

# 杂种马褂木扦插繁殖技术的研究

金国庆<sup>1</sup>, 秦国峰<sup>1</sup>, 储德裕<sup>2</sup>, 许波<sup>3</sup>, 陈仲良<sup>3</sup>, 陈国生<sup>4</sup>

(1 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400; 2 浙江省淳安县姥山林场, 浙江 淳安 311700  
3 浙江省桐庐县林业科技推广中心, 浙江 桐庐 311500 4 浙江省富阳市木兰生态园, 浙江 富阳 311400)

**摘要:** 针对马褂木不具原生根原基, 穗条扦插不易生根这一特性, 对影响扦插生根的母树年龄、穗条枝龄、扦插基质、扦插季节、生根特点以及插后管理等因子进行了比较系统的试验研究, 提高了扦插成活率。一般扦插生根成活率可达 80%, 如采用带顶芽嫩枝穗条扦插高达 91.4%。鉴于嫩枝扦插效果突出, 遂又增设采穗圃研建内容, 以供大批量培育嫩枝扦插苗, 形成了自采穗圃营建、采穗、扦插到插后管理等一套完整而简易高效的杂种马褂木扦插繁殖实用技术。

**关键词:** 杂种马褂木; 无性繁殖; 扦插技术; 采穗圃

中图分类号: S723.1 文献标识码: A

## A Simple Efficient Cuttage Technique of *Liriodendron chinense* × *L. tulipifera*

JIN Guoqing<sup>1</sup>, QIN Guofeng<sup>1</sup>, CHU De-yu<sup>2</sup>, XU Bo<sup>3</sup>, CHEN Zhong-liang<sup>3</sup>, CHEN Guo-sheng<sup>4</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400 Zhejiang China 2. Laosan Forest Farm, Chun'an 311700, Zhejiang China 3. The Extension Center of Forestry Science and Technology of Tonglu County, Tonglu 311500, Zhejiang China 4. Mulan Ecological Zone, Fuyang 311400 Zhejiang China)

**Abstract** Chinese tuliptree has not inherent root primordia which make its cut twigs difficult to survive. In order to increase cutting survival rate, systematic tests and studies were undertaken on mother tree age, twig age, cuttage base material, cuttage season, rooting characters, and postmanagement. The cuttage with twigs having the top and buds could reach 91.4% in survival rate in comparison with 80% of the conventional cuttage. Therefore we built a twig nursery. A simple efficient cuttage technique was developed from the twig nursery, cutting to postmanagement.

**Key words** *L. chinense* × *L. tulipifera*; cloning; cuttage; twig nursery

马褂木 (*Liriodendron chinense* Sarg.) 树姿雄伟、端直挺拔、生长迅速、适应性强, 不仅是优美的绿化树种, 而且也是优良的用材树种。马褂木是著名的第三纪子遗植物, 列为国家二级重点保护树种<sup>[1]</sup>。鉴于马褂木优美的绿化效应与木材的利用价值, 在林业界早已引起高度重视与普遍关注, 尤其是近些年来, 各地大力发展马褂木生产, 其规模之大范围之广达到前所未有的境地。

由于马褂木繁殖器官发育不同步, 在单株环境下的马褂木种子发芽率仅为 0% ~ 5%, 在群体环境下为 0% ~ 31.8%<sup>[2]</sup>。无性繁殖不仅可以解决种子不足的问题, 而且其种苗是单亲遗传, 可将亲本优良性状复制给后代。杂种马褂木的无性繁殖方法有扦插、嫁接和组织培养等多种, 而生产上简便易行广为应用的主要是扦插育苗。虽然有关扦插繁殖技术研究已有不少报道<sup>[3~5]</sup>, 但

收稿日期: 2005-05-24

基金项目: 浙江省富阳市木兰生态园资助

作者简介: 金国庆 (1963—), 男, 浙江慈溪人, 副研究员。

理想结果均需全光喷雾设施及蛭石、珍珠岩等特殊基质, 并且插后管理要求很高<sup>[6]</sup>, 这对一般农户来说, 存在资金和技术两大难题。针对上述问题, 作者于 2002—2004 年在浙江省富阳市木兰生态园利用就地取材的基质及常规育苗的简易设施, 较系统地开展了杂种马褂木扦插试验, 并取得了预期的效果, 现予全面总结以供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验场地

试验地设在富阳城郊长山村, 地处 30°03'N、119°57'E, 属于中亚热带向北亚热带过渡的季型气候区。年平均气温为 16.1℃, 地面温度 19.1℃, 年降水量 1462.6mm, 相对湿度 80% 左右, 年日照 1995 h, 无霜期 232 d。试验地土壤原为红壤类的黄筋土, 后种植水稻多年而成为水稻土, 肥力中等。

### 1.2 扦插材料

扦插穗条取自杂种马褂木 (*L. chinense* Sarg. × *L. tulipifera* L.) 自由授粉子代的优选植株, 树龄 2~4 a (或成年大树)。春插采集已木质化枝条, 枝粗 0.4~0.8 cm, 剪成 7~8 cm 长的插穗。夏插采用尚未木质化的嫩枝, 枝粗 0.3~0.6 cm, 插穗制作要求同前。如是穗条先端第 1 段插穗则要保留顶芽, 根据插穗芽(节)的多少, 上端的芽保留 1~2 个叶子, 并将叶剪去一部分(将叶片沿主脉对折, 从下向上斜剪, 保留 1/3 呈三角形的叶面)以减少水分蒸腾。剪好的插穗每 50 根扎成一把, 放在 100 mg·kg<sup>-1</sup> ABT 生根粉溶液中, 浸泡 15~20 h, 穗基浸入溶液深度约 3 cm。

### 1.3 圃地设施

1.3.1 整地作床 将圃地翻耕整平, 按床面 1.1 m、步道 0.4 m 的宽度作床。将床面土壤均匀扒向两侧, 并进行土壤消毒, 再将插壤基质铺垫在床面上, 厚 12~15 cm, 最后整平床面、清理苗床边沿与步道。

1.3.2 搭设苗床小拱棚 用条形竹片在苗床上搭建小拱棚, 距床面高约 45 cm, 每隔 80 cm 成弓状插一条竹片, 然后上面盖罩较厚的白色塑料薄膜。

1.3.3 搭建圃地遮荫棚 在圃地上方约距床面 1.8 m 高, 用竹木或水泥杆为支柱, 搭建成遮荫棚架, 上面铺盖遮荫度为 75% 的黑色遮荫纱。

1.3.4 圃地喷水设备 按苗床步道方向, 每隔两床沿步道紧靠苗床边, 安装塑料输水管, 在水管上每隔

2 m 安接一个微型小喷头, 以备喷水。

### 1.4 试验设计及统计分析

本研究分别设置采穗母树年龄、插穗枝龄、扦插基质和扦插季节等多项试验。扦插 3 个月之后调查成活率, 半年后观测生根情况, 换床移植时调查根系生长情况, 年终进行生长量调查。统计分析前, 对根系数量等计数数据经  $(X+1)^{1/2}$  数据转换, 成活率等百分率数据经  $\arcsin x^{1/2}$  反正弦数据转换, 性状方差分析采用 SAS/GLM 软件<sup>[7]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 影响扦插成活的主要因素

#### 2.1.1 穗条年龄

2.1.1.1 母树年龄效应 马褂木扦插穗条主要采自 2~4 年生的植株, 生根成活率可达 70%~90%, 植株大于这一年龄扦插成活率将会随之降低。作者利用采自 30 年生的 4 株成年大树枝条为试材, 扦插成活率平均只有 19% (12%~38%), 对此也有相关文献报道阐明, 杂种马褂木扦插成活率的母树年龄效应显著<sup>[8]</sup>。因此, 通常在造林地等采穗时, 若不能用根颈基部萌芽枝作插穗, 母树年龄最好不要超过 5 年生。若建立采穗圃, 可适当延长采穗年限, 一般不要超过 7 年生。

2.1.1.2 穗条枝龄效应 为了便于掌握扦插穗条的枝龄, 一般用枝条类型表示: 已木质化(上年春生长, 枝龄达 1 a 以上)、半木质化(上年夏秋间与当年早春生长, 枝龄半年以上)和未木质化(当年春生长, 枝龄仅 2~3 个月)。经方差分析表明: 不同类型穗条的扦插生根成活率差异极显著, 其中未木质化和半木质化的成活率较高, 分别为 70.2% 和 68.6%, 两者无明显差异, 但均大大地高于已木质化的成活率(16.8%), 说明杂种马褂木扦插时采用未木质化或半木质化穗条为好, 详见表 1。研究表明: 成年大树的上部树冠枝条与树干基部萌芽枝扦插成活率分别为 24.8% 与 32.5%, 说明穗条所处树干部位不同, 其枝条发育年龄阶段不同, 则扦插生根成活率也存在较大差异。

表 1 穗条枝龄对扦插生根成活的影响

穗条类型	扦插数/支	成活数/株	生根成活率/%
已木质化	608	102	16.8
半木质化	500	343	68.6
未木质化	608	477	70.2

## 2.1.2 扦插基质

2.1.2.1 基质对生根成活的影响 基质是扦插取得成功的关键因子之一。基质选用以适宜扦插、就地取材与降低成本为原则。试验选用黄砂土、红砂土、细河沙及泥炭土 4 种材料作为插壤进行比较, 插穗生根成活与插壤质地肥力情况详见表 2.3。

表 2 不同扦插基质对生根成活的影响

扦插基质	扦插数/支	成活数/株	成活率/%
黄砂土	520	376	72.3
红砂土	340	236	69.4
细河沙	160	125	78.1
泥炭土	160	83	51.9
平均	295	205	69.5

表 3 插壤养分与质地分析

插壤	pH 值	有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 N/(g·kg <sup>-1</sup> )	全 P/(g·kg <sup>-1</sup> )	速效 K/(mg·kg <sup>-1</sup> )	土壤密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	质地
黄砂土	5.9	1.95	0.46	0.15	31.73	1.35	粉壤土(多砾质)
红砂土	4.9	3.95	0.39	0.11	49.94	1.12	粉壤土(多砾质)
细河沙	6.9	2.25	0.38	0.23	43.33	1.52	粗沙土(少砾质)
泥炭土	4.7	89.52	4.01	0.45	137.64	0.96	粉壤土(多砾质)

分析结果表明: 不同扦插基质对插穗生根成活影响很大。在参试的 4 种基质中, 除泥炭土明显较差外, 其它 3 种基质的扦插成活率均较高。①细河沙的插穗生根成活率最高, 平均达 78.1%, 其插壤性质为 pH 值 6.9 的中性土, 有机质与养分中等, 质地为粗沙土而少砾质, 虽土壤密度较大而通透性仍然较好, 有利插穗生根成活。②黄砂土的扦插成活率也较高, 为 72.3%, pH 值 5.9, N 含量也比较高, 有机质与 P、K 少, 质地为粉壤土多砾质, 土质条件稍差。③红砂土的扦插成活率比黄砂土稍低, 为 69.4%, 所不同的是 pH 值低, 插壤为酸性, 有机质含量比较高。④扦插成活率最低的是泥炭土, 插壤为酸性, 有机质与养分含量特高, 土壤密度小而基质是粉壤土多砾质。综上分析, 适宜杂种马褂木扦插的基质应是: pH 值 6~7 的中性插壤, 有机质与 N、P、K 养分含量中偏低, 土质砂性而少砾质。泥炭土由于养分高, 易感染病菌而影响成活, 这是造成扦插成活率低的主要原因, 如需使用必须进行严格消毒。

2.1.2.2 基质对根系生长的影响 表 4 是夏季扦插经 5 个月生长后所测定的根系生长量, 说明杂种马褂木扦插苗的根系是比较发达的, 平均每株苗有粗根 2.7 条, 细根 25.4 条, 须根多的占 63.3%。不同插壤的苗木根系数量有差别, 其中以细河沙与泥炭土为优, 细根多达 29.6~31.1 条, 须根多度达 68.3%, 其它各项差异不很明显。

2.1.3 扦插季节 杂种马褂木扦插一年四季都可进行, 但在早春的 2 月份利用半木质化穗条扦插和 7 月份利用未木质化嫩枝扦插最为理想。现将 2 月中旬与 7 月上旬扦插的结果列于表 5。

表 4 扦插苗根系生长情况

插壤 基质	粗根(1~3 mm)		细根(0.5~1 mm)		须根多度/%		
	根数/ 条	最长/ cm	根数/ 条	最长/ cm	多	中	少
黄砂土	2.8	12.8	22.0	8.5	58.3	25.0	16.7
红砂土	2.6	13.8	18.8	9.7	58.3	26.7	15.0
细河沙	2.6	14.9	29.6	7.5	68.3	10.0	21.7
泥炭土	2.7	15.2	31.1	8.8	68.3	15.0	16.7
平均	2.7	14.2	25.4	8.6	63.3	19.2	17.5

注: 须根(< 0.5 mm)按多度计, 单株须根数 > 50 根为多, < 20 根为少, 两者之间为中。

表 5 春季与夏季扦插生根成活效果比较

插床编号	春季(2月中旬)			夏季(7月上旬)		
	扦插数/ 支	成活数/ 株	成活率/ %	扦插数/ 支	成活数/ 株	成活率/ %
1	795	556	69.9	420	384	91.4
2	705	454	64.4	690	561	81.3
3	300	182	60.7	360	273	75.8
4	-	-	-	120	86	71.7
5	-	-	-	1230	806	65.5
总计	1800	1192	66.2	2820	2110	74.8

从表 5 可见, 春季扦插的成活率在 60.7%~69.9%, 平均为 66.2%, 夏季扦插成活率平均为 74.8%, 最高达 91.4%, 这说明春夏两个季节均可进行扦插, 都可获得比较好的效果, 但两者比较夏季扦插效果更好, 平均生根成活率要高出 8.6 个百分点, 最高成活率相差达 21.5 个百分点。这几年除了在 2 月中旬与 7 月上旬进行大量扦插之外, 还分别在 1 月、3 月、8 月、9 月及 12 月进行了扦插试验, 试验结果显示, 扦插生根成活率均在 60% 以下。

2.1.4 圃地管理 圃地管理是获得扦插成功的关键环节, 主要在插后 2~3 个月生根期间, 保持插壤与地表空间有相适宜的疏松、湿润的微环境, 促使尽快产生愈伤组织与萌发幼根。

2.1.4.1 插穗扦插后覆盖沙土 约 8 cm 长的插穗全部插入基质中, 上剪口与苗床地面基本齐平, 然后对准扦插苗行覆盖约 3 cm 厚的沙土, 以保护插穗上剪口。因为如将剪口暴露在空气中, 非常容易使插穗通过剪口蒸腾而失水, 覆盖沙土可以有效减少水分散失, 使插穗处在相对稳定而适宜的土壤湿度之中, 形成一个十分有利于插穗生根的微环境。

2.1.4.2 苗床搭设塑料小拱棚 苗床扦插完之后立即搭设小拱棚, 使小拱棚内形成一个密封的空间, 其主要作用是: ①在插穗生根期间节省人工浇水, 并且还可稳定插床的温湿度、保持插壤原状而不受破坏。如果不设小拱棚, 干旱时将水直接喷洒在苗床上, 就会使疏松的插壤僵硬, 不利插穗生根。②在冬春期间扦插, 不仅可以保湿, 而且还可起到保温作用, 提高插壤温度有利生根。③在夏季扦插, 盛夏高温期间, 可将水直接喷洒在小拱棚上, 降温效果较好。④在扦插生根的 2~3 个月内, 利用小拱棚调控插床温湿度、保持插壤疏松透气, 促进插穗生根成活, 是一项非常有效的扦插苗管理技术措施。

2.1.4.3 圃地搭建遮荫棚 在整个扦插苗床上方, 搭建高约 1.8 m 的遮荫棚, 上面铺盖遮荫度为 75% 的黑色遮荫纱。杂种马褂木扦插幼苗需要遮荫, 尤其在夏季遮荫是必不可少的。研究表明: 没有遮荫的扦插苗床, 生根成活率很低, 只有遮荫苗床的 20%~30%。

2.1.4.4 安装喷水管线 沿着苗床步道方向, 每隔两畦设置塑料输水管, 在水管上每 2 m 安装一个塑料微型喷头。夏季扦插可向小拱棚喷水降温, 生根期过后及时撤掉小拱棚, 定时利用微型喷头直接向苗床喷水。微型喷头也可安装在上方, 固定在遮荫棚的支架上, 喷水时好象下雨由上而下效果更好。

## 2.2 扦插苗的生长性状与生根特点

### 2.2.1 扦插苗的生长性状

2.2.1.1 插穗类型与新梢生长 不同类型插穗设 4 次重复, 每重复内各类插穗成活苗随机调查 50 株, 测定新梢生长情况等, 见表 6。

表 6 插穗类型与新梢生长关系

插穗类型	插穗			新梢		新梢直立度	
	插穗长 /cm	插穗粗 /cm	芽节数 /个	新梢数 /个	新梢长 /cm	直长 / %	斜长 / %
已木质化	7.7	0.66	4.1	1.63	2.5	55.0	45.0
半木质化	8.9	0.60	3.8	1.78	2.9	81.2	18.8
未木质化	12.1	0.56	4.7	1.00	4.1	100.0	0.0
平均	9.6	0.61	4.2	1.47	3.2		

从表 6 得知, 不同类型插穗由于材料发育程度不同, 其插穗萌发新梢有显著差别。已木质化与半木质化穗条较短而粗, 芽节 4 个左右, 每个插穗萌发新梢 1~2 个, 新梢长 2.5~2.9 cm, 新梢直立度 (即新梢直立生长株数占扦插成活总株数的百分比) 分别占 55% 与 81.2%; 而未木质化嫩枝插穗长而细, 芽节数较多, 每个插穗只萌发 1 个新梢, 生长量较大, 而且所有新梢都直立生长, 直立度为 100%。

2.2.1.2 扦插苗移植后的生长 圃地扦插苗成活后需要换床栽植, 继续培育成合格的苗木, 其移植成活率与生长量见表 7。

表 7 扦插苗移植成活率与当年生长量

调查项目	正常生根的扦插苗				穗基形成愈伤组织移植苗
	已木质化插穗	半木质化插穗	未木质化插穗	合计 (或平均)	
移植数 /株	86	238	454	778	680
成活数 /株	66	215	398	679	253
成活率 /%	76.7	90.3	87.7	87.3	37.2
苗高 /cm	191.3	181.1	191.3	187.9	81.5
根径 /cm	1.93	2.25	2.34	2.17	1.74

表 7 说明, 不同类型穗条扦插苗的移植成活率有显著差异, 其中半木质化插穗苗移植成活率最高, 达 90.3%; 已木质化插穗最低, 为 76.7%; 未木质化嫩枝插穗居中, 为 87.7%, 总的移植成活率为 87.3%; 而穗基已形成愈伤组织但尚未长出根的插穗, 其移植后的成活率只有 37.2%, 若继续在插床上培育, 待长出根须后移植可大大提高移植成活率。由此可见, 扦插苗移植时间应在插穗生根以后为宜。

扦插苗早春移植, 当年年终调查 1 年生生长量。扦插苗平均高为 187.9 cm, 显著高于同龄实生苗 (146.5 cm), 其值大于 28.3%。根径性状半木质化和未木质化插穗显著大于已木质化和同龄实生苗 (2.01 cm)。插穗基部形成愈伤组织时就移植, 不仅成活率低而且成活后的生长量也很小, 树高与根径仅为生根后移植苗的 43.4% 与 80.2%。

若扦插苗成活后不移植仍留在插床上生长,因生长条件不及移植苗圃,其生长量较小,1年生平均高为 68.7 cm,根径 1.36 cm,分别仅有移植苗的 36.6%和 62.7%。因此,扦插成活后应及时进行移植。

2.2.2 扦插苗的生根特点 根据插条生根的形态特征分为 3 种生根类型,一是愈伤部位生根型即愈伤根占总根数达 70% 以上,其它根少于 30%;二是皮部生根型即皮部根占 70% 以上,其它根少于 30%;三是中间生根型即愈伤根与皮部根的数量各占比例在 30% ~ 70% 之间<sup>[9]</sup>。为了说明杂种马褂木扦插苗的生根类型,按 4 个重复各取 20 株,共计 80 株苗,仔细观测插穗基部愈伤组织数量与生根类型,计算不同生根类型比例,详见表 8。

表 8 马褂木插穗剪口愈伤组织与生根类型

扦插 穗条	穗基愈伤组织 %				生根类型 %		
	多	中	少	无	皮部根	愈伤根	中间根
已木质化枝	16.25	13.75	13.75	56.25	66.25	22.50	11.25
半木质化枝	22.50	33.75	10.00	33.75	37.50	32.50	30.00
未木质化枝	11.25	13.75	17.50	57.50	71.25	11.25	17.50
平均	16.67	20.41	13.75	49.17	58.34	22.08	19.58

### 2.3 小型采穗圃的营建技术

从扦插试验结果得出,杂种马褂木以嫩枝扦插的生根成活率最高,尤其是带顶芽的未木质化的嫩枝,大批量扦插的成活率可高达 90% 以上。为了获得高质量、高成活率的扦插穗条,作者特设专供嫩枝采穗所需的小型采穗圃(面积 0.02 hm<sup>2</sup>),在 3 a 的实际应用中,总结了采穗圃营建和穗条生产的技术要点。

#### 2.3.1 采穗圃整地定植

2.3.1.1 整地施肥 用作采穗圃的土地需深翻耙平,沿地块长边方向按床面 1.2 m、步道 0.4 m 划线。然后在床面中间开一条宽深为 0.4 m 的沟,将厩肥之类的有机肥施入沟中作为基肥,覆土后扒平床面。

2.3.1.2 定点栽植 每床定植 2 行,行距 0.8 m,株距 1 m,定植点距步道 0.2 m,相邻 2 行的定植点相互错开成品字形。每公顷栽植 1.2 万株。经过选择的优良植株作为采穗母树,并要带土移植确保成活。

表 8 资料可归纳为:①扦插苗穗基愈伤组织与生根类型有一定相关性,已木质化插穗无愈伤组织比例较高,占 56.25%,其皮部生根比例也较高,为 66.25%,未木质化插穗两者相应提高,分别为 57.50%与 71.25%,半木质化插穗两者相应较低,分别为 33.75%与 37.50%。②插穗木质化程度不同,其愈伤组织与生根类型差异明显,半木质化插穗是比较典型的中间生根类型,而未木质化与已木质化插穗是接近皮部生根类型。③从穗基愈伤组织的平均值分析,有和无穗基愈伤组织大体上各半,有占 51%,无占 49%。无愈伤组织比例高则皮部生根类型比例相应提高。④马褂木插穗生根总体上是属于皮部生根比例较高的中间生根类型。

2.3.2 春季修剪采穗 春季扦插时(2月)要对采穗圃进行修剪,其目的的一方面是获取春季扦插所需的穗条,另一方面是选留枝条并予短截促萌,为夏季扦插培养穗条。经过 1 a 培育的采穗植株,平均树高 147 cm、地径 3.2 cm,每株分枝数 12.5 支、枝条长度 42.5 cm、枝粗 0.81 cm,每枝节(芽)数 12.4 个。经修剪保留枝桩长度 15.9 cm,枝节(芽)4 个。剪去穗枝长 26.6 cm,穗枝节(芽)8.4 个。每株可剪插穗 43.1 个,每公顷 1.2 万株计可生产穗条 52.5 万支,详见表 9。

2.3.3 夏季修剪采穗 修剪目的与春季一致,在获取穗条的同时又培养下次需要采集的穗条。在 2 月份修剪采穗的基础上,经过春夏间的生长,到 7 月扦插时随树冠扩大生长,提高了穗条生产量。树高达 307 cm、地径 4.8 cm,每株枝数 43.5 个、枝条长度 56.4 cm,每枝节(芽)数 14.9 个,每株可剪插穗 139.1 个,每公顷可生产插穗 172.5 万支,详见表 9。

表 9 采穗圃植株生长及插穗产量

采穗季节	树高 /cm	地径 /cm	枝条 / (支·株 <sup>-1</sup> )	枝长 /cm	芽节数 / (个·枝 <sup>-1</sup> )	每株产穗 / 支	产量 / (万支·hm <sup>-2</sup> )
春季	147	3.2	12.5	42.5	12.4	43.1	52.5
夏季	307	4.8	43.5	56.4	14.9	139.1	172.5

### 3 结论与讨论

(1) 杂种马褂木扦插生根特性 穗条不具原生根原基, 扦插后生根时间长, 属于扦插较难生根的树种。根据本研究的实践探索, 只要选择适合的穗条、适宜的插壤与扦插时间, 以及插后进行精心的温湿调控管理, 均可获得较好扦插效果, 其扦插成活率一般在 70% ~ 80%, 最高可达 91.4%。

(2) 影响杂种马褂木扦插生根的主要因素

① 插穗枝龄: 采穗植株应当选用 5 年生以下的幼树, 用树龄大的枝条扦插成活率很低。② 插穗木质化程度: 已完全木质化的硬枝扦插成活率低, 当年生未木质化的嫩枝成活率高。③ 扦插基质: 以通透性好、少砾质的沙性壤土为好。④ 灭菌: 扦插时对插壤要严格消毒, 特别是有机质含量高的泥炭土和细沙土之类, 易使插穗感染病菌, 导致插穗皮层腐烂影响成活。⑤ 插后管理: 插后圃地温湿度调控管理是关键。扦插时覆盖沙土保护插穗以减少水分散失; 床面搭设小拱棚以保护床面及插壤水分; 圃地搭建遮荫棚在夏天减少强光直射以降低圃地温度; 同时要安装水管与微型喷头, 夏季高温时向小拱棚喷水, 使小拱棚内的气温保持在 30℃ 以下。

(3) 营建采穗圃 建立采穗圃是为了大量生产带顶的嫩枝穗条。采穗圃种植密度为 1.2 万株 ·  $\text{hm}^{-2}$ , 株行距为 1m × 0.8m, 2 年生植株春秋两季可生产插穗 225 万支 ·  $\text{hm}^{-2}$ , 3 ~ 4 年生生产穗量更高。

为了确保穗条生产, 要施足基肥, 扦插采穗时既要采集穗条, 又要兼顾培养下次采集穗条, 力求保质保量, 连续作业。

(4) 技术特点 与其它杂种马褂木扦插繁殖方法相比, 本技术的最大优点是不用全光喷雾设施及蛭石、珍珠岩等特殊基质, 而是利用就地取材的基质及常规育苗的简易设施, 并获得大批量扦插成活率达到 80% 以上的成效。这是一项杂种马褂木简易高效的扦插繁殖实用技术, 有利于生产上推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 叶桂艳. 中国木兰科树种 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1996
- [2] 黎明, 马焕成. 木兰科植物无性繁殖研究概况 [J]. 西南林学院学报, 2003, 23(2): 92~96
- [3] 杨志成. 杂交马褂木扦插试验初报 [J]. 林业科学研究, 1994, 7(6): 697~700
- [4] 郭继善. 关于杂种马褂木的扦插繁殖 [J]. 林业科技开发, 1995(2): 2
- [5] 潘刚. 杂种鹅掌楸扦插繁殖技术的研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2002
- [6] 季孔庶. 杂种鹅掌楸的无性繁殖 [J]. 南京林业大学学报, 2005, 29(1): 83~87
- [7] 彭昭英. SAS 系统应用开发指南 [M]. 北京: 北京希望电子出版社, 2000
- [8] 叶金山, 季孔庶, 王章荣. 杂种马褂木无性系插条生根能力的遗传变异 [J]. 南京林业大学学报, 1998, 22(2): 71~74
- [9] 梁玉堂, 龙庄如, 王道通, 等. 树木插条生根形态特征和解剖特征的研究 [J]. 山东农业大学学报, 1987, 18(3): 1~8