



面向世界科技前沿, 面向国家重大需求, 面向国民经济主战场, 率先实现科学技术跨越发展, 率先建成国家创新人才高地, 率先建成国家高水平科技智库, 率先建设国际一流科研机构。

——中国科学院办院方针



首页 组织机构 科学研究 人才教育 学部与院士 资源条件 科学普及 党建与创新文化 信息公开 专题

搜索

首页 > 科研进展

青岛能源所等提出结晶纤维素降解新模式

文章来源: 青岛生物能源与过程研究所 发布时间: 2018-04-19 【字号: 小 中 大】

我要分享

纤维素的降解主要依靠细菌和真菌等微生物分泌纤维素酶完成。一般来说, 纤维素酶按照其催化功能可分为3大类: 外切-β-1,4-葡聚糖酶(exo-β-1,4-glucanases/cellobiohydrolases), 内切-β-1,4-葡聚糖酶(endo-β-1,4-glucanases)和β-葡萄糖苷酶(β-1,4-glucosidases)。研究表明, 结晶纤维素的彻底降解至少需要这3组纤维素酶的协同作用: 外切酶水解纤维素的结晶区, 从纤维素链的还原端(reducing end)或非还原端(non-reducing end)开始持续水解, 释放纤维二糖, 是水解天然纤维素底物的首要条件; 内切酶主要作用于纤维素的非结晶区, 随机水解纤维素链中的糖苷键, 把纤维素的长链切断, 变成大量不同聚合度的纤维素短链, 使得纤维素分子的聚合度降低, 可供外切酶作用的纤维素链末端数增加; β-葡萄糖苷酶则主要水解纤维二糖和可溶性纤维寡糖, 最终将纤维素转化为可利用的葡萄糖。在这个过程中, 主要的限速步骤是外切酶对结晶纤维素的水解, 目前发现的外切酶存在数量少、效率不高的问题。

近年来有科学家发现有一种内切酶也可以作用于结晶纤维素, 像外切酶一样从结晶表面剥离出一条纤维素单链以后在上面持续滑动, 命名为持续性内切纤维素酶。与传统外切酶的“threading(穿针)”不同, 持续性内切纤维素酶的催化结构域是开放的裂隙, 每走一步释放一个纤维四糖。因此, 虽然水解效率提高了, 但是与底物的亲和力不够强, 容易脱落, 导致整体效率仍然无法提高。中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究员李福利带领的分子微生物工程研究组在一株嗜热纤维素降解菌株Clostridium cellulosi CS-4-4中发现了一个多模块的持续性内切纤维素酶CcCel19A (Appl Environ Microbiol, 2014, 80(8): 2592-2601), 该酶每滑动一步释放一个纤维四糖, 而且含有多达5个底物结合模块(CBM), 保证了酶和底物的有效吸附, 整体水解效率比之前报道提高一倍。研究组与山东大学微生物技术研究院教授王禄山及青岛能源所蛋白质设计研究组研究员姚礼山合作, 使CcCel19A的各个模块及活性中心关键位点的功能得到解析。结果表明, CcCel19A中C末端的CBM3b模块主要负责破坏结晶结构, 中间的3个CBM2模块协助吸附底物, 而靠近催化结构域的CBM3c模块的功能是为活性中心提供纤维素单链, 其表面非常平坦, 相当于把活性中心的底物结合位点延长到13个亚位点。当单链进入活性中心以后, 底物结合亚位点+1/+2利用氢键作用力使底物与CBM3c模块分离, 然后产物释放亚位点-4~-1将单链拉动到-4位置, 催化位点在+1与-1之间将单链切断, 纤维四糖释放(图1)。总之, CcCel19A通过多个CBM模块, 13个底物结合亚位点以及大产物(纤维四糖)的释放来增强底物和酶的相互作用, 大大弥补了开放催化结构域的不足。基于以上研究结果, 研究人员提出了多模块持续性内切纤维素酶降解结晶底物的新模式——“wirewalking(走钢丝)”模式, 相关论文已于近日被Biomacromolecules 杂志接收, 助理研究员张坤迪为第一作者, 李福利与王禄山为共同通讯作者。

该研究获得了科技部“973”基础研究计划、国家自然科学基金以及山东省自然科学基金的支持。

论文链接

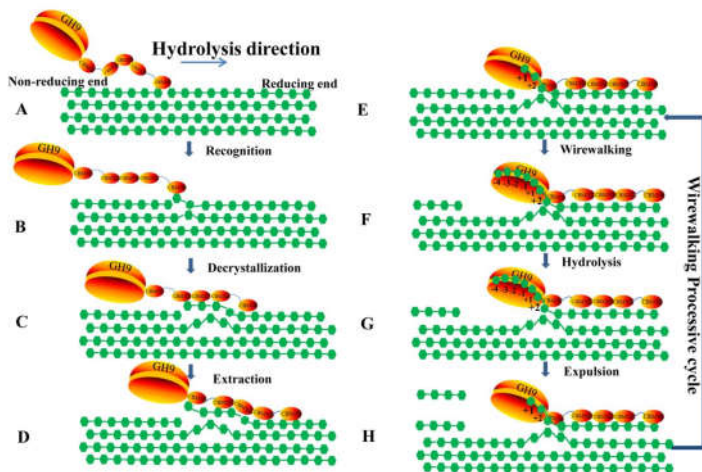


图: 持续性内切纤维素酶CcCel19A的“走钢丝”工作模式

热点新闻

中科院党组学习研讨药物研发和...

- 中科院大举行2018级本科生开学典礼
中科院“百人计划”“千人计划”青年项...
中国散裂中子源通过国家验收
我国成功发射两颗北斗导航卫星
中科院与青海省举行科技合作座谈会

视频推荐



专题推荐



(责任编辑:叶瑞优)



© 1996 - 2018 中国科学院 版权所有 京ICP备05002857号 京公网安备110402500047号 联系我们
地址:北京市三里河路52号 邮编:100864