

川滇桤木扦插生根能力的研究

谷凌云, 和亚君, 李福秀

(西南林学院 资源学院, 云南 昆明 650224)

摘要: 选择不同采条年龄母树及母树个体, 研究不同个体对川滇桤木穗条生根的影响, 研究不同基质、激素处理及插穗部位对川滇桤木插穗生根效果的影响。结果表明: 相同年龄的不同实生苗个体间插穗扦插后生根能力差异性显著; 萌条插穗扦插后生根情况最好, 生根率、生根质量均高于实生母树, 并且不同个体间差异性不显著。生根率顺序依次为当年生(31.45%) > 3 a 生(10.11%) > 5 a 生(6.30%); 根系效果指数依次为当年生(4.26) > 3 a 生(0.74) > 5 a 生(0.39)。川滇桤木枝条的基部穗条扦插后生根率(47.37%)和根系效果指数(5.75)最好。3个部位的生根率、生根质量和生根性状差异不明显。不同激素处理对川滇桤木插穗生根能力影响显著, 低浓度浸泡3 h 效果普遍高于高浓度1 min 处理。100 mg/L IBA 3 h 处理下发根条数最多, 平均为5.26条, 生根性状最好, 根系效果指数为45.148。清水3 h 处理下生根率(52.08%)和根长(9.3 cm)为最优。不同基质处理中纯基质蛭石生根能力相对要好, 生根率为30.67%, 根系效果指数最高为8.661。混合基质以草炭:珍珠岩:红壤为1:2:1最佳, 生根率最高为26.67%。

关键词: 能源树种; 川滇桤木; 插穗; 生根能力

中图分类号: S 723.1⁺32.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)22-0084-06

能源短缺问题已成为目前世界各国面临的难题, 同时石化能源也带来了严重的环境问题, 严重制约着国际社会经济可持续发展。因此急需大力发展可再生能源。国际社会普遍关注并大力发展能源林, 目的是通过利用选育出的速生、高产、高热值或高产油量的能源树种种质资源, 以定向优化集约栽培技术获取高产能源收获物, 通过加工利用替代石化能源, 解决目前世界性的能源危机问题^[1]。同时由于目前林木的不合理利用, 大量木材作为能源低价消耗。因此大力繁殖高效能源林对保护现有森林资源, 提高森林经济价值具有重要意义。近年来, 随着无性系林业的发展, 特别是随着幼化理论和技术被突破, 扦插越来越引起世界各国的关注, 扦插与组织培养相结合已成为育苗领域、林木育种的现代技术框架。我国适合作为木质燃料用于发电和燃烧的树种丰富, 对能源林的无性繁殖进行研究, 解决能源林扦插过程中的各种难题, 为进一步选择高热速生能源林树种提供了良好的物质基础。通过扦插快繁技术提供优

质的能源林无性系苗木, 不仅能满足市场对优质苗木的需求, 提升能源林种质水平, 而且还可促进短轮伐期工业原料林的建设, 具有重要的理论及实践价值。

川滇桤木(*Alnus ferdinandi-coburgii* Schneid.) 属桦木科(Betulaceae)桤木属(*Alnus*)高大落叶乔木, 产于四川西南部, 为云南桤木和四川桤木天然的杂交树种, 是桤木属11个种中重要的一个特有种, 是喜光、喜温、耐水和耐瘠薄的浅根性树种, 适应性强, 适生于年平均气温15~18℃, 年降雨量900~1500 mm的地区, 其栽培区域西起四川康定(102°E), 东至浙江丹山(121.7°E), 南至云南东北部(26°N), 北至秦岭南坡(33°N), 适生栽培区扩大到长江中下游地区。它不仅具有水冬瓜的生长迅速的特点, 还具有旱冬瓜的抗旱特性。川滇桤木生长快、生物量大、燃烧值高, 是一个优良的薪材能源树种, 同时萌芽更新能力强, 适宜短周期经营^[2]。目前国内对桤木属植物的研究逐渐增多。

由于该树种不同个体间在生长量、生物量及其热值方面均存在很大的变异, 具有较大的选择潜力。目前对该树种繁殖方面的研究主要集中在实生苗的培育技术上, 对该树种无性繁殖技术方面的研究尚未见报道。该试验在对川滇桤木插穗的生长情况、成活率及生根率测定的基础上, 以不同年龄、起源的母树为材料对采条母树的年龄、起源及其部位对该树种扦插生根的影响进行了研究, 同时分析不同基质及激素与其生长的关系, 确定最佳基质和最优激素及合理的激素浸泡时间。该研

第一作者简介: 谷凌云(1986-), 女, 安徽宿州人, 硕士, 现主要从事能源林培育方面的研究工作。

通讯作者: 李福秀(1954-), 女, 云南腾冲人, 教授, 硕士生导师, 现主要从事森林培育方面的教学与研究工作。E-mail: lfx3862158@163.com。

基金项目: 国家科技支撑计划子专题资助项目(2006BAD18B103); 国家林业局西南地区生物多样性保育重点实验室资助项目。

收稿日期: 2010-08-23

究对于进一步提高扦插繁殖的生根率提供理论保障,对丰富该树种的繁殖方法,促进其良种化进程具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验基地概况

试验基地位于西南林学院智能温室。保温保湿扦插实验室,主要为自然光照,光照时间随季节自然变化;夏、秋季的晴朗天气遮荫,室内温度保持在 25°C 左右;采用全封法扦插,温室内有自动喷雾系统,根据室内空气湿度自动进行喷雾,始终保持室内空气相对湿度在75%以上。

1.2 试验材料及扦插方法

川滇桉木穗条采自昆明松华坝林地5 a生实生母株、云龙水库3 a生实生母株、七水厂伐桩萌条。该试验中,大部分试验采穗母树离扦插地点较远,均在扦插前1 d采集,在运输过程中,用湿泥巴或苔藓包裹枝条使基部保湿。

扦插基质选用草炭、河沙、蛭石和珍珠岩的混合基质(基质效应除外),体积比为草炭:蛭石:珍珠岩:沙子=1:2:1:1,混合均匀后装入穴盘中。基质的消毒选用0.1%的多菌灵消毒液进行消毒处理,喷施消毒液后用塑料薄膜覆盖24~48 h。制穗时选择生长健壮、发育良好、无病虫害、无枯枝黄叶的当年生半木质化枝条,制成长10~15 cm的穗条,用0.2% KMnO_4 处理0.5 h消毒,激素处理除激素效应外均用100 mg/L NAA处理3 h。在浇透水的基质中插入已经处理好的穗条,插入深度为穗条长度的 $1/3 \sim 1/2$ 左右,并用手指压实穴孔中的基质。

扦插后充分保持基质的湿润,随时进行观察,防止插穗萎蔫,按设计要求监控插穗生根的环境温度和相对湿度。白天温度过高时打开侧窗、喷雾进行降温加湿,并随时检查苗床边沿喷不到水的地方,进行浇水保湿。扦插后15 d起,每10 d喷营养液(0.1%磷酸二氢钾与0.2%尿素等体积混合液^[3])1次。根据插穗状况喷施0.1%的多菌灵消毒液以防止病虫害的发生,及时清除、记录死亡插穗。

1.3 试验方法

1.3.1 部位效应 从母株上采集长约35 cm左右的枝条,从上而下依次取梢部、中部、基部3段插穗进行扦插试验。

1.3.2 母株效应 采条母树个体对生根的影响:选择相同的立地条件下生长的10株同龄单株进行试验研究,尽量选择部位相同的穗条;采条母树年龄对生根的影响:选取3 a和5 a生母树进行研究;穗条不同来源对生根的影响:选择实生母树和伐桩上萌发的当年生枝条进行试验研究。

1.3.3 激素效应 高浓度激素速蘸试验:将穗条分别用500 mg/L的NAA、IBA、NAA:IBA=1:1的3种激素浸泡穗条基部1 min,设清水作为对照。低浓度激素长时间浸泡试验:将穗条分别用100 mg/L的NAA、IBA、NAA:IBA=1:1的3种激素浸泡穗条基部3 h,设清水做对照。

1.3.4 基质效应 分别采用不同的4种单一基质和6种混合基质,即:草炭、珍珠岩、蛭石、红壤、草炭:蛭石=1:1、草炭:珍珠岩=1:1、草炭:蛭石=1:2、草炭:珍珠岩=1:2、草炭:珍珠岩:红壤=1:2:1和草炭:蛭石:红壤=1:2:1,共10种基质处理,穗条尽量选择部位相同的。该试验于2009年8月上旬进行扦插,12月上旬进行插穗保存率、生根率及生根质量的调查,为期120 d。基质效应每个处理25个穗条,采用50规格穴盘。激素时间效应每个处理30个穗条。其余试验每个处理采用32规格穴盘,3次重复,采用随机区组设计。

1.4 结果统计

试验结束时统计插穗存活率和生根率,调查成活数、生根数、已生根扦插苗的发根条数、根长4个指标。数据处理与分析均采用SPSS 11.0统计分析软件。各类插穗生根性状评价采用根系效果指数^[4]表示。即根系效果指数=(平均根长×根系数量)/总插穗数。

2 结果与分析

2.1 采条母树对川滇桉木插穗生根能力的影响

2.1.1 3 a生母树不同个体间插穗生根能力的比较 由图1、表1可知,川滇桉木3 a生母树间插穗的生根率存在很大的差异,其中7号单株插穗生根率最高,为28.33%,其次是6号母树生根率为17.91%,1号和3号单株插穗均没有生根。对其进行生根性评价方差分析得出,生根率高的7号和6号单株,其根系效果指数居前2位,表明这2株母树不仅生根率高而且插条生根能力强,根系发达,生根质量好。方差分析(平均生根率: $F=4.523$;根系效果指数: $F=4.6 > F_{0.05}(9, 20)=2.39$)结果表明,插穗的平均生根率及根系效果在3 a生母树不同个体间的差异达到了显著水平,说明3 a生母树间插穗在生根率及生根质量的比较上具有明显的个体间差异。

2.1.2 5 a生母树不同个体间插穗生根能力的比较 由图2、表2可知,5 a生川滇桉木不同个体间插穗生根率有很大的差异,其中1号单株插穗生根率最高为21.05%,生根率最低的是7号母树为1.82%,相差19.23%。6号、8号和10号单株插穗均没有生根。表明在相同条件下,10个5 a生母树不同个体间插穗生根能力存在较大差异。同时生根率高的1号和5号单株,其根系效果指数居前2位,生根率低的7号单株,其根系效果指数排列在后面。表明1号和5号单株不仅生根率高,而且生根质量好。方差分析(平均生根率: $F=7.737 >$

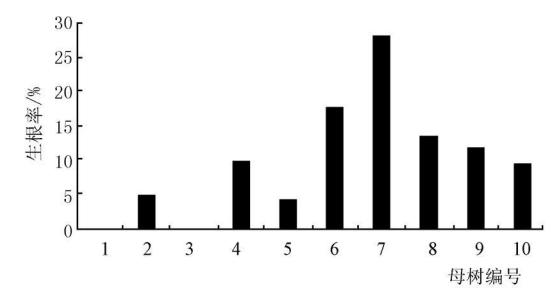


图1 3 a 生不同个体母树插穗生根率比较

表 1 3 a 生母树不同个体插穗生根能力比较

母树编号	生根率 / %	根系效果指数	平均根长 / cm	平均发根 条数/ 条
7	28. 33(1)	2. 25(2)	7. 49(4)	15. 00(1)
6	17. 91(2)	2. 26(1)	7. 57(2)	11. 33(2)
8	13. 73(3)	0. 79(3)	7. 54(3)	4. 00(3)
9	12. 00(4)	0. 61(5)	5. 81(8)	4. 00(4)
4	10. 00(5)	0. 43(6)	7. 00(6)	2. 33(6)
10	9. 62(6)	0. 62(4)	7. 43(5)	2. 67(5)
2	5. 13(7)	0. 17(8)	6. 27(7)	1. 00(7)
5	4. 40(8)	0. 27(7)	15. 40(1)	0. 67(8)
1	0(9)	0. 00(9)	0(9)	0. 00(9)
3	0(10)	0. 00(10)	0(10)	0. 00(10)

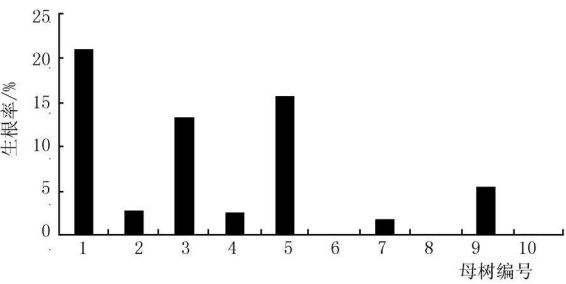


图2 5 a 生不同个体母树插穗生根率比较

表 2 5 a 生母树不同个体插穗生根能力比较

母树编号	生根率 / %	根系效 果指数	平均根长 / cm	平均发根 条数/ 条
1	21. 05(1)	1. 03(2)	7. 00(4)	7. 33(2)
5	15. 79(2)	1. 43(1)	6. 48(5)	11. 00(1)
3	13. 33(3)	0. 85(3)	6. 37(6)	6. 67(3)
9	5. 56(4)	0. 45(4)	8. 38(3)	2. 67(4)
2	2. 86(5)	0. 06(5)	8. 90(2)	0. 33(5)
4	2. 60(6)	0. 06(6)	9. 60(1)	0. 33(6)
7	1. 82(7)	0. 01(7)	0. 80(7)	0. 33(7)
6	0(8)	0. 00(8)	0(8)	0. 00(8)
8	0(9)	0. 00(9)	0(9)	0. 00(9)
10	0(10)	0. 00(10)	0(10)	0. 00(10)

$F_{0.05}(9, 20) = 2. 39$; 根系效果指数: $F = 1. 220 < F_{0.05}(9, 20)$ 表明, 插穗的平均生根率在 5 a 生母树不同个体间差异达到了显著水平, 而根系效果指数上差异不明显。

2. 1. 3 当年生不同个体间萌条插穗生根能力的比较
由图 3、表 3 可知, 川滇桉木萌条插穗生根率在不同个体

间存在一定的差异, 其中 8 号单株插穗生根率最高, 为 47. 92%, 10 号单株插穗的生根率最低, 为 14. 29%, 最高与最低生根率相差 33. 63%。在生根性评价上, 生根率高的 8 号和 9 号单株, 其根系效果指数居前 3 位, 生根率低的 10 号单株, 其根系效果指数排列在后面。由此表明, 川滇桉木不同个体间当年生萌条插穗根系效果指数高的其生根能力也相应较强。方差分析 (平均生根率: $F = 1. 359 < F_{0.05}(9, 20) = 2. 390$, 根系效果指数: $F = 2. 625 > F_{0.05}(9, 20)$) 结果表明, 10 个单株萌条插穗的生根率在不同个体间的差异不显著, 而根系效果指数差异显著。综上可知, 川滇桉木不同个体间当年生萌条插穗扦插以后, 在生根率和生根质量方面整体表现较好, 其对生根率和生根质量方面的影响都不明显, 但是在生根性状方面, 仍然是生根率较高的个体其插穗的根系效果指数较高。可以说明, 不同个体间插穗扦插后整体表现较好, 在生根率方面差异较小, 是比较好的扦插材料。

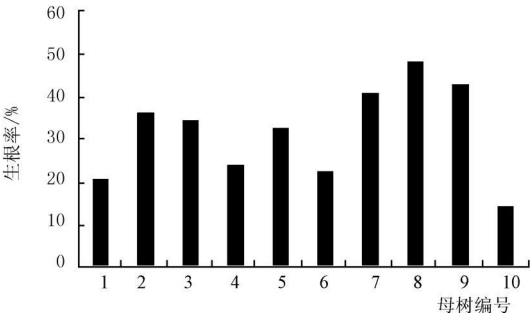


图3 当年生萌条插穗不同个体生根率比较

表 3 当年生萌发条不同个体插穗生根能力比较

母树编号	生根率 / %	根系效果 指数	平均根长 / cm	平均发根 条数/ 条
8	47. 92(1)	6. 52(3)	8. 13(6)	25. 67(4)
9	42. 50(2)	8. 20(1)	9. 48(1)	27. 67(1)
7	40. 63(3)	4. 51(5)	8. 83(4)	16. 33(5)
2	35. 94(4)	7. 79(2)	9. 12(3)	27. 33(2)
3	34. 21(5)	5. 81(4)	6. 80(9)	27. 33(3)
5	32. 43(6)	3. 45(6)	7. 19(7)	15. 33(6)
4	23. 81(7)	2. 51(7)	9. 26(2)	8. 67(7)
6	22. 22(8)	1. 07(10)	6. 42(10)	5. 33(9)
1	20. 59(9)	1. 34(9)	7. 17(8)	6. 00(8)
10	14. 29(10)	1. 37(8)	8. 76(5)	5. 00(10)

2. 1. 4 母树的年龄及性状对插穗生根能力的影响
母树年龄直接影响插穗生根的难易, 一般情况下, 母树年龄越大插条生根越困难^[9]。该试验中川滇桉木母树分为 2 个年龄段, 即 3 a 生和 5 a 生; 插穗的性状分为伐桩当年生萌发条和实生母树当年生枝条。由表 4 可知, 3 种插穗的生根率: 当年生萌条 > 3 a 生 > 5 a 生, 表明采条母树的年龄和性状对生根有很大的影响, 从插穗的年龄看, 3 a 生母树的生根率比 5 a 生母树的高 3. 81%; 从

插穗的性状看,与3 a 生母树比较,萌发条的生根率比实生插穗的生根率提高了 21.34%,穗条的生根率提高了 20%。由表 4 可知,生根率高的当年生萌条插穗,其根系效果指数也最高,生根率低的 5 a 生母树插穗,其根系效果指数也最低。由此表明,萌生条插穗、3 a 生母树的插穗不仅生根率高,而且生根质量好,是川滇桉木扦插繁殖的较好材料。其中首选材料是萌生条,其次是幼年母树。对不同年龄的川滇桉木插穗的生根率数据进行方差分析得出,平均生根率 $F=21.993$ 、根系效果指数 $F=14.538$ 均大于 $F_{0.05}(2,27)=3.35$ 。结果表明,不同种年龄和性状的川滇桉木插穗的平均生根率和根系效果指数的差异达到了显著水平。

表 4 不同母树年龄插穗生根能力比较

母树年龄	插穗生根率 /%	根系效果 指数	平均根长 /cm	平均发根 条数/条
当年生萌条	31.45(1)	4.26(1)	7.81(1)	16.47(1)
3 a 生	10.11(2)	0.74(2)	6.45(2)	4.10(2)
5 a 生	6.30(3)	0.39(3)	4.75(3)	2.87(3)

2.2 枝条部位对川滇桉木插穗生根能力的影响

插穗的生根率除了受树种遗传特性、母树年龄、采条母树的繁殖方式、药剂处理、扦插时间等因素的影响,也受枝条部位的影响^[3]。该试验分别剪取枝条的基部、中部和梢部进行扦插试验。由表 5 可知,3 个部位中插穗生根率的顺序为基部>中部>梢部,其中基部插穗的平均生根率为 47.37%,比梢部(25%)提高了 22.37%。对其根系效果指数的排序结果显示(表 5),生根率高的基部插穗其根系效果指数也最高,生根率低的梢部插穗,其根系效果指数也较低。由此表明,在 3 种不同部位的川滇桉木插穗中,枝条基部的插穗不仅生根率最高,而且其生根质量也最好。方差分析(平均生根率: $F=0.450$; 根系效果指数: $F=1.972<F_{0.05}(2,6)=5.41$)结果表明,3 种不同部位的川滇桉木插穗的平均生根率及根系效果指数差异不显著。可以说明,川滇桉木不同部位间的插穗对其生根率、生根质量和生根性状的影响不大,但是基部的插穗在生根率、生根质量和生根性状方面都是表现最好的,由此可以得出,在川滇桉木的扦插过程中,宜选择枝条的基部材料作为插穗材料。

2.3 不同激素处理对川滇桉木插穗生根能力的影响

由表 6 可知,8 个处理中,生根率最高的是处理 8(CK 清水 3 h)为 52.08%,处理 6(100 mg/L IBA 3 h)生根率为 51.04%,生根率最低的为处理 1(500 mg/L NAA 1 min)为 6.25%,相差 45.83%。将不同激素处理间插穗根系效果指数进行比较(表 6),生根率高的处理 8 和处理 6,其根系效果指数居前 2 位,表明这 2 个处理不仅生根率高而且生根质量好。由此表明,处理 8 即清水浸泡 3 h 对插穗成活影响最显著,成活率最高。初步推断出川滇桉木插穗中可能含有某种水溶性抑制插穗生根

物质。对 8 个不同激素处理插穗的生根率数据进行方差分析(平均生根率: $F=2.485<F_{0.05}(7,16)=2.66$, 根系效果指数: $F=2.889>F_{0.05}(7,16)$)结果表明,插穗的平均生根率在不同激素处理之间的差异性不显著而根系指数差异显著。

表 5 不同部位插穗生根能力比较

处理部位	生根率 /%	根系效果 指数	平均根长 /cm	平均发根 条数/条
基部	47.37(1)	5.75(1)	9.36(2)	19.67(1)
中部	37.50(2)	2.20(3)	8.46(3)	8.33(3)
梢部	25.00(3)	2.67(2)	9.49(1)	9.00(2)

表 6 不同激素处理插穗生根能力的比较

激素处理	生根率 /%	平均根长 /cm	平均发根数/条	根系效果 指数
NAA 500 mg/L 1 min	6.25(8)	4.1(7)	0.146(8)	0.9(8)
IBA 500 mg/L 1 min	33.33(4)	6.5(5)	1.542(6)	10.28(6)
1NAA : 1IBA 500 mg/L 1 min	29.17(6)	7.65(4)	2.104(5)	16.399(5)
CK 清水 1 min	10.42(7)	3.4(8)	0.333(7)	1.749(7)
NAA 100 mg/L 3 h	40.63(3)	8.7(3)	3.573(3)	32.003(3)
IBA 100 mg/L 3 h	51.04(2)	8.84(2)	5.26(1)	45.148(1)
1NAA : 1 IBA 100 mg/L 3 h	31.25(5)	6.26(6)	2.208(4)	17.891(4)
CK 清水 3 h	52.08(1)	9.3(1)	4.083(2)	38.595(2)

表 7 不同基质处理对插穗生根能力的比较

基质处理	生根率 /%	根长 /cm	发根数 /条	根系效果 指数
草炭	24.00(4)	6.73(1)	0.787(5)	5.103(5)
珍珠岩	20.00(6)	6.03(6)	0.507(9)	2.892(8)
蛭石	30.67(1)	6.19(5)	1.32(1)	8.661(1)
红壤	25.33(3)	6.22(4)	1.04(2)	6.514(2)
1 草炭 : 1 蛭石	22.67(5)	6.49(2)	0.56(7)	3.643(6)
1 草炭 : 1 珍珠岩	20.00(6)	6.33(3)	1.013(3)	6.442(3)
1 草炭 : 2 蛭石	20.00(6)	5.09(9)	0.32(10)	2.462(10)
1 草炭 : 2 珍珠岩	22.67(5)	5.14(8)	0.587(6)	2.915(7)
1 草炭 : 2 珍珠岩 : 1 红壤	26.67(2)	5.23(7)	0.947(4)	5.301(4)
1 草炭 : 2 蛭石 : 1 红壤	14.67(7)	3.69(10)	0.52(9)	2.788(9)

2.4 不同基质处理对川滇桉木插穗生根能力的影响

由表 7 可看出,在该试验的 10 个处理中,川滇桉木插穗生根率最高的是处理 3(蛭石),生根率为 30.67%,生根率最低的为处理 10(草炭 : 蛭石 : 红壤 = 1 : 2 : 1)生根率为 14.67%,生根率最高的组合比生根率最低的组合高出 16%。处理 3 的生根性状也是最好的,根系效果指数为 8.661。而生根性状最差的为处理 7(草炭 : 蛭石 = 1 : 2),根系效果指数为 2.462。方差分析(平均生根率: $F=0.993$; 根系效果指数的 $F=1.206<F(9,20)=2.39$)结果表明,插穗生根率及生根质量在不同基质处理中差异不明显。

3 结论

该试验结果表明,采条母树不同个体对川滇桫欏木插穗的生根能力有很大的影响。在已生根母株中,3 a 生实生母株插穗的生根率在 28.3%~4.4%之间;5 a 生实生母树的生根率在 21%~1.82%之间。表明该树种插穗的生根能力受采条母树个体差异的影响,其影响程度与母树年龄和插穗的性状有关。方差分析的结果表明,相同年龄实生母树不同个体插穗的生根率和生根质量的差异显著。采自当年生萌条不同个体间插穗的生根率和生根质量的差异不显著。

川滇桫欏木扦插存在年龄效应,生根率、根系效果指数均随插条母株年龄的加大而明显降低。与 5 a 生母树相比较,3 a 生母树不仅生根率高,而且发根条数多,根系质量好;与 3 a 生母树比较,伐桩萌发条插穗的生根率、生根质量均高于实生母树的。方差分析的结果表明,不同母树年龄对插穗性状间的生根率、生根质量的差异显著。

川滇桫欏木扦插存在部位效应,插穗 3 个部位其生根率依次排序为:基部>中部>梢部。方差分析的结果表明 3 个部位的生根率、生根质量和生根性状差异不明显。树冠上部和下部穗条生根能力的差异,一般可以归因于茎的异质性及受光量。梢部幼嫩枝条内源生长激素含量高,细胞分生能力强对生根有利。

在所有不同激素、不同浓度和不同处理时间的试验中,8(CK 清水 3 h)处理结果较好,生根率最高为 52.08%,平均根长最长,为 9.3 cm;生根性状最好的是处理 6(100 mg/L IBA 3 h),根系效果指数为 45.148,发根条数最多,平均为 5.26 条。对枝条进行高浓度处理以 IBA 500 mg/L 1 min 的效果最好,生根率为 29.17%。根系效果指数为 16.399,萘乙酸高浓度处理效果最差,生根率为 6.25%,根系效果指数为 0.900。低浓度处理 IBA 100 mg/L 3 h 的效果最好,生根率为 51.04%。混合激素处理(NAA:IBA=1:1 100 mg/L 3 h)效果较差,生根率为 31.25%。总体上高浓度 1 min 处理不如低浓度 3 h 浸泡效果好。

该试验筛选出较好的纯基质为蛭石,生根率最高(30.67%),其透气性、保湿性好,是一种较为理想的扦插基质。最好的混合基质为草炭:珍珠岩:红壤=1:2:1,生根率最高为 26.67%,注意草炭不能太高,否则会造成腐烂率提高。

4 讨论

川滇桫欏木实生母树不同个体插穗的生根率和生根质量具显著性差异。其根本原因是由于遗传背景复杂程度决定还是其它原因应作深入研究。由于不同个体间的生根能力差异较大,在开展川滇桫欏木无性系育林过程中,为减少生产成本,提高资源利用率,要注重母株的选

择,最好选用生根率高的无性系或单株。有条件的地方,最好建立采穗圃,但最好采取树干根颈部位或伐桩基部的萌条,其不仅生根能力强,不同个体间的差异性也不太明显。

川滇桫欏木扦插存在明显的年龄效应,即随着采条母株年龄的增加,生根率及生根质量降低。前人研究^[67]表明,穗条生根率随年龄的增加而降低,该研究结果更证实了这一点。不同年龄的母树插穗其生根能力存在差异,这可能是由于树木新陈代谢作用的强弱是随着发育阶段变老而减弱的,其生活力和适应性也逐渐降低,同时随植株年龄增加逐渐增加生根抑制素进而降低插穗生根率。用萌芽枝扦插之所以能增强生根能力,简单说来,是由于生理上的复壮作用,即在萌芽枝内阻碍生根的有害物质减少,而促进生根的植物激素、酶等活性物质增多,组织活力增强。因此在生产中,对采条母树进行幼化促萌处理是提高该树种插穗生根能力的有效措施。即将大树伐倒,利用树基部萌生的枝条具有复幼的特性进行复幼。前人研究表明,采用萌芽枝进行扦插均取得较好效果^[8-10]。该研究结论同样说明当年生萌条插穗生根能力最强,今后川滇桫欏木扦插试验中可以考虑采用复幼方法进行扦插来提高扦插成活率及生根质量。该试验在母株年龄效应只采用了 3 a 生与 5 a 生,在今后的工作中增加采条母树的年龄段,对其进行全面研究,深入母树年龄对插穗生根影响机制方面的研究,为提高这一树种插穗的生根效果提供参考。川滇桫欏木扦插存在部位效应,但在生根率及生根质量上差异并不明显。研究表明不同树种在部位效应的表现上有所差异。来端^[11]用乐昌含笑同一枝条的梢、中、基 3 个部位制备插穗,扦插效果以梢部最好,中部为次,基部最差,与该研究相反。但赵丽蕙等^[12]研究表明,红皮云杉的树冠中、下部插穗处于生理幼化状态,生根率较高。叶金山等^[13]根据对采自 4 a 生杂交鹅掌楸母株主干上、中、下 3 个部位插穗的初步试验,也发现杂交鹅掌楸主干基部插穗的生根能力最强(成活率达 38.5%),中部的次之(23.1%),而上部的最差(0)。可见不同部位穗条生根状况因树种特性、母株年龄母树繁殖方式等不同而有差异。该试验部位效应是采自同等立地条件下的 3 a 生实生苗,其它年龄母株及无性繁殖母株的部位效应还有待进一步试验考证。

激素的作用效果与树种的生物学特性、母树的年龄、枝条发育的程度等因素密切相关。有研究认为生根率随浓度的增加而下降,张长芹等^[14]认为低浓度的 VBI 能促使常绿杜鹃花插条生根,高浓度的 VBI 对扦插生根的影响较小。郑均宝等^[15]使用乙烯利处理插穗,低浓度(小于 25 mg/L)促进生根,随着浓度提高,作用减弱,最后抑制生根。这与该研究基本一致。在激素种类

选择上徐兴友等^[1]认为白杜卫矛硬枝扦插以 IBA 总体效果最好。该激素效应试验总体上以选用 IBA 100 mg/L 浸泡 3 h 最好,可以为今后川滇桉木扦插试验激素种类选择及处理时间提供依据。但对该激素同等浓度下其它时间处理还未进行研究,需进一步试验进行探讨。

选择基质主要取决于所扦插植物的生物学特性,又与扦插的外界环境条件关系密切,必须因地制宜,选择资源丰富、价格便宜,又能满足根系养分、水分及空气供给的原料,选用正确的基质进行扦插是提高生根质量的重要手段之一。在基质效应研究中筛选出的最优纯基质及混合基质种类大多均是透气保湿较好的材料,可为以后川滇桉木扦插的基质选择提供参考依据。

参考文献

[1] 施士争,潘明建,王保松等.培育灌木柳生物质能源的前景[J].江苏林业科技,2006,33(3):37-41.
[2] 郑万钧.中国树木志[M].2卷.北京:中国林业出版社,1985.
[3] 李福秀,陈新云,张德国等.药用植物母猪果扦插生根能力的研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),2007,31(4):93-97.
[4] 季孔庶,王章荣,陈天华.马尾松插穗生根能力变异的研究[J].南京林业大学学报(自然科学版),1998,22(3):66-70.
[5] 陈胜,韩金发,沈海春等.卷荚相思嫩枝扦插技术研究[J].西南林业

院学报,2007,27(6):30-34.
[6] 任建中.云杉扦插试验研究[J].东北林业大学学报,1997,25(3):68-71.
[7] 师晨娟,刘勇,胡长寿.青海云杉硬枝扦插繁殖研究[J].江西农业大学学报(自然科学版),2002,24(2):259-263.
[8] 段安安.河北杨优树根萌条诱导及嫩枝扦插的研究[J].西北林学院学报,1988,3(1):9-16.
[9] 季孔庶.杂交鹅掌楸的无性繁殖[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(1):83-87.
[10] 曹兵,高捍东.希蒙得木的扦插繁殖技术[J].南京林业大学学报(自然科学版),2003,27(4):62-66.
[11] 来瑞,乐昌含笑种子育苗和扦插繁殖技术研究[J].林业科学研究,2006,19(4):44-45.
[12] 赵丽惠,张兴祥,彭冬梅等.红皮云杉的扦插繁殖技术[J].东北林业大学学报,1997,25(1):15-18.
[13] 叶金山,季孔庶,王章荣.杂种马褂木无性系插穗生根能力的遗传变异[J].南京林业大学学报,1998,22(2):71-74.
[14] 张长芹,冯宝钧.几种高山常绿杜鹃的扦插繁殖试验[J].园艺学报,1994,21(3):307-308.
[15] 郑均宝,裴保华,耿桂荣.毛白杨插穗生根的研究[J].东北林业大学学报,1988,16(6):34-40.
[16] 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.

Research on Cutting Rooting Ability of *Alnus ferdinandi-coburgii*

GU Ling-yun HE Ya-jun, LI Fu-xiu

(Source College of South-west Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract: Studied on effect on rooting efficiency of different individuals by choosing mother trees of different ages and individuals the effect of different cutting mediums, hormone treatments and positions on rooting efficiency of *Alnus ferdinandi-coburgi* were studied. The results showed that the difference of rooting ability among different seedlings individuals in the same age was significant. The rooting complexions of sprout cuttings was the best, the rooting rate and quality were both higher than that of seedlings, besides the difference was not significant. Rooting rate order was: current year(31.45%)> 3 years old(10.11%)> 5 years old(6.30%). The cutting rate(47.37%) and rooting index(5.75) of basal cutting were the best, the differences of rooting rate and rooting quality and complexions were not significant. The effect on cutting ability of different hormones treatment was significant. The effect of low concentration of soaking for 3 h was generally higher than treatment with high concentrations of 1 min. The rooting numbers were the best 5.26 under the treatment 100 mg/L IBA 3 h, rooting property was the best, the rooting index was 45.148. The rooting rate(52.08%) and root length(9.3 cm) were the best by soaking for three hours under water. The rooting ability showed the best by using vermiculite, in which the rooting rate was 30.67%, rooting index was the highest 8.661. among mixing matrix, the best was peat :perlite :red=1 :2 :1, with the highest rooting rate of 26.67%.

Key words: energy species; *Alnus ferdinandi-coburgii*; cutting; rooting ability