

## 短柄五加嫩枝扦插育苗技术研究

赵新礼<sup>1,2</sup>, 崔蕾<sup>1,2</sup>, 舒泉湧<sup>1,2</sup>, 朱爱华<sup>1,2</sup>

(1. 陕西中药研究所(陕西医药信息中心), 陕西咸阳 712000; 2. 陕西省中药与天然药物研发重点实验室, 陕西西安 710075)

**摘要** [目的]短柄五加有性繁殖育苗相对较为困难,为解决种苗来源问题,积极探索短柄五加无性繁育种苗的方法。[方法]使用植物生长调节剂 ABT<sub>1</sub> 生根粉与吲哚丁酸钾(IBAK)原粉对短柄五加年幼枝条进行处理,考察不同浓度生根粉溶液与不同扦插时间扦插繁育的成苗情况。[结果]短柄五加嫩枝扦插的最佳时间应在每年的7月1—15日,ABT<sub>1</sub>生根粉溶液与吲哚丁酸钾原粉溶液对短柄五加年幼枝条成苗率分别较对照处理提高了23.62%和21.89%,达到80%以上。[结论]该研究对短柄五加无性繁殖育苗具有一定的技术指导意义。

**关键词** 短柄五加;嫩枝;扦插育苗技术;植物生长调节剂

中图分类号 S567.1<sup>+</sup>9 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)16-0051-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.16.014



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Study on Young Branch Cutting Seedling Technique of *Eleutherococcus brachypus*

ZHAO Xin-li<sup>1,2</sup>, CUI Lei<sup>1,2</sup>, SHU Quan-yong<sup>1,2</sup> et al (1. Shaanxi Institute of Traditional Chinese Medicine (Shaanxi Medical Information Center), Xianyang, Shaanxi 712000; 2. Shaanxi Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine and Natural Medicine Research and Development, Xi'an, Shaanxi 710075)

**Abstract** [Objective] The sexual propagation of *Eleutherococcus brachypus* was relatively difficult. In order to solve the source of seedlings, the method of asexual propagation of *Eleutherococcus brachypus* was actively explored. [Method] The young branches of *Eleutherococcus brachypus* were treated with plant growth regulator ABT<sub>1</sub> rooting powder and potassium indolebutyrate rooting powder, and the cutting propagation of *Eleutherococcus brachypus* with different concentrations of rooting powder solution and different cutting time was investigated. [Result] The best time for young branch cutting of *Eleutherococcus brachypus* was between July 1 and 15 of the year. The seedling percentage of *Eleutherococcus brachypus* treated with ABT<sub>1</sub> rooting powder and potassium indolebutyrate solution increased by 23.62% and 21.89%, respectively, reaching over 80%. [Conclusion] This study has certain technical guidance significance for asexual propagation of *Eleutherococcus brachypus*.

**Key words** *Eleutherococcus brachypus*; Young branch; Cutting seedling technique; Plant growth regulator

倒卵叶五加为五加科植物短柄五加(*Eleutherococcus brachypus* (Harms) Nakai)的干燥根和根茎或茎,11月份落叶后到次年3月份发芽前采集,含有紫丁香苷、刺五加苷E、总黄酮、绿原酸、五加多糖、挥发油等生理活性成分<sup>[1]</sup>,具有益气健脾、补肾安神、扶正固本的功效,主治脾肾虚、腰膝酸软、体虚乏力、失眠多梦、食欲不振、风寒湿痹等病症<sup>[2]</sup>,以其茎为原料开发的五加膏、神衰康颗粒与胶囊、佳蓉片等药品在临床上取得了满意疗效。短柄五加为中国特产植物,分布区域狭小,主要分布在西北黄土高原上的陕西关山、渭北旱原丘陵沟壑区及其以北的陕北梢林区,甘肃陇东的庆阳和天水地区、平凉崆峒山及宁夏六盘山等地,生长于海拔1 000~2 000 m的田边埂坎、路边灌丛、疏林下、林缘、山坡、山梁、沟谷等。据20世纪80年代初调查陕西省的短柄五加蕴藏量高达168万t鲜重<sup>[3]</sup>,而现在已很难见到成片的生长,渐成为濒危药用植物。面对与日俱增的需求量和野生资源锐减的局面,当务之急就是要开展短柄五加的野生抚育及规范化栽培,首先遇到的关键问题就是种苗的繁育问题。种苗繁育的方法主要有以种子育苗的有性繁殖和以根段、枝条扦插等进行繁育的无性繁殖。以前短柄五加的研究主要在化学活性成分和药理作用、濒危原因的探索<sup>[4]</sup>、生殖生物学特性的研究<sup>[5-8]</sup>等方面,鲜见有关短柄五加栽培的报道。

因此,近几年来进行了短柄五加植物学特征和生物学特性研究<sup>[9]</sup>、短柄五加种子育苗技术研究<sup>[10]</sup>和短柄五加扦插育苗技术研究。

由于短柄五加种子来源不足,种子发育不良、成熟度差,种子处理及播种育苗又有一定技术难度,限制了种子育苗的大规模发展。自然状态下短柄五加主要靠无性繁殖维持种群数量与分布,枝条扦插繁殖具有使用繁殖材料少、材料来源广泛且易得、成苗率高的优点,因此利用无性繁殖技术生产种苗是扩大其种苗来源的一种切实可行的有效方法。

## 1 材料与方法

**1.1 试验地概况** 试验地位于陕西省旬邑县马栏镇长舌头村,属基本农田,壤土,肥力中等,较平整,用水方便,交通便利。该地区年平均气温9.1℃,1月份气温最低,为-4.6℃,7月份气温最高,为21.5℃,昼夜温差较大。日照时数2 390 h,无霜期180 d,年均降水量606 mm。

**1.2 试验材料** ABT<sub>1</sub>生根粉(北京艾比蒂生物科技有限公司);吲哚丁酸钾(IBAK)原粉(郑州信联生化科技有限公司);70%甲基硫菌灵(中农立华(天津)农用化学品有限公司)。

## 1.3 扦插前准备

**1.3.1 选地整地。**选择交通方便、离水源较近的具备灌溉条件、清洁、无污染、背风、排水良好、土质疏松、肥沃向阳、富含有机质、微偏碱性或中性的壤土、地势平坦,忌涝洼地。将选好的田地深耕细耙后根据地形做成低畦,畦宽1.3 m,畦间距0.5 m,畦长8~12 m,以南北向为好。

**1.3.2 搭棚。**为避免强光直射,达到良好的降温保湿效果,

**基金项目** 陕西省科技统筹创新工程项目(2016KTTSSF01-01-02);咸阳市重大科技专项(2014K01-17)。

**作者简介** 赵新礼(1961—),男,陕西扶风人,主任药师,从事中药资源与栽培研究。

**收稿日期** 2020-11-30;修回日期 2020-12-21

搭建了遮阴棚。使用长度 2.2~2.5 m 的木桩,按 3.6 m×3.0 m 的距离栽立柱,栽桩深度 0.5 m,棚高 1.5~1.8 m,在桩顶用 14 号铁丝进行米字型拉网,周围和上面搭双层遮阴网。

#### 1.4 扦插

**1.4.1 扦插时间。**在 2015—2019 年每年的 6 月 10 日—7 月 15 日进行多次试验。

**1.4.2 插穗枝条的采集。**于 6 月中旬—7 月中旬,剪取当年生的无病虫害、生长健壮的半木质化枝条或 2~3 年生尚未开花、木质化、生长健壮的带叶枝条。枝条最好早晨采取,将枝条用剪枝剪从母株上采下后立即放入装有自来水的水桶或水盆之中,保持水分不使叶子萎凋。装车运回。

**1.4.3 插穗的制备。**将嫩枝条剪成长度 15~20 cm 的插穗,上端距留叶的着生部位 1.0~1.5 cm 处剪成平口,下端剪成斜口,除保留最上面的 3 片复叶外,剪掉下部其余的复叶,制作成带叶的插穗。将剪好的插穗每 50 个捆成一小捆,立即准备进行处理。

**1.4.4 生根剂的选择与配制。**

**1.4.4.1 生根剂的选择。**选择生产上常用的 ABT<sub>1</sub> 生根剂和溶解性好、易于配制的吡啶丁酸钾 (IBAK) 生根剂,使用浓度为 25、50、100 和 500 mg/L 的水溶液。

**1.4.4.2 ABT<sub>1</sub> 号生根粉溶液的配制。**取 ABT<sub>1</sub> 号生根粉 1 g,加 75% 乙醇 100 mL 搅拌充分溶解,然后分别加自来水 2、10、20、40 L 搅匀,即成 500、100、50、25 mg/L 的 ABT<sub>1</sub> 号生根粉溶液。

**1.4.4.3 IBAK 生根粉溶液的配制。**取吡啶丁酸钾原粉 1 g,加水 100 mL 搅拌溶解,然后分别加自来水 2、10、20、40 L 搅匀,即成 500、100、50、25 mg/L 的 IBAK 生根粉溶液。

**1.4.5 插穗药剂处理。**将插穗按捆放入 500 mg/L 的生根粉溶液中浸泡处理 10 min,再转入水深 2 cm 的清水盆中放置数小时后扦插。或将插穗按捆放入 100、50、25 mg/L 的生根粉溶液中浸泡处理 4~12 h。对照以自来水代替生根粉溶液对插穗进行浸泡处理 4~12 h。

**1.4.6 扦插及土壤消毒。**选择两块不同肥力条件的田块,进行短柄五加嫩枝扦插试验,每个处理 2 000~4 000 支,每畦扦插 1 000 支。对照以自来水代替生根粉溶液对插穗进行处理,每个处理 300 支。

按行距 20 cm 沿苗床横向开沟,按株距 5 cm 进行扦插。将插穗斜口向下扦插于苗床上,扦插时插穗与苗床面成 60° 倾斜角。同时用 70% 甲基硫菌灵 400 g 加细干土 10 kg,拌匀,插穗插完后顺行均匀撒入开的沟内进行土壤消毒,覆土 12~15 cm 并压实。每 1 m<sup>2</sup> 施 70% 甲基硫菌灵粉 20 g。

**1.4.7 浇水保湿。**扦插完一畦就立即浇透水一次。以后每天 10:00 前喷雾保湿 1 次。连续喷水保湿 40~50 d (以天气和缓苗长叶情况而定)。

**1.4.8 叶面消毒。**全部扦插完后,立即在叶面上全面喷洒 0.2% 的甲基硫菌灵水溶液进行灭菌,用量为 2 L/m<sup>2</sup>。以后每隔 10 d 喷药 1 次,共计 3 次。

**1.5 扦插后的管理** 育苗地当年 8 月底前撤掉遮阴棚,以增

加光照。第 2 年分别于 4 月中旬、6 月上旬和 7 月中旬各拔草一次。

**1.6 生根率与成苗率统计** 于扦插后的第 42 天和第 124 天为节点,对插穗的发叶生根情况进行调查,并于第 2 年的 4 月下旬统计成苗株数。

**1.7 起苗、移栽** 于第 3 年 3 月底苗木萌动前,顺行进行开沟取苗,每 30 株捆成一捆,及时进行移栽。移栽株行距:山坡地按 1.0 m×1.0 m,河滩地和耕地按 1.0 m×0.6 m 进行移栽。高 1 m 以上的苗每窝移栽 1 株,1.0 m 以下的苗每窝移栽 2 株。

## 2 结果与分析

**2.1 扦插时间对成苗率的影响** 2017 年试验结果见表 1。短柄五加植株 6 月份处于营养生长的旺盛期,6 月底进入花蕾期,7 月初有少量开花,7 月中旬进入盛花期,花期枝条中营养物质和植物生长激素的积累相对较为丰富,枝条处于生长活跃期,同时地温相对稳定在 22~25 °C 有利于插穗根的生成,对扦插成苗率影响很大。7 月份开花期插穗的成苗率在 52.67%~79.33%,显著优于 6 月份插穗成苗率的 17.00%~23.00%。因此,短柄五加嫩枝扦插时间的选择非常重要,故建议将扦插时间选在 7 月初到 7 月中旬为宜。

表 1 扦插时间对成苗率的影响

Table 1 Effect of cutting time on seedling rate

扦插时间 Cutting time	扦插数量 Number of cuttings//株	成苗数量 Number of seedlings//株	成苗率 Seedling rate//%
06-11	300	69	23.00
06-20	300	51	17.00
07-02	300	158	52.67
07-07	300	238	79.33
07-13	300	223	74.34

**2.2 药剂处理对扦插生根的影响** 2015 年试验结果见表 2。嫩枝扦插第 1 年,绝大多数插穗只长叶和根,而不发茎,待第 2 年春天发芽抽茎。扦插前期插穗仅靠保留的几个叶片的光合作用提供营养,约 15 d 所留叶片就焕发了新的活力,以后又逐渐生出一些新的叶片,将光合产物贮存于嫩枝插穗之中。扦插第 42 天时每个插穗生根 2~6 个,根长 0.5~3.0 cm,以后逐渐产生越冬芽。扦插后第 124 天,每个插穗的生根数 6~11 个,根长 3~11 cm,须根较多。对照组插穗生根的数目较药剂处理组的少,须根也少。嫩枝扦插后连续 42 d 喷水保湿,此时插穗发叶生根率均较高,停止喷水保湿后每个处理发叶生根率均有不同程度的降低,特别是经过严寒的冬天,发根较少的插穗在来年的成苗率显著降低,如对照处理。光照好、土壤疏松的地方苗木长势较好,IBAK 处理的长势略优于 ABT<sub>1</sub> 处理的长势。8 月下旬插穗生根后及时撤除遮阴网,以增加光照强度。插穗其越冬性能较好,越冬不需要覆盖草防冻。

**2.3 嫩枝扦插成苗情况调查** 2016—2017 年试验结果见表 3。植物生长调节剂处理插穗可以显著提高插穗的生根率和成苗率,ABT<sub>1</sub> 生根剂 25~100 mg/L 浸泡 4~12 h 或 ABT<sub>1</sub> 生

根剂 500 mg/L 浸泡 10 min, 可使插穗的成苗率较对照平均提高 23.62%; IBAK 生根剂 25~100 mg/L 浸泡 4~12 h 或 IBAK 生根剂 500 mg/L 浸泡 10 min, 可使插穗的成苗率较对照平均提高 21.89%。扦插育苗期间全程应加强田间管理, 注意除草护苗, 防止杂草荒苗。插穗在第 2 年的 3 月底 4 月初就发芽抽茎, 一般较野生植株提前 10~15 d 发芽出苗, 嫩

茎最怕霜冻, 此时气温变化无常, 忽高忽低, 因此一定要做好早春防霜冻害的工作。2015 年 6 月扦插育苗到 2016 年 4 月 17 日, 高 5~17 cm, 多为单芽, 少数为丛生芽, 5 月初苗普遍高于 20 cm, 最高可到 39 cm, 长势较好。一年生的株高 0.5~0.8 m, 根扎的较深, 根系较好, 生长健壮, 移栽易成活, 但根系较根繁苗稍小。

表 2 药剂处理对嫩枝扦插育苗的影响

Table 2 Effects of medicament treatment on cutting seedling of young branch

处理方式 Treatment mode	扦插株数 Number of cuttings	第 42 天 Day 42		第 124 天 Day 124		成苗株数 Number of seedlings	成苗率 Seedling rate//%
		发叶生根苗数 Rooting seedlings	生根率 Rooting rate//%	发叶生根苗数 Rooting seedlings	生根率 Rooting rate//%		
ABT <sub>1</sub> 100 mg/L	1 000	890	89.00	671	67.10	652	65.20
ABT <sub>1</sub> 500 mg/L	1 000	830	83.00	814	81.40	786	78.60
IBAK 100 mg/L	1 000	988	98.80	870	87.00	754	75.40
IBAK 500 mg/L	1 000	974	97.40	906	90.60	858	85.80
对照(水) Control (water)	300	183	61.00	121	40.34	69	23.00

表 3 药剂处理对嫩枝扦插育苗成苗的影响

Table 3 Effects of medicament treatments on seedling formation of young branch cutting

处理方式 Treatment mode	扦插总苗数 Total number of cuttings	每畦扦插数 Number of cuttings per border	成苗株数 Number of seedlings	成苗率 Seedling rate//%	相较对照增长 Increased as compared to control//%	$x^2$	$P$
ABT <sub>1</sub> 500 mg/L	4 000	1 000	905.00±64.30	90.50	24.50	107.73	3.07E-25
ABT <sub>1</sub> 100 mg/L	4 000	1 000	879.75±28.34	87.98	21.98	78.63	7.51E-19
ABT <sub>1</sub> 50 mg/L	4 000	1 000	892.00±68.74	89.20	23.20	91.71	1.01E-21
ABT <sub>1</sub> 25 mg/L	2 000	1 000	908.00±65.05	90.80	24.80	111.79	3.97E-26
IBAK 500 mg/L	4 000	1 000	892.75±45.20	89.28	23.28	92.57	6.51E-22
IBAK 100 mg/L	4 000	1 000	844.00±69.11	84.40	18.40	49.11	2.41E-12
IBAK 50 mg/L	4 000	1 000	890.67±54.79	89.07	23.07	90.20	2.16E-21
IBAK 25 mg/L	2 000	1 000	888.00±39.60	88.80	22.80	87.23	9.64E-21
对照(水) Control (water)	600	300	198.00±56.60	66.00	—	—	—

### 3 讨论

目前五加属药用植物栽培的有刺五加、无梗五加、红毛五加和藤五加等<sup>[11]</sup>。赵洪颜等<sup>[12]</sup>用 20 mg/L IBA (吡啶丁酸) 处理刺五加嫩枝插穗, 全光照喷雾扦插育苗, 扦插 3 个月后生根率达 68.94%, 4 个月与 5 个月的发芽率分别为 25.46%、65.46%。景向欣等<sup>[13]</sup>用配方基质作插床, 用 100 mg/L 的 ABT<sub>1</sub> 生根粉溶液对刺五加嫩枝进行处理, 并采用 L<sub>9</sub>(3<sup>4</sup>) 正交试验设计的方式, 对扦插时间、枝条芽数、木质化程度、扦插深度等影响刺五加扦插生根的因素进行了考察。张世喜等<sup>[14]</sup>用 50 mg/L 的 ABT 生根粉溶液处理刺五加嫩枝进行扦插繁殖技术研究, 重视配方基质的消毒和扦插后的管理措施。武姝等<sup>[15]</sup>用 1 000 mg/L 的吡啶丁酸溶液浸蘸 3~4 年生刺五加枝条插条基部可促进生根, 大约 20 d 插条就可以生根。张杰<sup>[16]</sup>研究表明 100 mg/L IBA 溶液具有促进刺五加插条生根的效果, 半木质化插条的扦插生根效果优于木质化插条; 以高温灭菌泥土作为扦插基质, 无论春季或夏季, 成苗率均高于普通肥泥, 成苗率分别达到 74.39% 和 57.80%, 效果显著。高春玲等<sup>[17]</sup>用 100 mg/L 的 ATP 生根粉溶液对短梗五加的嫩枝进行处理扦插, 同时搭遮阴棚, 喷洒杀菌剂

抑制插穗感染, 提高成活率。赵凤军等<sup>[18]</sup>研究表明短梗五加老枝用 ABT<sub>1</sub> 700 mg/L 浸泡 24 h 后扦插于壤土中, 能提高短梗五加插穗的生根率、平均根数、萌芽率, 2 年生或 3 年生的老枝均优于当年生的嫩枝扦插。该试验在充分研究前人在五加属其他药用植物嫩枝扦插育苗研究成果的基础上, 结合试验地的特点, 重点关注搭建遮阴棚、枝条选择、插穗药剂处理、扦插时间、插后保湿、土壤消毒、除草等各个技术环节, 在国内首次形成了一套较为完整的短柄五加嫩枝扦插育苗技术规范, 只要严格执行该技术规范, 短柄五加嫩枝扦插育苗的成苗率可到 80% 以上。试验更进一步应将枝条选择、插穗药剂处理、扦插时间和土壤消毒等影响嫩枝扦插成苗率的关键因素进行正交试验, 筛选出最优的技术路线; 另外, 由于嫩枝扦插苗比野生植株要提前 10~15 d 抽薹出苗, 幼茎又很怕早春不稳定的气温, 特别是霜冻的影响, 因此是否可考虑将育苗地移到春天气温回升更加平稳、霜冻害较少发生的低海拔平原地区进行。

### 4 结论

该研究使用 500 和 25~100 mg/L 植物生长调节剂 ABT<sub>1</sub> (下转第 63 页)

弃茶叶茶渣为原料制备生物炭的研究<sup>[20]</sup>。生物炭的制备和应用在水、土壤等污染处理领域均较受关注,而以茶叶等为代表的植物类生物炭原料因其碳含量高、比表面积大、空隙结构数量及分布<sup>[21]</sup>、官能团结构<sup>[22-23]</sup>等物理化学性质的优势所在。加之我国是茶叶大国,茶叶易于获取、废弃物资源化利用的优势,茶叶制备生物炭研究在环境污染治理研究领域具不可忽视的地位。

## 6 结论

(1) 在茶叶吸附水体污染物的各种影响因素中,pH 是其性能影响较大的因素。

(2) 通过扫描电镜分析、比表面分析、傅立叶变换红外光谱等手段进行茶叶吸附物质前后的结构、组成等表征的对比分析,借助热力学模型和动力学模型从吸附强度、吸附性质等角度进行定性定量研究,较为全面地阐述茶叶对物质的吸附机理。

(3) 针对茶叶改性方法与吸附目标的相关性、水体中共存物质在吸附过程中的拮抗/协同作用、茶叶吸附物的固化处理尤其是茶叶为原料的生物炭制备的应用等方面的研究相对较少,可作为今后的研究方向。

## 参考文献

- [1] 古春香,徐劫,周恺豪,等.茶叶渣对废水中亚甲基蓝的吸附处理研究[J].广州化工,2017,45(21):58-60,94.
- [2] 蒋爱雯,王瑞英,王修中.废弃茶叶对水中  $Zn^{2+}$ 、 $Cd^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$  的吸附研究[J].水处理技术,2014,40(2):39-41,45.
- [3] 李季.废弃茶叶渣吸附废水中重金属离子研究[D].杭州:浙江大学,2015.
- [4] 张同钦.废弃茶叶对重金属的吸附性能及重金属毒性评价研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2011.
- [5] 邵义.罗布麻茶叶渣对水中金属离子吸附效果的研究[J].新疆环境保

护,2019,41(1):46-50.

- [6] 杨丙雨,冯玉怀.茶叶捕集金银等金属离子的研究现状[J].黄金,2004,25(9):43-47.
- [7] 王莹莹,卢晓琴,吴子涵,等.改性茶叶渣对含 Cr(VI) 废水的吸附研究[J].应用化工,2016,45(4):657-659,666.
- [8] 黄江胜,陶庭先,王芬华,等.茶叶质铁对苯酚废水的吸附性能及动力学研究[J].化学世界,2011,52(10):584-587,598.
- [9] 王泽峰,赵斌,沈伯雄,等.热改性废茶叶吸附刚果红性能的研究[J].工业水处理,2017,37(4):78-82.
- [10] 高兰君,沈伯雄,SAGNIK CHAKRABORTY,等.热改性废茶叶对茜素红的吸附性能[J].印染,2017,43(12):39-44.
- [11] 万顺利,徐圣友,张庆瑞,等.废弃茶叶渣净化水体中重金属的研究进展[J].水处理技术,2013,39(8):5-9.
- [12] 董娟,连慧亮,耿世彬.废弃绿茶对水溶液中  $Co^{2+}$  的吸附研究[J].环境污染与防治,2012,34(5):72-75.
- [13] 张军科,郝庆菊,江长胜,等.废弃茶叶渣对废水中铅(II)和镉(II)的吸附研究[J].中国农学通报,2009,25(4):256-259.
- [14] 崔晓宁,侯伟华,杨晓萍,等.茶叶纤维对  $Cu^{2+}$  的吸附性能研究[J].茶叶科学,2010,30(4):259-262.
- [15] 陶庭先.茶叶质铁对氟离子的吸附性能[J].安徽机电学院学报,1998,13(2):31-34.
- [16] 谢冰冰.铁观音茶梗处理水中重金属 Cr(VI) 的实验研究[D].重庆:重庆大学,2018.
- [17] 赵芳石,李盛华,罗小平.茶叶对水中重金属离子吸附性能的研究[J].离子交换与吸附,1990,6(2):117-122.
- [18] 李伟玲.碱化改性茶叶对铅和次甲基蓝的吸附性能研究[D].长沙:湖南大学,2016.
- [19] 吴云海,谢正威,胡玥,等.茶叶渣吸附水中砷的动力学与热力学研究[J].湖北农业科学,2010,49(4):859-862.
- [20] 李斌,梅杨璐,范世锁.茶渣生物炭制备及其在环境领域的应用研究进展[J].环境科学与技术,2020,43(9):67-78.
- [21] 韦思业.不同生物质原料和制备温度对生物炭物理化学特征的影响[D].广州:中国科学院广州地球化学研究所,2017.
- [22] XUE S, ZHANG X B, NGAO H H, et al. Food waste based biochars for ammonia nitrogen removal from aqueous solutions [J]. Bioresource technology, 2019, 292: 1-10.
- [23] MANDAL S, SARKAR B, IGALAVITHANA A D, et al. Mechanistic insights of 2, 4-D sorption onto biochar: Influence of feedstock materials and biochar properties [J]. Bioresource technology, 2017, 246: 160-167.

(上接第 53 页)

或 IBAK 处理 1 年生或 2~3 年生健康、粗壮的短柄五加嫩枝插条,于每年的 7 月初到 7 月中旬进行扦插育苗,同时注意除草和加强防冻害等管理措施,苗木繁育的成苗率在 84.40%~90.80%,经过几年试验证明该育苗技术是可行的,在生产上具有一定的指导意义。

## 参考文献

- [1] 简毓峰,胡浩斌.短柄五加的化学成分与药理活性研究进展[J].中药材,2011,34(8):1302-1306.
- [2] 国家中医药管理局,《中华本草》编委会.中华本草(第五册):第 15 卷[M].上海:上海科学技术出版社,1999:754.
- [3] 邢泽田.陕西省倒叶五加[J].自然资源研究,1984(4):29-34.
- [4] 岳春雷,江洪,魏伟,等.短柄五加濒危趋势和致濒因素的初步分析[J].应用与环境生物学报,2003,9(1):24-27.
- [5] 王仲礼,刘林德,田国伟,等.短柄五加开花及传粉生物学研究[J].生物多样性,1997,5(4):251-256.
- [6] 田国伟,王仲礼,刘林德,等.短柄五加种子结构、后熟作用及其细胞化学研究[J].植物分类学报,1998,36(2):128-133.
- [7] 王仲礼,刘林德,田国伟,等.短柄五加开花后雌蕊的发育状态与受精作用的研究[J].植物学报,1998,40(4):309-315.

- [8] 王仲礼,刘林德,田国伟,等.短柄五加胚和胚乳发育的研究[J].植物研究,1999,19(1):40-47.
- [9] 赵新礼,朱爱华,崔蕾.短柄五加植物学特征与生物学特性研究[J].安徽农业科学,2020,48(22):166-169.
- [10] 赵新礼,朱爱华,崔蕾,等.短柄五加种子育苗技术研究[J].安徽农业科学,2021,49(7):57-60,91.
- [11] 叶强,张阳,张玉姣,等.国内五加属植物资源人工栽培的研究现状及展望[J].黑龙江农业科学,2018(11):163-166.
- [12] 赵洪颜,朴仁哲,刘海峰,等.IBA 处理对刺五加无性系插穗生根和发芽初探[J].辽宁林业科技,2011(5):24-25.
- [13] 景向欣,刘新晶,王洪军,等.不同扦插条件对刺五加生根的影响[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2011,24(6):11-12.
- [14] 张世喜,汤占良,宋学科.刺五加嫩枝扦插繁殖技术研究[J].黑龙江科技信息,2011(10):204.
- [15] 武姝,刘昕.刺五加苗木繁殖方法及栽培管理[J].特种经济动植物,2012,15(5):33-34.
- [16] 张杰.几种刺五加扦插繁殖育苗技术[J].农业科技与信息,2013(3):15-16.
- [17] 高春玲,董立国,董文华.短梗五加的繁育试验[J].辽宁林业科技,2009(1):45-46,49.
- [18] 赵凤军,刘明国,葛文志.短梗五加扦插研究初报[J].北方园艺,2007(7):52-53.