

两个紫薇品种引种栽培及逆境胁迫下脯氨酸含量分析

曾慧杰^{1,2,3}, 王晓明^{1,2,3}, 李永欣^{1,2,3}, 蔡能^{1,2,3}, 乔中全^{1,2,3}

(1. 湖南省林业科学院, 湖南 长沙 410004; 2. 湖南省林木无性系育种重点实验室, 湖南 长沙 410004;

3. 湖南富林生物科技有限公司, 湖南 长沙 410004)

摘要:以美国“红火箭”、“红火球”2个大红色紫薇新品种为试材,开展品种比较试验,研究了其生长和开花特性;并采用脯氨酸测定分析方法,研究了体内脯氨酸含量对植株抗逆性的影响。结果表明:栽植4年后“红火箭”和“红火球”的树高和地径分别比对照普通红花紫薇高9.2%、16.0%和15.3%、18.7%;“红火箭”花色鲜红(RHS 46B),花径4.1 cm,花序长25.1 cm,“红火球”花色猩红(RHS 46A),花径4.5 cm,花序长35.1 cm;在湖南地区这2个品种6月中旬始花,花期达4个月,着花密度大,均优于对照品种;干旱胁迫下,脯氨酸含量均是先升高后降低,“红火箭”含量最高,耐旱能力为“红火箭”>“红火球”>普通红花紫薇;水涝胁迫下,脯氨酸含量均呈“下降-上升-下降”的变化趋势,“红火球”峰值最大,耐涝能力为“红火球”>“红火箭”>普通红花紫薇;低温胁迫下,离体叶片中脯氨酸含量最高的是“红火箭”,抗寒能力为“红火箭”>“红火球”>普通红花紫薇。

关键词:紫薇;引种;抗逆性;脯氨酸

中图分类号:S 722.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0067-06

紫薇(*Lagerstroemia indica*)是我国夏季重要的观花乔木,具有花期较长、花色丰富、抗污染、适应能力强等特点,集观赏、药用、环境保护于一体,被17个城市选为市花,在我国园林绿化中应用非常广泛^[1-4]。国内外对紫薇的研究多着重于品种分类、遗传性状、栽培繁殖、病虫害防治以及生理生化特性等^[5-10],美国、日本以及我国都曾选育出一些紫薇品种^[11-15]。但目前我国栽培的紫薇品种大多为紫色、白色、粉色、淡红色等,花色较淡,缺乏红色亮丽的品种。因此开展大红色紫薇的引种研究,能丰富我国紫薇品种资源,为园林绿化产业提供更具观赏价值的新品种。

“红火箭”紫薇与“红火球”紫薇的花色极为红艳,是难得的大红色优良新品种。课题组2004年最早从美国引进了这2种紫薇,开展了引种栽培试验,对其生长特性和开花特性进行了研究分析;并在逆境胁迫下测定了新品种脯氨酸含量等指标,初步探讨了其抗旱、抗涝和

抗寒能力,以期“红火箭”紫薇与“红火球”紫薇2个品种在我国的栽培和推广应用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于长沙市杜家冲试验林场,东经113°01'30",北纬28°06'40",属低山丘陵地貌,平均海拔85 m。亚热带季风湿润气候区,年均气温17.1℃,年均日照1 496~1 850 h,年均降雨量1 400~1 900 mm,无霜期264 d,年均相对湿度80%。土壤为第四纪红色粘土发育的酸性红壤,土层厚度46 cm,砂砾含量37%,土壤pH值5.6,土壤有机质14.21 g/kg,速效氮75.14 mg/kg,速效磷3.44 mg/kg,速效钾32.15 mg/kg^[16]。

1.2 试验材料

以“红火箭”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Red Rocket’)和“红火球”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Dynamite’)为试验材料,以普通红花紫薇为对照(CK)。

1.3 试验方法

1.3.1 紫薇品种引种栽培研究 2004年3月从美国引进了“红火箭”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Red Rocket’)与“红火球”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Dynamite’),当年6—9月开展了2个紫薇新品种扦插繁殖育苗。2005

第一作者简介:曾慧杰(1977-),男,湖南长沙人,博士研究生,助理研究员,现主要从事林木遗传育种等研究工作。E-mail:run507@163.com.

基金项目:国家林业局“948”资助项目(2003-4-26)。

收稿日期:2015-03-15

年3月将长势基本一致(苗高30~35 cm;地径0.3~0.4 cm)的扦插苗栽种于湖南省林业科学院试验林场,株行距为2 m×2 m。采用完全随机区组设计品种比较试验林,以当地普通红花紫薇(花粉红,为赤薇品系的品种^[17])作为对照品种,统一水肥管理和病虫害防治。2005—2008年连续4年观测引种品种的生长、开花等植物学特性。

1.3.2 紫薇品种抗逆性研究 分别取3个品种的营养钵苗各30株,苗高约25 cm,营养钵尺寸(9 cm×9 cm),基质为泥炭土:珍珠岩=8:2(体积比)。试验时间为2007年8—9月。干旱胁迫:人工气候室内(26℃,RH 80%),先用水浇透营养钵内土壤,后让其自然干燥,将处理当天记为第1天,取叶片测量脯氨酸含量,每隔3 d测量1次。水涝胁迫:大棚水池内进行水涝处理,水深与营养钵土表高度相齐,将处理当天记为第1天,取叶片测量脯氨酸含量,每隔3 d测量1次。低温胁迫:取当年

生新梢枝条分别置于0、-10、-20、-30℃低温冰箱中,从0℃开始以5℃/h的速度降温,每个处理温度维持24 h,分别取叶片测量脯氨酸含量。

1.4 项目测定

1.4.1 生长特性调查 于每年12月,选择生长健壮的植株进行整株观测,每区组随机选择8株测量株高、地径等生长量;在枝条生长期,选择植株中上部健壮无病虫害的枝条进行小枝观测;在叶片不同发育时期,选取植株中部健壮枝条上正常生长的叶片进行观测。

1.4.2 开花特性调查 从始花期至落花期,选取植株中上部可充分见光且生长正常的花进行观测;调查新品种花期,测量花径长度及着花数目;使用英国皇家园艺学会定制的色卡(RHS Color Chart)对花色的进行观测;参照陈俊愉等^[18]的百分制计分评选法,结合紫薇开花的特点,制定了紫薇开花特性评分标准(表1),对开花特性进行评分。

表1

紫薇品种开花特性评分标准

Table 1

Grading standard of blooming traits of *Lagerstroemia indica*

项目 Item	评分标准 Scoring standard (总分:50分 Total score:50 points)
红色 Red	颜色深:8~10分;颜色中等:5~7分;颜色极浅:1~4分;无花为0分
花期早晚 Florescence date	6月下旬或更早:8~10分;7月上旬开花:5~7分;7月中下旬开花:1~4分;无花为0分
花期长度 Florescence length	花期>90 d:8~10分;花期70~90 d:5~7分;花期<70 d:1~4分;无花为0分
着花密度 Flower density	密度大:8~10分;密度中等:5~7分;密度小:1~4分;无花为0分
花径大小 Flower diameter	d≥4 cm:8~10分;3 cm≤d<4 cm:5~7分;d<3 cm:1~4分;无花为0分

1.4.3 离体叶片相对含水量(RWC)和水分饱和亏缺(WSD)测定 参照陈建勋等^[19]、LU等^[20]、侯福林^[21]的方法。剪下叶片后分别称取鲜重、饱和重、干重,计算叶片的相对含水量和水分饱和亏缺。相对含水量:RWC(%)=[(鲜重-干重)/(饱和重-干重)]×100,水分饱和和亏缺:WSD(%)=[(饱和鲜重-原始鲜重)/(饱和鲜重-干重)]×100。

1.4.4 离体叶片水分测定 取3个品种同一部位的10片离体鲜叶,分别称量鲜重、风干失水后重量。失水率(%)=[(失水前叶片重量-失水后叶片重量)/失水前叶片重量]×100。

1.4.5 游离脯氨酸的测定 参照侯福林^[21]、李合生^[22]和蔡能等^[23]的方法。绘制脯氨酸标准曲线:不同浓度标准液各取2 mL,分别加入3%磺基水杨酸2 mL、冰乙酸2 mL、2.5%茚三酮溶液4 mL,沸水浴60 min,冷却后加入甲苯4 mL萃取。静置后于520 nm波长处测定甲苯相的吸收值,空白对照是甲苯,依据脯氨酸量和相应吸收值在1~10 μg/mL浓度范围内绘制标准曲线。提取游离脯氨酸:具塞试管中放入剪碎的叶片样品0.3 g,加入3%磺基水杨酸溶液5 mL,加塞后在沸水浴中提取10 min,过滤液待测。测定游离脯氨酸:具塞试管中分别加入提取液2 mL、蒸馏水2 mL、冰醋酸2 mL、酸性茚三

酮试剂3 mL,摇匀,沸水浴2 h,取出冷却至室温,加入甲苯5 mL,摇匀萃取。静置10 min,吸取甲苯层,于520 nm波长处测定吸光度。样品中的脯氨酸含量计算:脯氨酸含量(μg/g)=(C×V/A)/W。C为由标准溶液求得脯氨酸μg数;V为提取液总体积(mL);A为测定液总体积(mL);W为样品质量(g)。

2 结果与分析

2.1 紫薇品种生长量分析

从表2可以看出,1年生“红火箭”株高略高于“红火箭”,2个品种均优于普通红花紫薇。至第4年时,“红火箭”的平均株高达285.6 cm,“红火箭”次之,为268.9 cm,而普通红花紫薇仅246.2 cm,明显低于以上2个美国引进品种。

表2 3个紫薇品种株高调查

Table 2 Plant height of 3 varieties

品种 Variety	平均株高 Average height/cm			
	1年生 1-year-old	2年生 2-year-old	3年生 3-year-old	4年生 4-year-old
“红火箭”紫薇‘Red rocket’	81.9±3.6	137.6±4.5	205.1±4.8	268.9±6.4
“红火箭”紫薇‘Dynamite’	82.7±4.5	145.8±4.9	213.9±5.9	285.6±5.8
普通红花紫薇 CK	71.3±4.0	126.5±5.0	183.3±4.5	246.2±5.0

由表3可知,“红火箭”平均地径在4年期间均最大,第4年时达5.52 cm;“红火箭”略低,第4年时为5.36 cm;

和普通红花紫薇第4年时地径仅为4.65 cm,也明显小于2个美国引进品种。

表3 3个紫薇品种地径调查

Table 3 Ground diameter of 3 varieties

品种 Variety	平均地径 Average ground diameter/cm			
	1年生 1-year-old	2年生 2-year-old	3年生 3-year-old	4年生 4-year-old
“红火箭”紫薇‘Red rocket’	1.32±0.04	2.68±0.06	4.02±0.06	5.36±0.04
“红火箭”紫薇‘Dynamite’	1.36±0.04	2.85±0.09	4.26±0.07	5.52±0.09
普通红花紫薇 CK	1.23±0.03	2.47±0.05	3.56±0.06	4.65±0.09

生长量观测结果表明,在引种对比试验的3个紫薇品种中,“红火箭”的生长势最好,其株高、地径最大;“红火箭”略有差距,但仍表现良好;相比之下,普通红花紫

表4 紫薇品种开花特性评分

Table 4 Evaluation of blooming traits of *Lagerstroemia indica*

品种 Variety	花色 Flower color	花期早晚 Florescence date	花期长度 Florescence length	着花密度 Flowers density	花径大小 Flower diameter	评分(总分50分) Score(Total score 50 points)
“红火箭”紫薇‘Red rocket’	10	9	10	9	8	46
“红火箭”紫薇‘Dynamite’	10	10	9	10	9	48
普通红花紫薇 CK	7	7	6	6	8	34

2.3 紫薇品种观赏特性分析

“红火箭”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Red Rocket’),叶互生,长椭圆形,长2.9~7.4 cm(平均5.4 cm),宽1.7~4.5 cm(平均3.1 cm),新叶深红色,老叶绿色,叶芽在开花前为深红色,开花时变成樱桃红。新梢酒红色,老枝褐色。6月中旬始花,花期可达4月。花鲜红色,多云或阴天时花色略淡,花瓣边缘偶尔有白色斑,圆锥花序,犹如火箭,花序直径11~32 cm(平均18.2 cm),花序长12~57 cm(平均25.1 cm),花瓣6~7个,花萼6~7浅裂,长雄蕊6个,短雄蕊平均36~49个,花径3.8~4.5 cm(平均4.1 cm),花期进行修剪,可多次开花,是珍贵的大红紫薇品种,可孤植或丛植。

“红火箭”紫薇(*Lagerstroemia indica* ‘Dynamite’),叶互生,近圆形或阔椭圆形或卵形,长3.8~8.0 cm(平均5.5 cm),宽2.9~6.0 cm(平均4.3 cm),新叶微红,老叶绿色。新梢淡红色,老枝褐色。6月中旬始花,花期可达4月。花色猩红,多云凉爽天气则为亮红色,有时花瓣还带有白边,呈现复色花特性。圆锥花序,花序直径11~40 cm(平均27.8 cm),花序长15~51 cm(平均35.1 cm),花瓣6个,花萼6浅裂,长雄蕊6个,短雄蕊平均34~46,花径4.0~4.8 cm(平均4.5 cm),盛花时花序犹如一团火球,花后及时修剪,可多次开花,是极其少见的大红紫薇品种,可孤植或丛植。

2.4 紫薇离体叶的相对含水量(RWC)与水分饱和和亏缺(WSD)分析

由表5可知,3个紫薇品种中,相对含水量(RWC)最高品种的为“红火箭”,达到94.62%,普通红花紫薇最低,为80.32%;水分亏缺(WSD)值最小的品种是“红火

薇的生长明显劣势。这说明“红火箭”与“红火箭”生长势较旺,生长速度优于普通红花紫薇。

2.2 紫薇品种开花特性分析

苗木栽植后第1年,3个参试品种全部开花。结果表明,“红火箭”花色鲜红,花序犹如火箭,花径4.1 cm,6月中旬始花,花期可达4月;“红火箭”花色猩红,花序犹如一团火球,花径4.5 cm,始花期比“红火箭”早3~5 d,花期也可达4月。2个紫薇新品种的花序长、着花密度较大。从紫薇品种开花特性评分表(表4)可以看出,普通红花紫薇的开花性状评分较低,为34分;而“红火箭”与“红火箭”开花性状的综合表现均较好,具有极佳的观赏价值。

箭”,为8.45%,普通红花紫薇最大,为19.68%;失水率最低的品种是“红火箭”,为62.34%,普通红花紫薇失水率最高,为73.42%;“红火箭”的相关测量值均处于二者之间。表明“红火箭”植株体内含水量较高,对水的需求相对较小,更难失水,因此,“红火箭”抗旱性最强,“红火箭”次之,普通红花紫薇最弱。

表5 3个紫薇品种的相对含水量、水分饱和和亏缺和失水率

Table 5 RWC, WSD and water loss rate of 3 varieties

项目 Item	“红火箭”紫薇 ‘Red rocket’	“红火箭”紫薇 ‘Dynamite’	普通红花紫薇 CK
相对含水量 RWC/%	94.62	91.76	80.32
水分饱和和亏缺 WSD/%	8.45	8.51	19.68
失水率 Water loss rate/%	62.34	64.85	73.42

2.5 紫薇干旱胁迫下脯氨酸含量变化

从图1可以看出,3个紫薇品种在干旱胁迫过程中脯氨酸含量变化趋势都是先升高后降低。随着干旱程度的增加,脯氨酸含量升高。干旱胁迫第7天,普通红花紫薇脯氨酸含量达到最高27.72 μg/g,第10天时“红

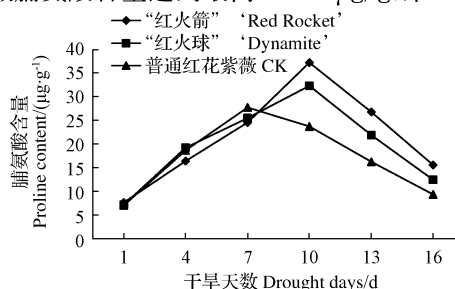


图1 干旱胁迫下紫薇体内脯氨酸含量变化

Fig. 1 Changes of proline contents of 3 varieties after drought

火箭”、“红火箭”脯氨酸含量达到峰值,分别为 37.19 $\mu\text{g/g}$ 和 32.28 $\mu\text{g/g}$;脯氨酸含量从高值逐步下降,第 16 天时达到最低点。“红火箭”、“红火箭”、普通红紫薇在干旱胁迫过程中脯氨酸平均含量分别为 21.34、19.74、17.11 $\mu\text{g/g}$,这也说明“红火箭”抗旱性优于“红火箭”,普通红紫薇的抗旱能力最弱。

从植株外部形态变化来看,干旱胁迫初期,3 个品种均无明显变化,普通红紫薇于第 7 天,“红火箭”于第 9 天,“红火箭”于第 10 天叶片开始发黄,随后叶片开始脱水和枯萎。这与植株体内脯氨酸含量先升至最大值,后持续降低的变化趋势是一致的。

2.6 紫薇水涝胁迫下脯氨酸含量变化

由图 2 可知,水涝胁迫过程中,3 个品种的脯氨酸含量均呈“下降-上升-下降”的变化趋势,“红火箭”在第 4 天含量降至 6.41 $\mu\text{g/g}$ 后,于第 10 天回升至 12.36 $\mu\text{g/g}$,然后再次下降,第 16 天至最低点 4.83 $\mu\text{g/g}$;“红火箭”脯氨酸含量的第一个低值出现在第 4 天 7.82 $\mu\text{g/g}$,后逐步上升,第 13 天达峰值 14.25 $\mu\text{g/g}$ 后下降,第 16 天至最低 4.83 $\mu\text{g/g}$;而普通红紫薇在胁迫初期的 1~7 d,脯氨酸含量一直下降,第 10 天回升至 10.18 $\mu\text{g/g}$,后再次降低,至 16 d 时为 3.27 $\mu\text{g/g}$ 。水涝胁迫过程中,“红火箭”脯氨酸含量最高值出现比“红火箭”和普通红紫薇晚 3 d,数值也比它们分别高出 15.29%和 26.67%;从整个胁迫过程中的脯氨酸含量均值来看,“红火箭”也比“红火箭”和普通红紫薇分别高出 9.99%和 28.89%;这说明“红火箭”抗涝性比“红火箭”强,普通红紫薇最弱。

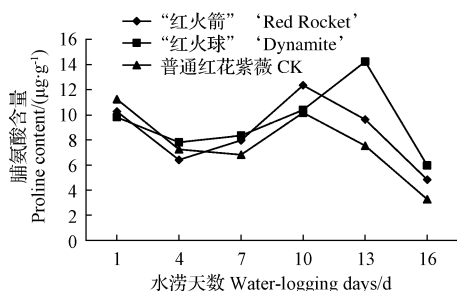


图 2 水涝胁迫下紫薇体内脯氨酸含量变化

Fig. 2 Changes of proline contents of 3 varieties after water-logging

3 个品种的植株外部形态在水涝胁迫初期均无明显变化。第 10 天开始,普通红紫薇叶片开始出现萎焉;第 13 天开始,“红火箭”叶片开始出现萎焉;而“红火箭”仍保持较好的生长势,直至第 16 天才有叶片萎焉现象,这可能因为“红火箭”细胞自我调节能力较强,抗涝能力略强于“红火箭”,显著强于普通红紫薇。

2.7 紫薇低温胁迫下脯氨酸含量变化

从图 3 可以看出,低温胁迫处理对 3 种紫薇离体叶

片内脯氨酸含量变化有显著影响。0℃时,各品种中脯氨酸含量均较常温下高。随着处理温度的降低,“红火箭”、“红火箭”脯氨酸含量呈相似变化趋势: -10℃时,含量下降, -20℃时,含量回升, -30℃时,含量又再次下降;而普通红紫薇的脯氨酸含量一直呈下降趋势。3 个品种之间,“红火箭”脯氨酸含量始终最高,均值 68.80 $\mu\text{g/g}$,其次为“红火箭”,均值 62.48 $\mu\text{g/g}$,普通红紫薇最低,均值 50.82 $\mu\text{g/g}$,表明“红火箭”、“红火箭”体内容易积累更多的脯氨酸来抵御低温影响,“红火箭”抗寒能力比“红火箭”强,普通红紫薇最弱。

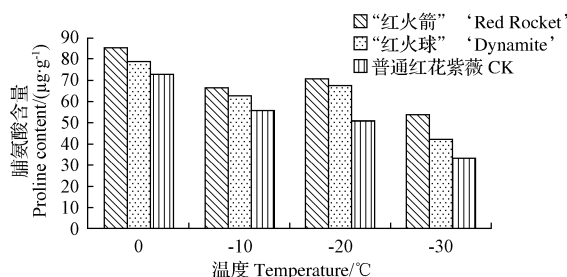


图 3 不同低温下紫薇离体叶片内脯氨酸含量

Fig. 3 Proline contents *in vitro* in leaves of 3 varieties after freezing

3 结论与讨论

紫薇原产中国,具有花期长,树干光滑,枝条柔软,抗污染等优点,在园林绿化中的应用前景越来越广阔^[24]。为拓展紫薇的栽种适宜范围,并结合国人对红色偏爱的审美习惯,培育花色红艳、抗逆性强的紫薇新品种是研究的方向。“红火箭”紫薇、“红火箭”紫薇具有生长快、花色红、花期长、耐低温等特点,是极具推广价值的大红色紫薇新品种。该研究中,“红火箭”和“红火箭”紫薇栽植第 4 年,与对照普通红紫薇相比,株高分别高出 9.2%、和 16.0%,地径则分别超出 15.3%、18.7%,具有生长势较旺、生长速度较快的特性;在花色方面,“红火箭”紫薇(RHS 46B)与“红火箭”紫薇(RHS 46A)的花色的极为红艳,是目前最红的紫薇品种,在多云或阴天时花瓣有白色斑,表现出复色花性状,艳丽无比;这 2 种紫薇在湖南地区于 6 月中下旬始花,花期长达 4 个月,而且着花密度大,花序长,花径大,极具较高的观赏价值;“红火箭”紫薇与“红火箭”紫薇抗寒性强,可耐 -23℃ 低温,适合在我国西北部地区推广;因此,“红火箭”紫薇与“红火箭”紫薇因其卓越的优良特性,具有广阔的市场应用前景。

相对含水量与水分亏缺是鉴定植物抗性行之有效的指标之一^[25]。水分亏缺越小,相对含水量越大,树木抗旱性越强。离体叶片失水率是评价叶片气孔开闭能力的自行调节以及叶表面角质层蒸腾作用强弱的一个重要指标^[23]。该研究表明,“红火箭”相对含水量最高

94.62%;水分亏缺值最小 8.45%;失水率最低 62.34%。干旱胁迫过程中,“红火箭”、“红火球”、普通红花紫薇脯氨酸平均含量分别为 21.34、19.74、17.11 $\mu\text{g/g}$,说明“红火箭”抗旱性最强,“红火球”次之,普通红花紫薇最弱。

植物受到逆境胁迫后,生理变化是错综复杂的^[26],逆境条件下,大部分植物均会积累大量的脯氨酸来保持细胞持水和生物大分子结构的稳定性,以适应逆境,防止活性氧对膜脂和蛋白的过氧化作用^[27-31]。该研究中,通过分析整个逆境胁迫过程中,“红火箭”、“红火球”、普通红花紫薇叶片中脯氨酸含量变化趋势、脯氨酸含量均值,并结合植株叶片外部形态变化,对逆境条件下紫薇抗逆性进行了初步研究,结果表明,抗旱性,“红火箭”>“红火球”>普通红花紫薇;抗涝性,“红火箭”>“红火球”>普通红花紫薇;抗寒性,“红火箭”>“红火球”>普通红花紫薇。

参考文献

- [1] 张启翔.紫薇[A]//陈俊愉.中国花卉品种分类学[M].北京:中国林业出版社,2001:162-171.
- [2] 王瑞文.紫薇开花生物学特性及杂交育种的初步研究[D].武汉:华中农业大学,2010.
- [3] 顾翠花.中国紫薇属种质资源及紫薇、南紫薇核心种质构建[D].北京:北京林业大学,2008.
- [4] 张洁,王亮生,张晶晶,等.紫薇属植物研究进展[J].园艺学报,2007,34(1):251-256.
- [5] 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.
- [6] 王献,张启翔,杨秋生,等.利用 AFLP 技术研究紫薇的亲缘关系[J].北京林业大学学报,2005,27(1):59-63.
- [7] 顾翠花,张启翔.紫薇种子发芽特性研究[J].北方园艺,2007(9):141-142.
- [8] 牛田,王厚新,张林,等.紫薇扦插生根特征和形态解剖学研究[J].山东农业科学,2013,45(2):66-68.
- [9] 于永畅,王厚新,李承秀,等.四倍体与二倍体紫薇光合特性研究[J].中国农学通报,2013,29(22):10-14.
- [10] 宋新红,丰震,谷衍川,等.紫薇秋末水分参数与抗寒性关系[J].中国农学通报,2012,28(10):202-208.
- [11] 蔡明,王晓玉,张启翔,等.紫薇品种与尾叶紫薇间杂交亲和性研究[J].西北植物学报,2010,30(4):645-651.
- [12] 蔡明,孟锐,潘会堂,等.紫薇属与散沫花属远缘杂交亲和性的研究[J].园艺学报,2010,37(4):637-642.
- [13] 田娟.20个紫薇品种抗寒性比较研究[D].北京:北京林业大学,2009.
- [14] 童俊,叶要妹,冯彪,等.秋水仙素诱导三种紫薇多倍体的研究[J].园艺学报,2009,36(1):127-132.
- [15] NIRANJAN M H, SUDARSHANA M S. *In vitro* response of encapsulated somatic embryos of *Lagerstroemia indica* [J]. Indian J Exp Biol, 2005, 43(6):552-554.
- [16] 童方平,李贵,龙应忠,等.翅荚木幼龄树配方施肥的效应研究[J].中国农学通报,2010,26(22):118-120.
- [17] ZHANG Q X. Studies on cultivars of crape-myrtle (*Lagerstroemia indica*) and their uses in urban greening [J]. Journal of Beijing Forestry University, 1991, 13(4):57-66.
- [18] 陈俊愉,陈吉笙.百分制计分评选法:拟订并掌握柑桔株选标准的一个新途径[J].华中农学院学报,1956(1):84-99.
- [19] 陈建勋,王晓峰.植物生理学实验指导[M].广州:华南理工大学出版社,2002.
- [20] LU S, GUO Z, PENG X. Effects of ABA and S-3307 on drought resistance and antioxidative enzyme activity of turfgrass [J]. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 2003, 78(5):663-666.
- [21] 侯福林.植物生理学实验教程[M].北京:科学出版社,2004.
- [22] 李合生.植物生理生化实验原理和技术[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [23] 蔡能,王晓明,曾慧杰,等.3个金银花新品种逆境条件下脯氨酸含量初步分析[J].中南林业科技大学学报,2012,32(5):161-165.
- [24] 王业社,侯伯鑫,杨强发,等.湖南省紫薇种质资源调查及应用前景分析[J].草业学报,2014,23(5):77-91.
- [25] LEHMAN V G, ENGELKE M C, WHITE R H. Leaf water potential and relative water content variation in creeping bentgrasses clones [J]. Crop Science, 1993, 33(6):1350-1353.
- [26] 唐婉,胡杏,徐婉,等.几种紫薇属植物的抗寒性评价[J].西北农业学报,2012,21(9):121-126.
- [27] STEWART C R, LARHER F. Accumulation of amino acids and related compounds in relation to environmental stress [M]//In: Miflin B J, ed. The Biochemistry of Plants: a comprehensive treatise. New York: Academic Press, 1980(5):609-635.
- [28] 汤章城.逆境条件下植物脯氨酸的积累及可能的意义[J].植物生理学通讯,1984(1):15-21.
- [29] 王娟,李德全.逆境条件下植物体内渗透调节物质的积累与活性氧代谢[J].植物学通报,2001,18(4):459-465.
- [30] 王翼川,李志军,徐雅丽,等.低温胁迫对海岛棉幼苗生理生化特性的影响[J].中国棉花,2001,28(5):13-14.
- [31] 赵瑞雪,朱慧森,程钰宏,等.植物脯氨酸及其合成酶系研究进展[J].草业科学,2008,25(2):90-97.

Introduction Experiment and Analysis on Proline Contents in Two *Lagerstroemia indica* Varieties Under Condition of Stresses

ZENG Huijie^{1,2,3}, WANG Xiaoming^{1,2,3}, LI Yongxin^{1,2,3}, CAI Neng^{1,2,3}, QIAO Zhongquan^{1,2,3}

(1. Hunan Academy of Forestry, Changsha, Hunan 410004; 2. Hunan Key Lab. of Trees Clones Breeding Technology, Changsha, Hunan 410004; 3. Full Bloom Flowers Biological Technology Co., LTD, Changsha, Hunan 410004)

Abstract: ‘Red Rocket’ and ‘Dynamite’ were introduced from United States. Their growth and flowering characteristics were analysed through variety test. The influence of proline content on the resistance of plants was researched by proline

DOI:10.11937/bfyy.201516018

不同处理对“丰花月季”花粉生活力的影响

张立磊, 李桂荣, 娄腾雪, 张文杰, 毛 达

(河南科技学院 园艺园林学院, 河南 新乡 453003)

摘 要:以“丰花月季”品种为试材,采用正交实验设计,研究蔗糖、硼酸、 CaCl_2 、 MgSO_4 、 ZnSO_4 5个因素不同浓度对其花粉生活力的影响,以期找出最适宜“丰花月季”花粉萌发的培养条件。结果表明:蔗糖浓度对“丰花月季”花粉萌发的影响最大,其余依次为硼酸浓度、 ZnSO_4 浓度、 CaCl_2 浓度、 MgSO_4 浓度的影响最小。一定浓度的蔗糖、硼酸、 CaCl_2 对花粉的萌发有较大的促进作用,但超过一定浓度时起抑制作用,而 ZnSO_4 浓度对花粉的萌发率影响是在一定范围内先降低后升高, MgSO_4 浓度对花粉的萌发影响不太明显。最适宜“丰花月季”花粉萌发的离体条件是200 g/L蔗糖+100 mg/L 硼酸+50 mg/L CaCl_2 +20 mg/L MgSO_4 +40 mg/L ZnSO_4 。

关键词:“丰花月季”;花粉生活力;正交实验

中图分类号:S 685.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0072-04

近年来随着消费者对“丰花月季”(Rosa hybrida)喜爱,“丰花月季”新品种的选育也越来越重要,迫切要培育出更多新、奇、罕、特、异的符合消费市场需求品种,因此“丰花月季”的育种愈显示出其重要性。在花卉的育种过程中,为了进行人工辅助授粉或杂交授粉,或为了解决亲本的花期不一致或远缘杂交的困难,常需要保存花粉的活力。花粉是有性繁殖植物遗传物质的载体,影响有性繁殖植物的授粉、胚胎发育、遗传基础^[1],

研究花粉的生活力和可育性是育种工作必不可少的基础性工作。其中花粉萌发率是衡量花粉生活力大小的指标之一,也是最重要的指标^[2]。因此,如何提高“丰花月季”花粉萌发率是一个需要深入研究的课题。有关适合“丰花月季”花粉萌发的培养基的报道不多,且多集中于对蔗糖和硼酸的研究。为此,现以“丰花月季”品种为试材,选择不同浓度的蔗糖、硼酸、 CaCl_2 、 MgSO_4 和 ZnSO_4 ,采用正交实验设计,研究不同成分组合对“丰花月季”花粉生活力的影响,获得最优花粉离体培养的培养基,以期“丰花月季”人工授粉、杂交育种以及花粉单倍体培养等提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2013年5月采集生长健壮的“丰花月季”植株上含苞待放的花蕾为试材。

第一作者简介:张立磊(1978-),女,硕士,讲师,研究方向为园林植物资源研究及设计。E-mail:366893563@qq.com

责任作者:李桂荣(1974-),女,回族,博士,副教授,现主要从事园艺植物育种及生物技术教学与科研工作。E-mail:liguirong10@163.com

基金项目:河南省科技厅资助项目(143400410043)。

收稿日期:2015-03-15

measurement and analysis method. The results showed that plant height of 4-year-old ‘Red Rocket’ and ‘Dynamite’, respectively, 9.2% and 16.0% were higher than control; ground diameter of 4-year-old ‘Red Rocket’ and ‘Dynamite’, respectively, 15.3% and 18.7% were thicker than control; the flower color of ‘Red Rocket’ was bright red(RHS 46B) and ‘Dynamite’ was scarlet(RHS 46A), flower diameter were 4.1 cm and 4.5 cm, length of inflorescence were 25.1 cm and 35.1 cm. The florescence was from the middle of June to november, lasted four months, the flowers density were very high. Proline content increased first, then decreased under drought, the order of drought tolerance was: ‘Red Rocket’ > ‘Dynamite’ > control, proline content were ‘down-up-down’ trend under water-logging stress, the order of water-logging tolerance was: ‘Dynamite’ > ‘Red Rocket’ > control, leaves *in vitro* of ‘Red Rocket’ had higher proline content under freezed, the order of cold tolerance was: ‘Red Rocket’ > ‘Dynamite’ > control.

Keywords: Lagerstroemia indica; introduction; stress resistance; proline