

序 言

刘德华 清华大学教授。主要研究领域包括可再生资源利用、生物能源工程、发酵工程与技术、生物反应器等。在这些领域,迄今已发表论文 190 余篇,其中 SCI 收录 100 多篇;申请专利 57 项,其中已有 49 项获得授权。现担任国际生物能源会议主席、*Biofuels*、*International Journal of Industrial Biotechnology*、《生物工程学报》、《过程工程学报》、《高校化工学报》和《生物产业技术》等国内外期刊编委。主持并参与了多项国家攻关、“863”、“973”、“国家重点工业性试验”、“国家高新技术产业化示范工程”、“对发展中国家科技援助”项目等多个纵向项目;并与国内外的多个企业合作进行项目研究。同时,与欧洲、美国、巴西、日本的众多国际同行专家进行了广泛的交流合作。



李昌珠 湖南省林业科学院研究员、博士生导师、湖南省生物柴油工程技术研究中心主任、中国能源学会副理事长、国家林业局能源办核心专家。主要研究领域包括能源植物、生物柴油和经济林育种研究,2010 年起享受国务院政府特殊津贴。主持或参加国家 863 计划、科技支撑以及国际科技合作等一系列重大科研课题 20 项,获国家科技进步奖二等奖 1 项、湖南省科技进步一等奖 1 项,另有 10 项科技成果获部省科技进步二、三等奖;获授权国家专利 6 项;发表论文 150 余篇;主、参编 8 部专著。



2015 生物能源专刊序言

刘德华¹, 李昌珠²

1 清华大学化工系, 北京 100084

2 湖南省林业科学院生物能源研究所, 湖南 长沙 410082

刘德华, 李昌珠. 2015 生物能源专刊序言. 生物工程学报, 2015, 31(10): 1411-1414.

Liu DH, Li CZ. Preface for special issue on bioenergy (2015). Chin J Biotech, 2015, 31(10): 1411-1414.

摘要: 生物能源领域的研究和产业开发在近年得到了快速发展,呈现出系统性和多元性的趋势。2014 年 10 月 17-19 日,第四届生物质能源技术国际会议-暨第八届国际生物能源会议 (ICBT/WBS 2014) 在长沙市举行。本次会议由中国可再生能源学会生物质能专业委员会、生物质能源产业技术创新战略联盟、欧洲生物质能产业协会、美国化学工程师学会和联合国开发计划署主办,由湖南省林业科学院和清华大学中国-巴西气候变化与

Received: October 12, 2015

Corresponding authors: Dehua Liu. Tel: +86-10-62792128; E-mail: dhliu@tsinghua.edu.cn

Changzhu Li. Tel: +86-731-85578702; E-mail: lichangzhu2013@aliyun.com

能源技术创新研究中心承办。在会议优秀论文基础上,结合征稿出版了“生物能源”专刊。本专刊以综述和研究论文的形式介绍了国内在生物能源及相关领域的最新研究成果,包括生物质资源分析、预处理、燃料和化学品制备、副产品利用和策略研究等。

关键词: 生物能源, 预处理, 平台化合物, 热解

Preface for special issue on bioenergy (2015)

Dehua Liu¹, and Changzhu Li²

1 Department of Chemical Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China

2 Institute of Bio-energy, Hunan Academy of Forestry, Changsha 410082, Hunan, China

Abstract: Research and industrial application of bioenergy have developed quickly with the systematic and multifocal trends in recent years. The 4th International Conference on Biomass Energy Technologies-8th World Bioenergy Symposium (ICBT-WBS 2014) and Joint Biomass Energy Symposium of Chinese Renewable Energy Society (CRES) were held in Changsha, China, 17–19 October, 2014, with American Institute of Chemical Engineers (AIChE), Biomass Energy Innovation Alliance, European Biomass Industry Association, AIChE and United Nations Development Programme (UNDP). This special issue on bioenergy is based on selected excellent papers from the submissions, together with free submissions. The special issue consists of reviews and original papers, mainly involving the aspects closely related to the bioenergy and related fields, including resource analyses, pretreatment, fuel/chemicals production, byproduct disposal and strategy investigation.

Keywords: bioenergy, pretreatment, platform chemicals, pyrolysis

近年来,通过生物转化制备生物质燃料的研究已受到国内外科研和产业界越来越多的关注。虽然与传统化石燃料相比,生物质燃料仍然存在生产成本较高的不足。但是,由于国内外大中城市开始对传统化学燃料的使用加以限制,作为液体和固体燃料的生物质燃料以其较低的温室气体和污染物排放特性成为在城市地区合法使用的重要替代能源。生物质燃料科研成果也伴随其在市场应用方面的发展加快了产出进度,并更多地得到社会应用和产业政策的支持。在上述发展进程中,生物转化过程逐渐发挥重要的作用,包括液体燃料/固体成型燃料制备、有机化学品转化和生物质预处理等,为构建生物质基产品体系提供了新的途径,推动

了生物质能产业的发展。此外,生物质生物转化过程中二次污染问题的解决方案也被世界各地的许多研究人员所关注。在我国,政府、产业界和学界已经意识到开发全资源利用以降低生产成本和二次污染的重要性,以减缓全球变暖和减少对进口化石燃料的依赖。

本生物能源专刊征集和筛选了国内相关实验室在此领域进行的一些工作,以综述和研究论文的形式介绍了国内和国际在生物能源相关领域进行的一些相关工作,以使国内生物能源、生物质基化学品、生物质生物法预处理以及其他相关领域的科研人员了解领域内的研究动向,为自己工作的开展和方向选择提供帮助。

华东理工大学的李元广课题组采用文献计

量学,对微藻生物技术领域的研究进展及存在问题进行了梳理和分析,并对我国微藻生物技术的科技布局、重要成果及发展瓶颈进行了概述,对微藻生物技术的发展趋势予以展望。该综述为科研人员开展相关工作和选题提供了参考信息。

生物质资源的定向培育是进行生物质基模块化加工工艺的第一个环节。准确掌握生物质资源的内在基因信息将有利于开展生物质资源的定向培育。浙江省农业科学院的张贤课题组采用 Illumina HiSeq™ 2000 高通量测序技术,对能源植物芒的花芽和叶芽进行转录组分析,获得了 24 个芒 C₄ 关键酶相关基因,为芒功能基因及相关候选基因的发掘提供了重要依据。我国南方地区普遍温湿,生物质原料形状波动对后续工艺链的影响是生物质基产业的重要问题。湖南省林业科学院的李辉课题组为了解决生物质成型产业存在的成型燃料密度低、强度低、抗吸水能力弱和不耐存储等问题,采用黄孢原毛平革菌对黧蒴栲木屑进行固态发酵预处理,并制备成型燃料。通过固态发酵预处理,发酵木屑的纤维束状结构和发酵产物(腐殖质、低分子糖类和其他小分子物质)的共同作用可以在成型过程中降低推动能好,并改善原料的塑性,使得成型燃料的密度和 Meyer 强度提高。同时,发酵木屑中半纤维素的降解和成型燃料更加致密的结构降低了成型燃料的吸水性,有利于成型燃料在长时间储运中保持品质。

我国液体能源短缺是目前我国社会经济发展中的瓶颈问题之一。因此,生物质生物转化制备液体燃料历来是学界研究中的热门领域。四川农业大学的沈飞课题组在对菊芋茎秆的全

秆、韧皮以及髓芯的组成分析基础上,采用不同浓度的 NaOH 对菊芋茎秆进行预处理,并对预处理后的茎秆进行酶水解。热碱预处理对菊芋茎秆中半纤维素的去除能力优于木质素,且随着碱浓度的提高,去除效果改善明显。提高热碱处理浓度,对木质素含量较高的全秆和韧皮部分酶水解糖产率的改善较为明显。江南大学的孙付保课题组以常压甘油自催化预处理麦草为底物,在优化发酵培养基和糖化发酵条件基础上,通过采用同步糖化发酵、半同步糖化发酵和分批补料式半同步糖化发酵等考察常压甘油自催化预处理麦草浓醪发酵制备纤维素乙醇的行为,并对发酵特征进行了表征。研究发现常压甘油自催化预处理木质纤维素基质适用于纤维素乙醇发酵;分批补料式半同步糖化发酵策略可用来进行浓醪纤维素乙醇发酵。

纤维素水解液中常见的发酵抑制物糠醛对微生物的正常生长起抑制作用。北京化工大学的谭天伟课题组考察了不同糠醛浓度对粘红酵母 *Rhodotorula glutinis* 生长与油脂积累的影响。研究发现,糠醛对粘红酵母的抑制作用主要体现在延迟期的延长和对数生长期的缩短、生物量积累的减少、油脂积累的减少、糖利用能力下降等多方面。以木糖为碳源时,糠醛对粘红酵母的抑制程度小于葡萄糖为碳源时的情况;在糠醛存在的逆境中,粘红酵母倾向于生成更多的 18 碳脂肪酸或 18 碳不饱和脂肪酸。同时,针对糠醛对富糖生物油生物转化制备乙醇过程的抑制作用,华中科技大学的陈汉平课题组以稻壳为原料在流化床中制得稻壳焦并通过高温改性,将其作为吸附剂用以脱除糠醛。他们认为,经 N₂ 和 CO₂ 高温改性后,稻壳焦表面的含

氧酸性官能团大量分解,碱性官能团增加,比表面积和孔结构得到较好的扩充和优化,表现出了较好的吸附效果。其内在机理是 N_2 和 CO_2 高温改性,增强了吸附的 π - π 色散力作用力和表面吸附位点,改善了稻壳焦对糠醛的吸附特性。陈汉平课题组将团队在热化学转化中的研究基础与生物油发酵制备高品质液体燃料相结合,构建模块化工艺链。

在生物质能源化利用过程中,生物质全资源利用是降低工艺成本和避免二次污染排放的重要手段。山东理工大学的李志合课题组将糠醛废弃物、木糖废弃物和海藻等加工剩余物 and 环境污染物在研制的新型流化床反应器中以热烟气气氛快速热解制备液体燃料,考察了原料差异对热解行为的影响,优化得出最佳热解条件。木质素是生物质的重要组成成分,在生物质或工业木质素的快速热解过程中,木质素会形成大量的酚类产物。 α -O-4 是木质素结构单元之间最主要的连接方式。华北电力大学的陆强

课题组以 4-(3-羟基-1-苯氧基丙基)-苯酚为 α -O-4 型木质素二聚体模型化合物,采用密度泛函理论 M06-2X/6-31+G(d,p)方法,对该二聚体热解过程中的反应物、中间产物、过渡态、产物进行几何结构的完全优化,通过计算各可能路径的反应能垒,确定了主要的反应类型和主要反应产物,从而揭示了木质素 α -O-4 连接部分的热解机理。陆强课题组的研究为从更深的层面揭示生物质热解机理提供了理论依据。

生物质基化工原料是生物质资源利用研究中的重要环节。清华大学的刘德华课题组以经基因工程改造的克雷伯氏肺炎杆菌 LDH526 将甘油合成平台化合物 1,3-丙二醇,设计并优化了基于发酵动力学的甘油自动流加策略。通过将底物流加速率与易观察变量 pH 和发酵时间偶联,实现了发酵过程中甘油流加的自启动和甘油浓度的动态控制。刘德华课题组的工作有利于甘油合成平台化合物 1,3-丙二醇技术在工业生产中的应用。

(本文责编 郝丽芳)