, HUANG K F, DING Y L, GUO H Z. Investigation and taxonomic identification on introduced ornamental varieties in *Bougainvillea* in China[J]. Acta Agriculture Jiangxi, 2011, 23(5): 53-56. (in Chinese)
- [6] 周群. 三角梅常见优良品种鉴赏[J]. 中国花卉园艺, 2020(增刊): 16-21.
ZHOU Q. Appreciation of common excellent varieties of *Bougainvillea*[J]. China Flowers & Horticulture, 2020, (Suppl.): 16-21. (in Chinese)
- [7] 邱胤晖, 赵金星, 邱志浩, 余文琴. 三角梅优质品种资源综合评价[J]. 热带作物学报, 2017, 38(6): 1035-1041.
QIU Y H, ZHAO J X, QIU Z H, SHE W Q. A comprehensive evaluation of the high-quality *Bougainvillea* variety resources[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2017, 38(6): 1035-1041. (in Chinese)
- [8] 黄涛, 祝遵凌. 三角梅属植物的资源及应用研究进展[J]. 分子植物育种, 2023, 21(10): 3439-3449.
HUANG T, ZHU Z L. Research progress on resources and application of *Bougainvillea*[J]. Molecular Plant Breeding, 2023, 21(10): 3439-3449. (in Chinese)
- [9] 吴超, 郭方其, 彭娟, 秦德辉, 丁晓瑜, 林森洪. 国外微型月季品种资源主要表型分析及综合评价[J]. 分子植物育种, 2018, 16(8): 2646-2655.
WU C, GUO F Q, PENG J, QIN D H, DING X Y, LIN S H. Phenotypic analysis and comprehensive evaluation of overseas miniature rose varieties[J]. Molecular Plant Breeding, 2018, 16(8): 2646-2655. (in Chinese)
- [10] 沈甲诚, 焦越佳, 张可可, 何穗华, 金雨晴. 簕杜鹃种质资源表型性状的遗传多样性分析[J]. 热带作物学报, 2022, 43(9): 1801-1811.
SHEN J C, JIAO Y J, ZHANG K K, HE S H, JIN Y Q. Analysis of genetic diversity of phenotypic traits of *Bougainvillea* germplasm resources[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2022, 43(9): 1801-1811. (in Chinese)
- [11] 韩洪波, 吴英. 基于三角梅外观的种质资源评价[J]. 黑龙江农业科学, 2019(12): 97-101.
HAN H B, WU Y. Evaluation of germplasm resources based on the appearance of *Bougainvillea*[J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2019(12): 97-101. (in Chinese)
- [12] 杨珺, 符瑞侃, 张珂, 陈宣, 任军方, 云勇. 三角梅种质资源形态学多样性和聚类分析研究[C]//中国观赏园艺学术研讨会, 2016.
YANG J, FU R K, ZHANG K, CHEN X, REN J F, YUN Y. Study on the morphological diversity and cluster analysis of *Bougainvillea* germplasm resources[C]//Chinese Symposium on Ornamental Horticulture, 2016. (in Chinese)
- [13] 李栋梁, 符瑞侃, 云勇, 于雪丹, 张川红, 杨珺. 叶子花属植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南研制[J]. 分子植物育种, 2022, 20(17): 5855-5863.
LI D L, FU R K, YUN Y, YU X D, ZHANG C H, YANG J. Guideline development for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability of new varieties of *Bougainvillea*[J]. Molecular Plant Breeding, 2022, 20(17): 5855-5863. (in Chinese)
- [14] 吉乃喆, 华莹, 赵世伟, 崔荣峰, 周燕. 藤本月季表型分

- 析与综合评价[J]. 分子植物育种, 2023, 21(4): 1294-1305.
- JIN Z, HUA Y, ZHAO S W, CUI R F, ZHOU Y. Phenotypic character diversity analysis and comprehensive evaluation of climbing rose varieties[J]. Molecular Plant Breeding, 2023, 21(4): 1294-1305. (in Chinese)
- [15] 万映伶, 朱梦婷, 刘爱青, 金亦佳, 刘燕. 中国观赏芍药表型多样性解析与资源评价[J]. 中国农业科学, 2022, 55(18): 3629-3639.
- WAN Y L, ZHU M T, LIU A Q, JIN Y J, LIU Y. Phenotypic diversity analysis of Chinese ornamental herbaceous peonies and its germplasm resource evaluation[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2022, 55(18): 3629-3639. (in Chinese)
- [16] 董万鹏, 吴楠, 金晶, 张梅, 吴洪娥, 周洪英, 朱立, 周艳. 藤本月季品种资源表型性状分析及其综合评价体系构建[J]. 分子植物育种, 2022, 20(15): 5115-5124.
- DONG W P, WU N, JIN J, ZHANG M, WU H E, ZHOU H Y, ZHU L, ZHOU Y. Phenotypic character analysis and comprehensive evaluation system construction of climbing hybrid roses variety resources[J]. Molecular Plant Breeding, 2022, 20(15): 5115-5124. (in Chinese)
- [17] 陈含, 王东升, 白冰, 李佳凤, 陈可心, 程蓓蓓. 21 份木槿栽培品种表型多样性评价[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2022, 46(3): 117-126.
- CHEN H, WANG D S, BAI B, LI J F, CHEN K X, CHENG B B. Phenotypic diversity of 21 *Hibiscus* cultivars[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Science Edition), 2022, 46(3): 117-126. (in Chinese)
- [18] 陈百强, 曹受金, 沈鑫, 诸葛菲, 卢星辰, 李因刚. 观赏乌柏品种表型多样性分析及综合评价[J]. 分子植物育种, 2022, 20(12): 4108-4120.
- CHEN B Q, CAO S J, SHEN X, ZHUGE F, LU X C, LI Y G. Phenotypic diversity analysis and comprehensive evaluation of ornamental *Triadica sebiferum* varieties[J]. Molecular Plant Breeding, 2022, 20(12): 4108-4120. (in Chinese)
- [19] 常圣鑫, 杨光穗, 陈金花, 黄素荣. 世界三角梅产业发展历史及趋势[J]. 热带农业科学, 2018, 38(1): 71-77.
- CHANG S X, YANG G S, CHEN J H, HUANG S R. Development history and tendency of *Bougainvillea* industry all over the world[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2018, 38(1): 71-77. (in Chinese)