

专家特稿

生物质产业发展与林产化工



SHEN Z B

沈兆邦

(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: 现代生物质产业是在化石能源逐渐枯竭、全球变暖、环境恶化的形势下产生的利用可再生的生物质原料,通过工业性加工转化,进行生物基产品和生物质能源生产的一种新兴产业。林产化学工业在生产原料、加工工艺和产品方面都和目前提出的生物质产业有着密切的关联,要从发展生物质产业这一战略目标出发来审视和考虑林产化工相关领域的研究和开发工作,加强林产化学加工工程学科和重点实验室建设,加强人才培养,为生物质产业发展服务。

关键词: 生物质;生物质产业;林产化工

中图分类号:TQ351.2 文献标识码:A 文章编号:0253-2417(2005)S0-0001-04

BIOMASS INDUSTRY DEVELOPMENT AND CHEMICAL PROCESSING OF FOREST PRODUCTS

SHEN Zhao-bang

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

Abstract: Biomass industry is a novel industry based on the utilization of sustainable biomass feedstock to produce bio-based products and bio-energy, which is evolved under the situation of inadequate resources of the fossil fuels and global climate changes as well as environmental deterioration. The chemical processing of forest products is quite closely connected with the biomass industry in the respects of raw material, processing technology and products. It is necessary to consider the research and development work in related areas of the chemical processing of forest products from the view of development of biomass industry and enhance the construction of the discipline "chemical processing engineering of forest products" and the key laboratories of State Administration of Forestry to meet the demands of development of biomass industry.

Key words: biomass; biomass industry; chemical processing of forest products

进入 21 世纪以来,生物质产业(biomass industry)越来越引起人们的注意。回顾 20 世纪,石油化工为人类社会的发展起到了重要作用,汽油、柴油、塑料、高分子材料以及化学品等大都来自石化工业。可以说,20 世纪是石油化学经济发展的时代。但是,自上世纪末,化石能源渐趋枯竭,温室气体导致全球变暖,以及环境恶化的危机感和紧迫感,使“可持续发展”成为国际社会普遍关注的问题。利用可再生的生物质生产能源、燃料和化工产品,来弥补化石资源的不足,重新引起人们的关注。我国是一个石油资源不足的国家,石油储量仅为世界的 2%,而消费量却为世界第二,石油进口由 1994 年的 300 万吨增加到 2004 年的 1.4 亿吨,进口依存度达 46%^[1]。因此,发展生物质产业对我国经济发展具有重要的现

收稿日期:2005-06-20

作者简介:沈兆邦(1939-),男,江苏太仓人,研究员,博士生导师,中国林学会林产化学化工分会主任委员,主要从事天然产物化学利用和研究。

实意义和战略意义。

1 生物质和生物质产业

生物质是指任何可再生或可循环的有机物质,包括农作物、树木和木材废弃物及剩余物,植物(含水生植物)、草及其残留物,纤维和动物废弃物,可分类的城市垃圾和其它废弃材料。生物质产业是指利用上述可再生的生物质原料,通过工业性加工转化,进行生物基产品(biobased products)和生物质能源(bioenergy)生产的一种新兴产业。在生物质能源方面又可分为生物质发电(biopower)和生物质燃油(biofuels)^[2]。

2000 年美国国会通过了“生物质研究和开发法案”(Biomass Research and Development Act of 2000)^[3],要求在可持续发展基础上,大量增加由生物质生产的燃油、化学品、材料和能源,以减少对进口原油的依赖,并促进生物质产业的发展。根据“法案”由美国农业部(USDA)和能源部(DOE)牵头组织全国的研发工作,并成立了“生物质技术咨询委员会”。根据“生物质技术咨询委员会”提出的 2020 年规划和技术路线图^[4],至 2020 年生物质产业在能源、运输用燃油、化学品和材料生产中所占比例如表 1 所示。

为了达到上述目标,USDA 和 DOE 开展了大规模的研发工作,2003 年 USDA 投入研发经费达 2.849 亿美元,DOE 投入研发经费达 1.318 亿美元^[5],按计划仅美国能源部 2004 ~ 2008 年将投入 34.040 6 亿美元。其生物质研究计划主要包括以下 5 个核心研究领域^[6]。

表 1 生物质在美国经济中的作用(2020 年目标)

年份 years	电能、热能 biopower	运输用燃油 transportation fuels	化学品和材料 chemicals and materials
2001		0.5	5
2010	4	4	12
2020	5	10	18

1.1 生物质原料层面的研究和开发

其目标是开发可大规模提供低成本、高质量的木质纤维生物质的技术,供生物提炼厂生产热和电能、化学品和其它材料。

1.2 糖平台(sugar platform)的研究和开发

包括用化学和生物技术将生物质分解成单糖组分,其目标是获得廉价的糖,以开发燃油、化学品和其它材料。制糖后的木质素残渣可用于发电或制备其它产品。目前主要研究的方向是先将粉碎生物质原料用稀酸进行热化学处理,水解半纤维素至戊糖,然后将纤维素进行酶水解制取己糖。所得到的糖除发酵制乙醇外,还可制取高附加值的化学产品。美国西北太平洋国家实验室(PNNL)和国家再生能源实验室(NREL)已对可由戊糖和己糖生产的 300 种化合物^[7],根据其生产和进一步加工高附加值化合物的可行性进行了评估和筛选,提出了 30 种候选平台化合物。并从其中又筛选出 12 种最有价值的平台化合物(1,4-丁二酸、富马酸、苹果酸、2,5-咪唑二酸、3-羟基丙酸、天冬氨酸、葡糖二酸、谷氨酸、衣糠酸、乙酰丙酸、3-羟基丁内酯、甘油、山梨醇、木糖醇或阿拉伯糖醇)。水解后的木质素残渣除可作燃料外,将被用于研制木质素衍生物产品,目前主要研究方向是木质素残渣碱降解,降解产物的催化加氢脱氧和加氢裂解制取燃油添加剂。

1.3 热化学平台(thermochemical platform)的研究和开发

其目标是将生物质或生物提炼厂的生物质残渣转化成热解油和合成气。它们可直接作为燃油或产品使用,亦可进一步精制成可替代现有的原油、汽油、柴油、天然气和高纯氢的燃油和产品。

1.4 产品研究和开发

其目标是将糖平台和热化学平台提供的中间产品,根据市场需求开发为燃油、化学品和材料以及热电产品。

1.5 综合生物提炼装置的研究和开发

其任务是和产业界结合,将上述 4 方面的研究成果实现产业化示范。

上述 5 个核心研发领域关系见图 1。除上述内容外,尚有其它一些研究和开发,如“生物气平台”(biogas platform)的研究和开发、“长碳链化合物平台”(long-chain carbon platform)的研究和开发,主要用植物油和动物脂肪制备生物柴油(biodiesel),以及“植物产品平台”(plant products platform)的研究和开发。

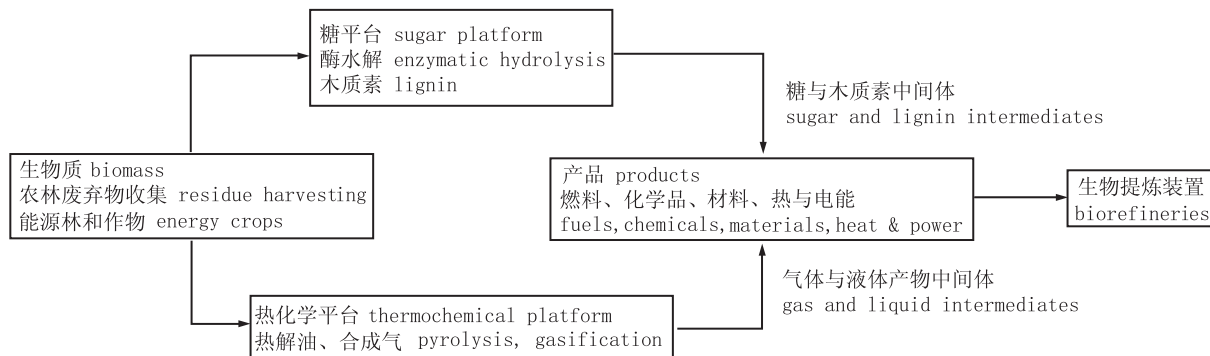


图 1 美国生物质研发计划 5 个核心领域关系图

Fig.1 Five core research and development areas of US biomass program

美国生物质计划认为,“糖平台”和“热化学平台”是最有前景的 2 种生物质转化工艺,在燃料乙醇方面,目前主要利用玉米淀粉水解糖发酵生产,但下一步将要集中开发玉米秸秆等木质纤维原料水解糖源制备燃料乙醇和其它化学品。

2 林产化工和生物质产业

林产化学工业是以可再生的木质和非木质森林产物为原料,经化学和生物技术加工、生产各种国民经济发展和人民生活所必需的产品。我国的林产化学工业按使用原料不同可分为 2 大类。

2.1 木质纤维原料的化学利用

木质纤维原料的化学利用主要利用木材的 3 大组分,即纤维素、半纤维素和木质素。目前的主要产品是,木浆和纸产品、木质素磺酸盐、糠醛、木糖和木糖醇、低聚木糖、木炭和活性炭、能源产品,包括木煤气、成型燃料以及直接燃烧(在木浆厂和糠醛厂均利用加工残渣燃烧提供所需能源)等。从学科领域来看,主要为木材制浆、木材水解和木材热解^[8]。

在木材水解方面,20 世纪 60 年代,我国曾大力开展木质原料水解制酒精和酵母研究,先后开展了木材稀酸、浓硫酸水解以及机械化学法水解等多种工艺的研究,并曾在黑龙江建设年产 4 000 吨酒精及相应的饲料酵母和干冰的南岔木材水解厂。近年来在木质纤维原料爆破法预处理、纤维素酶解、戊糖己糖同步发酵方面也都进行了不少工作。在戊糖利用方面,我国目前有 200 余家糠醛厂,生产能力超过 30 万吨。2004 年产糠醛 20 余万吨,占世界产量的三分之二以上,是世界上最大的糠醛生产和出口国。同时,以糠醛为原料生产糠醇、呋喃树脂、四氢糠醇、四氢呋喃和聚四氢呋喃等一系列产品均已工业化,在国际上具有重要的地位。在木糖和木糖醇生产方面也已有多家生产厂,具有丰富的生产经验。

在木材热解方面,我国发展较快的为活性炭生产及其工艺设备和产品开发,已成为世界上最大的活性炭生产国。此外,近年来随着国家对生物质能源的重视,对各种裂解工艺和炉型、生物质气化、成型燃料等也都有广泛的研究和工业化生产。

此外,在木质素利用方面,我国林化工作者也先后开展了大量工作,包括木质素热解制活性炭,木质素磺酸盐的生产和开发利用,木质素直接燃烧技术等。

2.2 非木质林业原料的化学利用

非木质林业原料的化学利用主要利用存在于原料中的各种天然有机产物,如萜类化合物、生物碱、黄酮类化合物、多酚、脂肪酸、多糖及其它天然化合物。目前的主要产品为松香、松节油、植物单宁、紫

胶、桐油、芳香油、生物活性提取物及其深加工产品等。在松脂化学加工方面,我国年产松香 50 多万吨,是世界上最大的松香生产国,并已工业化生产一系列松脂深加工产品,广泛应用于各工业部门。从非木林产品,如松节油、松香、五倍子等提取天然化学品,再进一步合成各种化工产品也有了很大的发展。

综上所述可见,林产化学工业在生产原料、加工工艺和产品方面都和目前提出的生物质产业有着密切的关联,和国际上提出的生物质产业主要研发领域,“糖平台”和“热化学平台”有着深刻的渊源关系。在“长碳链化合物平台”和“植物产品平台”研发领域也有共同之处。生物质产业的发展将为我国林产化学工业提供一个广阔的舞台,我国林产化学工作者长期从事这一领域的研究,应当在这方面发挥更大的作用。

3 结论和建议

3.1 生物质产业是一个古老而又新兴的产业。现代生物质产业是在化石能源逐渐枯竭、全球变暖、环境恶化的形势下产生的可持续发展的、保护环境的产业。我国是一个石油资源不足的国家,发展生物质产业对我国经济发展具有重要的现实意义和战略意义。

3.2 林产化学工业和生物质产业有着深刻的渊源关系。发展生物质产业对我国林化工作者来说是一个很好的机遇和挑战。当前,要从发展生物质产业这一战略目标出发来审视和考虑林产化工相关领域的研究和开发工作,特别是要围绕生物质制能、液体燃料和燃油添加剂、平台化合物开发等制订相关的研究和开发计划,加强生物技术在林产化学工业中的应用。努力争取国家项目的支持,充分发挥林产化学工作者在相关领域积累的多年工作经验和优势,为 21 世纪我国生物质产业的发展作出贡献。

3.3 发展生物质产业是一个长期的任务,它将为 21 世纪生物质经济的发展奠定基础。我国木质纤维原料资源丰富,有着很好的发展生物质产业的条件。要进一步加强相关高校和研究机构林产化学加工工程学科和国家林业局林产化工重点实验室的建设,为生物质产业的发展培养更多的高质量的人才。

参考文献:

- [1] 石元春. 发展生物质产业[N]. 科技日报, 2005-03-02(1).
- [2] 孙振钧. 中国生物质产业及发展取向[J]. 农业工程学报, 2004, 20(5): 1-5.
- [3] US Biomass Research and Development Act of 2000[DB/OL]. <http://www.bioproducts-bioenergy.gov/about/bio-act.asp>, 2000-06-20/2005-06.
- [4] US Biomass Research and Development Technical Advisory Committee. Roadmap for biomass technologies in the United States[DB/OL]. <http://www.eere.energy.gov/biomass/publications.html>, 2002-12/2005-06.
- [5] DUNCAN M. US Federal initiatives to support biomass research and development[J]. Journal of Industrial Ecology, 2004, 7(3-4): 193-201.
- [6] US Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy. Biomass program multi-year technical plan[DB/OL]. <http://www.eere.energy.gov/biomass/publications.html>, 2003/2005-06.
- [7] WERP Y T, PETERSON G. Top value-added chemicals from biomass, Volume 1. Results of screening for potential candidates from sugars and synthetic gas[DB/OL]. <http://www.eere.energy.gov/biomass/publications.html>, 2004-08/2005-06.
- [8] 贺近恪, 李启基. 林产化学工业全书[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. 1-3.