

## 不同 IBA 浓度对河桦“热杜拉”扦插生根的影响

李志峰<sup>1</sup>, 李寿田<sup>2</sup>, 仇恒佳<sup>2</sup>, 顾国海<sup>2</sup>

(1. 苏州忆乡源生态农业有限公司, 江苏苏州 215010; 2. 苏州农业职业技术学院, 江苏苏州 215008)

**摘要** [目的]筛选适合河桦“热杜拉”扦插的 IBA 浓度。[方法]研究不同 IBA 浓度对河桦插条生根率、平均根长、根总长以及插条生根数的影响。[结果]IBA 处理均显著提高了插条生根率、平均根长、根总长以及插条生根数,其中,3 000 mg/kg IBA 处理插条生根率为 94.53%,生根数为 10.15 条,总根长为 18.70 cm,平均根长为 1.92 cm,可用于河桦“热杜拉”扦插繁殖的插条生根。[结论]河桦“热杜拉”扦插生根的 IBA 浓度为 3 000 mg/kg。

**关键词** 河桦;扦插;IBA;生根率中图分类号 S723.1<sup>+</sup>32.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)17-0108-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.17.027

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Effects of Different Concentration IBA on Rooting of *Betula nigra* ‘Dura Heat’ Cuttings**

LI Zhi-feng<sup>1</sup>, LI Shou-tian<sup>2</sup>, QIU Heng-jia<sup>2</sup> et al (1. Suzhou Yixiangyuan Ecological Agriculture Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215010; 2. Suzhou Polytechnic Institute of Agriculture, Suzhou, Jiangsu 215008)

**Abstract** [Objective] To screen the suitable concentration of IBA for cutting. [Method] The effects of different concentration IBA on the rooting rate, rooting number, total rooting length, and average rooting length of the cuttings of *Betula nigra* ‘Dura Heat’ were studied. [Result] The results showed that the rooting rate, rooting number, total rooting length, and average rooting length of the cuttings were increased significantly with IBA treatment. The rooting rate, rooting number, total rooting length, and average rooting length of the cuttings were 94.53%, 10.15 roots, 18.70 cm and 1.92 cm respectively treated as 3 000 mg/kg IBA, and the concentration of 3 000 mg/kg IBA can be used as the suitable concentration treatment for cuttings rooting of *Betula nigra* ‘Dura Heat’. [Conclusion] IBA concentration of cutting rooting of *Betula nigra* ‘Dura Heat’ was 3 000 mg/kg.

**Key words** *Betula nigra*; Cutting; IBA; Rooting rate

河桦(*Betula nigra*)作为欧洲白桦的一种,又称水桦,为桦木科桦木属植物,属于阔叶乔木树种,自然分布于美国南伊利诺斯州、弗吉尼亚到德克萨斯海岸潮湿地段。其株高可达 18~25 m,树冠呈圆锥形,且分枝较多。由于其树干通直挺拔,秋季叶片为金黄色,适合作为彩化树种应用于城市绿化景观配置和行道树。随着长三角地区城市绿化彩化的发展,对包括河桦在内的彩叶树种的需求更为迫切。河桦“热杜拉”品种于 2017 年引进苏州忆乡源生态农业有限公司苗圃基地,经生长习性观察,在苏州高温高湿条件下生长良好,是城市园林绿化中具有应用前景的彩叶树种。

扦插作为植物繁殖的重要手段,在木本植物上得到了广泛应用。河桦繁殖方式有播种、扦插和组织培养等,但其扦插生根较为困难,因此,播种和组织培养是其主要繁殖方式<sup>[1]</sup>。但由于河桦的自然繁殖率较低,且繁殖的树种品质不高,生长慢,难以满足我国近年来对河桦的需求。采用扦插进行繁育,其扦插成活率均在 75%左右<sup>[2]</sup>,严重影响了河桦作为彩叶树种的应用推广。研究表明,扦插时使用植物生长调节剂,可有效促进木本植物插条的成活率和生根率<sup>[3-4]</sup>。笔者研究了不同 IBA 浓度对河桦扦插生根的影响,选出适合河桦嫩枝扦插生根的 IBA 浓度,旨在为河桦种苗繁育后续研究提供技术支持。

**1 材料与方法****1.1 试验地概况** 试验设在江苏省苏州市相城区黄埭镇冯

梦龙村苏州忆乡源生态农业有限公司彩叶苗木种植基地(120°32'36" E, 31°27'44" N)。该地区为亚热带季风气候,年平均气温 16℃,年日照时数 1 937 h,年相对湿度 80%,年均降水量为 1 076.2 mm,且多集中在 4—9 月。

**1.2 试验材料**

**1.2.1 扦插材料。**扦插材料取自种植于基地内的 6 年生河桦“热杜拉”品种。

**1.2.2 扦插基质。**试验所用基质以 50%泥炭+20%珍珠岩+30%椰糠 3 种基质混配。

**1.2.3 其他材料。**多菌灵、32 孔穴盘及枝剪等。

**1.3 试验方法**

**1.3.1 插穗选择与处理。**试验于 2019 年 6 月 10 日进行。在 6 年生河桦“热杜拉”植株上,剪取健壮、无病虫害、枝条生长旺盛、叶色浓绿的 1 年生枝条,立即用湿布包裹保湿带回。在枝条上选择当年春季新发的无病虫害健壮枝条作为插穗,插穗长 8~10 cm,将插穗上部剪成平口,下部剪成斜口,每个枝条上部保留 2~3 片叶,并将叶片剪去一半,下部叶片全部剪掉。

**1.3.2 IBA 浓度与处理。**每个浓度作为一个处理,即处理①(CK):0 mg/kg IBA;处理②:1 000 mg/kg IBA;处理③:2 000 mg/kg IBA;处理④:3 000 mg/kg IBA;处理⑤:4 000 mg/kg IBA;处理⑥:5 000 mg/kg IBA。每处理扦插 4 盘,作为 4 个重复。

将泥炭、珍珠岩和椰糠按“1.2.2”中的比例进行配置,充分混匀,并在扦插前用多菌灵(800 倍)对混匀后的基质进行杀菌消毒。然后将其填入穴盘待用。扦插时,插穗基部用不

**基金项目** 苏州市科技局项目(SNG2018072)。**作者简介** 李志峰(1990—),男,安徽利辛人,从事彩叶苗木新品种引进及繁育技术研究。**收稿日期** 2021-11-26

同浓度 IBA 处理 5 s, 然后立即插入基质内 2~3 cm, 清水处理作为对照(处理①)。扦插后立即将穴盘放入密闭大棚内, 每个穴盘随机摆放, 以喷雾形式浇透水。每天定时喷雾 2 次, 保证大棚内湿度在 70%~90%, 温度控制在 25~30 ℃。

**1.4 测定项目与方法** 扦插 30 d 后, 将插穗从基质中完整取出, 用清水洗净, 统计生根插条数(插条生成的根系  $\geq 1$  cm 即视为生根)和每生根插条的根条数, 并用钢尺测定每生根插条的根系总长度。

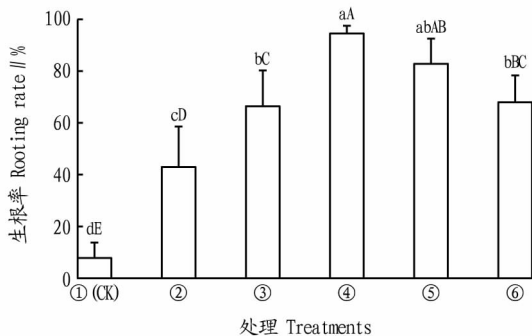
$$\text{插条生根率} = \frac{\text{每盘生根插条数}}{32} \times 100\%$$

$$\text{平均根长} = \frac{\text{每生根插条的根系总长度}}{\text{每生根插条的根条数}}$$

**1.5 数据分析** 所有数据均采用 SAS 9.6 软件进行 LSD 方差分析。

## 2 结果与分析

**2.1 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”生根率的影响** 从图 1 可以看出, CK、处理②插条生根率较低, 分别为 7.81% 和 42.97%, 显著低于其他处理。随着 IBA 浓度的增加, 插条生根率增加, 处理④的生根率达到最大, 为 94.53%。处理⑤的插条生根率与处理④和处理⑥无显著差异, 而处理⑥的插条生根率为 67.97%, 极显著低于处理④。



注: 不同大、小写字母分别表示处理间在 0.01 和 0.05 水平差异显著  
Note: Different large and small letters indicate significant differences between treatments at the levels of 0.01 and 0.05, respectively

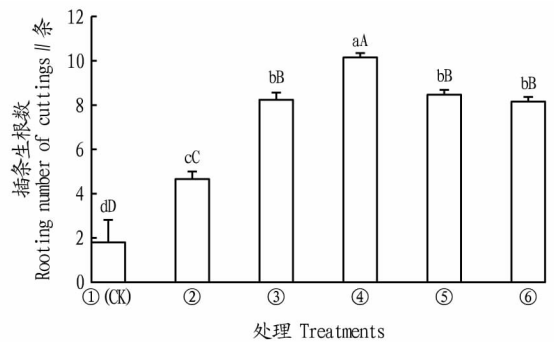
图 1 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”生根率的影响

Fig. 1 Effect of different concentrations of IBA on rooting rate of *Betula nigra* 'Dura Heat'

**2.2 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”插条生根数的影响** 由图 2 可看出, CK 的插条生根数为 1.80 根, 极显著低于其他处理。处理②的插条生根数达到 4.66 根, 显著低于其他不同浓度处理。处理③、⑤、⑥间的插条生根数无显著差异, 但极显著低于处理④(10.15 条)。

**2.3 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”插条根总长的影响** 从图 3 可以看出, CK、处理②的根总长分别为 2.22 和 7.02 cm, 极显著低于其他处理。处理③、⑥的插条根总长分别为 11.79 cm 和 12.93 cm, 两者间无显著差异, 但极显著低于处理④和处理⑤。处理④的插条总根长为 18.70 cm, 与处理⑤无显著差异, 但极显著高于其他处理。

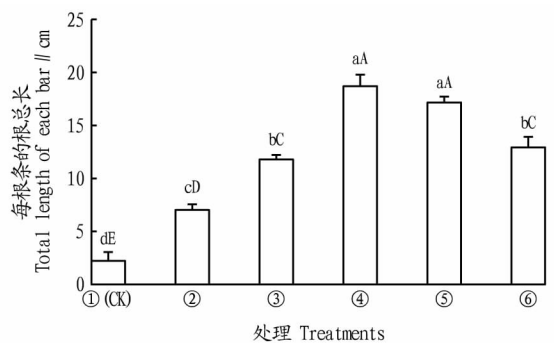
**2.4 不同浓度的 IBA 对河桦“热杜拉”平均根长的影响** 从图 4 可以看出, CK 的插条平均根长显著低于其他处



注: 不同大、小写字母分别表示处理间在 0.01 和 0.05 水平差异显著  
Note: Different large and small letters indicate significant differences between treatments at the levels of 0.01 and 0.05, respectively

图 2 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”插条生根数的影响

Fig. 2 Effects of different concentrations of IBA on rooting number of cuttings of *Betula nigra* 'Dura Heat', respectively



注: 不同大、小写字母分别表示处理间在 0.01 和 0.05 水平差异显著  
Note: Different large and small letters indicate significant differences between treatments at the levels of 0.01 and 0.05, respectively

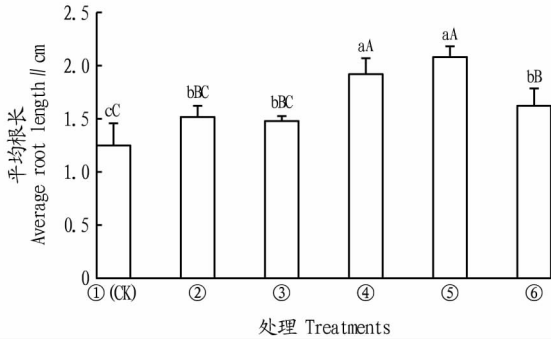
图 3 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”插条根总长的影响

Fig. 3 Effects of different concentrations of IBA on the total length of cutting roots of *Betula nigra* 'Dura Heat'

理, 而处理②、③、⑥的平均根长无显著差异, 其平均根长分别为 1.52、1.48 和 1.62 cm。处理④、⑤的插条平均根长也无显著差异, 但极显著高于其他 4 个处理, 其平均根长分别为 1.92 cm 和 2.08 cm。处理⑥的插条平均根长极显著高于 CK, 但与处理②、③间无显著差异。

## 3 结论与讨论

IBA 稳定性强, 毒性小, 促进插条生根能力强, 是植物扦插的最佳生根剂, 现已广泛应用于促进植物扦插生根, 特别是对一些难以生根的植物, 具有改善根系质量的良好作用<sup>[5-7]</sup>。该试验中, 清水处理的插条生根率、生根数、根总长和平均根长极显著低于大多数处理, 这与扦插后插条体内 IAA 含量大幅度下降有关<sup>[8]</sup>。随着 IBA 处理浓度的增加, 插条生根率、生根数、总根长和平均根长均显著增加, 除平均根长, 各处理以 3 000 mg/kg IBA 处理(处理④)的插条生根指标达到最佳, 这与外源 IBA 可提高插条生根区的内源生长素含量<sup>[7]</sup>和 IAA 氧化酶、过氧化物酶活性, 刺激根原基的启动及不定根形成有关<sup>[9]</sup>, 同时, IBA 也可改变插条代谢活动, 增加插条生根区可溶性糖、淀粉、蛋白质含量等, 从而提高插条生根区生根率、生根数及根系长度<sup>[8-10]</sup>。但随着 IBA 处理浓



注:不同大、小写字母表示处理间在 0.01 和 0.05 水平差异显著

Note: Different large and small letters indicate significant differences between treatments at the levels of 0.01 and 0.05

图 4 不同浓度 IBA 对河桦“热杜拉”平均根长的影响

Fig. 4 Effects of different concentrations of IBA on the average root length of *Betula nigra* 'Dura Heat'

度的提高,插条生根率、生根数、根总长以及平均根长均出现下降,特别是 5 000 mg/kg IBA 处理(处理⑥)相较于 3 000 mg/kg 处理(处理④),其插条生根率、生根数、根总长和平均根长均出现了极显著下降,这说明高浓度的 IBA 对插条生根区造成伤害,抑制愈伤组织与不定根的形成<sup>[11]</sup>。因此,适合河桦“热杜拉”扦插生根的 IBA 处理浓度以 3 000 mg/kg

为好。

## 参考文献

- [1] 宋晓东,张杰,贾纯仁,等.白桦扦插繁殖试验[J].辽宁林业科技,1999(3):1-3.
- [2] 陈叶平,赵颖,徐嘉科,等.河桦扦插繁殖试验[J].山东林业科技,2014,44(1):34-36.
- [3] 姜玉东,熊佑清,张军民.不同生根粉浓度对 5 种木本植物插穗萌发和生根的影响[J].中国农学通报,2021,37(14):52-58.
- [4] 唐欣,屈克红,胡长玉.激素和扦插基质对高山杜鹃插穗生根状态的影响[J].安徽农业科学,2018,46(32):43-45,48.
- [5] AMRI E. The effect of auxins (IBA, NAA) on vegetative propagation of medicinal plant *Bogunnia madagaseariensis* (Desv.) J. H. Kirkbr & Wiersema[J]. Tanzania journal of natural and applied sciences, 2011, 2(2): 359-366.
- [6] BASHIR M A, ANJUM M A, CHAUDHRY Z, et al. Response of *Jobba (Simmondsia chinensis)* cuttings to various concentrations of auxins [J]. Pakistan journal of botany, 2009, 41(6): 2831-2840.
- [7] RANA R S, SOOD K K. Effect of cutting diameter and hormonal application on the propagation of *Ficus roxburghii* Wall. through branch cuttings [J]. Annals of forest research, 2012, 55(1): 69-84.
- [8] 詹亚光,杨传平,金贞福,等.白桦插穗生根的内源激素和营养物质[J].东北林业大学学报,2001,29(4):1-4.
- [9] KOCHHAR S, SINGH S P, KOCHHAR V K. Effect of auxins and associated biochemical changes during clonal propagation of the biofuel plant-*Jatropha curcas* [J]. Biomass and bioenergy, 2008, 32(12): 1136-1143.
- [10] HUSEN A. Clonal propagation of *Dalbergia sissoo* Roxb. and associated metabolic changes during adventitious root primordium development [J]. New forests, 2008, 36(1): 13-27.
- [11] 王书胜,单文,张乐华,等.基质和 IBA 浓度对云锦杜鹃扦插生根的影响[J].林业科学,2015,51(9):165-172.

(上接第 69 页)

- [17] 余倩,段雷,郝吉明.中国酸沉降:来源、影响与控制[J].环境科学学报,2021,41(3):731-746.
- [18] UNECE. Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads and levels and air pollution effects, risks and trends [R]. 2004.
- [19] CORNELL S E. Atmospheric nitrogen deposition: Revisiting the question of the importance of the organic component [J]. Environmental pollution, 2011, 159(10): 2214-2222.
- [20] 张海霞,赵亚伟,王小剑.邯郸市大气氮干湿沉降通量及其特征[J].环境污染与防治,2019,41(11):1329-1334.
- [21] 苏成国,尹斌,朱兆良,等.农田氮素的气态损失与大气氮湿沉降及其环境效应[J].土壤,2005,37(2):113-120.

(上接第 107 页)

按地形分类,古国槐在浅山区分布最多,丘陵区长势最好,多数古国槐分布于浅山区村落建设用地上,可见人为管理保护是古树生长的关键因子;济源土壤多为褐土,用地类型土壤成分差异不大,对古国槐长势总体影响小,但是可以看到水肥和光照的差异也会影响古国槐的胸(地)围、株高和冠幅。国槐喜光喜湿润,阳坡和河边分布更多的古国槐,另外古国槐多生长在地势较平缓的地方,海拔高度集中在 900 m 以下,400~<600 m 最适合古国槐生长。

古国槐的形成是很多环境因子的共同结果,国槐是适应能力很强的乡土树种,即便是在个别较差环境中,仍可以成长为百年古树,可见国槐耐贫瘠、耐干旱、抗性强,是很顽强的乡土树种,适合于济源荒山造林、乡村美化和城市绿化。

古树名木是人类宝贵的财富,现有的保护措施不足以使许多衰弱和濒危的古国槐恢复生机,因此还要不断加强古国

- [22] 石金辉,高会旺,张经.大气有机氮沉降及其对海洋生态系统的影响[J].地球科学进展,2006,21(7):721-729.
- [23] PAN Y P, TIAN S L, LIU D W, et al. Fossil fuel combustion-related emissions dominate atmospheric ammonia sources during severe haze episodes: Evidence from <sup>15</sup>N-stable isotope in size-resolved aerosol ammonium [J]. Environmental science & technology, 2016, 50(15): 8049-8056.
- [24] ZHAN X, YU G, HE N, et al. Inorganic nitrogen wet deposition: Evidence from the North-South Transect of Eastern China [J]. Environmental pollution, 2015, 204: 1-8.
- [25] ZHU J X, HE N P, WANG Q F, et al. The composition, spatial patterns, and influencing factors of atmospheric wet nitrogen deposition in Chinese terrestrial ecosystems [J]. Science of the total environment, 2015, 511: 777-785.

槐的养护复壮技术的研究和应用<sup>[10]</sup>。

## 参考文献

- [1] 全国绿化委员会.全国绿化委员会关于进一步加强古树名木保护管理的意见[J].国土绿化,2016(2):8-10.
- [2] 刘鹏,徐立,吴盛德,等.湖北省城区古树资源现状及保护对策[J].南方林业科学,2019,47(2):35-40.
- [3] 李程,罗鹏,邓秀秀,等.古树名木生长状况与环境因子关系研究:以浙江省古樟树为例[J].中南林业科技大学学报,2015,35(11):86-93.
- [4] 周小娟,孙毅宁,刘杰.郑州市城区国槐生长与健康状况调查[J].安徽农业科学,2021,49(12):129-132,136.
- [5] 周亚爽,蒋泽军.河南省古树名木资源调查分析[J].绿色科技,2021,23(1):129-132,135.
- [6] 国家林业局.古树名木普查技术规范:LY/T 2738—2016[S].北京:中国标准出版社,2017.
- [7] 任军战,张向锋,琼琼洁,等.济源古林区分布分析与应用[J].林业科技通讯,2021(10):101-103.
- [8] 周奥.武汉市中心城区古树名木的现状与保护研究[D].武汉:湖北大学,2021.
- [9] 任军战,琼琼洁,彭颖,等.济源市乔木林资源变化分析[J].林业科技通讯,2020(4):51-54.
- [10] 王守龙,原佩剑.济源市古树名木种质资源调查分析与保护意见[J].安徽农业科学,2019,47(12):134-135,138.