
二氧化碳制备糖类衍生物研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25345.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

12月5日，中国科学院

深圳先进技术研究院合成生物学研究所于涛课题组与美国加州大学伯克利分校Jay D.

Keasling课题组，在《自然-催化》(Nature Catalysis

)上发表了最新成果。二氧化碳合成的低碳

化合物C₁₋₃

作为发酵原料，为微生物可持续生产食品及化学品提供了颇有潜能的方式。该研究利用合成生物学和代谢工程手段开发的酵母细胞平台，可将低碳化合物如甲醇、乙醇、异丙醇等，转化为糖及糖衍生物如葡萄糖、肌醇、氨基葡萄糖、蔗糖和淀粉。研究通过代谢重构和葡萄糖抑制调控，使葡萄糖和蔗糖的产量达到每升数十克。这一成果有助于丰富基于可再生能源驱动的农业新范式。

农业为社会提供食物和许多原材料，但面临着挑战。随着人类活动加剧，大量二氧化碳排放造成的全球气候变化和环境问题影响了全球经济和环境可持续发展。因此，亟需开发一种经济可行且不占用可耕地便可将CO₂转变成糖衍生食品和化学品的技术。

于涛课题组致力于利用合成生物学方法，解决可持续制造、绿色能源的生物存储与粮食安全等问题。过去，大气中的CO₂

通过热化

学、电化学、光化

学、生化方以及一些耦合策略转化为

简单的低碳化合物(C₁₋₃

)，而通过这些平台生产复杂的化合物颇为困难。以这些平台合成的低碳化合物为底物，可通过微生物细胞工厂转化生产高碳化合物。前期，于涛课题组的研究表明，通过电化学偶联微生物细胞工厂，实现了将CO₂

变成葡萄糖和脂肪酸(“空气变粮油”)

。这为将CO₂

可持续转变成糖衍生食品和化学品提供可行的、高效的方法。该方法具有更低的成本、更快的速度和更高的生产能力。进而，于涛课题组在酵母细胞内构建了合成能量系统(细胞“双引擎”设计)，可以支持细胞生长并助力脂肪酸高效合成。

本研究分析了酵母对不同低碳化合物的利用情况，拓展了微生物细胞工厂的碳源范围。除了乙醇，酿酒酵母可利用乙二醇(C₂)、异丙醇(C₃)、丙酸(C₃

)和甘油为碳源，进行细胞生长和葡萄糖生产。进一步，研究通过碳源的混合使用与比例调控，提高了细胞生长和葡萄糖产量。研究通过工程毕赤酵母，可将甲醇(C₁)高效的转化为葡萄糖

，其摇瓶产量可达1.08 g/L，发酵罐产量达13.41 g/L。

进一步，该研究以乙醇、甲醇、异丙醇和甘油为碳源，拓展了碳水化合物的多样性（包括五碳糖木糖、木糖醇，六碳糖化合物肌醇、氨基葡萄糖，二糖化合物蔗糖和多糖化合物淀粉）。研究显示，通过代谢工程手段和异源合成途径的进入，获得工程酵母能够将低碳化合物转化为单糖木糖、木糖醇、肌醇和氨基葡萄糖。其中，肌醇和氨基葡萄糖的最高摇瓶产量分别达228.71mg/L和69.99 mg/L。除了单糖，研究还实现了更高碳含量的二糖的合成。研究通过引入集胞藻的蔗糖合成途径和强化内源代谢流，获得的工程菌株能高效的利用低碳化合物为碳源合成蔗糖，在此基础上，研究通过表达蔗糖转运蛋白，实现了蔗糖的分泌生产，其摇瓶产量可达1.17g/L，发酵产量可达25.41 g/L。研究实现了淀粉的微生物合成。该工作通过引入两条淀粉合成途径和调控内源糖原合成及降解途径，打通了从低碳化合物合成淀粉的合成路径，其摇瓶产量可达341.59mg/L。上述成果实现了微生物的“农业生产”。

该工作提供了以低碳化合物为碳源高效生产高碳化合物的研究方法。虽然合成这些化合物需要引进外源途径，但其中枢代谢皆为糖异生途径。为了有效提高葡萄糖及其衍生物的产量，科研人员以葡萄糖为研究案例，通过基因过表达和调控葡萄糖抑制效应等手段强化糖异生途径来提高葡萄糖产量。研究表明，调控葡萄糖抑制效应能够有效的提高葡萄糖的产量，提高幅度近一倍。这为葡萄糖及其衍生物产量的提高提供了示例。同时，该研究构建的葡萄糖合成菌株为进一步研究葡萄糖抑制效应提供了平台。

糖类、脂肪酸、蛋白质是人类三大基本营养物质。近些年，单细胞蛋白逐渐成为蛋白质的重要来源与研究热点。本研究中，工程酵母的蛋白含量约达到细胞干重的50%。未来，该技术有望以低碳原料实现糖类粮食化合物的高效产出，并可实现单细胞蛋白的副产。

近日，由深圳先进院与中海石油化学股份有限公司共同组建的“碳中和与粮食安全交叉创新联合实验室”在北京揭牌成立。于涛课题组将在联合实验室的支持下继续推进该方向的相关课题研究。

研究工作得到国家重点研发计划、招商局集团、国家自然科学基金、中国科学院、广东省绿色生物制造重点专项、深圳市微生物药物智能制造重点实验室、中海石油化学股份有限公司与深圳合成生物学创新研究院的支持。

[论文链接](#)

研究团队单位：深圳先进技术研究院

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](#)转发