

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 / 120.00元

ISSN 1000-3061

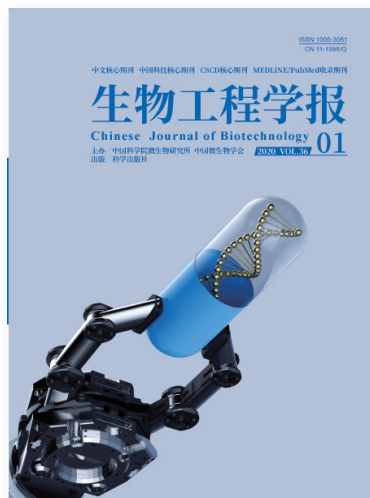
CN 11-1998/Q

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。

## 目次



Shengwu Gongcheng Xuebao

第36卷第1期(总第253期)

2020年1月25日

## 综述

- 1 CRISPR/Cas基因编辑技术研究进展及其在斑马鱼中的应用  
欧阳娟, 薛松磊, 周琦琦, 崔恒宓
- 13 非洲猪瘟病毒的生物学特性与疫苗研制的难点  
雷建林, 曹宏, 杨丽霞, 李茜, 王应强
- 25 HIV-1 Env三聚体抗原改造研究进展  
沈鸿霖, 张芝晴, 李少伟, 顾颖
- 33 双特异抗体的研究进展  
叶金统, 孟颂东, 朱晓东
- 44 中国基因技术领域战略规划框架与研发现状分析及建议  
丁陈君, 吴晓燕, 陈云伟, 陈方, 张志强, 陶诚, 沈毅, 杨明

## 动物及兽医生物技术

- 57 马流产沙门菌重组鞭毛蛋白FliC和FliB免疫原性比较  
王浩, 易鸳鸯, 古丽米热·对山巴依, 樊庆庚, 苏艳

## 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，2019年获中国科技期刊卓越行动计划项目资助。

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。

## 67 人乳铁蛋白(hLF)转基因山羊的遗传背景分析

宋绍征, 张旻, 李丹, 陈朝军, 于康英, 张婷, 周鸣鸣, 成勇

## 工业生物技术

## 77 甲羟戊酸途径限速步骤研究及其在产番茄红素重组大肠杆菌中的应用

李贞霞, 陈倩倩, 唐金磊, 李清艳, 张学礼

## 90 强化类球红细菌辅因子NADPH再生以提高法尼醇的产量

许曼, 江贤章, 黄建忠, 祁峰

## 农业生物技术

## 100 家蚕抗性品系NC99R抗BmNPV作用机制分析

董战旗, 雷雪蛟, 秦琪, 张新铃, 唐亮, 石美宁, 潘敏慧

## 医学与免疫生物技术

## 109 RIG-I敲除293T细胞系的建立及其对B型流感病毒复制的影响

田璐, 焦鹏涛, 侯力丹, 李芸, 宋正宇, 刘文军, 范文辉, 孙蕾

## 122 人CS1-Fc融合蛋白的真核表达、蛋白纯化及生物学效应鉴定

陈如章, 王茜桐, 李燕晨, 高基民

## 133 人同型融合和蛋白质分选复合体亚基的原核表达、蛋白纯化及功能验证

陈玉, 郭仁朋, 黄赛飞, 宋丹, 刘蓉

## 生物育种与工艺优化

## 143 谷氨酸棒杆菌碱基编辑的条件优化

李俊维, 刘叶, 王钰, 郁彭, 郑平, 王猛

## 152 适应性驯化选育高产吡咯喹啉醌的生丝微生物突变株

柯崇榕

**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)

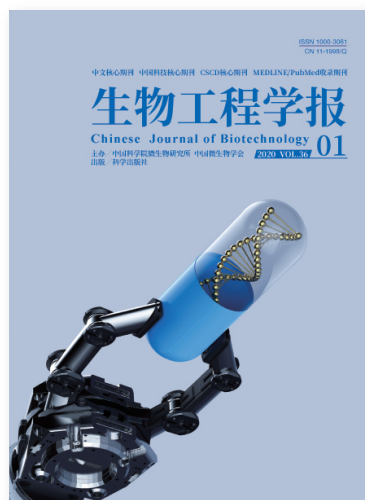
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD

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

## Copyright

© 2020 by the Institute of Microbiology, the Chinese  
Academy of Sciences and the Chinese Society  
for Microbiology

## CONTENTS



**Shengwu Gongcheng Xuebao**

Vol. 36 No. 1 January 2020  
25 January 2020

### Reviews

- 1 Research progress and applications of gene editing technology CRISPR/Cas in zebrafish  
Juan Ouyang, Songlei Xue, Qiqi Zhou, and Hengmi Cui
- 13 Characteristics of African swine fever virus and difficulties in vaccine development  
Jianlin Lei, Hong Cao, Lixia Yang, Qian Li, and Yingqiang Wang
- 25 Progress in HIV-1 Env trimer design  
Honglin Shen, Zhiqing Zhang, Shaowei Li, and Ying Gu
- 33 Recent advances in the development of bispecific antibodies  
Jintong Ye, Songdong Meng, and Xiaodong Zhu
- 44 Analysis and suggestions of current planning frameworks and the status of research on genetic technologies in China  
Chenjun Ding, Xiaoyan Wu, Yunwei Chen, Fang Chen, Zhiqiang Zhang, Cheng Tao, Yi Shen, and Ming Yang

### Animal and Veterinary Biotechnology

- 57 Comparison of immunogenicity between recombinant flagellins C and B of *Salmonella abortus equi*  
Hao Wang, Yuanyang Yi, Duishanbayi Gulimire, Qinggeng Fan, and Yan Su

## 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。



## 67 Genetic background of human lactoferrin transgenic goats

Shaozheng Song, Min Zhang, Dan Li, Chaojun Chen, Kangying Yu, Ting Zhang, Mingming Zhou, and Yong Cheng

## Industrial Biotechnology

## 77 Role of rate-limiting step of mevalonate pathway in improving lycopene production in *Escherichia coli*

Zhenxia Li, Qianqian Chen, Jinlei Tang, Qingyan Li, and Xueli Zhang

## 90 Reinforcement of *Rhodobacter sphaeroides* cofactor NADPH to increase the production of farnesol

Man Xu, Xianzhang Jiang, Jianzhong Huang, and Feng Qi

## Agricultural Biotechnology

## 100 Mechanism analysis of Anti-BmNPV resistant strain NC99R

Zhanqi Dong, Xuejiao Lei, Qi Qin, Xinling Zhang, Liang Tang, Meining Shi, and Minhui Pan

## Medicine and Immune Biological Technology

## 109 Establishment of RIG-I knockout 293T cell line and its effect on the replication of influenza B virus

Lu Tian, Pengtao Jiao, Lidan Hou, Yun Li, Zhengyu Song, Wenjun Liu, Wenhui Fan, and Lei Sun

## 122 Eukaryotic expression, protein purification and biological effects research of human CS1-Fc fusion protein

Ruzhang Chen, Xitong Wang, Yanchen Li, and Jimin Gao

## 133 Prokaryotic expression, protein purification and functional verification of human homotypic fusion and vacuole protein sorting complex subunit

Yu Chen, Renpeng Guo, Saifei Huang, Dan Song, and Rong Liu

## Biotechnological Breeding and Process Optimization

## 143 Optimization of base editing in *Corynebacterium glutamicum*

Junwei Li, Ye Liu, Yu Wang, Peng Yu, Ping Zheng, and Meng Wang

## 152 Breeding of *Hyphomicrobium denitrificans* for high production of pyrroloquinoline quinone by adaptive directed domestication

Chongrong Ke