

目前示范区已建成国内首个无人采油管理区,通过数字化管控实现24 h智能运维,为全球陆相页岩油开发提供了中国方案。

(综合:央视网、《科普时报》、新华网)

超级捕光机器让海洋浮游植物适应深海蓝绿光

2025年9月11日,中国科学院植物研究所研究员王文达、田利金团队首次纯化并解析了来自赫氏艾米里颗石藻的光系统I-岩藻黄素叶绿素a/c结合蛋白(PSI-FCPI)超级复合物的三维结构,在原子层面揭示了颗石藻通过扩展和优化光系统结构来适应复杂海洋光环境的机制。相关研究成果以封面文章发表于《Science》。

颗石藻是海洋中重要的浮游植物类群,能够在不同水深、光照多变的环境中实现高效光合自养生长,对海洋初级生产力具有重要贡献。然而,其光系统复合物在微观层面如何实现高效捕获与利用光能,长期以来缺乏直接结构证据。

研究团队解析发现,颗石藻

PSI-FCPI超级复合物是迄今已知真核生物中规模最大的光合膜蛋白复合体,由51个蛋白亚基和819个色素分子组成,总分子量达1.66兆道尔顿(MDa),远超已报道的真核生物PSI捕光天线复合物(约600 kDa)。其捕光截面为陆地植物(豌豆)PSI超级复合物的4~5倍。飞秒瞬态吸收光谱结果表明,该复合物的光能捕获量子转化效率超过95%,与陆生植物PSI相当,显示出独特的蛋白组装与能量传递特性。

结构分析显示,颗石藻PSI核心外围环绕着38个FCPI捕光天线,这些天线以模块化方式排列成8条放射状条带,形成“旋涡式”围绕PSI核心的巨型捕光结构。通过大量新型FCPI的精密装配,该结构显著扩展了捕光面积,并为能量传递提供了高效的空间组织基础。

进一步的色素成分分析表明,颗石藻PSI-FCPI中富含叶绿素c和岩藻黄素类胡萝卜素,这些色素在460~540 nm波段(蓝绿光与绿光)具有强吸收能力,使颗石藻能够有效利用深水区特征光谱。

此外,叶绿素c与叶绿素a之间的紧密能量耦联构建了低能量陷阱、流畅高效的能量传递网络,被认为是其实现超量子转化效率的关键因素。

“颗石藻光系统复合物的结构解析和机理研究,为理解光合生物高效的能量转化机制提

供了新的结构模型。”王文达表示,未来将以此为基础设计新型光合作用蛋白,并进一步指导人工模拟和开发高碳汇生物资源。该研究在合成生物学和气候变化应对领域均具有巨大的应用潜力。

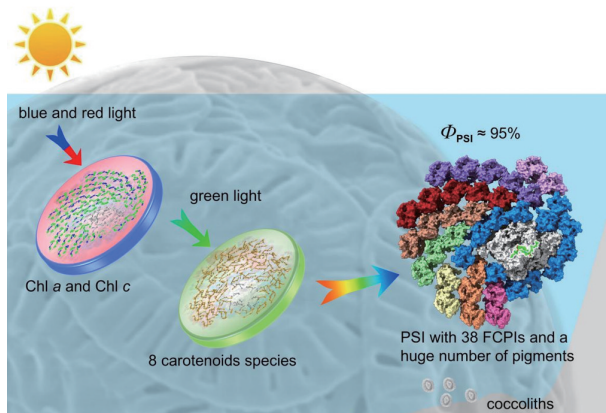
(综合:《Science》、中国科学院植物研究所官网、科学网)

共生微生物助白蚁构筑真菌园抗病屏障

白蚁与真菌的共生关系是生态学中一个复杂且重要的研究领域。以土白蚁属(*Odontotermes obesus*)为例,它们与共生真菌*Termitomyces*共同经营一座“真菌花园”,产出的真菌是整群白蚁的口粮。作为回报,白蚁会打理好花园来保护真菌。它们会通过喂养、习惯性种植、改造生长环境和收获等行为来提高“真菌花园”的产量。就像人类防治作物病虫害一样,这些“真菌农夫”也演化出了病害管理策略。

2025年9月26日,《Science》的观点文章梳理了印度科学教育与研究学院 Panchal 等的实验:*Odontotermes obesus* 如何利用释放的共生微生物来抑制致病真菌 *Pseudoxylaria* 的扩散。

当病原真菌 *Pseudoxylaria* 入侵时,白蚁会像园丁处理杂草一样,先把受污染的真菌巢梳“拔草”移除、刮净接触面,然后用一粒粒泥团把病灶“覆盖”。这些泥团不只是物理隔绝,其中含有能释放抑菌物质的微生物,同时还在局部造成缺氧环境,从两端夹击,抑制病原扩散。



颗石藻光系统I超大复合物结构及其能量转化效率

(图片来源:《Science》)



土白蚁属的白蚁在巢梳结构中
培育真菌作为营养来源
(图片来源:《Science》)

研究首先表明,高温灭菌土本身不抑菌,只有被白蚁“加工”的泥团有效;对白蚁头部与肠道提取物的对照也显示,仅含微生物的一组能抑制病菌生长。群落测序在泥团中识别出 500 余种真菌与 800 余种细菌“操作分类单元”(OTUs):除共生的 *Pseudomonas* 外, *Burkholderia*、*Serratia*、*Pantoea* 等同样具抑制力,指向一个功能冗余的“微生物联盟”而非单一“杀手菌”。

同时,白蚁会按威胁等级升级处置:局部感染的情况采取先切断、后整体掩埋的措施,难以遏制的情况则直接土覆封杀;这一“评估-分割-掩埋”流程既像人类农业的除草与覆盖抑草,也呼应蚂蚁等“真菌农夫”的社会免疫——通过群体协作、体表/分泌物抗菌因子与防御性共生微生物共同维持菌园稳态与食物安全。

这项工作也为人类提供了灵感:从自然共生网络中发掘“可种、可传”的防御型微生物及其活性分子,或能转化为更温和而稳定的作物病害管理手段,乃至用于发现新药物、农业与生物修复的天然产物。

(来源:《Science》)

机器人化探索揭开化学反应的“高维地图”

在传统化学研究中,合成反应通常是在先验经验或理论指导下选几个条件(如浓度、温度、反应时间)进行试验。科学家长期致力于理解:当你改变这些参数,反应的产率如何变化?有无意想不到的副产物?主产物是否可能切换?这些问题对应的本质,是理解化学反应在一个高维参数空间中的走向。

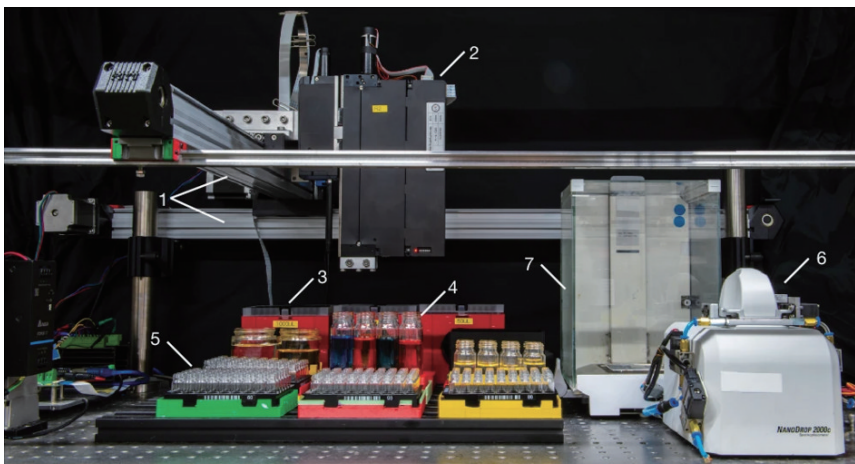
但现实中,高维空间太大,人力难以遍历,仪器成本高昂,测定产物往往需要耗时较长的色谱/质谱/核磁共振等分析手段。2025 年 9 月 24 日,韩国蔚山基础科学研究所称用自建机器人系统在数千个实验条件下系统扫描化学反应的“参数空间”,成功重建出反应网络结构、揭示隐藏的反应路径,并发现可切换不同主产物的条件区域。相关研究成果发表于《Nature》。

该平台每日可自动完成上千

个小体积反应,通过对底物、中间体和产物的紫外-可见光谱进行标定,将混合体系的光谱信号分解为各成分的线性组合,以极低成本快速估算各组分浓度。研究人员系统地对多种典型反应(如 E1 消除反应、SN1 亲核替代反应、多组分 Ugi 反应、经典 Hantzsch 合成等)在数千甚至上万点条件下进行扫描与分析,得出许多新的洞见。

平滑产率分布。对多数反应来说,当只改变连续变量(浓度、温度等)时,某一种产物的产率分布在参数空间中变化通常是“缓慢平滑”的,不会出现极其剧烈的突变。从数学上还证明,在一些常见动力学假设下,这种缓慢变化是一种普遍性质。

隐藏异常/新产物的发现。在某些窄小条件区域内,研究人员探测到异常现象,出现了在经典机制里未曾预见的副产物或化学中间体。例如,在某种 SN1 体系中,作者在低 HBr 浓度条件下探测到碳正离子二聚产物(在普



实验室自建系统的组成部分包括:(1) 水平龙门架;(2) 液体处理模块;
(3) 移液器吸头架;(4) 储备溶液;(5) 54 瓶板;(6) 紫外-可见分光光度计;(7) 溶液称量天平
(图片来源:《Nature》)