

2012
INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY
DEVELOPMENT REPORT

2012 工业生物技术 发展报告

中国科学院生命科学与生物技术局 编著



2012



科学出版社

2012 工业生物技术的发展报告

2012 Industrial Biotechnology Development Report

中国科学院生命科学与生物技术局 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是基于工业生物技术知识环境出版的信息产品之一,主要报道了工业生物技术领域内的重大规划与政策、技术和产品的研发进展、产业发展等。为了能够全面了解工业生物技术发展的最新进展,本书设置了发展战略篇、研发进展篇、产业篇和青年人才篇。在选题上,着重突出了工业生物技术领域的热点和前沿。为了突出各领域的技术进展并使内容更有层次感,本书在研发进展篇采用主题的形式组织稿件,重点报道了合成生物学、工业微生物生理与代谢工程、生物炼制和生物发酵技术、工业蛋白质工程、生物过程工程、微藻生物能源等在工业生物技术领域中的研发进展等内容。为了扩大本报告的读者范围,使国外读者能了解中国工业生物技术的现状、产业情况,我们在形式上增加了英文题名、摘要,以及英文作者简介。此外,我们通过对2011年国内外工业生物技术领域重要事件的回顾,与读者一起梳理过去一年本领域发展的整体脉络。

本书可供相关科研院所、高等院校和企业等从事工业生物技术研究 and 开发工作的科研管理人员、科研工作者和研发生产人员借鉴与参考。

图书在版编目(CIP)数据

2012 工业生物技术发展报告 / 中国科学院生命科学与生物技术局编著. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-035685-7

I. ①2… II. ①中… III. ①生物工程-技术发展-研究报告-中国-2012 IV. ①Q81-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 232875 号

责任编辑: 罗 静 王 好 / 责任校对: 林青梅

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

http://www.sciencep.com

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012年10月第一版 开本: 787×1092 1/16

2012年10月第一次印刷 印张: 26

字数: 596 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

专家指导委员会

主任 张亚平

副主任 杨胜利

委员 (按姓氏拼音排序)

曹竹安	陈洪章	陈 坚	陈 进	邓子新
姜卫红	匡廷云	李旭东	李 寅	马宏建
马树恒	马延和	欧阳平凯	秦 松	覃重军
邱宏伟	曲音波	苏荣辉	王利生	王梅祥
邢雪荣	许国旺	薛红卫	张知彬	赵国屏

编辑委员会

主 编 马延和

副主编 苏荣辉

执行主编 刘 斌

责任编辑 (按姓氏拼音排序)

邓 勇 马俊才 徐 萍 于建荣

编写人员 (按姓氏拼音排序)

安思源	敖宗华	曹晓丹	陈 方	陈 坚
陈修来	陈怡露	陈 勇	陈云伟	储消和
戴住波	邓 勇	丁陈君	窦文芳	堵国成
冯 森	傅鹏程	高 超	郭绍辉	郭忠鹏
何 皓	黄洪波	鞠建华	乐易林	李 楠
李盛英	梁剑光	刘 斌	刘立明	刘 铮
龙丽娟	卢滇楠	陆震鸣	吕 静	马俊才
马延和	饶志明	任志武	沈才洪	石贵阳
孙洪磊	孙建中	齐泮仑	覃重军	田敬东
田新朋	王彩霞	王慧媛	王丽娜	王 楠
王 平	王 强	王天文	王泽建	吴杰群
吴林寰	武 庆	夏海洋	谢婧婧	邢建民
徐春明	徐美娟	徐 楠	徐 萍	许 丽
许正宏	易 彬	雍晓雨	于建荣	于 洁
曾 艳	张长生	张 翀	张 梁	张 偲
张嗣良	张宿义	张学礼	张云明	张云霞
郑 颖	周景文	朱晶莹	朱义广	

序 言

加快调整经济结构、转变经济发展方式，节约发展、清洁发展、安全发展是我国现阶段的历史使命。工业生物技术利用生物体的机能规模化生产能源与化学品，具有清洁、高效、可再生等特点。其核心内容是“两个替代、一个提升”，即以生物催化剂逐步取代化学催化剂的工艺路线替代，实现节能减排；以生物可再生资源取代化石资源的工业原料路线替代，实现低碳经济与工业可持续发展；以现代生物技术提升传统生物技术产业，实现产业结构调整与竞争力的提升。大力发展工业生物技术是培育战略性新兴产业的重大举措，是生物科技为国家做出重大贡献的战略选择。

我国政府高度重视工业生物技术的发展，不断加大研发的投入。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006~2020）》把工业生物技术列入国家社会经济发展的战略高技术。2010年9月通过的国务院《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》明确将生物产业列为七大战略新兴产业之一，其中以工业生物技术为主体的生物制造是生物产业的重要组成部分。2011年11月科技部发布的《国家“十二五”现代生物制造科技发展专项规划》中也明确提出到“十二五”末期，初步建成现代生物制造创新体系。

我国工业生物技术显示了巨大的发展潜力，一批化学原料药与中间体已经实现清洁高效的生物工艺生产路线，产品品质得到提高，节能、节水、减少有毒物质与废水排放效果显著；乙烯、化工醇等一批传统的石油化工产品已经可实现生物质路线取代，生物塑料已经形成全球规模最大、技术先进的生产线；一批大宗发酵产品的国际竞争力实现了大幅提升，创造了巨大的经济与环境效益。无论是战略时机还是技术基础，我国与发达国家在工业生物技术领域的研究还没有形成太大差距。工业生物技术是我国参与生物技术国际竞争并有望取得优势的一个难得的机遇和切入点。

可以预见，随着合成生物学技术、工业酶分子改造、微生物基因组育种技术、现代发酵工程技术、生物炼制与生物质转化技术、生物催化与转化技术及其他一系列生物过程工程体系和平台技术的快速发展，现代工业生物技术将实现飞跃性的进步。不仅将给传统产业技术带来革命性的升级，还将带来一个安全、可持续的、全新的生物制造业。

2011年是我国“十二五”规划的开局年，中国科学院制定了工业生物技术领域“十二五”规划，在“十一五”的基础上，积极布局和推进工业生物技术的发展。为了充分发挥中国科学院在工业生物技术科技创新活动中的引领作用，中国科学院“先进工业生物技术创新基地”自2007年起每年邀请一批国内相关领域的知名专家撰写年度《工业生物技术发展报告》，全面总结上一年度国内外工业生物技术重大规划与政策、关键技术、重点产品及相关产业的发展现状和发展趋势。报告的出版发行为推动我国工业生物技术的发展发挥了重要作用。即将出版的《2012工业生物技术发展报告》内容丰富，既有对近期工业生物技术领域相关政策的解读，也有对2011年国内外工业生物技术的总体发展情况总结，比较全面地反映了工业生物技术领域的整体发展态势，对未来

的努力方向进行了深入的阐述。同时，还通过一些典型生物制造产业案例剖析了工业生物技术的重要作用。编者还邀请了近年来崭露头角的青年俊彦就工业生物技术发表了他们的真知灼见，这是我国工业生物技术未来发展的希望所在。我希望此书能对制定我国工业生物技术产业发展战略与政策提供参考，对工业生物技术相关的科研工作者和企业研发、生产人员提供新的思路，以此提升我国工业生物技术自主创新和可持续发展能力，切实推动我国战略性新兴产业的蓬勃发展，建立在国际工业生物技术领域的引领发展地位。



2012年10月

编者按

中国科学院根据我国经济社会发展的需要,在知识创新工程三期中提出了“1+10”科技创新基地的战略布局。“先进工业生物技术创新基地”是其中之一。作为一个典型的知识型组织,基地针对科研活动、战略研究与知识管理的需求,“十一五”期间,开展了“工业生物技术战略研究与知识环境建设”项目的研究;“十二五”期间,在院“创新2020”方案的指引下,为支持先进工业生物技术创新基地取得更大发展,“知识环境”项目组的成员单位将延续性地开展“工业生物技术知识服务研究与应用”项目研究。该项目将在“十一五”原有工作基础上,进一步扩大关注领域、深化研究内容,加强信息网络建设与情报研究工作的有机结合,开展本领域发展态势监测、战略情报和竞争力分析研究,提供专业化的信息服务与情报研究服务,逐步构建智能化的工业生物技术知识服务体系,致力于推动我院乃至我国先进工业生物技术的长足发展。

《工业生物技术发展报告》是中国科学院知识创新工程重要方向项目“工业生物技术战略研究与知识环境建设”推出的系列年度报告,是基于工业生物技术知识环境出版的信息产品之一,每年出版一册。在“工业生物技术知识服务研究与应用”项目的支持下,将继续推出《工业生物技术发展报告》。

《2012工业生物技术发展报告》是该系列报告的第六册。为了能够全面了解工业生物技术发展的最新进展,本报告设置了发展战略篇、研发进展篇、产业篇和青年人才篇。在选题上,本报告着重突出了工业生物技术领域的热点和前沿。为了突出各领域的研发进展并使内容更有层次感,本报告在研发进展篇中采用主题的形式组织稿件,重点报道了合成生物学、工业微生物生理与代谢工程、生物炼制和生物发酵技术、工业蛋白质工程、生物过程工程、微藻生物能源等在工业生物技术领域中的研发进展等内容。本报告继续设置“青年人才篇”,反映青年学者的新观点和新看法。

为了扩大本报告的读者范围,使国外读者能了解中国工业生物技术的现状、产业情况,本报告在形式上继续设置了英文题名和英文摘要,以及作者英文简介。此外,我们通过对2011年国内外工业生物技术领域重要事件的回顾,与读者一起梳理过去一年本领域发展的整体脉络。

《2012工业生物技术发展报告》将服务于全国从事工业生物技术研究 and 开发的科研工作者、科研管理者、产业人士等。本报告博采众专家之观点,从工业生物技术领域的重大政策规划、重要技术的发展情况,以及产业发展现状等方面,阐释工业生物技术的现状和发展趋势,为广大读者提供借鉴和参考。

本报告编者感谢各位专家、作者、组稿人在报告形成过程中付出的辛勤劳动,并对一直以来给予我们项目支持和领导的领导、专家,以及相关人士表示由衷的感谢!由于时间和水平有限,本书可能会有诸多不妥之处,恳请国内外同行专家和读者批评指正!

《2012工业生物技术发展报告》编写组

2012年10月

目 录

序言

编者按

发展战略篇

全面推进我国生物产业发展	3
我国工业生物技术迎来快速发展机遇期	6
微藻生物柴油产业化的策略研究	16
工业生物技术领域重大规划	31

研发进展篇

主题一 合成生物学	54
高通量基因合成技术及其在合成生物学中的应用	55
合成生物学应用于生物制造产业的研究现状与发展	64
天然产物的人工细胞工厂合成	75
主题二 工业微生物生理与代谢工程	84
辅因子调控：代谢工程的有力工具	85
假丝类酵母生理功能解析与调控	101
后基因组时代工业微生物（丝状真菌）的理性遗传改造	117
海洋放线菌资源与代谢产物及其组合生物合成研究进展	129
抗生素产生菌的分子育种技术	146
高产 L-精氨酸钝齿棒杆菌代谢工程改造	161
主题三 生物炼制和生物发酵技术	167
丁二酸生物炼制技术进展及发展前景	168
从文献和专利简析生物基丁二酸研发态势	178
发酵过程的工程学研究与技术进展	189
主题四 工业蛋白质工程	205
工业生物技术领域中重组蛋白表达技术的最新发展和面临的挑战	206
主题五 生物过程工程	215
多糖生物基纳米材料的制备和应用	216
主题六 微藻生物能源	230
微藻生物能源及其在 CO ₂ 减排中的应用	231

产业篇

我国传统固态发酵食品工业现状和技术发展趋势	245
益生菌制剂工业发展现状及问题探讨	253
从维生素 C 产业看中国生物制造产业的变迁和发展	264

青年人才篇

合成多细胞系统：工业生物技术的新方向·····	277
酶催化聚酯材料合成研究进展·····	283
分子生物学技术在天然产物生产中的应用及菌种改造思路分析·····	298
代谢工程改造酿酒酵母工业菌株及其展望·····	306
NAD 非依赖性乳酸脱氢酶的性质、结构及应用·····	318
工业微生物菌种高通量筛选与高效清洁生产技术·····	326
2011 年工业生物技术要闻回顾 ·····	334
附录 1 “十二五” 生物技术发展规划 ·····	343
附录 2 “十二五” 现代生物制造科技发展专项规划 ·····	367
附录 3 生物基材料产业科技发展“十二五” 专项规划 ·····	389
附录 4 生物质能源科技发展“十二五” 重点专项规划 ·····	397