

---

# 研究人员首次在自然界分子尺度上发现分形

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26835.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！*

研究人员首次在自然界分子尺度上发现分形。近日，一项发表于《自然》的研究报道了细长聚球藻这种蓝细菌产生的一种酶——柠檬酸合酶，可以自我组装形成谢尔宾斯基三角形。这是一种在较小尺度上重复的数学分形。

分形简单来讲就是一个几何形状，它可以分成数个部分，分出来的每一部分与这个几何形状整体缩小后的形状近似，即具有自相似性。宏观尺度的分形在自然界中普遍存在，如宝塔菜花或蕨类植物的叶片。但迄今，人们从未在分子尺度上识别出规则的分形。

柠檬酸合酶是大多数生物体内三羧酸循环的一部分。而三羧酸循环是一系列产生能量的化学反应，是需氧生物体内普遍存在的代谢途径。

德国马克斯·普朗克陆地微生物研究所的Georg Hochberg和同事发现，细长聚球藻产生的柠檬酸合酶以一种不同寻常的构形存在，即谢尔宾斯基三角形，它由很多个形状一样的三角形组成。

柠檬酸合酶由一个单体组成，可以组装成不同的形状。Hochberg团队通过电子显微镜发现，在细长聚球藻中，柠檬酸合酶可以组装成包含6个单体的三角形，它可以与另外两个6单体组成的三角形结合，形成包含18个单体的三角形，这个三角形还可以与另外两个与其相同的三角形结合，形成包含54个单体的三角形，最终形成了类似谢尔宾斯基三角形的形状。

通过将分形酶的基因序列与其他菌进行比较，研究人员追溯了其进化史，发现它最终只存在于细长聚球藻这一种蓝细菌中。他们虽然怀疑柠檬酸合酶自组装成分形可能细长聚球藻给带来了一些进化优势，但在实验中，去除这种酶不会出现任何明显的效果。细长聚球藻似乎并不在乎它是否存在。研究团队成员Franziska Sendker说。

也许自然界中可能有更多这种复杂分形形状，只是因为人们还没有真正寻找过它们。英国牛津大学的Ard Louis说，分形很简单，它们应该相对容易进化出来。即使不具有适应性，它们也很可能广泛存在于蛋白质复合物中。

德国达姆施塔特工业大学的Nico Bruns认为，可以尝试将其组合成三维形状，作为一个具有明确内部和外部边缘的纳米尺寸容器，设计出蛋白质笼或胶囊，可以用来封装和释放其他分子。（来源：中国科学报 许悦）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07287-2>

---

作者：Georg Hochberg 来源：《自然》

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