

文章编号:1001-7380(2017)02-0022-04

# 乌桕无性系嫩枝扦插繁殖试验

董筱昀,梁珍海,黄利斌,吕运舟,杨建军

(江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153)

**摘要:**利用正交试验方法试验了乌桕不同无性系、不同插穗部位、不同生根剂处理对全光照间歇喷雾下嫩枝扦插生根的影响,结果表明:影响乌桕无性系嫩枝扦插生根最大的因子为插穗采集枝条的部位,其次为无性系,生根剂种类和质量浓度影响较小;采自枝条上部梢段的插穗生根率、根系效果指数和抽梢率最高,分别为92.11%、5.63和78.21%;采自枝条基段的插穗生根数目最多,达8.67条。在不同无性系之间,‘秋艳1号’的生根率较高,‘紫燕’的穗条生根数目和新梢生长量较大。与清水对照相比,生根剂处理对乌桕嫩枝扦插生根作用明显,但生根剂种类和质量浓度之间的作用差异较小。

**关键词:**乌桕;无性系;嫩枝扦插;生根率;全光照间歇喷雾;繁殖

**中图分类号:**S723.1<sup>+</sup>32.1;S794 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2017.02.005

乌桕 (*Sapium sebiferum*) 为大戟科乌桕属落叶乔木,是我国特有的原生树种,分布范围很广,资源丰富,适应性强,是重要工业油料树种<sup>[1-2]</sup>。乌桕种子既含油又含脂,其油脂是我国传统出口商品和重要的工业原料。由于乌桕油脂含量高,用途大,是理想的生物再生能源植物<sup>[3-5]</sup>,可生产生物柴油。乌桕还是我国传统的园林景观树种,具有很高的观赏价值。入秋时节,乌桕叶色变化丰富,渲染成红、黄、橙、紫等多种色彩,绚丽多姿,观赏价值较高,是很多秋季红叶风景区的主要树种。该树种具有耐旱、耐涝、耐盐碱等特性,生长迅速,对土壤要求不严格,在江苏丘陵山区贫瘠山地、江河湖低湿滩地、沿海盐碱地彩色化造林中具有广阔的应用前景。

当前乌桕主要繁殖方法为种子繁殖,但是种子繁殖时后代性状发生的较大变异,不能保证乌桕秋叶观赏品质的一致性和稳定性。采用扦插等无性繁殖方法,可保证乌桕秋叶观赏的稳定性。有关乌桕的扦插研究已有过报道<sup>[6-8]</sup>。本文开展乌桕扦插繁殖研究,旨在为加快乌桕彩叶观赏新品苗木培育和推广提供科学依据。

## 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选育的秋

叶变色性状优良的‘秋艳1号’、‘秋皇1号’和‘紫燕’3个乌桕无性系,从3年生嫁接苗上采集长度80—100 cm的当年生枝条,将枝条分成上部(从梢头往下至25 cm处)、中部和下部(剪口往上至25 cm处)3个部分,分别截取作为穗条备用。

### 1.2 试验设计

试验采用正交设计,设计取插穗部位(截取枝条的部分)、生根剂种类、生根剂质量浓度和无性系4因素,每个因素设3个水平,正交表选用 $L_9(3^4)$ ,如表1。每个处理50个插穗,设重复3次。本试验只考虑4个因素的主效应以确定最佳的水平组合,不考虑各因素的互作效应。同时,设置清水处理作为对照试验,不同无性系试验中选取嫩枝的中间部分为试验材料,每个处理50个插穗,重复3次。

表1 乌桕嫩枝扦插正交试验 $L_9(3^4)$ 因子设计

水平	因素			
	穗条部位	生根剂种类	生根剂质量浓度/(mg/L)	无性系
1	上部	IBA	1 000(穗条基部浸泡30 s)	‘秋艳1号’
2	中部	ABT1号	500(穗条基部浸泡30 min)	‘秋皇1号’
3	下部	ABT2号	250(穗条基部浸泡30 min)	‘紫燕’

### 1.3 扦插方法及插后管理

试验在江苏省林业科学研究院内全光照自动

收稿日期:2017-01-06;修回日期:2017-03-16

基金项目:江苏省科技支撑项目“乌桕观赏新品种选育”(BE2014418);江苏省林业三新工程项目“‘秋艳1号’种苗繁育与示范推广”(LYSX[2015]08)

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

间歇喷雾扦插池中进行,基质按照泥炭、蛭石和珍珠岩等容积配比混合,装入直径5 cm、高度8 cm的无纺布容器袋里,扦插前浇500倍多菌灵水溶液。将插穗剪成长10—12 cm,保留插穗上部2—3个叶片,其余叶片都去掉;插穗基部按照试验设计中的生根剂种类和质量浓度组合进行浸泡处理。扦插深度约为插穗长度的1/2。根据天气变化调整喷雾间隔时间,晴天高温时每5 min喷雾1次,每次30 s,阴天时每10 min喷雾1次,每次30 s。生根期间及时取出脱落的叶片和腐烂的插穗。

#### 1.4 结果调查与数据处理

扦插7 d后观察插穗切口变化以及生根情况,之后每隔3 d观察1次。扦插30 d后对插穗进行调查,调查指标有生根率、不定根数、平均根长、抽梢率、新梢长度,计算根系效果指数来综合评价插穗的生根能力。根系效果指数=生根率 $\times$ (3 $\times$ 平均根数+平均根长)/400<sup>[9-10]</sup>。数据统计分析用DPS v14.10进行方差分析和多重比较,统计分析时,生根率和新梢萌发率数据进行反正弦转换,根系数目进行平方根转换。

## 2 结果与分析

### 2.1 扦插生根过程

乌柏嫩枝扦插生根较快,扦插后7 d左右基部切口有明显膨大,开始长出愈伤组织;10 d开始有

新根长出,16 d后为新根生长的旺盛期,新梢开始萌发。上部插穗的生根速度较快,下部插穗的生根速度较慢;‘秋艳1号’新梢萌发时间较早,‘秋皇1号’的新梢萌发时间较迟。乌柏扦插生根部位集中在切口愈伤处1 cm左右,30 d左右即大量生根,新梢进入生长阶段,可以开始移栽炼苗。

### 2.2 不同因子、水平对扦插生根率的影响

从试验结果(见表2)可以看出,正交试验中对生根率影响最大的因子是插穗部位,极差为28.62。上部插穗生根率最高为92.11%,与中部插穗的生根率之间有显著差异,与下部插穗的生根率之间有极显著性差异,中部插穗与下部插穗的生根率也有显著性差异。生根剂浓度、生根剂种类、无性系3个因素影响较小,极差为7.22—8.61。方差分析表明,插穗部位对乌柏嫩枝扦插生根率的影响达显著性差异,而生根剂质量浓度、生根剂种类、无性系3个因素对乌柏的生根率差异不显著。但从表3可以看出,3个无性系清水对照的平均生根率仅42.23%,低于正交试验中生根剂处理的生根率,而‘秋皇1号’、‘紫燕’清水处理的生根率仅为生根剂处理的一半左右。综上所述,乌柏嫩枝扦插生根率的高低与插穗在枝条上的部位有很大关系,以采取枝条上部插穗的生根率最高;一定质量浓度的IBA和ABT生根剂处理对提高乌柏无性系的扦插生根率有重要作用。

表2 正交试验不同因子对乌柏嫩枝扦插生根率的影响

水平	插穗部位	生根剂种类	生根剂质量浓度	无性系
1	(92.11 $\pm$ 2.13) aA	(78.44 $\pm$ 1.58) aA	(80.44 $\pm$ 1.51) aA	(78.78 $\pm$ 1.433) aA
2	(74.44 $\pm$ 1.34) bAB	(78.44 $\pm$ 1.89) aA	(70.89 $\pm$ 1.39) aA	(74.67 $\pm$ 2.57) aA
3	(60.22 $\pm$ 1.92) cB	(69.78 $\pm$ 1.47) aA	(75.33 $\pm$ 2.34) aA	(70.22 $\pm$ 1.36) aA
极差 R'	28.62	7.81	8.61	7.22
方差分析 F 值	13.5**	1.33	1.22	0.29

表中数据为平均值 $\pm$ 标准误;同一列后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。\*\*表示方差分析F值 $>F_{0.01}$

### 2.3 不同因子、水平对扦插生根量的影响

从试验结果(见表4)可看出,对乌柏嫩枝扦插生根数影响最大的因子是枝条的部位,极差为2.80,其次是无性系,生根剂种类和质量浓度影响最小。根据方差分析结果可以得出,插穗部位和无性系因素对生根数的影响极显著。下部插穗的不定根数最多,为8.67条,与中部、上部插穗的生根数目之间有极显著差异,但中部、上部插穗之间无显著差异。无性系‘紫燕’的不定根数最多,为8.55条,与‘秋艳1号’和‘秋皇1号’在生根数目上存在极

显著差异,‘秋艳1号’和‘秋皇1号’之间无显著差异。生根剂种类和生根剂质量浓度对插穗生根数无显著影响,但均大于清水对照(见表3,4)。对平均根长影响最大的因子也是枝条的部位,极差为1.5,其余依次为生根剂种类、无性系、生根剂质量浓度。根据方差分析结果,插穗部位间平均根长有显著性差异,下部插穗的平均根长最大,为5.94 cm,与上部、中部插穗之间存在极显著差异,上部插穗和中部插穗之间存在显著差异。生根剂种类、无性系、生根剂质量浓度因子不同水平间平均根长差异不显著。

综上所述,乌柏嫩枝扦插生根量与插穗在枝条上的部位有很大关系,以下部插穗的不定根数量最多、平均根长最长。无性系之间也具有差异性,其中‘紫燕’的不定根数量最多。

表3 清水处理乌柏嫩枝扦插试验结果

无性系	生根率/%	生根数目/条	平均根长/cm	根系效果指数	发新梢率/%	平均梢长/cm
秋艳1号	(52.81±3.16)aA	(4.97±0.37)aA	(3.61±0.49)bA	(3.44±0.41)aA	(40.92±3.16)bA	(2.23±0.22)abA
秋皇1号	(39.78±2.45)bB	(3.32±0.45)aA	(3.37±0.24)bA	(1.46±0.15)bB	(39.1±2.15)bA	(2.05±0.11)bA
紫燕	(34.11±1.32)bB	(3.96±0.62)aA	(4.39±0.16)aA	(1.94±0.42)bB	(49.76±2.21)aA	(3.26±0.14)aA

表中数据为平均值±标准误;同一列后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )

表4 不同处理因子、水平对乌柏嫩枝插穗生根数目和平均根长的影响

水平	插穗部位		生根剂种类		生根剂质量浓度		无性系	
	主根条数/条	平均根长/cm	主根条数/条	平均根长/cm	主根条数/条	平均根长/cm	主根条数/条	平均根长/cm
1	(5.89±1.14)bB	(4.28±1.37)cB	(7.12±1.38)aA	(4.81±1.46)aA	(6.94±1.45)aA	(4.58±1.71)aA	(5.44±1.63)bB	(5.24±1.32)aA
2	(5.56±1.03)bB	(5.02±0.93)bB	(6.48±1.52)aA	(4.33±1.21)aA	(6.37±1.07)aA	(4.99±1.60)aA	(6.11±2.37)bB	(4.74±0.78)aA
3	(8.67±1.72)aA	(5.94±1.82)aA	(6.82±1.98)aA	(4.73±0.89)aA	(6.71±1.34)aA	(4.68±1.42)aA	(8.55±1.65)aA	(5.25±1.15)aA
极差 $R'$	2.80	1.50	0.63	0.55	0.52	0.39	2.41	0.46
方差分析 $F$ 值	8.97**	17.85**	0.35	3.39	0.35	2.35	8.25**	2.18

表中数据为平均值±标准误;同一列后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。\*表示方差分析  $F$  值  $>F_{0.01}$

#### 2.4 不同因子、水平对嫩枝扦插根系效果指数的影响

根系效果指数可以综合评价一个树种的扦插生根能力,不同处理对乌柏嫩枝扦插根系效果指数影响见表5。通过各因素对根系效果指数影响的极差可以看出,乌柏嫩枝扦插生根影响的主要因子是插穗部位,极差为1.51;其次是无性系,极差为1.31;最后是生根剂种类和生根剂质量浓度。由方差分析结果得出,插穗部位对乌柏无性系嫩枝扦插生根能力具有显著影响。上部插穗根系效果指数

为5.63,与下部插穗在5%水平上有显著差异;无性系对乌柏嫩枝扦插根系效果指数也有影响,‘秋艳1号’根系效果指数最大,为5.56,与‘秋皇1号’间在5%水平上有显著差异;不同种类生根剂、质量浓度处理间根系效果指数差异不显著。综上所述,影响乌柏无性系嫩枝扦插生根效果指数最主要的因子是插穗部位和无性系,以梢部插穗的根系效果指数最大;无性系之间也具有差异性,其中‘秋艳1号’的根系效果指数最大,生根效果最好。

表5 不同因子、水平对乌柏嫩枝扦插根系效果指数的影响

水平	插穗部位	生根剂种类	生根剂质量浓度	无性系
1	(5.63±1.37)aA	(5.06±1.21)aA	(5.38±0.79)aA	(5.56±1.21)aA
2	(4.67±1.54)abA	(4.77±1.81)aA	(4.32±1.55)aA	(4.10±2.32)bA
3	(4.08±1.32)bA	(4.35±1.21)aA	(4.67±2.03)aA	(4.21±1.18)abA
极差 $R'$	1.51	0.72	0.64	1.31
方差分析 $F$ 值	3.43*	1.27	2.09	3.13*

表中数据为平均值±标准误;同一列后不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ ),不同大写字母表示差异极显著( $P<0.01$ )。\*表示方差分析  $F$  值  $>F_{0.05}$

#### 2.5 不同因子对插穗新梢生长的影响

由结果(见表6)得出,对乌柏嫩枝扦插抽梢率影响最大因子是生根剂质量浓度,极差为20.82,其余依次是插穗部位、无性系和生根剂种类。由方差分析结果得出,生根剂质量浓度间抽梢率差异达极显著水平,1000 mg/L 水平上插穗抽梢率为84.22%,与500,

250 mg/L 处理间有极显著差异,500 mg/L 与250 mg/L 处理之间差异不显著;上部插穗抽梢率为78.21%,与下部插穗之间有显著异性;不同种类生根剂处理的抽梢率差异不显著。不同无性系之间,‘秋艳1号’与‘紫燕’间抽梢率无显著差异,但二者与‘秋皇1号’之间有极显著差异;穗条抽梢率的最优组

合为  $A_1B_1C_1D_1$  或  $A_1B_1C_1D_3$ , 即采用‘秋艳1号’或‘紫燕’上部的插穗在 1 000 mg/L 的 IBA 里浸泡 30 s。

由表 6 还可看出, 对新梢长度影响最大因子是无性系, 极差为 3.82, 其次是插穗部位, 生根剂质量浓度和生根剂种类影响较小。由方差分析结果得出, 无性系、插穗部位、生根剂质量浓度因子的不同水平对乌柏嫩枝扦插新梢长度有显著或极显著影响。‘紫燕’的新梢长度最大, 为 9.68 cm, 与‘秋艳1号’和‘秋皇1号’间有极显著差异, ‘秋艳1号’

和‘秋皇1号’之间无显著差异; 插穗部位是影响新梢长度的另一个重要因子, 下部插穗的新梢长度为 8.74 cm, 与中部和上部插穗的新梢长度有极显著差异, 中部和上部之间差异不显著; 1 000 mg/L 的生根剂处理的插穗新梢长度为 7.96 cm, 与 500 mg/L 的生根剂处理之间有极显著差异。生根剂种类对新梢长度无显著影响。扦插新梢长度的最优组合为  $A_3B_1C_1D_3$ , 即采用无性系‘紫燕’枝条下部的插穗在 1 000 mg/L 的 IBA 里浸泡 30 s。

表 6 不同处理、因子、水平对乌柏嫩枝扦插新梢萌发生长的影响

水平	插穗部位		生根剂种类		生根剂质量浓度		无性系	
	抽梢率/%	新梢长度/cm	抽梢率/%	新梢长度/cm	抽梢率/%	新梢长度/cm	抽梢率/%	新梢长度/cm
1	(78.21±1.03) aA	(5.92±1.19) bB	(70.14±3.66) aA	(7.43±1.43) aA	(84.22±3.38) aA	(7.96±0.94) aA	(78.02±3.36) aA	(6.07±1.42) bB
2	(73.56±3.16) abA	(6.52±1.01) bB	(64.78±4.47) aA	(6.97±1.28) aA	(62.14±2.26) bB	(6.4±1.09) bB	(66.44±3.72) bB	(5.43±0.28) bB
3	(63.11±3.45) bA	(8.74±1.21) aA	(69.22±2.13) aA	(6.79±1.12) aA	(69.33±3.16) bB	(6.83±1.17) abAB	(80.26±2.84) aA	(9.68±1.83) aA
极差 R'	13.41	2.54	3.41	0.58	20.82	1.4	11.41	3.82
方差分析 F 值	5.89*	15.2**	2.03	0.76	6.80**	4.43*	8.55**	35.96**

表中数据为平均值±标准误; 同一列后不同小写字母表示差异显著 ( $P<0.05$ ), 不同大写字母表示差异极显著 ( $P<0.01$ )。\* 和 \*\* 分别表示方差分析  $F$  值  $>F_{0.05}$  和  $F$  值  $>F_{0.01}$

### 3 结论与讨论

穗条的木质化程度直接影响嫩枝扦插的生根效果。本试验中, 插穗采集枝条的部位是影响乌柏嫩枝扦插生根率的最大因子, 枝条梢段部分的比较幼嫩, 木质化程度低, 生根率较高; 枝条下段的木质化程度高, 生根率较低。这与周兰英等在乌柏雾插中带顶梢段插穗成活率显著高于不带顶梢的成活率的结果一致<sup>[6]</sup>。但枝条基部段穗条较粗壮, 生根数目、根系长度和新梢生长量等指标高于梢段部分。

已有试验表明, 外源生根剂处理可以显著提高乌柏的扦插生根率<sup>[8-10]</sup>。本试验中, 3 种生根剂 IBA, ABT1, ABT2 不同质量浓度处理之间在生根率、生根量、根系效果指数等指标差异不显著, 但生根率和生根效果指数可对比照提高 1 倍左右。由于生根率和生根数目的显著增加, 扦插苗吸收养分的能力增强, 生根剂处理后穗条的新梢萌发率和生长量也比清水 (对照) 显著提高。说明生根剂处理是提高乌柏嫩枝扦插生根率的重要措施。

本次供试的 3 个乌柏无性系分别来自秋叶呈红色、紫红色和黄色的观赏品种, 无论在正交试验或清水处理对比试验中, 都反映出这 3 个无性系的扦插生根能力存在一定的差异。其中, ‘秋艳1号’扦插

较容易生根, 生根率高; ‘紫燕’的生长量较大, 枝条粗壮, 因此扦插后生根数目较多, 穗条新梢生长量也较大。

#### 参考文献:

- [1] 李冬林, 黄 栋, 王 瑾, 等. 乌柏研究综述[J]. 江苏林业科技, 2009, 36(4): 43-47.
- [2] 金代钧, 黄惠坤, 唐润琴, 等. 中国乌柏品种资源的调查研究[J]. 广西植物, 1997(4): 345-362.
- [3] 杨 琳. 乌柏皮油改性制取类可可脂[J]. 福建农业大学学报, 2001, 30(3): 398-402.
- [4] 简晓春. 柴油机燃用乌柏油及其甲酯的长期工作试验[J]. 小型内燃机, 1993, 22(2): 36-38.
- [5] 喻资生. 柴油机燃用乌柏榨油的研究[J]. 中国公路学报, 1991, 4(1): 43-51.
- [6] 周兰英, 黄从德, 肖千文. 乌柏雾插技术研究[J]. 四川农业大学学报, 1996, 14(3): 488-490.
- [7] 郑龙锦. 乌柏嫩枝扦插繁殖试验[J]. 江苏林业科技, 2010, 37(3): 31-32, 41.
- [8] 邓先珍, 程军勇, 张 风, 等. 乌柏扦插育苗技术研究[J]. 湖北林业科技, 2009(6): 18-20.
- [9] 何友军, 陈光辉. 桉树扦插繁殖试验研究[J]. 湖南林业科技, 1997, 24(2): 14-17.
- [10] 惠兴学, 孔繁轼, 张文臣, 等. 大果无刺沙棘全光雾嫩枝扦插育苗技术研究[J]. 沙棘, 1999, 12(2): 17-20.