

中国主要生物质燃料油木本能源植物资源概况与展望

王 涛

(中国林业科学研究院 北京 100091)

〔摘要〕 为了满足生物质燃料油生产对原料的需要,对中国适合于作生物质燃料油原料的主要木本植物资源进行了全面普查,明晰了中国主要生物质燃料油木本原料植物资源的分布、生长及可利用状况,并在资源集中地区建立起主要生物质燃料油木本植物资源基地,进行优良类型的选育并对其生物学特性、经济性状进行研究,建立起良种繁育基地。该项研究填补了生物质燃料油木本能源植物特别是其良种选育领域的研究空白,对加快我国生物质燃料油产业化的进程将起到明显的促进作用。

〔关键词〕 生物质燃料油, 能源, 木本植物, 选育

〔中图分类号〕 S759.3+3

〔文献标识码〕 A

〔文章编号〕 1000-7857(2005)05-0012-03

A SURVEY OF THE WOODY PLANT RESOURCES FOR BIOMASS FUEL OIL IN CHINA

WANG Tao

(Chinese Academy of Forestry Sciences, Beijing 100091, China)

Abstract: In order to meet the demands of raw materials for biomass fuel oil production in China, we have conducted an overall investigation of the main woody plant resources suitable for the biomass fuel oil production in China. The paper provided with the results concerning the distribution, growth and utilization possibility of the woody plants for biomass fuel oil in China, put forward the idea of establishing the resources base for the main woody energy plants in resource abundant regions, conducted the selection and breeding of superior types and made research on the biological characteristics and economic characters, and established the seed stock breeding bases. The research not only fills in gaps in research on woody energy plants for biomass fuel oils, especially the selection and breeding of improved variety, provides new resources for the production of biomass fuel oil, but also plays an obvious role in speeding up the industrialization process of biomass fuel oils.

Key Words: biomass fuel oil, energy resources, woody plants, seed selection and breeding

CLC Number: S759.3+3

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2005)05-0012-03

1 前言

21 世纪将面临能源问题的严峻挑战,开发利用可再生能源是事关中国国民经济可持续发展、国家安全和社会进步的重大课题。生物质能源是由植物的光合作用固定于地球上的太阳能,通过生物质能转换技术可以高效地利用生物质能源,生产各种清洁燃料,替代煤炭、石油和天然气等矿物燃料,从而减少对矿物能源的依赖,保障国家能源安全,减轻能源消费给环境造成的污染,实现 CO₂ 减排,促进国家经济、社会的可持续发展。目前,世界各国,尤其是发达国家,都在致力于开发高效、无污染的生物质能利用技术。据专家预测,生物质能源将成为未来能源重要组成部分,到 2015 年,全球总能源消费的 40% 将来自生物质能源,这主要通过生物质能发电和生物质液体燃料的产业化来实现。

生物质燃料油是以植物或动物及其产物为原料生产的可再生能源,可以作为石油、柴油代用品,已引起世界各国的高度重视。近十几年来,生物质燃料油产业在世界各国发展很快,生物质燃料油产业已成为一个全球性的新兴产业。

2 国内外能源油料植物的开发利用简况

目前世界各国生物质燃料油的用量都在 100 万 t 以下,所用原料各不相同,美国以大豆为原料。欧洲以油菜籽为原料,巴西以蓖麻籽为原料,日本和中国以废食用油为原料。为了加快生物质产业的发展,不少国家对生物质燃料油都采取了免税或补贴政策,予以扶持。另据 Frosi & Sullivan 企业咨询公司最新发表的“欧盟生物质燃料油市场”报告,为实现“京都协议”规定的目标(在 2008~2012 年期间,欧盟将减少 CO₂ 排放量 8%),欧盟即将出台鼓励开发和使用生物质燃料油的新规定。报告分析指出,至 2007 年,欧盟生物质燃料油营业额将从 2000 年的 5 亿美元增至 24 亿美元,平均年增 25%。

实现生物质燃料油产业化,首先需要丰富的可再生生物质原料的供应,特别是能源油料植物的开发利用逐渐提到日程。实际上,能源油料植物开发利用的价值早有人提出,但普遍重视它的利用价值还是在 1973 年石油危机之后。1978 年,国际能源机构(IEA)发起了能源植物国际间的

收稿日期: 2005-03-14

作者简介: 王涛, 中国工程院院士, 北京市颐和园后中国林业科学研究院研究员, 主要研究方向为社会林业工程; E-mail: wangtao@forestry.ac.cn

合作研究。1981年,肯尼亚(内罗毕)国际新能源和可再生能源会议以后,国际上出现了开发利用这类资源的热潮。现代能源油料植物的研究工作始于20世纪60年代,发展于70年代,自80年代以来,包括植物燃料油在内的生物质能研究得到较快的发展^[1]。美国、巴西、印度等国进行了能源油料植物的选用,富油植物的引种栽培,遗传改良,建立“柴油林林场”等方面的工作与研究。在能源油料植物特性和植物燃料油的研制上,美国、日本、巴西、芬兰、瑞典、印度、菲律宾、澳大利亚等国,在获得植物燃料油途径、燃料油使用技术上都有较大的进展。在能源油料植物资源的研究上,美国进行了重点含油植物、含油量和应用前景的研究,印度、马来西亚等国也作了油脂植物方面的研究。

中国是一个人口大国,人均耕地不到0.1 hm²,要完全以农产品为原料生产生物质燃料油是不可能的。但中国有广大的山区、沙区可供栽种乔灌木油料植物。作为生物质燃料油的原料,这些油料植物不仅可以为我国的生物质燃料油工业提供丰富的可再生原料,还有利于农村产业结构调整,可增加农民收入,解决部分农村剩余劳动力,对保障能源安全、保护生态环境、促进农业和加工业发展、繁荣农村经济,将产生重要和深远的影响。

中国学术界早已有人注意到了生物质燃料油的发展趋势,并开始了这方面的研究、倡导工作。闵恩泽院士在《绿色化学与化工》一书中就提出了发展清洁燃料生物质燃料油的倡导;原机械工业部和中国石化总公司、中国农业工程研究设计院、辽宁省能源研究所、中国科技大学、河南科学院化学所和其它一些单位,也都对生物质燃料油开展了不同程度的研究。但是,中国在发展生物质燃料油方面长期徘徊在研究开发阶段,未能实现产业化^[2-3]。

至于中国能源油料植物(燃料油植物)的生产和开发利用,则刚刚起步,与发达国家比较尚有较大的差距。许多研究单位开展了卓有成效的油脂植物和芳香油植物资源的研究工作,但是,这些研究着重于油脂植物或芳香油植物资料(种类、含油量、油分布特性等)的收集、区域性资源的登记及植物种的介绍,其研究的目的是为食用油和传统工业用油的开发利用服务,没有同植物燃料油的利用相结合,也没有对油脂植物和挥发性油植物进行系统的分析与研究。湖南省林科院在此基础上对含油植物的系统整理和研究,为中国植物燃料油的开发利用奠定了良好的基础。

3 中国的油料植物

能源植物油是一类贮存于植物器官中,经加工后可以提取植物燃料油的油性物质。它通过植物有机体内一系列的生理生化过程而形成,以一定的结构与形式存在于油脂或挥发性油类等物质中。它不断地在植物器官中积累,可被人们用多种方式对其进行不断地采集,具有可再生性。其中种子含油量在40%以上的植物为154个种^[4]。能源油料植物是一类含有能源植物油成份的植物种(或变种),是一类可再生资源。植物燃料油是通过油料植物油的提取加工后,生产出的一种可以替代石化能源的燃料性油料物质。

已用于生产的植物燃料油种类有:桉叶油类、黑皂油类、烃类、单脂类和醇类。我国现已查明的能源油料植物(种子植物)种类为151科697属1553种,占全国种子植物的5%;其中油脂植物138科1174种,挥发性油植物83科

449种;能源油料植物种数在科属中分布很不均匀,在地区分布上差异亦很大。中国油料植物从南到北、从东到西、从低海拔到高海拔逐渐减少。能源油料植物的集中分布区域为亚热带至热带区域,在山区往往与常绿阔叶林或落叶阔叶林相伴生,而且以野生为主(野生种占总数的75.4%),栽培植物种则很少^[5]。

虽然我国含油植物种类丰富、分布范围广、适应性强,但可用作建立规模化生物质燃料油原料基地的乔灌木种却不足30种,分布集中成片可建作原料基地,并能利用荒山、沙地等宜林地进行造林建立起规模化的良种供应基地的生物质燃料油植物则仅有10种左右,如漆树科的黄连木,无患子科的文冠果,大戟科的续随子、麻疯树,山茱萸科的光皮树等。因此,研究者对中国可以作为生物质燃料油的主要能源植物的资源分布、生长及利用状况进行了调查、研究和品种的选育,在现有资源的基础上建立起原料基地与良种繁育基地。在此基础上,对其油料性能、生产工艺、技术、设备进行系统配套,以便进一步投入生产。该研究不仅填补了该领域的空白,而且对发展中国生物质燃料油产业,推动中国生物质能源的开发利用有着重要意义。

中国地域辽阔、气候多样,适宜于作燃料油原料的资源丰富、分布范围广、发展潜力大。木本能源植物中最有前途的为黄连木等油料木本植物,它们在许多地区集中成片,我们通过调查研究,认为可将其作为种质资源和良种繁育基地。同时中国有大量宜林荒山与沙地,如果结合荒山造林与生态建设,因地制宜地种植生物质燃料油能源树木,既可以利用树体保护生态,又可以采收种子增加收入,不仅为生产生物质燃料油提供了原料,也保证了生态工程的可持续经营。

4 中国主要生物质燃料油木本能源植物黄连木的资源分布状况及其特性

4.1 黄连木的资源分布状况

漆树科黄连木属有9个种和1个变种,中国仅有1种黄连木即中国黄连木(*pistacia Chinensis* Bunge)。中国黄连木属漆树科黄连木属,为木本油料及用材林树种,种子含油量40%以上,是一种不干性油,可作工业原料或食用油。黄连木分布广,耐干旱、盐碱、瘠薄,适应性强,是荒山、滩地造林的优良树种,也是具有重要经济价值的油料树种。

根据全国普查结果,中国黄连木分布广,遍布华北、华中、华南23个省、区,一般分布在海拔2000 m以下的山地与滩地,以海拔700 m以下的山地,丘陵分布最多,多数为零星分布,也有大面积的纯林或混交林。黄连木树龄很长,在散生木中树龄达200年以上(安徽、福建),山东省青岛市和栖霞市有生长健旺的560年和630年的黄连木古树,甘肃省文县屯寨乡王家庄有一棵千年黄连木古树,树高42.5 m,胸径5.7 m,冠幅571 m²,生长良好。

黄连木亦有大面积的分布,如河北省(50万亩)、河南省(30万亩)、安徽省(60万亩)、陕西省(30万亩),山东、江苏、湖北、湖南、福建、江西、浙江等11个省都有片林分布。根据全国黄连木分布区的调查,黄连木分布可分为4个区。

4.1.1 冀、豫、陕、太行山、秦岭南坡集中分布区

1) 太行山区年平均气温12.2~15.3℃,绝对最高气温43.4℃,绝对最低气温-23.6℃。年平均降水量400~750 mm,无霜期为188~226天。

黄连木在本区分布于海拔 800 m 以下, 主要分布在海拔 400~700 m 的石灰岩山地, 土壤以褐土为主, pH 值 6.5~7.8, 土层厚度从 5 cm 到 50 cm 不等。由于黄连木具有极强的适应性, 许多黄连木生长在极为瘠薄的山地上, 甚至生长在岩石裂缝中。

本分布区黄连木主要分布在河北中南部和河南北部、太行山区。河北中南部黄连木片林约 42 万亩(其中纯林约 18 万亩左右, 混交林约 24 万亩, 散生木约有 50 万株); 河南省北部黄连木林达 30 万亩(其中人工林 23 万亩, 散生木 60 万株)。本区内黄连木树龄从几年到几十年不等, 在郁闭度较小的林地内则遍布 1 至几年生的黄连木幼苗。

2) 陕西秦岭南坡, 黄连木主要分布在海拔 1 100 m 以下, 以海拔 400~800 m 分布最多, 片林约 40 万亩, 散生林约 78 万株。

4.1.2 豫、湘、鄂西部山地及山东中部泰山分布区

本区年平均气温 13.4~17.0 °C, 绝对最高气温 43.6 °C, 绝对最低气温 -19.0 °C。年平均降水量 694.5~1 700 mm, 无霜期为 208~287 天。

黄连木在本区主要分布在海拔 1 000 m 以下石灰岩山地, 土壤为褐土、黄棕壤, pH 值 5.5~7.8, 黄连木生长的土层厚度在 30 cm 以下。

本区的黄连木面积达 100 万亩, 以混交林为主, 树龄从几年至几十年不等; 在散生木中, 百年以上的古树约有 3 000 万~4 000 万株。

4.1.3 华中与华东低山丘陵分布区

该区包括豫南、豫东、皖西、鄂东、大别山区、山东沿海丘陵与闽西山。本区年平均气温 11.5~18.5 °C, 绝对最高气温 43.3 °C, 绝对最低气温 -18.3 °C。年平均降水量 609.9~1 900.4 mm, 无霜期为 178~274 天。本区黄连木多分布于海拔 1 500 m 以下的石灰岩山地, 土壤为褐土和黄棕壤, 土层厚度在 50 cm 以下, pH 值 6.5~7.8。

在本区黄连木多为零星分布, 散生于其它林木之间或以孤立木形式存在于田间、地头与村旁, 总量约 20 万株。树龄从十几年至几十年不等, 百年以上的古树约有 1 000~2 000 株。

4.1.4 零星分布区

该区包括晋、鲁、苏、鄂、浙、桂、粤、闽等地区。本区年平均气温 11.8~21.0 °C, 绝对最高气温 38.3 °C, 绝对最低气温 -6.5 °C; 年平均降水量 557.8~1 371.3 mm, 无霜期为 179~276 天。

黄连木主要分布于海拔 1 100 m 以下, 最低为 1~2 m, 土壤为褐土和黄棕壤, 也有生长在潮土(舟山群岛)上的黄连木, 土壤 pH 值 5.5~7.5。

本区黄连木为零星分布或与其它树种混交, 或以其它形式存在于田间、地头与村旁。本区的黄连木约有 1 万~2 万株, 多为百年以上的古树。

4.2 黄连木生物学特性及其经济价值

中国黄连木(*pistacia Chinensis* Bunge)为落叶乔木, 高达 30 m, 胸径 2 m; 树冠近圆球形, 树皮薄片状脱落, 通常为偶数羽状复叶; 雌雄异株, 圆锥花序, 先叶后花, 核果倒卵状扁球形; 直径 5~6 mm, 3~4 月开花, 9~11 月果熟, 喜光; 幼树稍耐荫, 耐干旱、瘠薄, 对土地要求不严格, 在微酸性、中性和

微碱性的沙质、粘质土中均能生长, 在肥沃、湿润而排水良好的石灰岩山地生长最好; 深根性、萌芽力强、生长较慢, 寿命可达 300 年以上, 对二氧化硫和煤烟的抗性较强。

根据调查, 黄连木的品种, 按果实种子形态特征可分为: 大子圆、小子圆、小粒扁、小子绿和金子黄等品种, 按照秋天叶色分可分为纯红、紫色、金黄色等。

黄连木不仅是优良的荒山荒滩造林树种, 亦是优良的观赏树种, 木材坚韧致密, 可作建筑、家具及雕刻用材, 嫩叶含芳香油可代茶, 叶与树皮可作药用, 种子含油量为 42.5%, 种仁含油量为 56.7%, 可作食用油, 亦是优良的生物质燃料油原料。目前, 我们正在 3 个省集中分布区建立采种基地, 部分种子已用作生物质燃料油生产的原料。

4.3 黄连木生产的生物质燃料油性状

由正和生物能源有限公司利用黄连木种子作原料生产的生物质燃料油, 经中国石油化工集团公司石油化工科学研究院石油产品检验实验室检验证明, 油品主要物理化学指标达到美国生物质燃料油以及中国轻质燃料油标准^[4]。北京理工大学汽车排放质量监督检验中心、交通部交通科学研究院、中国环境科学研究院等单位的检验结果表明: 使用生物质燃料油后, 生物质燃料油机的动力性能与常规质燃料油无明显差别, 生物质燃料油机排放的 CO、HC 浓度有所下降, 微粒和烟度排放明显改善。初步行车试验表明, 工作正常。(中国国家经济贸易委员会新产品、新技术鉴定验收证书(国经贸鉴字[2002]046 号))

5 中国应用生物质燃料油木本能源植物资源生产生物质燃料油前景展望

为全面了解中国生物质资源状况, 有关方面对中国主要生物质燃料油木本能源植物的调查、研究正在全面开展过程中。根据对 23 个省市进行的初步调查, 目前中国黄连木现有资源量 100 万亩, 以每亩平均产量 500 kg 种子计, 则 100 万亩可产种子 5 亿 kg(以 2 500 kg 生产 1 t 生物质燃料油计算), 则可生产生物质燃料油 20 万 t, 而且中国荒山、沙地造林任务大, 如果结合造林进行种源基地的建设, 则可为生物质燃料油的生产提供充足的原料。因此, 作为中国生物质燃料油木本能源植物的黄连木有着广阔的发展前景。

2004 年, 科技部将“生物质燃料油技术开发”列为“十五”国家科技攻关计划项目, 我们承担了“燃料油木本植物资源调查研究及示范基地的建立”项目。在中国主要燃料油木本植物黄连木与文冠果普查和 5 省区集中分布区资源与良种繁育基地建设的基础上, 我们在全中国 34 个省(市)级单位通过对现有主要生物质燃料油木本能源植物资源进行全面调查, 结合林业生态建设 6 大工程任务, 进行了采种与良种繁育基地的建设, 在此基础上, 与生物质燃料油生产公司合作, 开始了产业化进程, 呈现出良好的发展势头。

参考文献(References)

- [1] 刘一樵, 等. 森林植物学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993
- [2] 陈有民. 园林树木学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1997
- [3] 程树祺, 等. 能源油料植物种类资源量调查研究与分析[R], 1998
- [4] 正和生物能源有限公司. 生物柴油工作总结报告[R], 2002

(责任编辑 邱夜明)