

# 生物工程学报

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》·1985年2月创刊  
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 院士  
执行主编 / 李寅  
主任 / 陈宏宇  
出版编辑 / 《生物工程学报》编辑部  
(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  
出版部 / 电话: 010-64806142  
E-mail: chuban@im.ac.cn  
编 务 / 电话: 010-64807327  
E-mail: bianwu@im.ac.cn  
发行广告部 / 电话: 010-64807336  
E-mail: bjb@im.ac.cn  
新媒体部 / 电话: 010-64807144  
E-mail: j.media@im.ac.cn  
网 址 / <http://journals.im.ac.cn/cjb.cn>

出版方 / 科学出版社  
地 址 / 北京东黄城根北街16号

印 刷 / 北京科信印刷有限公司  
国内总发行 / 北京市报刊发行局  
(北京市丰台区莲花池东路126号)  
国内邮发代号 / 82-13  
订购处 / 全国各地邮局  
海外总发行 / 中国国际图书贸易集团有限公司  
(北京399信箱, 邮编: 100048)  
海外发行代号 / M5608  
广告发布登记 / 京朝市监广登字20200002号  
每期定价 / 158.00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。



Shengwu Gongcheng Xuebao

第40卷第2期 (总第302期)  
2024年2月25日

《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学术期刊, 系北大中文核心、中国科技核心、CSCD核心期刊。主要报道我国生物工程领域的新进展和新成果, 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, 涉及工业、农业和医药等诸多领域。刊载的文章90%以上为项目资助论文。本刊已被美国化学文摘CA、美国医学索引MEDLINE/PubMed、俄罗斯文摘AJ、日本科学技术社数据库JST、波兰哥白尼索引IC、荷兰Scopus、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)、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国内外重要检索机构收录。

《生物工程学报》2000年获中国科学院优秀期刊二等奖, 2003、2005、2008年获中国科协优秀论文奖, 2008年获“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, 连续4年荣获中国科学院科学出版基金科技期刊排行榜三等奖(2015-2018年), 获得中国科协精品科技期刊学术质量提升项目(2015-2017年)、中文科技期刊精品建设计划“学术创新引领项目”(2018年)和中国科技期刊卓越行动计划梯队项目(2019-2023年)资助。

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。

# Chinese Journal of Biotechnology

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** / DENG Zixin

**Executive Editor-in-Chief** / LI Yin

**Director** / CHEN Hongyu

**Published and Edited by** / Editorial Office of

Chinese Journal of Biotechnology

**Address** / B401, Institute of Microbiology,

Chinese Academy of Sciences,

No. 1 Beichen West Road, Chaoyang District,

Beijing 100101, China

Tel: +86-10-64807509

E-mail: [cjb@im.ac.cn](mailto:cjb@im.ac.cn)

<http://journals.im.ac.cn/cjbcn> (Chinese)

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

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

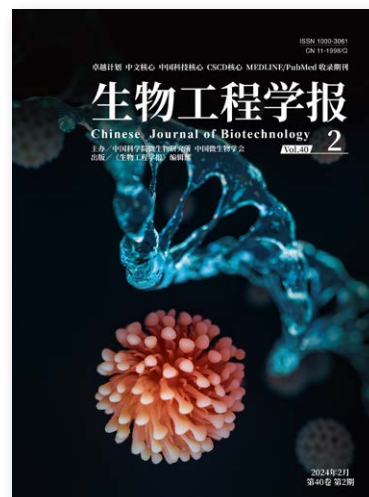
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD

**Distributed by** / Beijing Bureau for Distribution of  
Newspapers and Journals

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

## Copyright

© 2024 by the Institute of Microbiology, the Chinese Academy of Sciences and the Chinese Society for Microbiology



Shengwu Gongcheng Xuebao

Vol. 40 No. 2  
25 February 2024

## 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)).



## I 导读

## 综 述

## 321 磷酸化蛋白质组学在三阴性乳腺癌诊治研究中的进展

史云蔚, 左涛, 徐平

## 337 NLRP3炎性小体在肌肉骨骼系统疾病中的作用

丁恺志, 龚妍春, 李晓诺, 朱袁婕, 姚丽华

## 350 纳米抗体筛选技术研究进展

唐秀兰, 邓安琦, 陈文聪, 赵妍, 王茂鹏, 李昌

## 367 CRISPR传感检测技术的研究进展

王佳慧, 赵佩佩, 秦梦飞, 赵燕秋, 刘成伟, 夏雪奎

## 378 生物活性材料与牙周组织再生

陈紫琴, 罗岚, 骆凯, 许雄程

## 391 肿瘤干细胞生物学特性及其干性维持机制的研究进展

张文静, 赵可旭, 张可越, 陈晓阳, 郝明炫, 杨昭

## 419 冠状病毒非结构蛋白13的研究进展

吴诚诚, 张帆帆, 汪娟, 李娜, 林翠

## 434 蛋白质动态平衡网络维稳机制的研究进展

高明阳, 吴玉湖, 杨宣叶, 王进干, 胡欣妍, 周建华

## 446 微针技术用于非经皮途径的药物递送研究进展

王开楠, 职康康

## 医药生物技术

## 458 稳定表达CD19-FLUC-GFP的CT26细胞系的构建及鉴定

郭雨洁, 段海潇, 程奕宁, 杨斌丰, 胡翰, 刘滨磊, 汪洋

- 473 利用多基因缺失型杆状病毒在昆虫细胞中生产腺相关病毒  
张峒, 蒋卓含, 吴奕凡, 李倩茹, 刘晨静, 张元兴, 刘琴
- 485 人博卡病毒1型感染性克隆的构建及鉴定  
杨暄, 苏丽芳, 王悦, 王媛, 董衍明
- 496 新冠病毒主蛋白酶特异性荧光底物ddRFP-M的制备与鉴定  
张锐, 闫浩浩, 刘志成, 刘晓丽, 闫千千, 刘晓平, 陈云雨
- 507 抗体成药性筛选流程及评价策略  
姚江宁, 律璿桐, 张迎珺, 张正平, 徐同杰
- 517 体外重构STUB1介导 $\alpha$ -1抗胰蛋白酶突变体Z蛋白泛素化修饰反应体系  
凌雪, 代艳, 叶晓, 张肖雅, 林佳雨, 饶朗, 田朝光
- 529 桑根酮C通过促进 $\beta$ -catenin的泛素化水平抑制胶质母细胞瘤的迁移侵袭能力  
翁雪莲, 侯建兵, 常洪博, 崔红娟
- 542 基于转录组学和代谢组学联合分析草珊瑚萜类化合物生物合成的组织特异性分布  
吴迪, 张燕燕, 林楠, 魏艺聪
- 562 基于壳聚糖的搭载光源可溶性微针的制备与评价  
刘俸溢, 庄俭, 薛庆隆, 许红, 黄尧, 孙靖尧, 张笑宁, 李明
- 573 定点突变优化信号肽对嵌合抗原受体T细胞功能的影响  
刘玉, 李帆, 戴蕙芸, 周润龙, 王梦怡, 甘世豪, 徐瑶
- 585 溶瘤II型单纯疱疹病毒在肿瘤中的复制及表达  
蔡奇应, 张思琪, 刘华鹏, 刘滨磊



## I Briefing and introduction

## Reviews

**321** Phosphoproteomics in the diagnosis and treatment of triple-negative breast cancer: a review

SHI Yunwei, ZUO Tao, XU Ping

**337** Role of NLRP3 inflammasomes in musculoskeletal disorders

DING Kaizhi, GONG Yanchun, LI Xiaonuo, ZHU Yuanjie, YAO Lihua

**350** Advances in nanobody screening technology

TANG Xiulan, DENG Anqi, CHEN Wencong, ZHAO Yan, WANG Maopeng, LI Chang

**367** Advances in CRISPR sensing and detection technology

WANG Jiahui, ZHAO Peipei, QIN Mengfei, ZHAO Yanqiu, LIU Chengwei, XIA Xuekui

**378** Bioactive materials in periodontal regeneration

CHEN Ziqin, LUO Lan, LUO Kai, XU Xiongcheng

**391** Advances in the biological characteristics and stem maintenance mechanisms of tumor stem cells

ZHANG Wenjing, ZHAO Kexu, ZHANG Keyue, CHEN Xiaoyang, HAO Mingxuan, YANG Zhao

**419** Advances in the coronavirus nonstructural protein 13

WU Chengcheng, ZHANG Fanfan, WANG Juan, LI Na, LIN Cui

**434** Advances of proteostasis network and its stability maintenance mechanism

GAO Mingyang, WU Yuhu, YANG Xuanye, WANG Jinqian, HU Xinyan, ZHOU Jianhua

**446** Applications of microneedles in non-transdermal drug delivery: a review

WANG Kainan, ZHI Kangkang

## Medicinal Biotechnology

**458** Construction and identification of a stable CT26 cell line expressing CD19-FLUC-GFP

GUO Yujie, DUAN Haixiao, CHENG Yining, YANG Binfeng, HU Han, LIU Binlei, WANG Yang



- 473** Production of adeno-associated virus in insect cells using multiple gene deleted baculovirus  
ZHANG Tong, JIANG Zhuohan, WU Yifan, LI Qianru, LIU Chenjing, ZHANG Yuanxing, LIU Qin
- 485** Construction and characterization of an infectious clone for human bocaparvovirus HBoV1  
YANG Xuan, SU Lifang, WANG Yue, WANG Yuan, DONG Yanming
- 496** Preparation and characterization of a fluorogenic ddRFP-M biosensor as a specific SARS-CoV-2 main protease substrate  
ZHANG Rui, YAN Haohao, LIU Zhicheng, LIU Xiaoli, YAN Gangan, LIU Xiaoping, CHEN Yunyu
- 507** Antibody druggability screening process and evaluation strategy  
YAO Jiangning, LV Yingtong, ZHANG Yingjun, ZHANG Zhengping, XU Tongjie
- 517** Reconstitution of the *in vitro* STUB1-mediated ubiquitination reaction system for  $\alpha$ -1 antitrypsin mutant Z protein  
LING Xue, DAI Yan, YE Xiao, ZHANG Xiaoya, LIN Jiayu, RAO Lang, TIAN Chaoguang
- 529** Sanggenon C inhibits glioblastoma cell migration and invasion by promoting ubiquitination of  $\beta$ -catenin  
WENG Xuelian, HOU Jianbing, CHANG Hongbo, CUI Hongjuan
- 542** Tissue specific distribution of terpenoid biosynthesis in *Sarcandra glabra* based on transcriptome and metabolome analysis  
WU Di, ZHANG Yanyan, LIN Nan, WEI Yicong
- 562** Preparation and evaluation of chitosan-based light source-loaded soluble microneedles  
LIU Fengyi, ZHUANG Jian, XUE Qinglong, XU Hong, HUANG Yao, SUN Jingyao, ZHANG Xiaoning, LI Ming
- 573** Effect of signal peptide optimized by site-directed mutagenesis on the function of chimeric antigen receptor T cells  
LIU Yu, LI Fan, DAI Huiyun, ZHOU Runlong, WANG Mengyi, GAN Shihao, XU Yao
- 585** Replication and expression of oncolytic herpes simplex virus type II in tumors  
CAI Qiyang, ZHANG Siqi, LIU Huajuan, LIU Binlei