

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

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37卷第12期(卷终)(总第276期)

2021年12月25日

### 4141 主编导读

#### 综述

- 4147 甲基-辅酶M还原酶结构、功能及催化机制研究进展  
赖贞丽, 黄钢锋, 白丽萍
- 4158 喷司他丁的合成及其生物合成机制研究进展  
宋泽祺, 刘虎虎, 段希宇, 杨辉, 王翀, 卢向阳, 田云
- 4169 固定化糖苷酶在糖苷类化合物合成中的应用  
戴家威, 陈翰驰, 金晓, 毛晓灿, 朱林江, 陆跃乐, 陈小龙
- 4187 酶祖先序列重建与定向进化  
张银, 戴翊飞, 孙金娣, 陆佳晨, 陈可泉
- 4201 蛋白激酶CK2的结构及其生理功能研究进展  
宛晨晨, 陈元利, 樊婷婷
- 4215 苏氨酸缩合酶的催化机理、分子改造及合成应用  
陈启佳, 陈曦, 郝建雄, 朱敦明

#### 工业生物技术

- 4231 基于多酶级联协调表达策略高效催化合成(S)-2-羟基丁酸  
田灵芝, 周俊平, 杨套伟, 张显, 邵明龙, 徐美娟, 饶志明
- 4243 代谢工程改造大肠杆菌合成羟基酪醇  
刘春筱, 夏媛媛, 齐丽娜, 杨海泉, 陈磊, 沈微, 陈献忠
- 4254 亮氨酸脱氢酶C端Loop区域的理性设计及多酶级联高效合成L-2-氨基丁酸  
陈佳杰, 徐美娟, 杨套伟, 张显, 邵明龙, 李华钟, 饶志明
- 4266 异源表达多巴脱羧酶促进大肠杆菌从头合成多巴胺  
宋富强, 陈五九, 吴凤礼, 王晓霜, 路福平, 王钦宏
- 4277 亲和标签调节的(S)-羧基还原酶2催化2-羟基苯乙酮的酶学性质  
李尧慧, 张荣珍, 徐岩

## 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“第三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。

- 4293 过表达tRNA基因*tL(CAA)K*提高酿酒酵母乙酸耐受性  
赵姝一, 袁冰, 王雪晴, 陈洪奇, 赵心清, 白凤武
- 4303 D-阿洛酮糖3-差向异构酶重组枯草芽孢杆菌构建及固定化应用  
魏玉霞, 张显, 胡孟凯, 邵宇, 潘珊, 藤田盛久, 饶志明
- 4314 代谢改造重组谷氨酸棒杆菌C4途径高效合成5-氨基乙酰丙酸  
王丽君, 闫思翰, 杨套伟, 徐美娟, 张显, 邵明龙, 李华钟, 饶志明

## 农业生物技术

- 4329 异源表达蒙古沙冬青*AmDREB1F*基因提高转基因拟南芥的耐逆性  
唐宽刚, 董博, 温小俊, 殷玉梅, 薛敏, 苏子先, 王茅雁
- 4342 家蚕CRISPR/Cpf1基因编辑系统建立  
董战旗, 秦琪, 张新铃, 李柯洁, 陈鹏, 潘敏慧
- 4351 魔芋*AaHSFB1*基因及其启动子的克隆与功能分析  
王映红, 张蓓, 张楠, 岳振宇, 王志敏, 张盛林, 牛义

## 食品生物技术

- 4363 发酵乳杆菌来源4,6- $\alpha$ -葡萄糖基转移酶的酶学表征及产物性质鉴定  
盛露菲, 杨卫康, 吴敬, 陈晟
- 4373 *RIM21*基因缺失对拉格啤酒酵母絮凝性能的影响  
周雪飞, 索婧怡, 侯丹, 刘春风, 钮成拓, 郑飞云, 李崎, 王金晶
- 4382 融合表达过氧化氢酶提高多铜氧化酶稳定性及降解生物胺能力  
倪秀梅, 方芳
- 4395 黑芝麻多酚氧化酶的重组表达及其酶学特性  
叶彩燕, 刘光, 杜念, 张瑞芬, 刘磊, 贾栩超, 张名位

## 生物技术与方法

- 4406 | 型前胶原氨基端肽化学发光免疫分析检测方法的建立及评价  
任和, 韩霜, 陈祥, 李帅鹏, 白仲虎
- 4415 基于柔性区域的计算设计改造玉米赤霉烯酮水解酶热稳定性  
陈权, 吕成, 许菲

## 高校生物学教学

- 4430 微信小程序辅助的过程考核评价体系在生物工程专业“无机化学实验”课程中的应用与实践  
许静, 蔡斌, 黄昀昉, 孙伟海
- 4439 对微生物工程类虚拟仿真实验建设与共享应用的思考  
汤海峰, 李臣亮, 周毓麟, 刘艳
- 4446 思维导图模型在分子生物学教学环节中的应用  
王珏, 胡丽丽, 吴娜, 李桂兰
- 4455 工程教育专业认证背景下生物工程项目实践创新课程建设的逻辑与实践  
吴凌天, 吴金男, 朱益波, 徐得磊, 赵美琳, 姚璐晔, 冀宏
- 4465 “生命科学导论”课程思政教学改革  
陈畅, 张思
- 4475 “新工科”背景下环境生物技术双语教学的改革策略与实践反思  
梁婵娟
- 4482 “蛋白质与酶工程”教学的课程思政探索与实践  
许波, 吴倩, 韩楠玉, 唐湘华, 黄遵锡

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

<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

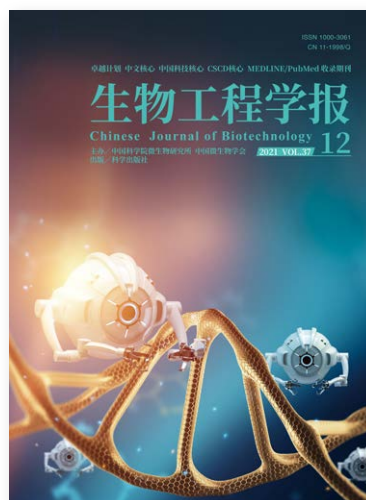
**Printed by** / Beijing Kexin Printing Co., LTD

**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. 12 (The End)  
25 December 2021

4144 Briefing and introduction by Editor-in-Chief

## Reviews

- 4147** Advances of structure, function, and catalytic mechanism of methyl-coenzyme M reductase  
Zhenli Lai, Gangfeng Huang, and Liping Bai
- 4158** Advances in the biosynthesis of pentostatin  
Zeqi Song, Huhu Liu, Xiyu Duan, Hui Yang, Chong Wang, Xiangyang Lu, and Yun Tian
- 4169** Application of immobilized glycosidase in the synthesis of glycoside compounds  
Jiawei Dai, Hanchi Chen, Xiao Jin, Xiaocan Mao<sup>1</sup>, Linjiang Zhu, Yuele Lu, and Xiaolong Chen
- 4187** Enzyme ancestral sequence reconstruction and directed evolution  
Kun Zhang, Yifei Dai, Jindi Sun, Jiachen Lu, and Kequan Chen
- 4201** Advances in the structure and physiological function of protein kinase CK2  
Chenchen Wan, Yuanli Chen, and Tingting Fan
- 4215** Catalytic mechanism, molecular engineering and applications of threonine aldolases  
Qijia Chen, Xi Chen, Jianxiang Hao, and Dunming Zhu

## Industrial Biotechnology

- 4231** Efficient cascade biosynthesis of (S)-2-hydroxybutyric acid  
Lingzhi Tian, Junping Zhou, Taowei Yang, Xian Zhang, Minglong Shao, Meijuan Xu, and Zhiming Rao
- 4243** Metabolic engineering of *Escherichia coli* for production of hydroxytyrosol  
Chunxiao Liu, Yuanyuan Xia, Lina Qi, Haiquan Yang, Lei Chen, Wei Shen, and Xianzhong Chen
- 4254** Rational design of the C-terminal Loop region of leucine dehydrogenase and cascade biosynthesis L-2-aminobutyric acid  
Jiajie Chen, Meijuan Xu, Taowei Yang, Xian Zhang, Minglong Shao, Huazhong Li, and Zhiming Rao
- 4266** Heterogeneous expression of DOPA decarboxylase to improve the production of dopamine in *Escherichia coli*  
Fuqiang Song, Wujiu Chen, Fengli Wu, Xiaoshuang Wang, Fuping Lu, and Qinzhong Wang

## 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。



- 4277 Characterization of the affinity-tags-regulated (*S*)-carbonyl reductase 2 towards 2-hydroxyacetophenone reduction  
Yaohui Li, Rongzhen Zhang, and Yan Xu
- 4293 Overexpression of a leucine transfer RNA gene *tL(CAA)K* improves the acetic acid tolerance of *Saccharomyces cerevisiae*  
Shuyi Zhao, Bing Yuan, Xueqing Wang, Hongqi Chen, Xinqing Zhao, and Fengwu Bai
- 4303 Construction and immobilization of recombinant *Bacillus subtilis* with D-allulose 3-epimerase  
Yuxia Wei, Xian Zhang, Mengkai Hu, Yu Shao, Shan Pan, Morihisa Fujita, and Zhiming Rao
- 4314 Engineering the C4 pathway of *Corynebacterium glutamicum* for efficient production of 5-aminolevulinic acid  
Lijun Wang, Sihan Yan, Taowei Yang, Meijuan Xu, Xian Zhang, Minglong Shao, Huazhong Li, and Zhiming Rao

## Agricultural Biotechnology

- 4329 Ectopic expression of the *AmDREB1F* gene from *Ammopiptanthus mongolicus* enhances stress tolerance of transgenic *Arabidopsis*  
Kuangle Tang, Bo Dong, Xiaojun Wen, Yumei Yin, Min Xue, Zixian Su, and Maoyan Wang
- 4342 Development of a CRISPR/Cpf1 gene editing system in silkworm *Bombyx mori*  
Zhanqi Dong, Qi Qin, Xinling Zhang, Kejie Li, Peng Chen, and Minhui Pan
- 4351 Cloning and functional analysis of *AaHSFB1* and its promoter in *Amorphophallus*  
Yinghong Wang, Bei Zhang, Nan Zhang, Zhenyu Yue, Zhimin Wang, Shenglin Zhang, and Yi Niu

## Food Biotechnology

- 4363 Characterization and identification of *Lactobacillus fermentum* 4,6- $\alpha$ -glucosyltransferase and its products  
Lufei Sheng, Weikang Yang, Jing Wu, and Sheng Chen
- 4373 Effect of *RIM21* gene disruption on flocculation of lager yeast  
Xuefei Zhou, Jingyi Suo, Dan Hou, Chunfeng Liu, Chengtuo Niu, Feiyun Zheng, Qi Li, and Jinjing Wang
- 4382 Fusion expression with catalase improves the stability of multicopper oxidase and its efficiency in degrading biogenic amines  
Xiumei Ni, and Fang Fang
- 4395 Recombinant expression of black sesame polyphenol oxidase and its enzymatic properties  
Caiyan Ye, Guang Liu, Nian Du, Ruifen Zhang, Lei Liu, Xuchao Jia, and Mingwei Zhang

## Methods in Biotechnology

- 4406 Development and evaluation of a chemiluminescence immunoassay for type I procollagen N-terminal peptide  
He Ren, Shuang Han, Xiang Chen, Shuaipeng Li, and Zhonghu Bai
- 4415 Computation-aided design of the flexible region of zearalenone hydrolase improves its thermal stability  
Quan Chen, Cheng Lü, and Fei Xu

## Education

- 4430 Implementation of a WeChat small program assisted process assessment system in "Experiment of Inorganic Chemistry" for Biological Engineering undergraduates  
Jing Xu, Bin Cai, Yunfang Huang, and Weihai Sun
- 4439 Development of the virtual simulation experiments for Microbial Engineering and perspectives on its shared application  
Haifeng Tang, Chenliang Li, Yulin Zhou, and Yan Liu
- 4446 Application of mind mapping model in the teaching of molecular biology  
Jue Wang, Lili Hu, Na Wu, and Guilan Li
- 4455 Development of a practical innovation course for biological engineering major under the background of Engineering Education Certification  
Lingtian Wu, Jinnan Wu, Yibo Zhu, Delei Xu, Meilin Zhao, Luye Yao, and Hong Ji
- 4465 Merging ideological education with the course of "Introduction to Life Science"  
Chang Chen, and Si Zhang
- 4475 Reform and practical experience of bilingual course for "Environmental Biotechnology" with the development of "Emerging Engineering Education"  
Chanjuan Liang
- 4482 Exploration and practice in ideological education in the course of "Protein and Enzyme Engineering"  
Bo Xu, Qian Wu, Nanyu Han, Xianghua Tang, and Zunxi Huang

• The End •