

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

地址 / 北京东黄城根北街16号

电话 / 010-64034563

E-mail: [journal@mail.sciencep.com](mailto:journal@mail.sciencep.com)

印刷 / 北京科信印刷有限公司

国内总发行 / 中国邮政集团公司北京市报刊发行局

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

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

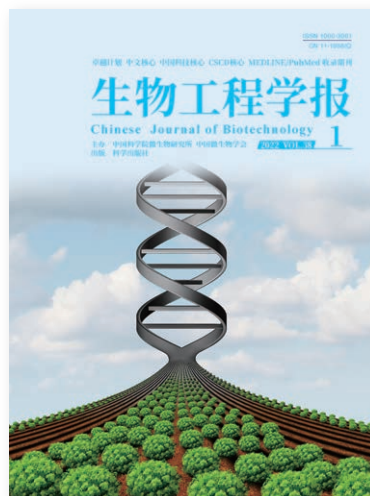
CN 11-1998/Q

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。

## 目次



Shengwu Gongcheng Xuebao

第38卷第1期(总第277期)

2022年1月25日

### 1 主编导读

#### 综述

- 5 纳米孔测序技术在环境微生物研究中的应用  
李中泓, 杜彩丽, 林彦锋, 张列宇, 李晓光, 黎佳茜, 陈素华
- 14 微生物除Mn(II)机制及影响因素研究进展  
铁文周, 农小芳, 赵伊, 梁康, 黄雪娇
- 26 植物基因组编辑新工具——引导编辑技术  
杜秋丽, 王超, 刘关稳, 张丹丹, 张树军, 邱金龙
- 34 油菜素内酯调控作物农艺性状和非生物胁迫响应的研究进展  
王黎明, 杨瑞珍, 孙加强
- 50 植物盐胁迫应答转录因子的研究进展  
潘凌云, 马家冀, 李建民, 尹兵兵, 付畅
- 66 兰科植物microRNA的研究进展  
徐子涵, 陈跃, 胡凤荣
- 77 植物种子老化的生理学研究进展  
韩沛霖, 李月明, 刘梓毫, 周万里, 杨帆, 王竞红, 阎秀峰, 蔺吉祥
- 89 SnRK2在植物响应逆境胁迫和生长发育中的作用  
刘子茜, 朱雅欣, 伍国强, 魏明
- 104 褐藻寡糖的制备方法及其生物活性研究进展  
阿拉腾珠拉, 胡永飞
- 119 脂肪含量和肥胖相关蛋白介导的mRNA m<sup>6</sup>A修饰对动物脂肪沉积的作用及其应用前景  
田婷婷, 伊旭东, 庞卫军

#### 动物及兽医生物技术

- 130 牛病毒性腹泻病毒1型病毒样颗粒的制备及其对豚鼠的免疫原性分析  
高闪电, 张忠辉, 田占成, 王锦明, 独军政, 关贵全, 殷宏

## 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，系北大中文核心、中国科技核心、CSCD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、农业和医药等诸多领域。刊载的文章90%以上为基金资助论文。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)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，2015-2018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年获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，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。

- 139 一组绵羊OLA I 蛋白与绵羊痘病毒多肽的复性组装  
王战红, 赵志荀, 吴国华, 邓阳, 朱国强, 赵芳燕, 卢曾军, 张强
- 148 乳房链球菌GapC蛋白的表达及其B细胞抗原表位的预测与鉴定  
王汉青, 张雪静, 张欢, 陈晓萌, 张宝江, 苏艳
- 160 一株针对H7N9亚型禽流感病毒血凝素蛋白茎部的单克隆抗体的表征  
赵江艳, 朱颜笑, 胡娇, 胡增垒, 刘秀梵
- 174 抗菌肽RIKL的分子设计及生物学活性分析  
方禹鑫, 李玲, 付文华, 董娜, 单安山
- 185 猪源ST11型艰难梭菌TcdB毒素受体结合域双抗体夹心ELISA的建立  
梁伟, 全柯吉, 赵勤, 武耀民, 穆瑜, 曹三杰
- 196 利用PiggyBac转座子系统构建表达 $\Delta 15$  Des酶活性的转基因小鼠  
王颖, 杨仕赛, 赵瑄, 李亚, 吕露露, 朱贵明

## 环境生物技术

- 207 特异腐质霉角质酶-锚定肽融合蛋白的特性及在处理再生纸胶黏物中的应用  
李光耀, 刘展志, 张颖, 吴敬
- 217 碳水化合物结合模块-嗜热子囊菌角质酶融合蛋白在PET降解中的应用  
张颖, 刘展志, 李光耀, 付雪妮, 张钰成, 王志远, 田亚平, 吴敬
- 226 未培养厌氧甲烷氧化古菌来源细胞色素c的异源表达优化  
崔玲炜, 范晓军, 郑艳宁
- 238 紫鸭跖草热激转录因子基因家族鉴定及在Cu<sup>2+</sup>胁迫下表达模式分析  
彭国颖, 卢山, 杨坤, 万玮, 黄长干

## 农业生物技术

- 252 水稻资源芽期和苗期耐盐碱性综合评价及耐盐基因分析  
孙平勇, 张武汉, 舒服, 何强, 张莉, 阳祝红, 彭志荣, 谢芸, 邓华凤
- 264 桃漆酶基因家族鉴定及其与冷害褐变的关系  
王康, 杨民杰, 吴思宜, 刘庆丽, 曹士锋, 陈伟, 施丽娟
- 275 穗醋栗MYB10基因克隆结构分析及功能验证  
冯秋影, 刘学, 杨琳琳, 付泽元, 徐启江
- 287 丛枝菌根真菌通过改变植物基因表达水平和微生物群落结构促进红叶石楠对镉的吸收  
刘琛, 林义成, 郭彬, 李凝玉, 李华, 傅庆林
- 303 萎凋处理对乌龙茶风味品质形成的转录组分析  
朱晨, 张舒婷, 周承哲, 石碧滢, 黄琳洁, 林玉玲, 赖钟雄, 郭玉琼
- 328 长爪柊[木衣]叶绿体基因组特征系统发育及密码子偏好性分析  
李连星, 彭劲谕, 王大玮, 段安安
- 343 萝卜TALE转录因子家族的鉴定与分析  
赵伟, 李锡香, 王海平, 贾会霞, 宋江萍, 阳文龙, 张晓辉
- 359 茶树CsCCD基因家族全基因组鉴定及乌龙茶LED补光条件下表达分析  
倪子鑫, 武清扬, 杨云, 邓慧莉, 周子维, 赖钟雄, 孙云
- 374 云锦杜鹃苯丙氨酸解氨酶基因的克隆及功能分析  
吕思佳, 吴月燕, 贾永红, 何凡, 蒋宝鑫, 杨国霞, 谢晓鸿
- 386 核盘菌角质酶的克隆、表达及活性分析  
吕蕊花, 史琳娜, 张喜荣, 冯昭

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** / ZHANG Xian-En

**Director** / CHEN Hongyu

**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

© 2022 by the Institute of Microbiology, the Chinese  
Academy of Sciences and the Chinese Society  
for Microbiology

# CONTENTS



Shengwu Gongcheng Xuebao

Vol. 38 No. 1  
25 January 2022

## 1 Briefing and introduction by Editor-in-Chief

### Reviews

- 5 Application of nanopore sequencing in environmental microbiology research  
LI Zhonghong, DU Caili, LIN Yanfeng, ZHANG Lieyu, LI Xiaoguang, LI Jiayi, CHEN Sihua
- 14 The mechanism of microbial removal of Mn(II) and its influencing factors: a review  
TIE Wenzhou, NONG Xiaofang, ZHAO Yi, LIANG Kang, HUANG Xuejiao
- 26 Plant prime editing technique: a new genome editing tool for plants  
DU Qiuli, WANG Chao, LIU Guanwen, ZHANG Dandan, ZHANG Shujun, QIU Jinlong
- 34 Regulation of crop agronomic traits and abiotic stress responses by brassinosteroids: a review  
WANG Liming, YANG Ruizhen, SUN Jiaqiang
- 50 Advances of salt stress-responsive transcription factors in plants  
PAN Lingyun, MA Jiayi, LI Jianmin, YIN Bingbing, FU Chang
- 66 Advances in the research of microRNA in Orchidaceae  
XU Zihan, CHEN Yue, HU Fengrong
- 77 The physiology of plant seed aging: a review  
HAN Peilin, LI Yueming, LIU Zihao, ZHOU Wanli, YANG Fan, WANG Jinghong, YAN Xiufeng, LIN Jixiang
- 89 The role of SnRK2 in the response to stress, the growth and development of plants  
LIU Zixi, ZHU Yaxin, WU Guoqiang, WEI Ming
- 104 Advances in the preparation of alginate oligosaccharides and its biological functions  
A La Teng Zhu La, HU Yongfei
- 119 The effect of fat mass and obesity associated proteins mediated mRNA m<sup>6</sup>A modification on animal fat deposition and its application prospects  
TIAN Tingting, YI Xudong, PANG Weijun

### Animal and Veterinary Biotechnology

- 130 Preparation of bovine viral diarrhea disease virus 1 virus-like particles and evaluation of its immunogenicity in a guinea pig model  
GAO Shandian, ZHANG Zhonghui, TIAN Zhancheng, WANG Jinming, DU Junzheng, GUAN Guiquan, YIN Hong

## 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, 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。



- 139 Expression and refolding of OLA I protein with peptides derived from sheeppox virus  
WANG Zhanhong, ZHAO Zhixun, WU Guohua, DENG Yang, ZHU Guoqiang, ZHAO Fangyan, LU Zengjun, ZHANG Qiang
- 148 Prokaryotic expression of the GapC protein of *Streptococcus uberis* and prediction, identification of its B-cell epitopes  
WANG Hanqing, ZHANG Xuejing, ZHANG Huan, CHEN Xiaomeng, ZHANG Baojiang, SU Yan
- 160 Characterization of a monoclonal antibody against the hemagglutinin stem of H7N9 subtype avian influenza virus  
ZHAO Jiangyan, ZHU Yanxiao, HU Jiao, HU Zenglei, LIU Xiufan
- 174 Molecular design and biological activity analysis of antimicrobial peptide RIKL  
FANG Yuxin, LI Ling, FU Wenhua, DONG Na, SHAN Anshan
- 185 Development of a double-antibody sandwich ELISA targeting the receptor binding domain of TcdB toxin of ST11 type *Clostridium difficile* of porcine origin  
LIANG Wei, QUAN Keji, ZHAO Qin, WU Yaomin, MU Yu, CAO Sanjie
- 196 Construction of transgenic mice with  $\Delta 15$  Des enzyme activity by using a PiggyBac transposon  
WANG Ying, YANG Shisai, ZHAO Xuan, LI Ya, LÜ Lulu, ZHU Guiming

## Environmental Biotechnology

- 207 Characterization of *Humicola insolens* cutinase-tachyastatin A2 fusion protein and its application in treatment of recycled paper stickies  
LI Guangyao, LIU Zhanzhi, ZHANG Ying, WU Jing
- 217 The application of carbohydrate binding module-*Thermobifida fusca* cutinase fusion protein in polyethylene terephthalate degradation  
ZHANG Ying, LIU Zhanzhi, LI Guangyao, FU Xueni, ZHANG Yucheng, WANG Zhiyuan, TIAN Yaping, WU Jing
- 226 Enhanced heterologous expression of the cytochrome c from uncultured anaerobic methanotrophic archaea  
CUI Lingwei, FAN Xiaojun, ZHENG Yanning
- 238 Identification of heat stress transcription factors gene family in *Setcreasea purpurea* and analysis of its expression pattern under  $\text{Cu}^{2+}$  stress  
PENG Guoying, LU Shan, YANG Kun, WAN Wei, HUANG Changgan

## Agricultural Biotechnology

- 252 Comprehensive evaluation of salt-alkali tolerance of rice germplasms at germination and seedling stages and analysis of salt-tolerant genes  
SUN Pingyong, ZHANG Wuhan, SHU Fu, HE Qiang, ZHANG Li, YANG Zhuhong, PENG Zhirong, XIE Yun, DENG Huafeng
- 264 Identification of laccase gene family members in peach and its relationship with chilling induced browning  
WANG Kang, YANG Minjie, WU Siyi, LIU Qingli, CAO Shifeng, CHEN Wei, SHI Liyu
- 275 Cloning, structure analysis and functional verification of *MYB10* in *Ribes* L.  
FENG Qiuying, LIU Xue, YANG Linlin, FU Zeyuan, XU Qijiang
- 287 Arbuscular mycorrhizal fungi enhanced cadmium uptake in *Photinia fraxe* through altering root transcriptomes and root-associated microbial communities  
LIU Chen, LIN Yicheng, GUO Bin, LI Ningyu, LI Hua, FU Qinglin
- 303 Transcriptome analysis reveals the role of withering treatment in flavor formation of oolong tea (*Camellia sinensis*)  
ZHU Chen, ZHANG Shuting, ZHOU Chengzhe, SHI Biying, HUANG Linjie, LIN Yuling, LAI Zhongxiong, GUO Yuqiong
- 328 Chloroplast genome phylogeny and codon preference of *Docynia longiunguis*  
LI Lianxing, PENG Jinyu, WANG Dawei, DUAN An'an
- 343 Identification and analysis of the TALE transcription factor family in radish  
ZHAO Wei, LI Xixiang, WANG Haiping, JIA Huixia, SONG Jiangping, YANG Wenlong, ZHANG Xiaohui
- 359 Genome-wide identification of *CsCCD* gene family in tea plant (*Camellia sinensis*) and expression analysis of the oolong tea processing with supplementary LED light  
NI Zixin, WU Qingyang, YANG Yun, DENG Huili, ZHOU Ziwei, LAI Zhongxiong, SUN Yun
- 374 Cloning and functional analysis of the phenylalaninammonialyase gene from *Rhododendron fortunei*  
LÜ Sijia, WU Yueyan, JIA Yonghong, HE Fan, JIANG Baoxin, YANG Guoxia, XIE Xiaohong
- 386 Cloning, expression and activity analysis of cutinase from *Sclerotinia sclerotiorum*  
LÜ Ruihua, SHI Linna, ZHANG Xirong, FENG Zhao