

# Changes of Nutrient Contents during Rooting of *Picea pungens* Cuttings

Sanping An<sup>1\*</sup>, Lifang Wang<sup>1</sup>, Meiqin Wang<sup>1</sup>, Jianwei Ma<sup>1</sup>, Junhui Wang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Key Laboratory of Oak Secondary Forest Ecosystem, Research Institute of Forestry of Xiaolongshan, Tianshui Gansu

<sup>2</sup>Key laboratory of Tree Breeding and Cultivation, State Forestry Administration, Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry, Beijing

Email: [ansanplks@126.com](mailto:ansanplks@126.com)

Received: Jun. 24<sup>th</sup>, 2017; accepted: Jul. 9<sup>th</sup>, 2017; published: Jul. 12<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

With 5-year-old *Picea pungens*' primary lateral branch materials, using the cutting experiment, IBA was studied with the treatment of distilled water under the rooting process of dynamic change of soluble sugar, soluble protein, total nitrogen and carbon 4 nutrients, and the relation between their variation and rooting was analyzed. The results showed that *P. pungens* began to root after cutting 30 days; the rooting rate reached 97% after cutting 80 days; the protein contents first decreased and then increased, and finally decreased; the total soluble sugar contents showed first increased and then decreased, and then kept rising trend; nitrogen and carbon contents increased first and then reduced and then slightly increased by last rule; nutrient dynamic change and rooting process were closely related to *P. pungens*. Cuttings by exogenous hormone treatment promoted the nutrient dynamic change and helped the formation of adventitious roots in *P. pungens*.

## Keywords

*Picea pungens* Engelm, Cutting, Rooting, Nutrients

---

# 蓝云杉插穗生根过程中营养物质含量的变化

安三平<sup>1\*</sup>, 王丽芳<sup>1</sup>, 王美琴<sup>1</sup>, 马建伟<sup>1</sup>, 王军辉<sup>2</sup>

<sup>1</sup>甘肃省小陇山林业实验局林业科学研究所, 甘肃省栎类次生林生态系统重点实验室, 甘肃 天水

<sup>2</sup>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

Email: [ansanplks@126.com](mailto:ansanplks@126.com)

收稿日期: 2017年6月24日; 录用日期: 2017年7月9日; 发布日期: 2017年7月12日

\*通讯作者。

文章引用: 安三平, 王丽芳, 王美琴, 马建伟, 王军辉. 蓝云杉插穗生根过程中营养物质含量的变化[J]. 植物学研究, 2017, 6(4): 217-223. <https://doi.org/10.12677/br.2017.64028>

## 摘要

以5年生蓝云杉采穗母株上的一级侧枝为材料,采用悬臂转动式全光自动喷雾装置扦插试验,研究了IBA与蒸馏水处理下扦插生根过程中可溶性糖、可溶性蛋白质、全氮和全碳4种营养物质的动态变化,分析了其变化规律与生根的关系。结果表明,蓝云杉开始生根期为扦插后30 d,到扦插后80 d时,生根率达到97%;蛋白质含量先降低然后升高,最后又降低;可溶性总糖含量都呈现先升后降,然后又升的变化趋势;氮和碳含量呈现出先升高后降低再升高最后略有下降的规律;营养物质动态变化与蓝云杉生根进程密切相关。插穗经外源激素处理促进了其营养物质动态转换,有助于蓝云杉不定根的形成。

## 关键词

蓝云杉, 扦插, 生根, 营养物质

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

蓝云杉(*Picea pungens* Engelm)原产北美,我国20世纪80年代初从美国、加拿大引进。温带多点试验结果表明,蓝云杉对低温、干旱气候有较强适应性、且速生,同时蓝云杉针叶在严冬亦保持淡蓝色,观赏价值较高,为城市优良绿化树种,在我国有广阔的应用前景[1]。

许多资料表明,插穗中的营养物质,如碳水化合物、氮化合物等是不定根形成的物质基础,也是插穗在生根前维持其生长的重要能源,特别是碳水化合物中的可溶性总糖类更是生根所必需的主要物质。许多试验报道了关于C/N(可溶性总糖与淀粉之和/总氮)值与生根情况的关系,认为高碳水化合物、低氮素即C/N比值高的插穗更容易生根,一些体内碳水化合物储藏低的植物,生根比较困难,可见插穗内的营养水平对于生根有重要意义[2][3][4][5]。关于蓝云杉的扦插繁殖技术研究,国内仅对蓝云杉种子处理和一些外生菌根筛选进行了研究,以及安三平等在甘肃省小陇山林业实验局对蓝云杉网袋容器扦插育苗技术,特别是不同品种生根能力差异、插穗条件及扦插生根进程进行了研究[6][7][8]。蓝云杉有关扦插繁殖的理论研究目前国内尚无报道。本研究对蓝云杉生根过程中插穗营养物质(可溶性糖、可溶性蛋白、全碳和全氮)含量的变化进行定期测定,探讨分析营养物质对蓝云杉扦插生根的影响,旨在为蓝云杉的推广应用提供科学的技术支持和理论依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 材料来源

2007年,甘肃省小陇山林科所和中国林科院林业所合作,从内蒙古枫叶林业公司引进来自加拿大种源的5个蓝云杉品种“皇家(*Picea pungens* Majestic)、森旺(*Picea pungens* San Juan)、凯巴(*Picea pungens* Kaibab)、雾蓝(*Picea pungens* var. *glauca*)、蓝云杉”,并在甘肃小陇山林业科学研究所沙坝试验基地营建试验林,面积约800 m<sup>2</sup>。2010年7月在该试验林5年生母树上采集当年生一级侧枝为插穗。从采穗母株上剪取后,迅速用利刃将基部削成楔形。在轻基质网袋容器中(泥炭4份、炭化稻壳6份)进行扦插试验。

## 2.2. 试验地概况和插床设置

试验地设在甘肃小陇山林业科学研究所苗圃(105°54'37"E、34°28'50"N)，海拔 1160 m。年降雨量 600~800 mm，蒸发量 1290.0 mm，平均气温 10.7℃，≥10℃积温 3359.0℃。4~9 月份晴天日平均光照时数 13~14 d，夏季日最高光照强度 2500 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>。插床采用悬臂转动式全光自动喷雾装置，为直径 12 m，高 60 cm 的圆形架空插床。在轻基质网袋容器中进行扦插试验。

## 2.3. 方法

### 2.3.1. 实验设计

采集的插穗，分别用 100 mg·L<sup>-1</sup> IBA 处理 1 h 和蒸馏水处理 1 h，各处理 600 株，扦插时取样一次，扦插 30 d 后，每隔 10 d 采样一次，每次采样 4 株，3 次重复。共取样测定 8 次。

### 2.3.2. 指标测定

**可溶性蛋白含量测定：**取插穗基部 1/3 皮层测定可溶性蛋白质含量。参照杨晓华的方法测定[9]。

**可溶性糖含量测定：**同时将采过样的插穗一部分在 110℃烘箱中迅速杀青，再于 70℃下烘干至恒重。经粉碎后过筛，采用蒽酮比色法测定[10]。

**全氮和全碳含量测定：**另一部分在 65℃下烘干装入信封中置于室内保存。后期磨碎，过 0.3 mm 筛子，称取 0.2 g。采用全自动凯氏定氮仪测定[11][12]。

## 3. 结果与分析

### 3.1. IBA 处理对蓝云杉生根过程中的愈伤组织和生根率的变化

由图 1 可以看出，蓝云杉插穗愈伤组织始期为扦插后 10 d；愈伤组织的分化期为扦插后 20~30 d。蓝云杉开始生根期为扦插后 30 d，急速生根期为扦插后 40~70 d，此后为平缓期或生根停止期。到扦插后 80 d 时，生根率达到 97%，以后生根率不再增加。

### 3.2. 可溶性蛋白含量的变化

蓝云杉插穗生根过程中蛋白质含量先降低然后升高，最后又降低(见图 2)。扦插初期的蛋白质含量下降也应该是由于愈伤呼吸加强，代谢旺盛引起的。中期是蛋白质的积累阶段。后期可溶性蛋白质含量

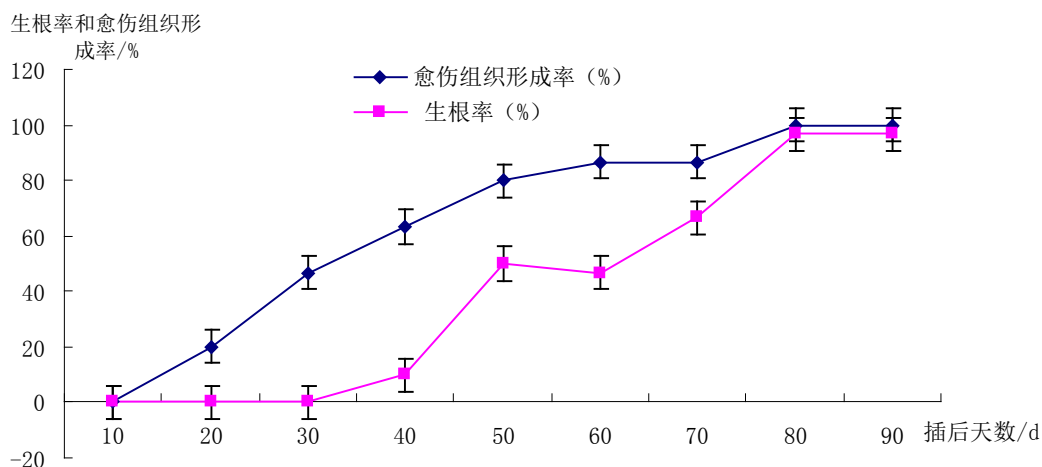


Figure 1. Changes of IBA on the rooting rate and callus in *Picea pungens* cuttings during rooting  
图 1. IBA 处理对蓝云杉生根过程中生根率和愈伤组织的变化

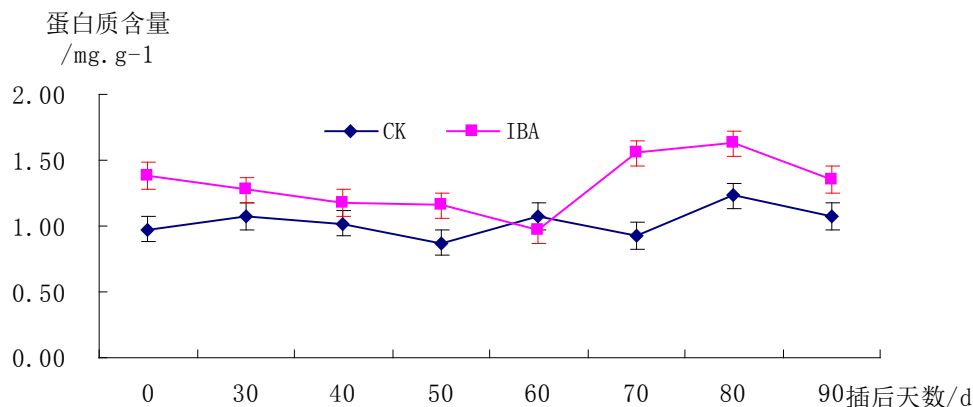


Figure 2. Changes of soluble protein in *Picea pungens* cuttings during rooting  
图 2. 蓝云杉扦插生根过程中可溶性蛋白含量的变化

下降,很可能是在根原基和不定根的生长过程中消耗了蛋白质。而在各观测时期,处理插穗内蛋白质含量均高于对照,说明 IBA 处理影响了插穗体内可溶性蛋白质的积累和运用。

### 3.3. 可溶性糖含量的变化

由图 3 可以看出,蓝云杉插穗生根过程中无论对照还是处理,可溶性总糖含量都呈现先升后降,然后又升的变化趋势,且 IBA 处理各个时期插穗的糖含量和对照基本一致。扦插后 3 d 达到第 1 个高峰,可能是愈伤呼吸引起的,插穗经剪切后,呼吸作用增强,进而代谢作用加强,插穗内贮藏的淀粉水解,使可溶性总糖含量急剧增加。插后 60 d 内根原基的形成和不定根的出现需要消耗大量的碳水化合物,主要是可溶性糖类,所以可溶性总糖含量降低,插后 80 d 糖含量上升可能是由植株成活后开始进行光合作用造成的。

### 3.4. 全氮含量的变化

氮素化合物也是植物扦插生根所不可缺少的营养物质,它不仅关系着根原始体的形成,而且也促进根或地上部分的生长。所以了解插穗内氮素水平,对于研究扦插生根还是很有必要的。由图 4 可以看出,IBA 处理的蓝云杉插穗内部总氮含量呈现出先升高后降低再升高最后略有下降的规律,但总体上看,处理插穗总氮含量比对照高些。

### 3.5. 全碳含量的变化

由图 5 可以看出,蓝云杉插穗生根过程中无论对照还是处理,全碳含量呈现降—升—降—升—降的局势,从总体看,IBA 处理的插穗在生根初期全碳含量比 CK 高,但在生根平缓期或生根停止期,CK 的全碳含量比 IBA 处理的高些。

### 3.6. C/N 比的变化

由图 6 可以看出,在蓝云杉扦插生根过程中,IBA 处理的嫩枝插穗 C/N 值插后到 30 d 时先降低,30 d~40 d 又急剧上升,50 d 后又呈现下降趋势,IBA 处理和对照 C/N 值的变化趋势一致。有资料表明,用 C/N (碳水化合物/氮素化合物)表示生根能力,并认为,高碳水化合物、低氮素有利于生根[13]。但试验结果表明,如果用 C/N 表示蓝云杉的扦插生根能力很不合理。但是与其他植物如长白落叶松插穗的扦插结果相比,蓝云杉的扦插生根效果比长白落叶松等树种优。因此,C/N 比值不适宜于判断蓝云杉生根率。可以这样说,具有一定的营养物质的蓝云杉插穗是生根的基础,但不是影响生根的重要因素。

可溶性糖含量/%

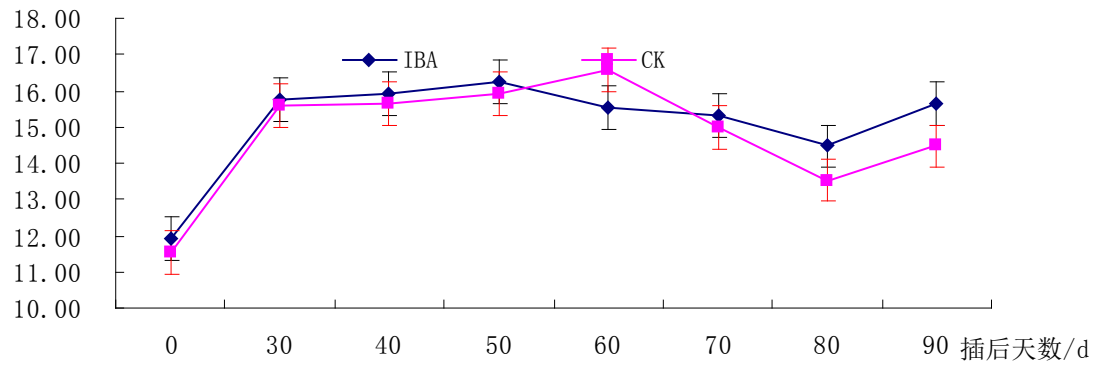


Figure 3. Changes of soluble sugar in *Picea pungens* cuttings during rooting

图 3. 蓝云杉扦插生根过程中可溶性糖含量的变化

全氮含量

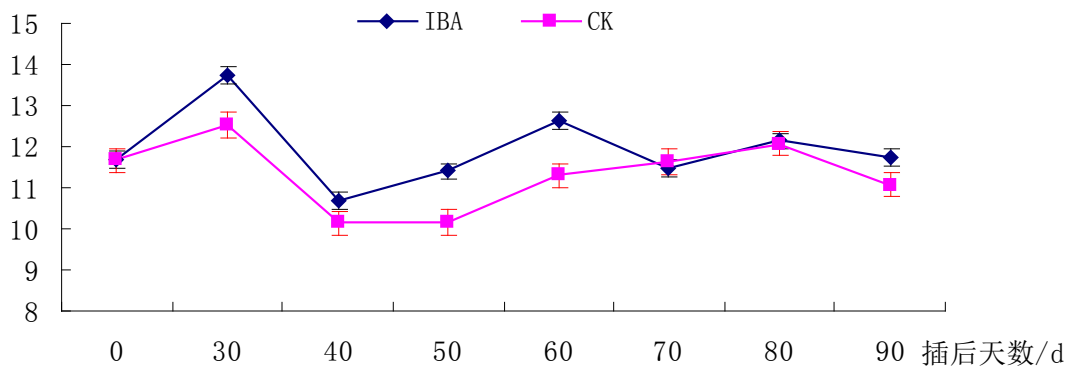
/g. kg<sup>-1</sup>

Figure 4. Changes of total nitrogen in *Picea pungens* cuttings during rooting

图 4. 蓝云杉扦插生根过程中全氮含量的变化

全碳含量

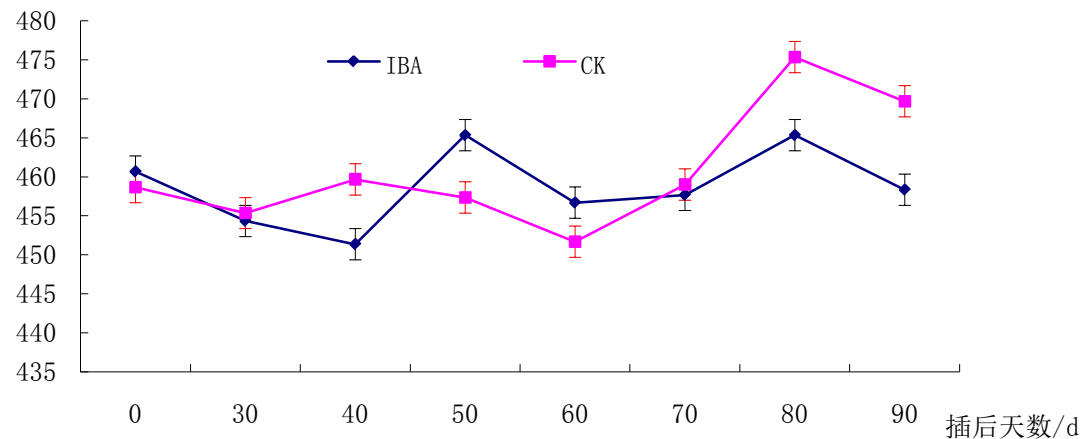
/mg. g<sup>-1</sup>

Figure 5. Changes of total carbon in *Picea pungens* cuttings during rooting

图 5. 蓝云杉扦插生根过程中全碳含量的变化

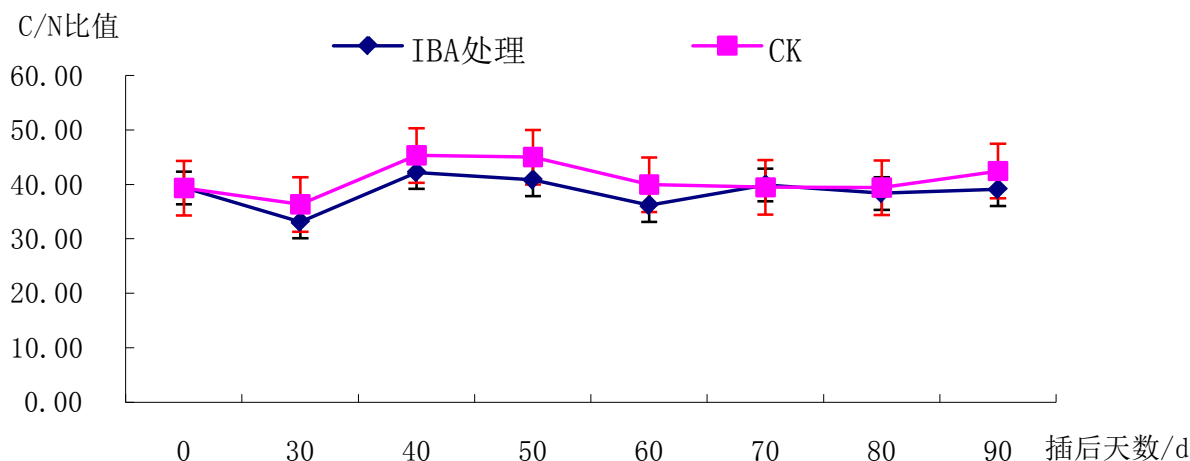


Figure 6. Changes of C and N ratio in *Picea pungens* cuttings during rooting

图 6. 蓝云杉扦插生根过程中 C/N 比含量的变化

#### 4. 结论与讨论

1) 蓝云杉插穗愈伤组织的开始形成期为扦插后 10 d; 愈伤组织的分化期为扦插后 20~30 d。开始生根期为扦插后 30 d, 到扦插后 80 d 时, 生根率达到 97%, 之后生根率不再增加。嫩枝插穗中蛋白质含量先降低然后升高, 最后又降低; 可溶性总糖含量都呈现先升后降, 然后又升的变化趋势; 氮和碳含量呈现出先升高后降低再升高最后略有下降的规律。光合作用合成新的糖, 其中有一部分转变为蛋白质。虽然愈伤组织、不定根出现后插穗具有了吸收外界营养的能力, 但大量不定根的伸长及侧根的出现等生命活动所消耗的物质及能量大部分都是由插穗内营养物质如可溶性总糖提供, 造成了插穗内各种营养物质含量变化, 从而推动了插穗的生根进程[3]。

2) 蓝云杉扦插试验中, 嫩枝扦插时用 C/N 表示蓝云杉的扦插生根力很不合理。但是与其他植物如长白落叶松插穗的扦插结果相比, 蓝云杉的扦插生根效果比长白落叶松等树种优。因此, C/N 比值不适宜于判断蓝云杉生根率。可以这样说, 蓝云杉插穗需要具有一定的营养物质, 这是生根的基础, 但不是影响生根的重要因素, 要结合多个生理指标来看。

3) 蓝云杉扦插生根试验测定的试剂选用的是  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  IBA 处理 1 h 和蒸馏水处理 1 h 的插穗, 从实际观察中发现, IBA 生根粉能提高生根率, 但是与对照差异不显著, 说明生长调节剂在一定程度上能影响插穗营养物质的含量, 但是插穗生根率的提高除了取决于生长调节剂的种类及浓度等外界因素外, 还取决于插穗的质量、扦插后的管理以及内部的酶、内源激素等内部因素[14] [15] [16]。

#### 基金项目

甘肃省重点研发计划项目“蓝云杉栽培适应性研究与示范(编号 1604NKCE071)”。

#### 参考文献 (References)

- [1] 王豁然, 江泽平, 傅紫岐, 主编. 林木引种驯化与森林可持续经营[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998: 165-171.
- [2] 王秋玉, 赵丽惠, 王福来, 等. 红皮云杉扦插繁殖中的年龄效应及其生理机制[J]. 植物研究, 1997, 17(3): 339-343.
- [3] 刘关君, 李绪尧, 由香玲, 等. 长白落叶松插穗内源激素变化和不定根产生的关系[J]. 东北林业大学学报, 2000(1): 19-20.

- [4] 敖红, 王昆, 冯玉龙. 长白落叶松插穗的内源激素水平及其与扦插生根的关系[J]. 植物研究, 2002(2): 190-195.
- [5] 刘桂丰, 庄振东, 由稔铃, 等. 杂种落叶松扦插生根过程中可溶性糖自的比较分析[J]. 植物研究, 2003, 23(2): 195-197.
- [6] 李爱平, 王晓江, 王生军, 等. 北美蓝云杉不同种源引种苗期试验研究[J]. 内蒙古林业科技, 2008, 34(2): 58-62.
- [7] 李爱平, 李生俊. 北美兰云杉菌根化育苗技术研究[J]. 内蒙古林业技, 2006(1): 9-11.
- [8] 安三平, 王丽芳, 石红, 等. 蓝云杉不同品种扦插生根能力和生根特性研究[J]. 林业科学研究, 2011, 24(4): 512-516.
- [9] 杨晓华, 予广利, 赵峡, 等. 灰树花精蛋白中总糖含量的测定[J]. 中同海洋大学学报, 2006, 36(6): 929-931.
- [10] 张志良, 主编. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990.
- [11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [12] 郑均宝. 树木的营养繁殖[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [13] 韩碧文. 植物生长与分化[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- [14] 张娟. 欧李嫩枝扦插生根繁殖机理的研究[D]: [硕士学位论文]. 太谷: 山西农业大学, 2005.
- [15] 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.
- [16] 郭素娟, 凌宏勤, 李凤兰. 白皮松插穗生根的生理生化基础研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(2): 43-47.

**期刊投稿者将享受如下服务:**

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [br@hanspub.org](mailto:br@hanspub.org)