

# 核桃子苗砧嫁接及相关生理指标的研究

周 华<sup>1,2</sup>, 董凤祥<sup>1\*</sup>, 曹炎生<sup>3</sup>, 徐迎春<sup>2</sup>

(1 中国林业科学研究院林业研究所, 国家林业局林木培育重点实验室, 北京 100091; 2 江苏南京农业大学园艺学院, 江苏南京 210095;  
3 北京市门头沟区科技开发实验基地, 北京 102308)

**摘要:** 2004年在北京门头沟区科技开发实验基地研究了核桃子苗嫁接技术和核桃子苗砧嫁接过程中相关生理指标的变化。结果表明: 2 000 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> 浸泡种子、摘心处理能显著提高砧木茎粗度; 愈合环境温度控制在 26℃, 锯末含水量控制在 410 g·kg<sup>-1</sup>, 箱上打孔, 嫁接成活率可达 80% 以上; 子苗展真叶 1~10 片时, IAA、GA<sub>3</sub>、ZR 含量与 IAA/ABA 值相对较高; 砧木愈合过程中, 砧木的可溶性糖、蛋白质含量与 IAA/ABA 值先降后升再降, PPO 活性呈相反趋势, IAA、GA<sub>3</sub>、ZR 含量先降后升, ABA 含量一直呈缓慢上升的趋势。

**关键词:** 核桃; 子苗砧嫁接; 生理指标

中图分类号: S723.1 文献标识码: A

## Study on Techniques and Physiological Indexes of Walnut Grafting with Young Seedling

ZHOU Hua<sup>1,2</sup>, DONG Feng-xiang<sup>1</sup>, CAO Yan-sheng<sup>3</sup>, XU Ying-chun<sup>2</sup>

(1 Research Institute of Forestry, CAF, Key Laboratory of Tree Breeding and Cultivation State Forestry

Administration Beijing 100091, China 2 College of Horticulture, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, Jiangsu, China

3 Science and Technology Exploitation Examination Base of Beijing Mentougou Section, Beijing 102308, China)

**Abstract** The integrated experiment of young walnut seedling grafting was carried out in greenhouse to study the techniques and change of physiological indexes on grafting uniting process of walnut. The result showed that the treatments of 2 000 mg·L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> and pinching enhanced evidently the diameter of stem of the seedling, the grafting survival rate was above 80% with temperature at 26℃ and media moisture at 410 g·kg<sup>-1</sup> in box with holes. The young seedling had the higher hormones content of IAA, GA<sub>3</sub>, ZR and IAA/ABA value during the leaves expanded 1~10. The physiological indexes of stock changed with time in the process of healing, the content of soluble sugar, protein and IAA/ABA value went down at earlier stage, went up in the middle, then went down again at late stage, the PPO activity had a tendency of opposite, the content of IAA, GA<sub>3</sub>, ZR declined at earlier stage, then went up afterwards, ABA content rose steadily in the whole process.

**Key words** walnut; young seedling; grafting; physiological indexes

核桃 (*Juglans regia* L.) 子苗砧嫁接效率高, 育苗周期短, 成本低, 苗木质量高。子苗嫁接分为室外嫁接和室内嫁接。室外嫁接一般是就地刨土嫁接, 其操作简单方便, 但易受时间和空间的限制, 嫁接时期短<sup>[1,2]</sup>; 室内子苗嫁接可以人为控制嫁接环境, 嫁

接时期长, 在核桃的工厂化育苗上具有广阔应用前景。目前, 核桃室内子苗嫁接技术在有些地区已开展<sup>[3-5]</sup>, 但总体技术仍处于初级阶段, 未形成工厂化生产的系统配套技术, 尚未规模化推广利用。核桃室内子苗嫁接存在的主要问题是: 砧木质量不高, 嫁

收稿日期: 2005-03-09 修回日期: 2006-10-08

基金项目: 北京市“山区果树苗木快繁技术研究”项目

作者简介: 周华 (1980-), 江西吉水人, 在读硕士。

\* 通讯作者

接适宜时期难以确定<sup>[6]</sup>;嫁接愈合环境中温度、基质含水量与通气条件的控制、成活生理机制变化等都缺乏深入研究,无法与生产技术结合配套。本文针对目前核桃子苗嫁接中存在的问题,在北京市门头沟区科技开发实验基地温室内进行室内子苗嫁接综合试验。通过改善砧木质量,控制嫁接愈合环境,研究子苗生长期及嫁接愈合过程的生理变化,结合配套技术上的改进,使得操作简单易行,嫁接成活率提高,为工厂化育苗奠定基础。

## 1 材料与方 法

砧木种子为北京地区实生核桃种子,接穗品种为‘温 185’。砧穗嫁接采用蔬菜嫁接夹进行固定。

### 1.1 子苗砧木培育

1.1.1 砧木种子的激素处理 砧木种子清水浸种 5~6 d 隔日换水,之后分别用  $GA_3$  (浓度分别为 500、1 000、2 000  $mg \cdot L^{-1}$ )、NAA (浓度分别为 200、500、800  $mg \cdot L^{-1}$ ) 浸泡 1 d 对照为清水浸泡。每个处理 30 粒,重复 4 次。2004 年 3 月 10 日播种,覆细沙 8~10 cm, 4 月 20 日左右,待子苗长出 1~3 片真叶后,挖出洗净,测量子苗苗高、茎粗度(距子叶柄上 2 cm)、茎鲜质量 根鲜质量。

1.1.2 摘心处理 砧木种子清水浸种 5~6 d 隔日换水,之后播种,待苗刚出土时,随机选择 100 株进行摘心,对照为不摘心。待对照长出 3 片真叶左右,将对照与摘心处理苗挖出洗净,测量上胚轴粗度。

### 1.2 嫁接方法

4 月下旬进行嫁接,接穗为前一年采好并存于 4℃ 冷库的接穗。选择生长一致的子苗砧木从苗床上取出后用清水冲洗,随用随取,嫁接时将子苗距子叶柄上约 4 cm 处切断,接穗削成楔形,劈接,接穗芽位于嫁接部位正上方,与嫁接口形成层一面对齐,用嫁接夹固定。

### 1.3 愈合环境控制

1.3.1 嫁接体置放 嫁接体置放于纸箱(长×宽×高=40 cm×26 cm×23 cm)中,箱内四周铺上塑料膜,先放 1 层湿锯末,再放置嫁接体,嫁接体和湿锯末分层码放,放满后用塑料薄膜遮盖,盖好箱盖置于温室的柜架上愈合,立体置放可以提高空间利用率<sup>[5]</sup>。

1.3.2 愈合环境因子试验 愈合环境的温度分别为 14、20、26、32℃ 室内恒温 and 温室自然变温(20~30℃);锯末含水量分别为 350、410、480、550  $g \cdot kg^{-1}$ 。设纸箱侧壁打孔和不打孔,2 种通气性处理。

打孔纸箱宽面开 3 个口,窄面开 1 个口,开口大小为 2 cm×4 cm。嫁约 20 d 后,取室内温度 26℃ 的嫁接体调查其成活率。

### 1.4 不同处理的子苗砧木嫁接及成活率调查

(1)  $GA_3$  处理 选择砧木种子用  $GA_3$  2 000  $mg \cdot L^{-1}$  处理后培育的子苗砧木进行嫁接,以清水处理的为对照。(2) 摘心处理 待子苗出土后摘心,对照不摘心。(3) 不同苗龄砧木嫁接对比 将生长 35、60 d 的子苗进行嫁接,统计成活率。(4) NAA 处理 嫁接前在 NAA 300  $mg \cdot L^{-1}$  中速蘸子苗根部,对照为清水。(2)(3)(4) 均选择清水处理种子培育的子苗砧木。不同处理分别进行子苗嫁接,嫁接体码放于锯末含水量 410  $g \cdot kg^{-1}$  的纸箱内,置于 26℃ 室内愈合,20 d 后调查嫁接成活率与萌蘖数。

### 1.5 生理测定

子苗砧木生理测定:用清水处理的种子,3 月 10 日播种,自 4 月 6 日开始在不同生长时期随机取材,每次选 5 株,洗净,液氮速冻,放入 -80℃ 冰箱保存,待测。

嫁接后砧木生理测定:取愈合环境温度 26℃、锯末含水量为 410  $g \cdot kg^{-1}$  条件下的砧木进行生理测定。于嫁接后第 2 天(4 月 30 日)开始取材,至嫁接成活后为止,每次同一时间取嫁接体 3~5 株,重复 3 次,材料于液氮下速冻,放入 -80℃ 冰箱保存,待测。

可溶性总糖采用蒽酮比色法测定,蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定<sup>[7]</sup>。多酚氧化酶(PPO)活性测定参照 Galeazzi 等<sup>[8]</sup>的方法。内源激素采用高效液相色谱仪测定<sup>[9]</sup>。

### 1.6 统计分析方法

采用 Excel 和 SPSS 等软件进行数据分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 $GA_3$ 、NAA 和摘心处理对砧木质量的影响

子苗茎的增粗,使接穗与砧木结合面积增加,有利于嫁接体的愈合成活,同时也提高了粗接穗的利用率。由表 1 可见,低浓度  $GA_3$  (500、1 000  $mg \cdot L^{-1}$ ) 处理对子苗茎和茎鲜质量/根鲜质量无显著性影响,但显著降低了子苗的高度;高浓度  $GA_3$  (2 000  $mg \cdot L^{-1}$ ) 显著增加茎的粗度,对子苗的高生长和茎鲜质量/根鲜质量均无显著影响;NAA 不同浓度的处理均极显著降低了茎粗度、子苗的高度和茎鲜质量/根质量。

摘心与不摘心的砧木茎粗度分别为 0.576、0.542 cm (表 2),摘心极显著增加了子苗砧木地茎粗度。这说明摘心与  $GA_3$  高浓度 2 000  $mg \cdot L^{-1}$  处

理是培育优良子苗,提高砧木质量的一项有效措施。

表 1 不同处理种子的子苗砧木生长量

处理	浓度 / (mg·L <sup>-1</sup> )	子苗茎粗 度 /cm	苗高 /cm	茎鲜质量 / 根鲜质量
清水 (CK)	0	0.532 b	26.78 a	0.66 a
GA <sub>3</sub>	500	0.523 b	21.27 b	0.64 a
	1 000	0.537 ab	20.49 b	0.67 a
	2 000	0.565 a	23.32 ab	0.76 a
NAA	200	0.428 c	12.04 c	0.32 b
	500	0.420 c	8.57 c	0.27 b
	800	0.448 c	7.68 c	0.28 b

注:表中同列不同字母表示 0.05 水平差异显著,下表同。

表 2 摘心对砧木茎粗度的影响

处理	子苗茎粗度 /cm
不摘心 (CK)	0.542 a
摘心	0.576 b

## 2.2 砧木生长过程中内源激素变化

内源激素在嫁接成活中起着至关重要的作用,

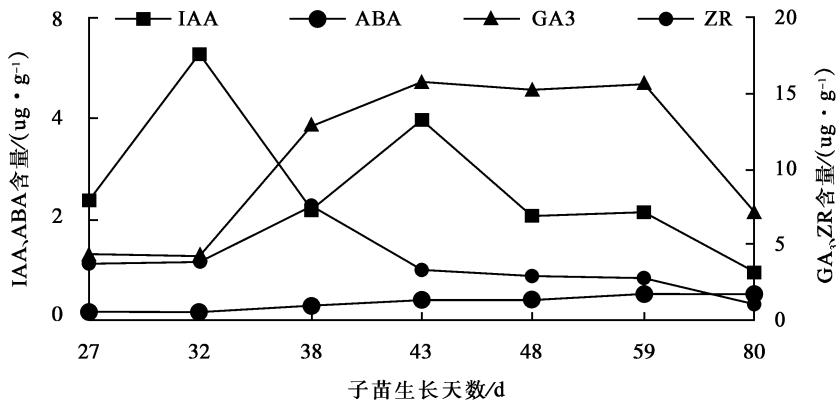


图 1 核桃子苗生长过程中内源激素含量的变化

## 2.3 环境因素对嫁接成活率的影响

2.3.1 温度、锯末含水量对嫁接成活率的影响 在嫁接愈合过程中,低温 14、20℃条件下,嫁接体愈伤生长缓慢,愈伤组织和新根少;高温 32℃又较密闭情况下愈伤组织形成早,但接穗易变黑腐烂;锯末含水量为 350 g·kg<sup>-1</sup>时,接穗易失水抽干,愈伤组织形成

也少;锯末含水量为 550 g·kg<sup>-1</sup>时,接穗与愈伤组织易腐烂。由图 2 可见,温度在 14、20、32℃,锯末含水量为 350、550 g·kg<sup>-1</sup>条件下,嫁接体成活率低;温度为 26℃、变温(20~30℃),锯末含水量为 410 g·kg<sup>-1</sup>或 480 g·kg<sup>-1</sup>时,嫁接成活率高,且形成愈伤组织量多,接口接触紧密,形成新根也较多。

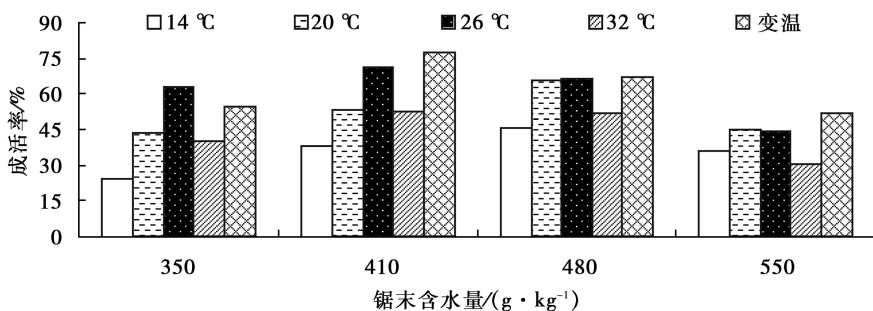


图 2 不同温度、锯末含水量的嫁接成活率

2.3.2 通气性对嫁接成活的影响 嫁接体置于纸箱内愈合,其嫁接成活率并不理想,最高也只得 77.2% (图 2),低于常规摆放于地面的子苗嫁接成活率。在抽查与最终调查中,发现大多箱内湿度较大,嫁接体的愈伤组织及接穗芽体多呈腐烂状态。由于箱内为较密闭环境,通气性差,而愈伤组织形成及接穗新芽抽出后呼吸旺盛,造成嫁接成活率低,因此采用了箱侧面开口的方法改善通气性。从图 3 可见,在室温 26℃,锯末不同含水量的情况下,箱上打孔均能提高嫁接成活率,基质含水量为 410 g·kg<sup>-1</sup>时,嫁接成活率达到 88.9%。因此,改善通气性,是提高纸箱内嫁接体成活率的有效措施之一,对于工厂化育苗具有重要意义。

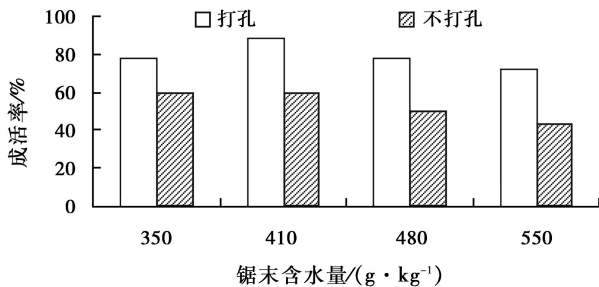


图 3 通气性(室温 26℃)对嫁接成活率的影响

2.3.3 不同处理的嫁接成活率 GA<sub>3</sub> 2 000 mg·L<sup>-1</sup>处理砧木种子的子苗、砧木摘心与砧木正常生长(生长 35 d)相比,均能增加砧木茎粗,提高砧木质量和接穗利用率,而在嫁接成活率上没有显著差异;砧木生长 60 d后再嫁接,与生长 35 d嫁接的相比,成活率显著降低(表 3)。试验中也观察到,砧木苗龄越大,嫁接成活后长出的新根越少,不利于移植。因此,在生产上要注意砧木嫁接的最佳时期,以保证成活率。

表 3 不同处理对嫁接成活率的影响

处理	总株数/株	成活株数/株	成活率/%
2 000 mg·L <sup>-1</sup> GA <sub>3</sub> 处理砧木种子	100	89	89 a
砧木摘心	100	86	86 a
砧木生长 35 d(真叶 1~10 片)	100	88	88 a
砧木生长 60 d(真叶 10 片以上)	44	33	75 b

表 4 NAA 处理子苗对嫁接成活与萌蘖数的影响

处理	总株数/株	成活株数/株	成活率/%	萌蘖数/根
清水(CK)	100	86	86 a	2.77 a
300 mg·L <sup>-1</sup> NAA	108	98	90.7 a	0.62 b

由表 4 可见,300 mg·L<sup>-1</sup>NAA 速蘸子苗根部的嫁接成活率与 CK 无显著差异,但从砧木萌蘖情况

看,NAA 处理极显著抑制了砧木萌蘖的产生,并且比对照有更多新根长出,有利于嫁接体移植后的成活与生长。

## 2.4 嫁接愈合过程中砧木生理指标的变化

由表 5 和图 4 可见,在嫁接过程中,随着愈合时间的增加,砧木体内的可溶性糖、蛋白质含量总体表现为先降后升再稍降的趋势,PPO 活性呈现相反趋势;砧木体内内源激素 IAA、GA<sub>3</sub>、ZR 含量呈现先降后升,ABA 含量一直缓慢上升,IAA/ABA 值为先降后升再降的变化趋势。核桃子苗嫁接试验中,接穗愈伤组织出现较早,量较多,相对而言,砧木愈伤组织形成较慢,量较少。接后前 5 d 砧木愈伤组织还未形成,体内营养物质与生长素含量逐渐下降,嫁接后第 8~12 天砧穗愈伤组织大量形成,砧穗开始连接,砧木生长开始恢复,各生理指标开始回升,18 d 后嫁接基本愈合完全。

表 5 核桃砧木在嫁接愈合过程中生理指标的变化

嫁接后天数/d	2	5	8	10	12	15	18
蛋白质含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	13.0	11.4	14.2	14.0	14.2	12.8	12.9
可溶性糖含量/(g·kg <sup>-1</sup> )	9.9	8.0	8.7	7.9	10.4	8.8	9.4
PPO 活性/(ΔOD·g <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	2.38	3.88	5.56	5.25	4.86	5.07	5.48
IAA/ABA	11.54	5.55	6.08	9.82	9.92	7.34	8.73

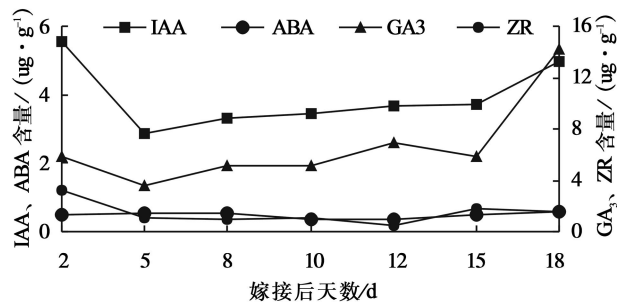


图 4 核桃嫁接愈合过程中砧木内源激素含量的变化

## 3 结论与讨论

(1) 砧木培育中,前人采用 NAA 处理增加下胚轴粗度<sup>[3]</sup>,GA<sub>3</sub>处理增加子苗茎粗度<sup>[4,12]</sup>,本试验结果具有相似的规律,但是采用更高浓度的 GA<sub>3</sub> (2 000 mg·L<sup>-1</sup>)处理种子,砧木茎增粗效果更加显著。试验表明摘心也能促进子苗茎增粗。子苗径的增粗,有利于嫁接体的愈合成活和粗接穗的利用。子苗生长 32~38 d 刚展真叶至展真叶 1~10 片阶段中,各种生长激素水平与 IAA/ABA 值相对较高,有利于嫁接愈合,且砧木达到嫁接粗度,适合嫁接。

(2) 核桃子苗嫁接技术中, 梁玉堂等<sup>[3 13]</sup>利用下胚轴进行嫁接, 但由于核桃下胚轴形状不规则, 嫁接只能选用较细的接穗, 接穗利用率不高。嫁接试验中, 使用子苗茎进行嫁接, 形成层一面对齐, 用塑料夹固定嫁接部位, 使得接穗粗细均可嫁接, 不但提高了接穗的利用率, 且操作简单易行, 成本低, 大大提高了工作效率, 有利于工厂化育苗。

(3) 在嫁接前使用  $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  NAA 速蘸砧木根部, 既控制萌蘖生长, 又促进新根形成, 有利于嫁接体的成活和移植。核桃产生愈伤组织的最适温度是  $25 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ <sup>[14]</sup>, 本试验嫁接愈合过程中, 温室的温度控制在  $20 \sim 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 锯末含水量为  $410 \sim 480 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  时, 嫁接成活率达 80% 以上。利用纸箱码放嫁接体, 可以节省空间, 利于工厂化育苗的开展。通气性对核桃嫁接愈合成活有很大影响, 通过箱上打孔, 改善通气状况, 可提高嫁接成活率, 但通气性具体指标对嫁接成活率的影响还有待进一步深入研究。同时通气性与保湿之间存在矛盾, 针对这个问题, 嫁接箱还应该改进, 使工厂化育苗技术进一步完善。

(4) 核桃室外枝接愈伤组织的形成取决于糖和生长物质(生长素和激动素)之间的平衡<sup>[14]</sup>, 子苗嫁接基本类似。子苗嫁接后 2~5 d 随着愈伤组织不断形成, 砧木体内可溶性糖、蛋白质含量开始下降, 表明愈合需要消耗营养。接后 5~10 d 砧木营养物质、内源生长素、激动素、IAA/ABA 值逐渐升高, 至接后 12 d 这些指标达到相对最高, 砧穗间愈伤组织也基本形成, 嫁接成活, 表明营养物质、内源生长素含量的提高有利于嫁接愈合。子苗嫁接愈合过程中, 与接穗比较, 砧木形成愈伤较慢也较少, 20 d 左右砧穗基本愈合, 在接后 15~18 d 砧木萌蘖开始生长, 不断消耗体内营养物质, IAA/ABA 值也开始下降, 此时, 嫁接体应注意愈合环境的管理, 掌握适宜移植时间。

(5) 核桃嫁接成活后的移植方式及管理影响嫁

接苗的保存率和生长发育<sup>[15]</sup>。在子苗嫁接成活体移植大田前, 在室内容器内进行短期过渡, 有助于提高嫁接苗的移植保存率, 促进苗的生长。容器苗与裸根苗相比, 具有根系发达, 收获根生物量增加, 移植成活率高的优点, 将嫁接成活的子苗进行容器苗培育, 有利于推进我国核桃良种工厂化的进程。

#### 参考文献:

- [1] 王立新. 核桃子苗刨土嫁接技术 [J]. 云南林业科技, 2002 (2): 44~47
- [2] 陈起伟. 核桃子苗就地嫁接技术 [J]. 中国南方果树, 2002, 32 (5): 52~53
- [3] 梁玉堂, 龙庄如, 许方振, 等. 核桃子苗嫁接的研究 [J]. 林业科学, 1984, 20(1): 1~7
- [4] 刘慧, 张宏辉, 杨亚宁. 核桃嫩苗嫁接快速育苗技术 [J]. 中国果树, 2001(4): 26~27
- [5] 董凤祥, 冯月生. 子苗砧嫁接培育核桃良种苗木试验 [J]. 林业科技通讯, 2000 (6): 19~20
- [6] 史俊燕, 樊金栓, 任秋芳. 核桃子苗嫁接技术研究 [J]. 西北林学院学报, 2004 19(1): 66~69
- [7] 陈毓釜. 生物化学实验方法和技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [8] 陈建勋, 王晓峰. 植物生理学实验指导 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 2002
- [9] 于建国, 王文芝. 现代实用仪器分析方法 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1994
- [10] Doley D. Effects of growth regulating substances and water potential on the development of wound callus in *Fraxinus* [J]. *New Phytol* 1970(1): 69
- [11] Xi Rongting, Ding Pinghai. A study on the uniting process of walnut grafting and the factors affecting [J]. *Acta Horticulturae*, 1993 311: 160~170
- [12] 钱春. 核桃子苗嫁接育苗技术 [J]. 中国南方果树, 2000, 29(6): 45
- [13] 叶乃玲. 核桃子苗嫁接技术要点 [J]. 山西水土保持科技, 2000 (4): 48
- [14] 郝荣庭, 张毅萍. 中国核桃 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992
- [15] 张志华, 罗秀钧. 核桃优良品种及其丰产优质栽培技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1998