

ABT1 对 5 种荚蒾属植物嫩枝扦插生根的影响

章晓琴¹, 聂超仁¹, 付明俊¹, 孟莹¹, 黄升², 徐慧^{1*}

(1. 武汉市园林科学研究院, 湖北武汉 430081; 2. 恩施冬升植物开发有限责任公司, 湖北恩施 445000)

摘要 以鸡树条、台东荚蒾、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树当年生半木质化枝条作为试验材料, 研究 ABT1 不同浓度和不同处理时间对其嫩枝扦插生根效果的影响。结果显示, 鸡树条、台东荚蒾、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树 5 种植物生根能力有所差异, 且不同树种的最适生长调节剂处理浓度和时间不同。其中, ABT1 高浓度速蘸或低浓度浸泡均可有效促进鸡树条和日本珊瑚树生根, 生根率高达 90% 以上。台东荚蒾插穗生根最适处理为 ABT1 1 000 mg/L 速蘸 30 s 或 100 mg/L 浸泡 2.0 h, 生根率分别为 95.96%、98.04%, 不定根数量分别为 25.27、21.47 条, 最长不定根长分别为 7.51、8.37 cm。金佛山荚蒾插穗生根最适处理为 1 000 mg/L 速蘸 30 s, 生根率达 83.95%, 不定根数量为 26.13 条, 最长不定根长为 8.19 cm。蝴蝶戏珠花插穗 ABT1 100 mg/L 浸泡 0.5 h 处理下, 整体生根效果最佳, 生根率为 31.86%, 不定根数量为 27.67 条, 最长不定根长为 7.38 cm。由隶属函数综合评价结果可知, 日本珊瑚树的平均隶属函数值最大(0.74), 生根效果最好, 其次依次是台东荚蒾(0.70)、金佛山荚蒾(0.42)和鸡树条(0.38), 蝴蝶戏珠花均值最小(0.33), 生根效果最差。

关键词 荚蒾属; 嫩枝扦插; ABT1; 生根效果

中图分类号 S 723.1⁺32 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2023)03-0132-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2023.03.029



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of ABT1 on Rooting of Softwood Cuttings of Five *Viburnum* Species

ZHANG Xiao-qin, NIE Chao-ren, FU Ming-jun et al (Wuhan Institute of Landscape Architecture, Wuhan, Hubei 430081)

Abstract The effects of different concentrations and different treatment time of ABT1 on the rooting of semi-lignified branches of *V. opulus* subsp. *calvescens*, *V. taitoense*, *V. plicatum* f. *tomentosum*, *V. chinshanense* and *V. odoratissimum* var. *awabuki* were studied. The results showed that there were differences in rooting capacity among the five plants, and the optimal growth regulator concentration and time were different among the species. ABT1 high-concentration rapid dipping for 30 s or low-concentration soaking can effectively promote the rooting of *V. opulus* subsp. *calvescens* and *V. odoratissimum* var. *awabuki*, and the rooting rate was as high as 90%. The optimum rooting treatment for *V. taitoense* cuttings was ABT1 1 000 mg/L dipping for 30 s or 100 mg/L soaking for 2.0 h. The rooting rates were 95.96% and 98.04%, the number of adventitious roots was 25.27 and 21.47, and the longest adventitious root lengths were 7.51 cm and 8.37 cm, respectively. The optimal rooting treatment for *V. chinshanense* cuttings was 1 000 mg/L rapid dipping for 30 s, while the rooting rate was 83.95%, the number of adventitious roots was 26.13, and the longest adventitious root length was 8.19 cm. The comprehensive rooting effect of *V. odoratissimum* var. *awabuki* was the best under the treatment of ABT1 100 mg/L soaking for 0.5 h, with the rooting rate of 31.86%, the adventitious roots number of 27.67, and the longest adventitious root length of 7.38 cm. The rooting ability of *V. opulus* subsp. *calvescens*, *V. taitoense*, *V. plicatum* f. *tomentosum*, *V. chinshanense* and *V. odoratissimum* var. *awabuki* was evaluated by membership function method. The results showed that the average membership function value of *V. odoratissimum* var. *awabuki* was the highest (0.74), and the rooting effect was the best, followed by *V. taitoense* (0.70), *V. chinshanense* (0.42), and *V. opulus* subsp. *calvescens* (0.38), the mean value of *V. plicatum* f. *tomentosum* (0.33) was the lowest, and the rooting effect was the worst.

Key words *Viburnum*; Softwood cutting; ABT1; Rooting effect

鸡树条(*Viburnum opulus* subsp. *calvescens*)、台东荚蒾(*Viburnum taitoense*)、蝴蝶戏珠花(*Viburnum plicatum* f. *tomentosum*)、金佛山荚蒾(*Viburnum chinshanense*)和日本珊瑚树(*Viburnum odoratissimum* var. *awabuki*)隶属五福花科(Adoxaceae)荚蒾属(*Viburnum*), 可观花、观叶或观果, 多为灌木或小乔, 在我国多地均有自然分布, 具有较高的观赏价值和开发利用潜力^[1-2]。其中, 鸡树条在我国北方园林中广泛应用, 是集观花、观叶、观果于一身的灌木, 观赏性极强, 且具有很高的药用价值^[3-5]。蝴蝶戏珠花是美国庭院和公园绿地中应用广泛的观花灌木, 国内公园或庭院则仅有零星应用。日本珊瑚树作为绿篱、绿墙材料在全国乃至世界各地均有广泛应用。金佛山荚蒾是喀斯特石漠化地区植被恢复的优良乡土树种, 其小花洁白而繁茂, 果实鲜红, 兼具观赏、食用和药用

价值^[6-7]。台东荚蒾花粉红或淡红色, 花量大、花期早, 是荚蒾属中少有的彩色观花种类, 其叶片表面有光泽, 观赏价值高^[8], 枝叶中含有具抗炎活性的化合物^[9]。相比于前 3 种植物, 金佛山荚蒾和台东荚蒾目前尚处于野生状态, 有待开发利用。

荚蒾属植物播种育苗存在种子休眠期长、发芽率低、出苗不齐及容易变异等问题^[10], 相比之下, 扦插繁殖效率高, 能保持母本的优良性状, 是荚蒾属植物繁育的主要手段之一。影响荚蒾属植物扦插生根的因素较多, 如树种、基质配方、生长调节剂的不同处理等。研究表明, 蝴蝶戏珠花在采用椰糠基质 IAA 50 mg/L+NAA 50 mg/L 处理 12 h 时生根率最高, 达 83.33%; 鸡树条荚蒾在采用泥炭土+珍珠岩(1:1)基质, NAA 100 mg/L 处理 12 h 或 IAA 50+NAA 50 mg/L 处理 12 h 时生根率均高达 86.67%^[11]。日本珊瑚树在选用黄泥土+河沙+泥炭(2:1:1)混合基质 IAA 350 mg/L+NAA 350 mg/L 处理 20 s 生根率高达 98%^[12]。目前有关台东荚蒾和金佛山荚蒾扦插繁育的研究尚鲜见报道。ABT1 号生根粉是一种广谱、高效的外源植物生长调节剂, 能有效地增强根

基金项目 武汉市园林和林业局项目“荚蒾属观赏植物的开发应用研究”(WHGF2020A03)。

作者简介 章晓琴(1989—), 女, 湖北松滋人, 工程师, 硕士, 从事园林植物栽培与生理研究。*通信作者, 高级工程师, 从事园艺栽培、野生植物种质资源收集及新品种培育研究。

收稿日期 2022-01-07

系活力,促进根系发育,从而提高插穗生根率和成活率,现已广泛应用于各类花卉及林木的扦插繁育^[13-15]。有研究表明,在同一浓度下,对白刺插穗而言,ABT1 号生根粉处理比 IAA 处理生根效果更优^[13];在金桂的扦插繁育中,ABT1 号生根粉相比于 NAA 和 IBA,也能起到促进效果^[16];荚蒾属植物中,吕宋荚蒾的成活率在 50 mg/L ABT1 处理 3 h 时最高,达 95.56%;而球核荚蒾扦插的最佳处理方案为 100 mg/L ABT1 处理 3 h,成活率为 81.11%;具毛常绿荚蒾和茶荚蒾则在 100 mg/L ABT1 处理 6 h 成活率最高,分别为 82.22% 和 60.00%,同属内不同树种最适的 ABT1 号生根粉浓度及处理时长存在较大差异^[17]。笔者以鸡树条、台东荚蒾、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树的 1 年生半木质化枝条为材料,研究 ABT1 不同浓度不同处理时长下嫩枝扦插生根的影响,以期为此 5 种荚蒾属植物的无性繁殖提供参考。

1 材料与与方法

1.1 试验材料 供试材料取自武汉市园林科学研究所内 3~5 年生鸡树条、台东荚蒾、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树,采集树体外围健壮、无病虫害且有 2~3 个侧芽的当年生半木质化枝条作为试验材料。试验用 ABT1 号生根粉为上海艾比蒂生物科技有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计。2021 年 5 月分别剪取鸡树条、台东荚蒾、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树当年生半木质化枝条,修剪成长 8~10 cm 的插穗,保留 1/3 左右的叶片,插穗剪口下斜上平。将修剪好的插穗用不同浓度 ABT1 进行 3 种处理,其中,处理①为 1 000 mg/L 速蘸 30 s,处理②为 100 mg/L 浸泡 0.5 h,处理③为 100 mg/L 浸泡 2.0 h。处理时插穗基部 1.5~2.0 cm 浸泡,每种植物每个处理 20 个插穗,3 个生物学重复。

1.2.2 扦插方法及扦插管理。扦插基质选用 V(蛭石):V(河沙):V(珍珠岩)=6:3:1,用 50 孔高脚林木扦插育苗盘进行扦插,将基质按照比例充分混合后采用多菌灵 1 000 倍液消毒,随后分装到育苗盘中,厚度约 10 cm,浇透水备用。将事先修剪好的插穗按照试验设计处理好后插入基质中,插入

深度 4 cm 左右。

扦插完成后浇透水,并将插穗四周的基质压实,置于温室内的移动式苗床上。温室顶部设有天窗和遮阳网(遮阴率为 70%),内设湿帘和风扇,夏季平均温度可控制在 25~31 ℃。试验期间视基质湿度情况对扦插苗进行喷雾,控制空气相对湿度在 90% 左右,并及时清理干枯落叶及霉变插穗。扦插 15 d 后,每隔 10 d 取样 1 次(每处理随机选取插穗 3 个),查看各处理的插穗生根情况,记录最早产生愈伤及不定根的时间。80 d 后结合苗木移栽,采用全面调查法统计扦插生根率,另外每重复随机选取 10 个插穗,统计总根数和最长不定根长。

1.3 数据统计及处理 不定根数(最长不定根长)=每个重复的不定根数(最长不定根长)之和/每个重复的生根插穗数^[18]。

采用 Microsoft Excel 2007 进行数据整理及图表绘制,采用 SPSS statistics 22.0 软件进行单因素 Duncan 方差分析和多重比较。生根能力评价采用隶属函数法,具体公式:隶属函数值 $= (X - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})$,式中, X 为某处理的某指标测定值, X_{\max} 、 X_{\min} 分别为所有处理该指标测定值的最大值和最小值。取各处理不同测定指标平均值的隶属函数值作为评价标准,隶属函数值越大,代表该处理下生根效果越好。

2 结果与分析

2.1 ABT1 不同处理对 5 种荚蒾属植物嫩枝扦插生根的影响

2.1.1 对嫩枝扦插生根率的影响。由表 1 可知,5 种荚蒾属植物在 3 种试验处理下,生根率均无显著性差异。这表明 ABT1 高浓度速蘸或低浓度浸泡对 5 种荚蒾属植物扦插生根率影响差异不大,同时,低浓度处理下将浸泡时间从 0.5 h 延长至 2.0 h(处理②、处理①)生根率并无显著变化。3 种处理下,鸡树条、台东荚蒾和日本珊瑚树平均生根率均达 90% 以上,台东荚蒾在 100 mg/L 浸泡 2.0 h(处理③)生根率能达到 98.04%,是这 5 种植物 3 个处理的最大值,金佛山荚蒾生根率中等,为 57.97%~83.95%,蝴蝶戏珠花生根率最低,仅 27.82%~39.83%。

表 1 ABT1 不同处理对 5 种荚蒾属植物嫩枝扦插生根率的影响

Table 1 Effects of different treatments of ABT1 on rooting rate of softwood cuttings of five *Viburnum* species

单位:%

处理 Treatment	鸡树条 <i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>calvescens</i>	台东荚蒾 <i>Viburnum taitoense</i>	蝴蝶戏珠花 <i>Viburnum plicatum</i> f. <i>tomentosum</i>	金佛山荚蒾 <i>Viburnum</i> <i>chinshanense</i>	日本珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>
①	93.87±2.95 a	95.96±1.65 a	27.82±3.95 a	83.95±7.02 a	94.66±2.19 a
②	96.08±3.20 a	94.00±2.77 a	31.86±3.94 a	73.77±6.20 a	97.44±2.09 a
③	90.07±3.15 a	98.04±1.60 a	39.83±3.77 a	57.97±8.35 a	94.44±2.27 a

注:同列相同小写字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

Note: Same lowercase letters in the same column indicate no significant difference among treatments ($P>0.05$).

2.1.2 对不定根数量的影响。由表 2 可知,ABT1 不同处理下,鸡树条和日本珊瑚树不定根数量无显著性差异;台东荚蒾在处理①的不定根数量显著多于处理②,但与处理③无显著性差异;金佛山荚蒾也是处理①的不定根数量显著多于处理③和处理②;蝴蝶戏珠花处理②和处理③的不定根数量显

著多于处理①。

2.1.3 对最长不定根长的影响。由表 3 可知,ABT1 不同处理下,鸡树条、台东荚蒾和日本珊瑚树的最长不定根长间无显著性差异;蝴蝶戏珠花处理①的最长不定根长最长,与处理②无显著性差异,与处理③存在显著差异。金佛山荚蒾插

插的最长不定根长处理①最长,与处理③无显著性差异,与处理②差异显著。

表 2 ABT1 不同处理对 5 种荚蒾属植物嫩枝扦插不定根数量的影响

Table 2 Effects of different treatments of ABT1 on adventitious roots number of softwood cuttings of five *Viburnum* species 单位:条

处理 Treatment	鸡树条 <i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>calvescens</i>	台东荚蒾 <i>Viburnum taitoense</i>	蝴蝶戏珠花 <i>Viburnum plicatum</i> f. <i>tomentosum</i>	金佛山荚蒾 <i>Viburnum chinshanense</i>	日本珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>
①	17.93±0.93 a	25.27±1.27 a	19.00±1.41 b	26.13±0.48 a	19.67±2.39 a
②	18.47±0.38 a	17.53±1.16 b	27.67±1.50 a	18.07±2.37 b	16.73±1.43 a
③	15.33±0.76 a	21.47±0.95 ab	26.67±1.91 a	14.40±1.64 b	20.33±0.77 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$);同列相同小写字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments ($P<0.05$); same lowercase letters in the same column indicate no significant difference among treatments ($P>0.05$).

表 3 ABT1 不同处理对 5 种荚蒾属植物嫩枝扦插最长不定根长的影响

Table 3 Effects of different treatments of ABT1 on the longest adventitious root length of softwood cuttings of five *Viburnum* species

单位:cm

处理 Treatment	鸡树条 <i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>calvescens</i>	台东荚蒾 <i>Viburnum taitoense</i>	蝴蝶戏珠花 <i>Viburnum plicatum</i> f. <i>tomentosum</i>	金佛山荚蒾 <i>Viburnum chinshanense</i>	日本珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>
①	7.23±0.32 a	7.51±0.32 a	8.77±0.60 a	8.19±0.08 a	9.31±0.14 a
②	6.63±0.23 a	8.53±0.28 a	7.38±0.25 ab	7.21±0.16 b	8.72±0.23 a
③	8.75±0.67 a	8.37±0.16 a	5.50±0.79 b	8.03±0.20 a	8.93±0.08 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$);同列相同小写字母表示处理间差异不显著($P>0.05$)。

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference among treatments ($P<0.05$); same lowercase letters in the same column indicate no significant difference among treatments ($P>0.05$).

2.2 5 种荚蒾属植物生根能力评价 对各处理各生根指标求平均值,采用隶属函数法计算各指标均值的隶属函数值,并进行累加和排序,均值越大,表明生根效果越好。由表 4

可知,日本珊瑚树的隶属函数均值最大,为 0.74,生根效果最好;其次为台东荚蒾,为 0.70;蝴蝶戏珠花的隶属函数均值最低,仅 0.33,生根效果最差。

表 4 5 种荚蒾属植物生根指标隶属函数值及生根能力比较

Table 4 Comparison of membership function values and rooting ability of five *Viburnum* species

树种 Tree species	生根率 Rooting rate	不定根数 Number of adventitious root	最长不定根长 Length of the longest adventitious root	隶属函数均值 Mean value of membership function	排序 Sort
鸡树条 <i>Viburnum opulus</i> subsp. <i>calvescens</i>	0.96	0	0.18	0.38	4
台东荚蒾 <i>Viburnum taitoense</i>	1.00	0.58	0.52	0.70	2
蝴蝶戏珠花 <i>Viburnum plicatum</i> f. <i>tomentosum</i>	0	1.00	0	0.33	5
金佛山荚蒾 <i>Viburnum chinshanense</i>	0.62	0.32	0.33	0.42	3
日本珊瑚树 <i>Viburnum odoratissimum</i> var. <i>awabuki</i>	0.99	0.23	1.00	0.74	1

2.3 ABT1 不同处理对 5 种荚蒾属植物最早生根时间的影响 经观察记录,日本珊瑚树和台东荚蒾在 3 个处理下,均为 15 d 生根。蝴蝶戏珠花和鸡树条在处理①条件下 25 d 生根,处理②和处理① 15 d 生根。金佛山荚蒾在处理①条件下,35 d 生根,处理② 25 d 生根,处理③ 15 d 生根。

3 结论与讨论

(1) 扦插生根过程中,根系形成与植物的遗传特性、插穗营养状况、生长调节剂及环境条件等因素有着密切联系^[19-20]。东北红豆杉的温室扦插试验表明,1 年生枝条相比于 2、3 年生或 4、5 年生枝条更适于插穗,生根率可达 90% 以上。该试验结果表明,鸡树条、蝴蝶戏珠花、金佛山荚蒾和日本珊瑚树 5 种植物生根能力有所差异,这可能是由于各树种遗传特性、插条的生理状况以及对生根环境的需求有所区别。如鸡树条生根率较高,达 90% 以上,但是根系发育指标不好,这可能是由于该树种对扦插生根环境要求较高,武汉地区高温高湿环境不利于其根系生长。台东荚蒾、鸡树条和

日本珊瑚树生根率均达到 80% 以上,尤其是台东荚蒾,最高生根率可达 98.04%。蝴蝶戏珠花生根率最低,仅 27.82%~39.83%。在王勇^[11]选用多年生蝴蝶戏珠花 1 年生硬枝为插穗的研究中,其生根率可达 83.33%,该研究中生根率低可能与母株年龄小,且插穗选用 1 年生嫩枝,营养不够充足,不利于根系发育有关,蝴蝶戏珠花最适插穗材料的选择尚有待后续研究。

(2) 适当种类及浓度的激素可有效促进植物插穗的内部代谢,如加快呼吸作用,增强吸水性,促进营养物质分解转化等,通过影响内源激素的平衡来促进不定根的形成^[16,20]。对于不同树种而言,即使是在同一外源激素处理下,只有找到最适浓度及处理时间才能对植物生根起到促进作用。该试验结果表明,鸡树条和日本珊瑚树在 3 个处理下 3 个指标均无显著性差异,生根率均达 90% 以上,说明高浓度速蘸或低浓度浸泡均为促进其生根的较优处理。综合来看,对台东荚蒾而言,ABT1 1 000 mg/L 速蘸或 100 mg/L 浸泡 2.0 h 处理

生根效果差异不大。丰美静等^[21]研究表明,稍长时间低浓度 ABT1 浸泡或者稍短时间较高浓度 ABT1 浸泡,均有利于东北红豆杉插穗生根,与该研究结果一致;金佛山荚蒾插穗生根最适处理为 ABT1 1 000 mg/L 速蘸,该处理下生根虽晚,但 80 d 时整体生根效果最理想,生根率达 83.95%,不定根数量为 26.13 条,最长不定根长为 8.19 cm。3 个处理中,蝴蝶戏珠花在 ABT1 100 mg/L 浸泡 0.5 h 处理下整体生根效果最佳,生根率为 31.86%,平均不定根数量为 27.67 条,最长不定根长为 7.38 cm。

参考文献

- [1] 吕文君,刘宏涛,袁玲,等. 荚蒾属植物在武汉地区的引种调查及观赏性状评价[J]. 中国园林,2018,34(8):86-91.
- [2] 田丽媛,施晓梦,王雪芬,等. 荚蒾属植物在杭州地区的观赏性评价及园林应用[J]. 黑龙江农业科学,2021(10):84-88.
- [3] 毕显禹,李淑娟. 鸡树条荚蒾组培再生体系的建立[J]. 湖南农业科学,2018(4):1-4,12.
- [4] 郭爱,谢有勋,田晓萍,等. 天目琼花全光照喷雾嫩枝扦插繁育技术[J]. 林业科技通讯,2022(12):76-78.
- [5] 庞晓飞,朱焰,司艳红,等. 天目琼花果实醇提取物对高脂饮食诱导 ApoE^{-/-}小鼠动脉粥样硬化的抑制作用[J]. 中药材,2018,41(11):2676-2680.
- [6] 杨春玉,吴晓丽,袁茂琴,等. 不同温度对金佛山荚蒾种子萌发的影响[J]. 种子,2013,32(10):43-45.
- [7] ZHANG H F,LIU Y Q,ZHANG H W,et al. New tetrahydrofuran type lignan from *Viburnum chinshanense* [J]. Natural product communications,

2018,13(7):859-860.

- [8] 吕文君,刘宏涛,夏伯顺,等. 荚蒾属植物资源及其园林应用[J]. 世界林业研究,2019,32(3):36-41.
- [9] 吴云秋,黄云峰,罗迪,等. 合东荚蒾中一个新的齐墩果烷型三萜[J]. 药学报,2019,54(7):1260-1264.
- [10] 冯小璐,陈俊强,游捷,等. 荚蒾属植物研究进展[J]. 山东林业科技,2021,51(1):76-80.
- [11] 王勇. 五种荚蒾属植物的扦插繁育与生态适应性研究[D]. 长沙:中南林业科技大学,2016.
- [12] 李永忠. 法国冬青 (*Viburnum odoratissimum*) 扦插繁殖技术探讨[J]. 中国科技信息,2015(9):99-100.
- [13] 刘小燕,张亚雄,胡兴峰. 不同处理对白刺扦插生根的影响[J/OL]. 分子植物育种,2021-11-19[2021-12-24]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/46.1068.s.20211117.1418.012.html>.
- [14] 姜玉东,熊佑清,张军民. 不同生根粉浓度对 5 种木本植物插穗萌发和生根的影响[J]. 中国农学通报,2021,37(14):52-58.
- [15] 王晓香,邱佳奇,张雪梅. “海尔特兹”红树莓嫩枝扦插技术研究[J]. 安徽农业科学,2022,50(19):63-66,121.
- [16] 曹洪侠. 外源激素对金桂扦插生根的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2021,52(3):427-429.
- [17] 王恩伟. 6 种荚蒾的繁育特性与园林应用研究[D]. 杭州:浙江林学院,2009.
- [18] 孔雨光,燕丽萍,吴德军,等. 基质和生长调节剂对紫萼嫩枝扦插的影响[J]. 中南林业科技大学学报,2020,40(6):25-33.
- [19] 张子威,王贞红. 不同浓度 ABT 生根粉对 3 个茶树品种扦插生根的影响[J]. 分子植物育种,2021,19(19):6574-6580.
- [20] 习前听,邢梦雪,钟丽萍,等. IBA 对四种樟科植物绿枝扦插生根的影响[J]. 湖北林业科技,2021,50(5):8-11,19.
- [21] 丰美静,张恺恺,黄中文,等. 东北红豆杉温室扦插繁殖试验[J]. 北方园艺,2020(13):65-70.

(上接第 127 页)

问题,保护森林资源,避免因土地纠纷影响林场的经营发展^[15]。

3.2.5 加强科学研究,培养专业人才队伍。林场的发展,需要科学理论的指导,更需要有专业人才参与建设。林场要加强与各高校科研院所的合作,加大科研力度,积极举办与林业科学试验和技术创新相关的各项活动,在育苗、生产和营林过程中培养专业的技术人员,形成林场的人才队伍^[16]。林场职工也要不断努力学习、研究森林可持续经营的新理论、新技术和新方法,与时俱进,不断丰富和发展自身的知识,提高专业素养和能力。

参考文献

- [1] 耿国彪. 扎实推进国有林业改革实现保生态保民生目标:访国家林业局局长赵树丛[J]. 绿色中国,2015(8):8-11.
- [2] 红河河畔绿明珠 中国兰花之乡:广西国有雅长林场·绿色生态缔造者[J]. 广西林业科学,2012,41(2):206.
- [3] 周干淞. 雅长林区森林火灾分析与对策[J]. 森林防火,2006(4):11-12.
- [4] 张后花,韩俊学,韦灵敏. 广西国有雅长林场森林近自然发展思路与对

策[J]. 绿色科技,2019(7):49-50.

- [5] 李加博,韦秋思,吴庆标,等. 南亚热带中山区铁坚油杉生物量及碳储量研究[J]. 湖北林业科技,2017,46(1):14-19.
- [6] 各地动态[J]. 广西林业,2018(6):20.
- [7] 朱德意. 南盘江流域松栎混交林群落特征及主要种群空间格局研究[D]. 南宁:广西大学,2019.
- [8] 严理,刘晓璐,秦武明,等. 广西百色细叶云南松天然林生物量研究[J]. 西部林业科学,2014,43(3):134-138.
- [9] 邢喜云. 察右中旗那日斯太林场实施幼中龄林抚育的必要性[J]. 内蒙古林业调查设计,2014,37(6):36-37.
- [10] 付爱民. 浅议林木种苗与林业可持续发展[N]. 甘南日报,2011-05-25(002).
- [11] 李亚娟. 浅析混交林的营造技术[J]. 农民致富之友,2014(13):136.
- [12] 张国红,杨跃军,杜群,等. 环杭州湾森林资源现状分析与评价[J]. 林业资源管理,2007(5):44-48.
- [13] 张帆,史鸿飞,冯倩,等. 昆明市方旺林场森林资源现状与可持续发展策略[J]. 安徽农业科学,2017,45(18):146-147,184.
- [14] 于永辉,张明强,钟志兴,等. 1989—2018 年广西国有高峰林场森林资源动态分析[J]. 福建林业科技,2020,47(3):104-109.
- [15] 伍良凤,唐友志,谭俊. 广西国有钦廉林场森林资源现状分析与评价[J]. 吉林农业,2015(8):120-121.
- [16] 刘玉平. 宽甸县国营林场森林资源现状与经营对策[J]. 河南林业科技,2020,40(1):30-32.

(上接第 131 页)

- [17] 刘常富,周彬,何兴元,等. 沈阳城市森林景观连接度距离阈值选择[J]. 应用生态学报,2010,21(10):2508-2516.
- [18] 熊春妮,魏虹,兰明娟. 重庆市都市区绿地景观的连通性[J]. 生态学报,2008,28(5):2237-2244.
- [19] 张大旭,唐向阳,侯碧清. 景观连接度在株洲市城市绿地系统建设中的应用研究[J]. 湖南林业科技,2005,32(2):42-44.

- [20] 周一星,曹广忠. 改革开放 20 年来的中国城市化进程[J]. 城市规划,1999,23(12):8-13.
- [21] 吕乐婷,张杰,彭秋志,等. 东江流域景观格局演变分析及变化预测[J]. 生态学报,2019,39(18):6850-6859.
- [22] DAI E F,WU Z,Du X D. A gradient analysis on urban sprawl and urban landscape pattern between 1985 and 2000 in the Pearl River Delta, China [J]. Frontiers of earth science,2018,12(4):791-807.