

卓越计划 中文核心 中国科技核心 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 / 120.00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。

## 目录



Shengwu Gongcheng Xuebao

第37卷第6期 (总第270期)

2021年6月25日

## 序言

### 1821 天然产物的生物合成专刊序言

袁其朋, 孔建强

## 工具酶的功能表征

### 1827 维生素C生物合成相关脱氢酶研究进展

陈玥, 周景文, 陈坚

### 1845 非核糖体肽合成酶工程改造研究进展

王辰, 徐玉泉

### 1858 蔗糖磷酸合酶功能、结构与催化机制的研究进展

苏纪勇, 姚圆, 刘玉含, 韩秋宇, 张雯露

### 1869 甲基转移酶在微生物合成天然产物中的应用

张香燕, 申晓林, 孙新晓, 王佳, 袁其朋

### 1887 植物丝氨酸羧基转移酶样酰基转移酶的结构、功能和应用

王宇, 杨燕, 刘念之, 王伟

### 1900 酶法合成槲皮素3-O-糖苷酰基化衍生物的研究进展

王雪凝, 孔建强

### 1919 糖苷酶耐热性改造策略与应用

刘蕊, 柳雨, 李巧峰, 冯旭东, 李春, 高小朋

## 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)、世界卫生组织西太平洋地区医学索引(WPRIM)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,2019年获中国科技期刊卓越行动计划项目资助。

本刊虽然取得了一些成绩,但成为最受欢迎、最具学术影响力的期刊将永远是我们追求的目标。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。

## 天然产物生物合成途径的解析

- 1931 植物来源药用天然产物的合成生物学研究进展**  
姜逢霖, 巩婷, 陈晶晶, 陈天娇, 杨金玲, 朱平
- 1952 杜松烷型倍半萜天然产物的研究进展**  
姜龙瑜, 温艳华, 彭雨, 陈天娇, 陈晶晶, 杨金玲, 巩婷, 朱平
- 1968 新型靶向化合物——植物大麻素的生物合成途径及研究进展**  
高萍, 陈宇娴, 柯崇裕, 杨欣伟, 黄建忠
- 1986 胭脂素的生物合成及应用研究进展**  
姜干, 浦香东, 宋经元
- 1998 芳香族香料化合物生物合成研究进展**  
庄以彬, 吴凤礼, 殷华, 王钦宏, 刘涛
- 2010 芳香类天然产物的合成生物学研究进展**  
刘良叙, 李朝凤, 王嘉伟, 倪俊, 许平
- 2026 鬼臼毒素及其衍生物生物合成研究进展**  
孟振, 姚婷婷, 赵巍, 李红梅, 汤亚杰
- 2039 异戊烯基焦磷酸转运对雷公藤甲素生物合成的影响**  
夏梦, 张逸风, 高海云, 刘远, 吴晓毅, 高伟

## 天然产物生物合成

- 2050 植物多酚的微生物合成**  
李玲玲, 刘雪, 邱泽天, 赵广荣
- 2077 产姜黄素大肠杆菌工程菌的构建**  
张乐, 丁宁, 海燕, 闫雅茹, 李娜, 李赛男, 屠鹏飞, 刘晓, 史社坡
- 2085 代谢改造酿酒酵母合成萜类化合物的研究进展**  
陈明凯, 叶丽丹, 于洪巍
- 2105 环氧角鲨烯合成通路在大肠杆菌中的构建和优化**  
邵喜喜, 孟云鹤, 周沈婷, 刘欣婷, 蒋慧姝, 效啸, 杨京, 卫功元, 王崇龙
- 2116 利用CRISPR-Cas9系统与核糖体工程获得新型可利霉素产生菌**  
刘娟娟, 张妍, 赫卫清
- 2127 途径特异性调控因子介导的链霉菌来源天然产物的产量提升**  
熊婉, 段燕文, 颜晓晖, 黄勇
- 2147 新型angucycline/angucyclinone类天然产物的研究进展(2010-2020)**  
张景琰, 段燕文, 朱湘成, 颜晓晖
- 2166 天然活性多肽的发掘策略和生产技术**  
王彦珺, 李姝承, 关长阁, 何东, 廖锡豪, 王怡, 陈海红, 张翀, 邢新会

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)

[https://www.sciencedirect.com/journal/  
chinese-journal-of-biotechnology](https://www.sciencedirect.com/journal/chinese-journal-of-biotechnology) (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)

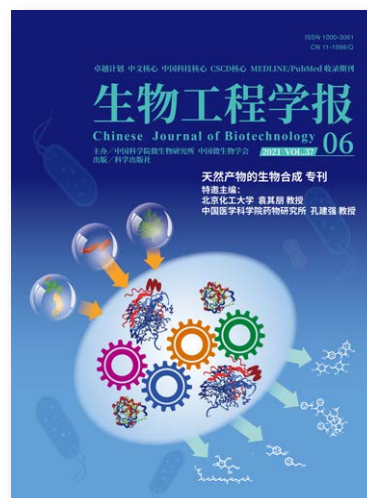
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD

**Oversea distributed by** / China International Book  
Trading

## Copyright

© 2021 by the Institute of Microbiology, the Chinese  
Academy of Sciences and the Chinese Society  
for Microbiology

# CONTENTS



Shengwu Gongcheng Xuebao

Vol. 37 No. 6 June 2021  
25 June 2021

## Preface

**1821** Preface to the special issue: biosynthesis of natural  
products

Qipeng Yuan, and Jianqiang Kong

## Functional Characterization of Tool Enzymes

**1827** Progress in vitamin C biosynthesis related  
dehydrogenases

Yue Chen, Jingwen Zhou, and Jian Chen

**1845** Advances in engineering non-ribosomal peptide  
synthetase

Chen Wang, and Yuquan Xu

**1858** Function, structure and catalytic mechanism of  
sucrose phosphate synthase: a review

Jiyong Su, Yuan Yao, Yuhua Liu, Qiuyu Han, and Wenlu Zhang

**1869** Application of methyltransferases in microbial  
synthesis of natural products

Xiangyan Zhang, Xiaolin Shen, Xinxiao Sun, Jia Wang, and  
Qipeng Yuan

**1887** Structure, function and application of serine  
carboxypeptidase-like acyltransferases from plants

Yu Wang, Yan Yang, Minzhi Liu, and Wei Wang

**1900** Enzymatic synthesis of acylated quercetin  
3-O-glycosides: a review

Xuening Wang, and Jianqiang Kong

**1919** Strategies for engineering the thermo-stability of  
glycosidase

Rui Liu, Yu Liu, Qiaofeng Li, Xudong Feng, Chun Li, and  
Xiaopeng Gao

## 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 Vinit, JST, Scopus, Center for Agriculture and Bioscience International, EMBASE, Ulrichsweb, WPRIM, 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  
稿信息及阅读体验。



## Analysis of the Biosynthesis Pathway of Natural Products

- 1931** Synthetic biology of plants-derived medicinal natural products  
Fenglin Jiang, Ting Gong, Jingjing Chen, Tianjiao Chen, Jinling Yang, and Ping Zhu
- 1952** Advances in biosynthesis of cadinane sesquiterpenes  
Longyu Jiang, Yanhua Wen, Yu Peng, Tianjiao Chen, Jingjing Chen, Jinling Yang, Ting Gong, and Ping Zhu
- 1968** New targeted compounds—biosynthesis of phytocannabinoids  
Ping Gao, Yuxian Chen, Chongrong Ke, Xinwei Yang, and Jianzhong Huang
- 1986** Advances in the biosynthesis and application of bixin  
Qian Lou, Xiangdong Pu, and Jingyuan Song
- 1998** Advances in the microbial synthesis of aromatic fragrance molecules  
Yibin Zhuang, Fengli Wu, Hua Yin, Qinhong Wang, and Tao Liu
- 2010** Synthetic biology for the synthesis of aromatic natural products: a review  
Liangxu Liu, Chaofeng Li, Jiawei Wang, Jun Ni, and Ping Xu
- 2026** Research progress in biosynthesis of podophyllotoxin and its derivatives  
Zhen Meng, Tingting Yao, Wei Zhao, Hongmei Li, and Ya-Jie Tang
- 2039** Effect of isopentenyl pyrophosphate translocation on the biosynthesis of triptolide  
Meng Xia, Yifeng Zhang, Haiyun Gao, Yuan liu, Xiaoyi Wu, and Wei Gao

## Biosynthesis of Natural Products

- 2050** Microbial synthesis of plant polyphenols  
Lingling Li, Xue Liu, Zetian Qiu, and Guangrong Zhao
- 2077** Production of curcumin by engineered *Escherichia coli*  
Le Zhang, Ning Ding, Yan Hai, Yaru Yan, Na Li, Sainan Li, Pengfei Tu, Xiao Liu, and Shepo Shi
- 2085** Advances in metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for terpenoids biosynthesis  
Mingkai Chen, Lidan Ye, and Hongwei Yu
- 2105** Construction and optimization of squalene epoxide synthetic pathway in *Escherichia coli*  
Xixi Shao, Yunhe Meng, Shenting Zhou, Xinting Liu, Huishu Jiang, Xiao Xiao, Jing Yang, Gongyuan Wei, and Chonglong Wang
- 2116** Construction of a novel carrimycin-producing strain by using CRISPR-Cas9 and ribosome engineering techniques  
Juanjuan Liu, Yan Zhang, and Weiqing He
- 2127** Improvement of natural product production in *Streptomyces* by manipulating pathway-specific regulators  
Wan Xiong, Yanwen Duan, Xiaohui Yan, and Yong Huang
- 2147** Novel angucycline/angucyclinone family of natural products discovered between 2010 and 2020  
Jingyan Zhang, Yanwen Duan, Xiangcheng Zhu, and Xiaohui Yan
- 2166** Functional discovery and production technology for natural bioactive peptides  
Yanjuan Wang, Shucheng Li, Changge Guan, Dong He, Xihao Liao, Yi Wang, Haihong Chen, Chong Zhang, and Xin-Hui Xing