

降香黄檀木材识别技术研究进展

董晓娜, 陈飞飞, 林玲, 黄川腾, 张一民, 刘斌

(海南省林业科学研究院 海南省红树林研究院, 海南 海口, 571100)

摘要: 降香黄檀 *Dalbergia odorifera* 是中国特有珍贵用材树种, 具有重要的经济和生态价值。文章对目前国内降香黄檀木材识别方面的研究进行了归纳, 包括传统木材识别方法、色谱法/色谱-质谱联用识别方法、红外光谱识别方法和 DNA 识别方法, 针对降香黄檀木材、家具鉴定, 笔者仍推荐采用传统识别方法, 降香黄檀木材独有的降香气味是鉴别降香黄檀最大的识别特征。对于冒充降香黄檀的鹊肾树 *Streblus asper*、紫油木 *Pistacia weinmannifolia*、破布木 *Cordia* sp.、古夷苏木 *Guibourtia* sp.、螺穗木 *Spirostachys africana*、越南香枝木(多裂黄檀) *Dalbergia rimosa*、海南黄檀 *Dalbergia hainanensis* 等木材, 可通过宏观构造鉴别; 降真香 *Dalbergia benthamii*、大果紫檀 *Pterocarpus macrocarpus* 瘤瘤木材、伯利兹黄檀 *Dalbergia stevensonii*、刺猬紫檀 *Pterocarpus echinatus*、印度黄檀 *Dalbergia sissoo*、黄檀 *Dalbergia hupeana* 可利用化学成分差异, 通过特征峰差异来区别; 对于多裂黄檀、越南黄檀 *Dalbergia tonkinensis*, 可通过 DNA 提取方法区分。

关键词: 降香黄檀; 木材识别; 识别方法

中图分类号: S781.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2022)03-0112-07

Research Progress on Identification Techniques of *Dalbergia odorifera* Wood

DONG Xiao-na, CHEN Fei-fei, Lin Ling, HUANG Chun-teng, ZHANG Yi-min, LIU Bin

(Hainan Academy of Mangrove, Hainan Academy of Forestry, Haikou 571100, China)

Abstract: Reviews were made on researches on identification of *Dalbergia odorifera* wood, including traditional methods, chromatography/chromatography-mass spectrometry methods, infrared spectrum methods and DNA methods. The special odour of *D. odorifera* wood is the most important property for traditional method identification, which was recommended. While identification by chromatography/chromatography-mass spectrometry, infrared spectrum showed that the wood *D. benthamii*, *Pterocarpus macrocarpus*, *D. stevensonii*, *Pt. echinatus*, *D. sissoo* and *Dalbergia hupeana* could be distinguished by differences in chemical components and characteristic peaks. For *D. tonkinensis*, DNA extraction could be identified.

Key words: *Dalbergia odorifera*; wood identification; identification method

降香黄檀 *Dalbergia odorifera* 为豆科 Leguminosae 黄檀属 *Dalbergia* 乔木, 我国特有珍贵用材树种, 国家二级保护植物, 海南 5 种特类材树种之一, 海南省省树^[1]。降香黄檀木材名称为香枝木, 是我国红木标准(GB/T 18107—2017) 5 属 8 类 29 种红木之一, 商品名黄花梨、香枝木, 市场不规则名称有花梨(黎)、老花梨(黎)、花梨(黎)母、降香、香红木、海南黄花梨(黎)等^[2]。

收稿日期: 2022-01-10; 修回日期: 2022-04-10

基金项目: 海南省省属科研院所技术创新专项基础性科研工作(jcxk2020003)——热带珍贵用材树种材性分析与识别; 海南省院士工作站(林业)资助

作者简介: 董晓娜, 林业高级工程师, 从事木材鉴定、热带植物培育研究; E-mail: 893035656@qq.com。

降香黄檀材质坚硬、纹理交错、结构细致,心材和边材区别明显,心材硬,重至极重,干燥后不开裂,不变形,极耐腐,随着时间的推移,还可以形成自然包浆,色泽艳丽^[3]。降香黄檀心材适于制作名贵家具、装饰、镶嵌乐器、精美的工艺品等,在我国明清时期就开始盛行^[4-6]。除此之外,降香黄檀的心材还可以入药,具有行气活血、止痢、止血的功效,还具有抗氧化、抑制中枢等作用^[7-8]。

近年来,随着野生降香黄檀数量的减少,降香黄檀木材价格不断攀升,每 500 g 近万元,价比黄金,所以市场上所销售的降香黄檀木材鱼目混珠,赝品众多、真假难辨。冒充降香黄檀木材的树种越来越多,主要有伯利兹黄檀 *D. stvensonii*、越南黄檀 *D. tonkinensis*、安氏紫檀 *Pterocarpus antunesii*、奥氏黄檀 *D. oliveri*、紫檀柳 *D. annamensis*、鹊肾树 *Streblus asper*、清香木(紫油木) *Pistacia weinmannifolia*、破布木 *Cordia* sp.、古夷苏木 *Guibourtia* sp.等^[9-11]。

正确鉴别降香黄檀对促进中药及木材产业健康发展、保障消费者权益具有十分重要的意义。本文总结归纳了降香黄檀的识别方法,包括传统木材识别方法、色谱法/色谱-质谱联用识别方法、光谱识别方法和 DNA 木材识别方法,并对今后的研究方向提出建议。

1 传统识别方法(物理鉴别)

传统的木材识别方法为物理鉴别法,即通过对木材的宏观构造特征,包括主要宏观特征——心边材、早晚材、生长轮、管孔、轴向薄壁组织、木射线、树脂道等,次要宏观特征——材色、光泽、气味、滋味、纹理、硬度、密度等)和微观构造(轴向薄壁组织、木射线、导管、树脂胶等)鉴别。传统木材识别方法包括人工知识识别法、木材检索表识别法(对分式检索表和穿孔卡片检索表)^[12]。人工知识方式是通过宏观、微观构造特征综合判断,其准确性依赖于个人所掌握的木材树种知识,凭经验识别木材,处于感性阶段。

木材检索表是一种表明树种特征的查定表,根据木材特征编写,包括对分检索表和穿孔卡检索表两种。对分检索表是将木材特征中最容易区分或具有普遍意义的特征分为 2 组,然后将新特征也分为 2 组,依次类推,直至列出树种。穿孔卡检索表是根据异同分离的原理将有独特特征的木材特征从总体中分离出来,再利用卡片小孔圆缺的差异,对所代表的特征进行分离。

一般木材宏观识别采用肉眼(或借助放大镜)观察木材或原木,根据其构造特征确定或区别树种。木材肉眼识别方法简便、快捷,但准确度较差,一般仅能鉴定到属或类。显微识别相对比较精确可靠,但方法较复杂,需借助一定设备^[13]。降香黄檀木材构造常采用人工知识识别法,即采用肉眼或放大镜进行宏观识别,先从外观上观察木材材色、心边材颜色、生长轮和髓心等特点,用刀剖平横切面,进一步用放大镜观察木材管孔、木射线结构,嗅闻新切面气味,或火烧木屑后闻木材是否有降香气味;再结合木材显微切片(光学显微镜),对木材的内部解剖结构进行进一步观察。

张贝^[11]采用宏观、微观结合的方式观察降香黄檀的解剖构造,表明降香黄檀为散孔材,有半环孔趋势(而且这种趋势很明显)。木射线在放大镜下可见,细,波痕明显。木材具辛辣香气,黄褐色至红褐色,带深色条纹。单管孔;少数径列复管孔(2~3 个),管间纹孔式互列。管孔放大镜下可见,中至略大。轴向薄壁组织丰富,聚翼状及带状(多为 1~4 个细胞)。木射线宽 2~3 个细胞,单列射线高 2~7 个细胞。多列射高 4~10 个细胞;射线组织为同形单列及多列,少数异Ⅲ型。导管分子、薄壁细胞、木纤维、木射线均叠生。

吕金阳和罗建^[14]采用扫描电子显微镜观察了降香黄檀木材的超微观构造特征,进一步明确降香黄檀木材为散孔材至半环孔材,单管孔为主;木射线呈叠生构造,同形射线,射线宽以 2 列为主,偶见单列和 3 列,射线细胞高 4~10 个,通常为 5~7 个;轴向薄壁组织主要为傍管带状,有聚翼状。

张贝^[11]对 5 种假冒降香黄檀木材(鹊肾树、紫油木、破布木、古夷苏木、螺穗木 *Spirostachys africana*)和降香黄檀木材的解剖构造进行对比研究。研究表明,辨别降香黄檀和 5 种假冒木材,首先,可以从新切面的气味入手,降香黄檀具有特有的辛辣香气(或可称为降香气),5 种假冒木材中仅螺穗木有淡淡清香,其余 4 种均无特殊气味。其次,可以从木射线和轴向薄壁组织的形态来区分。降香黄檀的木射线叠生,轴向薄壁组织

丰富,主要为聚翼状和带状(多为1~4个细胞),5种假冒木材的轴向薄壁组织或主要为环管状,或主要为带状,或主要为轮界状,而且木射线均不叠生。其中,紫油木的轴向薄壁组织在放大镜下为傍管状,在显微镜下为环管状;鹊肾树轴向薄壁组织在肉眼下为傍管带状及傍管状,在显微镜下为傍管宽带状、环管状与环管束状;破布木轴向薄壁组织在放大镜下主要为环管束状,在显微镜下为环管束状、翼状、聚翼状;古夷苏木轴向薄壁组织在放大镜下和显微镜下均为翼状、环管状和轮界状;螺穗木轴向薄壁组织在放大镜下不可见,在显微镜下呈不规则、断续的切线状或呈散聚合。

李桂兰^[15]对海南香枝木(降香黄檀)和越南香枝木(多裂黄檀 *D. rimosa*)的木材构造特征进行了比较解剖研究,结果表明,可通过两种木材的气味、轴向薄壁组织、木射线方面进行区分识别。气味上,海南香枝木气味更浓郁,材色上也较深;轴向薄壁组织上,海南香枝木以带状、聚翼状为主,越南香枝木以翼状、聚翼状为主;木射线上,海南香枝木单列射线较少,以2~3列射线为主,越南香枝木单列射线多,并有异形Ⅱ型射线。

王军^[16]对降香黄檀和海南黄檀 *D. hainanensis* 的木材构造特征进行了比较研究,结果表明,海南黄檀的心边材无区别,木材无特殊气味,心材散孔材,燃烧后灰烬为黄褐色。降香黄檀的心边材区别明显,降香气味浓郁,散孔材至半环孔材,心材燃烧后为灰白色。

黄向党、刘衡、黎韦水等^[17-19]开展了降香黄檀和越南黄檀 *D. tonkinensis* (又称东京黄檀)的解剖结构及抽提物化学成分等方面的差异研究,结果表明,降香黄檀、越南黄檀的花、果、叶的形态几乎一致;降香黄檀在木材构造上纹理略丰富,管孔更趋向半环孔材,有少量异形Ⅲ型木射线,除此之外二者无显著差异。二者木射线比较解剖研究中越南黄檀木射线宽度、高度略大于降香黄檀,降香黄檀单列、三列射线略多。

综上,降香黄檀木材、家具鉴定建议可采用传统识别方法,最大的识别特征是降香黄檀木材独有的降香气味。鉴别仿冒降香黄檀的鹊肾树、紫油木、破布木、古夷苏木、螺穗木、越南香枝木、海南黄檀等木材时,首先,可以通过新切面的气味入手(降香黄檀有明显的辛辣香气,螺穗木有淡淡清香,其余树种无特殊气味),其次,可以观察横切面的木射线和轴向薄壁组织(降香黄檀的木射线叠生,轴向薄壁组织丰富,主要为聚翼状和带状(多为1~4个细胞)。降香黄檀和越南黄檀的宏观、微观构造特征差异不显著,木射线种类、高度和组织存在差异,但是差异无明显规律。二者的区别鉴定需要结合别的方法。

2 化学分析法

传统的木材识别方法主要是借助木材的宏观、微观解剖构造特征,结合木材的材色、气味、纹理等次要特征来区分鉴定。木材受到产地、气候等环境立地条件的影响,即使同种植物木材有时差异显著。传统识别方式有较大的局限性,有时很难鉴定到属、种。因树木种类不同,木材的化学成分差异很大,有些化学成分是某些科、属植物的特有成分,可以用于树种鉴定。目前,基于木材化学成分的鉴定方法主要有基于气相色谱质谱联用仪(GC-MS)、红外光谱仪(FTIR)、高效液相色谱仪(HPLC)、稳定同位素等的识别方法。

2.1 基于色谱-质谱联用的识别方法

木材抽提物中包含各种类型的高分子有机化合物,依据木材化学成分特性,建立木材的总离子流图,即GC-MS特征图,通过鉴定木材抽提物中成分,从而对木材进行识别鉴定^[20]。

我国采用色谱法进行木材研究较晚。周佳璐^[21]首次采用GC-MS气质联用技术对不同产地的柚木 *Tectona grandis*、重蚁木 *Tabebuia* spp.等木材提取液进行分析,证明了通过GC-MS总离子流图,计算未知木材和已知木材相关系数确定木材种类方法的可行性。

杨柳^[22]等采用顶空-气质联用法对降香黄檀和越南香枝木木材中的可挥发性成分与脂溶性成分进行特征成分的对比分析,结果表明降香黄檀与越南香枝木二种木材中的可挥发性成分相似度极高,出峰时间均集中在20~28 min之间,可挥发性成分数量均达到30种以上,特征性成分相同,仅出峰面积略有差异,依据可挥发性成分质谱图无法区分。二者的脂溶性成分区别较明显。降香黄檀木材中的脂溶性成分有41种,集中出峰时间为20~30 min;越南香枝木木材中的脂溶性成分有50种,出峰时间为20~30 min和38~52 min二个时间段。越

南香枝木木材在 38 ~ 52 min 中分离出的 5 种化学成分含量明显高于降香黄檀木材,可作为二者的鉴定依据。

含瘰瘤的大果紫檀 *Pt. macarocarpus* 木材外观与含瘰瘤降香黄檀木材相似,利益驱使一些不法商贩进行冒充。但含瘰瘤木材纹理紊乱,采用传统的木材识别法鉴别难度较大。朱涛^[23]等采用 GC-MS 技术顶空进样方式,对含瘰瘤的大果紫檀和降香黄檀木材进行鉴别,结果表明,二者出峰时间有差异,含瘰瘤大果紫檀木材的出峰之间集中在 31.5 min 左右,含瘰瘤降香黄檀木材的出峰之间集中在 25 ~ 30 min 之间。李彤彤^[24]采用 GC-MS 对海南产 10 年生降香黄檀木材不同部位木材抽提物中的化合物进行分析,结果发现,降香黄檀心材主要含 25 种化合物,其主要成分为 6 α ,11 α -二甲氧基-6H-苯并呋喃-[3,2-c][1]-苯并吡喃(22.93%),心边材过渡带主要成分为 2,4-二叔丁基苯酚(9.64%),边材主要成分为 2,5-二-(1,1-二甲基乙基)-苯酚(12.88%)。马若克^[25]利用 PY-GC-MS 方法分析比较了降香黄檀与两粤黄檀(降真香) *D. benthamii* 木材裂解物的区别,根据两种物质的出峰时间和所产生的特征性裂解产物的差异,可以快速鉴别二者。在低温快速裂解条件下,降香黄檀木材裂解出 13 种产物,产物出峰时间集中在 15 ~ 17 min,抽提物类特征性产物包括反式-橙花叔醇、橙花叔醇、6,7-环氧-蛇麻烯、 α -红没药醇。降真香裂木材解出 14 种产物,产物的出峰时间相对分散,抽提物类特征产物主要是 3',5'-二甲氧基苯乙酮。

综上,降香黄檀、降真香、大果紫檀瘰瘤木材均可通过观察总离子流图来鉴别区分。降香黄檀和越南香枝木可通过木材的脂溶性成分差异区分;降香黄檀和大果紫檀瘰瘤和降真香可通过木材的出峰时间来区分。

2.2 基于红外光谱技术识别方法

红外光谱识别机理主要是依靠电磁波共振原理。构成木材的主要成分是纤维素、半纤维素和木质素,这三大成分的羟基(-OH)、碳氢键(C-H)等含氢基团在遇到同频率电磁波的时候会产生共振现象,基团会吸收该频率的红外光,频率不相同的光不被吸收。构成木材元素的基团对不同频率红外光选择性吸收,透射或是反射出来的红外光携带被检测木材的物质组成信息。

由于木材成分多样化、复杂化,传统红外光谱分辨率较低,近年来,关于导数光谱研究逐渐开展。导数光谱是对原始光谱的微分处理,阶次越高,吸收峰形越尖锐、峰带越窄,分辨率越高。除此之外,二维相关红外光谱也逐渐用于木材鉴定研究。二维相关红外光谱,又称为动态光谱,是通过对待测样本施加外部微扰,记录在微扰作用状态下样品的红外光谱。根据波长不同,红外光谱可分近红外光谱、中红外光谱和远红外光谱。木材识别技术目前通常采用的是近红外光谱和中红外光谱。关于降香黄檀的识别研究主要为近红外光谱方面^[26]。

王方^[27]等以降香黄檀、菲律宾紫檀(刺猬紫檀) *Pt. echinatus* 和伯利兹黄檀木材的苯醇抽提物为研究对象,利用红外光谱,二阶导数红外光谱和二维相关光谱的三级鉴别法进行鉴别研究。结果表明,三种木材苯醇抽提物的光谱图差异明显,在 1 729 cm^{-1} 附近,羧酸类或酯类化合物中羰基伸缩振动吸收峰仅在刺猬紫檀木材中可见;在 1 497 cm^{-1} 附近,伯利兹黄檀木材存在苯环骨架伸缩振动的吸收峰,而降香黄檀木材在 1 638 cm^{-1} 、886 cm^{-1} 有属于烯烃 C=C 双键和 C-O 伸缩振动的吸收峰。二阶导数光谱图进一步对重叠峰进行分辨,增强分辨率。在热微扰情况下对三种木材的动态光谱结构特征进行进一步观察,发现在 100 ~ 1 300 cm^{-1} 处降香黄檀木材有明显自动峰 7 个,伯利兹黄檀木材有 6 个,刺猬紫檀木材有 5 个,红外光谱三级鉴别法可以为易混淆树种木材抽提物鉴别研究提供一种简便有效的分析方法。尹晓倩^[28]以降香黄檀、伯利兹黄檀、印度黄檀木材为研究对象,构建三种木材三个批次的傅立叶变换红外光谱(FTIR)、SD-IR、2D-IR 指纹图谱,通过分析三种木材吸收峰官能团种类、强度差异,结果表明,在 FTIR 图谱中,降香黄檀和伯利兹黄檀木材中可见草酸钙特征峰,印度黄檀 *D. sissoo* 木材中未见。庄琳^[29]采用 FTIR 法测定了降香黄檀、花榈木(花梨木) *Ormosia henryi*、黄檀 *D. hupeana* 和软荚红豆 *O. semicastrata* 木材纤维红外光谱,通过对 4 种木材纤维红外光谱异有峰分析及共有峰相对峰强的比较,结果表明,花梨木和软荚红豆为红豆属 *Ormosia* 植物,在 1 050 ~ 1 020 cm^{-1} 处,红豆属植物为单峰,黄檀属为双峰,可以直接将二者区分,区分黄檀和降香黄檀木材的特征峰段为 1 264 cm^{-1} 和 1 660 ~ 1 630 cm^{-1} 。降香黄檀木材在 1 264 cm^{-1} 无吸收峰,在 1 660 ~ 1 630 cm^{-1} 附近,降香黄檀木材表现为双峰,而黄檀木材表现为单峰,借此可以将二者区别开来。陈敏^[30]对降香黄檀和海南黄檀木材的 95%乙醇、正丁醇提取物进行紫外吸收光

谱和一阶导数光谱的测定,发现在 232 nm 处,降香黄檀木材浸提液有明显尖峰,可用于鉴别降香黄檀和海南黄檀木材。黎韦水^[19]研究表明降香黄檀和越南黄檀木材的一维红外光谱相似性很大,很难区分;其二阶导数红外光谱也差异不大。

综上,采用红外光谱法鉴定区分降香黄檀木材,可采用三级鉴别法来区分。降香黄檀和伯利兹黄檀、刺猬紫檀木材区别在 100 ~ 1 300 cm^{-1} 处自动峰数量不同;与印度黄檀木材鉴别点在印度黄檀木材没有草酸钙特征峰。与黄檀木材区别在特征峰图不同,在 1 660 ~ 1 630 cm^{-1} 处降香黄檀木材为双峰、黄檀木材为单峰。在 232 nm 处,降香黄檀木材 95% 乙醇浸提液有明显尖峰,可用于鉴别降香黄檀和海南黄檀木材。

3 基于 DNA 的识别方法

木材表型差异是由基因型差异引起的,基因型的差异即 DNA 的差异。DNA 识别法即是利用染色体、染色体的某一个区域或是某个基因座在家系中可稳定遗传的特性制作遗传标记,通过追踪这个遗传标记,就可以达到鉴定识别的目的^[31]。采用 DNA 分子来识别降香黄檀木材,需提取出降香黄檀木材中特异性且高质量的 DNA 片段。目前,基于 DNA 的木材识别方法主要有 DNA 条形码和 DNA 指纹图谱两种。国内关于降香黄檀 DNA 的研究主要集中在 DNA 条形码方面。DNA 条形码是 2003 年加拿大科学家 Paul Hebea^[32]最早提出的,是利用生物体内一段较短的且普遍存在的、公认的 DNA 序列,通过 DNA 序列种的碱基序列的差异化实现快速鉴定的一种方法。

开展木材 DNA 识别技术的重要前提是从木材组织中获得高质量的 DNA。活立木中只有少量 DNA 存在于木材组织中,心材组织中所有细胞一般为死亡细胞。细胞死亡后, DNA 会逐渐降解为较短的 DNA 片段,而且木材细胞中含有单宁、树胶、树脂等沉积物,这些因素导致从木材细胞中获得高质量的 DNA 提取物几率较低。自 20 世纪 80 年代开展树木 DNA 技术研究以来,目前,树木新鲜叶片与嫩芽组织 DNA 提取技术相对成熟,国外研究者从红豆杉 *Taxus wallichiana* var. *chinensis*、格木 *Erythrophloeum fordii*、栎属 *Quercus* 植物等的叶片和嫩芽中均能提取出高质量的 DNA。杨新全^[33]以新鲜无病害的嫩叶和硅胶干燥保存 3 个月的降香黄檀叶片为研究对象,采用改良 CTAB 方法从两种叶片中均提取到了质量较高的 DNA,用硅胶保存后的叶片所提取到的 DNA 有降解。杨云^[34-35]通过比较常规 SDS 法、常规 CTAB 法和改良 CTAB 法三种方法所提取降香黄檀叶片 DNA 的效果,结果表明,改良 CTAB 更高效,使用该种方法所获得 DNA 质量相对更好。余敏^[36-37]采用改良 CTAB 法、PTB 法和 DNA 抽提试剂盒三种方法对降香黄檀心、边材的 DNA 进行提取、纯化。试验结果发现,三种方法均可以成功提取到降香黄檀木材 DNA,降香黄檀边材 DNA 采用三种方法提取、纯化后均可以用于后续的 PCR 反应,心材 DNA 仅 PTB 法提取纯化后的浓度可继续用于 PCR 反应。进一步以不同产地的降香黄檀和越南黄檀木材为研究对象,研究发现,两树种采用传统木材识别法鉴定难度较大,区别不明显。采用 PTB 试剂盒结合法提取心、边材 DNA 相对 PTB 法,浓度和纯度均较高,以叶绿体基因间隔期 trnH-psb A 序列制作 DNA 条形码,两树种序列种内和种间遗传距离分布存在“Barcoding gap”,具有较高的识别能力,适于区分降香黄檀和越南黄檀。余敏通过比较不同产地降香黄檀和多裂黄檀 ITS 序列,发现二者的变异位点有 6 个,这 6 个变异位点可以作为鉴别降香黄檀和近缘种的 ITS 特异位点。

伏建国^[38]以东非黑黄檀 *Dalbergia melanoxydon*、奥氏黄檀等 7 种进口黄檀属树种的心材和云南降香黄檀心材为研究对象,采用试剂盒法和 CTAB-SDS 提取法二种方法均可以提取到木材的 DNA,但是质量不高,需采用磁珠法纯化后方可用于 PCR 扩增。采用 matK 片段的 PCR 扩增,获得序列的碱基位点差异可以把 8 个树种区分开,但是否是稳定的分子标记,还需要做进一步重复试验。

综上,降香黄檀叶片和边材 DNA 提取方法均可采用改良 CTAB 方法,用该方法提取的 DNA 质量更高。心材提取方法可采用 PTB 法。DNA 条形码序列可采用 ITS 序列。降香黄檀和多裂黄檀 ITS 序列,6 个变异位点可以作为鉴别降香黄檀和近缘种的 ITS 特异位点。以叶绿体基因间隔期 trnH-psbA 序列制作 DNA 条形码,可以区分降香黄檀和越南黄檀。

4 其他识别方法

除了上述方法外,还可探索下列方法识别木材,如基于数据库的木材检索识别方法、基于木材图像、基于语义数据模型(SDM)、基于最大相似原理、基于板材端面细胞实体检测图像的数字特征参数等木材识别方法和基于稳定同位素分析的识别方法^[39-40],但目前对降香黄檀木材的识别尚未查询到此方面的研究。

数据库检索方法是利用计算机构建木材数据库,通过输入木材的各项特征参数来实现的。数据库检索因为木材特征的观察与描述比较专业,推广价值不高,只适用于专业鉴定人员使用。

1988年,中国林科院杨家驹研究员和程放研究员开展了带图像的微机辅助木材识别系统研究,开创了国内利用微机识别木材图像的先河^[41]。木材图像识别技术目前处于起步阶段,相对于传统识别方式的人为因素干扰,木材图像识别技术完全客观,目前被用于木材缺陷的鉴定、色差检测等。

稳定同位素分析方法是基于不同地域的氮、碳、氧等稳定元素具有专一性,而这些稳定元素在不同地域木材中占有的比率具有差异的特性进行识别。目前,这项技术在国外已开展研究,国内尚无相关报道。

5 小结与展望

木材识别鉴定是解决木材交易纠纷和林业案件、刑事案件中木材定性不可或缺的重要一环。未经过加工的原木与方材等,可通过宏观及显微切片观察管孔的有无、大小,木射线的宽窄、多少,聚集性状,薄壁组织的形态等构造特征来鉴别。但是如果制成家具、工艺品等,依靠传统鉴定方法,无法直接进行无损鉴定。如果遗留的是微量木纤维,或是腐烂的木块样本,用传统木材鉴定手段就更难以鉴定。

目前,用于木材识别的方法除了本文中提及到的DNA条形码、红外光谱、色谱等方法外,还有计算机图像处理法^[7-8],基于木材表面的光泽度、色度等无机指标差异法等^[9]。

针对降香黄檀木材、家具鉴定,笔者仍推荐采用传统识别方法,降香黄檀木材独有的降香气味是鉴别降香黄檀最大的识别特征。

对于冒充降香黄檀的鹊肾树、紫油木、破布木、古夷苏木、螺穗木、越南香枝木、海南黄檀等木材,可通过宏观构造鉴别;降真香、大果紫檀瘿瘤木材、伯利兹黄檀、刺猬紫檀、印度黄檀、黄檀可利用化学成分差异,通过对特征峰差异来区别;对于多列黄檀、越南黄檀,可通过DNA提取方法鉴别。

随着降香黄檀野生资源日渐枯竭,降香黄檀大料、野生料工艺品、家具价格不断攀升,今后,市场上对于降香黄檀真伪的鉴定需求可能会越来越高。从事木材鉴定的工作人员,对于降香黄檀木材的宏观结构特征、降香黄檀的特有气味一定要熟知,了然于心。同时,对于降香黄檀木材的化学性质、DNA遗传特征需要进一步研究,获取降香黄檀木材的指纹图谱和DNA条形码。

参考文献:

- [1] 黎云昆. 从海南确定降香黄檀为省树谈起[N]. 中国绿色时报, 2013-02-25(004).
- [2] 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(06): 41-42.
- [3] 孙冰. 7000 万的黄花梨“第一把交椅”[J]. 中国经济周刊, 2011(04): 58-60.
- [4] 洪少友. 降香黄檀-海南花梨散记[J]. 中国木材, 2003(2): 15.
- [5] 李大周, 曾祥全. 海南黄花梨栽培技术[M]. 海口: 三环出版社, 2007: 05.
- [6] 吕金阳. 降香黄檀木材美学价值研究[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [7] 周京南. 以紫檀、降香黄檀、楠木为例论中国古代名贵木材的药用疗效(二)[J]. 家具, 2015, 36(03): 68-73.
- [8] 周京南. 降香的药用价值研究[J]. 中国集体经济, 2015(14): 66-69.
- [9] 刘福妹. 基于 SSR 标记的 3 个黄檀属珍贵红木用材树种遗传多样性研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2019.
- [10] 程汉庭, 刘书伟, 黎明. 名贵硬木树种及木材识别[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014: 021-024.
- [11] 张贝, 徐峰. 5 种假冒降香黄檀木材解剖构造及识别研究[J]. 绿色科技, 2014, 09: 250-254.

- [12] 汪杭军, 张广群, 祁享年, 等. 木材识别方法研究综述[J]. 浙江林学院学报, 2009, 26(6): 896–902.
- [13] 朱忠明. 木材识别与检验[M]. 北京: 中国林业出版社, 2016: 060.
- [14] 吕金阳, 罗建举. 扫描电镜下降香黄檀木材构造的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 3404: 108–113, 117.
- [15] 李桂兰, 徐峰, 罗建举, 等. 海南香枝木与越南香枝木木材构造特征比较解剖研究[J]. 广西农业生物科学, 2008, 02: 154–157.
- [16] 王军, 丁旭坡, 杨锦玲, 等. 降香黄檀和海南黄檀的鉴别[J]. 分子植物育种, 2018, 1623: 7871–7879.
- [17] 黄向党, 许彩娟, 李大周, 等. 降香黄檀与越南黄檀木射线组织比较解剖研究[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2018, 3602: 139–145.
- [18] 刘衡, 施福军, 黎韦水, 等. 降香黄檀与东京黄檀木材解剖特征及抽提物化学成分的可区别性[J]. 林业科学, 2021, 5702: 103–114.
- [19] 黎韦水. 降香黄檀和东京黄檀木材构造与抽提物化学成分比较分析[D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [20] 郭佳, 陈志勇, 黄明华. GC-MS 鉴别木材影响因素的研究进展[J]. 林产工业, 2019, 46(1): 12–14, 29.
- [21] 周佳璐, 丛培盛, 汤桂林, 等. 利用气质联用技术对木材进行分类和鉴别[J]. 建筑材料学报, 2006, 9(01): 36–40.
- [22] 杨柳, 方崇荣, 张建, 等. 气质联用鉴别降香黄檀与越南香枝的研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 4001: 97–103.
- [23] 朱涛, 卓金勋, 张秋龙, 等. 基于 GC-MS 顶空进样法鉴别瘿木降香黄檀与大果紫檀[J]. 林产工业, 2020, 5702: 32–36.
- [24] 李彤彤, 李冠君, 李家宁. GC-MS 分析比较琼产降香黄檀不同部位材化学成分[J]. 西北林学院学报, 2018, 3305: 172–178.
- [25] 马若克, 陈霞, 李英健, 等. 基于 PY-GC-MS 鉴别降香黄檀与降真香[J]. 林产工业, 2018, 4503: 37–41.
- [26] 孙素琴, 周群, 陈建波. 红外光谱分析技术[M]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [27] 王方, 王沈南, 黄安民, 等. 基于红外光谱和二维相关谱的降香黄檀易混树种鉴别研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2016(第 A1 期): 210–211.
- [28] 卢晓倩. 八种黄檀属木材及抽提物的光谱和 GC-MS 特性分析研究[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2019.
- [29] 庄琳, 徐燕红, 宋小娇. 蝶形花科 4 种木材纤维红外光谱的鉴别方法探讨[J]. 南方林业科学, 2015, 4306: 62–66.
- [30] 陈敏, 覃仁安, 尹航. 降香及伪品海南黄檀的鉴别[J]. 贵州医药, 2001(07): 662.
- [31] Hiroo Fukuda. H. Programmed cell death of tracheary elements as a paradigm in plants[J]. Plant Molecular Biology, 2000, 44(3): 245–253.
- [32] HEBERT PD, RATNASINGHAM S, DE WAARD J R. Barcoding animal life: cytochrome oxidase subunit 1 divergences among closely related species[J]. Proc Biol Sci, 2003, 270(1): S96–S99.
- [33] 杨新全, 冯锦东, 杨成民, 等. 濒危药用植物降香黄檀 DNA 提取及 RAPD 反应体系优化[J]. 热带林业, 2007(01): 47–48, 44.
- [34] 杨云, 孟慧, 吴翼, 等. 降香黄檀 SRAP 分子标记的引物筛选[J]. 江西农业学报, 2011, 23(03): 29–31.
- [35] 杨云, 孟慧, 魏建和, 等. 降香黄檀基因组 DNA 的提取方法研究[J]. 生物技术通讯, 2009, 20(03): 383–385.
- [36] 余敏. 降香黄檀与多裂黄檀木材 DNA 提取及其 rDNA-ITS 序列分析[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.
- [37] 余敏. 降香黄檀与越南黄檀木材 DNA 条形码筛选与鉴定研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2015.
- [38] 伏建国, 刘金良, 杨晓军, 等. 进口黄檀属木材 DNA 提取与分子鉴定方法初步研究[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(04): 627–632.
- [39] 程昱之, 钟丽辉, 孙永科. 木材识别技术研究综述[J]. 农业技术与装备, 2021(01): 125–128.
- [40] 任洪娥, 高洁, 马岩, 等. 我国木材材种识别技术的新进展[J]. 木材加工机械, 2007(4): 38–41.
- [41] 杨家驹, 程放. 微机辅助木材识别系统 WIP-89[J]. 北京林业大学学报, 1990, 12(4): 88–94.