

卫矛属植物扦插繁殖研究进展

陈舒博, 丁彦芬, 赵天鹏, 张利

(南京林业大学 风景园林学院, 江苏 南京 210037)

摘要:卫矛属植物分布广泛, 适应性强, 是一类具有很高观赏价值的园林绿化树种, 并具有一定的药用及经济价值。扦插繁殖能够保持亲本的优良性状, 速度快, 成为卫矛属植物繁殖最常用的一种方法。现对卫矛属植物扦插繁殖的插穗选择准备、扦插时间、生根处理、扦插基质的配置及后期的养护管理等方面进行了综述, 并对卫矛属植物扦插繁殖的发展方向作出展望, 旨在对卫矛属植物资源的开发利用提供参考。

关键词:卫矛属; 扦插繁殖; 生根率; 基质

中图分类号:S 687.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)12-0193-05

卫矛科(Celastraceae)卫矛属(*Euonymus* L.)植物在全世界约有 220 种, 主要分布在北半球的热带、亚热带和温带地区, 仅少数种向北延伸至寒温带, 在我国, 该属植物有 111 种、10 变种、4 变型^[1]。由于其适应性强, 在全国各省市均有分布, 以云南、四川、重庆、贵州等西南各省市分布最为集中, 特有种有金佛山卫矛(*E. jinfoshanensis*)、木果卫矛(*E. xylocarpus*)、滇西卫矛(*E. paravagans*)等。湖北、广东、河南、湖南等中南各省的卫矛属植物种类也较为丰富。内蒙古和新疆的卫矛属植物种类最少。在垂直分布上, 中国卫矛属植物集中分布在海拔 500~2 500 m 地带^[2]。卫矛属植物多为乔木或灌木, 稀为藤木, 常为各类森林的中层下木^[3]。

卫矛属大多数植物喜光耐阴, 对立地条件要求不严, 萌蘖力强, 适应性强, 对风和烟尘有很强的抗性, 净化有害气体能力强, 具有明显的改良土壤和改善生态环境的效益。卫矛属植物树形美观, 枝翅奇特, 秋叶美丽, 果实鲜艳, 极具观赏价值。使其在园林绿化方面有十分广泛的应用^[4]。不仅如此, 卫矛属植物被我国中医、少数民族医用及民间药用的有 61 种, 大多用于治疗跌打损伤、风湿痹痛、活血止血、杀虫解毒^[5]。其木材稍硬致密, 可供雕刻及器具用材。刺果卫矛(*E. acanthocarpus*)、

大果卫矛(*E. myrianthus*)和小果卫矛(*E. microcarpus*)等卫矛属植物的根皮还可提取硬橡胶^[6]。

扦插繁殖是园林植物栽培中最常用的一种无性繁殖方法, 与有性繁殖相比, 它能够保持亲本的优良性状, 缩短育苗周期。与嫁接、压条繁殖相比, 它具有简单易行、繁殖速度快、不受树种限制、繁殖系数高、成本低等优点^[7]。由于卫矛属植物种子存在假种皮, 含油量较高, 休眠期较长, 所以有性繁殖存在一定的困难。扦插繁殖就成为卫矛属植物繁殖最常用的一种方法。以往的研究者在卫矛^[8](*E. alatus*)、大叶黄杨^[9](*E. japonicus*, 又名正木^[10]、冬青卫矛^[11])、胶东卫矛^[12](*E. kiautschovicus*)、丝棉木^[13](*E. maackii*, 又名华北卫矛^[14]、白杜卫矛^[15])、扶芳藤^[16](*E. fortunei*)、栓翅卫矛^[17](*E. phellomanus*)等卫矛属植物均取得了不错的扦插繁殖效果, 仅肉花卫矛^[18](*E. carnosus*)和西南卫矛^[19](*E. hamiltonianus*)扦插繁殖效果不够理想。现从卫矛属植物扦插繁殖时插穗的选择准备、扦插时间、生根处理、扦插基质的配置及后期的养护管理等方面进行综述, 研究其扦插繁殖规律, 以期对卫矛属植物的引种驯化及资源的开发利用提供参考。

1 插穗的选择、准备

1.1 插穗的选择

从过往卫矛属植物扦插的实践上看, 卫矛属植物的扦插大都是以枝条为插穗, 只有大叶黄杨的扦插亦可采用叶芽插^[7]。母株年龄的大小和生长状况是影响插穗成活的关键因素, 插穗生根能力随着母株年龄的增大而下降^[20], 所以插穗的母本应该是品种优良、粗壮饱满、生

第一作者简介:陈舒博(1990-), 男, 江苏南京人, 硕士研究生, 研究方向为园林植物应用。E-mail:778752281@qq.com.

责任作者:丁彦芬(1966-), 女, 山东青岛人, 硕士, 副教授, 现主要从事园林植物应用及栽培等研究工作。E-mail:1281569022@qq.com.

基金项目:国家林业局“948”资助项目(2013-4-30)。

收稿日期:2015-01-19

长势强、无病虫害的中幼龄植株。由于卫矛属植物普遍喜光,插穗往往选择植株向阳一侧的枝条^[11]。

插穗的木质化程度影响着插穗的扦插效果。大多数卫矛属植物在扦插繁殖时多采用实生苗的当年生半木质化枝条或1~2年生已木质化枝条^[11]的中上部^[21]作为插穗。前者细胞再生能力强,内源激素含量高,常用作嫩枝扦插的插穗,后者积累的营养物质多,发育完善,常用作硬枝扦插的插穗^[22]。对于大多数卫矛属植物来说,在扦插繁殖时,无论是嫩枝扦插还是硬枝扦插均可使其生根成活,但从现有的扦插繁殖实践来看,栓翅卫矛的扦插以硬枝扦插为主^[17],大叶黄杨的扦插则以嫩枝扦插为主。

插穗带顶芽与否、带踵(即前一年枝条)与否也影响插穗的扦插效果。刘克斌^[10]通过大叶黄杨的嫩枝扦插试验发现在插穗处理、扦插技术、插后管理方法基本相同的情况下,带顶芽未萌发的大叶黄杨插穗比剪除萌发顶芽的成活率高,原因是顶芽保存有一部分养分,有利于扦插后的生长发育。大叶黄杨夏季采穗时带母枝踵,增加插穗内营养,有利于生根^[22]。

1.2 插穗的准备

扦插的类型不同,相应的采穗季节也不同。嫩枝扦插的采穗季节决定于扦插季节,一般在夏秋两季,往往随采随插。硬枝扦插在上一年秋天落叶后到当年春天树液回流前进行。采穗时间应当选在无风的上午(10:00之前)或者阴天,这样空气湿度大,枝条含水量多,利于扦插后的存活^[11]。插穗长度一般为5~15 cm;卫矛插穗长度6~8 cm^[23],北海道黄杨插穗长度5~10 cm^[24],胶东卫矛插穗长度8~12 cm^[12],丝棉木插穗长度12~15 cm^[14],扶芳藤插穗长度8~10 cm^[25]。而栓翅卫矛插穗较长,长度15~18 cm^[17]。至于大叶黄杨的插穗长度,传统上以12~15 cm为宜^[21],但刘克斌^[10]研究发现在都带顶芽粗细相同、扦插时间及其它措施也相同的情况下,大叶黄杨25~30 cm的插穗比12~15 cm的插穗扦插成活率高。超过30 cm的大叶黄杨插穗甚至可以用来培育球形杆大叶黄杨^[26]。

插穗采集后,在阴凉背风处切制插穗。一般的插穗切制方式分为:直角切、斜切、双面反切。卫矛属植物常用插穗切制方式为直角切和双面反切。插穗下切口剪成倾角30°~45°的马蹄形斜口^[7,9],上切口剪成平口^[12,16],上下切口离芽约0.5~1 cm,减少水分蒸发,增大生根面积,提高扦插生根率^[9,27-28]。剪刀要锋利,切口应平滑。大叶黄杨保留上部3~5片叶^[21],北海道黄杨和胶东卫矛保留最上部2片叶^[27,29],落叶的丝棉木则只需减去下部1/3的叶^[13],扶芳藤保留上部2~4片叶^[30],

以减少养分和水分的消耗。插穗应避开花和花芽,以免生殖生长影响插穗的营养生长。至于叶芽的保留,北海道黄杨插穗至少保留2~3对芽^[24],栓翅卫矛插穗至少保留2~3对芽^[31]。

采下的插穗应放在盛有少量清水的桶中保湿,数十根为1捆下部齐整捆好,捆好待用^[27]。如有必要,插穗在捆好后可集中放入多菌灵溶液里消毒。

1.3 扦插的时间

卫矛属植物种类繁多,不同种或品种扦插时对枝条木质化程度的要求不同,因此选取插穗进行扦插的时期也不同。胶东卫矛的扦插繁殖比较容易,春夏秋冬均可,拱棚和温室存在的条件下甚至可以在北方的11月进行硬枝扦插^[12],但以6—9月的嫩枝扦插效果最好,这期间无论是否使用生根剂,生根率都很高^[29]。胶东卫矛插穗速蘸生根剂后,效果更佳,而胶东卫矛的硬枝插穗则往往需要浸泡在生根粉溶液中2~3 h。有研究表明宝鸡地区拱棚内11月中旬硬枝扦插效果略优于3月上旬硬枝扦插效果^[12]。

大叶黄杨的扦插繁殖也比较容易,春夏秋冬均可。露地条件下,5—10月采用嫩枝扦插,2—4月采用硬枝扦插^[7,32]。扦插时可以速蘸生根粉5 s或浸泡生根剂约1 h取得最为理想的扦插效果^[9,21]。有研究表明,大叶黄杨在11月份塑料大棚里成活率最高,插后翌年春天即可成苗出圃^[33]。

其它卫矛属植物的扦插时间:卫矛的扦插时间在3月和6—10月^[7]。北海道黄杨一般5—8月采用嫩枝扦插,10月至翌年3月采用硬枝扦插^[34],董保卫^[35]认为北海道黄杨在山东半岛的理想扦插时间为7—8月,此时植株迅速生长,可以提供大量插穗。扶芳藤的最佳扦插时间为2—4月,这时无需园艺栽培设施保护^[16]。栓翅卫矛的扦插时间在4—6月,刘永庆等^[17]研究发现栓翅卫矛5月中旬扦插最为合适。

中国气候类型丰富,不同地区因气候条件等的不同,适宜的扦插时期也有差异。比如在河北,大叶黄杨适宜在夏季进行扦插,而在湖南大叶黄杨适宜在2—3月进行扦插^[9,21]。在宁夏丝棉木适宜在7—8月进行扦插,而在黑龙江丝棉木适宜在3—4月进行扦插^[13,36]。

2 不同的生根处理对扦插生根的影响

插穗生根处理的目的在于生根阻碍物质的清除和生根必需物质的补充。不定根的形成取决于插穗内生长素与生根阻碍物质的比例关系,只有这种比例关系达到一定程度时,才有利于根原始体的分化。研究发现,单宁和树脂属于生根阻碍物质^[37]。而插穗生根阻碍物

质清除的处理方法有流水冲洗、温水浸泡等。在卫矛属植物扦插繁殖研究中,纪永利^[36]报道在扦插前 6~8 d 用流水对丝棉木插穗进行浸泡能够显著提高成活率。

插穗生根时需要一定的营养物质,一般脂肪利用的少,碳水化合物和氮素化合物则利用的多。特别是碳水化合物中的可溶性糖类,更是生根所必需的主要营养物质,为大量不定根的形成提供营养。在卫矛属植物的扦插中,研究者可以采用刻伤、环剥及曲枝等方法处理插穗,使插穗基部积累更多营养物质,其生根率会大大提高^[38],刘小攀等^[39]报道扶芳藤采穗前 15 d 环剥母株基部能够提高生根率。卫矛属植物扦插也可直接供应插穗养分,如纪永利^[36]报道丝棉木插穗浸泡在 1% 的蔗糖溶液中 24 h 也能显著提高成活率。这表明插穗内的营养物质对不定根的产生有重要意义。

卫矛属植物扦插生根较为容易,但是多数种类的插穗在扦插时需要一定的外源激素促进生根。卫矛属植物常用的植物生长调节物质有 IAA、IBA、NAA、ABT、GGR 等。除 ABT 生根粉需要先用高浓度酒精溶解外,其余生根剂直接和水充分溶解并稀释到需要的浓度即可。不同的卫矛属植物最适宜的处理激素种类和浓度不同:卫矛用 IAA 处理效果优于 NAA 和 GGR-6,浓度为 300 mg/L 时生根率最高^[19];北海道黄杨用 ABT2 号生根粉处理效果优于 NAA,浓度为 100 mg/kg 时生根率最高^[24];丝棉木用 IBA 处理效果优于 ABT1 号生根粉和 NAA,其中浓度为 100 mg/L 时生根率最高,200 mg/L 时生根数量最多^[15];扶芳藤用 ABT4 号生根粉 100 mg/kg 处理后生根数量最多,NAA 300 mg/kg 处理后生根率最高^[40];栓翅卫矛用 GGR-6 生根剂扦插效果优于 IBA 和 IAA,其中 100 mg/kg 时生根率最高,生根数量最多^[17],平均根长最长。至于植物生长调节剂对大叶黄杨扦插效果的影响,刘峻蓉等^[41]的试验表明 IBA 的生根效果优于 IAA 和 NAA,浓度 50 mg/L 时效果最好,宋建伟等^[42]的试验表明 IBA 的生根效果优于 NAA,浓度 100 mg/L 时效果最好,而 Blythe 等^[43]的试验表明 IBA 浓度 60 mg/L 时处理效果最好。

生根激素主要有 2 种处理方式:一是溶液浸泡,二是溶液速蘸。生根激素浓度与处理时间成反比,生根激素浓度越高,处理时间越短。一般而言,在卫矛属植物的扦插繁殖中,生根激素浓度超过 500 mg/L 时,将插穗基部速蘸溶液 5~10 s^[9,30],浓度不足 100 mg/L 时,将插穗基部浸泡溶液 2~6 h^[17,41],浓度介于其中的可灵活选择处理方式和处理时间。

另外,生根率的高低与生根部位存在一定的关系。不定根在插穗上的着生部位有 2 种:一是皮部,二是愈

伤部位。在生产实践中将插穗的生根类型分为 3 种,其一是愈伤组织生根型,即 70% 以上的根为愈伤根;其二是皮部生根型,即 70% 以上的根为皮部根;其三是混合生根型,即愈伤根和皮部根数量大致相等。由于愈伤组织分化形成根原基乃至不定根的时间较长,所以凡属难生根的树种,插穗的不定根绝大多数是愈伤组织生根^[44]。根据研究者对卫矛属植物扦插生根过程的观察,可以得知,西南卫矛属于愈伤组织生根型^[19],丝棉木、北海道黄杨和栓翅卫矛属于皮部生根为主兼有愈伤组织生根型^[15,24,45],卫矛属于皮部生根型^[8]。这也就能够解释西南卫矛扦插效果不理想的原因。

3 不同的扦插基质对扦插生根的影响

用于卫矛属植物扦插的基质主要有泥炭、壤土、珍珠岩、河沙、蛭石等。壤土和河沙一般用于大田生产,要求地块土质肥沃、背风向阳、排水良好。泥炭、珍珠岩、蛭石一般用于小面积的科研试验,要求保水保肥、保温隔热、通气性好^[22]。扦插基质的选用应着重考虑根系的适应性,即能满足根系生长需要。扦插要求插穗基部周围不仅有丰富的营养良好的通气和水分条件,而且干净卫生。

不同种类的卫矛属植物最适宜扦插基质不同。研究者进行一些试验比较不同基质对卫矛属植物扦插繁殖的影响:李银华等^[27]研究发现草炭或壤土适合北海道黄杨扦插生根;李宁宁^[14]通过不同基质配方下丝棉木扦插生根的对比试验,认为草炭加珍珠岩的基质配方适合丝棉木扦插生根;司剑华等^[46]研究不同基质配方对扶芳藤扦插生根的影响,发现 50% 泥炭加 50% 珍珠岩(栗钙土)的基质配方比较适合扶芳藤扦插生根。至于胶东卫矛和大叶黄杨,由于园艺植物大田生产的需要,往往以成本低廉的壤土或河沙为扦插基质,并施加一定的肥料促进插穗生长。陈永华等^[47]通过试验发现珍珠岩和河沙比较适合大叶黄杨插穗生根。

除这些基质以外,也有用其它容易获得的物质作为卫矛属植物的扦插基质的试验。宫广才^[48]将处理好的大叶黄杨插穗插入有孔泡沫浮板上,并放入水槽里培养,每天换水,结果生根率最高达到 55%。加拿大 Chong 等^[49]用去离子水及其与堆肥茶、厌氧处理的废水和 Hoagland 营养液不同电导率下的混合物作为扦插基质培养扶芳藤,发现在一定范围内,电导率越高,扶芳藤扦插生根率越高,平均根长越长。

扦插前,要用 1% 高锰酸钾溶液或多菌灵消毒 1 d,杀灭病菌杂草,并用小木棍或竹签在基质上扎孔眼,防止插穗基部与基质摩擦而损伤^[34]。

4 外界环境对生根率的影响

光照、温度、湿度都是影响卫矛属植物插穗生根重要的环境因子。

光照对卫矛属植物插穗有促进光合作用、提高插床温度的一面,也有加速插穗蒸腾、增加生根抑制物质含量的另一面。卫矛属植物硬枝扦插时,插穗已具备了生根所必需的植物生长激素和营养物质,此时光照对其生根可能造成负面影响^[50]。而嫩枝扦插时,适当给予光照可以使叶片合成插穗生根所必需的激素和少量营养物质,促进生根^[51]。因而在露地扦插时要防止阳光直晒,也不能过分遮阴。

一定的温度是促进卫矛属植物插穗生根的必要条件。但过高的温度(30℃以上)会加速愈伤组织老化,加剧呼吸作用,真菌细菌也会蔓延,造成插穗腐烂。

湿度是决定卫矛属植物插穗生根成活的关键,是调节插穗体内水分收支平衡使插穗不致枯萎的必要条件。扦插基质湿度和空气湿度适宜,插穗在生根过程所需要的水分能得到及时供应,有利于插穗生根。但是湿度过高或过低会导致插穗腐烂或插穗萎蔫。

经验表明,卫矛属植物扦插生根期间适宜光照在60%左右^[19],适宜温度20~25℃,适宜空气湿度75%~85%^[52],适宜土壤(基质)含水量50%~60%^[39]。

5 扦插及后期养护管理

将处理好的插穗及时扦插到消毒过的基质中。扦插深度在插穗长度的1/3~2/3^[34],扦插密度以叶片互不接触,分布均匀为宜。扦插后压实插穗周围基质,及时浇透水,保持插床湿润。每天定时喷雾保湿,生根后适当减少喷水次数,通过遮阴通风喷水等措施,准确调整棚内环境,以适应扦插生根及后期生长需要。同时适当进行叶面追肥,注意每隔7~10 d喷施1次多菌灵杀菌。并及时清理病株及枯死叶片,避免霉菌滋生影响生根。北方冬季还要移入拱棚或温室内越冬^[27]。

对于大田生产而言,1年生幼苗于第2年春季芽萌动前根据苗木实际生长情况进行移植,移植前3~5 d停止浇水,通风降温练苗。移植选在无风的阴天进行,移植以后立即灌水,及时松土除草,随着苗木长大,逐步扩大株行距,直到最终出圃^[52]。

6 展望

卫矛属植物种类繁多,目前多数研究集中在卫矛、大叶黄杨、胶东卫矛、丝棉木、扶芳藤、栓翅卫矛等少数种类上,虽然我国卫矛属植物的种质资源丰富,但大多数卫矛属植物仍然处于野生待开发状态。卫矛属植物作为下层植被,对荒山绿化和水土保持具有重要的生态

学意义,因此今后应加强对该属种质资源的收集和保护环境,以及引种驯化工作,使得更多的卫矛属植物能够走进城市绿地,丰富城市绿地生物多样性,绿化美化城市人居环境。

目前为止,研究者对卫矛属植物扦插繁殖进行研究的文献可谓是比比皆是,但是往往局限于某种卫矛属植物的扦插技术介绍,相关扦插试验也只是研究外源激素等因素对卫矛属植物扦插的影响,缺乏对卫矛属植物扦插繁殖体系整体上的把握和深入的研究。如果要真正完善该体系,还需要从扦插生根的机理入手,通过生理学和形态解剖学等相关方面的研究,找出该属植物扦插生根能力存在差别的主要原因,依此来寻找提高扦插生根能力的方法,探索出成熟完善的卫矛属植物扦插繁殖体系,这对于卫矛属植物的产业化生产具有现实意义。

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45卷第3分册[M]. 北京:科学出版社,1999:3-86.
- [2] 秦小艳,闫双喜,位凤宇. 中国卫矛科植物地理分布[J]. 东北林业大学学报,2011,39(1):120-123.
- [3] 陈有民. 园林树木学[M]. 2版. 北京:中国林业出版社,2011:652-656.
- [4] 林士杰,刘原樟,徐加顺. 卫矛属种质资源开发利用研究概述[J]. 吉林林业科技,2009,38(2):17-19.
- [5] 方振峰,华会明. 卫矛属植物化学成分及药理活性研究进展[J]. 国外医药植物药分册,2007,22(1):6-11.
- [6] 何云核. 陕西卫矛属植物根皮硬橡胶含量测定[J]. 西北林学院学报,1988(5):119-122.
- [7] 森下义郎,大山浪雄. 植物扦插理论与技术[M]. 李云森,译. 北京:中国林业出版社,1988.
- [8] 徐兴友,孟宪东,郭学民,等. 4种野生花灌木硬枝的扦插[J]. 东北林业大学学报,2004,32(6):60-63.
- [9] 尉雪英,王俊国,陈娜. 大叶黄杨嫩枝扦插繁殖技术[J]. 现代农村科技,2011(24):49.
- [10] 刘克斌. 正木扦插育苗试验[J]. 陕西林业科技,1981(5):13-16.
- [11] 杨忠文. 冬青卫矛扦插育苗技术[J]. 云南林业,2004(3):15.
- [12] 牛卫收,马亚思,王亚荣,等. 胶东卫矛引种及硬枝扦插育苗技术试验研究[J]. 陕西林业科技,2012(5):51-53.
- [13] 赵健,赵红贵,沈效东,等. 丝棉木嫩枝扦插育苗技术研究[J]. 宁夏林业通讯,2012(2):25,30.
- [14] 李宁宁. 华北卫矛嫩枝扦插生根试验[J]. 青海农林科技,2009(1):16-17,75.
- [15] 徐兴友,郭学民,蔡建国,等. 白杜卫矛硬枝扦插前期生根试验[J]. 浙江林学院学报,2004,21(3):353-356.
- [16] 欧彪,董青松,陈章源,等. 扶芳藤栽培技术[J]. 广西农业科学,2006,37(5):531-532.
- [17] 刘永庆,闫双虎,刘成寿. 栓翅卫矛扦插育苗试验[J]. 现代农业科技,2007(21):9-10.
- [18] 陈丽庆,陈钧林,孙晓萍. 肉花卫矛的无性繁殖试验初报[J]. 浙江林业科技,2004,24(6):26-27.

- [19] 王慧. 卫矛属几种植物的扦插繁育技术和抗逆性研究[D]. 临安: 浙江林学院, 2009.
- [20] Husen A, Pal M. Variation in shoot anatomy and rooting behaviour of stem cuttings in relation to age of donor plants in teak (*Tectona grandis* Linn. f.) [J]. New Forests, 2006, 31: 57-73.
- [21] 谢红梅, 柏劲松. 大叶黄杨嫩枝扦插育苗[J]. 林业实用技术, 2002(8): 28.
- [22] 李秀云. 园林花木扦插育苗技术[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [23] 王慧, 楼炉煊, 朱小楼. 不同植物生长调节物质对西南卫矛和卫矛扦插生根的影响[J]. 浙江林学院学报, 2010, 27(1): 155-158.
- [24] 杨秀艳, 姜磊, 邵维仙, 等. 北海道黄杨嫩枝扦插繁殖试验[J]. 林业科技开发, 2003, 16(3): 1-5.
- [25] 王俊亮, 向林, 王志明, 等. 扶芳藤嫩枝扦插育苗技术[J]. 林业实用技术, 2002(8): 27.
- [26] 王俊河, 李艳彩. 长枝扦插快速培育球杆形大叶黄杨技术[J]. 北方园艺, 2007(4): 188-189.
- [27] 李银华, 张艳红. 北海道黄杨扦插繁育技术[J]. 北方园艺, 2012(22): 79-80.
- [28] 赵丽敏, 王栋, 夏季. 胶东卫矛嫩枝扦插育苗技术试验研究[J]. 陕西林业, 2011(6): 33.
- [29] 王桂莲. 胶东卫矛扦插育苗[J]. 中国林业, 2007(6): 42.
- [30] 朱西存, 卢胜西, 时鑫. 扶芳藤特性及扦插繁育技术[J]. 山东林业科技, 2004(3): 42.
- [31] 李艳萍. 栓翅卫矛植物的引种与繁殖[J]. 青海农林科技, 2003(4): 32-33.
- [32] 赵梁军. 园林植物繁殖技术手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 2011.
- [33] 黄勇, 宋兴民, 焦瑞华, 等. 月季与冬青卫矛扦插再生机理的比较研究[J]. 聊城师院学报(自然科学版), 1997, 10(2): 86-88.
- [34] 李福双, 蒋海艳. 北海道黄杨扦插育苗技术要点[J]. 林业实用技术, 2005(10): 25-26.
- [35] 董保卫. 北海道黄杨在北方快速扦插繁育技术[J]. 国土绿化, 2013(10): 42-43.
- [36] 纪永利. 丝棉木人工栽培技术[J]. 中国林副特产, 2012(1): 63-64.
- [37] 朴楚炳, 张有富, 苗锡臣, 等. 促进红松插穗生根能力的研究[J]. 世界林业研究, 1996, 9(6): 5-8.
- [38] 郭素娟. 林木扦插生根的解剖学及生理学研究进展[J]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 64-69.
- [39] 刘小攀, 姜超. 利用槐荫扦插扶芳藤[J]. 林业实用技术, 2003(5): 24.
- [40] 司剑华, 雷云丹, 段晓明, 等. 5 种生长调节剂对扶芳藤扦插育苗的影响[J]. 防护林科技, 2009(1): 13-15.
- [41] 刘峻蓉, 罗瑞芳. 不同植物生长调节剂对大叶黄杨扦插生根的影响[J]. 中国农学通报, 2008, 24(7): 340-342.
- [42] 宋建伟, 郭雪峰, 高启明, 等. 大叶黄杨扦插生根试验研究[J]. 中国园林, 2000, 16(7): 91-92.
- [43] Blythe E K, Sibley J L, Ruter J M. Cutting propagation with auxin applied via the rooting substrate[J]. Hort Science, 2005, 40(3): 884.
- [44] 李焕勇, 刘涛, 张华新, 等. 植物扦插生根机理研究进展[J]. 世界林业研究, 2014, 27(1): 23-28.
- [45] 赵永光, 何文林, 徐兴友. 植物生长调节剂对栓翅卫矛嫩枝扦插生根能力的影响[J]. 河北科技师范学院学报, 2005, 19(1): 53-55, 64.
- [46] 司剑华, 雷云丹, 段晓明, 等. 不同基质对扶芳藤扦插育苗的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(36): 15890-15892.
- [47] 陈永华, 吴晓美, 陈明利, 等. 不同基质及生根剂浓度对五种园林植物扦插生根的影响[J]. 北方园艺, 2009(2): 194-196.
- [48] 官广才. 冬青卫矛无性繁殖的研究[C]. 21 世纪新北京生态生物学学术研讨会论文集汇编, 2001.
- [49] Chong C, Yang J, Holbein B E, et al. Rooting stem cuttings in compost tea and anaerobic digestion wastewater[J]. Hort Science, 2005, 40(4): 997.
- [50] Palanisamy K, Kumar P. Effect of position size of cuttings and environmental factors on adventitious rooting in neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) [J]. Forest Ecology and Management, 1997, 98: 277-280.
- [51] Gaspar T, Kevers C, Hausman J. In dissociable chief factors in the inductive phase of adventitious rooting[M]. Altman A, Waisel Y (Eds). Biology of root formation and development, New York Plenum Press, 1997.
- [52] 黄晓霖, 彭晓娟, 朱东方, 等. 胶东卫矛苗木繁育及盆栽技术[J]. 现代农业科技, 2012(15): 134-135.

Research Progress on Cutting Propagation of *Euonymus* Plants

CHEN Shu-bo, DING Yan-fen, ZHAO Tian-peng, ZHANG Li

(College of Landscape Architecture, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract: The plants of *Euonymus*, which distribute widely and adapt the environment well, are a group of trees with high ornamental value for landscape greening, and have some medicinal and economic value. The plants are propagated rapidly from stem cutting, which can keep good characters of stock plants, thus stem cutting is one of the best methods for the propagation of plants of *Euonymus*. In this paper, selecting and preparing of cutting, treatment for cutting, substrate composition and the conservation and management in later period were summarized; the research direction of the cutting propagation of *Euonymus* in the future was prospected, in order to providing references for the development and utilization of *Euonymus* resources.

Keywords: *Euonymus* genus; cutting propagation; rooting rate; substrate