

# 不同外源激素处理对桦叶四蕊槭扦插生根的影响

张继强<sup>1</sup>, 张洋东<sup>1</sup>, 刘东皓<sup>1</sup>, 杨雪梅<sup>2</sup>, 王三英<sup>1</sup>, 薛睿<sup>1</sup>, 赵亚萍<sup>1</sup>

(1. 甘肃省林业科学研究院, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** [目的] 研究不同外源激素类型、不同浓度水平以及不同直径插穗对桦叶四蕊槭扦插生根的影响, 为探寻高效繁殖体系以及为人工栽培和园林生产提供科学指导。[方法] 利用扦插试验和统计分析方法开展研究。[结果] (1) 经过吲哚乙酸(IAA), 吲哚丁酸(IBA), 萘乙酸(NAA)和赤霉素(GA)这 4 种外源激素处理的插穗扦插生根率, 均明显高于对照, 其中 IBA 处理的效果最好; (2) 在 0~400 mg/L 这 4 个水平浓度中, IAA, IBA, NAA 和 GA 分别在 50, 200, 50, 50 mg/L 时, 所处理的插穗扦插达到其各自生根率的最大值; (3) 粗插穗( $D \geq 7$  mm)的平均生根率最高, 达 54%, 其中以 200 mg/L 的 IBA 处理效果最好, 生根率达到 77%。[结论] 桦叶四蕊槭扦插生根的最优组合为, 9 月上旬, 选用直径  $D \geq 7$  mm 的插穗, 用 200 mg/L 的 IBA 处理。

**关键词:** 桦叶四蕊槭; 扦插生根; 外源激素; 浓度水平

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2017)04-0207-04

中图分类号: S615

**文献参数:** 张继强, 张洋东, 刘东皓, 等. 不同外源激素处理对桦叶四蕊槭扦插生根的影响[J]. 水土保持通报, 2017, 37(4): 207-210. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.035; Zhang Jiqiang, Zhang Yangdong, Liu Donghao, et al. Effects of different exogenous hormone treatments on rootage rate of *Acer Tetramerum* [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(4): 207-210. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2017.04.035

## Effects of Different Exogenous Hormone Treatments on Rootage Rate of *Acer Tetramerum*

ZHANG Jiqiang<sup>1</sup>, ZHANG Yangdong<sup>1</sup>, LIU Donghao<sup>1</sup>,  
YANG Xuemei<sup>2</sup>, WANG Sanying<sup>1</sup>, XUE Rui<sup>1</sup>, ZHAO Yaping<sup>1</sup>

(1. Gansu Research Academy of Forestry Science and Technology, Lanzhou, Gansu 730020, China; 2. Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou, Gansu 730070, China)

**Abstract:** [Objective] In order to find efficient regeneration method, and to provide scientific guidance for artificial cultivation and landscape producing, the study focused on the effects of the type, concentration level of different exogenous hormones and cutting diameter of *Acer tetramerum* on the cutting rootage. [Methods] The study was carried out by cuttage experiment and statistical analysis. [Results] (1) The rooting rates of cutting propagation in the treatments of IAA(indole-3-acetic acid), IBA(indole butyric acid), NAA(1-naphthyl acetic acid) and GA(gibberellin acid) were significantly higher than those of controlled group, among which, the treatment of IBA performed the best. (2) The rootage rates of cutting propagation reached its maximum value at the concentration levels of 50 mg/L of IAA, 200 mg/L of IBA, 50 mg/L of NAA and 50 mg/L of GA, respectively. (3) The maximal average rootage rates of thick cutting( $D \geq 7$  mm)reached 54%. At this cutting thick, the highest rootage rate(77%) was recorded in the treatment of IBA at concentration level of 200 mg/L. [Conclusion] The optimal combination of cutting rooting for *Acer tetramerum* is as follows: in early September, with the diameter  $> 7$  mm, and using 200 mg/L IBA.

**Keywords:** *Acer tetramerum*; rotting rate; exogenous hormone; concentration level

收稿日期: 2016-11-30

修回日期: 2016-12-07

资助项目: 甘肃省技术研究与开发专项计划“甘肃抗逆性季节变色园林植物选育技术研究”(1305TCYA025), “铅笔柏抗旱性研究”(1305TCYA017)

第一作者: 张继强(1980—), 男(汉族), 甘肃省会宁县人, 学士, 高级工程师, 主要从事园林种质资源开发方面的研究。E-mail: gszhj@126.com。

通讯作者: 张洋东(1976—), 男(汉族), 甘肃省兰州市人, 学士, 工程师, 主要从事园林种质资源开发方面的研究。E-mail: 258610205@qq.com。

桦叶四蕊槭(*Acer tetramerum*)又名菱叶红色木,是槭树科槭树属四蕊槭的变种<sup>[1-3]</sup>,落叶乔木,高约7~12 m,叶纸质,卵形至长圆状卵形,长6~8 cm,宽4~5 cm,翅果嫩时黄绿色,成熟时黄褐色,常5~10余枚组成细瘦而下垂的总状果序,其籽含有人体必需的脂肪酸<sup>[4-5]</sup>。桦叶四蕊槭喜温、耐寒、耐旱、耐瘠薄,生于海拔1500~3000 m的林边或疏林中,主要分布在河南西南部、陕西南部、甘肃东南部、四川和云南西北部<sup>[6-7]</sup>。桦叶四蕊槭树干挺拔,冠大荫浓、叶形秀丽、小枝紫红色,叶片经秋金黄色,极具观赏价值,是中国特有的观赏植物资源,园林绿化开发潜力巨大。但是,桦叶四蕊槭在国内很少栽培利用,目前还处于野生状态,未能大规模运用于园林绿化。由于桦叶四蕊槭种壳坚硬,种子内种胚很小,具有深休眠特性,种子发芽率低,有性繁殖困难。为此,进行了不同类型外源激素、不同浓度处理及不同直径插穗对桦叶四蕊槭扦插生根的影响,旨在总结出一套高效的繁殖体系,以期对人工栽培和园林生产具有一定的指导意义。李焕勇等<sup>[8]</sup>在北京中林公司苗圃,采用NAA和ABT生根粉2种激素处理,对复叶槭硬枝扦插进行了研究;郝爱丽等<sup>[9]</sup>以青榨槭为材料,采用正交试验法,研究了NAA,IBA和GA这3种生长调节剂处理对青榨槭扦插生根的影响。目前,国内关于桦叶四蕊槭的研究较少,文献报道的仅有陈生元<sup>[10]</sup>、刘凯<sup>[11]</sup>等在青海省互助北山林场进行野生桦叶四蕊槭人工驯化和播种育苗试验,关于扦插繁殖和园林应用的还未见报道。

## 1 试验地概况

试验地设在甘肃省林业科学研究院五星坪基地,

位于兰州市七里河区五星坪后街,地理坐标为103°47'19"N,36°02'50"E。海拔1500 m,气候类型属于北温带半干旱区<sup>[12]</sup>,特点是冬季寒冷漫长,春夏界线不分明,夏季短促,气温高,秋季降温快。年均气温9.8℃,极端最高温度39.1℃,极端最低温-23.1℃,年降水量为318.3 mm<sup>[13]</sup>,主要集中在6—9月,年蒸发量1437.7 mm,年平均日照时数为2446 h,全年无霜期154 d。土壤为黑垆土,pH值7.8~8.3<sup>[14]</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验材料

穗条采自兴隆山国家级自然保护区麻家寺管护站,在准备扦插的前1 d,从生长健壮、无病虫害的母株上剪取当年生半木质化枝条带回五星坪基地,并及时洒水保鲜。将其剪成8~10 cm的穗条,要求上端平切,下端斜切,保证切口平滑,穗条保留2~3个腋芽。制作好的插穗按级分为粗( $D \geq 7$  mm)、中等( $D = 5 \sim 6$  mm)和细( $D < 4$  mm)3个等级,先在清水中浸泡,留待备用。

### 2.2 试验设计

于2015年9月,2016年3月和6月分别在林科院育苗温室内进行扦插试验,在棚内建苗床宽1 m,长度以试验需要为准,步道宽30 cm,扦插基质采用山东沃斯德化肥有限公司生产的专用育苗基质,厚度10 cm,扦插前用0.5%的 $K_2MnO_4$ 消毒。本试验选用的激素类型包括:吲哚乙酸(IAA)、吲哚丁酸(IBA)、萘乙酸(NAA)和赤霉素(GA),浓度设置3个水平(表1),以清水(CK)处理作为对照,将插穗基部浸泡在不同浓度的溶液中处理,每处理50根插穗,重复3次<sup>[15-16]</sup>。

表1 试验因素、水平及处理时间

因素	吲哚乙酸(IAA)			吲哚丁酸(IBA)			萘乙酸(NAA)			赤霉素(GA)			清水(CK)
	50	200	400	50	200	400	50	200	400	50	200	400	
水平/(mg·L <sup>-1</sup> )	50	200	400	50	200	400	50	200	400	50	200	400	
处理时间/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

### 2.3 插后管理

扦插时插穗间距保持均匀,插穗倾斜插入基质中,深度5~6 cm,用蜡密封上切口,扦插后及时浇足水,并填补插穗与基质间的空隙,使插穗与基质充分接触,保证插穗对水分的需求。每天定时记录育苗温室中的气温变化,通过适当遮荫、浇水、通风等方法,使室内的相对湿度保持在85%以上,气温在20~32℃。

### 2.4 统计分析

扦插后30 d开始对愈伤组织形成、新梢萌动、生根率等进行观察记录,以后每20 d调查一次,最终求

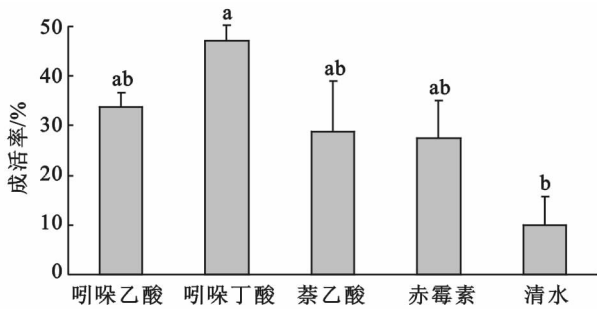
其平均值。采用Excel 2010和SPASS 17.0<sup>[17]</sup>进行数据整理、制图和方差分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 激素种类对桦叶四蕊槭扦插的影响

植物激素可促进插条细胞分裂繁殖<sup>[18]</sup>,加强内含物淀粉和脂肪的水解<sup>[19]</sup>,诱导愈伤组织形成,由愈伤组织自行分化出根系。经过IAA,IBA,GA和NAA这4种外源激素处理的插穗扦插试验结果如图1所示。由图1可以看出,经过4种外源激素处理的

插穗扦插生根率,均明显高于经过 CK 处理的对照,分别为 33%,47%,29%和 27%,比对照(10%)分别提高了 23%,37%,19%和 17%。说明外源激素处理对桦叶四蕊槭扦插影响显著,激素缩短了切口愈合期,大大提高了扦插生根率。用 SPSS 17.0 软件对样本进行显著性检验,经过激素 IAA,GA,NAA 处理与 CK 对照之间差异不显著,IBA 与 CK 对照之间差异显著。结果表明不同激素类型对提高桦叶四蕊槭插繁殖生根率差异明显,4 种外源激素处理以 IBA 效果最好。



注:不同小写字母表示不同样地间差异显著( $p < 0.05$ )。下同。

图 1 激素类型对桦叶四蕊槭扦插的影响

### 3.2 激素浓度对桦叶四蕊槭扦插的影响

用 50~400 mg/L 的 4 种外源激素分别处理桦叶四蕊槭插穗 3 h 进行扦插试验,用 SPSS 17.0 软件对不同类型外源激素及浓度处理的样本进行显著性检验,试验结果如图 2 所示。经过 IAA 处理 3 h 的插穗,随着浓度的升高,扦插生根率呈降低趋势,浓度在 50~400 mg/L 的区间与对照 CK 差异均显著,其中以 50 mg/L 时的处理效果较好,扦插生根率最高达到 37%;经过 IBA 处理 3 h 的插穗,随着浓度的升高,扦插生根率呈先升高后降低趋势,浓度在 50~400 mg/L 均与 CK 差异明显,其中以 200 mg/L 时的处理效果最为佳,生根率为 53%;经过 NAA 和 GA 处理的插穗,二者均呈现出相同的趋势,即随着浓度的增加而降低。浓度为 50~200 mg/L 时与 CK 差异显著,其处理效果也最好,生根率最高分别为 48%和 42%。浓度为 200~400 mg/L 区间与对照 CK 差异不显著,说明对提高生根率影响不明显。由此可见,不同外源激素类型及浓度处理对提高桦叶四蕊槭扦插繁殖生根率影响差异显著,IAA,NAA 和 GA 在低浓度(50 mg/L)下便使插穗生根率达到最大,最大值分别为 37%,48%和 32%,IBA 在较高的浓度(200 mg/L)下,才能使插穗生根率达到最大,最大值为 53%。

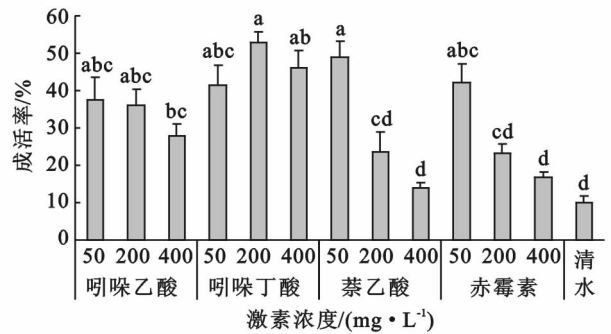


图 2 激素浓度对桦叶四蕊槭扦插的影响

### 3.3 插穗性状对桦叶四蕊槭扦插的影响

插穗按直径分为 3 个等级,分别在 50,200 和 400 mg/L 的 4 种外源激素中处理 3 h,对不同直径插穗的生根率进行单因素方差分析,结果表明,插穗直径对桦叶四蕊槭扦插生根率影响显著。由表 2 可见,经过不同外源激素类型及浓度处理的插穗,随插穗直径的减小,桦叶四蕊槭的生根率逐渐降低。粗插穗( $D \geq 7$  mm)的平均生根率最高,达 54%,其中以 200 mg/L 的 IBA 处理效果最好,生根率为 77%;中等插穗( $D = 5 \sim 6$  mm)的平均生根率为 30%,其中以 200,400 mg/L 的 IBA 和 50 mg/L 的 NAA 处理效果最好,生根率分别达到 41%,51%和 46%;细插穗( $D < 4$  mm)的平均成活最低,为 18%。同样以 200 mg/L,400 mg/L 的 IBA 和 50 mg/L 的 NAA 处理效果最好,生根率分别达到了 31%,26%,26%。

表 2 不同直径插穗对桦叶四蕊槭扦插生根的影响

因素	水平/ (mg·L <sup>-1</sup> )	生根率/%		
		$D \geq 7$ mm	$D = 5 \sim 6$ mm	$D < 4$ mm
CK		20±0.64 <sup>jk</sup>	6±0.32 <sup>p</sup>	4±0.45 <sup>p</sup>
IAA	50	66±2.85 <sup>c</sup>	33±2.22 <sup>h</sup>	13±1.79 <sup>mn</sup>
	200	64±2.18 <sup>c</sup>	31±1.36 <sup>h</sup>	13±1.67 <sup>mn</sup>
	400	49±1.55 <sup>ef</sup>	21±1.27 <sup>jk</sup>	12±1.56 <sup>n</sup>
IBA	50	70±2.21 <sup>b</sup>	33±2.01 <sup>h</sup>	21±0.57 <sup>jk</sup>
	200	77±2.33 <sup>a</sup>	41±1.16 <sup>e</sup>	31±1.35 <sup>h</sup>
	400	72±1.86 <sup>b</sup>	51±1.14 <sup>e</sup>	26±0.84 <sup>i</sup>
NAA	50	73±2.33 <sup>b</sup>	46±1.94 <sup>f</sup>	26±0.71 <sup>i</sup>
	200	38±1.09 <sup>g</sup>	18±0.39 <sup>kl</sup>	15±0.33 <sup>lmn</sup>
	400	21±0.50 <sup>jk</sup>	15±0.50 <sup>lmn</sup>	6±0.28 <sup>a</sup>
GA	50	61±1.98 <sup>c</sup>	41±0.75 <sup>g</sup>	24±1.21 <sup>ij</sup>
	200	41±1.30 <sup>g</sup>	17±0.64 <sup>klm</sup>	11±0.72 <sup>n</sup>
	400	18±0.37 <sup>kl</sup>	15±0.62 <sup>lmn</sup>	17±0.51 <sup>klm</sup>
平均值		54±0.34 <sup>a</sup>	30±0.53 <sup>b</sup>	18±0.39 <sup>c</sup>

注:同列不同字母表示不同样地间差异显著( $p < 0.05$ )。

## 4 讨论与结论

(1) 激素类型和浓度是影响扦插生根的重要因

素,采用外源激素处理插穗可以提高其生根能力<sup>[20]</sup>。对于桦叶四蕊槭,不同外源激素类型及浓度处理对提高桦叶四蕊槭扦插繁殖生根率影响差异显著,经过 4 种外源激素处理的插穗扦插生根率,均明显高于经过 CK 处理的对照,其中 IBA 处理与对照差异显著,处理效果最好。随着浓度水平的增加,扦插生根率呈先升高后降低的趋势,试验中以 200 mg/L 的 IBA 处理效果最好,扦插生根率达到 53%,比对照提高了 43%。这与李焕勇<sup>[8]</sup>、郝爱丽等<sup>[9]</sup>的研究结果不一致,李焕勇<sup>[8]</sup>认为经过 200 mg/LABT 1<sup>#</sup>处理的复叶槭硬枝扦插生根率达到 43%,处理效果最好。郝爱丽<sup>[9]</sup>认为青榨槭扦插的最佳处理是 400 mg/L 的 NAA,生根率可以达到 73%。说明同属不同种的植物对外源激素的类型和浓度敏感性也有差异。

(2) 插穗内部储存的营养物质是扦插后插穗生根、萌芽和初期生长所需养分的来源,特别是其中的碳水化合物含量水平与生根关系密切。研究发现,插穗直径对桦叶四蕊槭扦插生根率有显著影响,粗插穗( $D \geq 7$  mm)的生根率最高,扦插生根率达到 54%,其中以 200 mg/L 的 IBA 处理效果最佳,生根率达到了 77%。而其细插穗( $D < 4$  mm)的生根率最低,说明粗壮枝条所含的营养物质比细弱枝条多,抵抗病菌侵害的能力也较后者强,再生能力相对强。这与姜凤琴<sup>[21]</sup>、李永进<sup>[22]</sup>等人在甘蒙怪柳扦插和马尾松扦插的研究结果一致。

(3) 在试验区的气候条件下,温度和湿度是影响扦插生根率的重要影响因素,甚至是制约因素。根据野外的观察,9 月上旬是桦叶四蕊槭生长的高峰期,此时扦插,枝条正处于旺盛的生命周期,而且避免了高温、干燥等不良的气候条件,有利于插穗生根。

(4) 综合以上因素,对于桦叶四蕊槭扦插生根的最优组合为,在 9 月上旬,选用直径  $D \geq 7$  mm 的插穗,在 200 mg/L 浓度的 IBA 中处理 3 h,扦插生根率最高。

(5) 从试验的结果可以看出,插穗的选择和激素的浓度水平是桦叶四蕊槭扦插生根的主要影响因子。由于受试验材料和试验条件的限制,试验所设计的浓度水平有限,所以最佳处理浓度还需要进一步研究。

#### [参 考 文 献]

[1] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京:中国林业出版社,2003:538-539.  
[2] 谢儒. 中国甘肃野生观赏植物[M]. 上海:上海文化出版

社,2010:222-223.

- [3] 王香亭. 甘肃兴隆山国家级自然保护区资源本底调查研究[M]. 甘肃 兰州:甘肃民族出版社,1996:179-180.  
[4] 宋宁,王发春,杨旭启,等. 桦叶四蕊槭籽油中脂肪酸的研究[J]. 青海科技,1999,4(6):15-17.  
[5] 李耀阶. 青海木本植物志[M]. 青海 西宁:青海人民出版社,1987:421-422.  
[6] 杨昌煦,刘兴玉. 中国槭树资源与观赏利用[J]. 西南大学学报:自然科学版,1998,20(1):67-71.  
[7] 徐廷志. 槭树科的地理分布[J]. 云南植物研究,1996,18(1):43-50.  
[8] 李焕勇,刘涛,张华新,等. 复叶槭扦插繁殖技术[J]. 东北林业大学学报,2014,42(8):25-29.  
[9] 郝爱丽,王超,冯献宾,等. 生长调节剂对青榨槭扦插生根及其氧化酶活性的影响[J]. 西北植物学报,2009,29(10):2026-2030.  
[10] 陈生元,李长辉,杨保山,等. 野生桦叶四蕊槭人工驯化[J]. 青海农林科技,2005(3):40-42.  
[11] 刘凯. 桦叶四蕊槭播种育苗及造林技术[J]. 青海农林科技,2014(2):71-73.  
[12] 徐万君,张继强,陈文业,等. 兰州市彩叶植物种类及应用调查[J]. 防护林科技,2013(8):35-37.  
[13] 张继强,赵志炜. 以兰州市为例讨论城市道路绿地系统树种的选择[J]. 防护林科技,2011(4):67-69.  
[14] 杜鹃. 兰州主要绿化植物物候学及其合理配置研究[D]. 甘肃 兰州:兰州大学,2008:46-51.  
[15] 兰阿峰,梁宗锁,王俊儒. 金银花扦插育苗技术的研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(2):93-96.  
[16] 陈庆生,周鹏,张敏,等. 激素和插穗处理对乌饭树扦插生根的影响[J]. 东北林业大学学报,2016,44(4):41-44.  
[17] 余建英,何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.  
[18] 许方宏,方良,李孟. 影响桉树插穗生根的几个因素的研究[J]. 广州林业科技,2003,9(1):4-6.  
[19] 郭春兰,上官新晨,蒋艳,等. 几种生根剂对青钱柳扦插育苗作用的研究[J]. 江西农业大学学报,2008,30(2):275-278.  
[20] 郭素娟. 林木扦插生根的解剖学及生理学研究进展[J]. 北京林业大学学报,1997,19(4):64-69.  
[21] 姜凤琴,康晓珊,尹林克,等. 株龄和插穗直径对甘蒙怪柳插穗生根率的影响[J]. 植物资源与环境学报,2012,21(4):111-113.  
[22] 李永进,丁贵杰,全红梅,等. 插穗直径和洗脱处理对马尾松插穗生根的影响[J]. 中南林业科技大学学报:自然科学版,2008,28(1):104-107.