

沉香属植物研究进展

田耀华*, 原慧芳, 倪书邦, 李国华

(云南省热带作物科学研究所, 云南 景洪 666100)

摘要: 对土沉香的植物形态、生态学特性、迁地保护措施、沉香形成机理、造香、采收和加工分级进行了综述。通过分析其药用价值、园林绿化、香精等方面的开发利用价值, 认为土沉香作为乡土树种, 不仅经济和观赏价值较高, 而且适应性强、繁殖简单、栽培容易、病虫害少, 可大力推广种植土沉香。

关键词: 土沉香; 迁地保护; 开发利用

中图分类号: Q949.761.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2009)01-0098-07

Advances in Studies on Endangered *Aquilaria* Plant

TIAN Yao-hua*, YUAN Hui-fang, NI Shu-bang, LI Guo-hua

(Yunnan Institute of Tropical Crops, Jinhong 666100, China)

Abstract: The biological and ecological characteristics and *ex-situ* conservation technique of *Aquilaria sinensis* were reviewed, as well as the formation mechanism, production, harvesting, processing and classification of Agarwood. The development and utilization values of *A. sinensis*, such as aspects of medicine, landscaping, essence oil, were discussed. *A. sinensis* is a local tree species it has high economical and ornamental value characterized by strong adaptability, simple propagation, easily cultivation, and less diseases and insect pests. So *ex-situ* conservation of *A. sinensis* is important, and it is suitable for extension and cultivation.

Key words: *Aquilaria sinensis*; *Ex-situ* conservation; Development and utilization

中药沉香(*Aquilaria Resin*、Aloeswood、Agarwood 或 Eaglewood)是中国、日本、印度、东南亚以及中东国家传统名贵的药材和天然香料^[1-2]。沉香独有一种龙涎香与檀香混合的香味, 这种混合香味目前仍无法人工合成, 因而更显得其稀有珍贵^[3]。市场上的沉香产品可能来自于瑞香科(Thymelaeaceae)沉香属(*Aquilaria*)植物^[1]。也有报道瑞香科其它 4 属(*Aetoxylon*、*Gyrinops*、*Phaleria* 和 *Gonystylus*)植物也可能产沉香^[4]。从南亚次大陆的东北部到印度尼西亚群岛、巴布亚新几内亚群岛, 分布着至少 20 余种的沉香属植物, 都可以产沉香^[5-7], 由于从外表难以辨认种类, 国际上已经将沉香属全部种列入管制(国际濒危野生动植物种贸易公约 CITES), 以利保护。

土沉香(*Aquilaria sinensis* (Lour.) G), 英文名 Incense Tree, 又称香材(海南)、白木香(广州、云南

双江、思茅)、牙香树、女儿香(广东), 栈香(本草纲目拾遗)、青桂香、崖香、莞香(广东), 是我国生产中药沉香的唯一植物资源, 为我国特有的珍贵药用植物^[8-11]。我国的土沉香资源十分丰富, 历史上就有过“交干连枝, 岗岭相接, 千里不绝”的记载, 而且国产沉香品质优良, 又有“冠绝天下”的美称^[3]。但近年来, 由于土沉香自然繁殖率低、生存环境破坏、虫害及人为掠夺式砍伐等原因, 土沉香资源遭到严重破坏, 现仅有零星散生的残存植株^[12]。土沉香 1987 年被列为国家珍稀濒危三级保护植物; 1992 年《中国植物红皮书》指出, 由于人们任意采集树脂入药, 严重破坏, 土沉香数目剧减, 属易危品种^[13]; 1999 年成为国家二级重点保护野生植物^[14]; 《2000 年世界自然保护联盟受威胁植物红色名录》(2000 IUCN Red List of Threatened Plants)把土沉香

列为易危植物,指出白木香“只在云南景洪、广东(包括海南岛)及广西等地可见”(即中国特有),“主要在海拔400 m以内的半常绿季风雨林找到”。

在保护好这一珍贵的野生植物资源的同时,如何对其进行科学、合理的开发利用值得进一步的研究^[1,3]。沉香的药用已有悠久的历史,近年来,国产沉香在化学、药理上的研究以挥发油为主,但仍不够深入,也没有比较系统的文献报道。有人发现国产沉香与进口沉香的挥发油组成有差别,故认为其药效也应有所差别^[5]。因此,应当进一步对国产沉香进行深入系统的研究,以阐明其药效的物质基础;研究土沉香药材栽培种植技术,以提高药材质量,阐明国产沉香与进口沉香药效差别,以筛选出最佳品种。本文对土沉香的植物形态、生态学特性、迁地保护措施、沉香形成机理,造香、采收和加工分级进行了综述,为合理开发利用土沉香资源提供参考。

1 植物形态

土沉香(*A. sinensis*)为常绿乔木,高5~15 m。树皮暗灰色,几平滑,纤维坚韧。小枝圆柱形,具纵纹,幼时疏被柔毛,后逐渐脱落,无毛或近无毛。叶革质,圆形、椭圆形至长圆形,有时近倒卵形,长5~9 cm,宽2.8~6 cm,先端锐尖或急尖而具短尖头,基部宽楔形,上面暗绿色或紫绿色,光亮,下面淡绿色,两面均无毛,侧脉每边15~20 cm,在下面更明显,小脉纤细,近平行,不明显,边缘有时被稀疏的柔毛,叶柄长约5~7 mm,被毛。花芳香,黄绿色,多朵,组成伞形花序,顶生或腋生,花梗长5~6 mm,密被黄灰色短柔毛;萼筒浅钟状,长5~6 mm,两面均密被短柔毛,5裂,裂片卵形长4~5 mm,先端圆钝或急尖,两面被短柔毛,花瓣10枚,鳞片状,着生于花萼筒喉部,密被毛,雄蕊10,排成1轮,花丝长约1 mm,花药长圆形,长约4 mm,子房卵形,密被灰白色毛,2室,每室1胚珠,花柱极短或无,柱头头状。蒴果果梗短,卵球形,幼时绿色,长2~3 cm,直径约2 cm,顶端具短尖头,基部渐狭,密被黄色短柔毛,熟时2瓣裂,2室,每室具有1种子,种子褐色,卵球形,长约1 cm,宽约5.5 mm,疏被柔毛,基部具有长约1.5 cm的附属体,上端宽扁,宽约4 mm,下端成柄状。土沉香与*A. crassna*、*A. malaccensis*等种最大不同在于叶质、朔果形状与果皮被特有的黄色短柔毛^[10]。

同属的云南沉香(*A. yunnanensis*)又名外弦顺(傣语),小乔木,与土沉香相似,但果皮干时缢缩,被黄灰色毛,种子卵形,密被锈色绒毛,先端钝,基部附属体与种子等长,约为0.8~1 cm而不同。与*A. malaccensis*极相似,唯果萼直立,较大,果较小,外面被灰黄色绒毛,果皮干时缢缩;种子密被锈色绒毛,先端钝几无喙而不同。分布于云南西双版纳及临沧海拔1 200 m的杂木林下或沟谷疏林中(中山常绿阔叶林)。中文名称易混淆的还有大戟科海漆属或称土沉香属植物(灌木):兰屿土沉香、云南土沉香、狭叶土沉香、草沉香和台湾土沉香等^[10,16-17]。

土沉香木材结构特征:横切面木射线宽1~2列细胞,高4~15个细胞,细胞呈径向延长,直径约20~30 μm ,壁非木化至微木化,有的具壁孔,含少量棕色树脂状物质,大多数10个成群,也有少数围在导管四周;木纤维细长,呈多角形,壁不甚厚,木化;导管呈圆多角形至类方形,往往2个相集成群,偶有单个散在,有的导管中充满树脂状物质,导管节长短不一,具缘纹孔^[3,5]。

2 生态学特性

土沉香在年均温19~25 $^{\circ}\text{C}$,1月温度13~20 $^{\circ}\text{C}$,7月均温28 $^{\circ}\text{C}$ 以上,年降雨量1 500~2 400 mm,相对湿度80%~88%的环境下,生长发育良好,极端最低温偶可达-1.8 $^{\circ}\text{C}$,冬季短暂的低温霜冻也能适应。在比较湿润的环境下,土沉香高、粗生长较快,而在干旱瘦瘠的坡上,长势较差,但结香的质量好。土沉香为弱阳性树种,其幼苗、幼龄期比较耐荫,不耐曝晒,在日照较短的高山环境,或在山腰密林中均适宜生长,但荫蔽也不能过大,一般以40%~50%为宜。而成龄期则喜光,须有充足的光照,才能正常开花结果,种子饱满精壮;也只有充足的光照条件下,才能促进结香,结高质量的香^[3,12]。

土沉香对土壤要求不严,在酸性的砂质壤土、山地黄壤土和红壤土中均能生长。野生状态下,在瘠薄的黏土中,生长慢些,长势差些,但易于结香,香味浓,油脂多,质量佳。而在土层深厚、肥沃的条件下,木材和皮部组织疏松,分泌树脂少,结的香极少,质量差。据调查,沉香形成与沉香树所生长的土质和砂石有关,生长于石片或沙石形成的黄褐色含铁土壤的沉香树,聚脂形成的沉香可达到商业标准级,经济价值比生长于花岗石形成的黄赤色含铁

土壤的树高。通常,生长于陡度大、土壤中含石量比例较高的沉香树,能取到的沉香树脂数量多,反之就少^[5,17]。

土沉香种子属顽拗性种子,含油量高达70%,及时播种发芽率可达80%以上,晒干或久放都会影响发芽力。如不能及时播种,可与干砂混合贮放于瓦盆内31 d,可保持40%以上的出苗率,贮藏41 d则完全丧失生活力。在苗床温度27~29℃时,播后11~16 d便开始出苗。

土沉香主根发达,幼苗分枝为二叉状。种植3 a开始开花结果。开花期为3~4月,果熟期为6~8月。株高在定植5~10 a增长较慢,15~30 a株高平均年增长量达90 cm,通常年增长量为40~50 cm。胸径在5 a以前增长稍慢,以后年增长达1 cm。

3 迁地保护

3.1 分布

土沉香主要分布于北回归线附近及其以南高温、多雨、湿润的热带和南亚热带季风区,包括广东(增城、清远、高要、阳春、化州、廉江、东莞)、海南(文昌、琼海、临高、定安、儋县、东方、乐东、琼中、保亭、陵水、崖县)、广西(陆川、崇左、北流、博白、浦北、灵山、合浦、防城)、福建、贵州、台湾、香港及云南景洪等地。一般生长于海拔400 m以下(在海南可达1 000 m)的山地雨林、半常绿季雨林、丘陵以及路边阳处疏林中。常与托盘青冈(*Quercus patelliformis*)、黄桐(*Endospermum chinense*)、橄榄(*Canarium album*)、水石梓(*Sarcosperma laurinum*)等混生^[8,10,16-17]。

3.2 繁殖方法

种子繁殖 从5~15 a以上的母树上采集种子。一般在6~8月,当果实由青绿转黄白,种子呈棕褐色时,连果枝一并采下。采回的果枝放在通风处阴干2~3 d,不能日晒,果壳开裂,种子自行脱出。最好及时播种育苗,否则要妥善贮藏。一般采用砂藏,以1份种子与3份湿砂混匀,于通风、低湿处贮藏,但不可超过7~10 d。

播种宜条播或撒播。按行距15~20 cm在苗床上开浅沟播种,或将种子均匀撒在苗床上,覆盖1 cm厚的火烧土或细砂,以不见种子为度,畦面再盖草,淋水保湿。若无天然荫蔽,则应搭棚,保持50%~60%透光度。种子千粒重176.5 g,每亩播

种5 kg,约45 000粒,可培育1.2~1.3万株壮苗。当幼苗长出2~3对真叶,苗高10 cm时,于阴雨天或晴天下午将苗移至大号营养袋中,营养土配方为表土加少量河砂、牛粪及过磷酸钙。

组织培养 叶勤法等用当年生嫩枝的叶片和茎段诱导愈伤组织,并分化出丛芽^[18]。兰芹英等研究了土沉香成熟胚的胚轴和子叶的愈伤组织诱导率、分化及幼苗的生长^[19]。徐强兴等利用土沉香幼芽茎段进行组培快繁,结果表明:MS+BA 0.2 mg L⁻¹培养基比较适合芽的诱导培养;连续在1/2MS+BA 0.1 mg L⁻¹培养基中培养的丛生芽,增殖率高,且玻璃芽率低;间接生根法培养的生根效果较好,其中以在1/2 MS+NAA 5.0 mg L⁻¹上培养2 d后移至1/2MS上培养的试管苗生根率最高;试管苗移植于椰壳基质中,成活率可达73.2%。在土沉香的组培快繁中,适当降低无机盐的浓度可有效地降低玻璃化率,明显提高增殖率和芽的质量。同时,木本植物的组培苗往往较难生根,间接生根法可能是木本植物生根的一种合适途径^[20]。何旭君等用沉香树种子苗优株枝段作为外植体,认为不定芽诱导培养基为1/2MS+6BA 0.2 mg L⁻¹+NAA 0.01 mg L⁻¹;芽的继代增殖培养基为2/3MS+6BA 0.2 mg L⁻¹+LH 2 mg L⁻¹;生根培养基为1/3MS+NAA 0.2 mg L⁻¹;移栽基质以泥炭土:河沙(2:1)较好^[21]。组培快繁技术将有利于这种珍稀濒危植物的保护和利用。

3.3 定植

土沉香适应能力较强,对土壤要求不严,海拔800~1 000 m避风向阳的缓坡、丘陵,pH值4.5~6.5的土壤或山地黄壤均可栽植。植地要深翻,按株行距2 m×3 m挖穴,每亩种植110株左右。穴的规格为50 cm×50 cm×40 cm,每穴施20 kg基肥,覆土待植。

栽植时间以立春为宜,气温稳定回升时就要移苗定植。由于幼苗侧根较少,裸根苗栽植时,起苗应尽量多带宿土。植前应将幼苗下部的侧枝及叶片剪去,只保留上部部分叶片,并将叶片剪去一半;修剪过长的主侧根,蘸上鲜牛粪黄泥浆;营养袋育苗的宜撕裂塑料袋。栽植时苗要正,根要舒展,分层填土、压实、踩紧,淋足定根水,最后覆层松土。成活率可达95%。

3.4 田间管理

苗期管理 土沉香种子发芽迅速,出土幼苗

又耐旱, 移苗后要早晚淋水1次, 保持土壤湿润。如无天然荫蔽应搭棚遮荫。每年5~8月间, 每月除草1次, 防止杂草盖住小苗。适当修剪分枝以促使主干生长。苗高15 cm后, 每2个月施稀粪尿水1次, 以后随苗木生长适当加大浓度。育苗1~1.5 a的袋育苗高50~80 cm、裸根苗高1 m以上即可出圃定植。

定植后的管理 定植初期视天气情况及时淋水。幼龄期每1~2个月除草松土1次, 并在穴周围盖草。每年施肥2~3次, 旱季薄施人畜粪水或硫酸铵、尿素兑水。雨季穴周开沟施有机肥掺过磷酸钙, 成龄树开沟增施有机肥和绿肥。为利于主干挺直及人工接菌结香, 须修除茎干下部侧枝、病弱和过密的枝条。缺苗要及时补种。

成龄后的常规管理 土沉香栽后每年要进行松土除草2次, 将清除的杂草铺盖根际周围, 逐年逐次翻埋入土, 增加有机质。每年最少施肥1次, 以2~3月间春梢萌动前, 施入人畜粪尿水, 可以促进抽梢、发芽, 加速生长。有条件的地方, 在9~10月施入附属有机肥, 并把杂草翻埋, 这时要进行沟施, 随着树龄增大, 施肥量也要相应增加。土沉香是以主干结香的树种, 所以要促进主干的生长, 有利结香, 一定要适时修剪, 把下部的分枝、病虫枝、过密枝剪去。

病虫害的防治 幼苗枯萎病发生于苗床, 致幼苗枯萎死亡。老苗床、排水不良、种植密集易发病, 在种植前消毒苗床、合理密植; 发病初期及时拔除病株并使用70%敌克松1 000~1 500倍液、50%多菌灵800倍液淋土壤2~3次, 每次间隔7~10 d。炭疽病危害叶片, 初为褐色小点, 后扩展呈圆形、椭圆形至不规则斑, 有些病斑呈轮纹状, 严重时叶片脱落, 阴雨潮湿、露水大时病害易发生, 发病初期可喷80%炭疽福美600~700倍液或75%百菌清400~600倍液2~3次, 每次间隔7~10 d。卷叶虫每年夏秋季发生, 幼虫吐丝将叶片卷起, 并躲藏在内蛀食叶肉, 减弱光合作用, 影响正常生长, 可人工灭杀, 发现卷叶及时剪除并焚埋; 或在害虫卷叶前或卵孵初期, 用25%杀虫脒500倍液或80%敌敌畏800~1 000倍液进行喷洒, 5~7 d喷1次, 连用2~3次。天牛幼虫从茎基部, 树头蛀入, 咬食木质部, 受害严重时植株枯死, 可人工捕杀幼虫及卵块; 发现蛀孔时注入80%敌敌畏800~1 000倍液, 再用黄泥封口。金龟子在抽梢和花期危害嫩

芽、嫩梢、花朵, 可人工捕杀或喷洒80%敌敌畏1 000倍液防治。

4 沉香形成机理

一般认为沉香的形成是由于树干损伤后被真菌侵入寄生, 在菌体内酶的作用下, 使木薄壁细胞贮存的淀粉发生一系列变化, 形成香脂, 经多年沉积而得。目前研究焦点集中于以下3点: 病理学、创伤/病理学与非病理学。

沉香的形成, 通常认为与真菌的侵染有关^[22-23], Bose认为沉香形成与曲霉(*Aspergillus* sp.)、可可球二孢菌(*Botryodiplodia theobromae*)、镰刀菌(*Fusarium* sp.)、毛霉(*Mucor* sp.)、青霉(*Penicillium* sp.)、*Rhizopliis* sp.、*Sphanopus* sp.、*Tolura* sp.、木霉(*Trichoderma* sp.)等有关^[24]。球毛壳菌(*Chaetomium globosum*)、尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)和裂褶菌(*Schizophyllum* sp.)也与沉香形成有关^[2,25-27]。

有些研究认为创伤是沉香形成的主要原因, 而真菌侵染是次要作用。Dass报道*A. malaccensis*总是在有创伤时才能形成沉香, 而健康树体没有沉香形成^[28]。Rahman与Basak从*A. malaccensis*木块分离真菌, 并将真菌接种, 结果表明沉香形成是由开放性伤口引起, 并非由特定活性真菌而产生^[29]。

生物受到外界侵染, 都会自动产生防御机制。沉香形成, 也可能是对创伤的防卫性反应。Nobuchi与Siriatanadilok认为沉香木创伤后的沉香形成过程中, 有两个明显的生理变化阶段: 第一阶段是树体受伤后, 其薄壁组织细胞内淀粉减少直至消失; 第二阶段是在淀粉粒消失后, 会有显著的液胞化现象, 并出现褐色小滴状物。在液胞化的过程中, 发现空胞转化成为耐高渗透压状态, 与沉香形成有密切的关系, 在此过程中未发现任何真菌或菌丝。因此有待进一步研究真菌和创伤在沉香形成过程中的作用^[25]。

5 土沉香的造香技术

土沉香种植6~7 a后, 胸径15 cm时即可人工造香。一般认为树龄愈大, 树脂凝结时间愈长, 取香质量愈好。人工造香就是人为使木材受伤, 促进真菌侵入^[3,30]。造香方法有多种^[3], 目前常用的几种造香技术如下:

5.1 砍伤法

通常选择8~10 a或10 a以上、树干直径30 cm左右的植株,在距地面1.5~2 m处,顺砍几刀,刀与刀之间的距离,约30~40 cm,伤口深约3~4 cm。一段时间后,伤口附近的木质部会分泌油脂类物质,数年后逐渐变成黑棕色,这便是沉香,时间越长越好。取香后造成的伤口,仍有可能继续结香。

5.2 半断干法

在离树干基部1~2 m处的树干上锯一伤口,深度可达干粗1/3~1/4,可在同一方向不同高度锯几个伤口,伤口之间的距离为30~40 cm,伤口宽约3~4 cm,俗称“开香门”。伤口处也能结香,数年后可在伤口处取香,取香后香门仍有可能继续结香。

5.3 化学法

用甲酸、硫酸、乙烯利处理伤口,可刺激伤口,采收后再用药物处理,仍可能继续结香。

5.4 人工接种结香法

在大树上用锯或凿在树干的同一边,从上到下每隔40~50 cm开一香门,香门长为树干粗的一半,深度为树干粗的一半,宽为1 cm。如果是小树,则每隔15 cm钻一个洞,从树干一面穿向对面,以不穿透为准。开凿香门后,天气干燥时用冷水淋湿伤口,随即将菌种塞满香门,用塑料薄膜包扎封口,以防杂菌的污染或昆虫、蚂蚁的危害,又可保湿以利菌种繁殖。当上下伤口都结香而相连接,大约4 a后整株砍下可采到二级沉香。

5.5 凿洞法

在距树干基部50 cm直至树顶上端枝条全面打洞,亦叫“开香门”。其圆形小洞口直径1~1.5 cm,洞口相距7 cm,上下洞口相距15 cm。全面打洞后,必须砍掉枝条一部分,防止风倒。为使树脂分泌得快,还要采取物理化学处理或菌种接种。经过打洞处理后,土沉香树生长分泌油脂,时间越长,油脂越厚。定洞两年后,土沉香树的生长细胞把洞口密封,变为内包香,洞内油脂分泌更厚,3~5 a油脂厚度可达到沉水。数年后,就可将全树倒放,按照左右上下洞口距离中间线,用锯分开,成为一条条油格空心木条,再用小刀雕去白木,留黑色树脂部分即可。

6 土沉香的采收与加工

如何判断一株树是否结香呢?首先是看树干有无伤口、腐朽、残枝、断干或雷劈;其次是看树的外貌和长相。在正常情况下,出现枝叶生长枯黄、不旺,局部枯死等现象,大多数可以断定已经有香。所以民间流传“有伤疤就有香,有虫蚁就有香”的说法。

采收沉香一年四季都可进行,但是人工接菌结香以春季采收为宜,以便采收后有利菌种继续生长。具体采收加工方法:选取凝结黑褐色、带有芳香性树脂的树干,或树根(如果树干结香后,一直延伸到树根,说明产量高、质量好),把结香的树干砍回来,根也挖回来,用具有半圆开形刀口的小凿和刻刀雕挖,剔除不含香脂的白色轻抚木质和腐朽木质,留下黑色坚硬木质。然后再加工成块状、片状,或小块状,放室内阴干。加工后的沉香多呈不规则块状、片状或盂状,一般长约7~30 cm,宽约1.5~10 cm,但也有长于1 m的珍品。

7 国产沉香的商业前景

7.1 市场供求

长期以来,由于野生土沉香遭受自然灾害和人为乱砍乱采滥伐,野生资源已日趋枯竭,市场日益紧缺,出现供不应求的局面。广东、广西、海南三地曾是我国沉香的主要产区。近年来,由于广东、广西两省区实行封山育林,野生沉香资源利用受到限制,海南野生沉香资源受到自然灾害和人为破坏,沉香产量逐年锐减。货源紧缺,导致其价格不断上升。目前,沉香片或沉香块国际成交价从最差品质价值的十几美元到8 000美元,极品达10 000美元以上,蒸馏得到的沉香油每公升价格在5 000~20 000美元之间,如果是质量更好的沉香油,价格更高^[1-2]。因此积极发展土沉香种植生产,开发沉香产业是解决沉香资源紧缺,减少进口,扩大出口创汇的有效途径。

7.2 药用价值

沉香是《中国药典》收录的药物。性味辛、苦,微温,具有行气止痛、温中止呕、纳气平喘之功。用于胸腹胀闷疼痛,胃寒呕吐呃逆,肾虚气逆喘急。沉香挥发油含量较高,具有浓郁的香气,是沉香挥发性药效的主要成分,其挥发油的含量直接与药材

的质量相关。应用气相色谱与质谱联用技术从中药沉香中分离并鉴定的主要成分包括倍半萜、芳香族化合物和脂肪酸,其含量占挥发油总量的80%以上^[31-33]。药理学研究发现,沉香提取物对中枢神经系统具有抑制活性和抗痉挛作用;沉香水煮液对肠平滑肌具有直接解痉作用;沉香苯提取物可降低环戊巴比妥睡眠小鼠直肠温度,可能与中枢抑制有关。提取物苍术醇是沉香螺旋醇的差向异构体,具有抗胃溃疡、提高大脑血液循环和新陈代谢等活性;圆柚酮也具有抗胃溃疡等多种活性;沉香螺旋醇具有氯丙嗪样的安定作用; α -沉香呋喃具有轻度的中枢镇静与催眠活性;白木香酸和缬草烯酸具有一定的催眠麻醉和镇痛作用^[31-33]。近年的研究还发现沉香具有明显的抗癌作用,或可研制抗癌药物^[34]。从沉香中开发新药已成为中药药业的新课题。

7.3 园林绿化

土沉香树形美观,树姿优雅,枝繁叶茂,四季常绿,是一种观赏价值很高的园林绿化树种。叶片深绿而有亮泽,花香怡人,尤其是枝干,幼树分枝呈两叉状造成主干低矮不明显,天然形成一木多干的奇特景观,果实也极富观赏价值,成熟时宛如一盏盏青翠欲滴的桃状小灯笼,挂满枝梢,摇摇欲坠;蒴果成熟开裂后有一白色丝状物将黑褐色的种子与果瓣相连,随风飘转,妙趣横生。

7.4 衍生商品

土沉香制作的工艺品有很强的市场竞争力。其树皮纤维柔韧、白细,是制作打字蜡纸、钞票纸等高级纸张和人造棉的优良原料。树皮、沉香花具芳香,可采收制浸膏用于配制香精。香水工业界,一般均以次级品之沉香木提炼成精华的油脂抽出物;最近又将用途扩大作为香水、肥皂及洗发精^[2,26]。土沉香叶含有人体必需生命元素,如钙、锌、铁、锰和维生素等。种子富含油脂,出油率56.6%,也可用于保健食品或制造肥皂、润发油和鞣皮革用油等,油粕还是很好的肥料。土沉香种植3~5 a后,就可以采收树叶、种子加工沉香茶、沉香籽油等保健食品系列产品^[35]。

综上所述,从市场供求、园林绿化、开发新药、保健品、制作工艺等方面分析,土沉香具有极高的经济价值和较高的观赏价值。作为乡土树种,土沉香适应性强、繁殖简单、栽培容易、病虫害少。大

力推广种植土沉香,有利于保护生态环境,合理开发和利用这种珍稀濒危植物资源。

参考文献

- [1] Barden A, Awang A N, Mulliken T, et al. Heart of the Matter: Agarwood Use and Trade and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis* [C]. Cambridge, UK: TRAFFIC International, 2000: 1-60.
- [2] Chakrabarty K, Kumar A, Menon V. Trade in agarwood [C]// Barden A, Awang A N, Mulliken T, et al. Heart of the Matter: Agarwood Use and Trade and CITES Implementation for *Aquilaria malaccensis*. Cambridge, UK: TRAFFIC International, 2000: 5-7.
- [3] 汪科元. 中药瑰宝—沉香 [M]. 广州: 南方日报出版社, 2005: 1-17.
- [4] Eurlings M C M, Gravendeel B. *TrnL-trnF* sequence data imply paraphyly of *Aquilaria* and *Gyrinops* (Thymelaeaceae) and provide new perspectives for agarwood identification [J]. *Plant System Evol*, 2005, 254: 1-12.
- [5] Santisuk T. Taxonomy, geography and ecology of *Aquilaria* Lamk. (Thymelaeaceae: Aquilarioideae) in continental Asia [C]. Second International Agarwood Conference March 5 ~ 6, Bangkok, Thailand. 2007. http://www.qsbg.org/Info_Plant/Aquilaria/Aquilaria2007May23.pdf.
- [6] Le C K, Keßler P J A. and Eurlings M. A new species of *Aquilaria* (Thymelaeaceae) from Vietnam [J]. *J Plant Taxon Geogr*, 2005, 50: 135-141.
- [7] Oyen L P A, Nguyen X D. Plant Resources of Southeast-East Asia No. 19. Essential-oil Plants [M]. Bogor, Indonesia: PROSEA, 1999. <http://www.cites.org/eng/cop/13/prop/E13-P49.pdf>
- [8] Fu L G(傅立国), Chen T Q(陈潭清), Lang K Y(郎楷永), et al. China Higher Plants: Seventh Volume [M]. Qingdao: Qingdao Press, 2001: 514-515. (in Chinese)
- [9] Fu L G(傅立国), Jin J M(金黎明). China Plant Red Data Book [M]. Beijing: Science Press, 1992: 670-671. (in Chinese)
- [10] Li Z Y(李振宇). China Flora 52(1) [M]. Beijing: Science Press, 1999: 290-292. (in Chinese)
- [11] 中国科学院北京植物研究所. 中国高等植物图鉴(第二册) [M]. 北京: 科学出版社, 1972: 948.
- [12] Ye G L(叶国梁), Li C Z(黎存至). The nationally rare and endangered plant, *Aquilaria sinensis*: its status in Hong Kong [J]. *Hong Kong Biodiver*(香港物种探索), 2004, 7: 14-16. (in Chinese)
- [13] China National Environmental Protection Agency(中国国家环保总局), Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences(中国科学院北京植物所). China Plant Red Data Book — Rare and Endangered Plants [M]. Beijing: Science Press, 1992: 670. (in Chinese)
- [14] The State Council, People's Republic of China(中华人民共和国国务院). List of Wild Plants Under State Protection [S]. Beijing: The State Council, People's Republic of China, 1999. (in Chinese)
- [15] 吕浩然, 陈代贤, 郭月秋. 沉香真伪质量的考查 [J]. *中国实用医药*, 2007, 2: 127-128.

- [16] 冯至舟, 杨绍增, 王达明. 云南珍稀树木 [M]. 北京: 中国世界语出版社, 1998: 174.
- [17] 云南省林业厅, 云南省林业科学院, 国家林业局云南珍稀濒危森林植物保护和繁育实验室. 云南国家重点保护野生植物 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 2005: 302.
- [18] Ye Q F (叶勤法), Qi S Y (戚树源), Lin L D (林立东). Plant regeneration from stem and leaf calluses of *Aquilaria sinensis* [J]. *J Trop Subtrop Bot*(热带亚热带植物学报), 1998, 6(2): 172–176. (in Chinese).
- [19] Lan Q Y (兰芹英), Fang C Y (方春妍), He H Y (何惠英), et al. Mature embryo culture and plantlet regeneration of the *Aquilaria sinensis* [J]. *J Guangxi Agri Biol Sci*(广西农业生物科学), 2001, 20(3): 231–232. (in Chinese)
- [20] 徐强兴, 吴妃华, 周立赖. 土沉香的组培快繁技术研究 [J]. *广东农业科学*, 2006(8): 44–46.
- [21] 何旭君, 蔡乙东, 陈永镇, 等. 沉香树组织培养快速繁殖技术研究 [J]. *林业建设*, 2006(4): 10–12.
- [22] Bose S R. Enzymes of wood-rotting fungi [J]. *Ergeb Enzymforsch*, 1939, 8: 267–276.
- [23] Gibson I A S. The role of fungi in the origin of oleoresin deposits (Agaru) in the wood of *Aquilaria agallocha* (Roxb.) [J]. *Banogyn Patrika*, 1977, 6(1): 16–26.
- [24] Bose S R. The Nature of agar formation [J]. *Sci Cult*, 1934, 4(2): 89–91.
- [25] Nobuchi T, Somkid S. Preliminary observation of *Aquilaria crassna* wood associated with the formation of aloeswood bult [J]. *Kyoto Univ Forests*, 1991, 63: 226–235.
- [26] Ng L T, Chang Y S, Kadir A A. A review on agar (gaharu) producing *Aquilaria* species [J]. *J Trop For Product*, 1997, 2(2): 272–285.
- [27] Tamuli P, Boruah P, Samanta R. Biochemical changes in agarwood tree (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) during pathogenesis [J]. *J Spices Aromat Crops*, 2004, 13: 87–91.
- [28] Dass D K. The agar industry in Pakistan [J]. *J For*, 1963, 13(2): 194–197.
- [29] Rahman M A, Basak A C. Agar production in agar trees by artificial inoculation and wounding [J]. *Banogyn Patrika*, 1980, 9(1/2): 97–98.
- [30] Iu K C. The cultivation of the “Incense Tree” (*Aquilaria sinensis*) [J]. *J Hong Kong Branch Roy Asiat Soc*, 1983, 23: 247–249.
- [31] 杨友宝, 宁德山. 中药沉香挥发油成分分析 [J]. *湖南中医杂志*, 2004, 20(5): 48–49.
- [32] Mei W L (梅文莉), Zeng Y B (曾艳波), Liu J (刘俊), et al. GC-MS analysis of volatile constituents from five different kinds of Chinese eaglewood [J]. *J Chin Med Mat*(中药材), 2007, 30(5): 551–555. (in Chinese).
- [33] Yang J S (杨峻山). Review of the chemical constituents isolated from Chen-xiang [J]. *Nat Prod Res Develop*(天然产物研究与开发), 1998, 10(1): 99–103. (in Chinese)
- [34] Gunasekera S P, Kinghorn A D, Cordell G A, et al. Plant anticancer agents. XIX. Constituents of *Aquilaria malaccensis* [J]. *J Nat Prod*, 1981, 44(5): 569–572.
- [35] Soehartono T, Newton A C. Conservation and sustainable use of tropical trees in the genus *Aquilaria*. I. Status and distribution in Indonesia [J]. *Biol Conserv*, 2000, 96: 83–94.