



中文核心期刊 中国科技核心期刊 CSCD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 / 邓子新  
执行主编 / 张先恩  
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

广告发布登记 / 京朝工商广登字20170187号

邮发代号 / 82-13

每期定价 / 78.00元

ISSN 1000-3061

CN 11-1998/Q

CODEN SGXUED

## 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



Shengwu Gongcheng Xuebao

第35卷第10期(总第250期)

2019年10月25日

## 序言

### 1801 2019工业生物学专刊序言

王钦宏, 马延和

## 工业蛋白科学

### 1806 工业酶结构与功能的构效关系

张锟, 曲戈, 刘卫东, 孙周通

### 1819 工业酶研究中的计算化学方法

刘海燕

### 1829 工业蛋白质构效关系的计算生物学解析

陈琦, 李春秀, 郑高伟, 郁惠蕾, 许建和

### 1843 蛋白质工程: 从定向进化到计算设计

曲戈, 朱彤, 蒋迎迎, 吴边, 孙周通

### 1857 工业环境下酶蛋白的催化行为与适应性改造研究进展

王文豪, 闻鹏飞, 许孔亮, 郑仁朝, 郑裕国

## 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“十二五”、“十三五”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IM/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、中国科学引文数据库CSCD、中国科技论文统计与分析数据库CSTPC、中国生物学文摘、中国生物医学文献数据库等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，2015年获得中国科协精品科技期刊学术质量提升项目资助，2018年获中国科协中文科技期刊精品建设计划“学术创新引领项目”资助，2015-2018连续4年均荣获中国科学院科学出版基金科技期刊排行榜三等奖。

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。

## 1870 体外多酶分子机器的现状和最新进展

魏欣蕾，游淳

### 工业细胞科学

## 1889 基因组学技术解码天然产物合成

池溟甜，陈实

## 1901 应用代谢网络模型解析工业微生物胞内代谢

叶超，徐楠，陈修来，刘立明

## 1914 基于酶约束的代谢网络模型研究进展及其应用

赵欣，杨雪，毛志涛，马红武

## 1925 工业微生物遗传和环境扰动的调控和适应进化

蔺玉萍，王钦宏

## 1942 生物制造“细胞工厂”的设计与组装

刘波，陶勇

### 工业发酵科学

## 1955 面向工业生物技术的系统生物学

郑小梅，郑平，孙际宾

## 1974 工业生物发酵过程模拟：进展与发展趋势

李德茂，陈吴西，郭蔚，李超峰

## 1986 典型工业发酵过程环境变化下的细胞自适应行为与系统优化

丁健，罗洪镇，史仲平

## 2003 发酵过程多尺度解析与调控的研究进展

刘延峰，李雪良，张晓龙，徐显皓，刘龙，堵国成

## 2014 工业生物过程智能控制原理和方法进展

田锡炜，王冠，张嗣良，庄英萍

**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** / Zixin Deng  
**Executive Editor-in-Chief** / Xian-En Zhang  
**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  
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,  
Beijing 100717, China  
Tel: +86-10-64034563  
E-mail: [journal@mail.sciencep.com](mailto:journal@mail.sciencep.com)  
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD  
**Oversea distributed by** / China International Book  
Trading

### Copyright

© 2019 by the Institute of Microbiology, the Chinese  
Academy of Sciences and the Chinese Society  
for Microbiology

## CONTENTS



**Shengwu Gongcheng Xuebao**  
Vol. 35 No. 10 October 2019  
25 October 2019

### Preface

- 1801** Preface for special issue on industrial biology (2019)  
Qinhong Wang, and Yanhe Ma

### Industrial Protein Science

- 1806** Structure-function relationships of industrial enzymes  
Kun Zhang, Ge Qu, Weidong Liu, and Zhoutong Sun
- 1819** Computational chemistry approaches in studies on  
industrial enzymes  
Haiyan Liu
- 1829** Computational analysis of structure-activity  
relationship of industrial enzymes  
Qi Chen, Chunxiu Li, Gaowei Zheng, Huilei Yu, and Jianhe Xu
- 1843** Protein engineering: from directed evolution to  
computational design  
Ge Qu, Tong Zhu, Yingying Jiang, Bian Wu, and Zhoutong Sun
- 1857** Catalysis of enzymes under industrial environment  
and their adaptive modifications: a review  
Wenhao Wang, Pengfei Wen, Kongliang Xu, Renchao Zheng,  
and Yuguo Zheng

## 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, CSCD, CSTPC, Chinese Biological Digest.

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>). 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)).

扫描二维码，关注  
《生物工程学报》微信  
公众号，获得最新投审  
稿信息及阅读体验。



- 1870** *In vitro* multi-enzyme molecular machines – a review  
Xinlei Wei, and Chun You

## Industrial Cell Science

- 1889** Genomics approaches decode natural products synthesis  
Haotian Chi, and Shi Chen
- 1901** Application of metabolic network model to analyze intracellular metabolism of industrial microorganisms  
Chao Ye, Nan Xu, Xiulai Chen, and Liming Liu
- 1914** Progress and application of metabolic network model based on enzyme constraints  
Xin Zhao, Xue Yang, Zhitao Mao, and Hongwu Ma
- 1925** Regulation and adaptive evolution of industrial microorganisms towards genetic and environmental disturbances  
Yuping Lin, and Qinhong Wang
- 1942** Design and assembly of bio-manufacturing “cell factory”  
Bo Liu, and Yong Tao

## Industrial Fermentation Science

- 1955** Systems biology for industrial biotechnology  
Xiaomei Zheng, Ping Zheng, and Jibin Sun
- 1974** Simulation of industrial fermentation: current status and future perspectives  
Demao Li, Wuxi Chen, Wei Guo, and Chaofeng Li
- 1986** Fermentation optimization based on cell self-adaptation to environmental stress – a review  
Jian Ding, Hongzhen Luo, and Zhongping Shi
- 2003** Advances in multi-scale analysis and regulation for fermentation process  
Yanfeng Liu, Xueliang Li, Xiaolong Zhang, Xianhao Xu, Long Liu, and Guocheng Du
- 2014** Progress in intelligent control of industrial bioprocess  
Xiwei Tian, Guan Wang, Siliang Zhang, and Yingping Zhuang