

倪 川,袁雪艳,丁 卉,等. 不同栽培模式三叶青叶绿素荧光特征[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):161–164.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.14.037

# 不同栽培模式三叶青叶绿素荧光特征

倪 川<sup>1</sup>,袁雪艳<sup>2</sup>,丁 卉<sup>2</sup>,邹双全<sup>1,2</sup>,邹小兴<sup>1,2</sup>

(1. 福建农林大学林学院,福建福州 350002; 2. 自然生物资源保育利用福建省高校工程研究中心,福建福州 350002)

**摘要:**通过对杉木林、阔叶林、毛竹林等不同林分,林下地栽、林下控根容器栽培、大棚地栽和大棚盆栽等不同栽培模式三叶青的叶绿素荧光参数和叶绿素相对含量进行测定,不同栽培模式下三叶青的叶绿素含量和叶绿素荧光参数的差异。结果发现,在郁闭度过高(>90%)或过低(40%~50%)的杉木林下,三叶青的光合性能和生长发育均受到抑制;在郁闭度 60%~70% 的阔叶林下,三叶青的生长发育状况及光合生理性能均优于杉木林下和毛竹林下;大棚栽培的三叶青比林下栽培的三叶青表现出更优的光合能力和生长发育状况。最终发现在郁闭度 60%~70% 的阔叶林下,用控根容器并架设攀援网种植三叶青,可能会获得较佳光合性能和较佳叶片形态的三叶青。

**关键词:**三叶青;叶绿素荧光;叶绿素含量;林下栽培

**中图分类号:** S567.904 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)14-0161-03

三叶青(*Tetragastria hemsleyanum* Diels et. Gilg)为葡萄科崖爬藤属植物三叶崖爬藤,别称石老鼠、金线吊虾蟆、金线吊葫芦、蛇附子、三叶编藤、金线吊马铃薯等<sup>[1-4]</sup>,以块根或全株入药<sup>[1-2]</sup>,是我国福建、浙江、江西等地民间著名草药,具有清热解毒、活血散结、消炎止痛、祛风化痰、理气健脾等功效<sup>[1,3]</sup>,可治疗高热惊厥、扁桃体炎、支气管炎、肺炎、咽喉炎、肝炎、胃炎、肠炎、宫颈炎、淋病结核、前列腺炎、败血症及病毒性脑膜炎等症,特别是对小儿高烧、各种积水有独特疗效,是西药无可替代的植物抗生素。由于三叶青对生长环境要求比较高,野生状态下生长比较缓慢<sup>[5]</sup>,随着市场需求量逐渐增大,特别是三叶青具有抗肿瘤、抗艾滋病毒活性的发现和应<sup>[6-10]</sup>,导致野生资源因大量采挖而濒临灭绝。因此,加强对三叶青野生资源的保护,实现其资源可持续利用具有重要意义。而探明三叶青在不同生境条件下的光合生理特点则是保护野生三叶青资源的关键。

三叶青喜湿润、阴凉的环境,多生长于山坡灌丛、山谷、溪边林下岩石缝中<sup>[1-3]</sup>,在阳光直射处亦有生长,但长势较差。林分结构不同,林下植物接收的光照度和光质类型有差异,从而影响其光合作用与光形态建成,进而影响林下植物的生长与存活。叶绿素荧光被称为植物光合功能快速无损的探针,能够有效地检测出植物对周围不同光照环境的响应<sup>[11-12]</sup>。叶绿素荧光参数是一组用于描述植物光合作用机制和光合生理状况的变量,可反映植株叶片的光合效率和潜在能力,是植物生态环境适应机制的内在表征<sup>[13]</sup>。本研究对不同林分下的三叶青叶绿素荧光参数进行测定,以期从生理生态角度探讨不同林分结构对三叶青生长的影响,来检测三叶青的叶绿

素活性从而研究不同林分结构对三叶青生长的影响,为三叶青林下套种、资源保护与利用,提供试验证据和理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

朱山村药博园位于福建省邵武市城郊镇,其地理坐标为 27°15'48"~27°15'58"N,117°29'48"~117°29'58"E。属闽北山地气候,雨量均衡,年平均气温为 17.8℃,年平均降水量为 1 647.7 mm<sup>[14]</sup>。试验时间为 2017 年 4 月,试验地为朱山村药博园内种植三叶青的杉木林、阔叶林、毛竹林和大棚,平均海拔高度为 256 m,土壤以红壤为主。试验设杉木林地栽培(DJ1)、杉木林控根容器栽培(RQ1)、阔叶林控根容器栽培(RQ2)、毛竹林控根容器栽培(RQ3)、大棚盆栽(RQ4)、大棚地栽(DJ2)6 种处理,分坡位(上坡、中坡和下坡)或方向,选取长势健壮的三叶青作为研究材料。不同栽培模式下的光照度和空气湿度变化如图 1 所示。

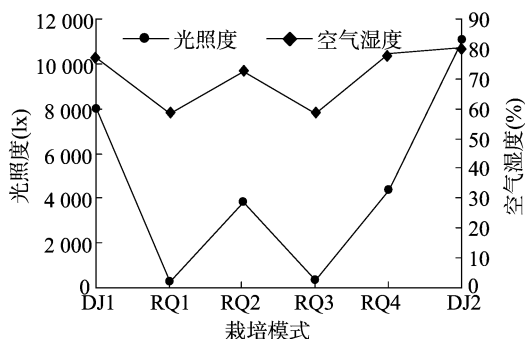


图1 不同栽培模式下的光照度和空气湿度

### 1.2 外界生长环境的评估

采用温湿度光照度三参数记录仪(CJL-18)对外在生长环境(林下光照度、温度、空气湿度)进行测定,每种处理取叶片做 3 次重复。运用全球定位系统(GPS)测定相应的地理位置和海拔。对三叶青的生长状况及生存环境进行实地评估,结果如表 1 所示。

收稿日期:2018-03-26

基金项目:福建省科技厅重大专项(编号:2015N3012);福建农林大学林学院青年基金(编号:61125C039S)。

作者简介:倪 川(1985—),男,福建福清人,硕士,讲师,主要从事林业植物生理生化研究。E-mail:ni\_chuan@163.com。

通信作者:邹小兴,博士,副教授,主要从事药用植物资源与栽培研究。E-mail:448962113@qq.com。

表 1 三叶青生长状况及生存环境

栽培模式	郁闭度或遮阴网规格	攀援网	凋落物及杂草	植株生长状况
DJ1	40% ~ 50%	有	较少	叶片偏黄、生长受抑制
RQ1	90% 以上	无	极少	叶片面积小、植株矮小
RQ2	60% ~ 70%	无	较多	叶片偏黄、植株生长良好
RQ3	40% ~ 50%	无	较少	叶片偏黄、植株矮小
RQ4	3 针遮阳网	有	无	植株生长良好
DJ2	3 针遮阳网	无	无	植株生长较好

注:3 针遮阳网的遮光率在 70% 左右。

1.3 叶绿素荧光参数的测定

采用 FluorCam 便携式 GFP/Chl. 荧光成像仪对叶绿素荧光参数进行测定。测定时,选择代表性植株,测定顶端向下当年生成成熟叶的第 3、4 片叶,每种栽培模式测定 3 株以上。

1.4 叶绿素含量的测定

用便携式叶绿仪测定三叶青叶片的叶绿素相对含量时,选取年龄基本一致、长势基本一致的 6 株单株(每个单株选 2 张叶进行测定)全面展开的中部叶,于主脉两侧不同位置,用植物营养测定仪测定叶片叶绿素含量,每面测 2 次,每张叶片共测 4 次,取平均值作为该单株叶片的叶绿素含量。

1.5 数据分析

利用 Excel 2003 对数据进行整理、作图,用 SPSS 18.0 软件进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 初始荧光( $F_0$ )和最大荧光( $F_m$ )的比较

$F_0$  是 PS II 反应中心处于完全开放时的荧光强度。由图 2-A 可知,在不同的栽培模式下,大棚地栽(DJ2)三叶青的  $F_0$  值高,达 212.04,显著高于其他 5 种栽培模式,是阔叶林控根容器栽培(RQ2)的 1.72 倍。杉木林地栽培(DJ1)、杉木林控根容器栽培(RQ1)、毛竹林控根容器栽培(RQ3)和大棚盆栽(RQ4)的  $F_0$  值处于中间水平,且相互间差异不显著。

$F_m$  是 PS II 反应中心处于完全关闭时的荧光强度。三叶青的  $F_m$  在大棚盆栽和大棚地栽时出现高值,在杉木林地栽培、杉木林控根容器栽培、阔叶林控根容器栽培和毛竹林控根容器栽培相对较低,相互之间差异不显著(图 2-B)。

2.2 PS II 光化学效率( $F_v/F_m$ )的比较

$F_v/F_m$  比值称为 PS II 的原初光能转化效率,反映了 PS II 利用光能的能力<sup>[15]</sup>。在不同的栽培模式下,三叶青的  $F_v/F_m$  值分布在 0.52 ~ 0.66 之间(图 2-C), $F_v/F_m$  从大到小依次为大棚盆栽 > 阔叶林控根容器栽培 > 杉木林地栽培 > 大棚地栽 > 毛竹林控根容器栽培 > 杉木林控根容器栽培。 $F_v/F_m$  在毛竹林控根容器栽培和杉木林控根容器栽培出现低值,其他 4 种栽培模式下  $F_v/F_m$  均较高。

2.3 PS II 量子效率(Yield)的比较

Yield 是在 PS II 反应中心部分关闭时,实际捕获 PS II 光能的效率,反映了叶片将吸收的光能用于光合电子传递的比例<sup>[15]</sup>。从图 2-D 可知,在不同的栽培模式下,三叶青的 Yield 值差异显著,其从大到小顺序依次为阔叶林控根容器栽培 > 大棚盆栽 > 大棚地栽 > 杉木林控根容器栽培 > 杉木林地栽培 > 毛竹林控根容器栽培,其中阔叶林控根容器栽培显著高于其他栽培模式,分别是大棚盆栽的 1.2 倍、大棚地栽培的

1.4 倍、杉木林控根容器栽培的 1.7 倍、杉木林地栽培的 2.1 倍以及毛竹林控根容器栽培的 2.9 倍。

2.4 光化学猝灭系数( $q_p$ )和非光化学猝灭系数(NPQ)的比较

$q_p$  反映了 PS II 天线色素吸收的光能用于光化学电子传递的比例及 PS II 反应中心的开放程度,NPQ 能衡量植物的热耗散能力,是植物光合机构自我保护的一种机制<sup>[16]</sup>。由图 2-E 和图 2-F 可知,在 6 种不同的栽培模式中,三叶青的  $q_p$  和 NPQ 有着相似的变化规律,即在阔叶林控根容器栽培、大棚盆栽和大棚地栽均出现高值且三者之间差异不显著,但显著高于其他 3 种栽培模式。

2.5 6 种栽培模式下的叶绿素相对含量(SPAD)的比较

在不同的栽培模式下,三叶青的叶绿素(SPAD)差异显著(图 3),SPAD 为大棚盆栽 > 杉木林控根容器栽培 > 杉木林地栽培 > 大棚地栽 > 阔叶林控根容器栽培 > 毛竹林控根容器栽培,其中,大棚盆栽三叶青的叶绿素相对含量分别高出杉木林控根容器栽培 21.3%、杉木林地栽培 46.5%、大棚地栽培 47.4%、阔叶林控根容器栽培 62.1%、毛竹林控根容器栽培 125.7%。

3 结论与讨论

杉木林下种植三叶青,其  $F_0$ 、 $F_m$ 、 $F_v/F_m$ 、Yield、 $q_p$ 、NPQ 和 SPAD 均处于中等水平,地栽的三叶青的  $F_0$ 、 $F_m$ 、 $F_v/F_m$ 、 $q_p$  和 NPQ 均比控根容器栽培的高。这可能是杉木林下光照条件的差异造成的。经实地调查,在 40% ~ 50% 遮阴条件下,杉木林地栽培的三叶青叶片偏黄,生长受到一定的抑制。在 90% 以上的遮阴条件下,杉木林控根容器栽培的三叶青叶片面积偏小,植株矮小。这说明,在 40% ~ 50% 的遮阴条件下,三叶青的光合性能和生长发育均受到抑制;在高郁闭度(90% 以上)条件下,三叶青的光合能力受到限制,严重抑制了植株的生长发育。因此,在林下种植三叶青,应通过疏伐或遮阴网调节林下的光照度,一般为 67% 左右的遮阴能创造适合的环境,以便获得最佳光合性能和最佳叶片形态的三叶青<sup>[17-18]</sup>。

用控根容器在 3 种不同的林分下种植三叶青,其荧光参数及植株的生长状况均有一定的差异。阔叶林控根容器栽培(郁闭度 60% ~ 70% 左右)的三叶青长势良好但叶片偏黄,其荧光参数  $F_0$ 、 $F_m$  和 SPAD 均出现低值,而  $F_v/F_m$ 、Yield、 $q_p$  和 NPQ 均显著大于杉木林控根容器栽培和毛竹林控根容器栽培。这表明,阔叶林控根容器栽培的三叶青长势良好,有较高的光能转换效率和光合电子传递速率,且光合机构自我保护能力较强,有利于叶片捕获光能,并将光能更充分有效地转化

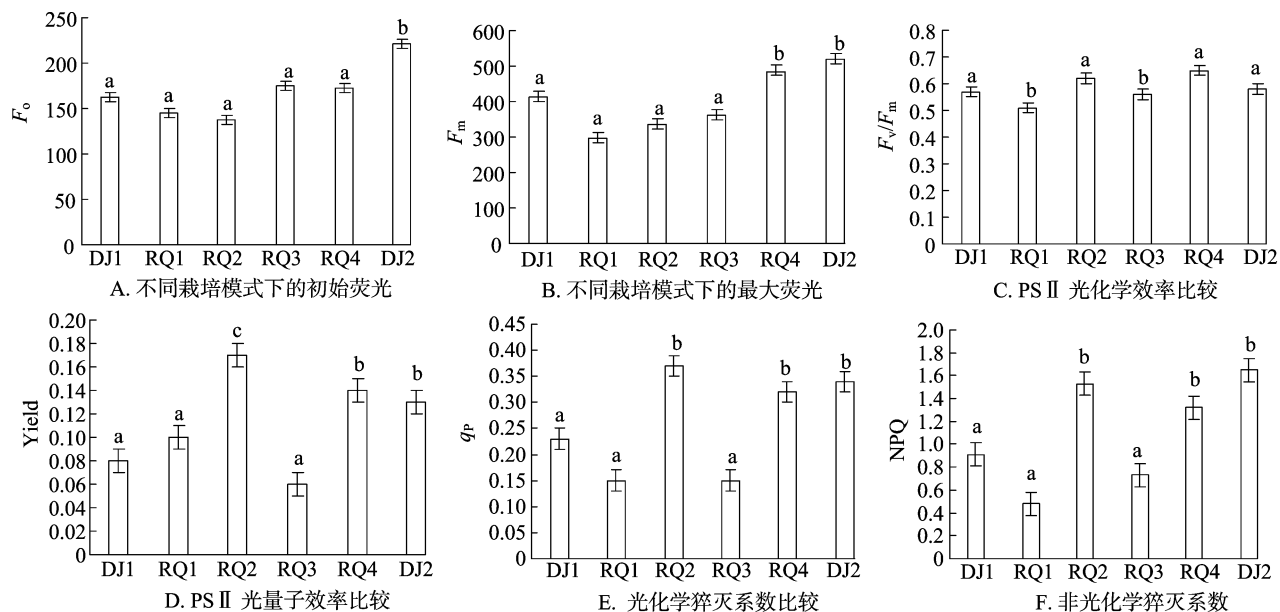


图2 不同栽培模式的叶绿素荧光参数的比较

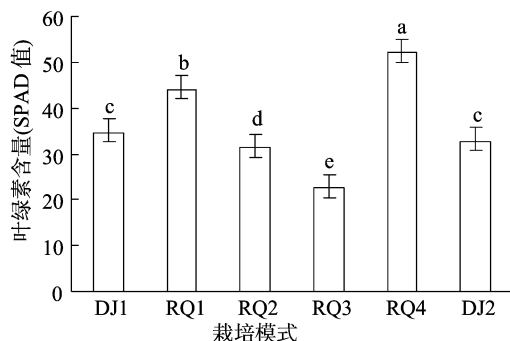


图3 不同栽培模式的叶绿素相对含量比较

为植物所需的化学能,有利于碳同化和有机物的养分积累<sup>[19-21]</sup>。但由于没有架设攀援网,藤蔓贴地生长,叶子被厚厚的凋落叶及杂草覆盖,这可能是阔叶林下三叶青的叶片颜色偏黄偏浅及其  $F_o$ 、 $F_m$  和 SPAD 偏低的原因。因此,在郁闭度 60%~70% 的阔叶林下,架设攀援网种植三叶青,有利于培育生长发育状况及光合生理性能良好的三叶青。

大棚盆栽和大棚地栽的三叶青生长状况良好,其  $F_o$ 、 $F_m$ 、 $F_v/F_m$ 、Yield、 $q_p$ 、NPQ 和 SPAD 与林下栽培模式相比,均处于较高的水平。表明大棚三叶青有较高的叶绿素浓度、光能转换效率和光合电子传递速率,且热耗散能力强,这说明其叶片的光合能力较强,能更有效地捕获光能,并更有效地将光能转化为植物所需的化学能。与林下的栽培模式相比,大棚不仅有人工建造的良好生存环境(遮阴度 60% 左右),还有辅助的人工水肥管理措施。因此,三叶青大棚栽培可充分利用林下土地资源,实现三叶青的野生变家种。

#### 参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志(第 48 册第 2 分册)[M]. 北京:科学出版社,1998:122-123.
- [2] 福建植物志编写组. 福建植物志(第三卷)[M]. 福州:福建科学技术出版社,1988:385.
- [3] 福建省医药研究所. 福建药物志(第一册)[M]. 福州:福建人民出版社,1979:311-312.
- [4] 浙江植物志编辑委员会. 浙江药物志(第四册)[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1993:129.
- [5] 杜苏瑞,向太和,李 滕. 生物技术在药用植物三叶青中的应用研究进展[J]. 杭州师范大学学报(自然科学版),2012,11(2):142-145.
- [6] 陈丽芸. 三叶青化学成分及抗肿瘤活性研究[D]. 福州:福建中医药大学,2014:24-26.
- [7] 钟良瑞,魏克民. 三叶青黄酮对肺癌 A549 细胞生长抑制与 MAPKs 通路关系的研究[J]. 中国药理学通报,2014,30(1):101-104.
- [8] 丁 丽,纪其雄,吕雯婷,等. 三叶青水提物体内、体外抗肿瘤作用的研究[J]. 中成药,2013,35(5):1076-1078.
- [9] 王明仪,陈伟芳,陈 宇,等. 三叶青乙酸乙酯提取物对裸鼠人肝癌细胞 HepG-2 皮下移植瘤生长抑制作用的研究[J]. 中国中医药科技,2014,21(2):157-158,163.
- [10] 黄英秀. 一种抗艾滋病病毒及抗癌的药物组合:CN1145240[P]. 1997-03-19.
- [11] Adams W W, Demmig-Adams B. Chlorophyll fluorescence as tool to monitor plant response to the environment[C]// Papageorgiou G C. Advances in photosynthesis and respiration series: Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis. Springer, 2004:583-604.
- [12] Bruce D, Vasil ev S. Excess light stress; multiple dissipative processes of excess excitation[C]// Papageorgiou G C. Advances in photosynthesis and respiration series: Chlorophyll fluorescence: a signature of photosynthesis. Springer, 2004:497-523.
- [13] 林世青,许春辉,张其德,等. 叶绿素荧光动力学在植物抗性生理学、生态学和农业现代化中间的作用[J]. 植物学通报,1992,9(1):1-16.
- [14] 刘 虹. 邵武市耕地质量变化调查研究[D]. 福州:福建农林大学,2015:23-24.

谢东升,张弯弯,李仕裕,等. 23 种野生野牡丹科植物引种和综合评价[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):164-168.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.14.038

## 23 种野生野牡丹科植物引种和综合评价

谢东升<sup>1,2</sup>, 张弯弯<sup>1,2</sup>, 李仕裕<sup>2</sup>, 王永洪<sup>1,2</sup>, 刘颂颂<sup>3</sup>, 莫罗坚<sup>3</sup>, 王发国<sup>2</sup>, 张尚坤<sup>3</sup>

(1. 仲恺农业工程学院园艺园林学院, 广东广州 510225; 2. 中国科学院华南植物园植物资源保护与可持续利用重点实验室, 广东广州 510650;  
3. 东莞市林业科学研究所, 广东东莞 523106)

**摘要:**为了充分发掘野牡丹科(Melastomataceae)植物的园林绿化价值,利用层次分析法(analytic hierarchy process, 简称 AHP)对广东省、海南省分布的 23 种野生野牡丹科植物的观赏性、适应性和抗逆性进行综合评价。综合评价模型由观赏性、适应性、抗逆性 3 个评价准则及相关的 15 个评价因子构成。结果表明,地蕊(*Melastoma dodecandrum*)、野牡丹(*M. candidum*)、展毛野牡丹(*M. normale*)、毛蕊(*M. sanguineum*)、熊巴掌(*Phyllagathis cavaleriei*)、溪边蜂桑勒(*Sonerila rivularis*)、虎颜花(*Tigridiopalma magnifica*)、紫毛野牡丹(*Melastoma penicillatum*)、楮头红(*Sarcopyramis napalensis*)、叶底红(*Phyllagathis fordii*)、蜂斗草(*Sonerila cantonensis*)11 种野牡丹科植物具有较强的观赏和开发价值。

**关键词:**野牡丹科植物;观赏性;适应性;抗逆性;层次分析法

**中图分类号:**Q949.762.3;S685.110.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2019)14-0164-05

野牡丹科(Melastomataceae)是植物中的一个大家族,全世界分布约 240 个属、3 000 余个种,广泛分布于热带和亚热带地区,主产于美洲。我国约有 25 个属、160 个种、25 个变种<sup>[1]</sup>,主产于长江以南各省区,其中西南、华南等地最多。广东省约有 17 个属 70 个种<sup>[2]</sup>。海南野牡丹科植物有 12 个属 30 个种和 1 个变种,其中以野牡丹属(*Melastoma*)植物观赏价值最高<sup>[3]</sup>。

野牡丹科植物资源丰富、花果艳丽、叶色丰富、花期基本分布在一年中的各个季节。华南地区野牡丹科植物种类尤为丰富,它们形态多样,除花部特征外,有的种类叶形奇特,株型小巧;有的种类匍匐于地表,耐践踏且绿期长;有的种类适应性强、易成活、需肥少。在很多方面都表现出很高的观赏价值<sup>[4]</sup>。目前,华南地区应用于园林绿化的野牡丹科植物种类寥寥无几,且多集中在巴西野牡丹(*Tibouchina seecandra*)、野牡丹(*Melastoma candidum*)、毛蕊(*M. sanguineum*)这些花大、色彩艳丽、高大的常用植株上,不仅限制了人们对野牡丹整个

科观赏美感的认识,还浪费了多余的精力和经费在异地引种上。为了发掘野牡丹科的园林观赏价值,有必要对其进行定量、完善和科学地评价,充分发挥野牡丹科植物的观赏价值及应用潜力<sup>[5]</sup>。本研究通过对广东和海南 2 地野牡丹科代表种类进行引种驯化,在林秋金等<sup>[5]</sup>、朱纯等<sup>[6]</sup>、代色平等<sup>[1]</sup>的综合评价体系基础上作了新的调整,从适应性、抗逆性、观赏性 3 个方面对引种的野牡丹科植物进行综合评价,以期对相关研究、园林绿化配置及室内花卉装饰应用提供参考。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

自 2016 年 7 月到 2017 年 10 月为止,从广东省佛山市、乐昌市、乳源县、翁源县、丰顺县等地以及海南省五指山市陆续搜集多种野生状态下的野牡丹科植物,包括野牡丹属、蜂斗草属(*Sonerila*)、柏拉木属(*Blastus*)、金锦香属(*Osbeckia*)、肉穗草属(*Sarcopyramis*)、虎颜花属(*Tigridiopalma*)、野海棠属(*Bredia*)、锦香草属(*Phyllagathis*)、异药花属(*Fordiophyton*)等 23 种野牡丹科植物。23 种野牡丹科植物简介见表 1。

#### 1.2 试验地概况

引种试验地选在广东省广州市中国科学院华南植物园科研区实验大棚。引种期间极端低温 4℃,极端高温 37℃,年光照时长达 1 945 h;年降水量为 1 600~1 800 mm<sup>[7]</sup>;年空气相对湿度介于 16%~98%之间;夏季最高风力等级小于 9 级。稳定的气候环境,配合涤纶遮阳网和喷灌设备等完善的

收稿日期:2018-04-08

基金项目:广东省林业科技创新(种苗)专项(编号:2015KJCX020);  
广东省省级科技计划(编号:2015A020220011)。

作者简介:谢东升(1994—),男,硕士研究生,主要从事园林植物资源研究。E-mail:1160651768@qq.com。

通信作者:王发国,博士,副研究员,主要从事植物分类与区系地理研究。E-mail:wangfg@scbg.ac.cn。

[15] 司继播,孙明,刘良云. 叶绿素荧光分析技术综述[C]//中国农业工程学会 2007 年学术年会论文汇编,大庆,2007:143.

[16] Dai Y, Shen Z, Liu Y, et al. Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg [J]. Environmental & Experimental Botany, 2009, 65(3): 177-182.

[17] 钱丽华,戴丹丽,姜慧燕,等. 濒危药用植物三叶青研究进展[J]. 浙江农业学报, 2015, 27(7): 1301-1308.

[18] 毛丽花. 道地中药材三叶青果药套种技术研究[J]. 现代农业科技, 2015(18): 109-110.

[19] 孙红英,曹光球,辛全伟,等. 香樟 8 个无性系叶绿素荧光特征比较[J]. 福建林学院学报, 2010, 30(4): 309-313.

[20] 郑蓉,黄耀华,连巧霞,等. 刚竹属 13 个竹种叶绿素荧光特性比较[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(2): 263-267.

[21] 吴甘霖,段仁燕,王志高,等. 干旱和复水对草莓叶片叶绿素荧光特性的影响[J]. 生态学报, 2010, 30(14): 3941-3946.