

生物质资源与林产化工



宋湛谦

(中国林业科学研究院林产化学工业研究所, 江苏 南京 210042)

摘 要: 回顾了我国林产化学工业现状。指出了利用生物质资源代替化石资源是当前经济发展趋势, 同时指出了林业生物质资源化学利用将扩大林产化工的领域。

关键词: 生物质资源; 林产化工

SONG Z Q

中图分类号: TQ91

文献标识码: A

文章编号: 0253-2417(2005)S0-0010-05

BIOMASS RESOURCES AND FOREST CHEMICAL INDUSTRY

SONG Zhan-qian

(Institute of Chemical Industry of Forest Products, CAF, Nanjing 210042, China)

Abstract: The present status of forest chemical industry in China was reviewed. Replacing fossil resource with biomass is a trend of world economic development. Forest chemical industry will be expanded by chemical utilization of biomass resources.

Key words: biomass resources; forest chemical industry

我国林产化学工业具有悠久的历史。在四大发明中造纸术和火药术都离不开林产化工技术。松香、松节油、单宁、生漆、桐油、白蜡、色素等林化产品的应用也具有悠久的历史。但是,在解放前,我国的林化资源只局限于原料的利用和简单的加工。

50 多年来,我国林产化学工业得到全面发展。20 世纪 50 年代,以树木提取物和木材水解、热解为主要内容。20 世纪 80 年代,提出“林纸结合”,木材制浆造纸逐步代替污染严重的草浆造纸,并成为林产化工产业的一个组成部分。

目前我国林产化工生产厂家 1 000 多家,年产木浆 300 多万吨,松香 50 多万吨,松节油 8 万吨,活性炭 25 万吨,糠醛 20 多万吨,栲胶及植物单宁深加工产品近 2 万吨,各种芳香油 1 万多吨,保健与药用植物提取物数百吨。许多林化产品还大量出口创汇,如松香、活性炭、生漆、桐油、糠醛、糠醇等都是重要的出口商品。

1 我国林产化学工业涉及的主要领域

1.1 松脂产业

松脂是我国林产化学工业最重要的产品。我国松树资源丰富,松林面积有 1 600 万 km²。可采脂面积占 10%~20%,年可采脂量 150 万吨。松香产业发展很快,自 1980 年起超过美国,居世界第一位。目前产量 50 多万吨,占世界总产量的 50%。松香也是我国主要的出口商品,占世界贸易量的 60%。目前松香深加工产品率已由 20 世纪 90 年代初的 10% 增加到 25% 以上,松节油由 25% 增加到 50% 以上。1980 年以后深加工产品也从进口变为出口,目前出口量约 4 万多吨。1998 年又实现了松香深加

收稿日期: 2005-06-20

作者简介: 宋湛谦(1942-),男,上海人,中国工程院院士,中国林科院首席科学家,研究员,博士生导师,40 多年来一直从事于生物质资源的化学改性和应用研究,特别是松脂资源的深加工利用研究。

工技术出口。国内消费量达 15~20 万吨。

1.2 栲胶产业

栲胶产量目前一直保持在 1~2 万吨。栲胶除鞣革外,还有许多用途,如胶粘剂、水处理剂及油井泥浆稀释剂等。栲胶中所含单宁具有杀菌、驱虫、收敛、抑制病毒、抗氧化等作用,可以制成一些抗菌药和抗肿瘤药物的中间体。

1.3 饲料添加剂产业

从树木绿冠可以提取维生素、叶绿素及多种生物活性物质。从绿色树叶又可以提取大量的蛋白质和氨基酸,也是饲料的重要来源。20 世纪 80 年代起建立各种针叶加工厂,分布全国 24 个省区,生产针叶维生素粉 8 万吨,并生产松针叶绿素-胡萝卜素软膏和松针生物活性饲料添加剂等产品。

1.4 香料产业

我国有 100 多种植物用于精油生产,年产量约 1.5~2 万吨。如山苍子油年产量 2 000 吨,是世界上最大的生产国和出口国;桂油年出口量 250 吨,是美国可口可乐、百事可乐的主要配方之一。其他还有柏木油、八角油等。树木精油还有保健作用,国外推行的精油芳香疗法,有助于精神不安,神经过敏,身心疲劳等症状的治疗。

1.5 医药产业

我国很早进行杜仲叶利用。以后从柠檬桉叶提取黄酮,绞股兰提取总苷,沙棘果提取沙棘油,红豆杉提取紫杉醇,黄柏提取黄连素,喜树提取喜树碱等,均已批量生产。但是加工深度不够,大都以工业原料、粗加工或低质量产品投放市场。植物精油还具有广泛的生物活性,如杀虫、抗菌和防霉作用,都可以加工成各种药物中间体。我国植物药主要出口美国,部分出口欧洲和亚洲,每年植物提取药及其制剂销售额约为 12 亿美元。

1.6 活性炭产业

活性炭是一种优质吸附剂,它具有独特孔隙结构和表面基团,广泛用于化工、医药、环保、国防等方面。我国活性炭行业在产量、品种、质量等方面都取得很快的发展,年产量超过 25 万吨,居世界第一位。年出口量约 17 万吨,是第一出口大国。

1.7 木材制浆产业

在 20 世纪 90 年代初,我国提出林纸结合,造纸由草向木材造纸过渡。但是木材资源缺乏,当前使用小径材、次生材、薪炭材、劣质材和林区加工剩余物等作为造纸工业的主要原料。目前发展高得率制浆技术,可以利用速生材及林产工业剩余物生产强度、洁净度和白度均好,且得率高的纸浆,该法具有污染负荷小,投资费用低等优点,对于改变目前我国木浆短缺局面,振兴造纸工业有良好前景。

1.8 林业废弃物综合利用

利用农林废弃物水解可以制成糠醛。再深加工可以得到糠醇、四氢呋喃、呋喃树脂等产品,年产量 10 万多吨。纤维素经稀酸水解、降解得到微晶纤维素,可以用于医药压片的赋形剂、食品添加剂。木质素经过改性可以制成木材胶粘剂、表面活性剂等。

2 利用生物质资源代替化石资源是当前经济发展趋势

2.1 利用生物质资源是当前经济发展趋势

我国是化石资源短缺的国家,尤其是石油资源,2004 年石油进口量达到 1.2 亿吨。预计到 2020 年,将突破 2 亿吨,这将成为长期制约我国经济发展和国防安全的障碍。化石资源不可再生,加上化石产品会造成严重的环境污染。鉴于资源与环境的压力迫使人们寻找新型的可再生资源。目前生物质资源被认为是替代化石资源的最佳选择。生物质是指由植物、动物或微生物生命体所合成得到的物质的总称。以生物质替代化石资源发展化学工业是人类可持续发展的必经之路。尽管现在的研究仍处于初级阶段,但其强大的生命力已经显示出来,也有越来越多的国家开始重视这方面的研究。

现代的生物质产业是指利用可再生或循环的有机物质,包括农作物、树木和其他植物,及有机废弃

物等为原料,通过工业性加工转化,进行生物基产品、生物燃料和生物能源等环境友好生产的一种新兴产业。美国计划2020年生物基产品和生物能源较2000年增加20倍,这样可以减少碳排放量1亿吨和增加农民收入200亿美元。壳牌石油公司估计,21世纪的前50年生物质将提供世界化学品和燃料的30%,市场份额达到1500亿美元。巴斯福公司2003年宣布,将以可再生的生物质资源作为化学品生产的主要原料。杜邦公司将2010年销售额的25%定位于生物质产品。这些都说明生物质资源将有可能替代化石资源成为所有化学品的来源。

2.2 生物质资源的特点

2.2.1 资源丰富 我国生物质来源广泛,储量大。有高等植物3万多种,居世界第三位。另外每年还有7亿吨作物秸秆(其热值相当于3.5亿吨标准煤),2亿多吨林地废弃物和木材加工剩余物,畜禽粪便实物量1.2亿吨(干),数百万吨的树木果实和天然树脂,以及数百万吨的废弃生物油脂未被利用。就总资源量,我国开发的生物质资源热值总量相当于8亿吨标准煤。预计林业生物质资源量的热值到2020年将会达到15亿吨标准煤。这些丰富的林业生物质资源为我们通过绿色化学利用技术开发生物质能源、生物质化学品、生物质新材料提供了可靠的原料保证。

2.2.2 品种多样 现在已知世界上的生物多达25万多种。生物的多样性,决定了生物质的多样性。任何一种生物都有可能为人类提供一种或多种生物质。例如,水稻可以提供稻谷和秸秆,含有淀粉、木质素和纤维素;树木可以提供树干、树根、树叶、果实及分泌物等,含有纤维素、木质素、单糖及多糖、松脂、单宁、生漆、植物油等。

2.2.3 用途广泛 生物质转化途径的多样性,决定了生物质使用性能上的多样性。利用生物质可以生产清洁燃料,如沼气、生物酒精和生物柴油等,还可以用于开发出适应未来市场且环境友好的石油和天然气的替代品等生物基产品。例如,生物质源高分子材料、生物质源精细化学品等。同时,生物质主要成分为碳水化合物,在生产及使用过程中与环境友好。

2.3 对我国国民经济建设具有重要的作用

2.3.1 缓解能源危机,是国民经济可持续发展的重要保证 我国石油储量只是世界储量的2%,消费量却高居世界第二位。据预测,2020年石油进口依赖度将超过55%。电力供应方面也存在较大缺口。1999年人均用电不到1000 kW·h。所以能源供应安全问题已成为制约我国经济发展的障碍。

经过物理和化学转换技术,生物质资源可以高效地转化成常规的固态、液态和气态燃料以及其它化工原料或者产品,替代化石燃料,缓解资源短缺。同时,生物质能属于环境友好的清洁能源,可以避免由于化石能源的大量使用,引起了日益严重的环境问题。

2.3.2 促进林业产业的跨越式发展 森林资源的可再生性、生物多样性、对环境的友好性和对人类的亲和性,决定了以生物质资源绿色化学技术为依托的林业生物产业在推进国家未来经济发展和社会进步,为人类提供生命支持服务与丰富的物质文化需求,实现森林可持续经营具有广阔发展前景。不仅充分显示了林业生物产业巨大的发展潜力,而且顺应了国际贸易和经济技术发展的潮流,有利于增强我国的综合国力和国际市场的核心竞争力。就可用于林业生物质产业的资源总量而言,通过生物质产业的发展,可将现有林业总产值(2003年林业总产值5860.33亿元)提高两倍以上,从而促进林业产业跨越式发展。

2.3.3 调整农村产业结构、解决“三农”问题的重要支撑 我国的生物质资源主要分布在农村,8亿多农村居民约50%生活用能仍然依靠秸秆、薪柴等生物质的直接燃烧提供,落后的用能方式造成了严重的室内环境污染,危害人体健康。同时,对化石能源供应构成一定压力。而农村秸秆等废弃物严重过剩,随地焚烧,又造成了环境污染。所以发展林业生物质能源,有利于逐步实现农村用能优质化和清洁化,也有利于农村全面建设小康社会。

目前,我国每年有3亿多吨的农林资源剩余物没有利用,若利用其中10%来发电,则可以产生总电量的10%,给农民带来70多亿元收入,既可减少环境污染,同时又可提供数百万人就业机会。因此,我国林业生物质产业紧扣“资源、能源、环境、三农”四大主题,将成为国民经济发展的支柱产业,具有不可

替代的战略地位。

3 林业生物质资源化学利用将扩大林产化工的领域

利用林业生物质资源可以开发生物质新材料、生物质化学品和生物质能源,从而大大扩大了原有林产化工的研究领域。

3.1 生物质新材料

林业生物质资源中,纤维素和木质素含量极其丰富。据估计,作为植物生物质的主要成分——木质素和纤维素每年以约 1 640 亿吨的速度不断再生。对纤维素和木质素的研究,一直受到科研人员的关注。如日本以纤维素和从甲壳制得的脱乙酰壳聚糖复合,采用流延工艺制成薄膜,具有与通用薄膜同样的强度,并可在 2 个月后完全降解。在纤维素功能化的分子设计中,通过化学改性在保持纤维素原有特征的同时赋予纤维素某些特殊的性能。国外开发出织物整理剂、建筑涂料、水性胶粘剂、药物载体材料等纤维素丙烯酸乳液。

木质素是仅次于纤维素的一种天然高分子化合物。采用化学接枝、生化接枝、电化学接枝等改性木质素可以制备土壤调节剂、助凝剂、增稠剂、石油钻井液、表面活性剂、分散剂等。20 世纪 90 年代以来,木质素利用更侧重于开发以木质素为基础的合成高分子材料,生产合成树脂、表面活性剂和胶粘剂等产品。日本的科学家于 2001 报道了改性木质素制备碳纤维的方法。阔叶材的乙酸木质素经溶解纺纱可以很容易获得纤维,而纤维经过热稳定化处理可以转化为碳纤维。碳纤维再经蒸汽处理可获得与商业活性炭性能相当或更优越的活性炭纤维。

3.2 生物质化学品

3.2.1 生物质绿色平台化合物 平台化合物是指那些来源丰富、价格低廉、用途众多的一类基本有机化合物,可以进一步合成一系列高附加值产品。可再生生物质资源具有获得新型绿色平台化合物的各方面优势,可以作为典型的绿色替代原材料用于合成各种化学品,如,葡萄糖(乳酸,乙醇)、糠醛(羟甲基糠醛)和乙酰丙酸等。Cargill-Dow 公司正在建设年产 14 万吨由玉米芯发酵生产聚乳酸的工厂,以开发多种塑料。

3.2.2 生物质提取物和分泌物 这是生物质资源综合利用的重要领域,具有广阔的市场空间和良好的产业化前景。今后发展方向是着重于产品的深加工,开发高附加值产品。作为松树的分泌物——松脂可以作为各种树脂的原料,如造纸施胶剂树脂、增粘剂树脂、油墨树脂、涂料树脂、环氧树脂、合成橡胶、合成农用塑料薄膜等,还可以作为各种功能材料的原料,如药物、维生素、昆虫激素、香料、合成麝香、合成檀香等。以药效植物提取物产品开发各种保健药品、食品和天然化妆品,已被认为是世界上最有前途的产业之一。据报道,国际市场药品的 20% 即 30 亿美元来自于植物提取的药物。据估计,2020 年国际植物提取物市场约 120 亿美元。生物农药是农药的发展方向。2000 年全世界生物农药占全部农药市场份额的 2.5%,销售额 6 亿多美元。预计 10 年后生物农药的市场份额将达 20% 以上。到 2005 年,我国各类生物农药的总销售量可望达到 20 万吨。印楝生物农药的发展具有十分广阔的市场前景。未来 10 年内,印楝生物农药的销售量将达 25 万余吨,市场销售额约 10 亿美元。生物肥料具有固氮、溶磷、产生生长刺激素等多项功能,而且无污染,是化肥的理想替代品。

3.3 生物质能源

生物质能是未来最重要的可再生性能源。许多国家已把高效利用生物质能放在一个相当重要的地位。生物质能在总能耗中由 2% ~ 3% 激增到 2000 年的 15%。目前生物质能源转化主要集中在气化(发电、供热)、液化(生物油、乙醇、生物柴油)、固化和直接燃烧技术的研究开发。如利用农林废弃物制取乙醇的技术研究,美国计划到 2010 年,可再生的生物质可提供约 5 300 万吨乙醇和 1 200 万吨生物柴油。美国现在大约 4% 的能源由生物质提供,2010 年生物质能比将达到 10%,到 2020 年将达到 17%。预计到 2050 年世界上 38% 的直接燃料将来自生物质资源。英国计划 2010 年可再生能源发电占总发电量的 10%。欧盟 2001 年生物柴油产量已超过 100 万吨。

我国现有能源体系逐步向可再生能源为主的能源体系转变。生物质能源的应用已取得一定的进展。预计,到2020年,我国生物质能源量达到15亿吨标准煤,并将其中30%的资源用于生产液体燃料,即可为我国石油市场提供2亿吨液体燃料。同时,针对目前我国在电力供应方面存在的较大缺口,若以当前农林废弃物产量的20%作为电站燃料,可发电1600亿kW·h,将占目前我国总耗电量的12%左右。因此,从我国能源的发展战略和资源环境协调角度来看,建立具有自身特点的生物质能源研究、开发、产业化体系十分必要。

4 结语

为了使生物质资源更好地为国民经济服务,当前应该重点解决以下关键技术问题:生物质化学品绿色化制造技术;生物质原料、产品分离、纯化技术;生物质化学品生产技术集成及工程化开发;生物质材料活化技术;生物质材料复合、聚合、树脂化技术;生物质功能高分子材料开发技术;生物质微生物转化制备酒精的关键技术;生物柴油和化工产品综合制备技术;生物质快速热裂解和高压液化技术以及生物质气化供热和发电系统技术。

参考文献:

- [1] 宋湛谦. 我国林产化工产业的现状与发展趋势[J]. 中国林业产业, 2004, (6): 17-19.
- [2] 石元春. 发展生物质产业[N]. 科技日报, 2005-03-02(1).
- [3] 石元春. 现代农业[J]. 中国农业科技导报, 2002, 4(6): 1-4.

本刊信息

中国科技论文统计源期刊

(中国科技核心期刊)

收录证书

林产化学与工业

经过多项学术指标综合评定及同行多位专家评议推荐, 贵刊被收录为国家科技部“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)。特颁发此证书。

有效期至二〇〇六年三月

中国科学技术信息研究所
二〇〇四年三月