

# 中国自然科学核心期刊 生物工程学报

《生物工程学报》·1985年创刊  
月刊·每月25日出版



**主管** / 中国科学院  
**主办** / 中国科学院微生物研究所 中国微生物学会  
**主编** / 杨胜利 院士  
**主任** / 陈宏宇  
**编辑** / 中国科学院微生物研究所 期刊联合编辑部  
**地址** / 北京朝阳区北辰西路1号院3号  
中国科学院微生物研究所B401  
**邮编** / 100101

**编辑部** / 电话: 010-64807509  
E-mail: cjb@im.ac.cn

**广告部** / 电话: 010-64806142  
E-mail: gg@im.ac.cn

**发行部** / 电话: 010-64806142  
E-mail: bjb@im.ac.cn

**传真** / 010-64807327

**网址** / <http://journals.im.ac.cn/cjbcn>

**出版** / 科学出版社  
**印刷** / 北京科信印刷有限公司

**总发行** / 中国邮政集团公司北京市报刊发行局

**订购处** / 全国各地邮局

**国外总发行** / 中国国际图书贸易集团有限公司

**国外代号** / M5608

**广告经营许可证** / 京朝工商广字第8154号

**邮发代号** / 82-13

**每期定价** / 65.00元

ISSN 1000-3061

CN 11-1998/Q

## 版权声明

我联合编辑部编辑出版有《生物工程学报》、《微生物学报》、《菌物学报》和《微生物学通报》四种期刊,凡向本编辑部投稿,均视为同意在本编辑部网站及CNKI等全文数据库出版,所付稿酬包含网络出版稿酬。本刊文责自负,版权所有,未经许可,不得转载使用。

## 目次



第31卷第7期(总第199期)

2015年7月25日

## 序言

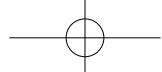
- 1011 2015工业生物过程技术前沿专刊序言**  
庄英萍

## 综述

- 1015 生物分子机器——甲烷单加氧酶的研究进展**  
陆吉学 王世珍 方柏山
- 1024 TALENs技术的研究进展及其应用前景**  
唐宇 李丽莎 林峻

## 研究报告

- 1039 利用合成调控RNA技术提高大肠杆菌异源合成红霉素前体6-脱氧红霉素酯B产量**  
宋书杰 熊智强 王勇
- 1050 产鼠李糖脂生物表面活性剂大肠杆菌的构建与优化**  
巩志金 彭彦峰 张煜婷 宋国田 陈五九 贾士儒 王钦宏



## 关于本刊

《生物工程学报》是由中国科协批准，中国科学院主管，中国科学院微生物研究所和中国微生物学会共同主办的综合性的学术刊物，系中国自然科学核心期刊。主要报道我国生命科学领域科学和技术的新进展和新成果，刊登的内容包括：基因工程、细胞工程、组织工程、酶工程、蛋白质工程、发酵工程、生物制药、生物反应器、基因芯片等各个方面，涉及工业、农业和医学等诸多领域。刊载的文章有70%以上是获“863”、“973”、国家自然科学基金资助或属“十一五”攻关及省部级重大项目的研究论文。本刊已被美国化学文摘CA、美国医学索引M/MEDLINE、俄罗斯文摘AJ、日本科学技术社数据库JST、波兰的哥白尼索引IC、荷兰Elsevier公司的Scopus文摘、荷兰医学文摘EMBASE、美国的乌利希期刊指南(网络版)(Ulrichsweb)等国际著名检索机构收录；国内则被中国知网CNKI、中国生物学文摘、中国生物医学文献数据库、中国科学引文数据库、中国科技期刊光盘版等几乎所有重要的检索机构收录。

《生物工程学报》2000年荣获中国科学院优秀期刊二等奖，2003、2005、2008年荣获中国科协优秀论文奖，2008年荣获“中国精品科技期刊”称号，2012和2013连续两年被评为“中国国际影响力优秀学术期刊”，2012年荣获“中国百种杰出学术期刊”称号，2014年入选300种“第3届中国精品科技期刊”，为“中国精品科技期刊顶尖学术论文(F5000)”项目来源期刊。

本刊虽然已连续数年在国内生物工程类期刊中排名第一，但成为最受欢迎、最具学术影响力的期刊是我们的目标。为此，我们将积极关注生物工程领域的最新研究动态，努力吸引更多优秀稿件。期待《生物工程学报》在大家的帮助下取得更大的进步。

## 广告索引

- 封底 GE Healthcare
- 封二 罗氏公司
- 内页 镇江东方生物工程公司
- 内页 安琪酵母股份有限公司

- 1063 农杆菌介导的出芽短梗霉遗传转化及高效筛选聚苹果酸高产菌株  
涂光伟 王永康 冯骏 李晓荣 郭美锦 邹祥
- 1073 提高大肠杆菌通过MVA途径合成异戊二烯  
冯凡 许杨 陶勇 刘伟丰 林白雪
- 1082 微粒添加对棘白菌素B发酵过程的影响  
牛坤 胡逸博 毛健 邹树平 郑裕国
- 1089 黑曲霉产糖化酶黑箱模型的构建和应用  
李连伟 鲁洪中 夏建业 储炬 庄英萍 张嗣良
- 1099 高粘发酵体系不同搅拌桨的CFD模拟及发酵验证  
董淑浩 朱萍 徐晓滢 李莎 姜永翔 徐虹
- 1108 嗜热共生杆菌内消旋-2,6-二氨基庚二酸脱氢酶中Y76对辅酶偏好性影响  
赵雷明 刘卫东 陈曦 王敏 冯进辉 吴洽庆 朱敦明
- 1119 重组 $\beta$ -葡萄糖醛酸苷酶键选择性的半理性改造  
普鸿丽 吕波 赵东旭 李春
- 1129 聚合物驱后油藏内源微生物驱油研究与试验  
乐建君 柏璐璐 王蕊 郭盟华 张继元 侯兆伟 伍晓林

## 其他

- 1049 本刊副主编李寅研究员课题组在大肠杆菌中实现碳浓缩固碳
- 1062 本刊编委杨克迁研究员课题组在Kinamycin的生物合成研究方面取得重要进展



**Chinese Journal of Biotechnology**  
**Monthly • Started in 1985**

**Administration** / Chinese Academy of Sciences  
**Sponsored by** / Institute of Microbiology,  
 Chinese Academy of Sciences;  
 Chinese Society for Microbiology  
**Editor-in-Chief** / Shengli Yang  
**Director** / Hongyu Chen  
**Edited by** / United Editorial Office of the Journals  
 in the Institute of Microbiology, Chinese Academy of  
 Sciences

**Address** / B401, Institute of Microbiology,  
 Chinese Academy of Sciences,  
 No. 1 Beichen West Road, Chaoyang District, Beijing  
 100101, China  
 Tel: +86-10-64807509  
 Fax: +86-10-64807327  
 E-mail: [cjb@im.ac.cn](mailto:cjb@im.ac.cn)  
<http://journals.im.ac.cn/cjbcn> (Chinese)  
[http://www.sciencedirect.com/science/  
 journal/18722075](http://www.sciencedirect.com/science/journal/18722075) (English)

**Published by** / Science Press  
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD  
**Distributed by** / Science Press  
 Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
 Beijing 100717, China  
 Tel: +86-10-64034563  
 E-mail: [journal@mail.sciencep.com](mailto:journal@mail.sciencep.com)  
**Oversea distributed by** / China International Book  
 Trading

**Copyright**

© 2015 by the Institute of Microbiology, the Chinese  
 Academy of Sciences and the Chinese Society for  
 Microbiology

**CONTENTS**



**Vol. 31 No. 7 July 2015**  
**25 July 2015**

**Preface**

- 1011** Preface for special issue on industrial bioprocess  
 technique front (2015)  
 Yingping Zhuang

**Reviews**

- 1015** Advances in biomolecular machine: methane  
 monooxygenases  
 Jixue Lu, Shizhen Wang, and Baishan Fang
- 1024** Advances in transcription activator-like effectors  
 - a review  
 Yu Tang, Lisha Li, and Jun Lin

**Research Paper**

- 1039** Enhancing erythromycin precursor 6-dEB  
 production by using synthetic small regulatory  
 RNAs in *Escherichia coli*  
 Shujie Song, Zhiqiang Xiong, and Yong Wang
- 1050** Construction and optimization of *Escherichia*  
*coli* for producing rhamnolipid biosurfactant  
 Zhijin Gong, Yanfeng Peng, Yuting Zhang, Guotian Song,  
 Wujia Chen, Shiru Jia, and Qinhong Wang



## About

Founded in 1985, Chinese Journal of Biotechnology is the official journal of the Institute of Microbiology, the Chinese Academy of Sciences and the Chinese Society for Microbiology. Chinese Journal of Biotechnology is an international, peer-reviewed journal that publishes original papers and reviews on all aspects of Biotechnology, such as genetic engineering, cell engineering, enzyme engineering, biochemical engineering, tissue engineering, biochips, bioinformatics, bioreactor, and so on. The journal is indexed/abstracted in various important citation resources such as Chemistry Abstracts, MEDLINE/PubMed, AJ of Viniti, JST, Scopus, Center for Agriculture and Bioscience International, EMBASE, Ulrichsweb, CNKI, Chinese Biological Digest, CBM, Chinese Scientific Quotation Database (Web amp; CD), Chinese Science and Technological Periodical (CD).

Aimed at promoting the scientific exchanges between China and other parts of the world, Chinese Journal of Biotechnology has cooperated with Elsevier to publish online English edition from 2006 to 2008 ([http:// www. sciencedirect.com/science/journal/18722075](http://www.sciencedirect.com/science/journal/18722075)). The online English edition, launched on the ScienceDirect, provides original English papers and some translated articles selected from the corresponding issue of Chinese edition.

We welcome submissions from all over the world. Please feel free to contact us (Tel: +86-10-64807509; E-mail: [cjb@im.ac.cn](mailto:cjb@im.ac.cn)).

### 1063 *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of *Aureobasidium pullulans* and high-efficient screening for polymalic acid producing strain

Guangwei Tu, Yongkang Wang, Jun Feng, Xiaorong Li, Meijin Guo, and Xiang Zou

### 1073 Improving isoprene production by engineered heterologous mevalonate pathway in *Escherichia coli*

Fan Feng, Yang Xu, Yong Tao, Weifeng Liu, and Baixue Lin

### 1082 Effect of microparticles on echinocandin B production by *Aspergillus nidulans*

Kun Niu, Yibo Hu, Jian Mao, Shuping Zou, and Yuguo Zheng

### 1089 Construction and application of black-box model for glucoamylase production by *Aspergillus niger*

Lianwei Li, Hongzhong Lu, Jianye Xia, Ju Chu, Yingping Zhuang, and Siliang Zhang

### 1099 Computational fluid dynamics simulation of different impeller combinations in high viscosity fermentation and its application

Shuhao Dong, Ping Zhu, Xiaoying Xu, Sha Li, Yongxiang Jiang, and Hong Xu

### 1108 Effect of residue Y76 on co-enzyme specificity of meso-diaminopimelate dehydrogenase from *Symbiobacterium thermophilum*

Leiming Zhao, Weidong Liu, Xi Chen, Min Wang, Jinhui Feng, Qiaqing Wu, and Dunming Zhu

### 1119 Semi-rational modification for improving bond selectivity of recombinant $\beta$ -glucuronidase

Hongli Pu, Bo Lü, Dongxu Zhao, and Chun Li

### 1129 Laboratory evaluation and field trial of activation indigenous microbial displacements in the reservoirs after polymer flooding

Jianjun Le, Lulu Bai, Rui Wang, Menghua Guo, Jiyuan Zhang, Zhaowei Hou, and Xiaolin Wu

热烈祝贺  
《生物工程学报》  
创刊30周年





# 生物工程学报

第4届  
编委会名单  
2012-2017

**主 编** / 杨胜利 院 士 中国科学院上海生物工程研究中心

**副主编 / (以姓名拼音排序)**

陈国强 教 授 清华大学

陈焕春 院 士 华中农业大学

陈受宜 研究员 中国科学院遗传与发育生物学研究所

邓子新 院 士 武汉大学

方荣祥 院 士 中国科学院微生物研究所

高 福 院 士 中国科学院微生物研究所

李 寅 研究员 中国科学院微生物研究所

刘双江 研究员 中国科学院微生物研究所

沈倍奋 院 士 军事医学科学院基础医学研究所

**编 委 / (以姓名拼音排序, 带\*为常务编委)**

白凤武 大连理工大学

曹谊林 上海交通大学医学院附属第九人民医院

陈洪章 中国科学院过程工程研究所

陈 坚 江南大学

陈 林 第三军医大学大坪医院

陈苏民\* 第四军医大学

陈 薇 军事医学科学院生物工程研究所

陈晓亚 中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所

陈晓英 中国科学院微生物研究所

戴和平 中国科学院水生生物研究所

邓初夏 National Institutes of Health, USA

堵国成 江南大学

方福德\* 中国医学科学院基础医学研究所

高友鹤 中国医学科学院基础医学研究所

郭 宁 军事医学科学院基础医学研究所

江 宁 中国科学院微生物研究所

姜里文 香港中文大学

姜 岷 南京工业大学

金 城 中国科学院微生物研究所

金冬雁 香港大学

景蕊莲 中国农业科学院作物科学研究所

李 凝 香港科技大学

李 震 上海市农业科学院畜牧兽医研究所

刘德华 清华大学

刘文军 中国科学院微生物研究所

刘湘涛 中国农业科学院兰州兽医研究所

刘玉乐 清华大学

马清钧\* 军事医学科学院生物工程研究所

马延和 中国科学院微生物研究所

裴雪涛 军事医学科学院野战输血研究所

彭景榭\* 中国科学院动物研究所

祁庆生 山东大学

仇华吉\* 中国农业科学院哈尔滨兽医研究所

邵蔚蓝 江苏大学

司书毅 中国医学科学院医药生物技术研究所

唐双焱 中国科学院微生物研究所

陶 勇 中国科学院微生物研究所

田季德 University of California Los Angeles, USA

童光志 中国农业科学院上海兽医研究所

王 骏 香港中文大学

王钦宏 中国科学院天津工业生物技术研究所

王彦昶 Florida State University

吴文平 诺维信中国研发中心

肖亚中 安徽大学

邢建民 中国科学院过程工程研究所

荀鲁盈 Washington State University

杨克迁 中国科学院微生物研究所

杨立荣 浙江大学

杨 晟 中国科学院上海生命科学研究院

杨 晓 军事医学科学院生物工程研究所

张惠展 华东理工大学

张 杰 中国农业科学院植物保护研究所

张志芳 中国农业科学院生物技术研究所

张智清 中国疾病预防控制中心病毒病预防控制所

赵学明 天津大学

郑 平 浙江大学

郑世军 中国农业大学

周春燕 北京大学医学部

周集中 University of Oklahoma, USA

周 琪 中国科学院动物研究所

朱敦明 中国科学院天津工业生物技术研究所

朱旭东 南开大学

朱 阳 Netherlands Organization for Applied Scientific Research

祝庆余 军事医学科学院微生物流行病学研究所

庄英萍 华东理工大学

**编 辑** / 陈宏宇 郝丽芳

# Editorial Board (4th)

2012-2017

# Chinese Journal of Biotechnology

**Editor-in-Chief / Shengli Yang** Shanghai Research Center of Biotechnology, CAS, China.

**Associate editors / (alphabetically)**

**Guoqiang Chen** Tsinghua University, China.

**Huanchun Chen** Huazhong Agricultural University, China.

**Shouyi Chen** Institute of Genetics and Developmental Biology, CAS, China.

**Zixin Deng** Wuhan University, China.

**Rongxiang Fang** Institute of Microbiology, CAS, China.

**George F. Gao** Institute of Microbiology, CAS, China.

**Yin Li** Institute of Microbiology, CAS, China.

**Shuangjiang Liu** Institute of Microbiology, CAS, China.

**Beifen Shen** Institute of Basic Medical Sciences, AMMS, China.

**Board members (alphabetically, \*standing members)**

**Fengwu Bai**  
Dalian University of Technology, China.

**Yilin Cao**  
Shanghai Jiao Tong University, China.

**Hongzhang Chen**  
Institute of Process Engineering, CAS, China.

**Jian Chen**  
Jiangnan University, China.

**Lin Chen**  
Third Military Medical University, China.

**Sumin Chen\***  
Fourth Military Medical University, China.

**Wei Chen**  
Institute of Biotechnology, AMMS, China.

**Xiaoya Chen**  
Institute of Plant Physiology and Ecology, CAS, China.

**Xiaoying Chen**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Heping Dai**  
Institute of Hydrobiology, CAS, China.

**Chuxia Deng**  
National Institutes of Health, USA.

**Guocheng Du**  
Jiangnan University, China.

**Fude Fang**  
Institute of Basic Medical Sciences, CAMS, China.

**Youhe Gao**  
Institute of Basic Medical Sciences, CAMS, China.

**Ning Guo**  
Institute of Basic Medical Sciences, AMMS, China.

**Ning Jiang**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Liwen Jiang**  
The Chinese University of Hong Kong, China.

**Min Jiang**  
Nanjing University of Technology, China.

**Cheng Jin**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Dongyan Jin**  
The University of Hong Kong, China.

**Ruilian Jing**  
Institute of Crop Sciences, CAAS, China.

**Ning Li**  
The Hong Kong University of Science and Technology, China.

**Zhen Li**  
Animal Husbandry and Veterinary Research Institute, SAAS, China.

**Dehua Liu**  
Tsinghua University, China.

**Wenjun Liu**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Xiangtao Liu**  
Lanzhou Veterinary Research Institute, CAAS, China.

**Yule Liu**  
Tsinghua University, China.

**Qingjun Ma\***  
Institute of Biotechnology, AMMS, China.

**Yanhe Ma**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Xuetao Pei**  
Institute of Blood Transfusion, AMMS, China.

**Jingpian Peng\***  
Institute of Zoology, CAS, China.

**Qingsheng Qi**  
Shandong University, China.

**Huaji Qiu\***  
Harbin Veterinary Research Institute, CAAS, China.

**Weilan Shao**  
Jiangsu University, China.

**Shuyi Si**  
Institute of Medical Biotechnology, CAMS, China.

**Shuangyan Tang**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Yong Tao**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Jide Tian**  
UCLA, USA.

**Guangzhi Tong**  
Shanghai Veterinary Research Institute, CAAS, China.

**Jun Wang**  
The Chinese University of Hong Kong, Hong Kong, China.

**Qinhong Wang**  
Tianjin Institute of Industrial Biotechnology, CAS, China.

**Yanchang Wang**  
Florida State University, USA.

**Wenping Wu**  
Novozymes China.

**Yazhong Xiao**  
Anhui University, China.

**Jianmin Xing**  
Institute of Process Engineering, CAS, China.

**Luying Xun**  
Washington State University, USA.

**Keqian Yang**  
Institute of Microbiology, CAS, China.

**Lirong Yang**  
Zhejiang University, China.

**Sheng Yang**  
Shanghai Institutes for Biological Sciences, CAS, China.

**Xiao Yang**  
Institute of Biotechnology, AMMS, China.

**Huizhan Zhang**  
East China University of Science and Technology, China.

**Jie Zhang**  
Institute of Plant Protection, CAAS, China.

**Zhifang Zhang**  
Biotechnology Research Institute, CAAS, China.

**Zhiqing Zhang**  
Institute of Virology, CAPM, China.

**Xueming Zhao**  
Tianjin University, China.

**Ping Zheng**  
Zhejiang University, China.

**Shijun Zheng**  
China Agricultural University, China.

**Chunyan Zhou**  
Peking University Health Science Center, China.

**Jizhong Zhou**  
University of Oklahoma, USA.

**Qi Zhou**  
Institute of Zoology, CAS, China.

**Dunming Zhu**  
Tianjin Institute of Industrial Biotechnology, CAS, China.

**Xudong Zhu**  
Nankai University, China.

**Yang Zhu**  
Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO), Netherlands.

**Qingyu Zhu**  
Institute of Microbiology and Epidemiology, AMMS, China.

**Yingping Zhuang**  
East China University of Science and Technology, China.

**Editors / Hongyu Chen Lifang Hao**