

• 主 编 导 读 •

本期主编导读主题：第三代测序技术、环境修复技术、植物生长发育与抗逆过程调控网络、新型疫苗研发、动物病原检测技术和哺乳动物安全转化技术。

第三代测序技术

自 1868 年 Miescher 在白细胞中首次发现遗传信息载体核酸，不断发展完善的测序技术为破解遗传密码提供了重要的技术手段，发挥了至关重要的作用。近些年，以单分子实时测序技术 (single molecule real time sequencing, SMRT) 和纳米孔单分子测序技术 (single-molecule nanopore DNA sequencing) 为代表的单分子测序技术崭露头角，被称为第三代测序技术^[1]。李中涓等^[1]对纳米孔单分子测序技术进行了总结，详细阐述了纳米孔测序技术“边解链边测序”的技术原理，以及无需扩增、超长读长等技术特点，分析了纳米孔测序技术在环境微生物研究中的优势及存在的问题。

环境修复技术

为促进人与自然之间和谐发展，大量研究试图将受到损害的生态环境的结构和功能进行修复。环境修复技术受到广泛关注。目前，环境修复技术主要包括物理修复、化学修复和生物修复 3 种。其中，以利用生命代谢活动或代谢产物稀释损伤环境中的有毒有害物质浓度或使其完全无害化，达到环境能部分或完全恢复到原始状态过程的生物修复途径成为研究重

点。本期铁文周等^[2]归纳了具有除锰能力的微生物种类，分析了不同微生物除锰的机制，总结了环境温度、初始 pH 以及 Mn(II) 浓度等因素对微生物除锰效率的影响。利用生物代谢产物对环境中难以降解的污染物进行处理也是极为重要的环境修复手段。李光耀等^[3]选取特异性腐质霉 (*Humicola insolens*) 来源的角质酶 HiC，将其与锚定肽 (tachystatin A2, TA2) 融合表达后，发现 TA2 有助于提高 HiC 对胶黏物模式底物聚丙烯酸乙酯 (PEA) 的降解效率。张颖等^[4]则将炭疽杆菌 (*Bacillus anthracis*) 来源的碳水化合物结合模块 (carbohydrate binding module, CBM) 与嗜热子囊菌 (*Thermobifida fusca*) 角质酶融合表达，结果发现 CBM 可以促进角质酶对聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 的降解效率。

植物生长发育与抗逆过程调控网络

以分子生物学为理论基础，采用基因克隆、遗传转化及细胞、组织培养技术，将外源基因转移并整合到植物基因组，进而获得可以稳定遗传的转基因植株的基因工程技术已经被广泛应用于作物育种工作中。目前，大众对转基因植物的商业化使用仍持谨慎态度。基因编辑技术能够定向改造植物基因组，无需向植物中转

入外源基因就能形成可遗传的植物表型。近些年, 基因编辑技术已经成为新一代高效、安全的分子育种技术, 被广泛应用于多种作物精准设计育种中。本期杜秋丽等^[5]综述了基于 CRISPR/Cas9 的引导编辑技术 (prime editing, PE) 的开发历程、组成结构、技术优点和局限性, 重点介绍了优化植物引导编辑技术编辑效率的研究进展。

本期学报中的多篇文章对植物抗逆和生长发育调控进行了综述或研究。王黎明等^[6]对植物对抗冷胁迫、盐胁迫过程中油菜素内脂 (brassinosteroids, BRs) 生物合成及功能进行了综述。潘凌云等^[7]则重点总结了参与植物应答盐胁迫信号转导途径的转录因子, 以及转录因子调节的下游基因网络, 归纳了应答盐胁迫的转录因子在提高植物耐盐性的应用研究。徐子涵等^[8]总结了近十年来兰科植物各属 miRNA 的类别, 及几种影响植物生长发育和应激反应的 miRNA 的表达模式, 认为详细解析兰科植物 miRNA 的调控网络将对兰科植物种质资源研发和经济效益提升有重大意义。孙平勇等^[9]通过比较不同盐碱浓度处理下 21 份水稻品种 (系) 在芽期和苗期的性状差异, 筛选到 4 种抗盐碱能力较强的水稻品种。比较基因组学分析发现, SKC1 和 DST 基因可能与水稻耐盐碱能力相关, 为进一步培育耐盐碱水稻新品种提供了种质资源及理论基础。王康等^[10]对桃果实漆酶 (PpLAC) 基因家族成员的功能进行了研究, 发现 PpLAC7、PpLAC9 可能与桃果实冷害褐变有关, 且 γ -氨基丁酸 (GABA) 处理会减轻冷藏桃果实的冷害褐变。另一篇研究中, 冯秋影等^[11]对比了黑穗醋栗 (*Ribes nigrum* L.)、红穗醋栗

(*Ribes rubrum* L.) 和白穗醋栗 (*Ribes album* L.) 中花色苷合成相关转录因子 MYB10 序列和表达差异, 发现 MYB10 在黑穗醋栗和红穗醋栗中表达量随果实直径加大、颜色加深均呈现先上升后降低的趋势, 且黑穗醋栗中表达量始终高于另外两者, 说明 MYB10 基因在穗醋栗果实呈色中发挥重要作用。由此可见, 植物生长发育以及抵抗胁迫过程受到 miRNA 和转录因子等多水平的综合调控。

新型疫苗研发

疫苗是人类对抗病毒和病原菌的强有力武器。病毒样颗粒 (Virus-like particles, VLPs) 是由病毒结构蛋白装配形成的不含病毒核酸的新型亚单位疫苗。高闪电等^[12]利用杆状病毒和昆虫细胞系统表达制备预防牛病毒性腹泻病毒 1 型 (Bovine viral diarrhea virus 1, BVDV-1) 感染的 VLPs, 并将其接种于豚鼠中。制备的 BVDV-1 VLPs 有效激活了豚鼠免疫系统并产生中和抗体。该研究为进一步研制 BVD 病毒样颗粒疫苗奠定了基础。抗原表位是抗原分子决定抗原特异性的基团, 可与 B 细胞受体及 T 细胞受体特异结合而引起免疫应答。表位疫苗则是基于这一特异结合研发的新型疫苗, 比传统疫苗更加安全有效。绵羊 OLA I 蛋白主要参与内源性抗原肽的递呈。王战红等^[13]将绵羊 OLA I 蛋白的重、轻链异源表达后, 与绵羊痘病毒多肽 PV4 进行共复性, 进而筛选细胞毒性 T 淋巴细胞 (CTL) 表位肽。该研究为绵羊痘病毒表位疫苗的研发奠定了基础, 并为其他多种病原 CTL 表位筛选提供了思路。王汉青等^[14]异源表达乳房链球菌 GapC 蛋白并预测其 B 细胞抗原

表位, 并进一步在兔子体内制备多克隆抗体, 检测候选表位肽的免疫原性为深入了解 GapC 蛋白的免疫学特性和利用其有效抗原表位奠定了基础。另一篇研究中, 赵江艳等^[15]针对前期获得的一株与 H7N9 亚型禽流感病毒血凝素蛋白茎部多肽 (aa 428–452) 反应的单克隆抗体 (5D3–1B5), 鉴定了该抗体抗原表位序列及特征, 并证明 5D3–1B5 具有作为流感病毒广谱检测与抗体治疗制剂的应用潜力。

动物病原检测技术和哺乳动物安全转化技术

抗菌肽具有较强的杀菌能力, 但对动物体内正常组织细胞具有一定的毒害作用。因此, 提高抗菌肽的选择特异性是抗菌肽研发的关键问题。方禹鑫等^[16]以 $(RXKY)_2(YRY)_2$ (X 代表 Ile, Y 代表 Leu) 为模板设计了新型抗菌肽分子 RIKL。分子动力学模拟和抑菌活性实验结果证明 RIKL 具有较高的细胞选择性, 具有成为高效抗菌药物的潜力。另外, 本期学报中两篇研究论文分别对猪源艰难梭菌检测和基于 PiggyBac 转座子系统的转基因技术进行了开发。梁伟等^[17]针对人兽共患肠道病原菌艰难梭菌, 建立了灵敏、特异的、可用于兽医临床检测猪源 ST11 型艰难梭菌的检测方法, 为养猪业 ST11 型艰难梭菌流行病学调查提供了可靠的血清学检测方法, 为猪场艰难梭菌防控提供了技术手段。另一篇研究中, 王颖等^[18]利用 PiggyBac 转座子系统构建表达 $\Delta 15$ -脂肪酸去饱和酶 ($\Delta 15$ Des) 的转基因小鼠中可以在较短时间内繁育出稳定遗传的纯合子, 并进一步验证了 PiggyBac 转座子系统高效的转导效率和安全稳定性。

REFERENCES

- [1] 李中滋, 杜彩丽, 林彦锋, 张列宇, 李晓光, 黎佳茜, 陈素华. 纳米孔测序技术在环境微生物研究中的应用. 生物工程学报, 2022, 38(1): 5-13.
Li ZH, Du CL, Lin YF, Zhang LY, Li XG, Li JX, Chen SH. Application of nanopore sequencing in environmental microbiology research. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 5-13 (in Chinese).
- [2] 铁文周, 农小芳, 赵伊, 梁康, 黄雪娇. 微生物除 Mn(II) 机制及影响因素研究进展. 生物工程学报, 2022, 38(1): 14-25.
Tie WZ, Nong XF, Zhao Y, Liang K, Huang XJ. The mechanism of microbial removal of Mn(II) and its influencing factors: a review. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 14-25 (in Chinese).
- [3] 李光耀, 刘展志, 张颖, 吴敬. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 207-216.
Li GY, Liu ZZ, Zhang Y, Wu J. Characterization of *Humicola insolens* cutinase-tachystatin A2 fusion protein and its application in treatment of recycled paper stickies. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 207-216 (in Chinese).
- [4] 张颖, 刘展志, 李光耀, 付雪妮, 张钰成, 王志远, 田亚平, 吴敬. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 217-225.
Zhang Y, Liu ZZ, Li GY, Fu XN, Zhang YC, Wang ZY, Tian YP, Wu J. The application of carbohydrate binding module-*Thermobifida fusca* cutinase fusion protein in polyethylene terephthalate degradation. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 217-225 (in Chinese).
- [5] 杜秋丽, 王超, 刘关稳, 张丹丹, 张树军, 邱金龙. 植物基因组编辑新工具——引导编辑技术. 生物工程学报, 2022, 38(1): 26-33.
Du QL, Wang C, Liu GW, Zhang DD, Zhang SJ, Qiu JL. Plant prime editing technique: a new genome editing tool for plants. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 26-33 (in Chinese).
- [6] 王黎明, 杨瑞珍, 孙加强. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 34-49.
Wang LM, Yang RZ, Sun JQ. Regulation of crop agronomic traits and abiotic stress responses by brassinosteroids: a review. Chin J Biotech, 2022, 38(1):

- 34-49 (in Chinese).
- [7] 潘凌云, 马家冀, 李建民, 尹兵兵, 付畅. 植物盐胁迫应答转录因子的研究进展. 生物工程学报, 2022, 38(1): 50-65.
Pan LY, Ma JJ, Li JM, Yin BB, Fu C. Advances of salt stress-responsive transcription factors in plants. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 50-65 (in Chinese).
- [8] 徐子涵, 陈跃, 胡凤荣. 兰科植物 microRNA 的研究进展. 生物工程学报, 2022, 38(1): 66-76.
Xu ZH, Chen Y, Hu FR. Advances in the research of microRNA in Orchidaceae. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 66-76 (in Chinese).
- [9] 孙平勇, 张武汉, 舒服, 何强, 张莉, 阳祝红, 彭志荣, 谢芸, 邓华凤. 水稻资源芽期和苗期耐盐碱性综合评价及耐盐基因分析. 生物工程学报, 2022, 38(1): 252-263.
Sun PY, Zhang WH, Shu F, He Q, Zhang L, Yang ZH, Peng ZR, Xie Y, Deng HF. Comprehensive evaluation of salt-alkali tolerance of rice germplasm at germination and seedling stages and analysis of salt-tolerant genes. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 252-263 (in Chinese).
- [10] 王康, 杨民杰, 吴思宜, 刘庆丽, 曹士锋, 陈伟, 施丽愉. 桃漆酶基因家族鉴定及其与冷害褐变的关系. 生物工程学报, 2022, 38(1): 264-274.
Wang K, Yang MJ, Wu SY, Liu QL, Cao SF, Chen W, Shi LY. Identification of laccase gene family members in peach and its relationship with chilling induced browning. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 264-274 (in Chinese).
- [11] 冯秋影, 刘学, 杨琳琳, 付泽元, 徐启江. 穗醋栗 *MYB10* 基因克隆结构分析及功能验证. 生物工程学报, 2022, 38(1): 275-286.
Feng QY, Liu X, Yang LL, Fu ZY, Xu QJ. Cloning, structure analysis and functional verification of *MYB10* in *Ribes L.*. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 275-286 (in Chinese).
- [12] 高闪电, 张忠辉, 田占成, 王锦明, 独军政, 关贵全, 殷宏. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 130-138.
Gao SD, Zhang ZH, Tian ZC, Wang JM, Du JZ, Guan GQ, Yin H. Preparation of bovine viral diarrhoea disease virus 1 virus-like particles and evaluation of its immunogenicity in a guinea pig model. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 130-138 (in Chinese).
- [13] 王战红, 赵志荀, 吴国华, 邓阳, 朱国强, 赵芳燕, 卢曾军, 张强. 一组绵羊 OLA I 蛋白与绵羊痘病毒多肽的复性组装. 生物工程学报, 2022, 38(1): 139-147.
Wang ZH, Zhao ZX, Wu GH, Deng Y, Zhu GQ, Zhao FY, Lu ZJ, Zhang Q. Expression and refolding of OLA I protein with peptides derived from sheeppox virus. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 139-147 (in Chinese).
- [14] 王汉青, 张雪静, 张欢, 陈晓萌, 张宝江, 苏艳. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 148-159.
Wang HQ, Zhang XJ, Zhang H, Chen XM, Zhang BJ, Su Y. Prokaryotic expression of the GapC protein of *Streptococcus uberis* and prediction, identification of its B-cell epitopes. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 148-159 (in Chinese).
- [15] 赵江艳, 朱颜笑, 胡娇, 胡增垒, 刘秀梵. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 160-173.
Zhao JY, Zhu YX, Hu J, Hu ZL, Liu XF. Characterization of a monoclonal antibody against the hemagglutinin stem of H7N9 subtype avian influenza virus. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 160-173 (in Chinese).
- [16] 方禹鑫, 李玲, 付文华, 董娜, 单安山. 抗菌肽 RIKL 的分子设计及生物学活性分析. 生物工程学报, 2022, 38(1): 174-184.
Fang YX, Li L, Fu WH, Dong N, Shan AS. Molecular design and biological activity analysis of antimicrobial peptide RIKL. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 174-184 (in Chinese).
- [17] 梁伟, 全柯吉, 赵勤, 武耀民, 穆瑜, 曹三杰. 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. 生物工程学报, 2022, 38(1): 185-195.
Liang W, Quan KJ, Zhao Q, Wu YM, Mu Y, Cao SJ. Development of a double-antibody sandwich ELISA targeting the receptor binding domain of TcdB toxin of ST11 type *Clostridium difficile* of porcine origin. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 185-195 (in Chinese).
- [18] 王颖, 杨仕赛, 赵瑄, 李亚, 吕露露, 朱贵明. 利用 PiggyBac 转座子系统构建表达 $\Delta 15$ Des 酶活性的转基因小鼠. 生物工程学报, 2022, 38(1): 196-206.
Wang Y, Yang SS, Zhao X, Li Y, Lü LL, Zhu GM. Construction of transgenic mice with $\Delta 15$ Des enzyme activity by using a PiggyBac transposon. Chin J Biotech, 2022, 38(1): 196-206 (in Chinese).

(本文责编 陈宏宇)