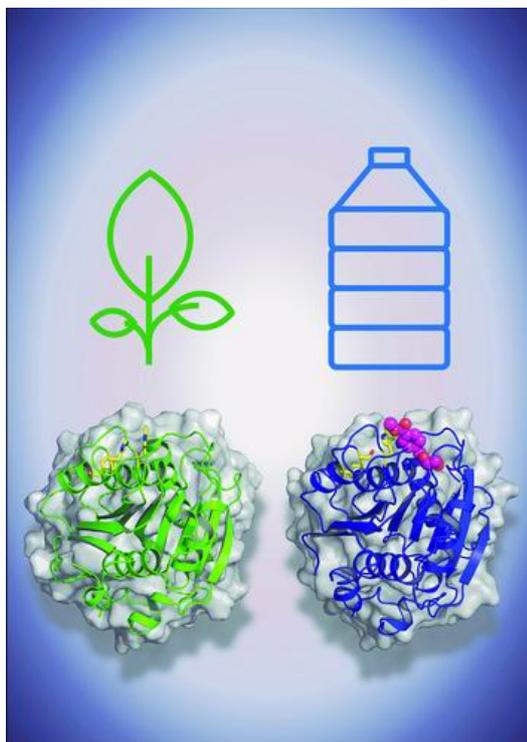


作者: 李晨 来源: 中国科学报 发布时间: 2021/5/21 13:01:46

选择字号: 小 中 大

## 换上这个“小元件”，细菌就能“吃”塑料



图左为角质酶，换个关键元件（小二元体），即可创制成图右的新型塑料降解酶。研发团队供图

自然界有一种能“吃”聚对苯二甲酸乙二酯（PET塑料）的细菌，它依靠一种特殊的酶将PET水解成可利用的小分子。目前为止还没有找到第二种能“吃”PET的细菌。

这种细菌分泌的酶真的与众不同吗？为什么能在同类酶中脱颖而出，练就“吃”塑料的独门绝技？

5月20日，《自然—催化》在线发表了湖北大学生命科学学院、省部共建生物催化与酶工程国家重点实验室教授郭瑞庭团队的最新成果，他们发现这种细菌在不到100年的时间内进化出这种特殊的酶，具备与众不同的结构，使其能够降解体积较大的PET分子。基于此，科学家可以开发出多种新型PET降解酶。

### 自然界独一无二的塑料降解酶

塑料废弃物在环境和生态系统中造成污染，这已成为一个严重问题。

PET是生产与消耗量最多的塑料之一，目前全球年产量已近7000万吨。由于其防水、耐热、抗酸碱腐蚀，所以大量运用在食品饮料包装和人造纤维中，大多数矿泉水瓶原料就是PET。大部分PET废弃物以土地掩埋或焚烧法来处理。

论文共同通讯作者郭瑞庭告诉《中国科学报》，PET的回收率仅有10%左右，而目前较常使用的物理或化学回收法都有其局限性。“因此，发展温和绿色的生物降解法处理PET废弃物，是人类社会寻求可持续发展的重要课题。”

PET为聚酯大分子，“理论上有可能被能够降解酯键的酶所水解，然而大量的芳香环以及结构致密的结晶区，使得PET对于酶介导的作用有非常强的抗性。因此，寻找更为有效的PET降解酶是开发生物降解P


 International Science Editing  
25年英语母语润色专家


 发明专利 5个月授权  
提高授权率 提高授权数量 免费润色评估

 1200+ 专业资深  
英文母语编辑  
涵盖420+热门  
研究领域  

 促进优秀科技成果的  
交流与传播  
助中国科研学者提升  
国际影响力

 云集苏州 创赢未来  
GATHER IN SUZHOU CREATE A FUTURE

 SCI英文论文润色翻译服务  
SCI不录用不收费，不收定金

#### 相关新闻

#### 相关论文

- 1 两部委公布首批国家交通运输科普基地名单
- 2 世界最大冰山在南极洲形成
- 3 单碱基编辑首次应用于非人灵长类模型
- 4 福建一布氏菌疫情由生山羊奶引发，提示食源风险
- 5 让遵义会议精神永放光芒
- 6 一篇论文解锁“东方魔稻”密码
- 7 贵州：撕掉“绝对贫困”的千年标签
- 8 100万种生物面临灭绝？呵护自然刻不容缓

#### 图片新闻


[>>更多](#)

#### 一周新闻排行

- 1 吴孟超院士逝世，享年99岁
- 2 2021软科世界一流学科排名发布
- 3 你不知道的吴孟超：吉尼斯世界纪录创造者
- 4 祝融驶上火星表面
- 5 面对致死20人的失温，我们能做些什么？
- 6 31省区市新增本土确诊2例 在安徽
- 7 两院院士大会今日召开
- 8 中国50强研究机构出炉！两年轻大学跻身前5
- 9 多所高校停招硕博！研究生培养迎重大调整？
- 10 引发争议的地铁站名已确定：西安工大·武德路站

[编辑部推荐博文](#)

ET技术的核心”。论文共同第一作者、湖北大学教授陈纯琪在接受《中国科学报》采访时说。

塑料性质稳定，一般认为需要数百年时间才可能被自然分解。2016年，日本科学家在大阪近郊的PET回收处分离了一株能“吃”PET的细菌Ideonella sakaiensis。

这株细菌分泌的能够将PET水解成小分子的酶被称为IsPETase，分解后的小分子MHET与TPA可以被这种细菌吸收利用。

“IsPETase是目前为止唯一在自然界演化产生的真正意义上的PET降解酶。”郭瑞庭说，不过，IsPETase并不是一个全新的酶，而是属于一种古老的酶种——角质酶。

论文共同通讯作者、湖北大学副教授戴隆海介绍，角质酶原本是微生物用来分解植物角质层的。研究发现，古老的角质酶分解PET的活力非常低，但与角质酶结构非常相似的IsPETase却能够很好地水解PET。

“PET问世不到70年，细菌为何能够在这么短的时间内把角质酶转变成PET降解酶？”郭瑞庭说，其中的奥秘始终没有被揭开。

#### 解析大小二元体

郭瑞庭与陈纯琪团队长期从事蛋白质结构与功能分析。此前，他们已经联手解析了IsPETase的晶体结构。

2017年，他们首度在国际上报道了IsPETase的晶体结构与酶和底物类似物的复合体结构。

陈纯琪介绍，他们发现，与经典的角质酶相比，IsPETase有3个主要结构特征：IsPETase的第二底物结合域多了一段，可能与PET的结合有关；IsPETase比经典的角质酶多出一对二硫键，作用在于稳定上述结构域多出的一段；IsPETase第一底物结合域较为宽阔，这是因为一个关键的底物结合氨基酸W185采取多样构型，导致底物结合口袋可能出现较为宽阔的构象。

2020年，他们又对比IsPETase与角质酶的蛋白质结构，发现角质酶的底物结合区较为狭窄，比较适合作用于形状细长的角质，而不利于作用在构造较为宽大的PET上。

论文共同通讯作者、湖北大学副教授黄建文介绍，他们根据上述3个结构特征寻找更多具有降解PET活性的酶。

然而，利用第一个和第二个特征找到的酶降解PET的活力依然很低。“于是我们转而专注于第三项特征。”黄建文说。

于是，他们有了新发现。

论文共同第一作者、中科院天津工业生物技术研究所助理研究员韩旭介绍，IsPETase底物结合区的组成与角质酶是一样的，但IsPETase底物结合区的氨基酸W185可以自由摆动。

“当PET结合到IsPETase上时，氨基酸W185会往下压低一些。如此一来，底物结合区的空间就变得较为开阔，这样就能够容纳较大的PET分子。”陈纯琪说。

郭瑞庭告诉《中国科学报》，所有的角质酶在相对位置都具有这个色氨酸，但是在所有角质酶里面，这个色氨酸侧链的方向都是固定的。为什么同样的氨基酸，在两种相似的酶里会展现不同的构象变化呢？这么细微的差异真的是造成IsPETase与角质酶降解PET活力高低不同的关键因素吗？面对这两个问题，郭瑞庭团队开始了深入的解析。

研究人员进一步分析色氨酸邻近的区域，发现在所有角质酶中，色氨酸下方由组氨酸与苯丙氨酸这两个侧链较大的氨基酸（简称大二元体）支撑着，它们就像支架一样固定住了色氨酸，使其无法转动。

而在IsPETase中，氨基酸W185下方则是丝氨酸和异亮氨酸（简称小二元体），它们的侧链基团较小，固定不住W185。“因此，W185就能自由摆动，IsPETase的底物结合区也就能够伸缩自如了。”陈纯琪说。

有趣的是，将IsPETase的小二元体换成大二元体，PET降解的活性就会大幅下降；反之，将角质酶中的大二元体换成小二元体，降解PET的活性就会大幅提升。

#### 寻找更多塑料降解酶

“由此可知，大小二元体的转换极有可能就是产生一个PET降解酶最关键的条件。”戴隆海说，考察密码子可以发现，只需要突变3个碱基就能够将大二元体变成小二元体，而累积3个突变位点是有可能在短时间之内发生的。

- 海阔凭鱼路，天高任鸟飞——我的非正式简历
- 那一代知识分子和那个时代都在远去
- 碎片化阅读和碎片化思考是学术研究的大敌
- 金属矿床成因思想发展简史III-英雄岁月
- 教学呈现：布鲁纳教学理论的抓手
- 东亚与北美晚中新世大型食肉动物的命运

[更多>>](#)

郭瑞庭认为，由此可以推论，为了快速适应生存环境中堆积的大量PET废弃物，细菌在古老的角质酶中导入突变，将之转变成了一个有效的PET降解酶，用以分解PET作为能量的来源。

“微生物在短时间内选择了突变角质酶来分解PET，显示这可能是产生一个PET降解酶最快速有效的途径。”郭瑞庭说，这些结果为大自然应对并分解塑料的演化过程提出理论根据，也揭示了自然界在短时间演化出更多塑料降解酶机制的可能性。

此外，“导入小二元体是创制更多性质优良的PET降解酶的一个有效的策略。”陈纯琪说，他们已经利用这个方法获得了多个新型的PET降解酶，而这一系列的新酶将为发展生物降解塑料技术创造重要价值。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41929-021-00616-y>

版权声明：凡本网注明“来源：中国科学报、科学网、科学新闻杂志”的所有作品，网站转载，请在正文上方注明来源和作者，且不得对内容作实质性改动；微信公众号、头条号等新媒体平台，转载请联系授权。邮箱：shouquan@stimes.cn。

打印 发E-mail给:

关于我们 | 网站声明 | 服务条款 | 联系方式 | 中国科学报社 京ICP备07017567号-12 京公网安备 11010802032783

Copyright © 2007-2021 中国科学报社 All Rights Reserved

地址：北京市海淀区中关村南一条乙三号

电话：010-62580783