



木材树种识别技术现状、发展与展望

姜笑梅, 殷亚方, 刘波

(中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 介绍了木材树种宏观及其与微观特征结合的识别技术、木材识别特征的术语和定义、木材识别辅助工具和软件以及命名依据;阐述了DNA标记、稳定同位素、近红外光谱分析等木材树种识别新技术的发展,及对木材树种和产地鉴定的应用前景。

关键词: 木材树种识别; DNA标记; 稳定同位素分析; 近红外光谱分析

中图分类号: TS6 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2010)04-36-04

Current Status, Development and Prospect of Wood Identification Technology

JIANG Xiao-mei, YIN Ya-fang, LIU Bo

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: The current status of wood identification technology, which primarily includes macro- and macro-/micro- identification techniques, was reviewed in this paper. The description of the glossary, the definitions of wood features, and the assistant tools and the basis of wood nomenclature were explained. Three new technologies, DNA markers, stable isotope, and near-infrared spectroscopy (NIR), were described. The authors believe that the new technologies could be used to identify the botanical species and trace the location from where the wood originated. However, further research and development should be enhanced for their commercialization in the wood identification field.

Key words: wood identification; DNA markers; stable isotope; near-infrared spectroscopy

木材识别是木材解剖学的重要组成部分。国际木材解剖学家协会(International Association of Wood Anatomist, IAWA)成立于1931年,目前拥有100多个国家与地区的千余名会员。近20年来,木材解剖学已成为植物学、林木培育、木材科学、木质文物考古和法医学等多学科交叉的新兴学科。随着新技术的开发和引入,木材树种识别技术不断发展和进步,识别的范围及准确性亦得到拓展与提高。

1 国内外木材树种识别技术的现状

木材是国民经济至关重要的、可再生的原材料,

也是必不可少的生活资源。要合理高效地使用木材,必须认识和了解木材性质。木材识别是木材解剖学和木材科学的重要研究内容之一,木材识别在合理用材、生产、贸易、考古、侦破、古木、化石木、植物分类以及寻找代用材方面,为维护消费者利益,规范木材市场,打击非法采伐,保护珍稀濒危树种,高效利用森林资源与保护生态环境,发挥了重要作用。

1.1 常规木材树种识别技术

1.1.1 简易宏观识别

宏观识别技术是将试样横切面用清水润湿后,通过肉眼或放大镜,观察宏观解剖特征及表观特征。心边材、生长轮、导管、射线与轴向薄壁细胞的大小及排列方式,是常用的识别特征。同时,结合材色、纹理、结构、花纹、气味、滋味、质量和硬度等进行综合判断。

宏观识别法简单易行,可用于生产现场、海关和

收稿日期: 2010-02-26; 修改日期: 2010-05-12

基金项目: 中国林科院林业新技术所基本科研业务费专项资金项目(CAFINT2009K08)。

作者简介: 姜笑梅(1946—),女,中国林科院木材工业研究所研究员。

质检等执法现场。但对进口热带木材,此方法仅能识别到类。

1.1.2 微观与宏观结合识别

微观识别技术是将厚度为15~20 μm 的横、径和弦切面的切片,经染色、脱水等制成切片,置于光学显微镜下,观察各类细胞与组织的形态与排列。该方法涉及的木材识别特征较多,极大地提高了识别的准确性,但试验过程较复杂。

为保证识别的准确性,对难辨认或有争议的木材,必须将宏观和微观识别相结合,并与已经正确定名的木材标本的切片进行比对。

1.1.3 物理或化学法辅助识别

1) 燃烧法 将火柴棍大小的木材燃烧,以灰烬的性状区分木材。如异色桉和边缘桉,燃烧后前者全部灰化,色白灰,后者成为黑炭。

2) 荧光法 将木屑的浸出液置于阳光或灯光下观察。如紫檀属木材,其水浸出液在反射光下呈灰棕色,在透射光下为黄绿色或蓝绿色。

3) 化学法 在木材浸出液中加入化学试剂,利用颜色等变化判断。例如大叶南洋杉和南洋杉的浸出液,加入浓硫酸后,前者呈粉红色,随即出现橙色沉淀;后者则形成白色沉淀。

1.2 木材识别特征的术语和定义

目前已出版:国际通用的木材识别特征术语和代码。IAWA分别于1989年公布了《阔叶树材识别显微特征一览表》,和2004年的《针叶树材识别显微特征一览表》,有利于我国木材识别技术与国际接轨和交流。

《阔叶树材识别显微特征一览表》共包括阔叶树材的221个解剖特征和58个其他方面的各种特征,并配有190张显微照片,是用于木材描述与记载的特征简表,每一特征均有编号,便于参考和数据库间的数据转换。

《针叶树材识别显微特征一览表》共包含针叶树材的124个解剖特征和76张显微照片。不仅为全世界针叶树材识别提供了统一的标准,也为描述和研究针叶树材的结构、性质,编制针叶树材数据库制定统一编码,木材分类、树木进化和亲缘关系等提供参考。

上述两表已由中国林科学院木材工业研究所译成中文版本^[1-2]。此外,《中国木材志》、《东南亚热带木材》、《非洲热带木材》、《拉丁美洲热带木材》以及《中国裸子植物木材志》等专著,亦分别介绍了600余种国产木材、600余种热带木材的宏观和微观构造、

性质与用途,并配有宏观和微观构造照片,也可作为识别的参考依据。

1.3 木材识别的辅助工具和软件

1.3.1 对分检索表

按照木材解剖特征的主次顺序,依次成对排列,每一对均由正反、对立的两方面构成。对分检索表可以自行编制,木材种类较少时适用。《中国木材志》中,每个科或属均有宏观和微观的对分检索表,简单易行。

1.3.2 穿孔卡检索法

1938年,Clarrke最先提出了穿孔卡检索表(Punched card key);1952年,F. P. R. Bulletin发表了《世界阔叶树材宏观穿孔卡检索表》;1979年,中国林科院出版了《木材穿孔卡检索表—阔叶树材微观构造》^[3]。该方法的优点是,可随意增减树种或修改树种的特征,可按照标本的任一显著特征进行检索,无固定顺序,大大提高了识别速度。

1.3.3 计算机辅助识别系统和数据库查询、检索系统

70年代末,欧美国家开始了木材信息数据库和计算机辅助识别木材的研究。80年代初,中国林科院木材工业研究所先后开发了带有图像的计算机辅助木材识别系统^[2],包含了东南亚、非洲和拉丁美洲等热带木材的数据库查询系统,和我国阔叶树材的查询系统,并编制了兼容性较好的软件,使我国计算机辅助木材识别系统及木材数据库查询和检索系统,达到了世界先进国家的水平。

1.4 木材命名的依据

我国地域辽阔,树种繁多。为了规范和促进木材市场的健康发展,中国林科院木材工业研究所的专家进行了大量木材树种的归类、命名,及标准制定工作。

1) GB/T 16734-1997《中国主要木材名称》的制定。1997年2月发布,同年9月1日实施。

该标准以树木学或植物学的属为基础,共收录了我国907个树种380类木材的中、英文名称,及其树种的中文名、别名、拉丁名、科别、产地和备注,将材性和用途相近的木材树种名称统一,便于木材的生产、利用、贸易、造林、营林、科研等,是国产木材命名的依据。

2) GB/T 18531-2001《中国主要进口木材名称》的制定。2001年11月12日发布,2002年5月1日开始实施。

内容包括:木材名称及其树种的中文名和拉丁

名;国外商品材名称,科别,材色、密度,主要产地等。标准收录了世界1 010个树种 423 个(类)木材名称,隶属于 366 属(针叶树材 19 属,阔叶树材 347 属)、84 科(针叶树材 4 科,阔叶树材 80 科),基本涵盖了世界重要的商品材树种,是进口木材命名的依据。

3) GB/T 18107-2000《红木》的制定。2000 年 5 月 19 日发布,同年 8 月 1 日实施。是红木的各类木材的命名准则。

标准明确指出:红木并不是植物(树木)分类学上的一个树种名称,而是约定俗成的、用于目前红木家具及其制品的 8 类树种商品材的集合名词。研究确定了 33 个树种,归为紫檀木、花梨木、香枝木、黑酸枝木、红酸枝木、乌木、条纹乌木和鸡翅木 8 类,分别隶属于紫檀属、黄檀属、柿属、崖豆属及铁刀木属。除柿属隶属于柿树科外,其余各属均隶属于豆科。

2 国内外木材树种识别技术的发展与展望

近年来,国外采用的遗传法(DNA 标记)^[4]、化学法(稳定同位素)^[5]和近红外光谱(NIR)技术,对珍稀树种的保护、实施濒危野生动植物国际贸易公约(CITES)、建立木材跟踪与认证系统、推进世界天然林的保护和可持续发展,起到了非常重要的技术支撑作用。

2.1 DNA 标记技术

因植物/木材树种和产地的不同其 DNA 也不同,是某种植物/木材所特有的。

遗传法可用于木材识别。近 10 年来,从干燥和加工后的木材树种中,提取 DNA 的技术已有突破,并编制了共同实施方案^[5-6]。2007 年,德国林业研究所已利用 DNA 标记技术,成功进行了 6 种杨树木材的识别^[7]。

以占热带亚洲木材大多数的龙脑香科树木为例,该科包括重要的商品材种类和濒危物种。因此研究和开发龙脑香科木材产地的鉴别工具,对于国际木材贸易和生物多样性保护,具有极其重要的意义。德国联合一些东南亚国家,以 3 000 株龙脑香科树木(包括 116 种)为研究对象,开发了鉴别热带木材产地分子生物标记的工具,为建立种和产地相关的遗传数据库提供参考^[8-11]。

该项目选定龙脑香科的 332 个木材样品。其中 181 个样品采自天然林或东南亚的人工林,余下的 151 个样品选自德国的木材加工厂。此外,还分别从泰国、越南、菲律宾和印度尼西亚各选取 40 余个样

本,主要从异翅香属(*Anisoptera*)、龙脑香属(*Dipterocarpus*)、坡垒属(*Hopea*)、赛娑罗双属(*Parashorea*)、娑罗双属(*Shorea*)、青皮属(*Vatica*) 6 个属取样。

采用 Verification DNA 的提取方法,对样品的 DNA 片段进行扩增(片段长度、遗传根源、重复性),选择适当浓度的模板 DNA,并进行 DNA 的重复性试验,得到大量的试验数据。

研究表明,龙脑香科树木和木材是最适宜热带木材产地识别系统的材料。同种或相近木材,在不同的地理区域, DNA 标记明显不同,可用来鉴别木材的产地和种。研究还发现采用改良的 DNA SCAR 标记技术,在几个扩增片段长度多态性(AFLP markers)中,也存在明显的地理差异。

建立 DNA 标记信息数据库,并对研究数据进行数理统计处理,才能获得科学的数据和资料,用于木材识别到种及其原产地。实现 DNA 标记技术的商业化运用,还需要各国科技工作者进行大量的科学试验,以得到更多重要树种和木材的 DNA 标记信息及相关的数据库。

2.2 稳定同位素分析技术

此项技术早已应用于食品行业等领域,正在引入木材识别系统。该技术是分析在已知木材中的某些稳定元素,如碳、氧、氢、氮、硫等的稳定同位素的比率。这种比率在某些地理区域是专一的,故可据此推断木材的原产地^[12-15]。

稳定同位素的天然变异可以跟踪木材的产地,特别是 D/H(氘/氢)和¹⁸O/¹⁶O 的比率。由于在全球水系统中,氢、氧稳定同位素的同位素分馏,每个地域均有其土壤和地下水特有的同位素组成,且与上述二者的同位素比率密切相关。加之在针叶树材中,由于植物在水分蒸腾中的分馏作用,同位素组成浓度更高。因此,从木材采伐地区选取标准样品尤为重要。

例如德国 Agroislab GmbH 实验室的研究人员从横跨北欧的芬兰、瑞典、波兰、白俄罗斯、俄罗斯等国家获得 233 个产地的 1 651 个样品,从树木茎干上截取圆盘。主要木材样品采自针叶林,如欧洲云杉(*Picea abies*)、欧洲赤松(*Pinus sylvestris*)和少数桦木(*Betula* sp.)。此外,由世界野生动物基金会提供,从东南亚的加里曼丹、文莱、马来西亚西部、沙巴、苏门答腊、越南等钻取来自 102 个产地的 487 个生长锥树芯。在同一株树干相邻的位置上,钻取两个树芯,树芯长 10 cm,所有圆盘或树芯至少包括 10 个年

轮。按照常规分析的要求,将样品磨成细粉,用甲基氯化物清洁萃取4 h后,用索氏抽提器抽提至少4 h,在70℃下干燥12 h。

研究结果表明,在北欧,木材中有机物所含氢的D/H比率,可以跟踪该木材产地,而同时利用D/H和 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 的比率,跟踪原产地更加准确。但在热带地区,似乎比较困难。

研究者正在利用其他元素,如开发利用N或S元素的新技术。D/H比率在东北欧地区呈现出清晰的梯度特征,即氢和氧的重同位素从南到北、从西到东呈逐渐降低的趋势。同时,建立水的同位素空间模型,首次应用硫同位素($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$)的比率,测量来自婆罗洲的某些样品的试验结果,同样可支持该假说^[12-13]。

采用地理绘图系统,将稳定同位素的比率与遗传DNA信息相结合,判定木材的原地理产地和种^[14-15]。今后应从木材中分离不同的纯物质,增加其他同位素对的测定,进一步改进测试技术和方法,开展大规模的试验,以期得到更多的科学发现。

2.3 近红外光谱分析技术

NIR分析技术,是近年来分析化学领域迅猛发展的高新分析技术,在食品、药品、农业等领域已广泛使用。2003年,日本专家利用NIR分析技术识别了8种木材^[16],中国林科院木材工业研究所亦已建立了20余种木材的NIR光谱数据库,并申请了红木的近红外光谱识别方法的发明专利(200610149623.0)。但是该项技术还需更多的木材标本光谱数据,建立更有代表性的数学模型,加速其商业化应用。

3 结语

虽然宏观和微观特征结合等传统的木材识别技术很成熟,但有一定的局限性,一般情况下,无法识别到种和产地。以DNA标记、稳定同位素和近红外光谱技术为代表的木材识别新技术,拓宽了木材的识别范围,并提高了精度,是非常值得研究和利用的新技术。我国在此方面,应学习国外的先进技术和经验,尽快开展此方面的研究,为森林保护和木材工业的发展做出贡献。

参考文献:

[1] 姜笑梅,殷亚方,刘晓丽,等译. IAWA 针叶树材显微特征一览表[J]. 木材工业, 2004, 18(4): 37-38.
[2] 杨家驹,程放,杨建华,等. 木材识别—主要乔木树种[M]. 北京:中国建材工业出版社, 2009.

[3] 成俊卿,刘鹏,杨家驹,等. 木材穿孔卡检索表—阔叶材微观构造[M]. 北京:农业出版社, 1979.
[4] Landbauforschung vTI Agriculture and Forestry Research [C]. Germany: Proceedings of the international workshop Fingerprinting methods for the identification of timber origins, 2007.
[5] Asif M J, Cannon C H. DNA extraction from processed wood: a case study for the Identification of an endangered timber species (*Gonystylus bancanus*)//Plant Mol Biol Report [C]. Canada: 2005 International Society for Plant Molecular Biology, 2007.
[6] Deguilloux M F, Pemonge M H, Petit R J. Novel perspectives in wood certification and forensics: dry wood as a source of DNA [J]. Proc R Soc Lond, Ser B-Biol Sci, 2002, 269(1495):1039-1046.
[7] Degen B, Fladung M. Use of DNA-markers for tracing illegal logging [C]. Germany: Proceedings of the international workshop "Fingerprinting methods for the identification of timber origins", 2007.
[8] Rachmayanti Y, Leinemann L, Gailing O, et al. Extraction, amplification and characterization of wood DNA from Dipterocarpaceae [C]. Canada: 2006 International Society for Plant Molecular Biology, 2006.
[9] Reiner F, Yanti R, Hani, et al. Identification of the timber origin of tropical species by molecular genetic markers - the case of Dipterocarps [C]. Germany: Proceedings of the international workshop "Fingerprinting methods for the identification of timber origins", 2007.
[10] Cao C P, Gailing O, Siregar I, et al. Genetic variation at AFLPs for the Dipterocarpaceae and its relation to molecular phylogenies and taxonomic subdivisions [J]. J Plant Res, 2006, 119(5):553-558.
[11] Nuroniah H, Gailing O, Finkeldey R. Diagnostic Marker to identify the geographic origin of *Shorea leprosula* (Dipterocarpaceae) [C]. German: International Conference Systematics 2008.
[12] Hilmar Forstel. Application of the natural variation of stable isotope composition in wood - a brief view of the history and outlook to the future [C]. Germany: Proceedings of the international workshop "Fingerprinting methods for the identification of timber origins", 2007.
[13] Boner M, Sommer T, Erven C, et al. Stable isotopes as a tool to trace back the origin of wood [C]. Germany: Proceedings of the international workshop "Fingerprinting methods for the identification of timber origins", 2007.
[14] Bliznakov P, Boner M. Representing isotopic ratio data using state of the art mapping technologies [C]. Germany: Proceedings of the international workshop "Fingerprinting methods for the identification of timber origins", 2007.
[15] Keppler F, Harper D B, Kalin RM, et al. Stable hydrogen isotope ratios of lignin methoxyl groups as a palaeoclimate proxy and constraint of the geographical origin of wood [J]. New Phytol, 2007, 176(3):600-609.
[16] Tsuchikawa S, Inoue K, Noma J. Application of near-infrared spectroscopy to wood discrimination [J]. Journal of wood Science, 2003, 49(1):29-35.

(责任编辑 姜征、张一萍)