

开发导向

生物炼制关键技术开发与产业化分析

——“生物炼制技术交流和产业化研讨会”分析总结

自20世纪70年代“石油危机”后,以利用农业废弃物、植物基淀粉和木质纤维素为原料,用来生产各种燃料、生物基材料和化学品的生物炼制技术成为新的经济增长点,引起世界各国政府和科学家们的关注,许多国家都将发展生物质产业作为一项重大的国家战略推进,纷纷投入巨资进行技术研发。在《现代化工》承办的“生物炼制技术交流和产业化研讨会”期间,近200名来自科研单位、大学、企业、跨国公司的专家和代表参加了此次大会,通过大会报告、分组讨论等形式介绍了国内外生物炼制关键技术的最新成果和最新进展,研讨了我国生物炼制产业进程中存在的问题和产业政策等,重点集中在新一代生物燃料、平台化合物的开发、新型生物材料和生物医药及其保健品的开发生产。

1 我国高度重视生物产业的发展,在政策和科研立项上引导和支持生物炼制关键技术的研发

中国林业科学研究院首席科学家宋湛谦院士在大会报告中指出:“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,具有跨学科、跨部门、跨行业的特点”;“《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》已经把发展生物产业作为重要内容,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”。

我国生物产业起步虽然较晚,但已得到政府的高度重视,我国政府将其列为国家科技和经济发展计划重点扶持的领域,在政策和资金投入上给予优先支持。国家发改委产业发展研究所所长王昌林研究员在其报告中指出生物化工产业的发展方向:①积极探索原料非粮多元化路线;②加强自主创新,建立起安全、优质、高效的技术支撑体系;③促进能化并举,提高副产品综合利用率,延伸产业链,增加附加值;④抓好节能减排,增强可持续发展能力。同时在报告中介绍了我国在该领域重大工程和专项重点支持的项目:生物质工程和生物能源、生物基材料、微生物制造专项;国家在财税政策、市场政策、技术创新政策、投融资政策等方面实施了产业政策引导。

中科院广州能源研究所生物质能中心首席研究员袁振宏教授在报告中介绍了我国“十一五”发展规划中有关生物炼制的重点课题。“十一五”发展规划2008年探索导向课题为:水

生生物质能利用技术、生物质气化脱焦脱碳技术、生物质糖直接制备二元醇技术、生物质裂解液化新技术、生物油精制新技术、生物柴油副产物甘油制氢新技术、生物柴油抗氧化耐低温技术。2008年目标导向类课题为:生物质制备二甲醚燃料关键技术研究与中试、生物质制备混合醇燃料关键技术研究与中试、生物质直接脱氧催化液化制备燃油关键技术与中试、甜高粱茎秆生产燃料乙醇新工艺、连续固体酸碱催化酯化制备生物柴油新技术。

生物炼制已被作为新型生物产业的基础,可大幅扩展可再生植物基原材料的应用,使其成为环境可持续发展的化学和能源经济转变的手段。未来的生物炼制将是生物转化技术和化学裂解技术的组合,包括改进的木质纤维素分级和预处理方法、可再生原料转化的反应器优化设计、合成、生物催化剂及催化工艺的改进。生物炼制关键技术的突破,将极大推动我国生物质产业的发展。

2 原料的多元化和新一代生产技术成为生物质能的开发热点

生物质能转换技术包括直接燃烧、固化技术、气化和液化技术,生物质能前沿发展技术包括:高效能源植物开发、生物质微生物制氢、生物质合成气发酵、生物燃料电池、藻类产氢技术和藻类产脂技术。

生物乙醇和生物柴油是目前增长最快的可再生燃料。我国自2000年以来,初步建立了以玉米等陈化粮为原料的燃料乙醇工业和以废弃油脂为原料的生物柴油工业。由于原料供应不足和原料价格上涨,其生产企业开工率普遍较低,产品价格缺乏竞争力。科研工作者在积极探索新的生产路线,纤维素乙醇等和新一代生物柴油成为生物燃料未来的发展方向。原料的多元化和关键技术的开发,将推动国内生物燃料产业走上不与农争地、与人争粮的发展之路,本次大会上专家与代表就此热点展开交流和讨论。

以海藻为原料生产生物柴油在国内外已取得一定进展。南京林业大学化学工程学院林产化工系主任王飞教授在报告中指出,生物柴油生产存在的主要问题有:①生物原料瓶颈,②生产技术传统、顶端,③后处理复杂或催化剂价格高昂。针对这些问题,他们开发了固体酸碱催化制备生物柴油新方法,固定化细胞生物催化植物油酯转酯化制备生物柴油技术,用高芥酸含量菜籽油、高油脂含量海洋微藻制备生物柴油。中国科学院海洋研究所王广策研究员在会上也介绍了他们在优良藻种筛选及油脂合成代谢调控方面的技术进展。

以薯类作物为原料生产燃料乙醇近几年的研究报道比较多。四川大学原子分子物理所的刘锦超教授介绍了以红薯为原料的燃料乙醇清洁生产新工艺。传统红薯乙醇生产工艺中由于红薯的贮存和生产废渣、废液的污染问题而很难将红薯作为生产原料。刘教授通过对淀粉分子团簇结构分析,提出淀粉常温水解发酵新工艺,该过程实现了低黏度生物反应过程,避免了传统工艺的蒸煮过程。该工艺中每吨酒精产生2 t含水50%的酒渣,酒渣黏度低于传统工艺,利于机械分离,而且废液可以直接回用80%以上,其他废水经过循环处理,实现零排放。该工艺具有创新性,投资比传统工艺减少1/4,运行成本比传统工艺下降20%以上。

纤维素乙醇是生物质能领域最引人注目的开发方向之一。河南天冠集团介绍了国内外“秸秆生产乙醇示范工程进展情况”。清华大学清洁生产与循环经济研究中心主任胡山鹰教授对甜高粱乙醇产业生态系统进行了分析。从甜高粱种植环节入手,主工艺生产粗乙醇、精制乙醇,并加工副产品产业。基于固态发酵法构建农工一体化的甜高粱产业生态系统,通过分层优化,以单位成本最低为目标,优化粗乙醇和精制乙醇2个主生产环节的规模,并进行系统综合效益分析。结果表明,建立的以5万t/a精制乙醇企业为中心的分布集中式甜高粱燃料乙醇系统每年可取得利税2.45亿元,解决26000多人就业,减排CO₂约15万t,而且副产物综合利用环节也可创造显著的经济效益和环境效益。作为一家具有200多年历史的以市场为导向的科技公司,杜邦的核心竞争力在于科学发明和新产品创新能力。来自美国杜邦(中国)研发管理有限公司亚太区生物能总经理缪国华博士在报告中指出,杜邦目前正在加大力度开发纤维素乙醇技术,研发低成本的纤维素乙醇生产技术,并将这种世界领先的产品商业化。

纤维素乙醇在实现工业化的过程中,还有一些技术瓶颈需要克服。秸秆组分不均一性的存在是限制秸秆高值利用的关键,中国科学院过程工程研究所开发了汽爆技术工程工艺一体化技术,成功将生产规模放大到50m³;并获得固态发酵大规模纯种培养新技术的突破;汽爆技术和其他技术(甘油萃取、碱性双氧水氧化、离子液体)的组合预处理实现了化学组分分离;汽爆-超微粉碎组合预处理实现植物细胞分级分离;汽爆-机械梳理实现秸秆组织水平分级分离;开发了新鲜玉米秸秆和蒸汽爆破玉米秸秆混合同步糖化发酵乙醇的工艺过程。新型秸秆纤维素酶解反应体系突破目前世界上汽爆秸秆仅在静态条件下酶解发酵观念的束缚,首次运用不锈钢球作为特殊传质工具,发明了一种强化纤维素酶解发酵的方法,其特征在于以汽爆秸秆为原料,在固态发酵反应器中加入纤维素酶和不锈钢制球状物,在晃动的动态条件下使汽爆麦草高速酶解产生还原糖,克服了传统的纤维素液体同步糖化发酵分离制备乙醇存在产糖浓度低、乙醇浓度低、原料中纤维素酶用量大、发酵剩余物含水量大等缺点,提出纤维素固相酶解-

液体发酵耦合制备乙醇。2006年该单位与山东省泽生生物技术有限公司合作,建设了产能3000t/a秸秆酶解发酵燃料乙醇示范工程。

经济、高效的酶制剂的研制也是纤维素乙醇产业化的瓶颈之一。来自世界领先的酶制剂公司——诺维信就生物质转化中的酶制剂已进行了多年的研发和优化工作。诺维信中国研发亚洲能源部经理、研发科学家任海或博士对中国纤维素乙醇潜力进行了分析。在过去的10年间,诺维信采用多种生物技术,包括传统的组分分离、基因克隆、表达菌株的构建,已发现全新的酶蛋白以提高生物质的水解效率。通过针对预处理物料的优化,酶制剂的成本已大幅度下降,已不再是工艺过程中的最大经济障碍。最近,生物燃料酒精中试厂的结果表明,预处理、酶解和发酵是动态地相互影响。预处理的条件决定了预处理中产生的抑制物种类和毒性。要将工艺中的关键步骤进行动态的整体优化,才能实现总转化率和经济性的最大化。

3 生物质平台化合物的开发生产备受重视

随着化石资源的不断开采,石油资源正逐渐减少并面临枯竭,以生物质为原料的平台化合物(乳酸、聚乳酸、生物乙烯、乙二醇、1,3-丙二醇等)的开发越来越受到人们的高度重视,尤其是生物乙烯的开发。由南京工业大学国家生化工程技术研究中心牵头的“生物乙烯的生物炼制技术”被列入国家“863”计划重点项目,“万吨级生物基乙烯产业化专项(示范)工程”被列为国家发改委高技术产业化项目。来自南京工业大学国家生化工程技术研究中心的胡焜副教授分析介绍了我国生物乙烯的开发进展与产业化进程情况,指出生物乙烯产业化需解决的关键技术:①低成本生物遗传的生产技术研究,②高性能脱水催化剂研究,③新型反应器设计,④高效节能分离系统开发,⑤工艺耦合一体化设计。该中心开发了绝热床反应工艺,完成了3000t/a的中试实验装置,对生产过程中存在的问题进行了分析,并对生物乙烯下游衍生产品链进行了拓展。

中国科学院过程工程研究所生物质工程研究中心副主任邢建民研究员所在课题组研究了以木质纤维素水解液发酵生产丁二酸,取得很大进展。邢建民研究员在报告中介绍,实验关键酶选用羧化酶和碳酸酐酶,过程工程采用反应分离耦合,消除了产物抑制,提高了丁二酸产率。

随着资源和环境压力的增大,生物化工产品的经济性进一步凸显,产业发展空间巨大。生物聚乳酸、乙二醇等产品产量不断增加,引起了国内外公司的极大兴趣和投资热情。

4 生物材料前景广阔

生物材料的产业化重点包括淀粉基生物降解塑料、生物基高分子材料、木塑复合材料等。我国在生物材料生产技术、加工工艺和市场开拓方面取得了长足发展,一些产品已经实现了工业化生产并得到广泛应用。生物材料前景广阔,因此

已引起国内外极大关注。

以玉米秸秆等为原料酶解制备燃料乙醇的生产过程中产生大量残渣,国内采用秸秆发酵生产乙醇的企业一般将其作为燃料烧掉或者返回农田作肥料,没有得到有效利用,严重影响了企业的经济效益,致使纤维素乙醇生产路线无法大规模推广。福州大学材料科学与工程学院程贤魁教授对该残渣中的酶解木质素进行提取,并在高分子材料生产中得到成功应用。该研究首次提出分离、提取酶解木质素的方法,首次对酶解木质素的结构以及物理化学性质进行比较系统的研究,拓展了天然高分子木质素的应用,开发的新型大宗高分子材料性能优越、成本低,具有很好的市场前景,同时也提高了纤维素酒精生产企业的综合效益。

中国科学院上海有机化学研究所王瑾晔教授将玉米蛋白应用在生物医学工程领域,将玉米蛋白制成活性二维涂层,然后制成玉米醇溶蛋白三维多孔支架。研究了玉米醇溶蛋白多孔支架的体内生物相容性,其作为新型组织工程材料具有潜在用途。该研究拓展了玉米蛋白在医学工程领域的应用。

来自北京化工大学的刘全勇博士介绍了其课题组在生物基可降解弹性体方面的研究成果。首先,以淀粉、糖类等农作物或其下脚料为最初始的原料,通过生物发酵的方法,制备出生物基单体;然后,以这些生物基单体为原料,部分或者全部代替依赖石化资源的化工原料,通过生物发酵法或者化学合成法,进一步制备出可降解的高分子材料;最后,使这些所制备的生物基可降解高分子材料广泛应用于实际生活中,从而同时达到缓解能源危机并实现社会可持续发展、减轻或者完全消除“白色污染”的目的。不难发现,这一设想,必将成为生物化工、材料科学等交叉领域科学家们所公认的一个最为有潜力的发展方向和伟大的梦想。生物基可降解高分子材料主要可以分为生物基可降解塑料、生物基可降解纤维和生物基可降解弹性体材料三大类。生物基可降解弹性体材料,其优良的柔韧性和高弹性是其他材料不可比拟的,因此具有自己独特的发展机遇。

5 海洋生物提取为生物医药和保健品的开发提供了丰富资源

当今世界正面临资源枯竭和能源短缺,海洋作为巨大的资源宝库成为人类生存和发展的重要依托。新兴的海洋化工

点亮“蓝色经济”,目前已成为国民经济新的增长点。除上述利用微藻提取生物柴油外,在海洋化工方面,以青岛甲壳质产业链为例,目前已形成国内最大的甲壳质、壳聚糖及其系列衍生物等原料产品的生产基地,在此基础上,生产出了医用甲壳质纤维素、开发了甲壳质纤维素针织内衣等甲壳素加工产品,逐渐形成了一套完整的产业集群、产业链条。在海洋制药方面,目前,全国海洋药物正常生产的品种有近30种,海洋药物生产企业40余家。此次大会上,与会专家对海洋生物利用也进行了论述。

南京师范大学南京市萃取分离工程技术研究中心主任顾正桂教授报告中介绍了他们最新的研究成果:开发了甲壳素系列产品,并对生产过程进行优化及对生产装置进行了改进。该研究提供了一种甲壳素生产中蒸煮和连续水洗过程热量和水循环利用的方法及工艺;设计加碱蒸煮保温装置和水洗真空吸滤装置,并将两部分结合起来,综合利用热量和水;采用该设备及工艺,以克服现有技术蒸煮过程中蒸汽消耗量大、虾壳异味影响环境及用水量大、清洗不彻底等弊病。

厦门大学化学化工学院化学工程与生物工程系主任卢英华教授课题组正在研发的从海洋真菌发酵生产的新药南强菌素,是一种候选抗肿瘤新药,目前只有美国研究成功,该项目为国家“863”计划重点项目,如果取得成功将为人类攻克恶性肿瘤作出贡献。

浙江大学化学工程与生物工程系生物工程专业林建平副教授、厦门大学化学化工学院化学工程与生物工程系敬科举博士则介绍了各自课题组在生物医药和保健品方面的最新课题进展情况。

大力发展生物炼制产业,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。正如中国林业科学院林产化学工业研究所所长蒋剑春研究员在大会报告中指出:“生物质资源丰富且可再生,是唯一能够转化成液体燃料和化学品的可再生能源;发展现代生物质基化学工业,充分转化利用作物秸秆等农林废弃物,以生产大宗生物基化学品以及生物燃料,替代化石资源,这是人类社会经济可持续发展的必经之路,将会有广阔的发展前景”。

(《现代化工》编辑部 童志勇、张立萍)

阿克苏诺贝尔中国乙烯胺生产基地建设进展顺利

阿克苏诺贝尔公司日前宣布,阿克苏诺贝尔乙烯胺(宁波)有限公司已获得中国运营所需的营业执照。这家新公司主要是生产乙烯胺成品,以及其母体环氧乙烷和一乙醇胺,这将进一步使得阿克苏诺贝尔成为名副其实的乙烯胺全球供应商。

该工厂的建设工程已经展开,并且按照计划如期进行,并预期于2010年第三季度投产。乙烯胺市场发展迅速,而这个大型投资项目是阿克苏诺贝尔锐意拓展此领域的其中一项举措,这配合其卓越服务水平,成为优化有关产业的现代化供应链中的关键因素。(刘仲)