上海有机所等发现催化竞争性2+2及4+2环加成反应的天然酶

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21752.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！

上海有机所等发现催化竞争性2+2及
4+2环加成反应的天然酶

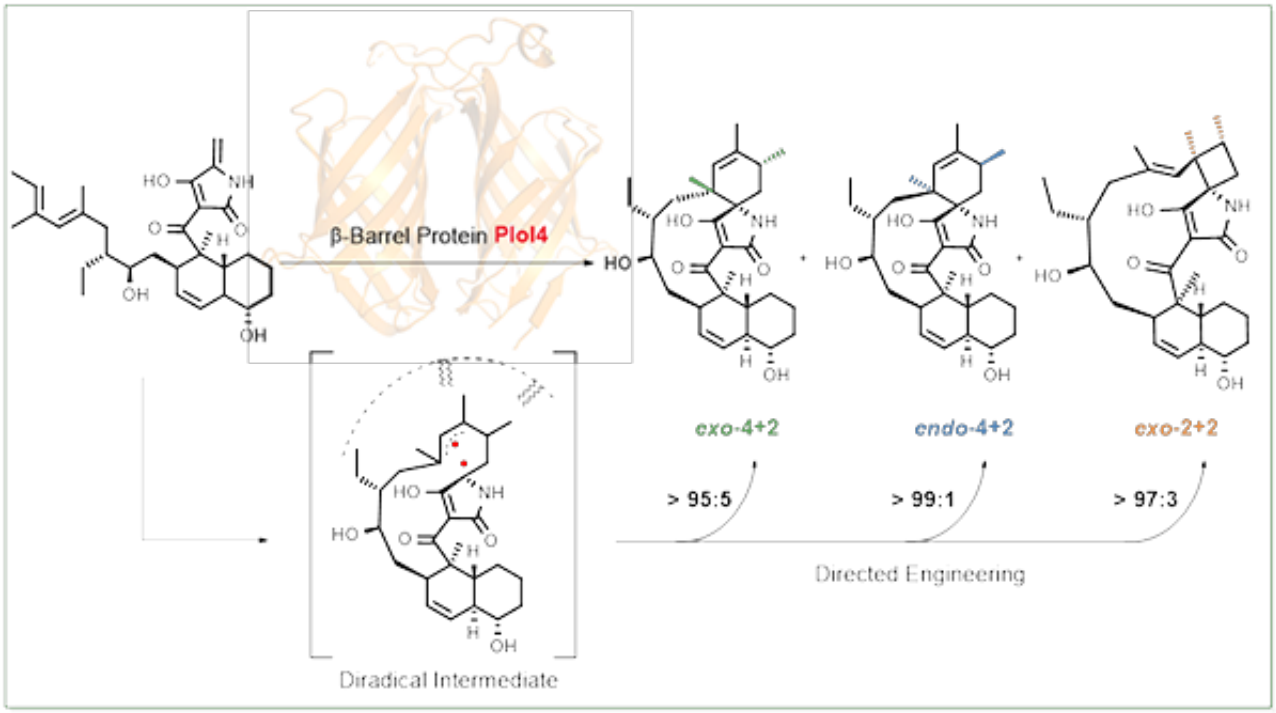
。中国科学院上海有机化学研究所研究员刘文、潘李锋，与美国加州大学洛杉矶分校化学系Ken. N. Houk实验室合作，在*Nature Chemistry*上，发表了题为*A cyclase that catalyses competing 2+2 and 4+2cycloadditions*
的研究论文。该研究发现了一个可以催化竞争性的2+2及4+2环加成反应的新型环加成酶，并基于计算辅助的定向进化设计对其催化选择性进行了精准调控，为后续环加成酶的开发及工业化应用奠定了重要基础。

环加成反应是化学合成中应用最广泛的反应之一，可有效实现杂环、螺环和桥环的手性构筑，其机理研究和结果预测是伍德沃德-霍夫曼规则和前沿轨道理论的重要成就。化学家开发了多种金属和小分子催化剂，用于催化环加成反应及其区域、立体选择性的调控。自然界通过各种酶来实现这些环化反应，包括催化协同4+2环化的Diels-
Alderases，但具有2+2环化酶活性的生物合成酶尚未发现。

刘文课题组的前期研究发现了两步完全酶依赖的协同4+2环化反应，负责手性萘环和螺环的形成，用于吡咯吲哚霉素五环刚性骨架的构筑，为证实Diels-Alderase的天然存在提供了有力证据（*J. Am. Chem. Soc.*, 2012, *134,* 17342-17345；*Nat. Chem. Biol.*, 2015, *11,*
259-265）。刘文课题组与潘李锋课题组和K. N. Houk课题组合作，基于晶体结构和化学计算对相应酶促反应的协同发生机制进行了探究和验证（*Cell Chem. Biol.*, 2016, *23*, 352-360；*Cell. Chem. Biol.* 2018, *25*, 718-727；*J. Am. Chem. Soc.* 2020, *142*, 20232-20239；*J. Am. Chem. Soc.* 2022, *144*, 5099-5107）。本研究在吡咯孢素（吡咯吲哚霉素的结构类似物）的生物合成途径中发现了负责手性螺环形成的新型环加成酶。该酶为一类β-
桶状折叠的环
化酶，不依赖光的激活，而
当以咯吲哚霉素中间体作为底物时，除了*exo*-和*endo*
-4+2加成产物以外，还产生了*exo*
-2+2加成产物。利用结构生物学和计算化学的手段，研究解析了该酶催不同环加成反应、实现区域和立体选择性调控的分子机制，推导并验证了经由双自由基中间体、产生热力学上有利的4+2和动力学上有利的2+2产物的反应过程。通过定向进化，研究对该酶的化学和立体选择性进行了精准调控，获得了分别催化*exo*-4+2、*endo*-4+2及*exo*-2+2单一环加成反应的突变蛋白。

该研究报道了罕见的非光激活的酶促2+2环加成反应，提供了通过酶与底物共进化的过程改善催化选择性和酶活性的范例。研究工作得到科技部、国家自然科学基金、中科院及上海市科学技术委员会等的支持。

论文链接



β-桶状蛋白催化的竞争性2+2/4+2环加成反应及基于选择性调控的定向进化

研究团队单位：上海有机化学研究所

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