
攻关代糖，“甜”而不“胖”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39900.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！

攻关代糖，“甜”而不“胖”。本报记者 刘如楠

近日，中国科学院天津工业生物技术研究所（以下简称天津工生所）糖生物合成与绿色制造攻关团队的研究成果被期刊接收。这表明团队开发的转化甲醇合成甘露醇技术得到了同行的认可。

研究健康糖，最根本的目的是满足人们“想要糖的甜蜜，但不想变胖、不想长虫牙、不想得糖尿病”的美好愿望。至今，团队已开发了阿洛酮糖、甘露糖、功能寡糖等10余种健康糖绿色制造工艺，有的已经通过了国家新食品原料审批，有的正在寻求产业化合作，有的处在实验改造阶段...

...

近日，团队获得了2026年度中国青年五四奖章。

要甜蜜，不要负担

早期，蔗糖产量有限、价格昂贵，一度成为权力与身份的象征。随着工业革命的发展，蔗糖生产开始走向规模化、机械化，糖成为补充能量的主要食物之一。但人们很快发现，过量摄入糖分会引发肥胖、糖尿病、心血管疾病等多种健康问题，还会影响皮肤和牙齿健康，于是代糖应运而生。

。

“木糖醇是第一代代糖，赤藓糖醇是第二代，阿洛酮糖是第三代。与前两者相比，阿洛酮糖的甜度高、热量低、可用于食品加工领域，是蔗糖的理想替代品。”天津工生所研究员杨建刚说。

21世纪初，团队负责人、天津工生所研究员孙媛霞取得日本爱媛大学博士学位后，参与了日本文部科学省“稀少糖为核心的糖质生物学技术开发”“功能性糖在健康产业的应用”等项目的科研工作。2008年，她发表的关于稀少糖的研究论文引起学界关注。

当时恰逢天津工生所筹备建设，于是孙媛霞便回国组建团队，建立了以稀少糖生物转化合成成为特色的糖生物工程研究平台。

创业之初，资源有限，大家只能在两间大厂房中进行科研工作。“我们经常在一起讨论研究方向或研究进展，在交流碰撞中获得了很多启发。”孙媛霞说，“每个人都觉得浑身充满干劲儿，每个人都想全力投入研究工作。有大半年的时间甚至没发工资，却一点儿没影响到大家的热情。”

也正是从那时起，这个仅有四五个人的团队开始了阿洛酮糖的转化合成、技术迭代等研究工作。

首要的难题便是“找酶”。虽然阿洛酮糖存在于天然无花果中，但生物合成过程效率低、时间长，科研人员需要找到能够催化人工合成反应的特定酶。

“我们采取了最原始的办法——采集了全国各地的土样，筛选出能够催化目标反应的菌株，再进行基因扩增，进一步进行表达和功能验证，最终确定候选酶。”杨建刚说。

工业生产对酶的催化活性、稳定性要求都很高，这就需要不断对酶进行改造，而仅是改造工作就持续了六七年。

杨建刚回忆：“最初我们完全不知道如何改造基因序列，只能随机改造后观察反应。比如一条基因序列中有250个氨基酸，那就有750个碱基，每个位置的碱基有4种可能，相当于总体有4的750次方种可能。这无疑是大海捞针。”

到了2015年前后，发展成熟的计算机模拟技术可以帮助科研人员快速定位影响酶活性和稳定性的突变位点，改造的成功率大大提升。

2025年，阿洛酮糖通过了国家新食品原料审批。这场持续18年的“马拉松”终于抵达了终点，团队完成了阿洛酮糖“从书架到货架”的全过程。

把“糖罐子”牢牢端在自己手里

糖是关乎国计民生的战略物资。我国长期面临“高消费、低自给”的结构性矛盾，传统种植受耕地、气候限制，食糖安全有潜在风险，技术革新刻不容缓。

杨建刚介绍：“我国每年对蔗糖的需求是1500万吨，其中500万~600万吨都依赖进口。受气候条件、机械化程度影响，仅靠农业种植成本高、产量低，因此探索工业合成途径十分必要，要把‘糖罐子’牢牢端在自己手里。”

2021年9月24日，《科学》报道了天津工生所科研人员在国际上首次实现二氧化碳到淀粉的从头合成。作为参与这项工作的一员，杨建刚思考的一个问题是，二氧化碳人工合成淀粉的路走通了，它是否还可以合成更多的物质。

“大家首先想到的，是和淀粉同为碳水化合物的糖。”杨建刚说，这一项目获得研究所支持后，很快得到了宋皖、王玉瑶等团队年轻科研人员的积极响应。

对于能否成功，大家心里都没有底。当时虽然国内外很多团队都开展过相关研究，但一些棘手的问题仍未解决。比如，由二氧化碳合成的糖是复合型糖，即多种类型的糖混在一起，这就给未来应用带来一些障碍。有的研究团队可以合成某些单一种类的糖，但合成效率比较低。

就像改造催化阿洛酮糖合成的酶一样，团队决定利用工程化设计改造二氧化碳合成糖的催化剂。

“将二氧化碳转化为葡萄糖，需要1个化学催化剂和7个酶元件，即需要对7个酶元件进行工程化设计。”杨建刚说，经过一年半的时间、百余次的尝试后，团队成员共筛选出100多个酶元件，从上千种组合适配的测试中找出了7个最佳“候选者”。

2023年，团队实现了二氧化碳到己糖的精准全合成，将制糖时长从传统种植以“年”为单位压缩

至“小时”，仅17个小时便能完成二氧化碳到糖的神奇转变。其合成效率达到了0.67克每升每小时，葡萄糖的碳固定合成效率达到每毫克催化剂每分钟59.8纳摩尔碳，达到了已知的国内外人工制糖的最高水平。

2025年，团队进一步实现了人工转化二氧化碳合成复杂二糖——蔗糖。蔗糖是白糖最主要的组成成分，该成果提供了一条不依赖甘蔗和甜菜种植的制糖模式。

“氛围太好了，舍不得离开”

无论是阿洛酮糖还是二氧化碳合成糖，又或者是其他科研项目，从想法到落地、从“书架”到“货架”都是漫长的过程，其间穿插着无数次的失败。

失败后如何能快速调整状态，鼓起一战再战的勇气，是团队每个成员都要面临的考验。

多年前，刚加入团队不久的杨建刚问孙媛霞：“阿洛酮糖的合成与应用时间跨度这么大，如果做不成怎么办？那坚持还有意义吗？”

孙媛霞几乎没有思考便回答道：“首先要认同这是一件有意义的事情，这是国家和产业发展的迫切需求。这个方向在理论上是可行的，或早或晚一定能做出来。”

杨建刚把这段话记在了心里。后来，一次又一次的失败打击没有将他打垮，反倒激发了他更大的热情和勇气。

面对团队里年轻的成员或是灰心沮丧的学生，杨建刚总是适时地送上宽慰：“失败也不是没意义的，失败为后面的实验提供了很好的支撑。做科研一个很有效的办法是，把所有不可能的路都试过，那就只剩下成功的那条了。”

另一位团队成员、天津工生所副研究员李娇在2020年博士毕业后留在研究所工作。令她印象最深的是，很多个晚上，做完实验的孙媛霞、杨建刚都到学生办公室去看大家。生活的烦恼、科研的压力、压抑的情绪……随着聊天，好像这一切都消解了。

“这与你选择留下有关吗？”面对记者的问题，李娇笑着说：“当然当然，团队的氛围太好了，我舍不得离开。”

未来，李娇还会把自己的经验、体会告诉后来的成员。凭借“代代相传”的智慧，这个团队将继续这份甜蜜的事业。

《中国科学报》(2026-05-20 第1版 要闻)

作者：刘如楠 来源：中国科学报

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](http://iikx.com)转发