

“生物炼制”专题报道导读

随着后石油化工时代的来临,以可再生资源为原料研发生产生物质燃料、生物基化学品、生物基材料等,已引起全球的高度重视,并取得重要进展,未来化学工业将呈现石油基、生物基、煤基多元化生产路线的格局。现代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,以及有机废弃物为原料,通过工业性加工转化,进行生物能源、生物基材料和生物基化学品等环境友好生产的一种新兴产业,当前生物质产业正在成为引领当代世界科技创新和先进生产力发展的又一个新的主导产业。为促进生物质产业进程,中国化工信息中心联合8家权威单位,于2008年11月主办了“生物炼制技术交流和产业化研讨大会”。现从本次大会特邀报告中选出几篇报告改写成文,同时从来稿中组织几篇相关文章,将在第1期、第2期集中刊出,敬请关注。

——本期责任编辑:刘会洲

专论与评述

生物质产业与林产化工

宋湛谦

(中国林业科学院林产化学工业研究所,江苏南京210042)

摘要:生物质产业正在成为一个新的主导产业。林产化学工业是将森林植物资源经过化学或生物技术加工,生产出国民经济和人民生活所需要的各种产品。介绍了我国林产化学工业的现状,指出利用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,对今后发展趋势进行了展望。

关键词:生物质;林产化工;木质原料;能源;植物

中图分类号:TQ9

文献标识码:C

文章编号:0253-4320(2009)01-0002-04

Biomass industry and forest chemical industries

SONG Zhan-qian

(Institute of Forest Chemical Industry, China Academy of Forest Science, Nanjing 210042, China)

Abstract: The biomass industry is becoming one of the major industries. And the forest chemical industry produces many products for the national economy and people's daily life from forest resources by the chemical or biotechnological process. The current situation of China's forest chemical industry is introduced in this paper, and it's pointed out that the original research region of the forest chemical industry can be extended by using biomass to develop new bio-mass materials, chemicals and energy sources. The tendency of the development is also presented.

Key words: biomass; forest chemical industry; woodiness material; energy source; plant

当前生物质产业正在成为引领当代世界科技创新和先进生产力发展的又一个新的主导产业。现代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(Bio-based products)、生物燃料(Biofuels)和生物能源(Bioenergy)等环境友好生产的一种新兴产业。它具有跨学科、跨部门、跨行业的特点。大力发展生物质产业,对于缓解人类健康、粮食安全、资源环境的瓶颈约束,进一步调整经济结构,建立资源节约型和环境友好型

社会都具有重要意义。“十一五”规划纲要已经把发展生物质产业作为重要内容,明确提出“实施生物产业专项工程,努力实现生物产业关键技术和重要产品研制的新突破”。

林产化学工业是将森林植物资源经过化学或生物技术加工,生产出国民经济和人民生活所需要的各种产品,是林业产业的一个重要组成部分。

林产化学工业在生产原料、加工工艺和产品方面都和生物质产业有着密切的关联。随着多种新型产业的发展和多项新兴技术的应用,林产化工的

研究领域已经逐渐拓展到利用生物质资源开发生物质能源、生物质材料和生物质化学品。

1 我国林产化学工业状况

林产化学工业在我国具有悠久的历史。四大发明中造纸和火药都离不开林产化工技术。

1.1 非木质原料的利用

利用木质原料所含的各种天然有机物,如萜类化合物、黄酮类化合物、植物多酚、生物碱、脂肪酸、多糖及其他天然化合物,生产出各种精细化学品。

1.1.1 松脂

松脂是来自松树的分泌物,是我国林产化工产业最重要的产品,也是支柱产业。

我国松树资源丰富,松林面积有2 500万 km²,每年可采脂量200万 t。松脂可以加工成松香和松节油,是重要的化工原料。我国松香产业发展很快,松香产量自1980年起超过美国,一直居世界第1位,占世界总产量的60%。它也是我国主要的出口商品,出口量占世界松香贸易量的60%。

松香作为一种天然原料,具有一些独特的性质,松香通过化学改性,可以制成一系列深加工产品。据统计,松香有400多种用途。现在国外发达国家几乎都使用松香深加工产品。过去我国低价出口松香、松节油初级原料,高价进口深加工产品。自20世纪80年代中期我国开始研制松香深加工产品,目前松香深加工产品率已由90年代初的10%增加到40%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,现在不仅能生产各种深加工产品以满足国内市场需要,1998年又实现了深加工技术出口。美国松香年产量20多万 t,居世界第2位,每年还要从我国进口。

1.1.2 医药

森林药用植物的提取物是天然药物的重要来源。据估计,2020年国际植物提取物市场约120亿美元。从银杏叶提取内酯和黄酮,是治疗心脑血管及哮喘的有效药物;从红豆杉分离抗癌物质——紫杉醇;从黄花蒿分离抗疟疾药物青蒿素;喜树提取喜树碱等。发达国家从发展中国家进口提取物粗品,再深度加工。如美国植物药原料75%依赖进口。我国每年植物提取药及其制剂销售额约为12亿美元,主要出口美国。

1.1.3 生物农药

生物农药具有专效性好、易降解、对环境安全、

害虫不易产生抗药性等特点。2000年全球生物农药占全部农药市场份额的2.5%,销售额达6亿多美元。预计10年后生物农药的市场份额将达20%以上,销售额约80亿美元。

2000年我国生物农药年产量仅8 000 t,在农药总量中不到1%。加入WTO后,生物农药需求量进一步加大,计划到2010年生物农药使用量将占农药总量的30%。据预测,2005年我国各类生物农药的总销售量可望达到20万 t,总销售额6亿~8亿元。

1.1.4 精油

从芳香植物的种子、树皮、根和叶中可以提取精油,这是香料的原料。全世界天然精油产量4.0万 t/a。我国也有丰富的资源,目前产量1.5万~2.0万 t/a。如山苍子油年产量2 000 t,是世界上最大的生产国和出口国;桂油年出口量250 t,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。树木精油还具有保健作用,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。

1.1.5 栲胶与色素

从一些植物的皮、果、花、叶和种子中可以提取天然多酚类物质或有色物质。前者称为栲胶,它的主要成分是单宁,后者为天然色素。

我国栲胶产量2万多 t。主要用于鞣革,还可以作木材防腐剂、水处理絮凝剂等。由于单宁具有杀菌、抑制病毒作用,可以制成医药中间体。如没食子单宁酸加工成一种广谱抗菌药的中间体。鞣花单宁经过加工,有可能制成低毒的抗艾滋病药物。

天然色素有红曲色素、栀子黄色素、可可色素、甜菜色素、菊黄色素等。它们作为食用色素具有安全、可靠等特点,还具有一定的营养价值和调节生理作用。天然食用色素代替合成色素已成为一种发展趋势。

1.1.6 饲料添加剂

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。这些都是饲料的重要来源。据调查,我国植物绿叶可食用或饲料用的近2 000种,其中900种是分布广泛、可利用性大的木本植物。我国每年仅各种乔木的嫩枝绿叶的产量就有约5亿 t。目前利用率还很低。

1.2 木质原料的利用

将木材的三大组成部分,即纤维素、半纤维素和

木质素通过化学或生物技术加工,生产木浆和纸产品、木炭和活性炭、木质能源产品和低聚糖、糠醛、乙醇等产品。

1.2.1 制浆造纸

我国造纸工业原料主要以草浆为主,效率低、质量差,生产废水又严重影响环境。生产高中档纸张长期依赖进口木浆。20 世纪 90 年代提出林纸结合,造纸将由草向木材造纸过渡。目前木浆产量 300 多万 t/a。但是木材资源缺乏,现存自然成熟林难以满足要求,所以大力营造速生用材林。当前使用小径材、次生材、劣质材和林区加工剩余物等作为主要原料。目前我国发展高得率制浆技术,可以利用价格低廉、来源广泛的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,对于改变目前我国木浆短缺局面有良好前景。

1.2.2 活性炭

木材经过干馏可以得到木炭、木焦油、木醋液和木煤气。木炭的最大用途是制活性炭。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。随着工业的发展,对活性炭需求量剧增。发达国家已将活性炭作为解决环境保护的重要材料,活性炭消费量的 40% ~ 50% 用于水处理,20% ~ 30% 用于废气处理。日本 1996 年使用活性炭量 8.9 万 t,美国 1994 年使用量达 14.3 万 t。我国活性炭行业取得很快的发展,年产量 9 万 ~ 10 万 t,仅次于美国,居世界第 2 位。年出口量超过 5 万 t,是第一出口大国。我国活性炭主要用于食糖精制脱色,制药工业等。随着环境意识的加强,活性炭在环境保护方面用量也将日益增加。

1.2.3 糠醛和糠醇

纤维素在酸或酶作用下发生水解可以制成糠醛,目前年产量已达 20 多万 t,占世界产量 2/3。糠醛深加工可以得到糠醇、四氢呋喃、聚四氢呋喃等,年产量 10 多万 t。它们都是有用的精细化学品,年出口量达 8 万多 t。

2 发展生物质产业将扩大我国林产化学工业领域

生物质产业的提出为我国林产化学工业发展提供了广阔的舞台。利用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。

2.1 生物质新材料

生物质资源中,纤维素含量最为丰富。通过纤维素功能化的分子设计,可以在保持纤维素原有特征的同时,赋予某些特殊的性能。可以将其制成超吸水材料,用于沙土改良、医药卫生和食品等方面;制成吸附材料,从工业废水中吸附重金属离子或废油;还可以制成生物活性材料;膜材料;液晶材料等。由木质纤维原料可以加工成可降解的木基塑料和木塑复合材料。

木质素是仅次于纤维素的一种天然高分子化合物,也是造纸工业的副产物(没有充分利用)。采用化学接枝、生化接枝、电化学接枝等方法改性木质素,可以制备土壤调节剂、助凝剂、增稠剂、石油钻井液、分散剂等。20 世纪 90 年代以来,研究者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。

估计全世界每年生物合成的甲壳素量约 100 亿 t。在自然界甲壳素主要存在于虾、蟹等节肢动物,其甲壳素含量达 58% ~ 85%。甲壳素和壳聚糖可以制成液晶材料、膜材料、吸附材料及催化剂。由于它可以制成纤维材料,具有抗菌、防腐、止血和促进伤口愈合等特殊功能,在医用方面应用很具吸引力。同时,甲壳糖和壳聚糖具有药物作用,可以制成医药中间体。

淀粉广泛分布在植物的根、茎、种子内。在自然界多糖类化合物中数量仅次于纤维素和甲壳素。它的结构式与纤维素相似。淀粉具有 3 个羟基,可利用羟基反应,生成系列衍生物。可以用于食品与医药、造纸、纺织等行业,也可以作高吸水树脂。

我国有丰富的竹子资源,竹林面积 500 万 hm^2 。竹子可以代替木材作胶合板、刨花板、竹塑复合层压板、竹地板等;还可以干馏得到竹炭和竹醋液;竹醋液具有杀虫抑菌作用,也具有促进植物生长作用。竹纤维具有良好的透气性、吸水性和回弹性,可以制成纺织品,可与苧麻相当,好于亚麻纤维。

2.2 生物质化学品

(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。

(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。今后发展方向着重于产品的深加工,开发高附加值产品。

2.3 生物质能源

生物质能是未来最重要的可再生能源。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,生物质能由在总能耗中的2%~3%增到2000年的15%。目前在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研究开发。如利用农林废弃物制取乙醇的技术研究。

1988年起,欧共体陆续投入12亿美元开发生物质能源。美国计划到2010年,可再生的生物质可提供约5300万t乙醇和1200万t生物柴油。美国现在大约4%的能源由生物质提供,2010年生物质能比达10%,到2020年将达到17%。英国计划2010年的可再生能源发电量将占总发电量10%。巴西2002年已有1100万t生物酒精燃料用于交通运输。欧盟国家2001年生物柴油产量已超过100万t。预计到2050年世界上38%的直接燃料将来自生物质资源。

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2020年我国生物质能源量达到15亿t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t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kWh,将占目前我国总耗电量的12%左右。

3 今后发展趋势

(1) 种植能源植物,发展生物质能源将是林产化学工业发展的重要内容

近年来实施的林业六大工程,已营造了大量的速生丰产林,提供了资源保证。同时,我国现有不宜用于农田而适宜种植能源植物的荒草地资源有7.40亿亩(1亩=666.7m²),盐碱荒地1.50亿亩,可人工造林面积7.00亿亩,薪炭林0.67亿亩。这些土地可以种植油桐、麻风树、黄连木、乌桕等木本油料植物。也可以种植以甜高粱、甘蔗、薯类等非粮食

作物作为生物质能源的原料。还可以利用棉籽油、菜籽油等为原料生产。预计到2010年,我国生物质能源将占全部能源的4%。

生物能源是一种清洁、高效、安全、可持续的能源,我国发展生物能源具有技术成熟、土地丰富、劳力充足、市场巨大四大优势,发展生物能源是粉碎“能源封锁”、保障能源安全,改善生态环境,增加农民收入的“一举三得”的重要战略举措。

(2) 加强创新研究,发展深加工技术是进一步发展林产化工产业的关键

目前我国森林植物资源大多数仅粗加工、低价值应用;或者原料直接出口,换取低额外汇;有的资源甚至还没有开发利用。所以在今后市场竞争中林产化学工业能否进一步发展壮大,取决于能否将这一资源优势尽快转化成经济优势,产生显著的经济效益。如近年来我国出口银杏叶价格仅1000美元,粗加工得到的提取物,出口价格是5000美元/t,如果能进一步深加工成药用制剂出口,则价值高达10万美元/t,比原料价格提高了100倍,单银杏叶一项每年就可以增加经济价值20亿~40亿元。目前临床应用的紫杉醇、喜树碱、美登素、苦杏仁苷等抗癌药物,杜仲、槐米芦丁、龙脑等治疗心脑血管病药物,单宁酸及衍生物的抗艾滋病病毒药物都来自于树木提取物,目前出口到美国有100多种粗提物,价值4亿美元。如果进一步深加工制成药物制剂再出口,则经济价值将增加百倍、千倍。同样,松脂也具有资源优势,但是目前松脂资源利用率仅为1/2。创新开发深加工产品,扩大松脂资源利用,才能保证松脂产业持续发展。

要发展深加工技术,必须坚持创新研究。要不断开发具有自主知识产权的深加工产品和生产技术,并降低成本,开拓国内外市场,进一步提高经济效益和出口创汇能力,保持在激烈竞争中不断壮大,持久不衰,是我国发展林产化学工业的关键。

我国地域辽阔,生物质资源丰富,林产化学工业已经形成一定的基础,具有进一步发展的潜力。在21世纪面临的机遇和挑战中,林产化工工作者要从发展生物质产业这一战略目标出发,结合林产化学工业领域的研发工作,尤其在生物质能源、液体燃料和平台化合物开发方面加强研究,从而加速我国林产化学工业进一步发展。■