

紫薇杂交试验及后代早期性状分析

许蕊 (安阳市农业科学院花卉研究所, 河南安阳 455000)

摘要 [目的] 培育出矮生、花色艳丽的紫薇品种。[方法] 通过矮生性状优良、引种美国的矮首领系列 (*Lagerstroemia indica* ‘Little chief’) 中的 2 个品种“矮生粉”“矮生堇”与灌木紫薇品种“粉娇容”“红火球”“繁花似锦”进行杂交, 并对杂交 F_1 果实形状、坐果率、结实率、发芽率、成苗率、花色、苗高、地径、分枝数、枝条长度等指标进行了分析。[结果] 杂交后代蒴果全部呈椭圆形, 果实颜色均为黑褐色, 不同杂交组合果实大小不同; 不同的杂交组合其坐果率、结实率有较大的差异, 其中 2 号杂交组合的坐果率最高, 坐果率为 73.3%; 1 号、5 号、8 号、9 号结实率达到了 100%, 7 号杂交组合的结实率最低; 杂交苗发芽率有一定的差异, 其中以矮生亲本为母本的杂交组合出苗时间较早; 以矮生亲本为父本的杂交组合成苗率高于以矮生亲本为母本的杂交组合; F_1 代的花色变异较广泛, 但大部分在父母本花色变异之间, 亲本间花色相差较远的杂交组合, 后代花色变异较大, 有红火球作亲本的后代, 不论作母本或是父本, 都出现了复色花; 不同杂交组合的 F_1 代在苗高、地径、分枝数、枝条长度上的变异不同, 其中 2 号和 5 号杂交组合的矮化性状较好。[结论] 分别从 2 号和 5 号杂交组合中选出了 3 个优良单株, 为紫薇的新品种选育提供了育种材料。

关键词 紫薇; 杂交; 育种; F_1 代; 性状

中图分类号 S 685.99 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)18-0047-05

Crossing Experiment of Crape Myrtle and the Early Characters of Offspring

XU Rui (Flower Research Institute, Anyang Academy of Agricultural Sciences, Anyang, Henan 455000)

Abstract [Objective] To cultivate the dwarf, colorful cultivars of crape myrtle. [Method] Two varieties Aishengfen and Aishengjin which belonged to *Lagerstroemia indica* ‘Little chief’ introduced from America with good dwarf characters were hybridized with varieties Fengjiaorong, Honghuoqiu and Fanhuasijin. The fruit shape, setting percentage, maturing rate, germination rate, planting percentage, color, seedling height, ground diameter, branch number and branch length of F_1 generation were analyzed. [Result] The capsules of the hybrid offspring were all oval, the color of the fruit were all black brown, and the size of the different hybrid combinations was different; There was great difference between fruit setting percentage and maturing rate in different combinations of hybrids. The fruit setting percentage of the No.2 hybrid combination was the highest and the fruit setting percentage was 73.3%; The maturing rates of No.1, No.5, No.8 and No.9 were 100%, and the maturing rate of the No.7 hybrid combination was the lowest; The germination rate of hybrid seedlings had some differences, the dwarf parent as the female parent of hybrid seedling earlier; The dwarf parent hybrid male parent seedling rate was higher than that of the dwarf parent as the female parent in crosses; The color variation of the F_1 generation was more extensive, but most of them were between the parents, hybrids with far difference in flower color between parents, the variation of flower color of offspring was larger, The offspring of ‘hong huoqiu’ as either male or female parent have complex flower; The variation of F_1 generation in different combinations was different in height, ground diameter, number of branches and length of branches, and the dwarfing characters of No. 2 and No.5 hybrid combinations were better. [Conclusion] Three excellent single plants were selected from the hybrid combination of No. 2 and No. 5, and the breeding materials were provided for the breeding of the new varieties of crape myrtle.

Key words Crape myrtle; Hybridization; Breeding; F_1 ; Character

目前, 美国和日本等国已开展以抗病、矮化等为主要目标的紫薇种间杂交育种。我国天然资源丰富, 现有紫薇属植物 21 种^[1], 有许多种在抗病性、抗逆性上都明显优于紫薇。紫薇与南紫薇、福建紫薇存在天然杂交种, 说明紫薇易和相关的近缘种产生种间杂交。但到目前为止, 我国却一直没有大规模地开展紫薇种间杂交育种工作。进行紫薇的杂交育种工作, 培育出更多抗性强、花色鲜艳、花型特殊、观赏性强的紫薇新品种是紫薇育种的重要任务之一, 极大地丰富了夏季园林景观品种^[2]。鉴于此, 笔者开展了矮生紫薇与灌木紫薇杂交, 以期在 F_1 代初步筛选出一些具有矮生性状的优良单株, 同时也为紫薇新品种的培育提供育种材料, 并在此基础上选育新的紫薇品种。

1 材料与方 法

1.1 杂交亲本的选择 根据育种目标从引种美国的矮生紫薇矮首领系列中选择了开花早、开花多、矮化性状好的“矮生粉”和“矮生堇”与灌木紫薇“粉娇容”“红火球”“繁花似

锦”进行杂交(图 1)^[3-4]。其主要亲本开花性状见表 1。

1.2 杂交试验设计 以矮生性状优良的“矮生粉”“矮生堇”与灌木品种“粉娇容”“红火球”“繁花似锦”为亲本进行杂交, 每个杂交组合授粉 20~30 朵花。

1.3 杂交方法 采用去雄、套袋、隔离人工授粉法。挑选正在松蕾的花朵进行去雄、套袋。杂交袋上注明去雄日期、去雄花蕾数。第 2 天开袋检查, 若柱头顶端变白有透明粘液则表示已具备接受花粉能力, 按照杂交组合进行授粉。授粉后第 4~5 天去袋。在授粉 24 h 后, 紫薇子房已明显膨大, 4~5 d 后子房完全膨胀, 说明授粉成功^[5-6]。记录果实的形状、颜色、坐果率、结实率。

1.4 杂种苗性状的观察 将杂交种子晾晒, 沙藏。于 2016 年 3 月 10 日将不同杂交组合的种子分别撒播到育苗盘中, 基质为草炭、蛭石 1:1 比例混合^[7]。每天保持湿润, 种子萌动时开始记录, 观测种子的发芽率、成苗率。

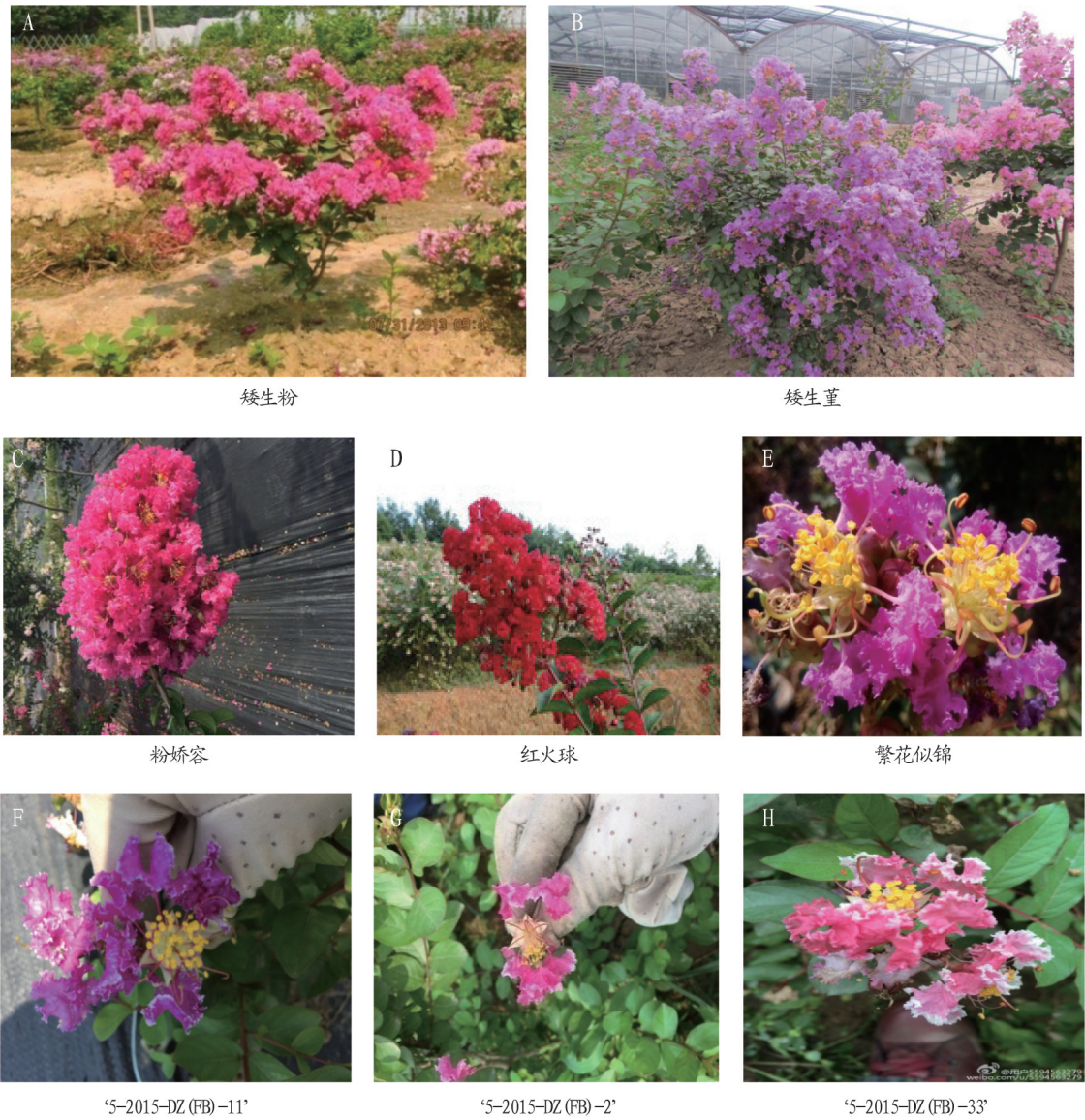
1.5 后代性状的观察方法 (1) 在 11 月杂交苗停止生长时, 每个杂交组合随机选取 20 株, 测定苗高、地径、分枝数、枝条长度。

(2) 测量的工具和方法。感官和测量工具相结合, 定性指标以目测为主。花色主要以设计用色速查图典为标准, 分

基金项目 安阳市重大科技专项(142102110105)。
作者简介 许蕊(1982—), 女, 河南安阳人, 助理研究员, 硕士, 从事紫薇的栽培技术及品种选育工作。
收稿日期 2018-01-29

为粉红色、艳红色、绛红色、淡紫色、堇色、紫色。枝条长度用

钢尺测量,地径用游标卡尺测量。



注: A~E.杂交亲本;F~H.杂交后代
Note: A~E.Cross parent;F~H.Hybrid offspring

图 1 杂交亲本及杂交后代
Fig.1 Pictures of cross parent and hybrid offspring
表 1 不同品种杂交亲本性状
Table 1 Main characteristics of cross parents of different varieties

种或品种 Species or variety	拉丁学名 Latin name	采集或来源地 Collection sties or sources	性状特点 Characters
粉娇容	<i>L.indica</i> 'fen jiaorong'	安阳市农业科学院示范基地	花粉红色,灌木
红火球	<i>L.indica</i> 'hong huoqiu'	安阳市农业科学院示范基地	花绛红色,灌木
繁花似锦	<i>L.indica</i> 'fanhua sijin'	安阳市农业科学院示范基地	花紫色,灌木
矮生粉	<i>L.indica</i> 'ai shengfen'	引种美国	花粉红色,矮生
矮生堇	<i>L.indica</i> 'fanhua sijin'	引种美国	花堇色,矮生

1.6 数据分析 采用 Excel 2007 对杂交数据进行统计分析^[8]。

2 结果与分析

2.1 不同杂交果实比较 由表 2 可知,杂交后代蒴果全部呈

椭圆形,果实颜色均为黑褐色。不同杂交组合果实大小不同,9 号杂交组合的果实纵径最长,为 9.26 mm,大于均值 8.29 mm,6 号杂交组合的果实纵径最短,为 7.56 mm;果实横径最大的是 9 号杂交果,横径长 8.20 mm,最小的是 6 号杂交

果,横径长6.90 mm。

2.2 杂交坐果率、结实率、发芽率、成苗率的比较 2015 年共开展了 12 个杂交组合,得到 207 个果实,平均坐果率为 57.5%;平均结实率为 93.6%(表 3)。杂交获得的种子于

2016 年 3 月 10 日播种,得出种子的发芽率为 56.6%,成苗率为 84.7%。从表 4 可以看出,不同的杂交组合坐果率、结实率、发芽率、成苗率存在一定的差异。

表 2 不同杂交组合果实的比较
Table 2 Comparison of different crossbreeding fruits

杂交组合 Cross combination	杂交配置 Cross breeding	果实纵径 Long diameter mm	果实横径 Short diameter mm	蒴果形状 Shape	蒴果颜色 Color
1 号 No.1	♀矮生粉×♂粉娇容	7.94	7.02	椭圆形	黑褐色
2 号 No.2	♀矮生粉×♂红火球	8.22	7.64	椭圆形	黑褐色
3 号 No.3	♀矮生粉×♂繁花似锦	9.14	8.00	椭圆形	黑褐色
4 号 No.4	♀矮生堇×♂粉娇容	7.90	7.00	椭圆形	黑褐色
5 号 No.5	♀矮生堇×♂红火球	8.24	6.98	椭圆形	黑褐色
6 号 No.6	♀矮生堇×♂繁花似锦	7.56	6.90	椭圆形	黑褐色
7 号 No.7	♀粉娇容×♂矮生粉	8.20	7.02	椭圆形	黑褐色
8 号 No.8	♀粉娇容×♂矮生堇	9.12	8.22	椭圆形	黑褐色
9 号 No.9	♀红火球×♂矮生粉	9.26	8.20	椭圆形	黑褐色
10 号 No.10	♀红火球×♂矮生堇	8.96	7.98	椭圆形	黑褐色
11 号 No.11	♀繁花似锦×♂矮生粉	8.88	7.66	椭圆形	黑褐色
12 号 No.12	♀繁花似锦×♂矮生堇	8.42	7.24	椭圆形	黑褐色
均值 Mean		8.29	7.49		

由于配置的杂交组合属于种内杂交,亲和力较高,因此坐果率较高。其中 2 号杂交组合的坐果率最高,坐果率为 73.3%,其他杂交组合的坐果率相差不大,坐果率均较高,7 号杂交组合的坐果率较低,仅为 36.7%,11 号杂交组合的坐果率其次,为 43.3%,这 2 个杂交组合是同一天授粉,这可能与阴雨天授粉有关。

由表 3 可知,杂交组合结实率很高,1 号、5 号、8 号、9 号杂交组合结实率达到了 100%,而 7 号杂交组合的结实率最低。

表 3 杂交坐果率及结实率比较

Table 3 Setting percentage and seed setting rate of the crossing combination %				
杂交组合 Cross combination	坐果率 Setting percentage	结实率 Maturing rate	发芽率 Germination percentage	成苗率 Planting percentage
1 号 No.1	60.0	100	48.0	78.6
2 号 No.2	73.3	90.9	50.9	82.7
3 号 No.3	56.7	94.1	45.6	79.3
4 号 No.4	53.3	93.8	38.8	75.6
5 号 No.5	70.0	100	52.4	80.8
6 号 No.6	53.3	93.8	47.3	80.9
7 号 No.7	36.7	81.8	59.6	85.6
8 号 No.8	70.0	100	69.8	90.5
9 号 No.9	50.0	100	72.5	94.8
10 号 No.10	63.3	94.7	69.9	90.5
11 号 No.11	43.3	84.6	58.3	87.2
12 号 No.12	60.0	88.9	65.5	89.9
均值 Mean	57.5	93.6	56.6	84.7

根据田间观察可知,杂交苗发芽率有一定的差异,其中以矮生亲本为母本的杂交组合出苗时间较早,3 月 10 日播种

后,5 d 开始出苗,发芽较早,但发芽势不集中,发芽时间长,直到 3 月 27 号才停止发芽,其中 4 号杂交组合的发芽率最低,仅有 38.8%;以矮生亲本为父本的杂交组合出苗稍晚,3 月 17 日开始出苗,但发芽势集中,其中 9 号杂交组合的发芽率最高,达到 72.5%。

以矮生亲本为父本的杂交组合成苗率高于以矮生亲本为母本的杂交组合,这可能与发芽势有关。发芽势低,出苗不集中,影响苗木的成苗率。其中 9 号杂交组合的成苗率最高,为 94.8%,4 号杂交组合的成苗率最低,仅 75.6%。

2.3 F₁ 代花色变异的比较 杂交获得的杂种于 2016 年 3 月 10 日播种,当年能开花的占 91%。其中以矮生品种为母本的杂交苗开花较多,这也体现了矮生亲本开花早的特性。

由表 4 可知,亲本间花色相差较远的杂交组合,后代花色变异较大,如母本“矮生粉”(粉红色)和父本“繁花似锦”(紫色)杂交,后代花色变异较大,出现了艳红色、浅紫色的变异花色;其次是堇色和粉红色亲本杂交,后代花色也出现了变异。

由表 4 可知,母本“矮生粉”(粉红色)和父本“粉娇容”(粉红色)杂交,后代没有出现花色上的变异;堇色和紫色作亲本杂交,后代花色也没有发生变异。因此在紫薇杂交育种中应当选择花色相差较远的植株,这样有利于花色的变异,以便选择出新花色的品种。

以“红火球”作亲本的后代,不论作母本或是父本,都出现了复色花,如母本“红火球”(绛红色)和父本“矮生堇”(堇色)杂交,出现了中间艳红色,边缘白色和中间浅紫色,边缘白色 2 种复色花,所占比例分别为 19.9%和 11.8%;反交亦出现 2 种复色花,所占比例分别为 7.9%和 25.3%;母本“红火

球”(绛红色)和父本“矮生粉”(粉红色)杂交,出现了中间粉红色,边缘白色和中间艳红色,边缘白色所占比例分别为 10.5% 和 18.8%,反交亦出现 2 种复色花,所占比例分别为 10.7%和 10.9%。红火球花蕾捏开后有的呈红色,有的为白色,花偶有白边,复色花白边的出现与可能与亲本红火球有关。

表 4 不同杂交组合 F₁ 代花色变异比较

Table 4 Comparison of color mutate of F₁ generations of different combinations

杂交组合 Cross combination	母本花色 Color of female parent	父本花色 Color of male parent	子代颜色及所占比例 Color of F ₁ generation and percentage
1 号 No.1	粉红色	粉红色	粉红色 100%
2 号 No.2	粉红色	绛红色	粉红色 52.5%,复色(中间粉红色,边缘白色) 10.7% 复色(中间艳红色,边缘白色) 10.9%,艳红色 25.9%
3 号 No.3	粉红色	紫色	粉红色 25%,艳红色 25%,浅紫色 25%,紫色 25%
4 号 No.4	堇色	粉红色	堇色 52.2%,浅紫色 21.6%,粉红色 26.2%
5 号 No.5	堇色	绛红色	堇色 49.1%,复色(中间浅紫色,边缘白色) 25.3% 艳红色 17.7%,复色(中间艳红色,边缘白色) 7.9%
6 号 No.6	堇色	紫色	堇色 50.6%,紫色 49.4%
7 号 No.7	粉红色	粉红色	粉红色 100%
8 号 No.8	粉红色	堇色	粉红色 47.2%,浅紫色 24.7%,堇色 27.6%
9 号 No.9	绛红色	粉红色	艳红色 37.6%,复色(中间艳红色,边缘白色) 18.8% 复色(中间粉红色,边缘白色) 10.5%,粉红色 33.1%
10 号 No.10	绛红色	堇色	艳红色 34.6%,复色(中间艳红色,边缘白色) 19.9%,复色(中间浅紫色,边缘白色) 11.8%,堇色 33.7%
11 号 No.11	紫色	粉红色	紫色 48.2%,紫红色 25.6%,粉红色 26.2%
12 号 No.12	紫色	堇色	紫色 51.6%,堇色 48.4%

2.4 F₁ 代苗高和地径生长比较 由表 5 可知,不同杂交组合的苗木苗高有较大的差异。其中 2 号杂交组合的矮化性状最好,苗高为 33.2 cm,11 号杂交组合的矮化性状最差,苗高为 50.1 cm。矮生亲本做母本,杂交后代矮化性状较好。

表 5 不同杂交组合 F₁ 代苗高、地径比较

Table 5 Comparison of seedling height and ground diameter of F₁ generation of different cross combinations

杂交组合 Cross combination	杂种苗株数 Number of seedlings//株	子代苗高 Height of F ₁ seedlings//cm	子代地径 Ground diameter of F ₁ generation//cm
1 号 No.1	20	37.6±4.7	0.44±0.053
2 号 No.2	20	33.2±3.3	0.38±0.041
3 号 No.3	20	40.2±4.4	0.48±0.047
4 号 No.4	20	39.4±4.9	0.48±0.051
5 号 No.5	20	33.9±2.8	0.42±0.037
6 号 No.6	20	40.8±3.5	0.50±0.049
7 号 No.7	20	48.5±5.9	0.68±0.070
8 号 No.8	20	47.8±6.2	0.60±0.068
9 号 No.9	20	45.6±5.4	0.56±0.056
10 号 No.10	20	44.3±4.8	0.56±0.059
11 号 No.11	20	50.1±7.8	0.72±0.073
12 号 No.12	20	49.5±7.0	0.70±0.060

各杂交组合内株高变异不同,其中 11 号杂交组合变异幅度最大,2 号杂交组合变异幅度最小。矮生紫薇作母本的杂交组合较矮生紫薇作父本的杂交组合变异幅度小。

此外,植株的株高和地径呈正相关,植株越高,地径越粗。杂交后代平均地径差异较大,其中 11 号杂交组合地径最粗,地径为 0.72 cm,2 号杂交组合地径最细,为 0.38 cm。

各杂交组合内地径变异程度不同,其中 11 号杂交组合

变异程度最大,5 号杂交组合地径变异程度最小。

2.5 F₁ 代苗木分枝数和枝条长度的比较 由表 6 可知,杂种苗分枝数平均为 41.1,其中 5 号杂交组合后代分枝数最多,为 51.8,而 12 号杂交组合分枝数最少,为 31.1;以矮生品种作母本的杂交组合分枝数多于以矮生品种作父本的杂交组合,说明矮生品种作母本的杂交组合后代的矮化性比矮生品种作父本的杂交组合后代的矮化性要好。枝条长度平均为 15.5 cm,12 号杂交组合后代枝条长度最长,为 17.4 cm;2 号杂交组合后代枝条长度最短,为 13.1 cm。

表 6 F₁ 代分枝数和枝条长度的比较

Table 6 Comparison of the variation of branch number and branch length of F₁ generation

杂交组合 Cross combination	分枝数 Branch number	枝条长度 Branch length//cm
1 号 No.1	47.5±5.0	15.9±5.7
2 号 No.2	49.5±3.1	13.1±4.5
3 号 No.3	44.2±4.3	14.4±4.9
4 号 No.4	40.7±3.8	15.0±5.9
5 号 No.5	51.8±3.6	13.6±5.7
6 号 No.6	45.6±4.6	14.2±6.7
7 号 No.7	35.8±7.0	17.1±8.4
8 号 No.8	34.7±6.1	16.9±7.1
9 号 No.9	40.1±5.2	15.5±6.6
10 号 No.10	39.2±5.6	15.9±6.4
11 号 No.11	33.5±6.5	17.0±7.8
12 号 No.12	31.1±7.8	17.4±8.9
均值 Mean	41.1±6.7	15.5±1.5

3 结论与讨论

3.1 不同杂交果实长短径的差异性分析 杂交后代蒴果全

部呈椭圆形,果实颜色均为黑褐色。不同杂交组合果实大小不同。由于授粉时选择的都是中部较大、较饱满的母本花蕾,因此结果后果实的饱满度较好。在授粉时花蕾的选择很重要,应选择中下部较大、较饱满、光泽度较好的花蕾进行授粉。

3.2 杂交坐果率、结实率、发芽率、成苗率的分析 不同杂交组合的坐果率、结实率有较大差异,因此在杂交组合的配置过程中要选择好父母本。紫薇是异花授粉植物,天然杂交率高。80年代,张启翔^[1]曾对紫薇的品种及种质资源情况进行调查,并进行初步杂交授粉试验,证明紫薇授粉较易结实,因此用紫薇的合适资源通过杂交培育出新品种是可能的。

坐果率、结实率较低的杂交组合,除与亲本的遗传特性相关外,还与外界环境有关,可能受以下几个方面影响:①去雄时镊子碰伤了柱头或子房。②柱头无可授性。选择母本花蕾时一定要蕾大、光泽度好的花蕾,观察发现柱头开始产生大量透明的粘液,柱头有可授性时进行授粉,结合花粉的散粉时间,一般授粉在10:00进行。③阴雨天气。雨水对花朵的冲淋影响光合作用正常进行,致使花朵发育不良而出现落花落果;阴雨天影响花粉散粉,花粉活力下降也会影响授粉的成功率。紫薇授粉一般在7月进行,此时雷雨活动频繁,个别试验组合也受到了阴雨天气的影响。

杂交结实率与F₁代种子发芽率、成苗率之间未呈正相关;除与种子自身的遗传特性有关外,外界环境条件(温、光、水、肥)也影响种子的发芽率和成苗率。

3.3 F₁代性状分离 试验的目的是用从美国引种的“矮生粉”和“矮生堇”与灌木品种“粉娇容”“红火球”“繁花似锦”进行杂交,以期培育出花色更多、更丰富的矮生品种。试验显示,F₁代的花色变异较广泛,但大部分在父母本花色之间变异,亲本间花色相差较远的杂交组合后代花色变异较大,因此在紫薇花色育种中应当选择花色相差较远的亲本,以便培育出花色变异的品种。有红火球作亲本的后代,不论作母

本或是父本都出现了复色花,这可能与亲本红火球的基因型有关。2号、5号、9号、10号出现了变异花色。其中,2号杂交组合出现中间艳红色,边缘白色的复色花植株,5号杂交组合出现中间浅紫色,边缘白色的复色花植株和中间艳红色,边缘白色的复色花植株,9号杂交组合出现中间艳红色,边缘白色的复色花植株和中间粉红色,边缘白色的复色花植株,10号杂交组合出现中间艳红色,边缘白色的复色花植株和中间浅紫色,边缘白色的复色花植株。F₁代绝大多数植株当年都开花,只有极个别植株未开花,这可能都与矮生亲本作母本杂交有关。

不同杂交组合的F₁代在苗高、地径、分枝数、枝条长度上的变异不同。其中2号和5号杂交组合的矮化性状较好。紫薇的分枝数与花枝数呈一定的正相关,研究苗木的分枝数及枝条的长度对研究紫薇的矮化性、花枝数、花序的长度有一定的意义。其中5号和2号杂交苗分枝数较多。

综上所述,分别从2号和5号杂交组合中选出了3个优良单株,为紫薇的新品种选育提供了育种材料,同时也将继续对3个优良单株的稳定性、一致性进行试验,从而选育出矮生紫薇新品种。

参考文献

- [1] 张启翔.紫薇品种分类及其在园林中的应用(英文)[J].北京林业大学学报,1991,13(4):57-66.
- [2] 潘会堂,张启翔.花卉种质资源与遗传育种研究进展[J].北京林业大学学报,2000,22(1):81-86.
- [3] 邵静.美国紫薇属植物介绍[J].陕西林业科技,2001(2):65-68.
- [4] 王献.我国紫薇种质资源及其亲缘关系的研究[D].北京:北京林业大学,2004.
- [5] 张秦英,罗凤霞,郭富常,等.紫薇开花及花粉特性研究[C]//中国园艺学会.2007年中国园艺学会观赏园艺专业委员会年会论文集.北京:中国林业出版社,2007:187-189.
- [6] 宋希强,刘华敏,李绍鹏,等.观赏植物新品种选育的方法与途径[J].世界林业研究,2004,17(6):6-10.
- [7] 熊林春.矮化紫薇播种育苗技术[J].国土绿化,2001(8):38.
- [8] 盖钧镒.田间试验和统计方法[M].北京:中国农业出版社,2005:100-129.

名词解释

扩展即年指标:这是一个表征期刊即时反应速率的指标,主要描述期刊当年发表的论文在当年被引用的情况。具体算法为:

$$\text{扩展即年指标} = \frac{\text{该期刊当年发表论文在统计当年被引用的总次数}}{\text{该期刊当年发表论文总数}}$$

扩展他引率:指该期刊全部被引次数中,被其他刊引用次数所占的比例。具体算法为:

$$\text{扩展他引率} = \frac{\text{被其他刊引用的次数}}{\text{期刊被引用的总次数}}$$

扩展引用刊数:引用被评价期刊的期刊数,反映被评价期刊被使用的范围。

扩展学科扩散指标:指在统计源期刊范围内,引用该刊的期刊数量与其所在学科全部期刊数量之比。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{引用刊数}}{\text{所在学科期刊数}}$$

扩展学科扩散指标:指期刊所在学科内,引用该刊的期刊数占全部期刊数量的比例。

$$\text{扩展学科扩散指标} = \frac{\text{所在学科内引用被评价期刊的数量}}{\text{所在学科期刊数}}$$