研究揭示绿藻光合作用状态转换调控的超分子结构基础

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/14584.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！

绿藻是水体和土壤中常见的光合生物，作为有机物的原初生产者在生态系统中发挥重要作用。它们具有和植物相似的两个光系统——光系统I（PSI）和光系统II（PSII），通过捕光复合物I和II（LHCI和LHCII）吸收光能并将能量传递给两个光系统，完成光驱动的电子传递和能量转换过程。在光照条件多变的自然环境中，光能在两个光系统之间的分配可能不均衡，这是由于PSI和PSII的捕光系统色素组成不同，导致它们对不同能量光子的吸收能力不同。

状态转换调控是光合生物适应光照条件变化、平衡激发能在两个光系统间分配的一种快速响应机制。当PSII被过度激发时，绿藻和植物PSII的捕光复合物LHCII被磷酸化，部分磷酸化LHCII三体与PSII解离，并与PSI结合形成PSI-LHCI-LHCII超复合物，从而增加向PSI反应中心传递的能量，实现了激发能在PSII和PSI之间的平衡分配。

相比于植物，状态转换调控对于绿藻来说更为重要，绿藻中的PSI-LHCI-LHCII超复合物亦比植物中相应的复合物更大、更复杂，包含至少2个LHCII三体。在莱茵衣藻（一种单细胞模式绿藻）中，9个不同的LhcbM蛋白（LhcbM1-9，被分为4种类型）参与形成不同组成的LHCII三聚体。因此，莱茵衣藻PSI-LHCI-LHCII超复合物的结构和组成复杂，鲜有关于何种LhcbM蛋白参与介导LHCII与PSI-LHCI复合物装配的研究，其能量传递途径也尚待通过高分辨率的结构研究来揭示。

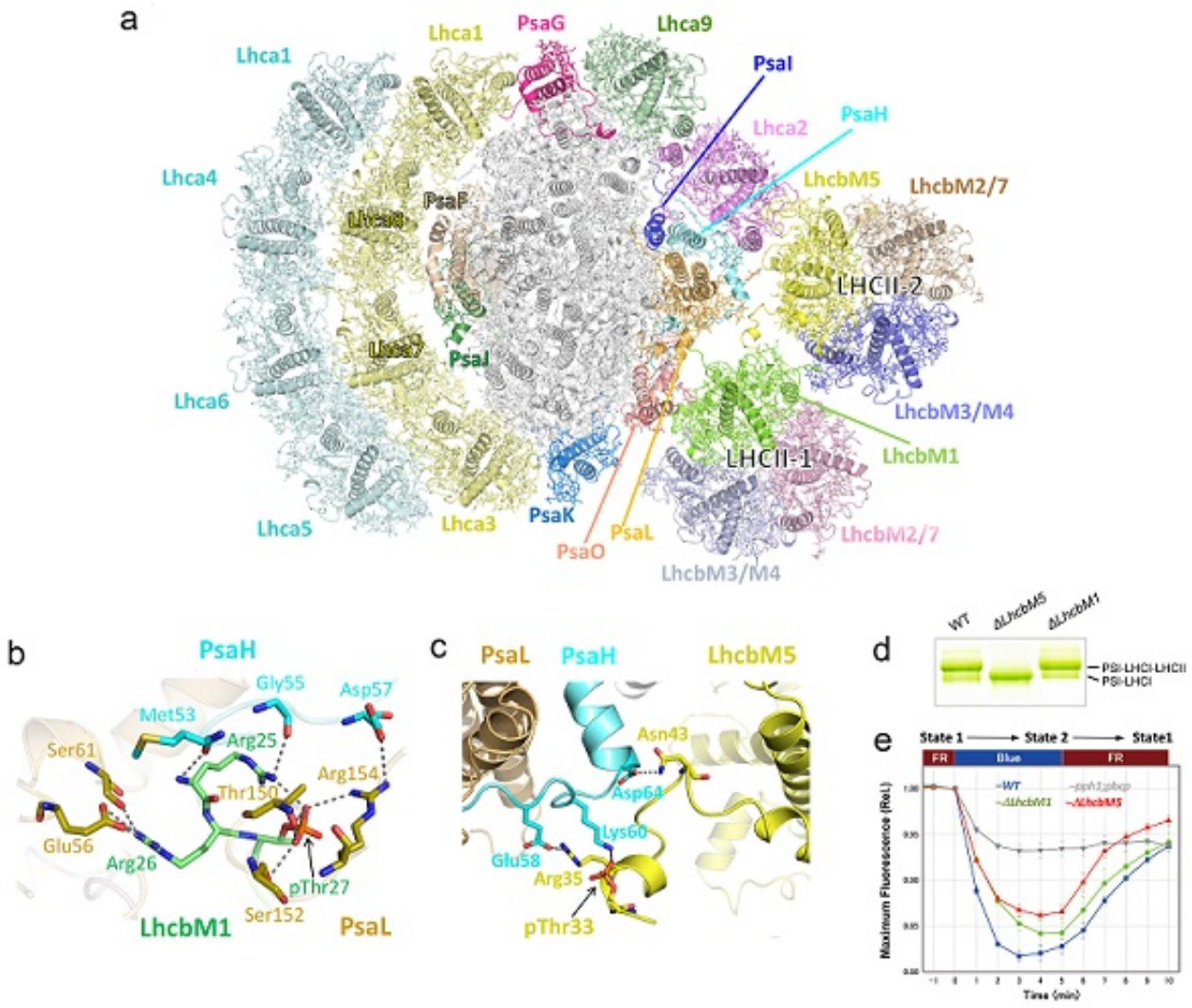
中国科学院生物物理研究所研究员李梅课题组、柳振峰课题组，联合日本国立基础生物学研究所教授Minagawa课题组，解析了莱茵衣藻PSI-LHCI-LHCII超复合物的高分辨率冷冻电镜结构。研究表明，该超分子复合体是由PSI核心在一侧结合8个LHCI蛋白，在另一侧结合2个LHCI单体和2个磷酸化LHCII三聚体，构成一个总分子量达~1100 kDa的膜蛋白-色素复合体（图a）。

基于高质量电镜密度图，研究准确指认了参与构成该超复合物的磷酸化LHCII中全部LhcbM蛋白，发现LhcbM1和LhcbM5通过它们的磷酸化氨基末端区域直接与PSI核心相互作用（图b-c），且LhcbM5还介导并稳定了PSI核心与LhcbM1之间的装配。此外，对分别缺失LhcbM1（*ΔLhcbM1*）和LhcbM5（*ΔLhcbM5*）的衣藻突变株的生化、功能和结构研究结果表明，只有LhcbM5对于超复合体的形成是必不可少的，*ΔLhcbM5*突变株的状态转换受到严重影响（图d-e）。在*ΔLhcbM1*

突变体中，LhcbM3蛋白取代了LhcbM1与
PSI结合，因而Δ*LhcbM1*突变体中仍能够形成PSI-LHCI-LHCII超复合物。该研究揭示了绿藻PSI和两种磷酸化LHCII之间的特异相互作用和潜在的激发能转移途径，为理解光合作用状态转换的分子机理和进化演变过程提供了新见解。

7月8日，相关研究成果以*Structural basis of LhcbM5-mediated state transitions in green algae*为题，发表在*Nature Plants*上
。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项（B类）、中科院前沿科学重点研究计划的资助。数据收集和样品分析等工作获得生物物理所生物成像中心、蛋白质科学研究平台等的支持。

论文链接



莱茵衣藻PSI-LHCI-LHCII复合物

研究团队单位：生物物理研究所

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