



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
广告部 / 电话: 010-64807336
E-mail: gg@im.ac.cn
发行部 / 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/cjbcn>

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 / 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。



Shengwu Gongcheng Xuebao

第39卷第7期 (总第295期)

2023年7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, 2015-2018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, 2015-2017年和2018年分别获中国科协精品科技期刊学术质量提升项目和中文科技期刊精品建设计划“学术创新引领项目”资助, 2019-2023年获中国科技期刊卓越行动计划项目资助。

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

<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

© 2023 by the Institute of Microbiology, the Chinese Academy of Sciences and the Chinese Society for Microbiology



Shengwu Gongcheng Xuebao

Vol. 39 No. 7

25 July 2023

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 Vinitri, 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).



2561 导读

综述

- 2566 基于CRISPR/Cas9的精准基因编辑技术研究进展
薛珊, 王淑雅, 刘丽, 钟巧芳, 程在全, 肖素勤
- 2579 病毒诱导的基因沉默技术用于植物色素代谢机制的研究进展
潘多, 张嵩玥, 刘芳伊, 田清尹, 杨秀莲, 王良桂, 岳远征
- 2600 植物WRKY转录因子在应对盐胁迫中的作用研究进展
叶相相, 毕永江, 冉琼, 张晓辉, 王邦俊
- 2612 微生物在镉污染土壤修复中的应用及其作用机理
徐文婷, 陈国梁, 屈志慧, 梁碧心, 毛腾, 梁欢, 陈章, 李志贤

动物及兽医生物技术

- 2624 猪流行性腹泻mRNA疫苗的制备与免疫原性评价
杨利敏, 王俊虹, 徐明国, 王虎, 张晓娟, 刘文军, 陈创夫
- 2634 基于猪圆环病毒2型复制子的复制型表达载体的构建
蔡晓雪, 李俊, 李章勋, 杜红旭, 曹立亭, 马跃
- 2644 结核分枝杆菌Rv2626c诱导的细胞免疫应答特性
李果, 付红, 高云飞, 冯有为, 李靖, 陈超, 钟丹, 陈祥, 殷月兰, 焦新安
- 2656 生长抑素受体2的小鼠时空组织表达谱
唐明川, 刘川, 李荣宇, 林慧桑, 彭艳丽, 郎依铭, 粟柯糙, 谢中良, 李明月, 杨晓, 杨冠, 范新炯, 滕艳
- 2669 血管紧张素转换酶2通过抑制IL-6/JAK2/STAT3信号通路抵抗传染性支气管炎病毒诱导细胞炎症反应
纪晓霞, 王换换, 马畅, 李志强, 杜欣雨, 张源淑
- 2684 鸡*zp1*基因对成骨细胞矿化的影响
岳巧娴, 黄晨轩, 张寅梁, 陈辉, 周荣艳
- 2695 山羊*RPL29*基因克隆和序列分析及其对肌内脂肪细胞脂质生成的影响
龚成思, 林亚秋, 胡婷婷, 王永, 李艳艳, 王友利

环境生物技术

- 2706 构建全细胞生物传感器测定农田土壤中有机磷农药甲基对硫磷含量
马钊, 李猛
- 2719 生物电化学耦合厌氧氨氧化强化脱氮及其微生物群落特征
谢莱, 杨敏, 杨恩喆, 刘志华, 耿欣, 陈宏

农业生物技术

- 2730 棉铃虫*c-Myc*基因的原核表达纯化、抗体制备、时空表达谱测定与功能分析
索倩, 孙晓燕, 张莹, 王育婧, 刘凯于, 杨红, 洪华珠, 彭建新, 彭蓉
- 2743 高粱高亲和硝酸盐转运蛋白*NRT2/3*基因家族鉴定、表达与DNA变异分析
赵珊珊, 郭志强, 朱立勋, 范佳利, 杨博慧, 柴文婷, 孙慧琼, 冯凡, 梁月秀, 邹春雷, 姜晓东, 赵威军, 吕晋慧, 张春来
- 2762 大豆*GmGols2-2*提高转基因烟草耐旱性
于海伟, 邱爽, 张军, 李珊珊, 孙天国, 马天意, 赵艳, 赵旭, 翟莹
- 2772 甘薯蔗糖转运蛋白的功能分析
刘怡然, 吴正丹, 吴维泰, 杨朝彬, 陈才睿, 张凯
- 2794 杠柳橡胶合成关键基因*CPT*、*SRPP*和*REF*启动子克隆与表达特性分析
崔帅, 陈任, 曲乐庆

- 2806 定点突变提高虎杖聚酮合酶的苯亚甲基丙酮合酶活性
贺志敏, 马文瑞, 于丽平, 吕鹤书, 杨明峰
- 2818 桃儿七苯丙氨酸解氨酶的基因克隆及其酶活分析
胡迪, 罗晓伟, 王宇贤, 龚明, 邹竹荣
- 2839 基于SSR分子标记的地被菊遗传多样性分析和指纹图谱构建
李子航, 何立飞, 王秀军, 郭林繁, 罗春燕, 李庆卫
- 2861 蓖麻*RcACA*基因家族鉴定及非生物胁迫下表达模式分析
李艳肖, 张春兰, 耿柳婷, 陈艳秋, 张丽, 向殿军, 刘鹏
- 2874 香蕉*GLR*基因家族全基因组鉴定及其响应低温与脱落酸/茉莉酸甲酯的表达分析
罗彬彬, 张慧, 李丹, 吴秋桢, 葛婉君, 朱田圆, 陈裕坤, 黄玉吉, 林玉玲, 赖钟雄
- 2897 云南柊[木衣] *MADS*-box基因家族鉴定与表达分析
王溪唯, 陈璨, 王大玮
- 2914 蔓赤车叶绿体基因组结构及系统进化分析
颜丽, 杨雪莲, 吴永飞, 王霞, 胡小京
- 2926 红边龙血树叶绿体基因组特征及其系统发育分析
王子豪, 郭佳乐, 范琪, 田泽园, 王雪晴, 郑维, 黄罗冬
- 2939 新型水果空心泡叶绿体基因组特征及其系统发育分析
吴永飞, 杨雪莲, 王霞, 颜丽, 张万萍
- 2954 藏波罗花叶绿体基因组分析
张亚颖, 焦晓尧, 焦文睿, 乔天乐, 苏志扬, 益西卓玛, 封烁
- 2965 银色裂腹鱼线粒体基因组序列特征与系统进化分析
刘玉萍, 胡建勇, 宁子君, 肖佩怡, 杨天燕

生物技术与方法

- 2986 代谢组学-转录组学联合分析不同品种柿叶矿物质含量差异
余贤美, 王洁, 高瑞, 龚榜初, 艾呈祥
- 3003 基于CRISPR/Cas9系统和增强ssODN重组建立tau-V337M小鼠模型
陈丽娇, 邓莉, 孙文杰, 刘杰, 张婷, 李善刚

生物育种与工艺优化

- 3015 基于转录组测序的宁夏枸杞不同品种果实活性成分合成差异表达基因分析
刘雪霞, 范文强, 焦慧慧, 高寒, 唐建宁, 朱金忠, 岳思君, 郑蕊

高校生物学教学

- 3037 基于BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式探索
袁建琴, 唐中伟, 史宗勇, 李毛, 唐锐敏

观点

- 3049 基因编辑领域专家访谈: 刘耀光院士——记首个基因编辑安全证书获批
- 3051 基因编辑领域专家访谈: 赖良学研究员——记首个基因编辑安全证书获批
- 3053 基因编辑领域专家访谈: 陈其军教授——记首个基因编辑安全证书获批
- 3055 基因编辑领域专家访谈: 谷峰教授——记首个基因编辑安全证书获批
- 3057 基因编辑领域专家访谈: 季维智院士——记首个基因编辑安全证书获批

2561 Briefing and introduction**Reviews****2566** Precision gene editing technologies based on CRISPR/Cas9: a review

XUE Shan, WANG Shuya, LIU Li, ZHONG Qiaofang, CHENG Zaiquan, XIAO Suqin

2579 Application of virus-induced gene silencing technology to investigate the phytochrome metabolism mechanism: a review

PAN Duo, ZHANG Songyue, LIU Fangyi, TIAN Qingyin, YANG Xiulian, WANG Lianggui, YUE Yuanzheng

2600 The role of plant WRKY transcription factors against salt stress: a review

YE Xiangxiang, BI Yongjiang, RAN Qiong, ZHANG Xiaohui, WANG Bangjun

2612 Microbial remediation of cadmium-contaminated soils and its mechanisms: a review

XU Wenting, CHEN Guoliang, QU Zhihui, LIANG Bixin, MAO Teng, LIANG Huan, CHEN Zhang, LI Zhixian

Animal and Veterinary Biotechnology**2624** Preparation and immunogenicity evaluation of mRNA vaccine against porcine epidemic diarrhea

YANG Limin, WANG Junhong, XU Mingguo, WANG Hu, ZHANG Xiaojuan, LIU Wenjun, CHEN Chuangfu

2634 Construction of a replicative expression vector based on the porcine circovirus 2 replicon

CAI Xiaoxue, LI Jun, LI Zhangxun, DU Hongxu, CAO Liting, MA Yue

2644 Characterization of the cellular immune response induced by *Mycobacterium tuberculosis* Rv2626c

LI Guo, FU Hong, GAO Yunfei, FENG Youwei, LI Jing, CHEN Chao, ZHONG Dan, CHEN Xiang, YIN Yuelan, JIAO Xin'an

2656 Spatial and temporal expression pattern of somatostatin receptor 2 in mouse

TANG Mingchuan, LIU Chuan, LI Rongyu, LIN Huisang, PENG Yanli, LANG Yiming, SU Kecao, XIE Zhongliang, LI Mingyue, YANG Xiao, YANG Guan, FAN Xinjiong, TENG Yan

2669 Angiotensin converting enzyme 2 alleviates infectious bronchitis virus-induced cellular inflammation by suppressing IL-6/JAK2/STAT3 signaling pathway

JI Xiaoxia, WANG Huanhuan, MA Chang, LI Zhiqiang, DU Xinyu, ZHANG Yuanshu

2684 Effect of the chicken *zp1* gene on osteoblast mineralization

YUE Qiaoxian, HUANG Chenxuan, ZHANG Yinliang, CHEN Hui, ZHOU Rongyan

2695 Gene cloning and sequence analysis of the *RPL29* gene and its effect on lipogenesis in goat intramuscular adipocytes

GONG Chengsi, LIN Yaqui, HU Tingting, WANG Yong, LI Yanyan, WANG Youli

Environmental Biotechnology**2706** Development of a whole-cell biosensor for detecting organophosphorus pesticide methyl parathion in the farmland soil

MA Zhao, LI Meng

2719 Enhanced nitrogen removal by bioelectrochemical coupling anammox and characteristics of microbial communities

XIE Lai, YANG Min, YANG Enzhe, LIU Zhihua, GENG Xin, CHEN Hong

Agricultural Biotechnology**2730** Prokaryotic expression, polyclonal antibody preparation, spatio-temporal expression profile and functional analysis of *c-Myc* of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)

SUO Qian, SUN Xiaoyan, ZHANG Ying, WANG Yujing, LIU Kaiyu, YANG Hong, HONG Huazhu, PENG Jianxin, PENG Rong

2743 Identification, expression and DNA variation analysis of high affinity nitrate transporter *NRT2/3* gene family in *Sorghum bicolor*

ZHAO Shanshan, GUO Zhiqiang, ZHU Lixun, FAN Jiali, YANG Bohui, CHAI Wenting, SUN Huiqiong, FENG Fan, LIANG Yuexiu, ZOU Chunlei, JIANG Xiaodong, ZHAO Weijun, LÜ Jinhui, ZHANG Chunlai

2762 Soybean *GmGols2-2* improves drought resistance of transgenic tobacco

YU Haiwei, QIU Shuang, ZHANG Jun, LI Shanshan, SUN Tianguo, MA Tianyi, ZHAO Yan, ZHAO Xu, ZHAI Ying

- 2772** Functional analysis on sucrose transporters in sweet potato
LIU Yiran, WU Zhengdan, WU Weitai, YANG Chaobin, CHEN Cairui, ZHANG Kai
- 2794** Cloning and characterization of the promoters of the key genes *CPT*, *SRPP* and *REF* involved in *Periploca sepium* rubber biosynthesis
CUI Shuai, CHEN Ren, QU Leqing
- 2806** Site-directed mutagenesis enhances the activity of benzylidene acetone synthase of polyketide synthase from *Polygonum cuspidatum*
HE Zhimin, MA Wenrui, YU Liping, LÜ Heshu, YANG Mingfeng
- 2818** Gene cloning and enzymatic activity analysis of phenylalanine ammonia-lyase from *Sinopodophyllum hexandrum* (Royle) Ying
HU Di, LUO Xiaowei, WANG Yuxian, GONG Ming, ZOU Zhurong
- 2839** Genetic diversity analysis and fingerprints of *Chrysanthemum morifolium* based on SSR molecular markers
LI Zihang, HE Lifei, WANG Xiujun, GUO Linfan, LUO Chunyan, LI Qingwei
- 2861** Identification and expression pattern analysis of *RcACA* gene family in castor under abiotic stresses
LI Yanxiao, ZHANG Chunlan, GENG Liuting, CHEN Yanqiu, ZHANG Li, XIANG Dianjun, LIU Peng
- 2874** Genome-wide identification of the banana *GLR* gene family and its expression analysis in response to low temperature and abscisic acid/methyl jasmonate
LUO Binbin, ZHANG Hui, LI Dan, WU Qiuzhen, GE Wanjun, ZHU Tianyuan, CHEN Yukun, HUANG Yuji, LIN Yuling, LAI Zhongxiong
- 2897** Identification and expression analysis of *MADS*-box gene family in *Docynia delavayi* (Franch.) Schneid.
WANG Xiwei, CHEN Can, WANG Dawei
- 2914** Chloroplast genomic characterization and phylogenetic analysis of *Pellionia scabra*
YAN Li, YANG Xuelian, WU Yongfei, WANG Xia, HU Xiaojing
- 2926** Characteristics of the chloroplast genome of *Dracaena marginata* and phylogenetic analysis
WANG Zihao, GUO Jiale, FAN Qi, TIAN Zeyuan, WANG Xueqing, ZHENG Wei, HUANG Luodong
- 2939** Characteristics and phylogenetic analysis of chloroplast genome of a new type of fruit *Rubus rosaefolius*
WU Yongfei, YANG Xuelian, WANG Xia, YAN Li, ZHANG Wanping
- 2954** Analysis of the chloroplast genome of *Incarvillea younghusbandii* Sprague
ZHANG Yaying, JIAO Wanyao, JIAO Wenrui, QIAO Tianle, SU Zhiyang, Yixizhuoma, FENG Shuo
- 2965** Mitochondrial genome sequence characteristics and phylogenetic analysis of *Schizothorax argentatus*
LIU Yuping, HU Jianyong, NING Zijun, XIAO Peiyi, YANG Tianyan

Methods in Biotechnology

- 2986** Integrated metabolomic-transcriptomic analysis of mineral contents from persimmon leaves of different varieties
YU Xianmei, WANG Jie, GAO Rui, GONG Bangchu, AI Chengxiang
- 3003** Development of a tau-V337M mouse model using CRISPR/Cas9 system and enhanced ssODN-mediated recombination
CHEN Lijiao, DENG Li, SUN Wenjie, LIU Jie, ZHANG Ting, LI Shangang

Biotechnological Breeding and Process Optimization

- 3015** Comparative analysis of differentially expressed genes for biosynthesis of active ingredients in fruits of different cultivars of *Lycium barbarum* L. based on transcriptome sequencing
LIU Xuexia, FAN Wenqiang, JIAO Huihui, GAO Han, TANG Jianning, ZHU Jinzhong, YUE Sijun, ZHENG Rui

Education

- 3037** Exploration of an online and offline mixed teaching mode for “Protein Engineering” based on BOPPPS+flipped classroom
YUAN Jianqin, TANG Zhongwei, SHI Zongyong, LI Mao, TANG Ruimin