

## 榉树不同品种扦插生根差异比较

董筱昀<sup>1</sup>, 黄利斌<sup>1</sup>, 周荣超<sup>2</sup>

(1. 江苏省林业科学研究院, 江苏 南京 211153; 2. 江苏宿迁三叶园林植物有限公司, 江苏 宿迁 223600)

**摘要:**在全光照自动间歇喷雾条件下,研究了不同榉树品种和不同生根剂处理对扦插生根的影响。结果表明,不同品种和生根剂处理间的生根率、不定根数、平均根长、生根指数、抽梢率和新梢长度等扦插试验指标存在显著差异,并且大多数指标在品种与生根剂2因素之间存在显著的交互作用。在供试的6个榉树品种中,‘绿花瓶’扦插生根能力最强,其次为‘壮榉’‘武野’‘飞龙’‘冲天’,‘绿村’生根能力最差。在3种生根剂处理中,ABT1号处理对促进榉树扦插生根效果显著,IBA和NAA处理也有一定的作用。使用400 mg/L ABT1号生根剂插穗基部浸泡6 h,‘绿花瓶’的扦插生根率可达75.56%,生根指数达6.87;‘武野’的扦插生根率达53.33%;‘冲天’‘壮榉’的生根率为48.89%;‘绿村’和‘飞龙’的扦插成活率较低,分别为20.00%和24.44%。

**关键词:**榉树;品种;嫩枝;扦插;生根率;生根指数

**中图分类号:**S723.1+32.1;S792.99

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2018.02.003

榉树是榆科(Ulmaceae)榉属(*Zelkova* Spach)树种的统称,全世界共有6种,间断分布于东亚和地中海地区。我国是榉属分布的中心区,自然分布有大叶榉树(*Z. schneideriana*)、光叶榉(*Z. serrata*)和大果榉(*Z. sinica*)3种。榉树的适应性很强,在酸性、中性、石灰质土及轻度盐碱土地均能生长,且病虫害少,寿命长,抗污染。榉木心材呈浅红色,俗称“红榉”“血榉”,木材坚硬,花纹美丽,用途广泛,是制作高档家具、室内装饰等珍贵用材;榉木家具是我国明清古典家具的主要代表之一。榉树秋叶色彩艳丽,也是优良的城市绿化景观树种。大叶榉树因其特殊的生态经济价值,已被列为国家二级重点保护野生植物和我国重要的珍贵用材造林树种<sup>[1]</sup>。

目前生产上榉树苗木培育主要采用种子繁殖。但对于榉树栽培品种,种子繁殖的后代会产生较大性状变异,不能保证品种性状的一致性,需要通过扦插、嫁接或组织培养等无性方式进行繁殖<sup>[1]</sup>。近年来,国内外学者从母树年龄、扦插时间、穗条粗细、外源激素、扦插基质、生根机理等方面对榉树扦插繁殖进行了大量研究<sup>[2-12]</sup>,但受试验材料或条件等因素的影响,得到的试验结果存在较大的差别。

如在硬枝和嫩枝扦插比较方面,沈琪、郭程程等报道榉树硬枝扦插的成活率较高,嫩枝扦插成活率很低<sup>[2-3]</sup>;而尹万元报道光叶榉树嫩枝扦插的生根率较高,而硬枝扦插非常困难,生根率极低<sup>[4]</sup>。在母树年龄对扦插生根的影响方面,刘德良等从树龄百年的古榉树上采穗扦插获得了81.4%的生根率<sup>[6]</sup>,而张春桃等研究得出从树龄50 a的榉树上采穗扦插无法生根<sup>[7]</sup>。在选择外源激素处理方面,多数研究认为ABT1号对促进榉树扦插生根有明显作用<sup>[2-7]</sup>。刘燕等研究认为IBA处理的平均生根率较高,而GGR(ABT)处理和清水对照一样,生根率很低<sup>[10]</sup>。在基本相同的扦插条件下,姜志强报道用200 mg/L的ABT1号浸泡4 h处理,于6月22日扦插的生根率可达73.5%<sup>[5]</sup>,而郭程程用相同生根剂处理于7月1日扦插的成活率仅为16.17%<sup>[3]</sup>。因此从总体上看,目前榉树扦插繁殖技术尚不成熟,而有关榉树园艺栽培品种的扦插繁殖研究报道更少<sup>[13]</sup>。本文以从美国引进的3个榉树园艺栽培品种和江苏省林业科学研究院选育的3个榉树新品种为材料,开展不同品种、不同生根剂处理的嫩枝扦插繁殖研究,旨在为加快榉树新品种的繁育与推广应用提供科学依据。

收稿日期:2017-11-13;修回日期:2018-03-03

基金项目:江苏省农业科技自主创新项目“优新树种选育及高效栽培技术”[CX(16)1005-3]

作者简介:董筱昀(1983-),女,河南正阳县人,助理研究员,硕士。研究方向:林木良种培育。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料为江苏省林业科学研究院培育的‘壮榉’(新品种权号 20160102) 、‘冲天’(新品种权号 20160103) 、‘飞龙’(新品种权号 20160104) 3 个大叶榉树无性系品种和从国外引种的‘武野’(Musashino) 、‘绿花瓶’(Green Vase) 、‘绿村’(Green Village) 3 个光叶榉无性系品种, 于 6 月中旬从 3 年生嫁接苗上采集当年生枝条, 去掉顶部的嫩梢, 以半木质化枝条为扦插穗, 穗条粗度为 0.5—1.0 cm。

1.2 试验设计

按品种和生根剂 2 因素试验设计。试验品种 6 个; 生根剂处理 3 个, 分别为 NAA(国光<sup>®</sup> 蔡乙酸粉剂, 有效成分 20%) 、ABT1 号生根剂和 IBA 粉剂, 配置生根剂质量浓度均为 400 mg/L, 插穗浸泡时间为 6 h。外加清水对照 CK, 共 24 个处理, 每处理 30 个插穗, 重复 3 次。

1.3 扦插方法

在江苏省林业科学研究院内全光自动喷雾扦插池中进行, 基质按照泥炭+蛭石+珍珠岩, 按体积比 1:1:1 混合, 装入 5 目×10 目的塑料育苗盘中, 穴孔上径 5 cm, 下径 2.5 cm, 深度 8 cm。扦插前先用多菌灵 500 倍液对基质浇灌消毒。将插穗剪成长 8—10 cm, 保留插穗上部全叶 2—3 片; 插穗基部按照试验设计中的生根剂种类和时间进行浸泡。扦插深度约为插穗长度的 1/2。插后根据天气变化调整喷雾间隔时间, 始终保持叶面和基质湿润。晴天高温时每隔 3—5 min 喷雾 1 次, 每次喷 30 s, 阴天每隔 8—10 min 喷雾 1 次, 每次 30 s; 雨天停止喷雾。

1.4 结果调查与数据处理

扦插后 45 d 时, 调查测定生根率、不定根数(每个生根穗条的不定根数量)、平均根长(每个生根穗条的平均不定根长度)、抽梢率(生根穗条中抽发新梢的比例)、平均新梢长度(抽发新梢穗条的新梢长度)、生根指数等扦插生根和生长指标, 生根指数按照生根率×(3×平均根数+平均根长)/400 计算。应用 DPSV14.10 进行数据统计分析, 方差分析采用固定模型。生根率和抽梢率百分比数据在统计分析时用反正弦转换。

2 结果与分析

2.1 不同品种扦插生根能力差异

双因素方差分析和不同品种因素的多重比较结果(见表 1, 2) 显示, 不同品种间各扦插生根指标存在显著差异。

表 1 不同品种和生根剂处理双因素方差分析结果

变异来源	性状	平方和	自由度	均方	F 值	P 值
品种	生根率	5 738.27	5	1 147.65	21.37	1×10 <sup>-7</sup>
	不定根数	157.23	5	31.45	26.29	1×10 <sup>-7</sup>
	平均根长	34.77	5	6.95	4.28	0.002 7
	生根指数	44.09	5	8.82	53.82	1×10 <sup>-7</sup>
	抽梢率	7 508.64	5	1 501.73	15.11	1×10 <sup>-7</sup>
	新梢长度	85.04	5	17.01	13.53	1×10 <sup>-7</sup>
生根剂	生根率	12 664.20	3	4 221.40	78.61	1×10 <sup>-7</sup>
	不定根数	150.23	3	50.08	41.87	1×10 <sup>-7</sup>
	平均根长	109.72	3	36.57	22.52	1×10 <sup>-7</sup>
	生根指数	66.70	3	22.23	135.69	1×10 <sup>-7</sup>
	抽梢率	8 377.78	3	2792.59	28.10	1×10 <sup>-7</sup>
	新梢长度	97.27	3	32.42	25.80	1×10 <sup>-7</sup>
品种×生根剂	生根率	3 965.43	15	264.36	4.92	1.14×10 <sup>-5</sup>
	不定根数	47.80	15	3.19	2.66	0.005 1
	平均根长	13.78	15	0.92	0.57	0.89
	生根指数	37.87	15	2.52	15.41	1×10 <sup>-7</sup>
	抽梢率	4 703.70	15	313.58	3.16	0.001 3
	新梢长度	65.34	15	4.36	3.47	0.000 5

6 个榉树品种的平均扦插生根率仅为 24.63%。扦插生根率最高的‘绿花瓶’, 平均为 38.33%; 其次为‘壮榉’, 平均生根率为 32.78%; ‘绿村’的生根率最低, 仅 10.56%。不定根数最多为‘绿花瓶’, 为 6.17 条; 其次是‘飞龙’, 为 4.08 条; ‘绿村’不定根数最少, 为 1.33 条。平均根长最大为‘绿花瓶’‘壮榉’和‘飞龙’, ‘冲天’最小。根据生根指数指标对 6 个榉树品种进行扦插生根能力排序, 生根能力最强的为‘绿花瓶’, 其次为‘壮榉’‘武野’‘飞龙’‘冲天’, ‘绿村’的生根能力最差。

不同榉树品种的新梢抽梢率和新梢生长量也存在显著差异。‘绿花瓶’的抽梢率最高, 为 43.89%, 其次为‘飞龙’, 抽梢率为 33.33%; ‘绿村’和‘冲天’的抽梢率最低。新梢生长量最大为‘飞龙’和‘壮榉’, 分别为 5.25 cm 和 4.42 cm; 其次为‘冲天’‘武野’和‘绿花瓶’; ‘绿村’新梢生长量最小。

表 2 不同榉树品种各扦插生根指标比较

品种	生根率/ %	不定 根数	平均 根长/ cm	生根 指数	抽梢率/ %	新梢 长度/ cm
冲天	21.67 b	2.94 c	3.82 c	0.87 c	18.33 cd	3.48 b
壮榉	32.78 a	2.92 c	5.32 a	1.24 b	23.89 c	4.42 a
飞龙	20.56 b	4.08 b	5.05 ab	0.95 bc	33.33 b	5.25 a
绿花瓶	38.33 a	6.17 a	5.65 a	2.81 a	43.89 a	3.17 b
绿村	10.56 c	1.33 d	4.18 bc	0.27 d	12.78 d	1.79 c
武野	23.89 b	2.88 c	4.04 bc	1.01b c	22.22 c	3.1 b

同列数据后不同小写字母表示在 5%水平上差异显著

2.2 不同生根剂处理对扦插生根的影响

由表 1,3 方差分析和生根剂因素的多重比较结果可知,不同生长剂处理之间也存在显著差异。ABT1 号生根剂处理促进榉树扦插生根的效果最好,平均生根率达 45.2%,分别是 IBA,NAA 和 CK 的 1.82,2.26,5.3 倍;生根指数达 2.79,分别是 IBA,NAA 和 CK 的 2.87,3.44,13.29 倍;IBA 和 NAA 处理对促进榉树扦插生根也有一定的作用,但 2 者之间的差异不显著。ABT1 号生根剂处理的穗条抽梢率和新梢生长量也显著优于 IBA,NAA 处理和 CK。这说明 ABT1 号处理不仅可以提高生根率和根系质量,对促进穗条的萌发生长也有明显作用。

表 3 不同生根剂处理各扦插生根指标比较

生根剂	生根率/ %	不定 根数	平均根长/ cm	生根 指数	抽梢率/ %	新梢 长度/ cm
ABT1	45.19 a	5.54 a	5.94 a	2.79 a	42.59 a	5.13 a
IBA	24.81 b	3.01 b	5.32 ab	0.97 b	24.81 b	3.83 b
NAA	20.00 b	3.49 b	4.78 b	0.81 b	22.96 b	3.27 b
CK	8.52 c	1.51 c	2.66 c	0.21 c	12.59 c	1.89 c

同列数据后不同小写字母表示在 5%水平上差异显著

2.3 品种与生根剂的交互作用

由表 1 可知,除了平均根长外,其他扦插生根指标在榉树品种与生根剂之间存在显著的互作效应,这反映了不同的榉树品种在扦插生根过程中对于外源生根剂的作用存在不同响应。如对于生根率指标,总体上是 ABT1 号处理的效果最好,与其他处理间存在显著差异。但通过互作分析发现,‘飞龙’和‘绿村’2 个品种,ABT1 号与 IBA 处理之间的生根率没有显著差异。若以生根指数最优为评判标准,6 个榉树品种扦插繁殖的最优生根剂处理均为 ABT1 号。其中,‘绿花瓶’的生根率可达 75.56%,

生根指数达 6.87;武野的生根率达 53.3%,生根指数达 2.73(见表 4)。

表 4 不同榉树品种采用 ABT1 号处理的扦插生根效果

品种	生根率/ %	不定 根数	平均 根长/ cm	生根 指数	抽梢率/ %	新梢 长度/ cm
冲天	48.89 b	4.97 bc	4.43 a	2.34 bc	42.22	4.67
壮榉	48.89 b	4.33 c	6.43 a	2.39 bc	28.89	7.67
飞龙	24.44 c	6.67 b	6.07 a	1.74 c	55.56	9.00
绿花瓶	75.56 a	10.00 a	6.63 a	6.87 a	77.78	3.17
绿村	20.00 c	2.33 d	6.30 a	0.66 d	15.56	2.17
武野	53.33 b	4.97 bc	5.80 a	2.73 b	35.56	4.13

同列数据后不同小写字母表示在 5%水平上差异显著

3 结论与讨论

大量研究表明,同一树种不同基因型的植株,其扦插生根能力存在较大差异<sup>[14-15]</sup>。本研究发现,不同榉树品种和生根剂处理之间的扦插生根指标存在显著差异,并且大多数生根指标在品种与生根剂 2 因素之间存在显著的交互作用。在供试的 6 个榉树品种中,‘绿花瓶’扦插生根能力最强,其次为‘壮榉’‘武野’‘飞龙’‘冲天’,‘绿村’生根能力最差。ABT1 号生根剂处理对促进榉树扦插生根具有显著的作用,这与大多数榉树扦插研究报道结果一致<sup>[2-7]</sup>。使用 400 mg/L ABT1 号生根剂于插穗基部浸泡 6 h,‘绿花瓶’的扦插生根率可达 75.56%,生根指数达 6.87;‘武野’的扦插生根率达 53.33%;‘冲天’‘壮榉’的生根率为 48.89%;但‘绿村’和‘飞龙’的扦插成活率仍较低。试验结果为上述榉树品种的无性繁殖提供了依据。

多数研究表明,榉树的硬枝扦插生根率高于嫩枝扦插<sup>[2-3,11]</sup>。落叶树种硬枝扦插后,一般是插穗上部休眠芽首先萌发展叶,通过叶光合作用为插穗生根提供养分,从而促进基部生根。而嫩枝扦插多采用带叶扦插,扦插过程中可保持叶光合作用。本试验中发现,虽然扦插过程中每个插穗上部保留了 2—3 片叶,但榉树扦插后插穗上的叶片很容易脱落,一般在扦插后 10 d 左右,插穗上的叶片已大多脱落,且榉树扦插后穗条的萌发抽梢率较低,即使是已生根的穗条,在扦插后 45 d 观测时,平均萌发抽梢率仅 25.7%,插穗在扦插过程中无法为插穗生根提供足够的养分,这可能是榉树嫩枝扦插成活率较低的原因之一。

(下转第 16 页)



叶的方式,减少水分需求以抵御胁迫的发展。

楝树根插幼苗在干旱胁迫初期具有提高根系主动吸水能力以缓解胁迫伤害的适应机制,其生长和生物量积累受到促进,但之后明显受到抑制。在江苏沿海地区根插育苗过程中,应及时关注天气变化和土壤墒情,在连续干旱 5 d 内及时补充水分,以避免持续干旱对楝树根插苗成活和生长造成的不利影响。

#### 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:第四十三卷第三分册[M].北京:科学出版社,1997.
- [2] 中国树木志编辑委员会.中国树木志:第四卷[M].北京:中国林业出版社,2004.
- [3] 教忠意,唐凌凌,隋德宗,等.苦楝的研究现状与展望[J].福建林业科技,2009,36(4):269-274.
- [4] NAKATANI M, HUANG R C, OKAMURA H, et al. Limonoid antifeedants from Chinese *Melia azedarach* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 36(1):39-41.
- [5] SALIB J Y, MICHAEL H N, EL-NOGOU MY S I. New lactoyl glycoside quercetin from *Melia azedarach* leaves [J]. *Chemistry of Natural Compounds*, 2008, 44(1):13-15.
- [6] 汪文陆,赵善欢.苦楝果实中化学成分进一步研究及生物活性测定[J].华南农业大学学报,1993,14(3):64-69.
- [7] 马玉翔,赵淑英,王梦媛,等.苦楝的提取及其抑菌活性研究[J].山东科学,2004,17(1):32-35.
- [8] 韩莉,万福珠,刘朝奇.苦楝果浸出液对荷瘤小鼠及其感染白色念珠菌的影响[J].咸宁医学院学报,1999,13(3):149-151.
- [9] 曾灶昌,钟超.苦楝子中有效成分的提取分离及促进胆固醇流出作用研究[J].中外医疗,2008,27(16):12-13.
- [10] 王景华,姜洪华,李引平.楝树种子育苗技术[J].中国农技推广,2006,22(9):30-31.
- [11] 肖端,刘东明.苦楝芽苗切根移栽新技术[J].林业实用技术,2004,46(10):23-24.
- [12] 胡长效,苏新林.我国植物农药苦楝研究概况与展望[J].江西农业学报,2003,15(3):52-56.
- [13] 苗霞霞,孙明高,夏阳,等.盐胁迫对苦楝根系活力的影响[J].山东农业大学学报,2005,36(1):9-12.
- [14] 杨小波.南亚热带 4 个不同演替阶段树种苗木环境适应性研究[J].林业科学,2002,38(1):56-60.
- [15] 肖冬梅,王 森,姬兰柱.水分胁迫对长白山阔叶红松林主要树种生长及生物量分配的影响[J].生态学杂志,2004,23(5):93-97.
- [16] 程徐冰,吴 军,韩士杰,等.减少降水对长白山蒙古栎叶片生理生态特性的影响[J].生态学杂志,2011,30(9):1908-1914.
- [17] 陆晓丽,王伟伟,教忠意.盐胁迫对楝树 6 个家系实生苗生长的影响[J].江苏林业科技,2014,41(6):12-15.
- [18] 陈 香,谭家得,丁岳炼,等.干旱胁迫对竹节树幼苗生长的影响[J].福建林业科技,2016,43(2):129-133.
- [19] 覃世杰,尹 婷,谭长强,等.水分胁迫对厚荚相思生长和生理生化指标的影响[J].湖北农业科学,2015,54(7):1625-1627.

(上接第 12 页)

#### 参考文献:

- [1] 仲 磊,黄利斌.榉树育种研究进展及遗传改良策略[J].林业科技开发,2015,29(1):5-8.
- [2] 沈 琪.榉树扦插繁殖与生根机理研究[D].南京:南京林业大学,2013.
- [3] 郭程程.榉树的光合生态学特性和无性快繁体系研究[D].南京:南京林业大学,2011.
- [4] 尹万元.光叶榉扦插繁殖技术及生根过程中生理变化[D].泰安:山东农业大学,2016.
- [5] 姜志强.榉树扦插繁殖技术与生根机理的研究[D].南京:南京林业大学,2008.
- [6] 刘德良,张 琴.珍稀濒危植物榉树扦插繁殖研究[J].西北林学院学报,2001,16(1):37-39.
- [7] 刘海龙,张日清,汪灵丹,等.榉树嫩枝扦插技术的研究[J].中南林业科技大学学报,2013,33(9):11-13.
- [8] 张春桃,胡希军,罗雪梅,等.榉树的扦插繁殖技术[J].经济林研究,2011,29(2):108-110.
- [9] 吴学礼,付玉斌,祁荣频,等.榉树扦插繁殖技术试验初报[J].林业调查规划,2008,33(3):140-142.
- [10] 刘 燕,孙 超,祁 翔,等.榉树扦插繁殖技术研究[J].林业实用技术,2014(3):29-30.
- [11] 张若晨.大果榉硬枝扦插繁殖技术研究[J].山西农业科学,2013,41(10):1082-1084.
- [12] 蔡建武,茹利民.大叶榉扦插育苗试验[J].江苏林业科技,2005,32(1):32-33.
- [13] KIM C S, KWON O W. Vegetative propagation through green wood cuttings of adventitious sprouts in *Zelkova serrata* Makino. [J]. Research Report of the Institute of Forest Genetics, 1990(26):22-25.
- [14] 黄利斌,汪企明,李晓储,等.落羽杉属种源研究:扦插生根能力变异[J].江苏林业科技,2000,27(1):1-6.
- [15] 唐 强,李志辉,吴际友,等.毛红椿无性系扦插繁殖试验研究[J].中南林业科技大学学报,2015,35(1):61-70.