



天然产物资源的创新发展

吴信^{1,3*}, 刘涛^{1,3*}, 陈新^{2,3*}

1. 中国科学院天津工业生物技术研究所, 国家合成生物技术创新中心, 天津 300308

2. 澳门大学中华医药研究院, 中药质量研究国家重点实验室, 澳门 999074

3. 中国科学院天津工业生物技术研究所-澳门大学中医药合成生物学联合实验室, 天津 300308

* 联系人, E-mail: wuxin@tib.cas.cn; liu_t@tib.cas.cn; xchen@um.edu.mo

收稿日期: 2025-03-17; 网络版发表日期: 2025-03-27

天然产物是指由自然界中的生物(如植物、动物、微生物以及海洋生物)通过代谢过程产生的化学物质, 包括生物碱、萜类、黄酮类、多糖、酚类、肽类等多种化合物, 具有丰富的化学结构和广泛的生物活性. 天然产物在人类社会发展中扮演着不可或缺的角色. 例如, 在医药领域, 天然产物是新药研发的重要源泉, 像紫杉醇、阿司匹林等药物均直接或间接来源于天然产物; 在食品领域, 天然色素、抗氧化剂、甜味剂等功能性成分被广泛应用于健康食品的开发; 在化妆品领域, 植物提取物和天然油脂因其安全性和功效性备受青睐; 此外, 天然产物在农业、环境保护和能源开发等领域也具有重要应用价值.

然而, 天然产物资源的开发与利用面临着诸多挑战. (1) 资源稀缺性与可持续性问题. 许多来源于珍稀植物或特定生物的天然产物, 可能因过度开采导致资源枯竭和成本昂贵. 例如, 红豆杉是紫杉醇的唯一来源, 但其生长缓慢且分布有限, 难以满足大规模需求. (2) 提取与分离技术的局限性问题. 天然产物通常以微量形式存在于复杂的生物基质中, 提取和纯化过程成本高、效率低, 且可能对环境造成污染. (3) 结构与活性的复杂性问题. 天然产物的化学结构复杂, 其生物活性机制尚未完全阐明, 这为新药研发和功能开发带来了挑战. (4) 产业化难度大的问题. 从实验室研究到产业化应用, 天然产物的开发需要克服技术、产业化和

市场准入等多重难题.

为此, 合成生物学、绿色化学、人工智能等前沿技术正在为天然产物的开发提供新的思路. 通过合成生物学与代谢工程技术设计和重构生物体的代谢途径, 利用微生物或细胞工厂高效生产目标化合物, 为解决资源稀缺性和可持续性提供了革命性解决方案. 例如, 科学家通过基因编辑和代谢工程改造酵母或大肠杆菌, 成功实现了紫杉醇、QS-21、吗啡、莨菪碱、长春碱等复杂天然产物异源合成, 其中青蒿素、红景天苷、人参皂苷实现高效合成, 进入了产业化阶段, 大幅降低了生产成本和对自然资源的依赖. 此外, 合成生物学还推动了新型天然产物的发现与优化, 为医药、食品和化妆品等领域提供了更多高效、绿色的原料来源.

我国在天然产物资源合成生物学等新技术领域取得了显著进展, 成为全球天然产物研究的重要力量. 通过合成生物学技术, 我国科学家成功构建了多种微生物细胞工厂, 实现了多种重要天然产物的高效异源合成. 例如, 中国科学院团队利用改造的酵母菌株成功生产榄香烯和香紫苏醇, 为规模化生产提供了新途径. 此外, 我国在代谢工程、基因编辑和人工智能辅助设计等方面也取得了突破, 推动了天然产物资源的可持续开发与利用. 这些进展不仅提升了我国在天然产物研究领域的国际地位, 也为医药、食品、饲

引用格式: 吴信, 刘涛, 陈新. 天然产物资源的创新发展. 中国科学: 生命科学, 2025, 55: 593–595

Wu X, Liu T, Chen X. Innovation of natural product resources (in Chinese). Sci Sin Vitae, 2025, 55: 593–595, doi: [10.1360/SSV-2025-0074](https://doi.org/10.1360/SSV-2025-0074)

料和化妆品等行业的创新发展提供了强有力的科技支撑。

为了进一步推动天然产物资源创新发展, 在中国亚太经合组织合作基金项目支持下, 中国科学院天津工业生物技术研究所于2023年8月26~28日召开的“亚太区域中医药与天然产物资源创新国际研讨会”上, 国内外天然产物领域相关专家学者共同探讨了中医药天然产物资源未来发展的新趋势. 利用合成生物技术, 设计高效工程细胞, 构建天然产物合成新模式, 是天然产物资源技术创新和产业高质量发展的重要战略方向. 其中, 邓子新院士在题为“合成生物学创新驱动生物产业发展”的主旨报告中指出, 合成生物学与医学、药学及信息科学的深度交叉融合, 可以设计、改造甚至从头创制全新的生物合成体系, 进而实现医药化学品的高效合成.

为了将本次论坛的研讨成果更加广泛地向科技界传播, 在《中国科学: 生命科学》编辑部的支持下, 我们邀请了邓子新教授、陈新教授、路嘉宏副教授、吴信研究员、刘涛研究员、徐敏研究员、曹飞教授等撰稿, 组织出版本期“天然产物资源创新专题”. 本专题涵盖了海洋源功能性肽、中医药活性成分、糖肽类天然产物、植物苯丙素类天然产物资源的创新发展及其活性和作用机制研究等多个方面, 旨在展示中国科学家在天然产物资源创新方面的代表性成果, 引发科学界的关注和重视.

总之, 天然产物资源的创新研究正处于一个充满机遇与挑战的关键时期. 随着多学科交叉与技术创新不断深入, 通过生物制造开发天然产物将为人类和动物健康、环境保护和可持续发展的应用带来更多可能性.

Innovation of natural product resources

WU Xin^{1,3*}, Liu Tao^{1,3*} & Chen Xin^{2,3*}

¹ *Tianjin Institute of Industrial Biotechnology, Chinese Academy of Sciences; National Center of Technology Innovation for Synthetic Biology, Tianjin 300308, China*

² *State Key Laboratory of Quality Research in Chinese Medicine, Institute of Chinese Medical Sciences, University of Macau, Macao SAR 999074, China*

³ *TIB-UM Joint Laboratory of Synthetic Biology for Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300308, China*

* *Corresponding authors, E-mail: wuxin@tib.cas.cn; liu_t@tib.cas.cn; xchen@um.edu.mo*

doi: [10.1360/SSV-2025-0074](https://doi.org/10.1360/SSV-2025-0074)



吴信, 中国科学院天津工业生物技术研究所/国家合成生物技术创新中心研究员, 中国科学院大学、澳门大学博士生导师. 2010年在中国科学院大学获得博士学位, 法国国家农业科学研究院(INRA)和荷兰伊拉斯姆大学医学院访问学者. 主要研究方向: 营养资源生物合成及其生理功能调控机制研究. 围绕一碳蛋白、功能性营养素和酶的创制等方面主持“十四五”国家重点研发计划课题、省部级科技创新项目等多项科研项目, 授权国家发明专利50余项, 在*Bioresource Technology*, *Microbiome*, *Trends Biotechnol*等期刊发表论文200多篇; 以主要完成人获国家自然科学基金二等奖、中国科学院科技发展促进奖、省技术发明奖一等奖和中华农业科技奖一等奖. 入选国家科技创新领军人才、国家创新人才推进计划中青年科技创新领军人才.



刘涛, 中国科学院天津工业生物技术研究所研究员. 长期从事天然产物生物合成研究, 取得了一系列进展. 在*Metabolic Engineering*, *Plant Communications*, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *Journal of the American Chemical Society*等期刊发表论文50多篇, 申请专利30余项. 近年来重点进行药用植物天然产物途径解析和微生物异源合成研究, 替代传统的植物提取. 开创了红景天苷、天麻素、络塞维、毛蕊花糖苷和松果菊苷等多个中药活性成分的微生物合成技术, 其中大肠杆菌合成红景天苷、天麻素和络塞维等3项技术已转让给企业. 先后主持国家自然科学基金、“973”、“863”、国家重点研发计划、中国科学院重点部署项目、天津市重大科技攻关项目、广东省重点领域研发计划、云南省重大科技专项和企业合作项目等多个项目.



陈新, 澳门大学特聘教授、中华医药研究院院长、中药质量研究国家重点实验室(澳大)主任. 美国国家肿瘤研究所客座研究员, *Journal of Leukocyte Biology*杂志(美国)常务副主编. 先后在SAIC-Frederick, Inc.及Leidos Biomedical Research, Inc., Frederick肿瘤研究国家实验室、美国国家癌症研究所(NCI)-Frederick担任科学家II及高级科学家, 现任职于澳门大学, 致力于中药免疫药理学和调节性T细胞(Tregs)免疫生物学及药理学研究, 与Joost J. Oppenheim博士首次发现TNFR2对调节性T细胞的功能有决定性作用, 并首次报道使用药物在体内抑制TNFR2可明显抑制肿瘤生长, 为靶向TNFR2药物研发提供了理论依据. 陈新博士在该领域的研究成就获得美国国家肿瘤研究所技术转化奖(2005年)及优秀成就奖(2007年), 并于2010年获得美国国际肿瘤研究所所长创新奖.