

DOI:10.11937/bfyy.201708017

丁香属植物红丁香解剖结构及其抗旱适应性

钱 雪, 张友民, 张达维, 郑 冲, 包文慧, 刘立言

(吉林农业大学 园艺学院, 吉林 长春 130118)

摘 要:以红丁香的根、茎和叶为试材,采用石蜡、木材切片及导管离析方法,研究了红丁香解剖结构与其抗旱性的联系,揭示其结构植物学特征及其干旱适应性机理。结果表明:红丁香根具有很强的贮水能力,横向和纵向的输水能力也得到保证,茎在贮水、保水、加强输水以及失水后保护等方面也有很强的适应机制。叶的特殊结构不仅保证了红丁香的光合效率,保证植物同化作用的进行,还可阻止高温伤害和过度水分流失。红丁香根、茎和叶的解剖结构均具有明显的抗旱特征,说明红丁香具有极强的抗旱能力。

关键词:红丁香;结构解剖;抗旱适应性

中图分类号:S 685.26 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)08-0070-06

红丁香(*Syringa villosa* Vahl)属木犀科(Oleaceae)丁香属(*Syringa*)落叶灌木。红丁香喜光,喜冷凉湿润气候,稍耐阴,耐寒,耐旱^[1]。生长于山坡灌丛或沟边、河旁,海拔1 200~2 200 m,主要产于温带地区,如我国辽宁、河北、山西、陕西、甘肃等省。朝鲜北部也有分布^[2]。红丁香生长强健,枝干茂密,顶生大型圆锥花序灿烂无比,花色美丽芳香,抗病虫害能力极强,对大气污染、粉尘及氟化氢、二氧化硫等有毒气体有较强的吸附能力。故可作为城市城镇行道树、绿化、美化树种,庭院种植或丛植于草坪中效果更佳^[3-5]。目前并未对红丁香的解剖结构与干旱适应性进行深入的研究,该研究拟从红丁香的解剖结构入手,揭示其结构植物学特征及其干旱适应性机理,旨在为该物种的深入研究提供必要的参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试红丁香于2016年5月采自吉林农业大学校内花坛。选取红丁香健康植株,将根、茎片分别以1~2 cm长为取样单位,叶以1 cm²为取样单位,每片根茎叶分别取2~3个。取后立即放入盛有

FAA固定液的小瓶中密封保存。

1.2 试验方法

叶片、初生茎、初生根采取常规石蜡切片法切片,次生茎、次生根采用木材切片法切片,导管采用Jeffrey氏离析法,Motic BA400型高级生物显微镜对石蜡切片进行数据调查及显微摄影^[6]。

2 结果与分析

2.1 红丁香的形态特征

红丁香高达4 m。枝直立,粗壮,灰褐色,具皮孔,小枝淡灰棕色,无毛或被微绒毛,具皮孔。叶片卵形,椭圆状卵形、宽椭圆形至倒卵状长椭圆形,长4~18 cm,宽1.5~11 cm;叶柄长0.8~2.5 cm,无毛或略被柔毛。圆锥花序直立,长5~17 cm,宽3~10 cm;花梗长0.5~1.5 mm;花芳香;花萼长2~4 mm,萼齿锐尖或钝;花冠淡紫红色、粉红色至白色,花冠管细弱,稀较粗达3 mm,近圆柱形,长0.7~1.5 cm,裂片成熟时呈直角向外展开,卵形或长圆状椭圆形,长3~5 mm,先端内弯呈兜状而具喙,喙凸出;花药黄色,长约3 mm,位于花冠管喉部或稍凸出。果长圆形,长1.0~1.5 cm,宽约6 mm,先端凸尖,皮孔不明显。

2.2 结构特征

2.2.1 根的结构 根的次生结构主要分为周皮和次生维管组织。周皮由木栓层、木栓形成层和栓内层组成,木栓层是木栓形成层向外分裂形成的一层较厚的组织,大约10~12层,有少量含晶细胞,可以

第一作者简介:钱雪(1990-),女,吉林长春人,硕士研究生,研究方向为植物形态解剖。E-mail:zhaozhiling1@163.com

责任作者:张友民(1963-),男,吉林长春人,博士,教授,现主要从事植物形态解剖与湿地植物生态等研究工作。E-mail:125017922@qq.com

收稿日期:2016-12-22

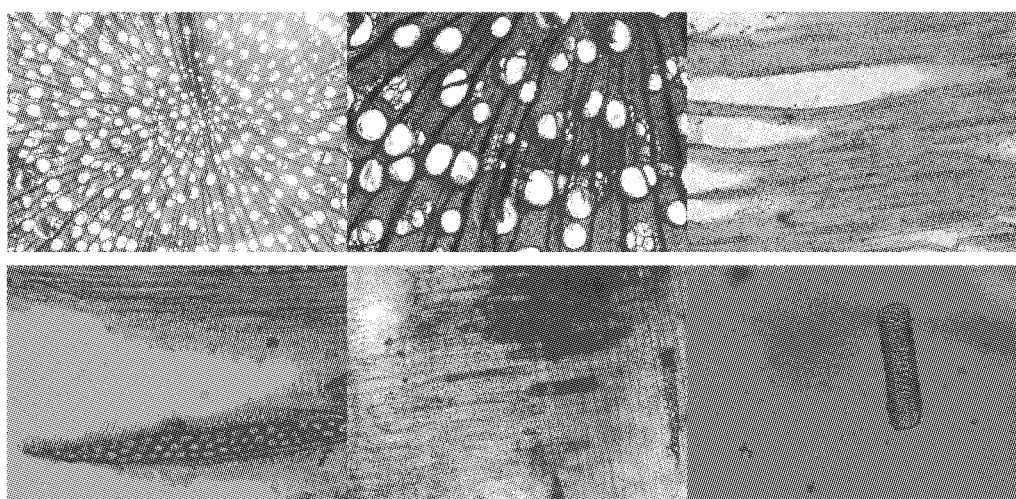
对根的表面起到很好的保护作用;栓内层是木栓形成层向内分裂形成的一层薄壁细胞组织。次生维管组织由次生韧皮部、形成层和次生木质部共同组成。维管形成层呈环状,其向内分裂生成木质部,向外分

裂形成韧皮部,较多的木质部和较少的韧皮部二者呈同心环状排列。维管射线是在次生韧皮部和次生木质部中径向排列的一些加长薄壁细胞,构成次生结构的径向运输系统。



图1 红丁香植株形态

Fig. 1 *Syringa villosa* Vahl plant morphology



注:左上为次生根横切,中上为次生根横切局部放大,右上为次生根弦切,左下为次生根弦切局部放大,中下为次生根纵切,右下为根导管。

Note: Left for secondary roots for secondary roots in crosscut, crosscutting enlarged, on the right time rooting for the lower left chord, secondary root chord enlarged, lower secondary root for slitting, to the right with the catheter.

图2 红丁香根的解剖结构

Fig. 2 Anatomical structure of *Syringa villosa* Vahl root

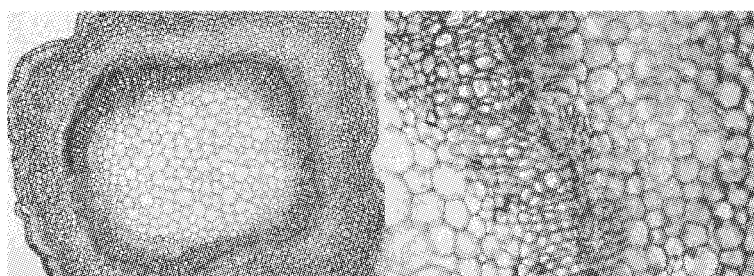
2.2.2 茎的结构 初生茎:茎的初生结构主要分为表皮、皮层和初生维管柱3部分。表皮是排列紧密的一层近正方形细胞,细胞壁较厚,而且外壁明显加厚,覆盖角质层。表皮附近有数层含叶绿体较小体积的厚角细胞。皮层是表皮向内的4~6层薄壁细胞,散生含少量叶绿体的含晶细胞。其中维管束外侧皮层组织细胞较为发达。皮层以内的部分都是维管柱,在初生茎中占有很大比例,主要由维管束、髓和髓射线构成。维管束由初生木质部与束中形成层

和初生韧皮部构成,与根中不同,茎中初生木质部发育方式为内始式,由内向外逐渐切向扩展,管状分子的管腔逐渐增大。初生髓射线是大量近等径形薄壁细胞构成的,排列紧密,连接皮层和茎中心的髓。髓处于茎的最中心部分,由大型近等径形薄壁细胞构成,排列紧密,较发达。髓外围无环髓带。次生茎:从次生茎横切面观察,发现次生茎主要由周皮、次生韧皮部、次生木质部和髓4部分构成。次生木质部是具有髓的散孔材,包括木薄壁组织、木纤维、木射

线、导管分子和管胞组成。导管主要由孔纹导管组成,导管分子为单穿孔板。导管底壁倾斜角度不大,尾端呈针状或锥状。一般早材导管分子管孔大于晚材导管分子。导管分子长度为 521.9~714.2 μm ,壁厚为 5.7~7.1 μm ,导管分子直径为 44.5~72.5 μm ,每平方米管孔数目平均为 372 枚。次生茎中所含管胞较少,管胞直径为 24.1~55.2 μm 。木纤维含量较多,分布于整个木材中,木纤维平均长度为

601.7 μm ,直径为 32.6 μm 。

根据 KRIBS^[7]对木射线的分类法,红丁香均属于异型 II,由单列射线组织和多列射线组织构成。单列射线较少,多列射线较多。木射线多列列宽为 8.3~13.1 μm ,列高为每个细胞 4~15 μm ,每平方米 27~53 枚,径切面上观察,由直立细胞和横卧细胞组成,直立细胞在射线上下侧各有 2~4 层。

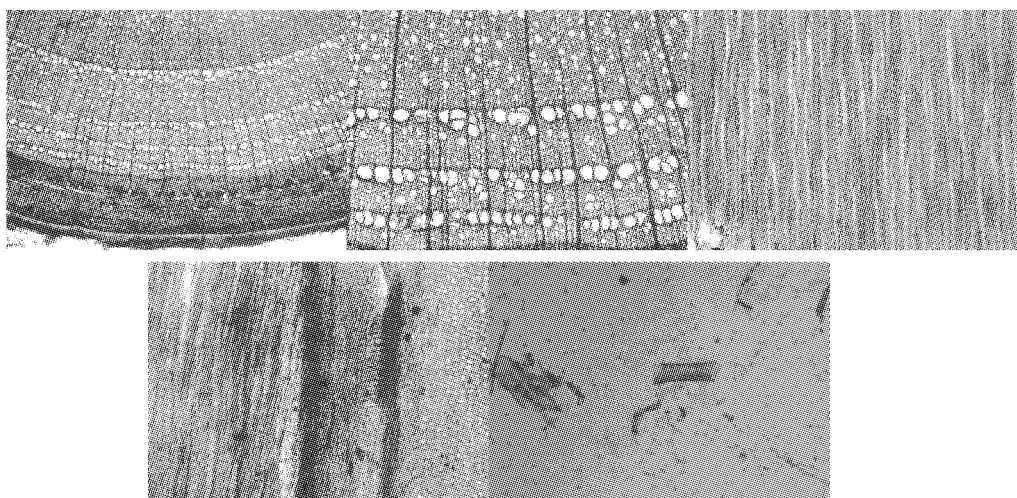


注:左为初生茎,右为初生茎局部放大。

Note: Left as the primary stem and the right as the magnifying part of the primary stem.

图 3 红丁香初生茎的解剖结构

Fig. 3 Anatomical structure of the primary stem of the *Syringa villosa* Vahl



注:左上为次生茎横切,中上为次生茎横切局部放大,右上为次生茎弦切,左下为次生茎纵切,右下为茎导管。

Note: Left for the secondary stem in crosscutting, local amplification, secondary stem cross section on the right secondary stem tangential, left to right next to the longitudinal secondary stem, stem tube.

图 4 红丁香次生茎的解剖结构

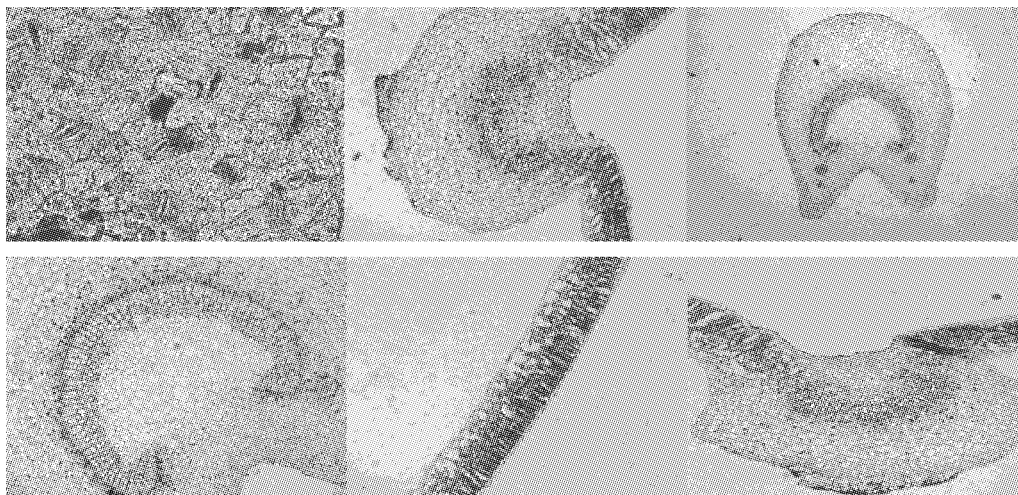
Fig. 4 Anatomical structure of secondary stem of *Syringa villosa* Vahl

2.2.3 叶的结构 叶柄:叶柄分为表皮、维管束和基本组织 3 部分。叶柄表皮细胞呈圆形,一层细胞排列紧密,有厚厚的角质层。叶柄维管束细胞呈扇形分布,木质部和韧皮部径向由内向外发射,木质部导管径向排列,韧皮部由筛管、伴胞和韧皮薄壁组织构成。基部横切面均呈半月型,近轴面有凹陷。叶

片:叶片是由表皮、叶肉、叶脉共同组成的单叶。上、下表皮都是一层排列紧密的多边形细胞,具有较厚的角质层。大量小气孔分散存在于下表皮,无规则而且只有保卫细胞。蜡质层和角质层呈条状排列,具有保护作用。叶肉由栅栏薄壁组织和海绵薄壁组织构成,2 层栅栏组织排列紧密,不规则的海绵组织

细胞中叶绿体含量较少,栅海比为 5:1。叶脉的主脉维管束均由初生木质部和初生韧皮部组成。初生木质部和初生韧皮部由内向外分布,分别由导管、管

胞、木薄壁组织细胞和筛管、伴胞和韧皮薄壁细胞组成,导管和管胞多为多边形细胞。



注:左上为气孔,中上为叶片,右上为叶柄,左下为叶柄局部放大,中下为叶脉,右下为叶片。

Note: Left for the hole, in the leaf, the upper right to left for the petiole, petiole enlarged, lower for vein, right to the blade.

图 5 红丁香叶的解剖结构

Fig. 5 Anatomical structure of the *Syringa villosa* Vahl leaf

3 讨论

3.1 根解剖结构及其抗旱适应性

根系是植物与土壤接触的唯一部位,是植物水分来源最主要的途径。根系皮层组织直接影响根系对水分的吸收和运输^[8]。该研究中,红丁香根的皮层组织较为发达,薄壁细胞层次多,而且明显大于其它细胞,这说明红丁香具有很强的贮水能力,横向和纵向的输水能力也得到保证,是具有较强抗旱能力的体现。

3.2 茎解剖结构及其抗旱适应性

植物茎在应对干旱环境时通常有 4 类方式:贮水、保水、加强输水以及失水后保护。在贮水方面,增大茎中注水组织比重,从而增强贮水能力;在保水方面,发达的保护性组织可以减少水分的散失;在输水方面,加强水分疏导组织,提高水分运输能力;在失水后保护方面,一般是通过强化机械组织的保护作用。

表皮和髓是茎中 2 个重要的贮水组织,有研究发现,表皮细胞的大小和排列紧密程度与其茎的贮水能力呈现正相关,发达的髓可以通过渗透压来提高细胞的阻水能力^[9,16]。该研究中,通过对红丁香结构茎解剖时发现,红丁香表皮细胞虽然仅有一层,但细胞较大,排列紧密,说明红丁香的表皮具有较强的贮水能力;红丁香髓细胞大,而且排列紧密,说明红丁香茎可以通过髓的晶细胞和粘液细胞提高渗透

压,使红丁香茎贮水得到很大的增强。

植物茎一般是通过角质层,实现减弱蒸腾作用达到保水目的^[17],但是有研究发现,植物表皮毛、周皮及其中的木栓层也有减缓植物水分流失的作用,对植物保水也有着重要意义^[13]。研究发现,红丁香茎不仅有厚厚的角质层,还有发达周皮,说明红丁香茎具有很强的保水机制。

植物茎的输水能力与维管束的发达程度有直接的关系^[18],维管束数量与茎的输水能力呈正相关。还有研究发现,茎中木质部导管越粗,密度越大,植物茎的输水能力越强^[19-20]。该研究中,红丁香木质部导管内径达到 44.5~72.5 μm ,每平方毫米管孔数目达到 372 枚。如此发达的木质部导管,大大增强了红丁香的输水能力,也保证了代谢物质的顺利运转。

除了角质层能在植株失水时提供保护以外,厚角组织、厚壁组织以及周皮等都能够强有力的保护植物避免受到干旱带来的伤害^[21,24]。研究发现,红丁香具有发达的厚角组织与周皮,说明红丁香能够很好的避免干旱环境带来的伤害。

3.3 叶解剖结构及其抗旱适应性

叶片是植物的一个基础生命单元,同时也是植物同化和蒸腾的主要器官,更是与空气接触面积最大的一个部分。叶片对环境的敏感性决定植物对环

境的反应更多的集中在叶的形态和结构上,叶片的解剖结构在很大程度上可以反映植物对于干旱环境的适应能力,因此叶片的形态结构是植物生态适应性综合评定中不可或缺的一个重要方面^[25,27]。研究发现,栅栏组织越厚,栅栏组织细胞越小,且排列越紧密,植物利用光能的效率越高。干旱环境中的植物,为适应环境,在保证光合效率的同时还必须减少蒸腾,这就要求旱生植物在缩小叶片面积减少蒸腾作用的情况下还有较高的光合效率,而具有高度发达的栅栏组织的植物,既可以有效利用光,提高光合效率,还能避免高温缺水对叶肉造成的伤害^[28-29]。该研究发现红丁香叶片基本呈长椭圆形,而且相对较小,与丁香属其它植物一样,在向适应干旱环境方向变化,而且栅栏薄壁组织非常发达,栅海比更是达到5:1,这样不仅保证了红丁香的光合效率,保证植物同化作用的进行,还可阻止高温伤害和过度水分流失,说明红丁香具有较强的抗旱能力,这与前人的研究也基本吻合^[25]。

4 结论

长期处于干旱环境中的植物,为了适应环境,可演化出耐旱逆境的生理结构。因此,通过对植物的解剖结构的生理指标进行比较分析,可判断此种植物的耐旱性。该研究对红丁香进行形态解剖学试验,发现红丁香根的皮层组织较为发达,薄壁细胞层次多,而且明显大于其它细胞。红丁香茎表皮细胞虽然仅有一层,但细胞较大,排列紧密,而且红丁香茎髓细胞也较大,还有发达的周皮和厚厚的角质层,茎木质部导管内径更是达到44.5~72.5 μm ,每平方毫米管孔数目也达到372枚。发现红丁香叶片基本呈长椭圆形,而且相对较小,与丁香属其它植物一样,在向适应干旱环境方向变化,而且栅栏薄壁组织非常发达,栅海比更是达到5:1。说明红丁香根具有很强的贮水能力,横向和纵向的输水能力也得到保证,茎在贮水、保水、加强输水以及失水后保护等方面也有很强的适应机制。叶的特殊结构不仅保证了红丁香的光合效率,保证植物同化作用的进行,还可阻止高温伤害和过度水分流失。综上所述,红丁香的结构决定红丁香具有极强的抗旱能力。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第61卷[M]. 北京:科学出版社,1985:53-82.
- [2] 崔洪霞,蒋高明,臧淑英. 丁香属植物的地理分布及其起源演化[J]. 植物研究,2004,24(2):141.
- [3] 陈俊愉. 中国名花品种分类学[M]. 北京:中国林业出版社,2001.
- [4] 臧淑英,刘更喜. 丁香[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
- [5] 臧淑英,刘更喜. 丁香花[M]. 上海:上海科技出版社,2000.
- [6] 李颖慧. 丁香4种属植物茎和叶的比较解剖学研究[D]. 长春:吉林农业大学,2016.
- [7] KRIBS D A. Salient lines of structural specialization in the wood rays of dicotyledons[J]. Botanical Gazette,1935,96:547-557.
- [8] 郭淑晶. 内蒙野丁香形态解剖学及胚胎学研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2007.
- [9] 潘映红. 论植物表型组和植物表型组学的概念与范畴[J]. 作物学报,2015(2):175-186.
- [10] 张红霞,刘果厚,崔秀萍. 干旱对浑善达克沙地榆叶片解剖结构的影响[J]. 植物研究,2005,25(1):39-44.
- [11] 高强. 17种荒漠植物形态结构与环境的适应性研究[D]. 呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.
- [12] 孟庆辉,潘青华,鲁初强,等. 4个品种扶芳藤茎叶解剖结构及其与抗旱性的关系[J]. 中国农学通报,2006(4):138-142.
- [13] 胡云,燕玲,李红. 14种荒漠植物茎的解剖结构特征分析[J]. 干旱区资源与环境,2006(1):202-208.
- [14] NOBEL P S. Anatomy of the Dicotyledons [M]//Ornamental Plant Physiology. San Diego:Academic Press,1991:251-254.
- [15] RIEGER M, DUEMMEL M J. Comparison of drought resistance among *Prunus* species from divergent habitats[J]. Tree Physiology, 1992,11(4):369-380.
- [16] MARTIN V,STEPHAN G,STURZEL T. Morphology and anatomy of anomalous short shoots in *Pinus* (Pinaceae) and the revolutionary meaning[J]. Feddes Repert,1996,121:3-4.
- [17] PALTA J P. Frost hardening and freezing stress in tuber bearing *Solanum* species[M]. New York:Academic Press,1978:49-71.
- [18] 李正理,李荣赦. 我国甘肃九种旱生植物同化枝解剖结构观察[J]. 植物学报,1981,23(3):181-185.
- [19] 白重炎,高巨营,张朝. 13种核桃茎的解剖结构与其抗寒抗旱性研究[J]. 安徽农业科学,2011(27):16496-16498,16502.
- [20] 李志,吕春霞,段黄金. 胡杨和灰叶胡杨营养器官的解剖学研究[J]. 塔里木农垦大学学报,1996,8(2):22-24.
- [21] 白重炎,高尚风,张颖,等. 2个核桃品种叶片解剖结构及其抗旱性研究[J]. 西北农业学报,2010(7):125-128.
- [22] 李代琼. 半干旱黄土区沙棘的水分生理生态与形态解剖学特性研究[J]. 沙棘,1999,12(3):11-16.
- [23] 肖静,杨洪强. 植物导管分子分化和形成的生理生化机制[J]. 植物生理学通讯,2004,40(2):141-142.
- [24] METCALFE C R,CHALK L. Anatomy of the dicotyledons[M]. Oxford:Clarendon Press,1959:502-535.
- [25] JACKSON L W R. Effect of shade in leaf structure of deciduous tree species[J]. Ecology,1967,48:498-499.
- [26] 韩刚,李少雄,徐鹏,等. 6种灌木叶片解剖结构的抗旱性分析[J]. 西北林学院学报,2006,21(4):43-46.
- [27] 王勋陵,王静. 植物形态结构与环境[M]. 兰州:兰州大学出版社,1989:105-138.
- [28] 荣丽,刘宁,王世杰. 喀斯特山区先锋植物叶片解剖特征及其生态适应性评价[J]. 河北林业科技,2005(5):45-46.
- [29] 燕玲,李红,贺晓,等. 阿拉善地区9种珍稀濒危植物营养器官生态解剖观察[J]. 内蒙古农业大学学报,2000,21(3):65-71.

基质对石榴扦插育苗的影响

于俊杰¹, 张辉²

(1. 河北省赞皇县林业旅游局, 河北 石家庄 051230; 2. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以1年生石榴枝条为试材, 选用河沙、育苗基质、壤土、蛭石4种固体基质与营养液、自来水2种液体基质进行扦插育苗试验, 研究了不同基质对石榴插穗发芽率、死亡率、芽长等指标的影响以及这些指标随时间的变化情况。结果表明: 河沙扦插育苗效果最好, 15 d 石榴苗发芽率可达100.00%, 70 d 生根率达94.86%, 芽长、芽鲜质量和干质量、根数及须根发达程度均高于其它基质; 育苗基质效果次之; 壤土、自来水、蛭石和营养液效果较差。

关键词:石榴; 扦插育苗; 基质; 根

中图分类号:S 665.404⁺.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)08-0075-05

石榴(*Punica granatum* L.) 属石榴属落叶灌木或小乔木, 是一种兼具经济价值、营养价值和观赏价值的植物^[1-2]。在我国分布较为广泛, 优良品种众多^[3]。2005年全国石榴的种植面积居世界第一位^[4]。据不完全统计, 2012年我国石榴栽植总面积约8万hm², 年产量约100万t, 产量约占全国水果总产量的1.2%^[4-5]。优良的品质和丰富的品种资源成

为我国大力发展石榴产业的基础。近年来, 关于石榴的研究主要集中在分子生物学、生理生化、贮藏加工和病虫害防治等方面^[6-12], 对扦插栽培技术的研究相对较少。

基质是植物育苗的重要影响因素, 其是根据幼苗生长发育的需要, 利用有机、无机材料以及微生物制剂配制而成的人工土壤或营养液。目前, 石榴育苗一般采用压条分株繁殖和硬枝扦插繁殖, 其中压条分株繁殖容易造成幼苗根系不发达, 移栽后缓苗慢, 死亡率高, 结果较迟。而硬枝扦插因其繁殖速度快、幼苗成活率高且长势健壮等优点得到广泛采用,

第一作者简介:于俊杰(1965-), 男, 河北赞皇人, 本科, 高级工程师, 现主要从事林业工程和林果技术推广等研究工作。
E-mail: jiejunyu1965@163.com

收稿日期:2016-12-15

Anatomical Structure and Drought Adaptability of the *Syringa villosa* Vahl of Genus *Syringa*

QIAN Xue, ZHANG Youmin, ZHANG Dawei, ZHENG Chong, BAO Wenhui, LIU Liyan
(College of Horticulture, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: Taking root, stems and leaves of *Syringa villosa* Vahl as material, using paraffin section and method of segregation catheter wood, on the *Syringa villosa* Vahl anatomical structure and drought resistance of contact, in order to reveal the structure characteristics and mechanism of botanical drought adaptability. The results showed that the root of *Syringa villosa* Vahl had the water storage capacity was very strong, horizontal and vertical water capacity was also guaranteed, stem water in the water storage, water and water loss, strengthen protection after had strong adaptation mechanism. The special structure of leaves not only to ensure that the *Syringa villosa* Vahl photosynthetic efficiency, guarantee for assimilation of plants, could also prevent heat damage and excessive water loss. The structure of the root, stem and leaf of *Syringa villosa* Vahl anatomy had obvious drought resistance characteristics, indicating that the *Syringa villosa* Vahl had strong drought resistance.

Keywords: *Syringa villosa* Vahl; structural anatomy; drought resistance