

5 先进工业生物制造

重大化工产品的生物制造是绿色低碳、可持续发展模式，是我国经济发展转型升级的重大需求。中科院于 20 世纪 80 年代中期就实现过两步发酵法生产维生素 C，并以 550 万美元转化给罗氏公司。近 10 年来，中科院部署先进工业生物技术基地并通过一系列项目前瞻布局关键技术攻关，初步形成了一批化工产品的绿色生物制造，部分产品技术水平进入国际领先行列。

(1) 基础化学品丁二酸

丁二酸是可降解生物塑料 PBS 的关键单体与基础化工原料，中科院天津工业生物技术所已实现以非粮木薯原料替代石化原料生产丁二酸技术的重大突破，技术指标达到国际先进水平，领先全球五大公司集团（美国 BioAmber 和 Myriant、德国巴斯夫-荷兰普拉克、荷兰帝斯曼-法国罗盖特、日本三菱化学）。与石化路线相比，生产成本降低 25%，能耗降低 30%，CO₂ 排放减少 94%，2015 年建成全球最大的年产 5 万吨生产线，产值超过 5 亿元。

(2) L-丙氨酸

L-丙氨酸是医药、化工中间体与食品添加剂，传统生产工艺是以石化原料的多步转化反应系统，天津工业生物技术所与企业合作，在国际上率先实现了全生物法生产丙氨酸的产业化，与传统工艺相比，以可再生原

料替代了化石原料，废水排放降低 90%，生产成本降低了 50%，在国际市场占有率达到了 60% 以上，已产生经济效益 3 亿，凭此技术，企业于 2014 年 8 月 22 日成功在新三板上市。



D-乳酸生产线



丁二酸生产线规划图

(3) 高光学纯度 D-乳酸

D-乳酸是生物基材料聚乳酸 PLA 提高性能、推进商业化应用的关键，目前高光学纯度 D-乳酸国内价格约为 25 000 元/吨。中科院天津工业生物技术所成功构建了生产高光学纯度 D-乳酸的细胞工厂，已转让企业完成了 500 L 规模发酵中试和提取验证工作，生产成本降低到 12 000 元/吨左右，已经完成万吨级 D-乳酸生产线建设，产值达 2 亿元/年。

(4) 赖氨酸新菌种技术

赖氨酸的知识产权问题严重制约了我国赖氨酸行业的发展。

中科院天津工业生物技术所经过基因组分析，提出了突破专利重围的菌种设计新策略，设计构建了新型工业菌株，原料转化率大幅提升，转化率单项指标达到国际领先水平，同时申请了赖氨酸菌株核心 PCT 专利。该成果已经在企业年产 10 万吨生产线获得应用，每吨赖氨酸可降低成本 1 000 元左右，初步为公司实现节能减排 30% 以上，实际节粮 9%，两年累计新增效益 1.6 亿元，为我国氨基酸工业的国际竞争提供了核心技术支撑。