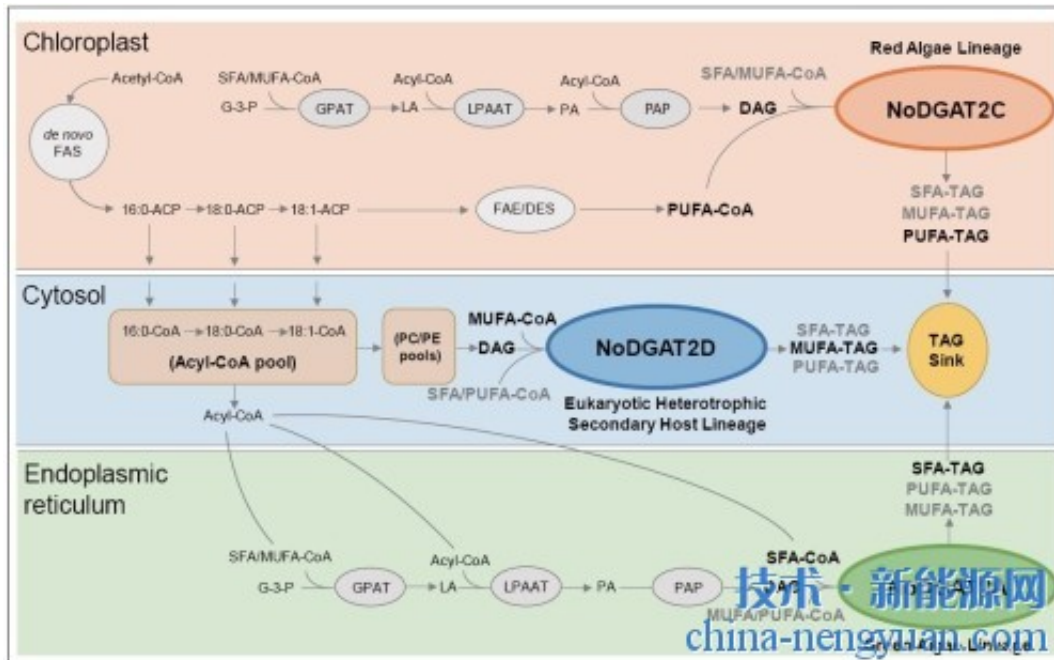


工业微藻细胞工厂进入“藻油品质定制化”时代



工业产油微藻可通过光合作用，将二氧化碳和水规模化、直接地合成为高能量密度的油脂分子（甘油三酯；TAG）。甘油三酯上脂肪酸碳链的饱和度，则决定了藻油是适合用于生物柴油，还是适合作为营养品。因此，饱和度是决定藻油的品质、用途与经济价值的最关键因素之一。但是，能否基于工业微藻底盘细胞，实现藻油饱和度的理性设计呢？中国科学院青岛生物能源与过程研究所单细胞中心率领的包括美国马里兰大学、北京大学、中科院水生生物研究所等在内的国际合作团队，通过阐明与调控微拟球藻中一系列内源II型二酰甘油酰基转移酶（DGAT2）的分工与合作机制，证明工业微藻的藻油饱和度能够定制化地人工设计，从而将微藻细胞工厂推入“藻油品质定制化”（Designer Oil）时代。该工作于10月27日在线发表于Molecular Plant。

微拟球藻是一种在世界各地均可在室外大规模培养的工业微藻，它们具有生长速度快、二氧化碳耐受能力强、强劲积累油脂、海水淡水均可培养等突出优点，因此已成为国内外生物能源领域的主要研究模式与产业代表藻种之一。微拟球藻藻油中同时含有饱和脂肪酸（SFA）、单不饱和脂肪酸（MUFA）与多不饱和脂肪酸（PUFA）。如果MUFA含量高，藻油适合作为优质液体燃料，服务于能源市场；而如果PUFA（如EPA等）含量高，藻油则更适合作为人体保健品，服务于营养品与食品市场。因此，如果能够在同一底盘细胞中实现SFA、MUFA、PUFA比例的人为调控甚至理性设计，就能实现藻油品质、用途与价值的高度可控与灵活切换。这一细胞工厂特性对于适应多变的生物能源市场需求、最大程度降低产品生产与切换的成本具有重要意义，同时对于在严酷极端环境（如火星等）下构建基于二氧化碳的“单碳光合多联产模式”，灵活可控地合成人类生存必需的能源、材料与食品具有特殊的战略价值。

单细胞中心等前期发现，在海洋微拟球藻基因组中编码有多达11个II型二酰甘油酰基转移酶编码基因（DGAT2），它们催化甘油三酯合成中的最后一步也是关键一步。动物和高等植物中常常只有1-2个DGAT2，为何海洋微拟球藻具有超出已知所有物种的DGAT2家庭成员数目呢？为了解答上述问题，研究人员通过在酵母中的表达与功能分析、在体外的酶活鉴定、进而在微拟球藻中的过表达与基因敲低等层层深入的实验策略，发现其中DGAT2A、DGAT2D与DGAT2C具有TAG合成酶活性，而且这三个DGAT2家庭成员分别偏好饱和、单不饱和和多不饱和的脂酰CoA底物。基于此，研究人员提出了比前期工作（Li, et al, Plant Cell, 2014）深入了一大步的油脂合成机制模型，认为其中分别来自于三个不同祖先的DGAT2A、DGAT2D与DGAT2C，在长期的共进化过程中，形成了迥异却互补的底物偏好性，而且在TAG合成的流水线上进行着精妙的功能分工与时空协作。

令人惊奇的是，DGAT2A、DGAT2D与DGAT2C转录本的相对丰度与TAG上SFA、MUFA与PUFA的比例呈现正相关，预示着一个精妙却简洁的藻油饱和度控制机制。利用这一点，研究人员更进一步，通过人为控制DGAT2A、DGAT2D与DGAT2C三者间转录本的相对丰度，实现了藻油中SFA、MUFA与PUFA比重的理性设计，从而生产出了饱和度“定制化”的藻油。这近二十株微拟球藻工程株的TAG产品中，SFA、MUFA与PUFA比重的变化幅度分别达到了1.3倍、3.7倍与11.2倍，说明在单一工业微藻底盘上，藻油作为燃料或营养品的用途与价值具有良好的可控性与可塑性。

本工作是青岛能源所徐健、马里兰大学李彦涛和北京大学刘进等实验室合作完成的，并得到了水生所胡强和胡晗华等研究员的帮助。论文共同一作是青岛能源所单细胞中心的辛一、路延笃和马里兰大学的Yi-Ying Lee。本论文及其前期工作得到了国家杰出青年基金、科技部863合成生物学专项、中科院含碳气体生物制造项目、山东省自然科学基金和美国自然科学基金委的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/116197.html>