

中山杉在沿海地区的露地扦插繁殖技术研究

印荣华¹, 李乃伟^{2*}, 储冬生¹, 陆小清²

(1. 江苏省大丰市林场,江苏盐城 224136;2. 江苏省中国科学院植物研究所(南京中山植物园),江苏南京 210014)

摘要 [目的]研究中山杉在沿海地区的露地扦插繁殖技术。[方法]采用嫩枝扦插方法,通过单因子比较试验,研究适宜沿海地区露地扦插中山杉的扩繁条件。[结果]通过 10 cm 砂石层将扦插床隔离地面,采用全光照喷雾控制叶片湿度达 90%,于 6 月中下旬在 3 年生中山杉母本上采集插穗,并采用 500 mg/L 的 NAA 和 1 000 mg/L 的 IBA 分别处理 30 s,扦插于体积比 3:3:4 的泥炭土、蛭石和园土混合基质中,可获得最大生根率为 93.67% 的扦插效果。[结论]该研究为在沿海地区建立中山杉的快繁体系提供依据。

关键词 中山杉;扦插;盐碱地;生根率

中图分类号 S723.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)23-151-03

Cutting Propagation Techniques of Taxodium Hybrid ‘Zhongshanshan’ in Open Field in Coastal Areas
YIN Rong-hua¹, LI Nai-wei^{2*}, CHU Dong-sheng¹ et al (1. Dafeng Forest Farm, Yancheng, Jiangsu 224136; 2. Institute of Botany, Jiangsu Province and Chinese Academy of Sciences, Nanjing Botanical Garden Mem. Sun Yat-Sen, Nanjing, Jiangsu 210014)

Abstract [Objective] To study cutting propagation techniques of ‘Zhongshanshan’ in open field in coastal areas. [Method] Suitable conditions for propagation of ‘Zhongshanshan’ in open field in coastal areas were studied by cutting tender branches through single factor comparison test. [Result] When a cutting bed was separated from the ground by 10 cm gravel layer and leaf humidity was kept at 90% by full-illumination spray, cutting slips were collected from female parents of three-year-old ‘Zhongshanshan’ in late June and were treated by 500 mg/L NAA and 1 000 mg/L IBA for 30 s. After they were planted in the mixture of peat soil, vermiculite and garden soil (their volume ratio was 3:3:4), the highest rooting rate was up to 93.67%. [Conclusion] The research can provide a reference for the establishment of rapid propagation system of ‘Zhongshanshan’ in coastal areas.

Key words ‘Zhongshanshan’; Cutting; Alkali soil; Rooting rate

盐碱地绿化一直是个世界性的难题,国内也未能很好地解决该问题^[1]。目前,主要采用种植耐盐植物的方法对盐碱地进行绿化。中山杉不仅具有彩叶背景树的观赏性^[2]和降低水土 pH 的生态作用^[3],而且具有耐盐^[4-5]、耐涝^[6]和抗风^[7]等优点,是对盐碱地适应性较强的树种之一,适用于沿海滩涂的绿化造林^[8]。目前,沿海地区使用的大量中山杉种苗多数是由内陆繁殖,这类种苗的抗性较弱,缓苗期较长,出现黄化现象的几率高于当地自繁种苗。然而,沿海地区中山杉的育苗基地较少,且育苗的生根率较低,因此,由沿海地区繁殖的中山杉种苗数量远远不能满足盐碱地的造林需求。中山杉的扦插繁殖研究多集中在内陆地区^[9-14],尚未见在沿海地区成功建立中山杉露地扦插繁殖体系的研究报道。笔者基于中山杉在内陆地区稳定的嫩枝扦插技术,在已有内陆中山杉扦插条件的基础上,对影响其扦插效果的插穗母本株龄、温湿度、扦插床底部设施、基质配比和激素浓度 5 个方面进行了单因素试验,以期获得较好的中山杉嫩枝扦插技术体系,为在沿海地区建立中山杉的快繁体系提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料 中山杉品种选择 118#、136#、146#、46#、24#、149# 和 302#,母本定植于大丰林场的采穗圃内,选择生长表现较好的植株进行采穗。于 2013 年 2 月份,对母本进行 50 cm 高度截干。

基金项目 苏北科技发展规划—科技富民强县项目(SBN2014010175);产学研联合创新资金—前瞻性联合研究项目(BY2014132)。
作者简介 印荣华(1974—),男,江苏大丰人,工程师,从事林业生产技术推广工作。*通讯作者,助理研究员,从事植物生物技术研究。
收稿日期 2016-06-12

1.2 方 法
1.2.1 母本株龄对扦插效果的影响。选取中山杉扦插苗定植后 1 年生、3 年生和 10 年生植株作为采穗母本,每个规格各 60 株,于 2013 年 6 月 25 日进行扦插试验。扦插基质为泥炭土、蛭石和园土(按照体积比 3:3:4 混合),扦插床底铺设 10 cm 砂石层,全光照自动喷雾(湿度控制在 80%),扦插激素为 5 g/10 L 国光生根粉(水溶),每处理 200 个接穗,重复 3 次。扦插前从各规格母本中随机选取 5 株进行采穗,将当年生枝条截取 15 cm 长度作为插穗,计算单株母本的出穗量,重复 3 次。扦插后每隔 2 d 观察一次插穗基部情况,记录生根时间,50 d 后记录插穗保存率、生根率。
1.2.2 温湿度对扦插效果的影响。分别在 2013 年 6 月 5 日、6 月 25 日、7 月 15 日和 8 月 5 日进行采穗扦插,记录扦插后 30 d 内的平均日最高温度。以 4 个时间段扦插后的 30 d 平均最高温度为 4 个温度处理水平,并在每个扦插时间段内通过全光照喷雾系统将叶片湿度调节至 70%、80% 和 90% 这 3 个湿度。扦插母本为 3 年生扦插苗,床底设施、扦插基质和激素处理条件同“1.2.1”,共 9 个处理,每个处理扦插 200 个插穗,重复 3 次,比较不同温湿度对扦插成活率的影响。扦插后每隔 2 d 观察一次插穗基部情况,记录生根时间,50 d 后记录插穗保存率、生根率。
1.2.3 扦插床床底设施对扦插效果的影响。采用砖头围砌 120 cm 宽、25 cm 高扦插池,比较直铺园艺地布、10 cm 砂石层、空气砖和无铺盖设施的园土(CK)4 种床底设施对扦插成活率的影响。扦插母本为 3 年生扦插苗,扦插时间、基质、床底设施、喷雾和激素条件同“1.2.1”。每个处理扦插 200 个插穗,重复 3 次,比较不同床底设施对扦插效果的影响。扦插后每隔 2 d 观察一次插穗基部情况,记录生根时间,50 d 后

记录插穗保存率、生根率,并观察插穗新梢叶片颜色状态。

1.2.4 扦插基质配比对扦插效果的影响。采用 3 种基质组合对园土进行改良,以园土为对照,分别配备体积比为 1:1 的泥炭土/蛭石、泥炭土/珍珠岩和泥炭土/岩棉灰,然后按照 6:4 的比例与园土混合,铺设于扦插床内。扦插母本为 3 年生扦插苗,扦插时间、床底设施、喷雾和激素条件同“1.2.1”。共 4 个处理,每个处理扦插 200 个插穗,重复 3 次,比较不同基质配比对扦插效果的影响。扦插后每隔 2 d 观察一次插穗基部情况,记录生根时间,50 d 后记录插穗保存率、生根率。

1.2.5 激素处理对扦插效果的影响。采用 3 种生根剂对插穗进行处理,以清水作对照,分别为 5 g/10 L 国光生根粉(水溶)、Hormex 生根粉(粉剂)和 500 mg/L NAA + 1 000 mg/L IBA 的生根水(醇溶)。扦插母本为 3 年生扦插苗,扦插时间为 6 月中下旬,基质条件为泥炭土、蛭石和园土(按照体积比 3:3:4 混合),床底设施为 10 cm 厚砂石层,喷雾条件为叶片湿度达 90%。共 4 个处理,每个处理扦插 200 个插穗,重复 3 次,比较不同激素处理对扦插效果的影响。扦插后每隔 2 d 观察一次插穗基部情况,记录生根时间,50 d 后记录插穗保存率、生根率。

1.3 统计分析方法 试验数据采用 Microsoft Excel 2010 与 SPSS 19.0 软件进行分析,单因素方差分析采用 One-way ANOVA 进行,双因素方差分析采用 univariable analysis 进行。

2 结果与分析

2.1 母本株龄对扦插生根的影响 由表 1 可知,不同母本株龄对中山杉插穗生根率的影响差异显著($df = 2, F = 91.824, P < 0.01$),对中山杉插穗生根时间的影响差异不显著($df = 2, F = 2.506, P = 0.162$)。1 年生扦插苗母本的插穗生根率高于 3 年生母本,但差异不显著($t = 1.104, P = 0.331$)。1 年生和 3 年生扦插苗母本的插穗生根率均显著高于 10 年生母本,分别是后者的 1.67 倍($t = 13.856, P < 0.01$)和 1.49 倍($t = 11.926, P < 0.01$)。说明中山杉随着株龄的增加,枝条逐渐老化,而 1~3 年生扦插苗的枝条适宜用作插穗。由于 3 年生母本的采穗量明显增加($t = 6.584, P = 0.003$),因此可作为最佳的采穗母本株龄。

表 1 母本株龄对插穗生根的影响
Table 1 Effects of female parents at various ages on rooting conditions of the cutting slips

株龄 Age of plants	生根率 Rooting rate//%	生根时间 Rooting time//d	采穗量 Number of cutting slips//支
1 年生 Annual	80.00a	36.7a	13.3c
3 年生 Three years old	76.67a	39.7a	50.3b
10 年生 Ten years old	48.00b	41.0a	120.7a

注:同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平上差异显著。
Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences at 0.05 level.

2.2 温湿度对扦插生根的影响 由表 2 可知,4 个扦插时间段内的平均温度分别为 24.54、28.87、31.19 和 26.91 ℃。不同温湿度下,中山杉嫩枝扦插生根率和生根时间均不相同。通过温度和湿度 2 因素对中山杉扦插生根率的主效应检验,

温度主效应对生根率的影响在 $\alpha = 0.01$ 水平上差异显著($df = 3, F = 20.823, P < 0.01$);湿度主效应对生根率的影响在 $\alpha = 0.01$ 水平上也达到差异显著($df = 2, F = 129.576, P < 0.01$);温度和湿度交互效应对生根率的影响差异不显著($df = 6, F = 2.137, P > 0.01$)。由以上分析可知,温度和湿度 2 个因素对中山杉插穗生根均有促进作用。

在相同的温度下,随着叶面湿度的升高,生根率呈现升高的趋势。在相同湿度下,随着温度的升高,生根率呈现先升高后降低的趋势。通过温度对生根率主效应分析看出,在平均温度为 28.87 ℃ 的处理下,插穗生根率优于其他 3 个处理;通过湿度对生根率主效应分析得出,90% 湿度处理优于其他 2 个处理。在所有处理中,28.87 ℃ 环境下,控制湿度为 90% 时,插穗生根率最大(90.67%),生根时间最短(26.33 d)。

表 2 温湿度对插穗生根的影响
Table 2 Effects of temperature and humidity on rooting conditions of the cutting slips

扦插时间 Cutting time 月-日	平均温度 Average temperature//℃	湿度 Humidity %	生根率 Rooting rate//%	生根时间 Rooting time//d
06-05	24.54	70	45.00d	30.0a
		80	60.00c	29.3a
		90	75.33b	27.7b
06-25	28.87	70	65.67c	29.3a
		80	71.00b	28.0b
		90	90.67a	26.3c
07-15	31.19	70	50.00c	30.0a
		80	69.67b	27.7b
		90	83.67a	27.3b
08-05	26.91	70	50.67c	30.3a
		80	66.67c	27.7b
		90	75.67b	28.7ab

注:同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平上差异显著。
Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences at 0.05 level.

2.3 扦插床床底设施对扦插生根的影响 由表 3 可知,3 种扦插床床底处理均对扦插生根率有影响,均高于对照。通过方差分析,不同扦插床床底设施对中山杉插穗生根率的影响差异显著($df = 3, F = 41.468, P < 0.01$),砂石床底上扦插的中山杉插穗生根率显著高于园艺地布($t = 6.857, P < 0.01$)和空气砖($t = 4.37, P < 0.05$)处理,不同扦插床床底设施对中山杉插穗生根时间的影响差异不显著($df = 3, F = 1.795, P = 0.226$)。观察发现,通过砂石和空气砖处理床底可改善扦插苗新叶状态,使叶片呈鲜绿色,促进光合作用。

2.4 不同基质配比对扦插生根的影响 苗床扦插基质通气、保温、保湿,有利于提高生根率,但基质过于疏松,不易保湿,基质过黏过湿,又易烂条。中山杉是耐水湿树种,需要保水性、通气性好的基质。由表 4 可知,在 3 种基质组合中,泥炭土/蛭石与园土按体积比 1:1 混合后扦插效果最好,该基质中扦插苗 50 d 生根率达 83.33%,插穗存活率达 93.3%,开始生根时间也最短,为 32.7 d;而在泥炭土与岩棉灰的基质组合中插穗生根率较低,只有 49.67%,开始生根时

间也相对较长;在泥炭土与珍珠岩的基质组合中,平均生根率为 69.67%。与珍珠岩、岩棉灰 2 种基质相比,园土通气性差、易板结,通过基质改良后,可显著提高扦插生根率($df = 3, F = 98.383, P < 0.01$)。

表 3 扦插床床底设施对插穗生根的影响

Table 3 Effects of cutting bed bottom treatments on rooting conditions of the cutting slips

床底处理 Bed bottom treatment	生根率 Rooting rate//%	生根时间 Rooting time//d	新叶状态 State of new leaves
无(CK) Without treatment	44.67d	41.7a	黄化
园艺地布 Gardening ground cloth	52.33c	40.7a	部分黄化
砂石 Gravel	79.67a	39.7a	鲜绿
空气砖 Air brick	62.00b	38.0a	鲜绿

注:同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平上差异显著。
Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences at 0.05 level.

表 4 基质组合对插穗生根的影响

Table 4 Effects of matrix combinations on rooting conditions of the cutting slips

基质组合 Matrix combination	插穗存活率 Survival rate of the cutting slips//%	生根时间 Rooting time d	生根率 Rooting rate %
园土(CK) Garden soil	50.10c	50.0a	33.67c
泥炭土 + 珍珠岩 + 园土 Peat soil + perlite + garden soil	89.67b	42.3b	69.67b
泥炭土 + 岩棉灰 + 园土 Peat soil + chaff ash + garden soil	89.67b	39.3b	49.67c
泥炭土 + 蛭石 + 园土 Peat soil + vermiculite + garden soil	93.33a	32.7c	83.33a

注:同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平上差异显著。
Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences at 0.05 level.

2.5 激素处理对扦插生根的影响 由表 5 可知,不同激素处理对中山杉插穗存活率、生根时间和生根率均产生了显著影响,Hormex 生根粉对插穗活力保存效果最好,扦插 50 d 后,插穗存活率高达 100.00%,但生根率低于 NAA 和 IBA 激素组合。现配现用的 500 mg/L NAA 与 1 000 mg/L IBA 组合对扦插生根效果最好,生根率达 93.67%,生根时间为 39.3 d。

表 5 激素处理对插穗生根的影响

Table 5 Effects of hormone combinations on rooting conditions of the cutting slips

激素组合 Hormone combination	插穗存活率 Survival rate of the cutting slips//%	生根时间 Rooting time d	生根率 Rooting rate %
清水(CK) Clean water	43.67d	57.7a	18.33d
国光生根粉 Guoguang rooting powder	85.10c	50.0b	63.67c
Hormex 生根粉 Hormex rooting powder	100.00a	42.3c	79.67b
NAA 500 mg/L + IBA 1 000 mg/L	95.67b	39.3c	93.67a

注:同列数据后小写字母不同表示 0.05 水平上差异显著。
Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences at 0.05 level.

3 结论与讨论

通过母本株龄对生根率影响的研究发现,中山杉母本的老化对扦插效果影响显著,应建设快繁基地,建立采穗圃,根据需要及时更新,为扩繁提供稳定的繁殖基数,防止随着母本的老化导致扦插系数降低。

温度、湿度均对中山杉母本有显著影响,因此需选择平均温度达 28 ℃ 后进行扦插,并辅以全光照自动喷雾,调节叶片表面湿度达 90% 以上。湿度控制是苗木扦插中的重要环节^[15],以往对中山杉扦插繁殖的研究也发现,空气湿度为 85% 以上会获得较好的扦插生根率^[9]。

沿海地区地表会出现反盐碱现象,在沿海地区露地扦插中山杉,需要对扦插床及基质进行改进与改良。试验发现,通过砂石层隔离扦插床可有效降低反盐对扦插所形成的影响,基质改良中,以泥炭土和蛭石的混合基质改土效果最佳。

在生根激素的选择上,常规生根粉对插穗的保鲜效果较好,但生根率比不上现配现用的混合激素。500 mg/L NAA 与 1 000 mg/L IBA 的激素组合对促进中山杉 9 号的扦插效果明显^[12]。该研究发现,在改进基质、插穗及扦插床的基础上,该配方可用于多个中山杉品种。

综上所述,在沿海地区露地扦插中山杉技术体系的优化条件为:首先通过 10 cm 厚砂石层隔离盐碱土地面,其次采用全光照喷雾方法控制插穗叶片表面湿度达 90%,于 6 月中下旬在 3 年生中山杉母本上采集插穗,最后用 500 mg/L 的 NAA 和 1 000 mg/L 的 IBA 分别处理 30 s,扦插于体积比 3:3:4 的泥炭土、蛭石和园土混合基质中。

参考文献

[1] 许基全,徐云霞,王宇阳. 沿海重盐碱地绿化技术的探索[J]. 浙江林业, 2013(12):30-31.

[2] 殷云龙. 优良绿化造林树种中山杉(落叶杉属杂种)[J]. 江苏绿化, 1998(1):28.

[3] CUI L J, LI W, ZHAO X S. Effect of plant disposition on purification of eutrophicated circulating water in surface flow wetlands[J]. Journal of ecology and rural environment, 2011, 27(2):81-86.

[4] 李永荣,刘智,陆小清,等. 8 个中山杉新无性系耐盐力的水培试验研究[J]. 江苏林业科技, 2007, 34(5):1-4.

[5] 马海燕,林松明,徐迎春,等. 氯化钠胁迫对两个中山杉无性系生长及离子吸收运输的影响[J]. 浙江林学院学报, 2008, 25(3):319-323.

[6] 张艳婷,张建军,吴晓洪,等. 长江三峡库区消落带中山杉耐淹试验[J]. 中国水土保持科学, 2015, 13(2):56-62.

[7] 汪贵斌,曹福亮. 落叶杉抗性研究综述[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2002, 26(6):78-82.

[8] 陈永辉,殷云龙. 江苏滨海盐碱地中山杉造林推广试验[J]. 江苏林业科技, 1996, 23(4):18-22.

[9] 陆小清,陈永辉,李乃伟,等. 中山杉优良品种的扦插繁殖技术研究[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31):19209-19210.

[10] 陆小清,毛志滨,陈永辉,等. 中山杉扦插繁殖技术[J]. 江苏林业科技, 2005, 31(6):38-40.

[11] 李兆玉,程留根,田学书,等. 中山杉扦插育苗技术研究[J]. 江苏林业科技, 1994, 21(2):33-35.

[12] 李乃伟,陆小清,王传永,等. 中山杉 9 号的扦插繁殖技术研究[J]. 黑龙江农业科学, 2015(1):88-90.

[13] 张忠镇,李倩茹,张树军,等. 中山杉嫩枝扦插繁育技术研究[J]. 山东林业科技, 2015, 45(4):50-53.

[14] 王紫阳,徐建华,李火根,等. 中山杉优良无性系 302, 118, 405 扦插生根能力比较[J]. 浙江农林大学学报, 2015, 32(4):648-654.

[15] 奎建蕊,赵安洁,陶耀明,等. 地石榴苗木扦插繁育及移栽技术[J]. 热带农业科学, 2014, 34(12):35-38.