

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2018.02.023

## 林木高空压条生根率影响因素分析

廖维华, 刘 杰, 石晓东, 彭建国, 柏子奎  
(达州市林业园林科技研究推广中心, 四川 达州 636150)

**摘要:**高空压条技术是保留母本的优良性状, 提早开花结果的重要林木繁殖技术之一。但高空压条技术也存在苗木繁殖系数低, 人工效率低的缺点而未得到广泛应用。文章从压条时期、材料、基质、压条方法、激素处理、容器等几个方面对影响压条生根率的因素进行了分析。探讨了离体栽培管护、压条技术问题等影响育苗成活率的因素进行了。在今后高空压条繁殖技术的发展中, 应尽可能地提高压条生根率和育苗成活率。

**关键词:**林木; 高空压条; 影响因素

中图分类号: S723.1+32.2 文献标识码: A 文章编号: 1003-5508(2018)02-0103-05

### Analysis of Influencing Factors of the Rooting Rate by Air Layering

LIAO Wei-hua LIU Jie SHI Xiao-dong PENG Jian-guo BAI Zi-kui

(Research and Promotion Center of Forestry Sci-tech, Dazhou Bureau of Forestry and Landscaping, Dazhou 636150, China)

**Abstract:** Air layering was one of important tree propagation techniques, the seedlings propagated by use of this technique could preserve excellent merits of the stock plants, with early blossoming and fruiting. But there were some shortcomings of low breeding coefficient and manual work efficiency, which led to a lower utilization of air layering. Analysis was made of the influence factors of layer rooting rate, including layering period, materials, medium, procedure, hormone treatments, containers and so on. And it was discussed that the influencing factors of survival rate of seedlings, such as cultivation and management, technical issues of layering. In the future development of air layering, it should be emphasized that the rooting rate of air layering and the survival rate of seedlings must be improved as much as possible.

**Key words:** Forest, Air layering, Influencing factors

高空压条又叫空中压条, 指的是将未脱离母体的枝条经过剥皮等处理, 在空中包以生根基质, 使其接触基质部位形成不定根, 而后断离母株形成新植株的一种繁殖方法<sup>[1]</sup>。常用于株形直立、枝条硬而不易弯曲, 又不易发生根蘖的花木植物。高空压条操作简单, 育苗时间短, 并且繁育的苗木可以保留母本的优良性状, 是种子繁殖、扦插、嫁接以及组培快繁技术的有效补充<sup>[2]</sup>。本文总结了国内外林木高空压条繁殖技术研究进展, 以期高空压条繁殖技术的发展和林木快速繁育提供理论借鉴。

### 1 压条成活率影响因素

#### 1.1 压条时期的选择

压条时期的选择是提高压条成活率的影响因素之一。利用枝条繁殖一年四季均可, 像荔枝、葡萄等木本植物<sup>[3,4]</sup>。但对于大多数树种而言, 在植株生长旺季枝条营养充分, 激素含量高, 便于发根且成活率更高。桂花压条的最佳时间为5月上旬~6月下旬, 期间愈伤组织生长快, 新根生长量大<sup>[5]</sup>。广玉

收稿日期: 2017-12-13

作者简介: 廖维华(1990-), 女, 四川达州人, 研究生, 现于达州市林业园林科技研究推广中心工作, 主要停放科技示范工作。E-mail: liaoweihua1990@163.com

兰的压条时间在长江以南五月上旬梅雨季节到来之前为宜,而长江以北可稍微晚一点<sup>[6]</sup>。压条时期对蛇皮果压条生根质量有显著的影响,4月中旬压条生根效果明显优于8月中旬和12月中旬<sup>[7]</sup>。莲雾在印度孟加拉邦红壤区最适宜空压的月份是6~7月,压条生根率能到100%<sup>[8]</sup>。植株生长旺季多与春夏季节高温多雨季节重合,说明较高的温度和湿度对压条生根具有促进作用。压条时期的选择应充分考虑到不同树种的生长习性,当地气温、降雨等变化规律。

### 1.2 枝条选择

压条生根是高空压条繁殖能否成功的关键因素,而影响枝条生根的因素有很多,包括树种、树龄、树体生长势等。在不同品种生根比较试验中,4个澳洲坚果品种其压条繁殖的生根难易程度不同。生根率最高的是桂热1号,高达80%;其次为H2,生根率为78%;而O.C和741品种较难生根,生根率分别为61%和54%<sup>[9]</sup>。广玉兰高压繁殖宜选用树高160 cm~200 cm、生长健壮且分枝较密的成年树作为母树<sup>[6]</sup>。压条生根依赖母树的生长水平,需要不断从母树得到水分和矿质养分,即使同一树种,不同的单株,压条生根的难易程度也有所不同,生长旺盛、无病虫害的优良母株能够提供压条充足的养分,压条更易生根。

空压枝条也宜选择健壮、生长旺盛的枝条。过嫩枝条木质化程度低,容易被病菌感染,生根成活率低;母株或枝条年龄过大,压条木质化程度过高,不易生根<sup>[2]</sup>。因此,高压枝条宜选用树冠中部外围生长的营养充分、充实健壮的枝条。桂花高空压条的生根率随着枝条年龄的增大,生根率呈下降趋势,以3 a~4 a生的枝条生根力最强,侧根数最多<sup>[5]</sup>。葡萄一般选用植株中上部生长健壮,软木质化的当年生新枝进行压条操作<sup>[4]</sup>。玉兰的高空压条宜选用20 cm~50 cm长、长势旺盛、无病虫害的1 a~2 a生枝条作为母枝<sup>[10]</sup>。

### 1.3 基质选择

压条生根需要有良好的生根基质。不同的植物应根据自身的特点及枝条的承受能力选用合适的基质和包扎材料<sup>[5]</sup>。基质要求疏松、保水、通气性能好且不宜过重,所以应选用木屑、泥炭、腐殖土、腐叶土、细沙土、蛭石、珍珠岩等混合少量营养土、园土使用。压条基质保持适当的水分和氧气是澳洲坚果压条成活的关键,生根基质由泥团、木屑、木薯皮、稻草

等的混合物组成,其中沤熟的木薯皮、泥团以1:1的比例混合保水透气效果最佳。水分含量以基质混合物捏成一团不散开为宜<sup>[11]</sup>。在北美冬青结果枝高空压条试验中,用黄泥作为压条基质时含水量较难掌控,严重影响压条根系生长发育,而采用泥炭和珍珠岩以3:1比例混合的基质,保水透气效果好,生根率达90%以上<sup>[8]</sup>。在乳木果的压条生根的实验中,选用泥炭藓作为包扎基质相对于棕榈纤维有着更高的生根率(73.3%),且新根发育更好。推测可能是由于泥炭藓更有利于基质中的营养物质向新根的输送,同时能够更好的保护伤口和幼嫩根免受真菌感染<sup>[12]</sup>。含笑的高空压条基质选用肥沃、疏松、富含腐殖质的沙质壤土和细煤渣(烧过的细煤渣经清水过滤去除碱性)以7:3的比例混合,经太阳曝晒、杀菌,加水拌湿备用,湿度不可过大或过小。有条件者还可在水中加B<sub>12</sub>医用注射液1支<sup>[13]</sup>。在高空压条的实际操作过程中,应根据树种、树体生长势、气候等因素,通过实验选择合适的基质材料,如果能就地取材更好,尽可能降低高空压条繁殖技术的人力物力成本。

### 1.4 压条步骤

为了促进压条生根,压条前一般在芽或枝的下方进行造伤处理,旨在将枝条上部合成的营养物质、生长素等向下输送的通道切断,使这些物质积累在处理口上端。同时,由于枝条的木质部又与母株相连,又能持续获得母株的水分和营养供给。造伤处理方式包括环剥、环割等。

#### 1.4.1 环剥

环剥一般是在枝条节、芽的下部剥去2 cm~3 cm左右宽的树皮,但不同树种、枝干大小环剥宽度略有不同,愈伤能力强、成花困难,适龄不结果的品种和生长势强旺的树适于环剥。环剥的操作过程中,要求剥口对齐,不错位,宽窄一致,且切口不能毛边,以利伤口愈合。切口形成层要剥除干净,以免形成过多的愈伤组织填满伤口而延迟发根;同时,环剥不能过深,不伤及木质部。在桂花的高空压条试验中,当环剥宽度为枝条直径的1/3时,由于伤口小,愈伤组织形成后伤口较早愈合,生根率降低;当环剥宽度为枝条直径的2/3~3/3时,生根率显著提高<sup>[5]</sup>。在北美冬青结果枝分杈或果实着生下方5 cm~10 cm的光滑处用环剥刀按一定的环剥宽度进行环剥试验,发现环剥宽度以0.5 cm~1 cm为宜,环剥宽度过小,愈伤组织生成量大,导致上下切口粘

连,生根率低甚至不能生根;环剥宽度超过 1.5 cm,影响压条成活率<sup>[8]</sup>。环剥切口宽度对金花茶高压繁殖生根成活率有一定影响,环剥宽度以 1.6 cm ~ 2 cm 为宜,生根率高达 100%;当环剥宽度为 0.5 cm ~ 1 cm 时,切口上下愈伤组织形成并很快连接,促进压枝输导组织畅通,影响压条生根,导致生根成活率降低;当切口宽度大于 2 cm 时,生根率降低<sup>[14]</sup>。从针对单个枝条的压条技术还衍生出多枝压条技术,在油橄榄的繁殖过程中,在树冠上枝条密集处选取直径为 0.2 cm 以上的小枝,在其基部用小刀环剥宽约 1 cm 的树皮,然后用细线绳将已环剥的小枝 2 ~ 6 个结成 1 束,使各枝的剥口在一个高度上,进行多个枝条的压条操作,可在短期内获得大苗<sup>[15]</sup>。

#### 1.4.2 环割

环割是在枝条上进行环状割皮 1 ~ 3 周,深达木质部,并截断韧皮部的筛管通道,使营养物质和生长素积累在切口上部。环割的作用与环剥相似,但由于愈合较快,作用时间短,主要用于幼树和旺树上长势较旺的辅养枝和徒长旺枝等。环割压条法可用来繁殖荔枝、柑桔、玉兰、月季、等苗木,具体做法是在生长季初期,选择中壮龄树的 2 ~ 3 年生枝条进行环割,然后用塑料薄膜、瓦罐或竹筒盛肥沃土壤包扎在环状剥皮部位<sup>[16]</sup>。利用环割技术能使茶树茎段完成不定根诱导,并在环割口上端增粗的茎段上发出不定根,其所发根数及根的粗度均优于传统短穗扦插,并且环割口愈伤组织形成小、茎粗增大显著的茎段容易生成不定根<sup>[17]</sup>。进一步研究表明,选择生长健壮、茎粗为 0.25 cm ~ 0.28 cm 的当年生茶树枝条,在黄绿色或青绿色茎段处进行环割,外用 100 mg · L<sup>-1</sup> 的 ABT 1 号生根粉处理,能有效缩短压条周期<sup>[18]</sup>。在羊蹄躄的压条繁殖实验中,选取 2 a ~ 3 a 生枝条环割其周长的 2/3,环割口宽度为 0.3 cm ~ 0.5 cm,该处理生根率、成活率最高<sup>[19]</sup>。

#### 1.5 激素处理

外源激素的使用可以显著地提高生根率、增加生根数和根长、提高生根成活率,并且可以增加生根的速度、缩短高空压条繁殖的育苗周期<sup>[2]</sup>。但是不同植物对外源激素的敏感度不同。因此,具体应用时通常需提前做验证试验确定适宜的外源激素种类和浓度。常见的外源激素有 IBA、IAA、NAA 等。在酸橙的空压试验中,采用 2 000 mg · kg<sup>-1</sup> 的 IBA 处理生根效果最好<sup>[20]</sup>。IBA 应用于荔枝高空压条中的最佳浓度为 50 mg · kg<sup>-1</sup>,该浓度处理压条的生

根速度、生根数、根长、根粗度最佳<sup>[21]</sup>。以无花果为试材,选择 2 年生健壮枝条进行高空压条,IBA 和 NAA 不同质量浓度(500 mg · L<sup>-1</sup>、600 mg · L<sup>-1</sup>、800 mg · L<sup>-1</sup>)都能促进无花果枝条生根,但以质量浓度为 600 mg · L<sup>-1</sup> 的 NAA 处理效果最好<sup>[22]</sup>。有研究认为多种生长调节剂混合使用能够弥补单一生长调节剂的不足。在北美冬青结果枝的压条试验中,采用 NAA 和 IBA 的混合生长调节剂,浓度分别为原液(500 mg · L<sup>-1</sup> NAA + 200 mg · L<sup>-1</sup> IBA)、75% 原液、50% 原液、25% 原液进行实验,发现当浓度为 50% 原液和 25% 原液时,环剥处愈伤化较小,根系发达且生长良好<sup>[8]</sup>。

#### 1.6 压条容器选择

高空压条的常见方法是采用塑料薄膜、瓦筒或竹筒进行伤口包扎和基质填充,待生根后切离母株<sup>[2]</sup>。这些传统的做法费时费力,工作效率低。为了方便进行压条工作,产生了多种简易快速的压条装置。靠箕是一种高空压条的工具,可用废弃的塑料桶、铁桶、木桶等制作,箕的中间有一个供插入高压树枝的洞,往靠箕里填满基质再捆绑固定则形成了一个简易的压条容器<sup>[24]</sup>。一种用于高空压条的培养袋,包括基质填充左部和基质填充右部,闭合时能够组成一个空心圆柱体夹持固定位,基质填充左部和右部通过卡槽和卡位进行连接<sup>[25]</sup>。一种盆栽苗木生产专用的高空压条装置包括类花盆主体、盖子、类花盆底部(有孔)及 L 型开口,适用于扦插生根困难的苗木<sup>[26]</sup>。

## 2 压条离体移栽管理

国内外对高空压条繁殖的研究多停留在压条的生根上,对生根后期管护及炼苗移栽的具体研究很少,但炼苗期的管护措施对压条移栽成活率有很大影响。压条剪离母树应进行整形和修剪,以防止水分过度蒸发引起苗木死亡,一般剪去 1/3 ~ 1/2 的叶子,仅留 5 ~ 6 片叶子,剪掉根系下部老枝。同时,由于新生的根系易脆断,在种植的过程中尽量不要弄碎包裹根系的基质泥团<sup>[11]</sup>。刚脱离母株的压条苗根系不发达,不能维持水分平衡,入盆进圃时要浇透水,以后根据盆土的干湿及时浇水,确保幼苗水分需要。管护过程注意淋水保湿,隔 10 d 浇水 1 次,浇水后树苗基部可用草或者塑料薄膜覆盖,除去过多的萌芽<sup>[2]</sup>。选择透风、干净的地块炼苗,搭阴棚或

用遮阴网保护,以保证苗木成活。进行1~2个月的炼苗,期间一般不施肥。压条苗成活并长出大量叶片时,抹去低位芽,培养主干枝。出圃时期依据具体的生长情况而定,但需经过再次的叶片修剪,保留1/2的叶片移栽大田。有研究利用废旧饮料桶制作做成简易炼苗器,相较于传统营养钵、育苗盘炼苗技术,枝条炼苗成活率明显提高,达90%。并且炼苗后移栽大田,使用炼苗器的枝条移栽成活率100%,而使用营养钵、育苗盘的枝条移栽成活率进一步降低,分别为73%、58%<sup>[27]</sup>。

### 3 讨论

#### 3.1 加强高空压条材料选择研究

材料选择是高空压条的基础。不同种的植物高空压条生根难易程度一般不同,甚至同一树种的不同品种,同一品种的不同个体之间都可能存在差异。在利用高空压条法培育多个树种大苗的对比试验中,采用相同的环割、包扎和后期管护处理,6个树种生根率各不相同,分别为罗汉松86%、柏木65%、榕树100%、白兰花83%、羊蹄甲81%、桂花80%<sup>[28]</sup>。推测造成生根率差异的原因是不同树种独有的生根特性,比如核桃、银杏属于难生根树种,而葡萄、无花果则很容易生根成活。同一树种,健壮母株枝条木质化程度适中,细胞内源物质含量适宜,生根力最强,树龄过大或过小的母株或枝条生根能力较差。

压条生根过程还伴随着伤口愈伤组织的形成及伤口上端茎段增粗的变化,3种主要生理变化相互联系,相互影响。一是愈伤组织的生长和不定根的生成争夺母体营养供应;同时,老化的愈伤组织中细胞分裂素含量高,生长素含量低,而不定根生长需要生长素含量高,细胞分裂素含量低。因此,愈伤组织不利于发根,对不定根的产生存在较强的抑制作用。二是茎粗增大明显的伤口容易生成不定根。三是愈伤组织的过度生长对伤口上端茎的增粗有抑制作用,愈伤组织生长量大的枝条茎粗增加幅度小<sup>[18]</sup>。因此,压条伤口愈伤组织形成量少,茎粗增大明显的枝条容易发生不定根。

#### 3.2 加强炼苗移栽的过程管理

在炼苗的过程中,考虑到压条根系幼嫩,防止压条切口感染等因素,一般用疏松透气、经过消毒处理的材料作为炼苗基质。同时及时清除病叶、老叶、死

苗等易滋生病原的材料,为进一步提高炼苗成活率,有条件的地方可以选用智能温室等炼苗场所,为苗木生长发育创造一个良好的环境<sup>[29]</sup>。在移栽过程中,取苗时根系损伤程度、根系带母土量和大田土壤情况对移栽成活率影响很大。如果枝条伤根较多,带土量少且根系不能很好适应大田土壤,容易发生大量死苗。因此应尽可能降低压条苗根系损伤程度,同时减少移栽前后的环境差异。移栽大田后,压条苗枝细且脆,在进行除草、浇水等田间管理措施时,应当精细管理,防治折断幼嫩苗木,可以采用垄上覆膜打孔栽植法,以降低田间损苗情况。

#### 3.3 加强压条技术标准化和操作简化研究

高空压条的实质是改枝为苗,能够保持母株品种特性,又可在短期内获得大苗,提早开花结果,还可与母株的修剪工作结合进行。但是由于树种、生长情况、季节等因素变化,压条技术较难掌握,难以形成固定的技术标准,且操作费时费工。究其关键原因还是对空中压条技术的理论、技术创新不足。现阶段高空压条繁殖技术的研究成果中,压条时期、材料、基质、压条方法、激素处理等多种因素对压条生根影响的研究很多,但是对于如何提高高空压条技术的普适性,形成较固定的技术标准,简化操作步骤研究较少,对炼苗移栽过程的研究也存在不足。高空压条在繁育珍稀树种和培育大苗方面具有较大的应用潜力,但相关技术研究进展缓慢,应加强对影响压条生根机理、影响炼苗移栽成活率的内外界因素等研究,尽可能地提高炼苗成活率和移栽成活率,进一步简化高空压条的操作。

#### 参考文献:

- [1] 王永格,任春生,王茂良,等. 木本植物繁殖技术研究进展[J]. 北京园林,2016(2):40~44.
- [2] 陈佳琳,陈翠湖,张帅. 高空压条繁殖技术研究进展[J]. 中国园艺文摘,2014(8):22~24.
- [3] 农国英. 荔枝高空压条技术[J]. 农家之友,1999(2):12.
- [4] 王凤荣,李殿勋. 葡萄高空压条技术[J]. 吉林农业,2004(7):20.
- [5] 胡金鑫,刘仲林. 桂花高空压条育苗试验初报[J]. 陕西林业科技,1997(4):9~10.
- [6] 乔宗阔. 广玉兰的高压繁殖[J]. 花木盆景,1998(3):12.
- [7] 张帅,李荣生,尹光天,等. 蛇皮果高空压条繁殖技术的优化[J]. 林业工程学报,2014,28(2):115~119.
- [8] 张俊林,樊靖,姜兰芸,等. 北美冬青结果枝高空压条技术研究[J]. 林业实用技术,2016(6):63~66.
- [9] 覃振师,何达标,赵大宣,等. 澳洲坚果压条繁殖研究初探[J].

- 中国南方果树,2007,36(4):34~35.
- [10] 向红贵. 玉兰家族的高压繁殖[J]. 中国花卉盆景,2004(5):12~13.
- [11] 覃振师,何达标,赵大宣,等. 澳洲坚果高空压条育苗技术[J]. 农业研究与应用,2006(3):11~12.
- [12] Julius Y, Ben B, Peter B. Rooting Response of Air-Layered Shea (*Vitellaria paradoxa*) Trees to Media and Hormonal Application under Two Different Climatic Conditions. American Journal of Plant Sciences, 2014, 5, 1212~1219.
- [13] 林云甲,张晓如. 含笑高压繁殖有讲究[J]. 中国花卉盆景,2000(5):16.
- [14] 蒋运生,韦霄,漆小雪,等. 金花茶高空压条繁殖技术[J]. 福建林业科技,2010,37(1):68~71.
- [15] 陕西省林业科学研究所南五台试验站. 油橄榄多枝高空压条育苗[J]. 林业实用技术,1972(12):8.
- [16] 张鸿信. 环割在生产中的应用. 云南林业,1990(3):22~22.
- [17] 李丰,张丽霞,王乃栋. 茶树枝梢空中压条后不定根发育过程的初步研究[J]. 茶叶科学,2011,31(5):379~385.
- [18] 李丰,张丽霞. 茶树空中压条不定根原基发育影响因子研究. 山东农业科学,2011(9):41~44.
- [19] 杨春江,孙绍芳. 羊蹄躄压条、扦插育苗技术初探[J]. 林业调查规划,2006,31(a02):82~85.
- [20] Kashyap A, Lekhi R, Raghuvanshi S. Integrated effect of different rooting media and IBA concentration on rooting behavior of air layers in acid lime [J]. Quarterly Research Journal of Plant & Animal Sciences [J]. 2016, 2, 131~133.
- [21] 陈萍,阚丽艳,蓝亿亿,等. 吡啶丁酸在荔枝高空压条上的应用研究[J]. 北方园艺,2008(3):14~15.
- [22] 杨学儒,曹晶晶,马婧. 植物生长调节剂对无花果高空压条繁殖的影响[J]. 农业科学研究,2011,32(4):92~93.
- [23] 陈萍,蓝亿亿,阚丽艳,等. ABT2号生根粉在荔枝高空压条上的应用研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(12):4937~4938.
- [24] 王士国. 靠兜的运用[J]. 中国花卉盆景,2000(6):23.
- [25] 卢艳春,周婧,韦优,等. 一种用于高空压条的培养袋:中国, CN204426151U[P]. 2015-07~01.
- [26] 蔡林林,高云霓,赵普天,等. 一种盆栽苗木生产专用的高空压条装置: CN205946721U[P]. 2017-02~15.
- [27] 杜俊杰,李捷. 欧李嫩枝扦插与炼苗方式的研究[J]. 山西农业科学,1998(3):62~66.
- [28] 吴建福. 高空压条法培育大苗试验简报[J]. 南方林业科学,2005(3):19~19.
- [29] 陈彦云,曹君迈. 北方智能温室丽格海棠扦插炼苗技术[J]. 北方园艺,2006(2):59~59.

(上接第39页)

#### 参考文献:

- [1] 邱治军,周光益,陈升华. 海南特有珍贵红木树种—降香黄檀[J]. 林业实用技术,2004.(6):41~42.
- [2] 倪臻,王凌晖,吴国欣,等. 降香黄檀引种栽培技术研究概述[J]. 福建林业科技,2008,35(2):265~268.
- [3] 黄泉生. 降香黄檀引种试验初报[J]. 热带林业,2006,34(3):36,33.
- [4] 吴永彬,翟翠花,庄雪影等. 广东省肇庆市降香黄檀早期造林效果初报[J]. 广东林业科技,2010,26(6):36~40.
- [5] 巫佳黎,徐肇友,吴小华等. 木荷容器苗与裸根苗不同季节造林对比试验[J]. 浙江林业科技,2013,33(4):86~89.
- [6] 余萍,石忠选,余治家等. 宁夏中南部山区樟子松造林季节选择初探[J]. 宁夏农林科技,2014,(12):25~26.
- [7] 刘华东. 不同造林季节及根系处理技术对无患子山地造林效果的影响研究[J]. 安徽农学通报,2014,(16):88~91.
- [8] 张纪卯. 油杉不同苗木造林试验[J]. 福建林学院学报,1999,19(1):73~76.
- [9] 叶水西. 闽南丘陵山地降香黄檀不同海拔造林初步效果研究[J]. 海峡科学,2008,(12):95~96.
- [10] 苏建华. 仙游县降香黄檀栽培适应性调查分析[J]. 林业调查规划,2011,36(3):11~14,20.