

周群. 三角梅新品种闽红 1 号的选育 [J]. 福建农业学报, 2022, 37 (10): 1305-1311.
ZHOU Q. A New Bougainvillea Cultivar, Minhong 1 [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2022, 37 (10): 1305-1311.

三角梅新品种闽红 1 号的选育

周 群

(厦门市园林植物园, 福建 厦门 361003)

摘 要:【目的】为丰富我国三角梅种质资源, 通过实生繁育技术选育三角梅新品种, 以促进三角梅品种多样化。
【方法】2009 年, 以银边浅紫三角梅为材料, 采收自然杂交的种子进行播种, 1 年后将播种苗全部落地栽培; 2010-2013 年进行扦插繁殖并选种, 初选变异株命名为闽红 1 号; 2014-2015 年闽红 1 号与其亲本进行品比试验, 2017-2018 年闽红 1 号进行多点试验, 2022 年进行分子基因组测序验证其与母本的亲缘关系。【结果】新品种闽红 1 号在厦门、漳州等地种植, 9 月至翌年 4 月为花期, 平均节间距长 1.39 cm, 刺长 4.01 mm; 新叶呈橘红色, 成熟叶为中绿色, 平均叶长 7.42 cm, 叶宽 3.73 cm; 花序着生于枝顶端和中部, 花苞片呈紫红色, 平均长 3.97 cm, 宽 3.19 cm, 花期 232 d 左右。经过品比试验和多点试验, 闽红 1 号表现稳定。闽红 1 号与其母本的分子测序, 证实两者亲缘关系接近。【结论】闽红 1 号花期长、花量大, 具有较高的园林应用价值, 于 2021 年 10 月正式获颁国家林草局新品种权证书 (品种权号: 20210523)。
关键词: 三角梅; 新品种; 实生选育; 扦插繁殖
中图分类号: S 685.99 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-0384 (2022) 10-1305-07

A New Bougainvillea Cultivar, Minhong 1

ZHOU Qun

(Xiamen Botanical Garden, Xiamen, Fujian 361003, China)

Abstract: 【Objective】 a new bougainvillea cultivar was bred by seedling selection to add to the germplasm collection in China for landscaping. 【Method】 In 2009, the seeds of natural hybrid *Bougainvillea glabra* Mrs. Eva Mauve Variegata were sown, and seedlings planted a year later. In the field, the selected seedlings were propagated with cut tissues from 2010 to 2013 and named Minhong 1. Subsequently, they were compared to the parent in 2013-2014, and subjected to multi-point tests in 2017-2019. Genetic relationship among cultivars was examined by GBS in 2022. 【Result】 The Minhong 1 planted in Xiamen, Zhangzhou, and other localities bloomed from September to following April with an average internode distance of 1.39 cm and thorn length of 4.01 mm. The leaves were reddish orange when young and green at mature stage with an average length of 7.42 cm and width of 3.73 cm. The inflorescences borne on top and middle of the plant with purplish red bracts of an average length of 3.97 cm and width of 3.19 cm. It had 232 flowering days in a year. Minhong 1 and its parent had a close genetic relationship according to the molecular sequences. 【Conclusion】 Minhong 1 was a newly bred bougainvillea cultivar with prolonged florescence, abundant flowers, and high ornamental value for landscaping. It has officially been certified as a new bougainvillea variety issued by the National Forestry and Grassland Administration with the Variety Right of No. 20210523 in October 2021.
Key words: *Bougainvillea* spp.; new breed; seedling selection; cutting propagation

0 引言

【研究意义】三角梅 (*Bougainvillea* spp.) 为紫茉莉科 (Nyctaginaceae) 叶子花属 [*Bougainvillea* Comn. ex Jus. Juss., Gen. Pl. 91. 1789 (*Bugivillaea*)] 中具有园

艺价值的一类观赏植物^[1]。其原产于南美洲, 最早由英国人马偕博士 (Dr.George Leslie Mackay) 于 1872 年从英国引入我国台湾地区栽培, 随着园艺技术的发展, 20 世纪 50 年代开始, 我国南方沿海城市开始从台湾引进并推广各种三角梅品种^[2]。根据深圳市簕

收稿日期: 2022-04-01 初稿; 2022-07-20 修改稿
作者简介: 周群 (1976-), 男, 硕士, 高级农艺师, 主要从事三角梅研究与推广工作 (E-mail: 13599535812@163.com)
基金项目: 厦门市社会科技指导性项目 (3502Z20199008); 厦门市社会发展领域指导性项目 (3502Z20214ZD4001)

杜鹃科普馆、簕杜鹃协会对中国的华南地区最新调研数据统计表明, 在我国的海南、贵州、福建、云南、广东、广西、重庆等地, 三角梅累计种植面积超过 $9.3 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 从业人员超过 7.3 万人, 年产值已达 84 亿元, 是中国华南地区生产栽培和景观应用规模最大的园艺植物之一^[3]。目前国内市面上三角梅广泛流通的品种约 30 余个, 我国自主选育的三角梅新品种 10 个左右, 其中同安红三角梅 (*Bougainvillea* × *buttiana* ‘Miss Manlia’) 因花期长、花量大、花苞片颜色艳丽, 长期大面积推广, 占市场份额 50% 以上。但随着时间推移, 长期单一或少量品种导致景观单调, 易审美疲劳, 急需选育更多的三角梅新优品种以丰富市场选择。【前人研究进展】根据国际三角梅登录权威机构发布的资料, 三角梅品种大约 500 个^[4], 且大部分品种已引入国内栽培, 目前研究主要集中在繁殖技术、栽培措施及花期调控上^[5-9]。在品种选育方面, 不少学者通过实生选育、杂交育种、芽变选种、物理 (或化学) 诱变育种等方式进行新品种培育, 并取得初步成果^[10-14]。【本研究切入点】目前我国自主培育的三角梅新品种数量极少, 应注重三角梅新品种培育的研究。【拟解决的关键问题】本研究通过三角梅实生繁育技术, 选育出新品种闽红 1 号, 进行品种特征特性观测, 并利用简化基因组测序技术 (Genotyping by sequencing, GBS) 鉴定闽红 1 号与母本的亲缘关系。

1 材料与方法

1.1 材料来源

2009 年初, 在厦门市园林植物园国家三角梅种质资源库收集自然结实的银边浅紫三角梅 (*Bougainvillea glabra* Mrs Eva Mauve Variegata) 种子 108 粒。银边浅紫三角梅品种特征主要为半直立灌木, 株形较紧凑, 叶片带有银边, 花期长, 花量大, 抗逆性强, 是目前园林应用中较常见的品种之一。

1.2 选育方法

播种基质采用泥炭土:珍珠岩体积比 3:1。2009 年 2 月 17 日, 播种 108 粒银边浅紫三角梅种子, 之后撒一层薄薄的蛭石。2 个月后, 共计发芽 81 株, 于 4 月 16 日和 23 日选择 3~4 片真叶的三角梅幼苗分别移植上袋。2011 年落地栽培, 观察发现一株变异株, 该变异株 9 月开始开花, 嫩叶呈红色, 花苞片呈紫色。之后选择 0.5~1 年生变异株的成熟枝条进行扦插, 50 d 左右进行上袋, 将成活的扦插枝条移植上袋。视扦插苗长势而定, 在 1~2 年后全部落地栽培。2009-2013 年观测表明该变异株

表型性状稳定, 命名为闽红 1 号; 2014-2015 年, 闽红 1 号与亲本银边浅紫在厦门进行品比试验; 2017~2018 年在厦门、漳州进行多点试验; 2021 年 10 月, 正式获颁国家林草局新品种权证书 (新品种权号: 20210523), 其选育过程见图 1。

1.3 多年多点试验

1.3.1 品比试验 2014-2015 年, 选取闽红 1 号及其母本银边浅紫扦插苗, 株高 45 cm 左右, 以 *V* (泥炭土):*V* (园土):*V* (砂壤土):*V* (腐熟的鸡粪和花生饼)=6:2:1:1 混合配制而成为栽培基质, 对所选材料统一养护管理, 在厦门市思明区进行多年栽培试验。

1.3.2 多点试验 2017-2018 年, 选取闽红 1 号及其母本银边浅紫扦插苗, 株高 45 cm 左右, 以 *V* (泥炭土):*V* (园土):*V* (砂壤土):*V* (腐熟的鸡粪和花生饼)=6:2:1:1 混合配制而成为栽培基质, 对所选材料统一养护管理, 在厦门及漳州进行多点栽培试验。

1.3.3 性状测定 品比试验和多点试验的性状测定均在盛花期, 即各处理植株 50% 花开放的时间^[15]。选取 50 株进行记录, 节间距、刺长、叶片长宽选取测试植株中部向阳面一年生枝条 1/3 中段进行测量, 花苞片大小选取植株中部向阳面的花序中部花苞片进行测量, 全年花期天数为全年累计开花天数的平均值。

1.4 GBS 测序及鉴定

1.4.1 DNA 提取及文库构建流程 取闽红 1 号其亲本银边浅紫、其近似品种黄金大奖 (*Bougainvillea glabra* Golden Jackpot), 放入预冷的离心管, 每个品种重复取样 5 次 (分别编号为 Bou1-1 至 Bou1-5、Bou2-1 至 Bou2-5、Bou3-1 至 Bou3-5), 随后盖紧瓶盖, 并放入液氮罐中保存。利用 GBS 技术^[16]进行测序文库构建, 建库流程如下: 使用合适的限制性内切酶, 采用 PstI-HF/MspI 对 DNA 进行酶切; 酶切后的片段两端用 T4 连接酶加接头; 使用 0.7 倍体积的 Sera-Mag beads 对连接产物进行纯化回收清除小于 300 bp 的小片段; 对回收片段使用高保真酶进行 PCR 扩增; 将 8 μL PCR 产物和 1 μL DL2000 DNA marker 用 1.5% 琼脂糖凝胶电泳检测, 使用 Qubit 测定每个样品的最终浓度, 质量浓度 > 5 ng·μL⁻¹ 为合格, 对检测合格的样品取相同总量的 DNA 混合成库, 对混合完的文库进行一次清理后即得到最终送测文库; 将混好的文库上机 (Illumina Nova, PE150) 测序。

1.4.2 分子标记鉴定 对 Raw reads 进行质控得到 Clean reads, 使用 Stacks 软件中的 ustacks 程序对每



图 1 闽红 1 号选育过程

Fig. 1 Breeding process of Minhong 1

个样品的测序 Reads（过滤后的 Clean reads）进行聚类^[17]，之后使用 cstacks、sstacks、tsv2bam、gstacks 等程序完成基因组构建和变异检测。使用 vcftools 软件对获得 SNP 分型结果进行过滤^[18]。

1.5 数据统计分析

用 Excel 进行数据统计和分析，用 SPSS 软件进行不同处理之间的差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 品种特征性状

2.1.1 闽红 1 号特征特性 闽红 1 号为半直立灌木；嫩枝呈橘红色，无毛，一年生节间距长 0.6~2.0 cm；刺腋生，微弯，长 2~5 mm；新叶为橘红色，成熟叶中绿色，纸质，叶面平整，边缘无波状，椭圆形，长 4.5~8.0 cm，宽 3.1~4.2 cm，顶端渐尖，基部窄楔形，无被毛，叶柄长 0.5~0.6 cm。在福建种植时自然花期为 9 月至翌年 4 月，花序着生于顶端和中部，有分枝，花枝被微毛；花苞束数量多，不宿存，花梗与苞片中脉贴生，每个苞片上生出 1 朵小花，一般 3 个苞片为一组；苞片外展，初萌幼苞片外表面主色为深紫红色，成熟苞片外表面主色为

紫红色，苞片窄卵形，长 3.2~4.3 cm，宽 2.5~3.3 m，顶端渐尖，基部心形；星状小花黄绿色，花被管红色，中部收缩，被微毛，雄蕊位于花丝口内，花丝高于柱头。闽红 1 号嫩叶、成熟叶、花苞片萌发过程及星状小花（图 2）。

2.1.2 与近似品种的颜色比较 经在厦门市园林植物园国家三角梅种质资源库中品种比对与实审专家现场研判，均认为黄金大奖与闽红 1 号最为相似，

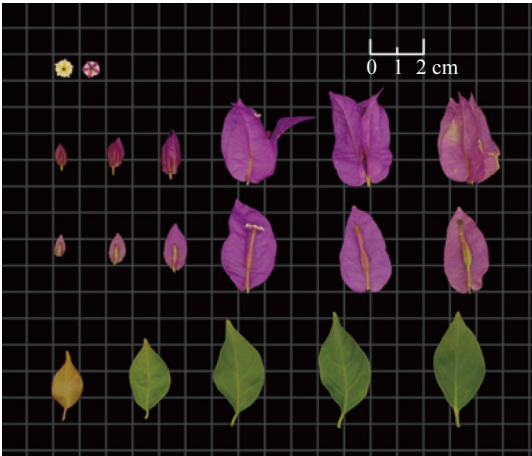


图 2 闽红 1 号品种特性

Fig. 2 Characteristics of Minhong 1

因此选择其作为新品种特异性审查中的近似品种。通过表 1 和图 3 可以看出, 闽红 1 号和黄金大奖在幼枝颜色及叶色上有明显差异。闽红 1 号嫩枝颜色为

橘红色, 叶片颜色为中绿, 而黄金大奖幼枝颜色为中绿色, 叶片主色为黄绿色, 次色为中绿色。

表 1 闽红 1 号和黄金大奖颜色对比
Table 1 Colors of Minhong 1 and Golden Jackpot

品种 Cultivar	嫩枝 Sprout	叶片主色 Main color of leaf	叶片次色 Secondary color of leaf
闽红1号 Minhong 1	橘红色 Reddish orange	中绿色 Green	无 None
黄金大奖 Golden Jackpot	中绿色 Green	黄绿色 Yellow green	中绿色 Green

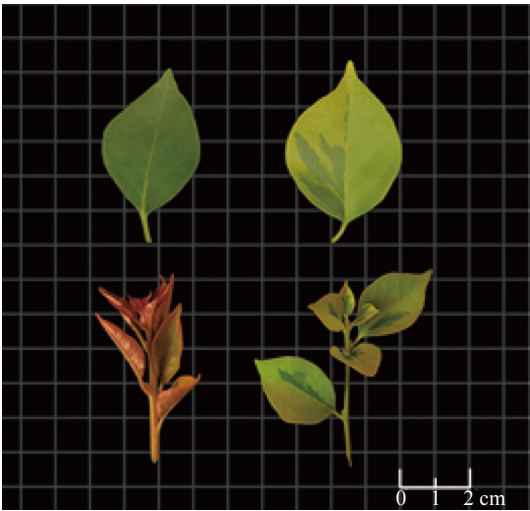


图 3 闽红 1 号 (左) 与黄金大奖 (右) 的比较
Fig. 3 Characteristics of Minhong 1 (left) and Golden Jackpot (right)

2.2 多年多点试验表现

2.2.1 品比试验 闽红 1 号及其亲本在厦门思明区 4 月上旬种植, 盛花期在 10 月至翌年 2 月, 花期 222~235 d, 品比试验结果 (表 2) 表明, 闽红 1 号刺长和叶宽与母本银边浅紫无显著性差异; 节间距显著短于母本, 表明其株型较紧凑; 叶长、苞片长和苞片

宽显著长于母本; 花期比母本多 10 d 左右。图 4 表明, 在叶片上, 不同于母本的银边叶片, 闽红 1 号新叶呈橘红色, 成熟叶为中绿色, 无花叶现象; 在花量上, 根据《植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 叶子花属》^[19] 中苞片簇的测试方法, 观察对比标准品种福尔摩莎, 闽红 1 号与银边浅紫三角梅盛花期苞片簇数量为多, 苞片簇密度均为密, 2 个品种均具有花量大的特点, 其中闽红 1 号花序着生在枝顶部和中部, 多 1~2 次分枝, 其母本花序着生在枝中部居多; 在苞片颜色上, 闽红 1 号成熟花苞片呈紫红色, 而母本呈紫色。

2.2.2 多点试验表现 闽红 1 号多点试验主要性状统计于表 3。结果表明, 闽红 1 号在厦门和漳州两地种植, 各个性状表现较稳定, 与亲本银边浅紫的差异与品比试验较一致。闽红 1 号整体株型紧凑, 节间距平均 1.39 cm, 刺长 4.01 mm, 叶长 7.42 cm, 叶宽 3.73 cm, 苞片长 3.97 cm, 苞片宽 3.19 cm, 花期 232 d 左右。根据 2 年的多点试验表现, 闽红 1 号在福建南部地区表现良好, 整体长势较旺盛, 老叶无斑叶, 苞片颜色较稳定, 未出现明显的病虫害现象。

2.3 分子标记鉴定

经 GBS 测序, 闽红 1 号、银边浅紫和黄金大奖

表 2 闽红 1 号与母本品比试验主要性状表现
Table 2 Major characteristics of Minhong 1 and its parent

品种 Cultivar	年份 Year	节间距 Internode length/cm	刺长 Thorn length/mm	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm	苞片长 Bract length/cm	苞片宽 Bract width/cm	全年花期天数 Flowering days of the year/d
闽红1号 Minhong 1	2014	0.87±0.17	4.33±0.66	7.87±0.37	3.57±0.26	4.13±0.05	3.07±0.12	233.33±7.04
	2015	1.17±0.21	4.43±0.98	7.63±0.37	3.87±0.45	4.17±0.12	3.17±0.09	235.00±6.16
	平均值 Mean	1.02±0.24	4.38±0.84	7.75±0.39	3.72±0.40	4.15±0.10	3.12±0.12	234.17±6.67
银边浅紫 Mrs.Eva Mauve Variegata	2014	2.10±0.24	3.70±0.45	6.43±0.29	3.53±0.29	3.27±0.05	2.23±0.12	222.00±2.16
	2015	1.97±0.25	3.93±0.54	6.40±0.16	3.57±0.39	3.43±0.30	2.77±0.05	227.67±4.50
	平均值 Mean	2.03±0.26 [*]	3.82±0.51	6.14±0.23 [*]	3.55±0.34	3.35±0.20 [*]	2.50±0.28 [*]	224.83±4.52

*表示品种间差异显著 (P<0.05)。表3同。
*significant difference between cultivars (P<0.05) . Same for Table 3.



图 4 闽红 1 号（左）及银边浅紫（右）的比较

Fig. 4 Characteristics of Minhong 1 (left) and Mrs. Eva Mauve Variegata (right)

表 3 闽红 1 号多点试验主要性状表现

Table 3 Major characteristics of Minhong 1 exhibited in multi-point test

品种 Cultivar	地点 Site	年份 Year	节间距 Internode length/cm	刺长 Thorn length/mm	叶长 Leaf length/cm	叶宽 Leaf width/cm	苞片长 Bract length/cm	苞片宽 Bract width/cm	全年花期天数 Flowering days of the year/d
闽红1号 Minhong 1	厦门思明区 Siming District, Xiamen	2017	1.07±0.31	3.80±0.24	7.63±0.37	3.90±0.28	3.83±0.25	3.20±0.29	230.67±6.85
		2018	1.03±0.39	4.37±0.52	7.47±0.33	3.60±0.43	4.10±0.16	3.27±0.17	238.00±12.03
		平均值 Mean	1.05±0.35	4.08±0.50	7.55±0.36	3.75±0.39	3.97±0.25	3.12±0.12	234.33±10.45
	厦门同安区 Tong'an, Xiamen	2017	2.07±0.27	4.37±0.62	7.50±0.54	3.33±0.26	3.87±0.25	3.17±0.05	234.33±9.74
		2018	1.67±0.58	4.03±0.66	7.17±0.25	3.70±0.08	3.77±0.09	3.23±0.17	225.00±12.32
		平均值 Mean	1.87±0.50	4.20±0.66	7.33±0.45	3.52±0.27	3.82±0.20	3.20±0.13	229.67±12.05
	漳州 Zhangzhou	2017	1.30±0.22	3.67±0.45	7.53±0.42	3.80±0.29	4.17±0.09	3.23±0.12	228.67±8.99
		2018	1.20±0.22	3.83±0.63	7.23±0.25	4.07±0.58	4.07±0.12	3.03±0.34	235.67±6.17
		平均值 Mean	1.25±0.22	3.75±0.56	7.38±0.38	3.93±0.48	4.12±0.12	3.07±0.22	232.17±8.47
		综合平均值 Overall Mean	1.39±0.51	4.01±0.61	7.42±0.41 [*]	3.73±0.45	3.97±0.23	3.19±0.23	232.06±10.60
	厦门思明区 Siming District, Xiamen	2017	2.33±0.37	3.93±0.17	6.37±0.29	3.50±0.16	3.73±0.41	3.10±0.29	217.67±4.78
		2018	2.57±0.12	3.60±0.51	6.00±0.57	4.03±0.39	3.90±0.16	2.53±0.31	218.33±3.68
		平均值 Mean	2.45±0.30	3.77±0.41	6.18±0.49	3.77±0.40	3.82±0.32	2.82±0.41	218.00±4.28
	厦门同安区 Tong'an District, Xiamen	2017	2.47±0.33	3.57±0.48	5.60±0.37	3.10±0.50	3.47±0.46	2.80±0.29	227.00±5.89
		2018	1.73±0.49	3.20±0.37	5.97±0.61	3.87±0.50	3.43±0.05	2.40±0.22	220.33±10.08
		平均值 Mean	2.10±0.56	3.38±0.47	5.78±0.54	3.48±0.63	3.45±0.33	2.60±0.33	223.67±8.90
银边浅紫 Mrs.Eva Mauve Variegata	漳州 Zhangzhou	2017	1.67±0.31	3.93±0.21	5.60±0.67	3.53±0.26	3.50±0.29	3.23±0.19	225.33±6.02
		2018	2.40±0.29	3.43±0.50	5.77±0.66	3.73±0.52	3.77±0.17	2.73±0.29	216.67±4.19
		平均值 Mean	2.03±0.47	3.68±0.46	5.68±0.68	3.63±0.66	3.87±0.35	2.98±0.38	221.00±6.76
		综合平均值 Overall mean	2.19±0.49	3.61±0.48	5.88±0.61	3.63±0.51	3.65±0.35	2.80±0.40	220.89±7.29

的测序总数据量为 34.71 Gb，清理低质量序列后，得到高质量序列数据共 33.82 Gb，平均每样本为 2.3 Gb，经过突变位点检测并过滤，共获得 23855 个特异性位点。从表 4 可以看出，闽红 1 号分别与其亲本银

表 4 闽红 1 号、银边浅紫和黄金大奖的遗传相似系数
Table 4 Genetic similarity coefficient among Minhong 1, Mrs. Eva Mauve Variegata, and Golden Jackpot
(单位: %)

品种 Varieties	Bou1-1	Bou1-2	Bou1-3	Bou1-4	Bou1-5
Bou2-1	76.24	76.47	76.52	76.63	76.34
Bou2-2	76.17	76.29	76.33	76.45	76.23
Bou2-3	76.53	76.91	76.75	76.81	76.92
Bou2-4	75.97	76.14	76.12	76.21	76.03
Bou2-5	75.93	75.96	76.15	76.09	75.88
Bou3-1	72.50	72.83	72.79	72.67	72.55
Bou3-2	71.48	71.57	71.90	71.79	71.40
Bou3-3	72.54	72.57	73.04	72.76	72.34
Bou3-4	71.80	71.99	72.21	71.95	71.64
Bou3-5	71.98	72.10	72.41	72.41	71.99

Bou1-1至Bou1-5表示闽红1号、Bou2-1至Bou2-5表示银边浅紫，Bou3-1至Bou3-5表示黄金大奖。
Bou1-1to Bou1-5: Minhong 1; Bou2-1 to Bou2-5: Mrs. Eva Mauve Variegata; Bou3-1 to Bou3-5: Golden Jackpot.

边浅紫、近似品种黄金大奖的遗传相似系数平均为 76.32%、72.21%，表明它们在分子水平具有较高的相似性，但闽红 1 号在分子水平上与银边浅紫亲缘关系更接近。

3 讨论与结论

三角梅为我国 30 多个城市市花，在我国南方地区三角梅的应用量逐年递增，但目前市场上选用的三角梅品种比较单一。同安红三角梅园林应用占比较高，品种多样性较缺乏，开展新品种培育、丰富品种选择是目前研究三角梅的重点。闽红 1 号由采收银边浅紫自然结实的种子选育而成。本试验通过分子鉴定结果表明，闽红 1 号与银边浅紫遗传相似系数高于黄金大奖，为 76.32%。在前人的试验中，通过 SRAP 标记技术、ISSR 分析等方法对常见三角梅种质资源进行分子鉴定，认为三角梅遗传相似系数为 41%~97%^[20-21]。遗传距离和遗传相似系数是评价物种遗传多样性水平的常用指标^[22]，遗传相似系数越高，表明遗传距离越近，闽红 1 号与银边浅紫的亲缘关系比黄金大奖更接近，确实为其母本，但由于父本不确定，有待进一步研究论证其是否为杂交后代。

根据闽红 1 号与银边浅紫品比试验结果，闽红 1 号继承了其母本盛花期花量大、花期长、末花期苞片不宿存等优良性状，且嫩枝及新叶为橘红色，观

赏性强，满足了三角梅在园林绿化中品种选育基本要求。在花苞片颜色上，不同于母本的淡紫色，闽红 1 号偏紫红色，但相比同安红热情奔放的水红色，更为典雅。此外，该品种株型较母本紧凑，节间距相比大部分品种短，通过修剪植株枝条使其生长密实，十分适用于绿篱、分车带以及大面积应用小盆花营造色块，还可以通过嫁接成乔木化苗，培育出优美的株形，在园林绿化中作为主景应用。品比试验和多点试验均表明，闽红 1 号性状稳定，适宜在福建厦门、漳州及其相似气候条件的地区推广种植，丰富三角梅的园林应用。

综上，通过银边浅紫实生苗选育的闽红 1 号三角梅，分子鉴定证实两者遗传相似系数高，亲缘关系接近，同时该品种在花量和花期上均表现良好，且其苞片呈紫红色，颜色艳丽，多年试点试验表现稳定，建议在园林中推广应用。

参考文献:

[1] 傅立国. 中国高等植物-第五卷[M]. 青岛: 青岛出版社, 2003: 564-576.

[2] 陈香波. 三角梅品种资源及园林应用 [J]. 园林, 2016 (3): 76-79. CHEN X B. Variety resources of *Bougainvillea* and garden application [J]. *Garden*, 2016 (3): 76-79. (in Chinese)

[3] 翁向英, 叶如光, 刘明金, 等. 中国簕杜鹃产业现状分析与展望 [J]. 中国花卉园艺, 2022 (2): 6-29. WENG X Y, YE R G, LIU M J, et al. Current situation and prospect in China *Bougainvillea* industry [J]. *China Flowers & Horticulture*, 2022 (2): 6-29. (in Chinese)

[4] SINDHU S S, SINGH B, SAXENA N K. Genetic improvement of *Bougainvillea* in Indian scenario-A review [J]. *Journal of Ornamental Horticulture*, 2020, 23 (1): 1.

[5] 黄涛, 祝遵凌. 三角梅属植物的育种繁殖及栽培技术研究进展[J/OL]. 分子植物育种: 1-15 [2022-07-18]. HUANG T, ZHU Z L. Research progress on breeding, propagation and cultivation techniques of *Bougainvillea*[J/OL]. *Molecular Plant Breeding*: 1-15[2022-07-18]. (in Chinese)

[6] 周群. 控水与植物生长调节剂对‘小叶紫’三角梅花期的影响 [J]. 福建林业科技, 2022, 49 (1): 56-61. ZHOU Q. The effects of water control and growth regulators on flowering of *Bougainvillea glabra* ‘Sao Paulo’ [J]. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, 2022, 49 (1): 56-61. (in Chinese)

[7] 钟连香, 马跃峰, 黄旭光, 等. 光照和调节剂对三角梅生理指标及开花的影响 [J]. 黑龙江农业科学, 2018 (4): 29-33,41. ZHONG L X, MA Y F, HUANG X G, et al. Effect of light and regulator on physiological indexes and flowering of *Bougainvillea* [J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2018 (4): 29-33,41. (in Chinese)

- [8] 田高飞. 植物生长调节剂对三角梅生长及开花的影响研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2018.
- TIAN G F. Study of plant growth regulator on the effects of the growth and flowering of *Bougainvillea*[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2018. (in Chinese)
- [9] 张晓敏, 黄旭光, 马跃峰, 等. 不同光质对三角梅开花及其生理指标的影响 [J]. *南方农业学报*, 2018, 49 (2): 328–332.
- ZHANG X M, HUANG X G, MA Y F, et al. Effects of different light qualities on flowering and physiological indicators of *Bougainvillea spectabilis* Willd [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2018, 49 (2): 328–332. (in Chinese)
- [10] 周群. 中国叶子花属植物种质资源及其繁殖技术研究 [J]. *中国农学报*, 2008, 24 (12): 321–324.
- ZHOU Q. Research on germplasm resource and propagational technique of *Bougainvillea* L. in China [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24 (12): 321–324. (in Chinese)
- [11] 邓红, 刘绍德. 叶子花属辐射诱变突变育种的研究 [J]. *华南农业大学学报*, 1990, 11 (1): 89–93.
- DENG H, LIU S D. The study of radiation induced breeding in *Bougainvillea* [J]. *Journal of South China Agricultural University*, 1990, 11 (1): 89–93. (in Chinese)
- [12] 孙利娜, 王华新, 龚建英, 等. 宝巾花辐射诱变效应研究初报 [J]. *北方园艺*, 2013 (19): 91–93.
- SUN L N, WANG H X, GONG J Y, et al. Preliminary study on the mutagenic effects of radiation on *Bougainvillea glabra* [J]. *Northern Horticulture*, 2013 (19): 91–93. (in Chinese)
- [13] 常圣鑫, 黄素荣, 徐世松, 等. 三角梅扦插枝化学诱变育种 [J]. *热带作物学报*, 2019, 40 (2): 238–246.
- CHANG S X, HUANG S R, XU S S, et al. Chemical mutagenesis for the cuttings of *Bougainvillea glabra* ‘mrs. Eva’ and B. × buttiana ‘miss Manila’ [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2019, 40 (2): 238–246. (in Chinese)
- [14] 陈庭, 范雅文, 刘伟. Co⁶⁰- γ 射线诱变宝巾(*Bougainvillea*)的生物学效应研究 [J]. *河南农业科学*, 2012, 41 (6): 133–136.
- CHEN T, FAN Y W, LIU W. Study on the biological effect of *Bougainvillea* induced by Co⁶⁰- γ ray [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2012, 41 (6): 133–136. (in Chinese)
- [15] 丁印龙, 周群, 罗祺, 等. 厦门地区三角梅栽培品种的花期比较 [J]. *热带生物学报*, 2015, 6 (3): 315–319.
- DING Y L, ZHOU Q, LUO Q, et al. Comparison of the flower period among *Bougainvillea* cultivars in Xiamen, China [J]. *Journal of Tropical Biology*, 2015, 6 (3): 315–319. (in Chinese)
- [16] QI P, GIMODE D, SAHA D, et al. UGbs-Flex, a novel bioinformatics pipeline for imputation-free SNP discovery in polyploids without a reference genome: Finger millet as a case study [J]. *BMC Plant Biology*, 2018, 18 (1): 117.
- [17] CATCHEN J, HOHENLOHE P A, BASSHAM S, et al. Stacks: an analysis tool set for population genomics [J]. *Molecular Ecology*, 2013, 22 (11): 3124–3140.
- [18] DANECEK P, AUTON A, ABECASIS G, et al. The variant call format and VCFtools [J]. *Bioinformatics*, 2011, 27 (15): 2156–2158.
- [19] 国家林业和草原局. 植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南 叶子花属: LY/T 3206—2020[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.
- [20] 唐源江, 武晓燕, 曹雯静. 基于SRAP的叶子花种质资源遗传多样性及遗传关系分析 [J]. *热带亚热带植物学报*, 2014, 22 (2): 147–154.
- TANG Y J, WU X Y, CAO W J. Genetic diversity and relationship of *Bougainvillea* germplasm resources based on SRAP markers [J]. *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 2014, 22 (2): 147–154. (in Chinese)
- [21] 李房英, 黄彦晶, 吴少华. 三角梅种质资源的ISSR分析 [J]. *热带作物学报*, 2011, 32 (9): 1692–1696.
- LI F Y, HUANG Y J, WU S H. ISSR analysis of germplasm resources of *Bougainvillea spectabilis* willd [J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2011, 32 (9): 1692–1696. (in Chinese)
- [22] 许雯雯, 龙松华, 邱财生, 等. 95份甘蔗栽培材料的SSR引物筛选及遗传多样性分析 [J]. *西南农业学报*, 2018, 31 (12): 2498–2505, 2741.
- XU W W, LONG S H, QIU C S, et al. Analysis of SSR primers and genetic diversity of 95 sugarcane culture materials [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2018, 31 (12): 2498–2505, 2741. (in Chinese)

(责任编辑: 黄爱萍)