

文章编号: 1001-7380(2015)01-0044-04

# 美国山核桃硬枝扦插技术研究

曹凡<sup>1</sup> 梁有旺<sup>1</sup> 彭方仁<sup>1\*</sup> 李永荣<sup>2</sup> 翟敏<sup>2</sup>

(1. 南京林业大学林学院, 江苏 南京 210037; 2. 南京绿宙薄壳山核桃有限公司, 江苏 南京 211007)

**摘要:** 用美国山核桃1年生实生苗休眠枝为材料, 在温室内运用电热温床加热插壤进行扦插试验, 采用正交试验设计, 研究不同处理对美国山核桃硬枝扦插生根率的影响。结果表明: 在插壤加热条件下, 插条流水冲洗12 h, 用 $500 \times 10^{-6}$  NAA浸泡6 h后扦插, 美国山核桃硬枝扦插的生根率达到80.0%。通过进一步的技术改进, 最高扦插生根率可达87.8%。

**关键词:** 美国山核桃; 硬枝扦插; 生根率

**中图分类号:** S664.1; S723.1 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-7380.2015.01.010

## Research on hardwood cutting technology of *Carya illinoensis*

CAO Fan<sup>1</sup>, LIANG You-wang<sup>1</sup>, PENG Fang-ren<sup>1\*</sup>, LI Yong-rong<sup>2</sup>, ZHAI Min<sup>2</sup>

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Nanjing Green Universe Pecan Science & Technology Co. Ltd, Nanjing 211007, China)

**Abstract:** The experiment was committed by using one-year-old stiff stems of *Carya illinoensis* in the electric heating cutting bed. The influence of different auxin-like substances treatment on hardwood cutting rooting by the orthogonal experiment was studied. Results showed that the rooting percentage of *Carya illinoensis* could reach 80% after the stems soaked by  $500 \times 10^{-6}$  NAA for 6 h. And the rooting rate could reach 87.8% in the appropriate environmental conditions.

**Key words:** *Carya illinoensis*; Hardwood cutting; Rooting percentage

美国山核桃 [*Carya illinoensis* (Wangenh.) Koch.] 胡桃科山核桃属, 原产于美国, 又称薄壳山核桃、长山核桃等。美国山核桃果大, 壳薄, 出仁率高, 取仁容易, 果仁色美味香, 无涩味、营养丰富, 是重要的木本油料植物, 具有保健功能和医药价值, 同时还是很好的行道树和理想的用材树种。因此, 美国山核桃是一个用途广, 受益期长、经济效益高, 社会效益和生态效益均明显的优良经济树种<sup>[1-2]</sup>。

美国山核桃扦插繁殖的研究最早始于20世纪30年代, 主要是研究采用不同的处理方式提高枝插和根插插穗的生根率<sup>[3]</sup>。20世纪90年代, 人们开始采用人工合成的化学物质处理插穗, 并通过解剖

美国山核桃不定根形成过程来研究其生根机理<sup>[4-5]</sup>。但是, 美国山核桃因树种特性, 生产上扦插生根率低的问题, 一直没有找到有效的解决途径。

近几年来, 我国对美国山核桃产业发展高度重视, 国内美国山核桃硬枝扦插繁殖技术也有了相关的报道。黄有军等以3年生的美国山核桃硬枝为材料进行扦插繁殖试验, 研究了NAA和IBA对美国山核桃硬枝扦插的影响, 获得最佳处理生根率20%<sup>[6]</sup>。耿国民等进行的美国山核桃硬枝扦插试验, 成苗率仅为4%<sup>[7]</sup>。李俊南等探讨了美国山核桃不同母树年龄和不同粗度对硬枝插穗的影响, 结果表明2年生母树插穗和粗度大于0.8 cm的穗条

收稿日期: 2014-11-26; 修回日期: 2014-12-06

基金项目: 林业公益性行业科研专项“美国山核桃产业化开发的关键技术与示范”(201304711); 中央财政林业科技推广示范基金项目“薄壳山核桃高效栽培技术及模式推广示范”( [2012]TK28号)

作者简介: 曹凡(1990-), 江苏南通人, 硕士研究生, 研究方向: 经济林栽培与利用。E-mail: caofanqo@126.com。

\* 通信作者: 彭方仁(1963-), 男, 湖北阳新人, 教授, 博士生导师, 主要从事森林培育与经济林栽培的教学与研究工作。E-mail: frpeng@njfu.edu.cn。

硬枝扦插效果最佳,生根率达到 14.6%<sup>[8]</sup>。章建红等对不同激素种类及配比度处理美国山核桃插穗进行深入研究,生根率最高可达 80%,并通过石蜡切片在解剖学层面上确定愈伤组织生根的生根类型<sup>[9]</sup>。

美国山核桃是扦插极难生根的树种<sup>[10-12]</sup>。虽然国内外一些扦插试验取得了较好的试验结果,但是目前都无法应用到实际生产中。笔者通过连续 3 a 的美国山核桃硬枝扦插试验,发现采用电热温床加热催根和植物激素共同处理的方法,可以显著提高美国山核桃硬枝扦插生根率,进一步试验证实了该方法的可行性,为今后研究提供了技术支持。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 插穗的采集与制备 2013 年 2 月试验:试验材料采自南京绿茵薄壳山核桃有限公司六合试验基地苗圃 2012 年 12 月底选取当年生优质实生苗休眠枝。休眠枝采集后统一修剪成 8 cm 左右的硬枝插条。上切口剪成光滑的平面,下切口距休眠芽 0.5 cm 处剪成光滑的斜面。插条剪好后每 50 根为 1 捆,于室内进行沙藏。

2014 年 2 月试验:试验材料采自南京林业大学美国山核桃句容试验基地苗圃 2013 年 11 月底选取了当年生优质实生苗休眠枝。休眠枝采集后统一修剪成 10 cm 左右的硬枝插条。上切口剪成光滑的平面,下切口距休眠芽 0.5 cm 处剪成光滑的斜面。插条剪好后每 30 根为 1 捆,于 4℃冷库内进行沙藏。

1.1.2 扦插苗床的制备 2013 年 2 月试验:在南京林业大学森林培育温室内,自制扦插温床。底部整平后铺上细石子厚 2~3 cm,再铺上稻草厚 1~2 cm,并均匀铺上 1 层珍珠岩厚 2~3 cm,在珍珠岩上呈“U”型均匀铺设地热线,间距为 10 cm,线头 2 端接至温控仪。电热温床见图 1。插床内填入约 8 cm 厚的插壤,插壤采用珍珠岩与草炭土体积比 7:3 的混合基质。

2014 年 2 月试验:在南京林业大学森林培育人工气候室内,自制扦插温床。底部整平后铺上塑料薄膜,再铺上电热毯,电热毯线头 2 端接至温控仪。温控仪背后用胶带粘牢,以防浇水时漏电。电热毯四周用木板围成木框,填入约 8~10 cm 厚的基质。插壤采用高温杀菌后的珍珠岩。人工气候室内扦插见图 2。

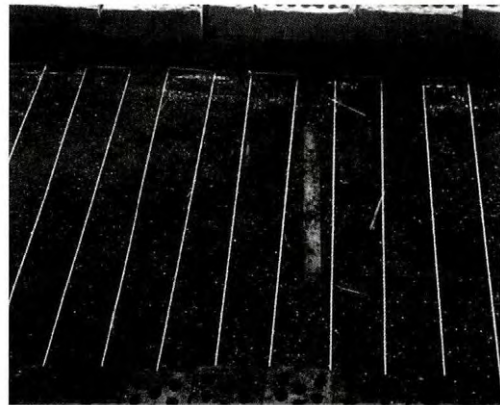


图 1 电热温床

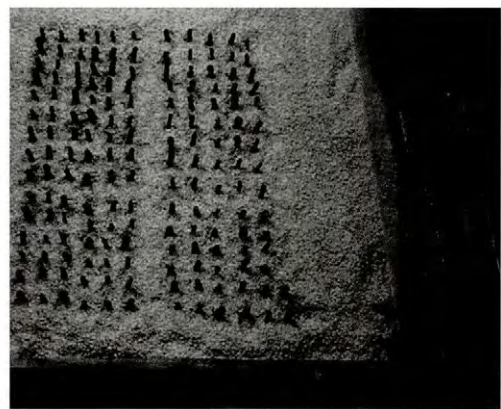


图 2 人工气候室内扦插

### 1.2 扦插试验方法

2013 年 2 月试验:全部采用当年生实生苗下部休眠枝作为插条。插条在扦插前进行 1 个月左右的沙藏。进行  $L_9(3^4)$  正交试验,以清水浸泡处理作为对照,每处理用插条 50 个。试验因素和水平见表 1。插条扦插后,控制扦插池内温度在 25~28℃;每隔 7 d 喷雾 0.1% 多菌灵进行病菌防治;并视基质干燥程度进行补水。2 个月后起苗,统计最终生根情况,并移栽到容器育苗。

表 1 2013 年 2 月激素处理试验的因素和水平

水平	A 激素种类	B 激素配比度 / $\times 10^{-6}$	C 激素处理时间 /h	D 流水冲洗时间 /h
1	NAA	200	2	6
2	NAA: IBA: ABT-4 = 5: 3: 2	500	6	12
3	NAA: IBA: ABT-4 = 1: 2: 5	800	10	18

2014 年 2 月试验:采用当年生实生苗下部休眠枝作为插条。插条在扦插前进行 1~2 个月左右的

沙藏。插条扦插前分别用3个不同配比度的3种植物生长素(NAA, IBA, ABT-1)处理6h,共9个处理。每处理30个插条,重复3次;清水浸泡处理作为对照。插条扦插后,控制扦插池内温度在25~30℃,外部环境控制10~15℃。每隔7~10d喷0.1%多菌灵进行病菌防治,并视基质干燥程度进行补水。每7d观察1次生根相关情况。2个月后起苗,统计

最终生根相关情况。

## 2 结果与分析

### 2.1 2013年试验

为了确定影响美国山核桃硬枝扦插生根的主要因素,探索一套最适宜的处理方案,于2013年2月开展了美国山核桃硬枝扦插试验,结果表2。

表2 2013年2月美国山核桃硬枝扦插试验结果及极差分析

组号	A	B	C	D	试验处理	扦插生根率/%
1	1	1	1	1	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	64.3
2	1	2	2	2	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	80.0
3	1	3	3	3	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	36.8
4	2	1	2	3	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	29.4
5	2	2	3	1	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub>	40.0
6	2	3	1	2	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	36.3
7	3	1	3	2	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>	50.0
8	3	2	1	3	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>3</sub>	65.0
9	3	3	2	1	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub>	61.5
K <sub>1</sub>	181.1	143.7	165.6	165.8		
K <sub>2</sub>	105.7	185.0	170.9	166.3		
K <sub>3</sub>	176.5	134.6	126.8	131.2		
R <sub>3</sub>	25.1	16.8	14.7	11.7		

从表2可看出,本试验中,极差最大的因素是A,其次是B和C,最小的是D。所以,对扦插生根率的影响程度依次为激素种类、激素配比度、处理时间和流水冲洗时间。



图3 A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>处理组

从试验结果可见,9个处理中以第2号处理A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>为最好,生根率达80%。经极差分析后,因素A以A<sub>1</sub>水平为好,B以B<sub>2</sub>水平为好,C以C<sub>2</sub>水平为好,D以D<sub>2</sub>水平为好。因此,极差分析结果表

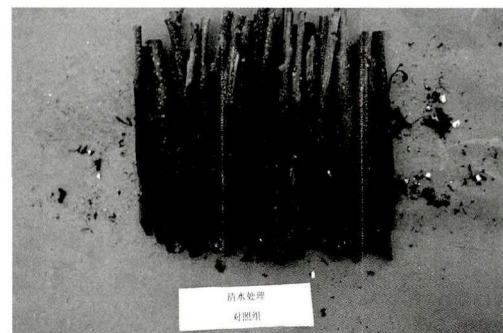


图4 CK对照组

明4个因素的最佳水平组合为A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>,与试验的结果是一致的。故可认为,提高美国山核桃硬枝扦插的生根率,在电热温床进行插壤加热的条件下,将插穗流水冲洗12h后,用500×10<sup>-6</sup>的NAA溶液浸泡6h处理的效果最佳。

### 2.2 2014年试验

在2013年试验基础上,2014年进一步进行了硬枝扦插试验。在该试验下,美国山核桃硬枝插穗,

7~10 d 开始形成愈伤组织,15 d 左右插穗基部韧皮部部分开裂,15~30 d 相继开始形成不定根根尖,40~60 d 插穗大规模愈伤组织生根,并有皮部

生根。其中,不定根根数 1~19 条;生根插穗根长 0.5~12.5 cm。

表 3 2014 年 2 月美国山核桃硬枝插穗的生根率等因子试验结果

组号	激素种类	激素配比值/ $\times 10^{-6}$	生根率/%	愈伤组织率/%	萌芽率/%	腐烂率/%
1	NAA	200	38.9 $\pm$ 5.7 Dd	86.7 $\pm$ 5.4 ABbc	34.5 $\pm$ 13.7 Aa	20.0 $\pm$ 8.2 BCbed
2	NAA	500	80.0 $\pm$ 2.7 Aba	91.1 $\pm$ 3.1 ABab	1.1 $\pm$ 1.6 Cc	7.8 $\pm$ 5.7 BCde
3	NAA	800	58.9 $\pm$ 4.2 BCDbc	90.0 $\pm$ 0.0 ABabc	3.3 $\pm$ 2.7 Cc	1.1 $\pm$ 1.6 Cc
4	IBA	200	71.1 $\pm$ 3.1 ABCab	82.2 $\pm$ 3.2 Bc	2.2 $\pm$ 1.6 Cc	11.1 $\pm$ 3.1 BCcde
5	IBA	500	55.6 $\pm$ 13.4 BCDbcd	91.1 $\pm$ 7.9 ABab	26.7 $\pm$ 9.8 ABab	22.2 $\pm$ 3.2 ABbc
6	IBA	800	48.9 $\pm$ 5.7 CDcd	92.2 $\pm$ 4.2 ABab	7.8 $\pm$ 4.2 BCc	13.3 $\pm$ 5.4 BCbede
7	ABT-1	200	37.8 $\pm$ 13.7 Dd	90.0 $\pm$ 7.2 ABabc	10.0 $\pm$ 2.7 BCc	38.9 $\pm$ 5.7 Aa
8	ABT-1	500	87.8 $\pm$ 1.6 Aa	90.0 $\pm$ 2.7 ABabc	5.6 $\pm$ 4.2 Cc	18.9 $\pm$ 8.7 BCbed
9	ABT-1	800	41.1 $\pm$ 8.7 Dd	97.8 $\pm$ 3.2 Aa	16.7 $\pm$ 2.7 ABCbc	26.7 $\pm$ 5.4 ABab
CK	-	0	0	46.7	96.7	73.3

不同小写字母表示在 0.05 水平下差异显著;不同大写字母表示在 0.01 水平下差异显著。

本试验在插壤加热、空气温度严格控制的环境下进行,插穗生长和分化加速,极大地促进愈伤组织形成,提高生根率,但也容易促使插穗萌芽,导致营养过度消耗,并滋生细菌和真菌导致插穗基部腐烂死亡。从表 3 看出,处理插穗的激素种类和激素配比值影响了美国山核桃硬枝扦插插穗的生根率、愈伤组织形成率、萌芽率和基部腐烂率。在 ABT-1 号 500 $\times 10^{-6}$ 处理 6 h 后进行扦插,生根率最高可达 87.8%。对比处理组与对照组可以看出,适当的激素处理插穗,可明显提高插穗愈伤组织和不定根形成率,降低萌芽率和腐烂率。

### 3 结论与讨论

美国山核桃扦插成活的关键在于促进生根。本试验研究结果表明,通过相应处理,美国山核桃硬枝扦插的生根率达到 87.8%。研究结果为美国山核桃硬枝扦插繁育提供了应用技术依据。

硬枝扦插,也就是休眠枝扦插,其不定根形成的营养来源于休眠枝内的贮藏营养。一般情况下进行的美国山核桃硬枝扦插,主要在秋冬和初春季节,此时温度较低,不利于插穗不定根的形成。在温室或者大棚内进行美国山核桃硬枝扦插,虽然满足了温度条件,但插穗会先进行萌芽生长而消耗枝条内的贮藏营养,之后插穗在形成愈伤组织后所剩营养可

能不足不定根形成的需要,从而影响了美国山核桃硬枝扦插的成活率。用电热温床加热插壤温度的技术解决上述问题的同时,也在较大程度上提高插穗的生根率<sup>[13]</sup>。同时,外源激素的调节也是促进美国山核桃硬枝扦插插条生根的关键,可以促进愈伤组织形成、不定根形成、抑制插穗萌芽和腐烂。因此,插壤插床加热和激素调节共同处理能有效提高美国山核桃硬枝扦插插条的生根率。

在美国山核桃硬枝扦插实用技术研究中,最适插壤温度、扦插最适插壤配比和其他处理插条的方法等相关扦插技术的研究有待进一步深入,其扦插后的管理模式也需要进一步规范,并加强其机理方面的研究,以及扦插生根过程解剖学研究和相关特异性蛋白研究等,才能为硬枝扦插繁殖提供更有力的科技基础。

参考文献:

- [1] 彭方仁,李永荣,郝明灼,等. 我国美国山核桃生产现状与产业化发展策略[J]. 林业科技开发,2012,26(4): 1-4.
- [2] 李永荣,吴文龙,刘永芝,等. 美国山核桃种质资源与开发利用[J]. 安徽农业科学,2009,37(27): 13306-13308.
- [3] Smith C L, Romberg L, D. A method for the treatment of cuttings and roots of the pecan with root-inducing chemicals [J]. Plant physiology, 1939, 14(1): 177-178.

(下转第 52 页)

整森林各树种组合和密度,森林郁闭度,保证林内通风透光条件。人工促进演替 30 a 后,侧柏林林龄开始进入近熟龄期。这时森林应以演替树种为主,侧柏树种为辅,实施搭配,使之形成相互依托,相互促进,多树种的格局,最终形成地带性稳定森林群落。在这长期过程中,生态监测极为重要,要掌握人工促进演替中森林变化过程,防止偏离演替方向。

(3) 必须明确侧柏树在人工促进森林演替中的地位。徐州石灰岩山地立地条件恶劣,裸石多,土层薄,土壤保肥保水能力差,对部分演替树种,很难长成胸径 40 cm 以上大树<sup>[6]</sup>。而侧柏的生命力极强,根系发达有穿透力,耐干旱、瘠薄土壤,对稳定石灰岩山地生态环境能起很大作用。当前石灰岩山地侧柏纯林生态退化是生态环境不平衡造成的。侧柏生长需要良好的营养和光照,郁闭度大的侧柏林地难以满足。过分疏伐和开窗透隙解决光照又易产生林间大空间,故必须让稍耐阴树种进入侧柏林内才能调整森林结构。侧柏是寿命长的树种,主伐年龄应在 100 a 左右,而其他阔叶树种的主伐年龄仅 50 ~ 60 a 左右,因此石灰岩山地森林植物群落演替中,应当考虑侧柏在不同阶段群落中的地位。

(4) 要促进石灰岩山地侧柏林良好的生态演

替,必须创建侧柏纯林演替的科技示范园。人工促进侧柏纯林演替工程是一项系统工程,周期性长,当前国内科研工作也正在起步,但大部分是单项研究,尚未见演替周期性研究报道。因此该项工作有一定深度,急需很多技术依托,科研和实践的积累。为保证此项事业开展,政府决策部门应将其列入生态环境建设的范围,列入国家、地方科技长远规划,分片、分地、分点由科研单位、大专院校、森林林权单位进行全方位密切合作,组建科技示范园,不断摸索新技术,为人工促进侧柏林生态演替提供有效的模式和技术示范。

参考文献:

(上接第 47 页)

- [1] 江苏省徐州泉山石灰岩森林自然保护区考察报告[C]. 1983.
- [2] 黄志强. 江苏北部沂沭河流域湖泊演变的研究[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1990.
- [3] 李俊清. 森林生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [4] 苏智先, 王仁卿. 生态学概要[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989.
- [5] 黄宝龙. 江苏森林[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1998.
- [6] 徐州市农业区划办公室. 徐州市农业资源与综合区划[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1991.
- [7] 耿国民, 周久亚, 朱灿灿. 美国山核桃扦插繁殖技术初报[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 249-250.
- [8] 李俊南, 李莲芳, 熊心武, 等. 插穗母树年龄和粗度对美国山核桃硬枝扦插的影响[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(4): 94-97.
- [9] 章建红, 施娟娟, 夏国华, 等. 薄壳山核桃硬枝扦插及生根机理研究[J]. 安徽农业大学学报, 2014, 41(2): 203-208.
- [10] 常君, 姚小华, 王开良, 等. 美国山核桃根段育苗试验[J]. 浙江林业科技, 2009, 29(3): 61-63.
- [11] 李俊南, 李莲芳, 熊心武, 等. 美国山核桃无性繁殖研究进展[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(33): 16226-16228.
- [12] 董筱昀, 黄利斌. 美国山核桃嫩枝扦插技术[J]. 林业科技开发, 2013(4): 108-110.
- [13] 张继东. 甜樱桃 ZY-1 电热温床硬枝扦插技术[J]. 黑龙江农业科学, 2012(11): 156-158.