

• 发展规划研究 •

毛劲松 经济学博士，现任天津市科学技术局党委书记，中国共产党天津市第十二届委员会委员，主要从事科技管理相关工作。



生物技术创新驱动天津经济社会高质量发展

毛劲松

天津市科学技术局，天津 300051

毛劲松. 生物技术创新驱动天津经济社会高质量发展. 生物工程学报, 2022, 38(11): 4043-4049.

MAO JS. High-quality development of Tianjin economy and society driven by biotechnology innovation. Chin J Biotech, 2022, 38(11): 4043-4049.

摘要：生物技术作为 21 世纪最重要的创新技术之一，颠覆性、引领性、系统性特征日益凸显，智能化、汇聚化、变革化模式不断涌现，在引领未来经济社会发展中的战略地位日益突出。本文深入剖析了天津市发展生物技术和生物产业的基础和优势，介绍了天津市近年来在支持生物技术和生物产业方面的总体部署和举措，以及在支撑生物产业发展方面取得的重要进展，指出大力发展生物技术是天津市实现高质量发展的重要路径，并对生物技术支撑国家和区域经济社会可持续发展、助力天津全面建成社会主义现代化大都市进行了展望。

关键词：生物技术；生物产业；天津经济；高质量发展

High-quality development of Tianjin economy and society driven by biotechnology innovation

MAO Jinsong

Tianjin Municipal Science and Technology Bureau, Tianjin 300051, China

Abstract: Biotechnology is one of the most promising forefront technologies in the 21st century. Its

Received: October 12, 2022; **Accepted:** October 26, 2022

Corresponding author: MAO Jinsong. E-mail: maojinsong@tj.gov.cn

disruptive, cutting-edge, and systematic characteristics, together with its intelligent, convergent, and transformative features make it increasingly strategic in steering the economic and social development worldwide. This paper analyzes the fundamentals and advantages of biotechnology and bioindustry in Tianjin in-depth, summarizes the overall planning and actions of Tianjin municipal government in supporting the development of biotechnology and bioindustry as well as the landmark achievements in recent years. It demonstrates that biotechnology is a promising path toward the high quality development of Tianjin, which will greatly contribute to the sustainable development of the national and regional economy and society, and transforming Tianjin into a socialist modern metropolis.

Keywords: biotechnology; bioindustry; Tianjin economy; high-quality development

生物技术的颠覆式创新在绿色制造、药物研发、营养健康、疾病治疗、生物育种等应用领域中不断取得革命性的突破和进展,正在深刻改变人类生产生活方式和重塑未来产业格局。大力发展生物技术和培育壮大生物产业,是抢占未来科技竞争制高点,实现经济社会可持续发展的方向。天津市高度重视生物技术和产业发展,正在加快以生物技术推动传统产业转型升级、构建生物经济发展新优势,努力为“碳达峰、碳中和”、京津冀协同发展等战略实施作出重要贡献。

1 发展生物技术是天津市实现高质量发展的路径

随着工业特别是化学工业的发展,资源和环境容量已经成为决定地方经济社会快速发展的重要因素,天津市坚持贯彻新发展理念和关于制造要向智能化、绿色化方向发展的要求,大力发展资源节约环境友好型生物技术体系和生物制造产业。

1.1 推动传统产业转型升级

作为我国近代工业的重要发祥地,以及全国重要的化学工业基地和海洋化工的摇篮,近年来,天津市大力发展资源节约、环境友好的新型生态生物技术体系,着力推动“三素一

酸”、医药化工、日用化工等传统优势产业转型升级,创建化学品合成的生物制造路线和绿色生物合成新工艺,在降低生产成本的同时,大幅减少对能源、资源的消耗及污染物的排放,确保天津市生物产业在行业中的竞争优势。

1.2 服务国家重大战略实施

天津市深入贯彻落实“双碳”目标,大力发展绿色生物技术,依托生物技术与生物制造领域优势,联合京津冀地区优势研究力量,协同构建生物制造新路线,促进经济社会发展绿色转型。作为京津冀协同发展的关键区域,天津市肩负着建设“一基地三区”的重要任务,承担着疏解北京非首都功能的使命。近年来,天津市不断加快构建绿色、低碳工业技术体系,发展以二氧化碳、生物质等可再生碳资源为原料进行物质合成的生物路线,探索节约化石原料可再生的经济新路线、农业产品和化工产品低碳生产新模式、二氧化碳高效利用转化的工业碳汇新路径。

1.3 抢占生物经济发展主动权

生物技术底层核心技术整体呈群体性突破之势,技术成熟度越来越高,引领性、突破性、颠覆性特征日益凸显,已成为新一轮科技和产业变革的核心^[1],有力推动了生物技术工业、农业、医疗等领域的应用,为解决健

康、食品、能源、资源和环境问题提供了新机遇。天津市持续加快生物技术自主创新,提升生物制造核心技术能力,抢占新一轮科技产业变革制高点,坚持“制造业立市”^[2-3],不断推进生物产业基础高级化和产业链现代化,推动构建新发展格局,积极发挥生物技术产业的引领和辐射作用,抢占生物经济发展主动权。

2 天津市发展生物技术和生物产业的基础和优势

天津市生物制造研发与应用创新优势明显,是我国重要的生物产业基地,先后被认定为国家生物产业基地、国家医药产品出口基地、国家中药现代化科技产业基地和国家干细胞科技产业基地,集聚了一批生物技术创新人才,具有发展生物产业的全链条。

2.1 建有完善的生物技术产业链

(1) 生物医药领域

集聚了康希诺、凯莱英、诺和诺德、天药业、津药达仁堂、天士力等 1 500 余家优质企业,在中医药、合成生物技术、细胞治疗、疫苗等细分领域具有突出实力,是全国首批 7 个创新药物孵化基地之一,聚集了 193 家规模以上企业,其中年收入过亿元的企业 100 余家,2021 年工业总产值增长率超 15%,主要划分为制药、医疗器械、生物制造、中成药生产、中药饮片加工 5 个子链条^[4]。

(2) 生物食品领域

集聚了中粮佳悦、嘉里粮油、永利、九三集团、艾地盟、中恩(天津)等一批龙头企业,在动植物油脂、食品添加剂和保健食品研发生产等方面初步形成了完整产业布局,是我国北方最大的粮油食品加工基地。2021 年,天津粮交所大宗粮油商品交易额突破 10 亿元大

关,总交易额达 12 亿元,实际商品成交量近 40 万 t^[5]。

(3) 石油化工领域

作为我国现代工业的发祥地,石油和化学工业是天津市的传统优势支柱产业,拥有天津石化、渤海化工等规模以上企业 340 余家,聚乙烯、聚丙烯等一批重点产品在国内占有重要位置。石油化工产业已形成从原油、天然气开采、加工到炼油、精细化工生产、销售以及装备制造、设计研发等配套产业的完整链条^[6]。海洋化工与石油化工相结合,形成了百万吨级纯碱和烧碱规模,成为天津石化产业的重要组成部分。

(4) 医疗机构资源方面

全市拥有三级公立医院 45 家,在血液病、肿瘤、代谢病、心血管外科、泌尿外科等专科领域均拥有国内科研实力排名前列的医疗机构和临床科室,拥有 3 家国家临床医学研究中心,26 个国家药物临床试验机构,为生物医药相关基础研究、临床研究等提供有力的医疗资源支持,满足了上市医药产品的临床应用需求。

2.2 具有发展生物技术前沿研究和成果转化的优势科技力量

(1) 前沿研究领域

天津市建有我国工业生物技术领域唯一整建制科研机构——中国科学院天津工业生物技术研究所(以下简称“天津工业生物所”),构建了从生命科学基础研究到生物技术工业应用的科技创新链,是我国工业生物技术领域的核心力量。依托天津工业生物所,多个国家级创新平台落户天津。其中,国家合成生物技术创新中心以产业关键技术研发为使命,为合成生物产业发展提供源头技术供给;工业酶国家工程研究中心聚焦工业酶创制与应用关键工程化技术问题,推动产业关键共性技术创新。

(2) 基因工程领域

在基因组合成、基因线路理论和设计、基因组简化、人工合成生物系统设计构建等科学与技术基础研究方面,建有以天津大学为代表的优势骨干单位,突破了真核染色体合成^[7-8],为研究染色体重排、癌症、衰老等提供了新的研究思路和模型,使我国成为继美国之后第二个掌握真核生物基因组设计构建能力的国家。

(3) 生物医学领域

拥有实验血液学、药物化学生物学、药代动力学 3 个国家重点实验室,拥有肿瘤、血液系统疾病 2 个国家临床医学研究中心,建有由科学技术部、商务部、原卫生部、原国家食品药品监督管理局“四部一市”共建的“国家生物医药国际创新园”,这也是全国首个国家级国际创新园。

2.3 集聚了一批生物技术领域高端优势人才

天津市依托天津大学、南开大学、天津科技大学、天津工业生物所等一批高校和科研机构,在合成生物学、生物医药、计算生物学、化工工程、肿瘤医学、药物研发、中医药等方向构建形成了生物顶尖人才队伍和中高端人才储备体系。其中,两院院士 7 人,长江学者特聘教授、国家杰出青年基金项目获得者等国家级人才近百人,拥有领域高级职称人才千余人。

3 天津市支持生物技术和产业发展的总体部署和行动举措

当前,生物技术呈现学科交叉和技术汇聚日益紧密、科技创新链条更加网络化和灵活化的趋势特点,天津市结合自身实际,按照国家科技创新总体布局以及体制机制创新需求,持续抓好生物经济和产业发展。

3.1 完善创新基地布局,为生物产业发展提供源头创新动力

按照我国科技创新基地优化布局的总体安排,支持争创低碳物质合成方向全国重点实验室,大力推进国家合成生物技术创新中心建设,实现可再生碳资源到化工产品等的人工合成;争创 DNA 合成与存储方向国家重点实验室,实现对生命密码从“读”到“写”的转变;布局建设合成生物学国家重大科技基础设施,加快提升承接国家重大任务的能力。以国家战略和天津需求为导向,布局建设具有天津特色的海河实验室^[9],其中,生物技术领域已建成合成生物学海河实验室和细胞生态海河实验室,为打造自主创新重要源头和原始创新的主要策源地提供战略支撑。合成生物学海河实验室已在药物精准合成、低碳生物合成、未来食品智造、生物合成存储方向布局了重大科技攻关任务。

3.2 加快人才引育,为生物技术创新发展提供人才保障

联合国内外优势机构举办生物技术人才交流高端论坛,引进顶尖人才,建立大师工作室平台等常态化联系机制^[10],柔性引进高端人才。设立杰出人才培养计划,培养选拔杰出人才,为建设创新型城市提供了重要人才支撑。支持天津工业生物所与天津科技大学联合建设“工程生物学院”,构建面向工程生物学领域的科教融合育人新模式^[11]。立足“产业链”打造“人才链”,依托国家合成生物技术创新中心、中国医学科学院天津医学健康研究院以及生物制造产业(人才)联盟等创新平台加快高端人才聚集^[12],推动人才与产业发展深度融合。依托天津大学、南开大学、天津科技大学、上海交通大学等具有生物制造学科优势的高校,建立生物产业技术人才培训基地,加强产教融合,“订单式”为企业培养输送人才。

3.3 加大科技创新，开展目标导向的科技攻关

天津市坚持科技创新和体制机制创新“双轮驱动”，突出问题和目标导向，聚焦重点研发领域方向，加快在“保持现有优势”“解决‘卡脖子’问题”“抢占未来战略必争领域”技术方向上的布局。主动服务国家重大战略需求，组织实施天津市合成生物技术创新能力提升行动重大科技专项，市财政设立5年10亿元专项资金支持，推动关键核心技术攻关。改革科技项目形成机制，采取“揭榜挂帅”“赛马”制、定向择优、定向委托等方式，充分发挥市场作用，推动项目、平台、人才、资金一体化配置，力争形成一批具有重大应用前景和占据世界科技前沿的优势生物技术。

4 天津市生物技术创新支撑生物产业发展的重要进展

近年来，以工业生物技术和合成生物学为代表的新一代生物技术，聚焦国家重大需求，在推动化工、医药等传统产业转型升级方面发挥了重要支撑作用，吸引了一大批代表性企业在天津落地投产扩产。

4.1 生物技术助力传统产业转型升级见实效

天津工业生物所与天津渤海化工集团合作创建的医药原料羟脯氨酸全新生物合成路线^[13]，消除了原化工过程每吨产品排放超过120 t高盐高氮废水的污染，生产成本大幅降低，有效解决了行业发展“卡脖子”问题；与天津春发集团合作的咸味香精等食品新工艺产业化成功，原料利用率85%以上，硫化物和粉尘排放大幅减少^[14]；植物天然产物合成途径解析等关键技术取得突破，构建了人参皂苷、天麻素、红景天苷等百余种植物天然产物微生物合成细胞工

厂^[15-18]，为解决中医药原料供给不足、关键活性成分含量不高等问题提供了新方案；生物纺织工艺在天津天纺国印分公司、河北宁纺集团、山东滨州三元家纺等30多家企业进行工业应用试验，已经累计完成1700多万m不同布匹处理，相比传统工艺，节能10%–30%，降低污水化学需氧量(chemical oxygen demand, COD)、生化需氧量(biochemical oxygen demand, BOD)值35%–50%，减少化学助剂使用量50%以上，为纺织行业的节能减排开辟了新的途径^[19-22]。

4.2 生物技术支撑“双碳”目标取得重大原创性突破

在合成生物创新能力提升行动专项等支持下，天津工业生物所组织实施二氧化碳高效生物还原和定向生物转化技术攻关，打通了以二氧化碳为原料合成淀粉、化学品等生物制造路线。化能固碳实现每摩尔丁二酸固碳量0.92 mol，超过传统路线的理论最大转化率，依托该技术建成国内首条万吨级生产线，与石化路线相比成本下降20%^[23]，二氧化碳减排94%。国际上首次创建了二氧化碳到淀粉的化学-酶催化耦合人工合成路线，能效和合成速率分别是玉米的3.5倍和8.5倍^[24]，突破了光合作用局限，1 m³大小生物反应器年产淀粉量相当于0.33 hm²玉米淀粉产量，为人工生物合成粮食、材料和能源开辟了新的技术方向。

4.3 生物技术支撑新型产业领域发展成效显著

面向未来产业发展，建立了健康糖、蛋白质等生物合成路线，通过筛选、诱变等技术选育了微生物蛋白合成高效生产菌种，建立了高效微生物蛋白质生产工艺^[25]，已完成10 t级规模中试。建立了以低值淀粉为原料合成高附加值塔格糖、甘露糖等稀有功能糖生产路线^[26-29]，

生产成本低于提取和化学合成工艺,其中阿洛酮糖正进行万吨级生产线建设,建成后将带动传统制糖产业绿色工艺升级。

4.4 生物产业集群初步建成

一大批代表性企业在天津投产扩产,其中,康希诺在建的 20 万 m² 疫苗生产基地已完成研发中心、细菌疫苗产业化基地一期、新冠疫苗生产基地建设^[30];华熙生物透明质酸等多个产品生产线已正式投产^[31]。“2021 年中国生物医药产业园区竞争力”榜单显示^[32],滨海高新区综合排名前 10,经开区和武清经开区排名前 50,生物医药园区竞争力凸显。合成生物学海河实验室推动天津中合基因公司在保税区落地,重点开发 DNA 生物合成技术产品;推动天津美康食品公司在东丽区落地转化植物蛋白肉食品肉项目,提前布局未来食品领域^[33]。天津港保税区全力推进“生物制造谷”建设,不断引育主力企业,打造高显示度产业集群,力争到 2025 年基本建成具有国内影响力和区域带动力的产业集群,助力天津成为全国生物制造产业集群高地和全球生物技术创新源头^[34]。

5 总结与展望

总体来看,天津市生物技术创新体系完备,生物产业基础良好且已具规模,发展势头好、潜力大。天津市将紧密结合国家“十四五”生物经济发展规划等国家部署安排,继续加快创新平台基地建设,大力引育生物技术领域高端人才,推进前沿基础研究和底层技术开发,加快生物制造、生物合成关键技术创新及产业化实施,加大对生物制造企业的支持力度,引导社会资本向企业投资,发挥中国(天津)自由贸易试验区政策先行先试的优势,推动工业生物技术产品市场应用,打造一批科技成果转化和产业化实施的聚集区和标志区,建设以龙

头企业为牵引、产业集群协同共生的生物产业生态体系。

在新的战略机遇期和历史新起点上,天津市将继续践行绿色发展理念,紧抓生物产业变革机遇,加快生物技术向多领域广泛融合赋能,加快建成我国生物技术自主创新引擎和产业集聚高地,努力用更多更好的生物技术创新成果为天津市建成社会主义现代化大都市提供有力支撑,为国家和区域经济社会高质量发展提供有力保障。

REFERENCES

- [1] 生命科学之光造福全人类—2018 世界生命科学大会三大看点[EB/OL]. [2022-07-20]. http://www.xinhuanet.com/politics/2018-10/29/c_1123630875.htm.
- [2] 《天津市科技创新“十四五”规划》[EB/OL]. [2022-07-20]. https://www.tj.gov.cn/zwgk/szfwj/tjsrmzfbgt/202108/t20210812_5532506.html.
- [3] 《天津市制造业高质量发展“十四五”规划》[EB/OL]. [2022-07-20]. https://www.tj.gov.cn/sy/ztl/ztlbone/dzcywzcxzt/zfwj/bdwj210805/202108/t20210805_5526116.html.
- [4] 滨海新区龙头引领 打造若干百亿级产业集群: 涵养生态 天津生物医药产业枝繁叶茂[EB/OL]. [2022-07-20]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1710742462430669829&wfr=spider&for=pc>.
- [5] 天津市滨海新区人民政府对市十七届人大六次会议第 0753 号建议的办理答复[EB/OL]. [2022-07-30]. <http://tjbh.gov.cn/contents/11960/537483.html>.
- [6] 滨海新区发力打造现代高端石化产业[EB/OL]. [2022-07-30]. https://www.tj.gov.cn/sy/zwtdt/gqdt/202204/t20220406_5849364.html.
- [7] Wu Y, Li BZ, Zhao M, et al. Bug mapping and fitness testing of chemically synthesized chromosome X. *Science*, 2017, 355(6329): eaaf4706.
- [8] Xie ZX, Li BZ, Mitchell LA, et al. “Perfect” designer chromosome V and behavior of a ring derivative. *Science*, 2017, 355(6329): eaaf4704.
- [9] 天津市人民政府关于印发天津市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要的通知[EB/OL]. [2022-08-08]. https://www.tj.gov.cn/zwgk/szfgb/qk/2021/2site/202102/t20210208_5353467.html.

- [10] 新区生物产业迎“强援” 5 位大师联手建工作室 [EB/OL]. [2022-08-08]. <http://gxj.tjbh.gov.cn/contents/6711/406241.html>.
- [11] 天津科大携手天津工生所 成立“工程生物学院”[EB/OL]. [2022-08-08]. <http://tjbh.gov.cn/contents/12162/486230.html>.
- [12] 生物制造产业(人才)联盟在津成立 提升生物制造产业核心竞争力[EB/OL]. [2022-08-09]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1682857350216162871&wfr=spider&for=pc>.
- [13] Wang XC, Liu J, Zhao J, et al. Efficient production of trans-4-hydroxy-L-proline from glucose using a new trans-proline 4-hydroxylase in *Escherichia coli*. *J Biosci Bioeng*, 2018, 126(4): 470-477.
- [14] Zeng Y, Zhang XX, Guan YP, et al. Enzymatic hydrolysates from tuna backbone and the subsequent Maillard reaction with different ketohexoses. *Int J Food Sci Technol*, 2012, 47(6): 1293-1301.
- [15] 王冬, 刘怡, 许骄阳, 等. 创建酿酒酵母细胞工厂高效生产人参皂苷前体达玛烯二醇 II. *药学学报*, 2018, 53(8): 1233-1241.
Wang D, Liu Y, Xu JY, et al. Construction of efficient yeast cell factories for production of ginsenosides precursor dammarenediol-II. *Acta Pharm Sin*, 2018, 53(8): 1233-1241 (in Chinese).
- [16] Yin H, Hu TD, Zhuang YB, et al. Metabolic engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for high-level production of gastrodin from glucose. *Microb Cell Fact*, 2020, 19(1): 218.
- [17] Bai YF, Bi HP, Zhuang YB, et al. Production of salidroside in metabolically engineered *Escherichia coli*. *Sci Rep*, 2014, 4: 6640.
- [18] Liu X, Cheng J, Zhang G, et al. Engineering yeast for the production of breviscapine by genomic analysis and synthetic biology approaches. *Nat Commun*, 2018, 9: 448.
- [19] 生物纺织酶为印染业带来一抹“绿”[EB/OL]. [2022-08-20]. <https://www.antpedia.com/news/00/n-1352200.html>.
- [20] 京津冀三地科技联动 共创协同发展新格局[EB/OL]. [2022-08-20]. https://www.sohu.com/a/127132382_120702.
- [21] 生物纺织酶技术成果发布 最新酶工艺“染绿”传统纺织[EB/OL]. [2022-08-20]. <https://www.tnc.com.cn/info/c-001001-d-3580980.html>.
- [22] 给纺织工业穿上“环保内衣”[EB/OL]. [2022-08-20]. <http://env.people.com.cn/n1/2016/0722/c1010-28575535.html>.
- [23] Xiao M, Zhu X, Bi C, et al. Improving succinate productivity by engineering a cyanobacterial CO₂ concentrating system (CCM) in *Escherichia coli*. *Biotechnol J*, 2017, DOI: 10.1002/biot.201700199.
- [24] Cai T, Sun HB, Qiao J, et al. Cell-free chemoenzymatic starch synthesis from CO₂. *Science*, 2021, 373: 1523-1527.
- [25] 马延和, 李德茂, 齐显尼, 等. 一株产蛋白的菌株及其应用: ZL202011415776.1. 2021-04-20.
- [26] Tian CY, Yang JG, Liu C, et al. Engineering substrate specificity of HAD phosphatases and multienzyme systems development for the thermodynamic-driven manufacturing sugars. *Nat Commun*, 2022, 13(1): 3582.
- [27] Hu CC, Wei XL, Song YH. A thermophilic phosphatase from *Methanothermobacter marburgensis* and its application to *in vitro* biosynthesis. *Enzyme Microb Technol*, 2022, 159: 110067.
- [28] Li YJ, Shi T, Han PP, et al. Thermodynamics-driven production of value-added D-allulose from inexpensive starch by an *in vitro* enzymatic synthetic biosystem. *ACS Catal*, 2021, 11(9): 5088-5099.
- [29] Tian CY, Yang JG, Li YJ, et al. Artificially designed routes for the conversion of starch to value-added mannosyl compounds through coupling *in vitro* and *in vivo* metabolic engineering strategies. *Metab Eng*, 2020, 61: 215-224.
- [30] 康希诺概览 [EB/OL]. [2020-08-26]. <https://www.cansinotech.com.cn/html/1/173/174/index.html>.
- [31] 华熙生物天津厂区正式投产 打造生物活性材料产学研一体化新范例[EB/OL]. [2022-08-26]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1703155191569009420&wfr=spider&for=pc>.
- [32] 2021 年中国生物医药产业园区竞争力 [EB/OL]. [2022-08-26]. <https://www.maigoo.com/news/608103.html>.
- [33] 建设高端人才科研队伍 海河实验室打造科技创新“天津模式”[EB/OL]. [2022-09-02]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1745503599589128772&wfr=spider&for=pc>.
- [34] 天津港保税区全力推进生物制造谷建设 [EB/OL]. [2022-09-02]. <http://tjbh.gov.cn/contents/12166/524206.html>.

(本文责编 陈宏宇)