

序 言

邢建民 中国科学院过程工程研究所研究员，博士生导师。多年来一直从事生物催化与代谢工程相关研究。现任《生物工程学报》和《过程工程学报》编委。在 *Biotechnol Biofuels*、*Bioresour Technol*、*Appl Environ Microb*、*Biophys J*、*Appl Microbiol Biotechnol*、*AIChE J*、《中国科学》等期刊上发表 SCI 论文 60 多篇，授权发明专利 20 余项。近 5 年获省部级科技进步奖一等奖 1 项、二等奖 1 项。



2013 生物基化学品专刊序言

邢建民

中国科学院过程工程研究所 生化工程国家重点实验室，北京 100190

摘要：生物基化学品是生物经济和生物制造的核心内容之一。本专刊综述了国内外生物基化学品的重要研究进展，包括：丁二酸、己二酸、乳酸、3-羟基丙酸、葡萄糖二酸、甘油、木糖醇、高级醇、乙烯等生物基化学品的代谢工程和发酵调控，直接利用木质纤维素生产生物基化学品的菌株构建，生物基乳酸的衍生和生物转化技术，生物基化学品的盐析萃取分离纯化技术等。同时，本专刊也包括了国内学者在丁二酸、D-甘露醇、苹果酸、5-氨基乙酰丙酸、1,3-丙二醇和丁醇方面的研究论文。

关键词：生物基化学品，代谢工程，发酵调控，生物转化

Preface for special issue on biobased chemicals (2013)

Jianmin Xing

National Key Laboratory of Biochemical Engineering, Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China

Abstract: Biobased chemicals are one of the main missions of bioeconomy. In this special issue, we reviewed the recent progress in the metabolic engineering and fermentation control study on biobased succinic acid, adipic acid, lactic acid, 3-hydroxypropanoic acid, glucaric acid, glycerol, xylitol, higher alcohols and ethylene, recombinant construction for the direct utilization of lignocelluloses, biotransformation of bio-based lactic acid, and salting-out extraction of bio-based chemicals. Some research articles on biobased succinic acid, D-mannitol, malic acid, 5-aminolevulinic acid, 1,3-propanediol, and butanol are also included.

Keywords: biobased chemicals, metabolic engineering, fermentation control, biotransformation

Received: October 11, 2013

Corresponding author: Jianmin Xing. Tel: +86-10-62550913; E-mail: jmxing@home.ipe.ac.cn

生物基化学品是指利用可再生的生物质(淀粉、葡萄糖、木质纤维素等)为原料生产的大宗化学品和精细化学品等产品。由于摆脱了对不可再生的化石原料(石油、煤和天然气等)的依赖,避免或减少了温室气体的排放,生物基化学品被认为是实现可持续发展的重要方向,已引起世界各国的广泛重视。美国2012年发布的“国家生物经济蓝图”将发展生物基化学品作为生物经济的主要内容之一。生物基化学品也被我国政府作为生物制造产业的核心内容。据世界经合组织估计,到2015年,生物基化学品的产值将占全部化学品的12%~20%;美国农业部的报告预测,到2025年,生物基化学品的产值将超过5000亿美元,占全部化学品的25%左右。

现代生物技术的发展为生物基化学品合成途径的构建和优化提供了强大的工具,促进了生物基化学品的研发。我国科学家在生物基化学品的相关研究方面已经取得了大量成果,本专刊重点介绍我国科学家在生物基化学品领域的前沿研究和综述分析。

木质纤维素是资源量最大的可再生生物质原料,其转化利用具有重大意义。天津大学赵学明实验室综述了利用木质纤维素生产生物基化学品和能源产品的一体化生物加工过程(Consolidated bioprocessing, CBP)最新进展,重点介绍了模拟游离酶和酶复合体系统的重组菌构建策略,以及合成生物学在一体化生物加工过程菌株构建方面的贡献。

2004年,美国能源部发布的分析报告指出,丁二酸、3-羟基丙酸、葡萄糖二酸、2,5-呋喃二甲酸、天冬氨酸、谷氨酸、衣康酸、乙酰丙酸、甘油、木糖醇、山梨醇、3-羟基- γ -丁内酯等可

能是未来最有价值的生物基化学品。中国科学院青岛生物能源与过程研究所咸漠实验室针对这12种化合物,综述了重组大肠杆菌生产丁二酸、3-羟基丙酸、葡萄糖二酸、甘油、木糖醇的最新研究进展,介绍了生物基2,5-呋喃二甲酸、天冬氨酸、谷氨酸、衣康酸、乙酰丙酸、山梨醇、3-羟基- γ -丁内酯等的研发现状。

乳酸是开发最成功的生物基化学品之一,其发酵水平已经达到了非常高的水平,发酵浓度接近200 g/L,糖酸转化率可以达到至1.0 g 乳酸/g 糖,已经完全取代了化学合成法。可生物降解材料聚乳酸的生产需要低成本、高光学纯度的乳酸。中国科学院微生物研究所的于波实验室综述了利用重组乳酸菌、酵母、大肠杆菌及米根霉等菌株发酵生产L-乳酸的技术进展。乳酸作为化工原料的应用潜力巨大,可以转化为多种重要的大宗化学品。山东大学马翠卿实验室综述了以生物基乳酸为原料生产乳酸酯、丙酮酸、丙烯酸、1,2-丙二醇等乳酸衍生物的生物转化工艺。

丁二酸是近年来倍受关注的平台化合物,广泛应用于食品、药品、化妆品以及合成生物可降解聚合物聚丁二酸丁二醇酯(PBS)等,同时,低成本生物基丁二酸有望用于合成1,4-丁二醇、四氢呋喃、聚四氢呋喃等。生物基丁二酸合成过程可以固定CO₂。本专刊共有3篇文章与生物基丁二酸相关。南京工业大学姜岷实验室综述了微生物发酵生产丁二酸的研究进展,重点介绍了产丁二酸基因工程菌的构建和丁二酸发酵过程控制与优化。广西科学院黄日波实验室采用响应面法优化了产琥珀酸放线杆菌生产丁二酸的培养基组成。中国科学院过程

工程研究所邢建民实验室研究了木质纤维素水解液抑制物糠醛和 5-羟甲基糠醛对大肠杆菌生长和丁二酸合成的影响。

己二酸是生产尼龙、化纤和工程塑料等聚合物的重要单体，年需求量近 300 万 t。中国科学院天津工业生物技术研究所王钦宏实验室全面综述了己二酸及其前体物生物合成的研究进展，并探讨了生物基己二酸的合成新途径。苹果酸广泛应用于食品、药品、化妆品和化工行业，中国科学院过程工程研究所邢建民实验室通过代谢工程和发酵调控等手段，提高了酿酒酵母的苹果酸产量。5-氨基乙酰丙酸 (ALA) 是极具开发前景的高附加值生物基化学品，中国科学院天津工业生物技术研究所郑平实验室通过表达异源 ALA 合成酶，并缺失琥珀酸脱氢酶和琥珀酰辅酶 A 合成酶基因，提高了大肠杆菌在合成培养基中的 ALA 积累量。

D-甘露醇是一种重要的多元醇，中国科学院天津工业生物技术研究所张学礼实验室采用代谢工程技术构建了用于 D-甘露醇生产的重组菌株，并通过代谢进化技术提高了细胞合成 D-甘露醇的能力。

高级醇是主要的化工原料，也可以作为生物燃料。河北经贸大学刘增然实验室综述了构

建合成高级醇的酿酒酵母和大肠杆菌细胞工厂的研究进展，重点介绍了依赖 CoA 的梭菌途径和 α -酮酸介导的非发酵途径的构建情况。

乙烯是世界上产量最大的化学产品之一，利用生物基乙醇制备乙烯的工艺已经初步具备市场竞争力，而利用微生物合成生物乙烯的研究仍处于实验室阶段。江苏省农业科学院陈以峰实验室介绍了利用微生物直接合成生物乙烯的基因工程策略、工程化制造生物乙烯的前景及成功事例。

生物基化学品的合成往往受到发酵抑制物或副产物的影响，清华大学张建安实验室通过在克雷伯氏菌中构建聚羟基丁酸路径，降低了中间代谢产物 3-羟基丙醛的积累，提高了 1,3-丙二醇的发酵浓度。河南农业大学宋安东实验室通过玉米秸秆水解液丁醇萃取发酵，提高了原料利用率和丁醇产量。

高效的分离纯化工艺是提高生物基化学品生产效率和过程经济性的重要保障。廉价生物质资源的利用导致发酵液中杂质较多，生物基化学品的分离纯化过程更复杂。大连理工大学修志龙实验室综述了盐析萃取在分离纯化 1,3-丙二醇、2,3-丁二醇、乙偶姻、乳酸等生物基化学品方面的研究进展。

(本文责编 郝丽芳)