
科学家揭秘微生物自我牺牲行为演化机制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/32462.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！

科学家揭秘微生物自我牺牲行为演化机制。蜜蜂的自杀式攻击是自然界的生存智慧之一，工蜂尾针刺入人体后强行挣脱时会撕裂内脏死亡，但蜇刺释放的报警信息素能瞬间召集同伴，被蜇者皮肤残留的毒液还会增强其他蜜蜂的攻击性，形成蜂群的连锁防御策略。

虽然个体生命消逝，但个体行为有效保护了蜂巢安全。这种自我牺牲行为在生物界广泛存在。然而，在生物演化过程中始终存在着一个谜题：既然这些个体无法存活下来繁殖后代，相关的基因似乎应该逐渐消失。那么，这种行为是如何在自然选择过程中得以延续的呢？

记者从中国科学院深圳先进技术研究院了解到，近日，该院定量合成生物学全国重点实验室研究员黄术强及傅雄飞团队联合在《国际微生物生态学会期刊》发表最新研究，通过定量合成生物学方法揭示了微生物如何在压力环境中通过自我牺牲行为实现群体生存的新机制。

论文上线截图 深圳先进院供图

?

研究团队基于合成生物学技术，在前人构建的具有"自我牺牲"行为的牺牲者（Self-destructive cooperation, SDC）菌株基础上，进一步构建了作弊者（Cheater）菌株。牺牲者菌株内置裂解蛋白，受外界刺激后破裂释放 β -内酰胺酶，定向降解抗生素以降低环境压力。实验显示，该机制通过进化选择显著提升了菌群适应性——牺牲者虽死亡，但其酶解作用使群体存活率提高。这种可控的协同进化模型证实：微生物群落中通过环境压力调控的利他行为可以在种群内部获得显著进化优势。

那么，这种极端的演化模式在物种进化的过程中为何能一直存在呢？

理论研究显示，强分散环境可显著促进自我牺牲行为的进化：当微生物被分隔为1到2个个体的微单元时，有单独个体繁衍出的群体具有统一的基因型，牺牲者"群体通过主动消亡释放降解抗生素的公共产物，使牺牲者群体存活率在压力刺激下得以提升；而"作弊者"群体中因没有个体贡献而整个群体逐渐被淘汰。

研究人员介绍，尽管理论分析表明，在强分散的环境中，自我牺牲行为可以维持并演化，但实验验证依然面临许多挑战。主要难点在于：如何构建一个可重复的实验方案来准确模拟这种行为及其与作弊者之间的关系，以及整个演化过程。

而可重复实验的难点在于：如何保证在添加抗生素时，细菌密度的一致性，在强分散环境下，菌株的生长差异非常大。在合成生物研究重大科技基础设施的助力下，机器替代了人手将每块384孔板加入不同体积的菌液的操作，高通量、标准化、自动化的机器完成了繁琐的手工实验，解决了技术性难题，提高了实验效率和数据的一致性。

通过自动化实验平台证实：分散强度与选择压力都会影响自我牺牲行为的演化结果——弱分散操作有利于作弊者的演化，而强分散操作更有利于牺牲者的演化，该效应随抗生素浓度（环境压力）升高呈指数增强。

该研究拓展了演化生物学研究中经典的群体选择理论，揭示了强分散如何促进自我牺牲行为的演化，为理解利他行为的演化机制提供了新的视角。同时，该研究展示了定量合成生物学与重大科技基础设施在探索复杂演化现象中的巨大潜力。该发现不仅有助于解析自然界中极端利他行为的演化逻辑，还可能为生物膜控制、抗生素耐药性治理等实际应用领域提供新的理论指导。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1093/ismejo/wraf043>

作者：黄术强等 来源：《国际微生物生态学会期刊》

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://iikx.com)转发