
农用地膜完全降解，改造酶做到了

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/22910.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！

农用地膜完全降解，改造酶做到了。

农田提供给我们丰富的农作物，然而农用地膜的大量使用给土地带来严重白色污染。近年来，人们对PBAT塑料和农用地膜危害的关注度明显提高，科学家们也投入精力不断研发塑料降解技术。

近日，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和武汉大学教授刘映乐在《自然—通讯》(Nature Communications)上发表最新研究论文。该研究利用结构生物学和酶学等技术，发现角质酶可以实现高效降解多聚物PBAT，同时阐明了相关的催化机制。杨钰副教授、闵鉴副教授和硕士生薛婷为本文共同第一作者，郭瑞庭、湖北大学教授陈纯琪及为共同通讯作者。

两天快速降解PBAT塑料

PBAT是一种由己二酸、丁二醇和对苯二甲酸缩聚而成的新一代塑料。它有着和塑料PET类似的分子结构。因其具有优良的延展性、热稳定性和可塑性等特性，被广泛应用于农业(农用地膜)、纺织业以及食品包装等产业。然而随着PBAT的广泛应用，也造成了PBAT废塑料的大量积累，对环境造成了很大的压力。

论文共同通讯作者郭瑞庭告诉《中国科学报》，一直以来，生物酶法绿色降解塑料是塑料污染问题的最佳方案。然而，PBAT塑料具有规则的晶体状分子结构，聚合物纤维排列得非常紧密，寻找能够咀嚼PBAT的降解酶非常困难。

为了解决上述难题，郭瑞庭团队通过大规模筛选、寻找合适的酶，终于发现一种用于降解PBAT地膜塑料的角质酶TfCut。这种酶可以在两天内快速的将PBAT地膜分解成大碎片、小颗粒直至完全消失。

四种产物可否变成单一产物？

进一步对PBAT降解过程中间物进行分离和鉴定，他们发现主要有三种中间产物，分别是BTa，ABTa和TaBTa(Ta=TPA)，以及终产物TPA。观察这四种中间产物的变化发现，ABTa和TaBTa会在8小时左右达到最高值后逐渐下降至消失。48小时后，反应产物主要是TPA和BTa。

PBAT降解产物有许多种可能，但是角质酶TfCut降解PBAT过程中却只出现了这四种产物。值得注意的是，这四种产物都是以TPA为末端，因此我们推测TfCut角质酶降解PBAT可能存在一种独特的降解机制。论文共同通讯作者、湖北大学教授陈纯琪说。

值得注意的是，PBAT原料之一TPA来自于原油。受供需关系影响，近年原油价格持续走高，PBAT生产成本大幅上涨，产业链条下游波动较大，造成不确定性增加。

论文共同通讯作者、武汉大学教授刘映乐说，如果可以将PBAT降解产物归拢到TPA上，重新回收并用于合成PBAT或者其他多聚物，就可以实现PBAT循环利用的目的，大大减少原油消耗，这将具有良好的产业应用价值。

变产物为原料：减少原油消耗

郭瑞庭团队前期发现，将角质酶TfCut的大二元体(H224-F228)改造成小二元体(S224-I228)后，降解PET塑料的活性明显升高。

于是，他们将该策略应用到PBAT的降解。结果发现，改造的TfCut小二元体突变(TfCut-DM)对PBAT降解48小时后只剩下TPA。论文共同第一作者、湖北大学副教授杨钰认为，该结果将有利于实现将来多聚物PBAT的降解后TPA的循环利用。

此外，该研究发现，拥有小二元体的TfCut同样可以高效降解被紫外线UV照射后已经发生交联反应的更难于降解的PBAT。这一发现为角质酶降解PBAT的应用研究打下坚实的基础。

论文共同第一作者、湖北大学副教授闵鉴介绍，通过比较降解过程中的复合体晶体结构，他们发现，野生型角质酶TfCut的活性区入口处较为突出。而改造后的角质酶TfCut-DM活性区入口处较为平坦，更有利于PBAT长链的结合，因此从结构上根本解释了TfCut-DM降解活力提高的原因。

郭瑞庭指出，野生型角质酶降解PBAT的终产物为BTa和TPA，而改造后的角质酶TfCut-DM酶活性更高，终产物为TPA，将更有利于实现PBAT酶水解后产物的回收循环利用。

该研究将为实现生物法降解多聚物PBAT并循环利用终产物TPA奠定基础。上述研究得到了科技部国家重点研发计划、湖北省洪山实验室、国家自然科学基金、湖北省创新群体和湖北省杰出青年基金等项目的资助。(来源：中国科学报 李晨)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37374-3>

作者：郭瑞庭等 来源：《自然—通讯》

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](http://www.iikx.com)转发