

拟赤杨研究现状和铅笔材工业原料林培育展望

姚丰平¹, 程亚平¹, 余久华², 王平¹, 吴益庆¹, 倪荣新³

(1. 浙江省庆元林场, 浙江 庆元 323800; 2. 庆元县自然资源和规划局, 浙江 庆元 323800;

3. 浙江省丽水市林业技术推广总站, 浙江 丽水 323000)

摘要: 拟赤杨 *Alniphyllum fortunei* 分布于我国长江以南, 是制造铅笔材的优质原料。文章整理分析了 1989—2021 年我国的拟赤杨研究文献, 包括种子特性和播种育苗、营造拟赤杨纯林和与杉木 *Cunninghamia lanceolata*、马尾松 *Pinus massoniana* 以及其他阔叶树种混交林等研究现状及其生长特性。揭示了以往侧重于杉木连栽引起地力衰退问题研究, 很少针对拟赤杨工业原料林的培育研究。在此基础上, 对拟赤杨铅笔材工业原料林培育研究提出了创新育种研究、注重基础理论、开展混交试验、重视病虫害防治和精准培育模式的展望。

关键词: 拟赤杨; 混交林; 种子特性; 播种育苗; 生长特性; 铅笔材; 工业原料林

中图分类号: S727.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2022)06-0120-09

Researches on *Alniphyllum fortunei* and Cultivation for Pencil Raw Material Forest

YAO Feng-ping¹, CHENG Ya-ping¹, YU Jin-hua², WANG Ping¹, WU Yi-qing¹, NI Rong-xin³

(1. Qingyuan Forest Farm of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 2. Qingyuan Natural Resources and Planning Bureau of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 3. Lishui Forestry Extension Station of Zhejiang, Lishui 323000, China)

Abstract: Presentations were made on research achievements on *Alniphyllum fortunei* in China in from 1989 to 2021, including seed properties and seedling cultivation, growth characteristics of pure *A. fortunei* forest and mixed forest with *Cunninghamia lanceolata*, *Pinus massoniana* and other broad-leaved trees, etc. It revealed that the previous studies focused on the degradation of soil fertility caused by successive rotations of *C. lanceolata*, fews on the cultivation of *A. fortunei* for industrial raw material forest. Therefore, five propositions were put forwarded for cultivation of pencil raw material forest, such as more researches on breeding, basic theory, mixed species experiment, disease and insect control.

Key words: *Alniphyllum fortunei*; mixed forest; seed properties; seeding; growth characteristics; pencil material; industrial raw material forest

拟赤杨 *Alniphyllum fortunei* 又名赤杨叶, 为安息香科 Styracaceae 落叶阔叶乔木, 高 15 ~ 20 m, 胸径达 60 cm, 在我国安徽、江苏、浙江、湖南、湖北、江西、福建、台湾、广东、广西、贵州、四川和云南均有分布, 印度、越南和缅甸也有分布^[1]。其木材纹理通直, 结构致密, 材质轻软, 是制造火柴杆、铅笔材和雕刻图章、制作木盒的好原料, 也是生产食用菌白木耳 *Tremella fuciformis* 的优良树种^[1-3]。根据作者对 1989—2021 年有关我国拟赤杨的维普和万方文献查询, 之前的研究主要侧重于杉木 *Cunninghamia lanceolata* 连栽引起地力衰退的问题开展杉木与拟赤杨混交林营造的研究^[4-18], 较少针对拟赤杨火柴杆、铅笔材等工业原料林培育的研究。雍朝柱等^[19]

收稿日期: 2022-04-21; 修回日期: 2022-08-22

基金项目: 《浙江省林业局关于下达 2022 年省级林业专项工作任务的通知》浙林规(2022)16 号

作者简介: 姚丰平, 工程师, 从事造林绿化技术研究; E-mail: qyfping@163.com。通信作者: 倪荣新, 教授级高工, 从事森林资源培育研究; E-mail: 569013930@qq.com。

早在 1995 年报道显示, 中国是最大的铅笔生产和出口国, 年产铅笔 60 多亿支, 消耗木材约 $20 \text{ 万 m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$ 。在当前强化生态公益林建设和生态红线保护背景下, 木材砍伐受到严格控制, 对以利用拟赤杨为原料的铅笔生产企业产生较大影响, 希望能够培育短周期中小径材工业原料林。为此, 本文整理分析了有关拟赤杨育苗和造林技术以及生长特性方面的文献资料, 并对拟赤杨铅笔材工业原料林培育提出展望。

1 种子特性和育苗技术

1.1 种子特性

选择健壮的拟赤杨母树, 于 10 月下旬至 11 月上旬, 当蒴果由青绿色转为黄褐色时即可采收, 采收时连果序一起剪下, 放在阴凉通风处摊开晾干 10 d 左右, 用圆木棒轻轻滚压, 开裂后筛取种子, 装进布袋保存; 不能用曝晒方法脱种, 以防止细小种胚过分失水降低萌发率^[20]。拟赤杨种子细小, 千粒质量为 $0.60 \sim 0.95 \text{ g}$, 自然播种发芽率为 $5\% \sim 30\%$ ^[20-23], 甚至不到 1% ^[6]。何仕燕等^[24]在放大镜下人工挑选饱满无损伤种子作发芽试验, 结果表明低温储藏发芽率略高于室温储藏, 种子在不遮光条件下发芽率显著高于遮光条件下; 在 $80 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 柠檬酸浸种 24 h 处理后, 发芽率由对照的 58.33% 提高到 64.67%。说明拟赤杨种子的发芽率差异较大, 这可能与测试方法和采种母树有关。

1.2 播种育苗

选择肥沃疏松、排水良好的地块作育苗地, 冬季深翻, 翌春碎土, 细致整地作床, 床高为 30 cm, 床宽为 $0.8 \sim 1.0 \text{ m}$, 床形略呈龟背形, 中间高二侧稍低, 于 1—2 月或 3 月上旬播种, 撒播或条播, 播种量为 $15 \sim 26.25 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[20-23]。播种后切忌覆土, 对比试验表明^[20], 播种后覆土的种子出苗率仅为不覆土的 16%。但多数认为覆土以不见种子为度^[21-23]。播后用 $0.5 \sim 1.0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ 的干稻草覆盖不见土壤即可。播种后 30 ~ 35 d 开始发芽出苗, 50 ~ 60 d 苗木出齐, 此时应及时揭去覆盖物, 并插上树枝等适当遮荫。6 月间苗、7 月定苗, 保留苗木密度为 $40 \sim 50 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$ 或 $65 \text{ 株} \cdot \text{m}^{-2}$, 可产合格苗 40 万 ~ 50 万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ ^[21], 或可产 I 级苗 $37.5 \text{ 万株} \cdot \text{hm}^{-2}$ ^[23]; 也有研究者认为以保留苗木 25 万 ~ 30 万株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 为宜^[20]。1 年生苗高为 80 cm 左右, 地径为 $0.8 \sim 1.0 \text{ cm}$ 。熊玉桢^[25]于 3 月上旬播种, 4 月下旬苗木基本出齐, 从 5 月 5 日开始, 选择 50 株样苗, 每月 5 日、20 日进行定株观测表明 (图 1), 拟赤杨生长初期苗高生长较慢, 至 7 月上旬苗高生长加快, 8 月中下旬达到生长高峰, 9—11 月生长速度放慢, 至 11 月 20 日苗高生长基本停止。肖水清等^[22]对 1 年生拟赤杨播种苗生长的测试虽然平均苗高为 42.6 cm、平均地径 0.56 cm, 但苗木的生长规律基本相似。拟赤杨若采用营养杯容器育苗, 移苗上容器时很容易弄断苗茎和嫩根, 影响成活率, 且操作费工费时^[20]。

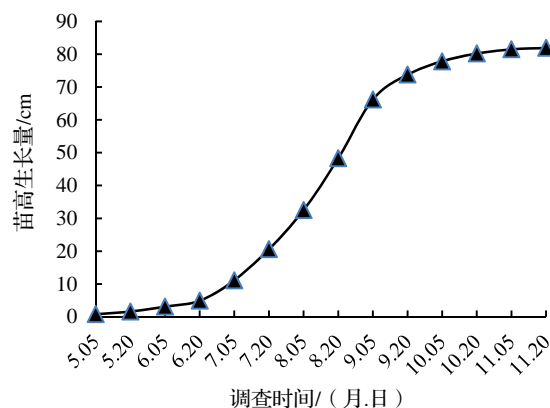


图 1 拟赤杨播种苗高生长

(引自文献[25]数据作图)

Figure 1 Height growth of *A. fortunei* seedlings

2 造林和生长特性

拟赤杨苗木主根不明显, 侧须根多, 适合裸根苗造林^[22]。造林时间宜选择在冬季或春季的阴天或雨后, 纯林造林密度为 $2\,505 \sim 3\,000 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$, 混交林造林密度为 $2\,250 \sim 2\,505 \text{ 株} \cdot \text{hm}^{-2}$, 定植穴规格为 $60 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$ ^[23], 也有 $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ^[18]、 $50 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ^[26]规格等, 营造纯林^[27]、混交林^[14]和以天然更新方式形成混交林^[28]等。

2.1 拟赤杨纯林

陈文荣^[27]对位于福建省建宁县黄坊乡任田村界碑亭山的 17 年生拟赤杨纯林进行调查,该林分前茬为杉木人工林,总面积约为 20 hm²,造林密度为 2 500 株·hm⁻²,选取位于上、中、下坡的 9 株平均木进行树干解析。图 2 显示了平均木树高和胸径的生长过程。从图 2 可知,17 年生平均木的平均胸径为 15.37 cm、平均胸径生长量为 0.90 cm·a⁻¹,平均树高为 12.20 m、平均树高生长量为 0.72 m·a⁻¹。胡松竹等^[29]认为,人工栽培的拟赤杨林比天然林生长快,高生长量在前 20 a 时可达 0.7 ~ 1.0 m·a⁻¹,胸径速生期在第 15 ~ 第 30 年时的生长量可达 1 cm·a⁻¹ 以上,广东信谊林场 18 年生拟赤杨林平均树高为 18 m、平均胸径为 21 cm,江西武功山 28 年生拟赤杨林平均树高为 21.3 m、平均胸径为 34 cm、平均单株材积为 0.8 m³。从而说明拟赤杨是一个造林早期就迅速生长的速生树种,平均每年树高生长量为 1 m 左右、胸径生长量为 1 cm 左右。

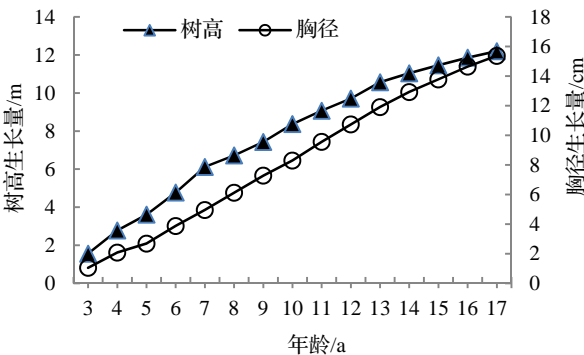


图 2 拟赤杨树高、胸径生长量
(引自文献[27]数据作图)

Figure 2 Height and DBH growth of 17-year *A. fortunei* in Fujian

魏秀英^[30]为比较拟赤杨纯林与杉木纯林、杉木-拟赤杨混交林的生长差异,在福建省泰宁县大渠乡红地村开展 3 种处理的造林试验,各处理的造林密度均为 3 000 株·hm⁻²,其中混交林采用 7 杉木:3 拟赤杨星状混交,3 林分生长情况见表 1。由表 1 表明,混交林中拟赤杨的径高比为 1:115.5,而拟赤杨纯林的径高比为 1:112.4,说明纯林树干尖削度相对较大,出材率较低;并且还表明 11 年生混交林中的拟赤杨胸径 10 cm 以上的株数比纯林多 15%,而且分枝细、夹角小、枝下高较纯林高,自然整枝好,死节小而少。说明拟赤杨很适应于与杉木混交造林,并且出材率高。

表 1 11 年生杉木-拟赤杨混交林与拟赤杨纯林生长情况

Table 1 Growth of 11-year mixed forest of *C. lanceolata* and *A. fortunei* and pure *C. lanceolata* forest and pure *A. fortunei* forest

林分类型	树种	现存密度/(株·hm ⁻²)	平均树高/m	平均胸径/cm	冠幅/m	冠长/m	单株材积/m ³	蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)
杉木纯林	杉木	2 650	8.07	10.65	2.95	4.05	0.038 3	101.20
杉木和拟赤杨混交林	杉木	1 865	9.32	11.85	3.10	4.86	0.053 7	100.15
交林	拟赤杨	800	11.04	9.56	2.69	3.30	0.041 7	33.36
拟赤杨纯林	拟赤杨	2 540	10.05	8.94	2.84	3.10	0.033 5	85.09

注:表格数据来自文献[30]。

2.2 拟赤杨混交林

2.2.1 拟赤杨-杉木混交林 范辉华^[14]在福建省建瓯市东安村采用简单对比法进行杉木纯林和杉木-拟赤杨混交林的试验,该试验林前茬为荒山荒地,造林株行距 2.2 m×2.2 m,混交处理中杉木和拟赤杨以 3:1 带状混交,测试表明(表 2),16 年生时杉木-拟赤杨混交林的总林分蓄积和杉木平均树高、胸径均大于杉木纯林,并且从中也看出拟赤杨与杉木混交,拟赤杨的树高要高于杉木。

表 2 16 年生杉木纯林和与杉木-拟赤杨混交林生长状况

Table 2 Growth of 16-year pure *C. lanceolata* forest and mixed forest with *A. fortunei* in Fujian

林分类型	树种	保留密度/(株·hm ⁻²)	平均树高/m	平均胸径/cm	林分蓄积/(m ³ ·hm ⁻²)
杉木纯林	杉木	1 965	12.3	14.5	161.72
杉木和拟赤杨混交林	杉木	1 005	13.6	16.9	133.26
	拟赤杨	555	12.3	11.5	32.66

注:表格数据来自文献[14]。

何国勇^[18]在福建省武夷山市洋庄乡小浆村杉木采伐迹地上开展混交林试验,于 2005 年植苗造林,造林密度为 3 000 株·hm⁻²,其中杉木与拟赤杨按 1:1 比例行间混交,2017 年 3 月,在上、中、下不同坡位设立杉木纯林和杉木-拟赤杨混交林标准地进行调查,结果见表 3。从表 3 中可看出,上、中、下坡不同立地条件对拟赤杨的

生长影响很大,下坡立地上树木的生长量明显高于中坡和上坡立地。通常下坡土层较深厚,立地条件较好,因此也表明拟赤杨喜生于土层较深厚的立地。

表 3 不同坡位杉木纯林和杉木-拟赤杨混交林样地生长情况
Table 3 Growth of pure 12- year *C. lanceolata* forest and mixed with *A. fortunei* at different slope sites in Fujian

经营类型	树种	平均树高/m			平均胸径/cm		
		上坡	中坡	下坡	上坡	中坡	下坡
杉木纯林	杉木	6.0	7.8	8.5	6.9	8.8	10.1
杉木-拟赤杨混	杉木	6.1	7.8	8.8	7.0	9.2	10.5
交林	拟赤杨	8.0	10.3	12.1	6.5	8.0	9.6

注:表格数据来自文献[18]。

陈清堤^[26]在福建省大田桃源国有林场 14 地位级杉木采伐迹地上,以萌芽杉木与拟赤杨按 3:1 配置混交造林,拟赤杨的造林密度为 625 株·hm⁻²,留萌芽杉木条密度为 1 880 株·hm⁻²,以保留杉木萌芽条密度 2 505 株·hm⁻²作对照,结果见表 4。从表 4 中可看出,在混交林中,拟赤杨的平均树高要高于萌生起源的杉木,这说明拟赤杨也非常适合于杉木采伐迹地营造与杉木萌芽更新形成的混交林。

表 4 萌芽杉木-拟赤杨混交林生长状况
Table 4 Growth of *C.lanceolata* sprout and mixed with *A. fortunei*

林分类型	树种	年龄/a	平均树高/m	平均胸径/cm	平均单株材积/(m ³ ·株 ⁻¹)	保留株数/(株·hm ⁻²)	蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)	郁闭度
混交林	杉木		14.59	14.35	0.123 07	1 365	167.990 6	0.87
	拟赤杨	16	15.53	14.20	0.123 99	495	61.375 1	
杉木纯林	杉木	16	13.45	13.56	0.103 12	1 815	187.162 8	0.64

注:表格数据来自文献[26]。

2.2.2 拟赤杨-马尾松混交林 林信良^[31]于 2004 年底对福建省永定县大溪乡莒溪村石壁坑的马尾松 *Pinus massoniana*-拟赤杨混交林进行了调查,该林地原为疏林地,于 1988 年炼山清杂后,在 1999 年春按 3 000 株·hm⁻²种植马尾松纯林,炼山时,林地边缘残留几株拟赤杨大树,自然下种,形成人工马尾松与天然拟赤杨混交林。调查结果显示(表 5),在同一环境条件下,15 年生天然下种的拟赤杨比 17 年生马尾松人工林平均胸径大 60%,平均树高高出 38%,平均单株材积大 3.2 倍;全林分径阶虽然基本属正态分布,但胸径大于 16 cm 的林木都是拟赤杨(表 6),说明拟赤杨也非常适合与马尾松混交,但胸径<16 cm 的拟赤杨立木缺乏,在该林分中的自然更新能力较弱。

表 5 拟赤杨-马尾松混交林生长情况
Table 5 Growth of mixed *A.fortunei* with *P.massoniana* forest

树种	年龄/a	保存株数/(株·hm ⁻²)	树高/m	胸径/cm	单株材积/m ³	蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)	年生长量/(m ³ ·hm ⁻² ·a ⁻¹)
马尾松	17	2 295	10.8	11.3	0.057	130.425	7.68
拟赤杨	15	420	14.9	18.1	0.187	78.525	5.24

注:表格数据来自文献[31]。

表 6 拟赤杨-马尾松混交林树木径阶分布情况
Table 6 Diameter class distribution of *A. fortunei* and *P. massoniana* mixed forest

树种占比	径阶/cm										
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
马尾松占比/%	9.9	14.4	17.1	21.5	15.6	6.4					
拟赤杨占比/%						3.9	6.1	2.2	1.7	0.6	0.6

注:表格数据来自文献[31]。

田有圳^[32]在福建省戴云山西侧桃源国有林场天然拟赤杨混交林中选择代表性地段设置 20 m×20 m 样地 6 个进行林木生长情况调查(表 7),调查结果显示该林分密度为 850 株·hm⁻²,其中拟赤杨的密度为 625 株·hm⁻²,根据对每个样地选取 1 株平均木的 6 株解析木的分析,拟赤杨树高、胸径和材积随年龄(A)的生长量最佳拟合方程分别为:

$$\text{树高}(H)=62.429\ 18\left(1-e^{-0.029\ 709\ 67 A}\right)^{1.522\ 838}$$
$$\text{胸径}(D)=27.936\ 87\left(1-e^{-0.074\ 822\ 09 A}\right)^{2.306\ 910}$$
$$\text{材积}(V)=0.6411\ 60\left(1-e^{-0.087\ 678\ 79 A}\right)^{7.012\ 955}$$

表 7 天然混交林分生长现状
Table 7 Growth of *A. fortunei* and *P. massoniana* natural mixed forest in Fujian

树种	数量/(株·hm ⁻²)	平均树高/m	平均胸径/cm	单株材积/m ³	蓄积量/(m ³ ·hm ⁻²)
拟赤杨	625	17.9	16.4	0.231 6	144.732 5
马尾松	125	25.0	37.6	1.209 0	151.130 0
其他树种	100	13.2	16.2	0.185 5	18.545 0

注：表格数据来自文献[32]。

并且认为，拟赤杨树高连年生长量高峰值出现在第 15 年，胸径连年生长量最大值出现在第 12 年。这与陈文荣^[27]对拟赤杨人工林平均木树干解析的生长过程基本一致。根据拟合的材积生长方程预测拟赤杨材积连年生长量和平均生长量曲线相交于第 35 年和第 37 年之间。说明拟赤杨的数量成熟年龄相对较迟，生长期较长，同时，根据林分中拟赤杨的直径分布分析（图 3），发现拟赤杨在与马尾松等树种混交的天然林分中结构冗余，具有较强的自然更新能力。

2.2.3 拟赤杨与其他树种混交 2016 年，徐水根^[28]在福建省建宁县马尾松采伐迹地上，测定拟赤杨自然混交林的生长情况，结果表明（表 8），经过 20 a 封育，马尾松采伐迹地由次生裸地演替为以拟赤杨为优势的次生阔叶混交林，其中，拟赤杨胸径 > 22.5 cm 的 V 级大树有 210 株·hm⁻²，占该径级拟赤杨立木数的 79.25%。但与前述田有圳^[32]的研究结果有所不同，拟赤杨种群直径小于 7.5 cm 的更新幼树或幼苗缺乏，自然更新能力弱，这可能与林分亚层中的青冈 *Cyclobalanopsis glauca*、米槎 *Castanopsis carlesii*、木荷 *Schima superba* 常绿阔叶树种的发育较好有关。

表 8 马尾松采伐迹地拟赤杨自然混交林主要种群个体大小的数量分布

Table 8 Quantitative Distribution of Individual Size of Main Populations in Natural Mixed Forest of *A. fortunei* on *P. massoniana* Cutting Slabs in Fujian

主要种群	数量/(株·hm ⁻²)				
	I 级幼苗	II 级幼苗	III 级幼树	IV 级中树	V 级大树
拟赤杨	—	—	4	359	210
南酸枣 <i>Choerospondias axillaris</i>	—	—	2	37	38
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	—	—	10	39	17
青冈	533	281	158	213	—
米槎	322	258	194	151	—
木荷	237	226	199	101	—

注：I 级幼苗 $D < 2.5$ cm, $H < 33$ cm；II 级幼苗 $D < 2.5$ cm, $H \geq 33$ cm；III 级幼树 7.5 cm $> D \geq 2.5$ cm；IV 级中树 22.5 cm $> D \geq 7.5$ cm；V 级大树 $D > 22.5$ cm。表格数据来自文献[28]。

李铁华等^[33]对湖南省永顺县杉木河国有林场采伐迹地上自然更新形成以拟赤杨为优势的林分进行调查，结果表明（表 9），拟赤杨的数量、平均树高、平均胸径和平均单株材积均大于其他树种，林分下层 100 m² 样方中还有 29 株平均高为 2.29 m 的拟赤杨幼树，说明结构冗余，自然更新能力强；根据对 5 个样地 5 株平均标准木的树干解析，认为拟赤杨树高连年生长量到第 9 年最高，为 1.27 m·a⁻¹，胸径连年生长量到第 15 年达到最大，为 1.1 cm·a⁻¹，材积连年生长量到第 33 年最大，达 0.056 3 m³·a⁻¹（图 4），比前述^[27]拟赤杨纯林生长更为迅速，说明拟赤杨也适合与枫香树 *Liquidambar formosana* 等落叶阔叶树种混交。

也有学者^[34-35]提出拟赤杨与毛竹 *Phyllostachys edulis* 混交，并从群落生态学角度研究自然条件下拟赤杨的林分结构^[36-39]、分布格局^[40-42]、种间竞争和种间关联与分离^[43-45]，以及群落演替^[46-47]、生态位^[48]、多样性^[49-50]和

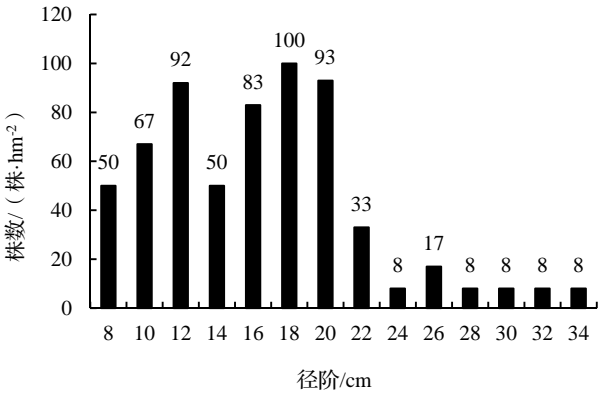


图 3 拟赤杨直径分布柱状图
(引自文献[32]数据)

Figure 3 Diameter class distribution of *A. fortunei* in mixed forest with *P. massoniana*

生态经济效益^[51]等。这些研究均为培育拟赤杨工业原料林提供了一定的基础资料和技术背景。

表 9 拟赤杨自然更新林分的树种组成和生长量
Table 9 Tree species composition and increment in a naturally regenerated mixed forest dominated by *A. fortune* in Hunan

树种	数量/(株·hm ⁻²)	平均树高/m	平均胸径/cm	平均单株材积/m ³
拟赤杨	570	21.6	30.1	0.702 4
南酸枣	90	20.0	24.2	0.435 4
枫香树	42	18.1	20.0	0.216 3
朴树 <i>Celtissinensis</i>	12	16.7	22.7	0.318 1
樟木	33	13.9	19.7	0.202 7
杉木	63	9.6	14.2	0.086 2
白栎 <i>Quercusfabri</i>	51	9.6	15.1	0.086 8
冬青 <i>Ilex chinensis</i>	18	4.8	7.5	0.014 3

注: 表格数据来自文献[33]。

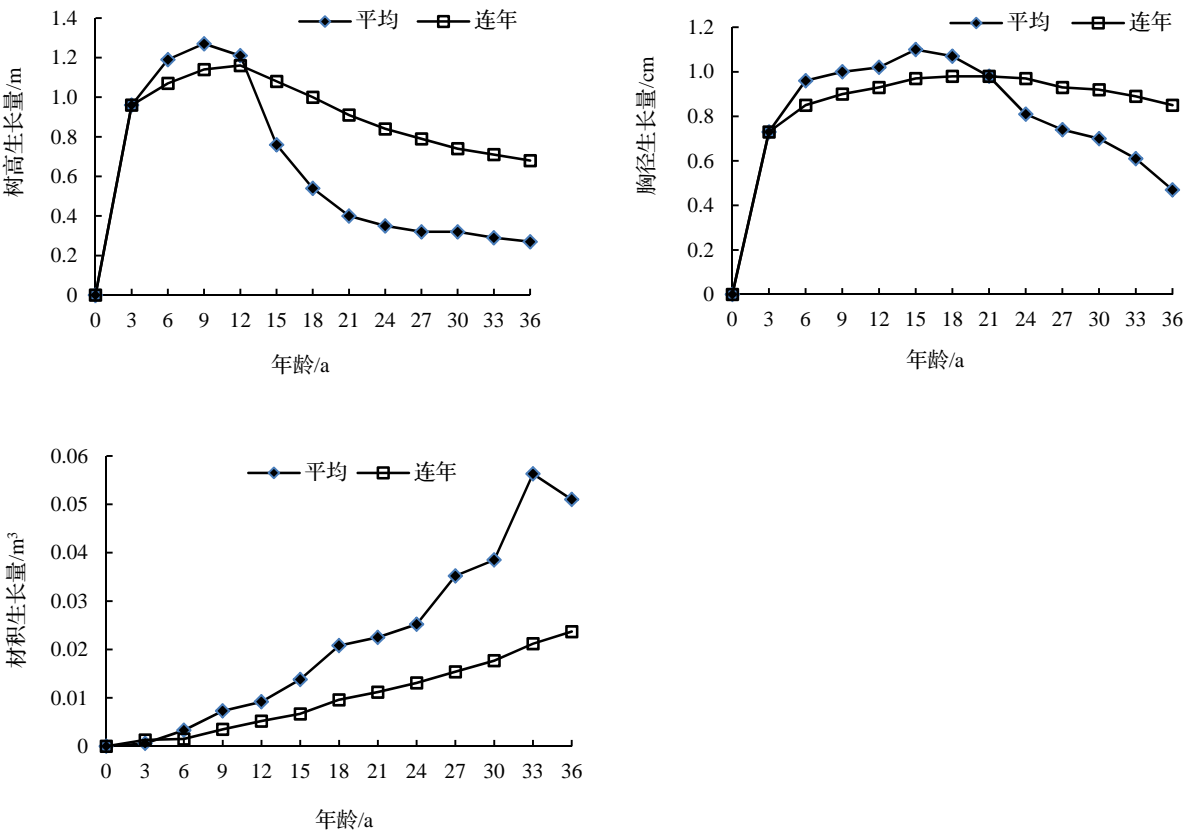


图 4 拟赤杨树高、胸径、材积随年龄生长曲线
(引自文献[33])

Figure 4 Curves of height, DBH and volume of *A. fortunei* with age in Hunan

3 拟赤杨铅笔材工业原料林培育展望

工业原料林是以林—工结合基本特征为林产工业等企业提供原料而培育的人工林^[52-55]。拟赤杨是生产铅笔的好原料。虽然我国商品木材约有 190 多类、400 多种,但铅笔生产的 70%木材是东北椴木^[19](紫椴 *Tilia amurensis* 或椴树 *T. tuan*), 30%是南方的拟赤杨。椴木生长缓慢, 50 年生时平均树高只有 9.56 m、平均胸径只为 9.87 cm^[56], 加上资源日趋枯竭和天保林工程建设, 人工资源培育缺乏。拟赤杨由于生态公益林建设和生态红线保护等, 木材砍伐受到严格控制。这给铅笔生产原料的供给带来困难和危机。因此人们纷纷开发杨树 *Populus* spp. 作为铅笔材资源的替代品, 经测定, 杨树木材(简称杨木)的质量基本符合铅笔的材性要求^[57], 在现行工

艺条件下,可用做中低档铅笔用材^[58],并且需要在加工上进行改性处理,目前许多铅笔生产只能通过杨木改性处理作为椴木和拟赤杨传统铅笔材的替代品^[59-61],然而增加了生产成本,质量也相对降低,以致有些制笔企业由于铅笔材原料问题而停产,甚至转移生产地址。

浙江省庆元县铅笔行业起步于 20 世纪 70 年代,2010 年,中国轻工业联合会和中国制笔协会授予了庆元县“中国铅笔生产基地”^[62],成为全国铅笔生产的特色产业。2016 年,有 43 家铅笔生产及配套企业实现产量 50 亿支、产值 17.25 亿元、出口额 12.62 亿元,产量和出口量均占全国铅笔总产量和总出口量的 20% 以上^[63];2017 年,庆元县铅笔总产量达 60 多亿支,占全国铅笔总产量的 27.84%,出口量亦占全国铅笔出口总量 25% 以上^[64]。根据作者调查了解,庆元县铅笔总产量占全国总量的 20% 以上,年消耗木材约 20 万 m³,如此大量的铅笔材需求,当地市场远远不能满足供给,更不能充分提供拟赤杨优质铅笔材原料,大量使用的是杨木改性材料,不仅生产质量下降,而且加工、运输等生产成本增加。因此,作为我国南方地区,生产培育拟赤杨铅笔材工业原料林是保障南方铅笔生产可持续发展的必由之路,并且拟赤杨生长迅速,根据以上拟赤杨生长特性的研究分析,只要经营管理得好,15 年生拟赤杨胸径一般能够达到 15 cm,这也正是生产企业选购拟赤杨铅笔材原料的起始规格。

综合以上拟赤杨的研究现状分析,其育苗技术为:于 10 月下旬至 11 月上旬采种制种,5℃ 低温储藏,翌年 2 月前后播种,1 年生苗木高 70 cm 左右可出圃造林,苗木主根不明显,侧须根多,适合裸根苗造林。在造林方面,以往拟赤杨的造林研究多为营造混交林,作为伴生树种以改良土壤、促进杉木等树种生长提高整体产量,对于纯林通常作为对比试验的参照物,但也基本清楚了营造拟赤杨混交林优于纯林,混交林中的拟赤杨自然整枝好,死节小而少,出材量高,不同的立地条件拟赤杨生长存在一定差异。但是针对拟赤杨铅笔材工业原料林培育的研究几乎没有,为此,现在新的起点上提出拟赤杨工业原料林培育五点展望。

3.1 创新育种研究工作

至今为止,有关拟赤杨的育种研究未见报道。拟赤杨广泛分布于浙江、福建、江西等我国南方省(区),不同的地理种源和长期的生殖隔离与个体差异,可能蕴藏着丰富的良种资源,需要去发掘或开发利用,可开展良种选育、杂交育种等,从种子抓起、从良种抓起、从苗木抓起,为拟赤杨工业原料林培育提供优良种质基础,同时开创拟赤杨工业原料林良种选育新局面。

3.2 注重基础理论研究

根据近 33 a 的文献资料查询,未见有关拟赤杨光合作用和他感效应、干旱胁迫和水肥特性等生理生态方面的研究报道。拟赤杨适合于混交造林^[30],具有生长迅速、出材率高的特点,并且适生于下坡立地^[18]。基础理论研究是开拓创新思维和制订良好试验设计的基础。开展光合作用和他感效应研究,有利于揭示混交效应,为拟赤杨混交林营造和更新技术提供理论支撑;开展干旱胁迫和水肥特性研究,可为拟赤杨适生立地条件的准确选择提供依据。通过基础理论研究,能够加快提升拟赤杨工业原料林培育的技术水平。

3.3 深入开展混交试验

在现有技术基础上,在符合有关林业法律法规、规范性文件和林业政策前提下,结合目前有关南方林区针叶林阔叶化改造、毛竹低产低效林改造、杉木大径材林下经济培育等发展背景,宜开展毛竹与拟赤杨混交、杉木大径材在合理密度调控下培育拟赤杨形成复层混交、低产低效林种植拟赤杨近自然混交等各种混交试验,在既定拟赤杨适合混交造林基础上,深入研究拟赤杨铅笔材工业原料林培育的树种配置与混交模式,为培育拟赤杨工业原料林提供多种用地资源。

3.4 重视病虫害防治研究

有关拟赤杨的病虫害及其防治研究甚少,只见在拟赤杨育苗和栽培技术的个别文献中少有提及,如:苗木一般无病虫害,可以喷施 1% 波尔多液防止病害侵袭^[20],主要有立枯病造成幼苗大量死亡、白粉病危害幼苗或成年树叶引起早期落叶,影响幼苗和树木生长,小地老虎 *Agrotis ypsilon* 从地面将幼苗咬断造成幼苗损害^[29],苗木主要有蚜虫 *Aphidoidea* 危害^[34]。根据作者平时观察和 2021 年 3 月在庆元林场采用 1 年生拟赤杨裸根苗造林的

生长情况调查,发现拟赤杨病虫害危害还是比较严重的,出现叶片病斑和凋萎枯落现象。因此要重视病虫害防治研究,揭示拟赤杨人工林特异性病虫害危害,研究特殊防治措施,为培育拟赤杨铅笔材工业原料林保驾护航。

3.5 精准培育模式研究

要从生态与经济双重角度聚焦拟赤杨工业原料林培育的最佳结合点,既要生态效益、又要经济效益,从良种、立地、密度三维控制短周期铅笔材工业原料林的培育模式,根据市场需求准确研究拟赤杨短周期铅笔材工业原料林的经济成熟期,将良种选择、苗木质量、立地控制、密度控制、抚育管理、病虫害防控、主伐作业等全过程精准作业应用于培育始终并制订培育技术标准,实现拟赤杨短周期铅笔材工业原料林的精准、定向培育。

参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会.中国植物志:第六十卷第二分册[M].北京:科学出版社,1987:122-122.
- [2] 蔡世峰.不同坡向人工促进天然更新拟赤杨林生长状况比较[J].林业勘察设计,2021(1):73-75.
- [3] 赖根伟,吴初平,邱伟清,等.湖山林场赤杨叶人工林的径级结构和空间分布格局研究[J].浙江林业科技,2019,39(1):16-20.
- [4] 蒋妙定,孙敏华,周子贵,等.杉木混交林营造试验初报[J].浙江林业科技,1989,9(6):53-58.
- [5] 蒋妙定,周子贵,孙敏华,等.杉木混交林营造技术及效益研究[J].浙江林业科技,1993,13(2):10-18.
- [6] 吴家胜,陈有全,金远东,等.杉木与拟赤杨混交林的效益[J].浙江林学院学报,1994,11(1):69-74.
- [7] 庄孟能,叶章善,马祥庆.杉木拟赤杨混交林林分结构和生产力[J].福建林学院学报,1994,14(4):339-343.
- [8] 马祥庆,庄孟能,叶章善.杉木拟赤杨混交林水源涵养功能研究[J].林业科技通讯,1996(5):28-30.
- [9] 郑郁善,邱尔发,徐道旺.拟赤杨杉木混交林培肥土壤的研究[J].福建林学院学报,1997,17(4):331-335.
- [10] 马祥庆,庄孟能,叶章善.杉木拟赤杨混交林林分生产力及生态效应研究[J].植物生态学报,1998,22(2):178-185.
- [11] 陈明福.杉木拟赤杨根际土壤研究[J].福建林学院学报,1998,18(4):369-372.
- [12] 黄勇来.杉木拟赤杨混交林土壤肥力研究[J].江苏林业科技,1998,25(3):10-13.
- [13] 陈爱玲,陈青山,蔡丽萍.杉木拟赤杨混交林土壤肥力的研究[J].土壤与环境,2000,9(4):284-286.
- [14] 范辉华.杉木、拟赤杨混交对杉木持续生长的影响[J].林业科学研究,2001,14(4):455-458.
- [15] 何东进,洪伟,吴承祯,等.杉木拟赤杨混交林土壤肥力表征指标的研究[J].山地学报,2001,19(sup):98-102.
- [16] 高培军,郑郁善,王妍,等.杉木拟赤杨混交林土壤肥力性状研究[J].江西农业大学学报,2003,25(4):599-603.
- [17] 封磊,洪伟,吴承祯,等.杉木-拟赤杨人工混交林种内、种间竞争强度研究[J].热带亚热带植物学报,2004,12(2):46-50.
- [18] 何国勇.不同坡位杉木拟赤杨混交造林初期效果分析[J].林业勘察设计,2018(3):28-30.
- [19] 雍朝柱,李云莲.木材构造与铅笔杆加工途径[J].中国制笔,1995(3、4):3-4.
- [20] 曾雄伟.拟赤杨育苗及造林技术初探[J].安徽农学通报,2010,16(8):92-93.
- [21] 徐道旺.拟赤杨育苗合理密度和施肥试验[J].福建林学院学报,1994,14(4):358-361.
- [22] 肖水清,廖龙泉.三种阔叶树育苗技术及苗木生长规律研究补报[J].江西林业科技,1996(1):19-21.
- [23] 吴支民.拟赤杨造林技术[J].广西林业科学,2002,31(3):155-155,162.
- [24] 何仕燕,胡浩,薛建辉,等.不同处理对拟赤杨种子萌发的影响[J].贵州林业科技,2012,40(4):53-56.
- [25] 熊玉楨.拟赤杨实生苗木高生长规律研究[J].林业勘察设计,2010(1):109-111.
- [26] 陈清堤.萌芽杉木、拟赤杨混交效应及生物量分布格局研究[J].绿色科技,2010(9):70-73.
- [27] 徐水根.马尾松采伐迹地入侵种群结构及拟赤杨生长状况研究[J].现代农业科技,2018(19):169-171.
- [28] 陈文荣.拟赤杨人工林地上部分净生产力动态变化研究[J].福建林业科技,2000,27(3):31-34,74.
- [29] 胡松竹,姜云飞,邓光华,等.拟赤杨的栽培技术[J].江西林业科技,2001(6):7-9.
- [30] 魏秀英.拟赤杨杉木混交林生长与改良土壤效应研究[J].引进与咨询,2003(9):33-35.
- [31] 林信良.拟赤杨在马尾松人工林中的生长调查研究[J].福建林业科技,2005,32(4):54-55,72.
- [32] 田有圳.天然混交林中拟赤杨的生长规律[J].北华大学学报(自然科学版),2009,10(1):76-79.
- [33] 李铁华,刘子裴,陈天,等.拟赤杨林分的生长过程及天然更新研究[J].中南林业科技大学学报,2011,31(12):7-11.
- [34] 营林处.速生丰产林栽培技术之一拟赤杨栽培技术[J].广西林业,2001(6):20-20.
- [35] 朱才熙.竹阔混交林好处多[J].湖南林业,2007(5):19-19.
- [36] 郑绍全.天然拟赤杨林分结构探讨[J].林业勘察设计,2009(1):21-25.
- [37] 赵娜,郑小贤.福建三明拟赤杨混交林的空间结构[J].东北林业大学学报,2014,42(1):23-26.
- [38] 易南斗.梅花山自然保护区拟赤杨群落调查初报[J].闽西职业大学学报,2001(3):72-73.

- [39] 蔡冰玲, 范海兰, 宋萍, 等. 梅花山自然保护区拟赤杨种群年龄结构与动态分析[J]. 江西农业大学学报, 2007, 29(4): 582-586.
- [40] 蔡冰玲, 范海兰, 洪伟, 等. 福建梅花山国家级自然保护区拟赤杨种群分布格局的分形分析[J]. 应用与环境生物学报, 2007, 13(6): 759-762.
- [41] 蔡冰玲, 范海兰, 宋萍, 等. 梅花山自然保护区拟赤杨的空间分布格局[J]. 亚热带农业研究, 2007, 3(1): 44-47.
- [42] 蔡冰玲, 魏鑫, 吴承祯, 等. 梅花山拟赤杨种群分布格局研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(1): 43-46.
- [43] 蔡冰玲, 魏鑫, 范海兰, 等. 梅花山拟赤杨次生林优势树种间竞争研究[J]. 西南林学院学报, 2009, 29(5): 16-18.
- [44] 蔡冰玲, 范海兰, 洪伟, 等. 梅花山拟赤杨群落树种种群间联结关系的研究[J]. 江西农业大学学报, 2010, 32(3): 0517-0522.
- [45] 蔡冰玲, 吴承祯, 洪伟, 等. 梅花山自然保护区拟赤杨群落的种间分离[J]. 应用与环境生物学报, 2010, 16(2): 154-157.
- [46] 王献溥, 李俊清. 广西拟赤杨林分和演替的研究[J]. 木本植物研究, 2000, 20(3): 332-350.
- [47] 黄辉, 朱志峰. 浅溪乡土树种拟赤杨、檫树在人工杉木林中的演替[J]. 花卉, 2016(6): 78-79.
- [48] 蔡冰玲. 梅花山拟赤杨群落主要树种种群生态位研究[J]. 西南林学院学报, 2010, 30(5): 1-5.
- [49] 蔡冰玲, 洪滔, 洪伟, 等. 拟赤杨天然林物种多样性研究的可塑性面积单元问题[J]. 林业科学, 2008, 44(8): 137-140.
- [50] 徐水根. 拟赤杨次生阔叶林群落特征及物种多样性[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(30): 102-104, 109.
- [51] 徐水根. 拟赤杨次生阔叶林经营效益探讨[J]. 绿色科技, 2018(21): 202-203, 205.
- [52] 陈必新, 吴剑, 吴晓娟, 等. 庆元县工业原料林建设初探[J]. 浙江林业科技, 2007, 27(6): 73-75.
- [53] 罗春玲, 胡瑛. 工业原料林发展趋势及主要技术措施[J]. 林业勘察设计, 2009(1): 39-40.
- [54] 张东来, 郭树平. 工业原料林研究现状及技术发展趋势[J]. 森林工程, 2012, 28(6): 8-10, 14.
- [55] 张东来, 王刚. 黑龙江省发展工业原料林的优势、存在问题及建议[J]. 林业科技, 2017, 42(5): 56-58.
- [56] 狄文彬, 郑小贤. 东北过伐林椴树生长过程与生长模型的研究[J]. 江西林业科技, 2006(1): 3-4, 9.
- [57] 徐永吉, 李大纲, 张耀丽. 意大利杨作铅笔用材的材性分析[J]. 中国木材, 1993(4): 23-24.
- [58] 王桂岩. 毛白杨木材用做铅笔材的展望[J]. 山东林业科技, 1991(2): 64-66.
- [59] 魏新莉, 刘君. 热处理对杨木铅笔板材材性的影响[J]. 林业机械与木工设备, 2010, 38(7): 18-20.
- [60] 肖飞, 饶文彬, 魏娟, 等. 软化处理对杨木刨切单板性能的影响[J]. 林业科技开发, 2013, 27(4): 69-72.
- [61] 唐金, 卢磊, 刘君, 等. 伊犁河谷铅笔工业原料林丰产栽培技术及生长节律研究[J]. 黑龙江农业科学, 2015(12): 109-111.
- [62] 柳昌发, 赵峰娟, 吴青. 打造中国铅笔第一镇[J]. 浙江经济, 2013(21): 52-52.
- [63] 中国制笔协会. 铅笔总产量占全国总量的 20% 以上, 庆元铅笔产业的“国字号”之旅[EB/OL]. 2017-09-09. http://www.china-writing.com.cn/Z_Show.aspx?type=25842.
- [64] 中国网财经. 庆元年产铅笔 60 多亿支将打造“全球铅笔制造之都”[EB/OL]. 2018-11-15. https://www.sohu.com/a/275772418_180249.