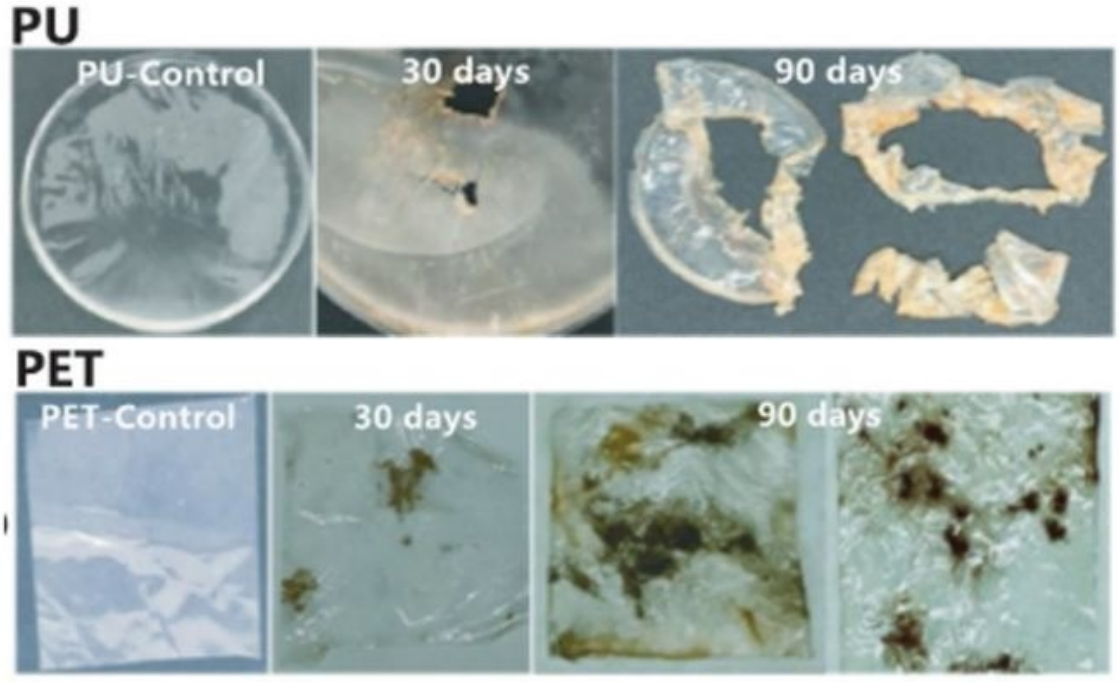
2025年10月31日 新世界时报 NEW WORLD TIMES

科学家发现能“吃”塑料的蘑菇



F.vanettenii真菌作用90天发生生物降解的PU薄膜和PET薄膜

倘若某一天，我们生活中的塑料突然消失，世界会变成什么样？

从日常生活的秩序崩塌，到工业生产的停滞、医疗急救的困境，再到粮食安全受胁、产业链集体停摆——人类社会与全球经济将瞬间陷入一场系统性混乱。

毕竟，塑料早已经渗透进我们生活中的每一个角落，为我们带来了巨大便利。然而，它也悄然成为全球环境治理的一大难题，持续威胁着生态系统的正常运转和人类健康。

面对这个棘手问题，看似不起眼的蘑菇（真菌），正凭借其独特的生理特性，成为破解塑料污染的黑马。今天，就让我们跟着科学家的研究，一探真菌在降解塑料方面的非凡潜力！

塑料的“白色困境”：它们为何难缠？

虽统称为塑料，但其本质是一系列高分子材料的集合。比如常用作饮料瓶的聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、用于家居用品与涂料的聚氨酯（PU）、制作一次性泡沫饭盒的聚苯乙烯（PS）、生产购物袋与水桶的聚乙烯（PE）等。

这些塑料因化学性质稳定、抗降解能力强，成为环境中难以清除的“顽固分子”。

研究数据显示，聚氨酯（PU）约占城市塑料垃圾的5%左右，而聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）更是占据全球固体垃圾的12%。这些塑料在自然环境中可能需要数十年甚至数百年才能分解。在这漫长的降解过程中，它们不仅会破坏土壤结构、污染水源，还可能被生物误食，导致生物死亡或健康受损。

传统的塑料处理方式效果有限，且副作用明显：焚烧会产生有毒气体并加剧空气污染，填埋则会占用土地，还可能污染地下水[3]。面对这一困境，科学家将目光投向了自然界中的“分解高手”——真菌。

真菌：自然界的“分解专家”

提到真菌，如果你只想到香菇、草菇、杏鲍菇、松茸、平菇、牛肝菌等食用菌，那可就太小瞧他们了！真菌是一个极其庞大的类群，据估计，地球上真菌有150万到600万种，而目前已被描述的真菌仅有12万余种，即便算上那些“吃完一起躺板板”的有毒种类，这些能吃或不能吃的常见真菌，也仅仅是庞大真菌家族中的极小部分。

真菌没有叶绿素，无法像植物一样通过光合作用制造养分，而是靠分泌酶类分解外界有机物获取能量[1]。在自然界中，枯枝落叶、动物残骸等有机物质，大多依靠真菌的“消化”作用，才能转化为无机物回归土壤，完成生态循环。

更值得关注的是，部分真菌能分泌多种特殊酶类，这些酶能切断化合物中稳定的化学键，从而加速塑料聚合物的降解。

真菌新发现：：一种真菌，竟能“吞噬”多种塑料！

中国科学院昆明植物研究所的研究团队，从土壤-植物系统中筛选出一种名为Fusarium vanettenii的真菌。实验表明，这种真菌能同时降解聚氨酯（PU）和聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）两种塑料。

在培养的七天内，该真菌可快速生长定殖并让薄膜褪色；培养90天后，两种塑料的结构完整性和拉伸性能均明显减弱——其中PU薄膜质量减少了19.7%，PET薄膜质量减少了6.63%。

通过扫描电镜（SEM）观察，可清晰看到塑料表面被真菌的菌丝侵蚀，出现大量裂缝和孔洞；傅里叶变换红外光谱检测也发现，塑料中的亚甲基、羰基等关键化学键发生断裂，直接证明塑料的分子结构被分解。此外，液体基础培养期试验也取得了相似结果，表明该真菌在固相和液相环境中都能促进塑料的降解。

研究还发现，在降解过程中，Fusarium vanettenii会大量分泌脂肪酶、角质酶和漆酶。在这些酶的协同作用下，塑料聚合物会被分解成小分子化合物，比如PU会被分解为丙二醇、己酸等，PET会被分解为对苯二甲酸、邻苯二酚等。之后，真菌还能进一步吸收这些小分子，通过自身代谢将其转化为生长所需的能量，真正实现“变废为宝”。

餐桌上的“环保英雄”：你吃的蘑菇也能降解塑料？

除了上述筛选出的特殊真菌，我们日常食用的蘑菇也展现出一定的塑料降解能力。研究人员以平菇（Pleurotus ostreatus）鲍鱼菇（P. abalones）和双孢蘑菇（Agaricus bisporus）为对象展开了实验。

在以聚乙烯（PE）、聚苯乙烯（PS）为唯一碳源的培养基中培养这些蘑菇。7天后发现，这三种蘑菇的生物量均有明显增加，且在双孢蘑菇还检测到了漆酶活性——生物量增加说明蘑菇利用塑料获取了养分，漆酶活性则证明它通过分泌酶来分解塑料。

实验还进一步确定了这些蘑菇降解塑料的适宜条件。由于不同种类的蘑菇具有不同的生长特性，以双孢蘑菇为例，在37℃、盐浓度0.05 mol/L的环境中，它的生长速度更快，漆酶活性更高，降解塑料的效率也更优。在三种食用菌中，双孢蘑菇的表现最为突出，无论是生物量增长幅度还是漆酶活性强度，都证明它是降解聚乙烯（PE）、聚苯乙烯（PS）的优质候选菌种。

回到最初的问题：蘑菇能否破解地球的塑料危机？目前的答案是：它们提供了充满希望的方向，但并非唯一的解决方案。真正告别“白色污染”，仍需从源头减少塑料使用、完善回收体系，并结合多种治理技术协同努力。

目前，关于真菌降解塑料的研究仍在推进。从发现食用蘑菇的降解潜力，到筛选出能同时降解对苯二甲酸乙二醇酯（PET）和聚氨酯（PU）的Fusarium vanettenii菌种。科学家们正在为混合塑料废弃物的生物处理技术提供新的菌种资源和理论依据——或许未来某天，我们真能靠这些小小的“蘑菇工程师”，还地球一个没有塑料污染的清新环境。

一朵花背后的数学法则，造就了95%的光合奇迹

如果你仔细看过向日葵的花盘或雏菊的花瓣，就会发现一个奇怪的规律：向日葵花盘上的小籽和雏菊的花瓣并不是随意排列的，而是沿着一圈圈弯曲的螺旋线生长。更神奇的是，这些螺旋线的数量往往是8、13、21或34条——这些数字看似偶然，但其实属于同一个严谨的数学序列：斐波那契数列。斐波那契数列不仅藏在花朵里，还出现在大自然的各个角落：松果的鳞片、鹦鹉螺的贝壳形态，甚至是银河系的悬臂和台风的云带都是斐波那契数列的形态。

不过，最近我们团队（中国科学院植物研究所）有了新发现：斐波那契不仅出现在我们肉眼可见的宏观世界，还悄悄写进了微观生物的身体结构内。在显微镜下，我们团队观察到一种叫颗石藻（Coccolithophores）的海洋浮游植物，在其进行光合作用的叶绿体光合膜蛋白上也存在斐波那契数列，而这一神奇的设计，竟然帮助它把光能转化效率提升到惊人的95%。

斐波那契数列背后的数学密码

斐波那契数列是一个非常简单却充满魔力的数列，其每一项都等于前两项之和，从0和1开始，0、1、1、2、3、5、8、13、21、34……看似普通的数列，却广泛存在于自然界。

为什么会这样？因为这种排列方式往往能带来最高的效率。

举个例子：一棵向日葵要在花盘上尽可能多地排列种子，如果排得太密，种子会互相挤压；如果排得太疏，又浪费了空间。经过进化，大自然选择了斐波那契螺旋排列，让种子之间的间距最均匀，既不拥挤也不浪费空间。

同样的规律，也出现在松果的鳞片、菠萝的外皮，甚至是贝壳的生长曲线中。我们把这种按斐波那契规律展开的螺旋叫做黄金螺旋。它不仅高效，还因为在视觉上，由一系列按斐波那契数列递增的正方形和内切圆弧构成，符合黄金分割比例而显得和谐流畅。

科学家认为，这种规律之所以如此普遍，是因为在进化中，遵循斐波那契螺旋的生物能更好地利用光、空气和生长空间，因而在生存竞争中更容易胜出。换句话说，斐波那契螺旋是进化的结果。

颗石藻上的微型斐波那契数列

这一成功的进化就在颗石藻中展现的淋漓尽致。

颗石藻是一种生活在海洋中的浮游生物，它们个头极其微小，单个细胞直径只有几微米，用肉眼完全看不到。它们最特别的地方，在于它们会在细胞外用碳酸钙结晶堆砌出一片片小鳞片，然后像瓦片一样拼成外壳。这些鳞片被称作“颗石”，因此得名颗石藻。

别看它们个体渺小，历史地位却很重要。早在白垩纪，颗石藻就已经在海洋中大量繁盛，并且通过光合作用不断把二氧化碳固定下来，同时沉积下厚厚的碳酸钙外壳。这些碳酸钙外壳沉淀下来后就行了白色的岩层——地质学上将其称为白垩，因此换句话说，白垩纪其实就是因颗石藻而得名的。

今天，颗石藻依然是全球海洋中数量庞大的浮游植物，既是海洋食物链的基础，也在全球碳循环中扮演着不可或缺的角色。它们一边进行光合作用吸收二氧化碳，一边把碳固定为其细胞内的有机物和碳酸钙外形式的外壳，最终沉入深海，成为地球上天然的“双重”碳存储库。

在最新的研究中，我们团队使用冷冻电镜技术解析了颗石藻的一种特殊光合作用复合体——光系统I。它在光合作用中负责把捕获到的光能转化为电子能量，为细胞后续的二氧化碳固定提供动力。

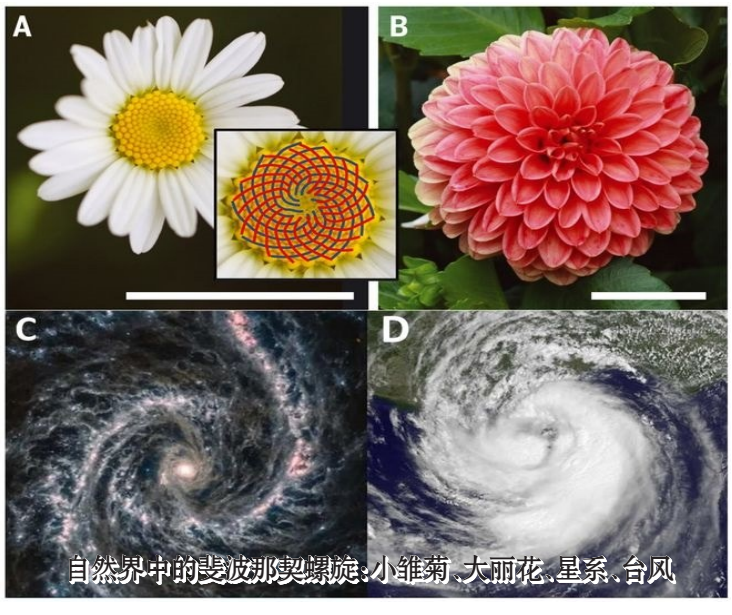
在颗石藻叶绿体膜上约30纳米的微观空间中，这个光系统I并不是孤零零工作的，而是被38个捕光天线蛋白围绕，就像一圈天线一样不断收集外部的光子，并把能量源源不断传递进核心。研究发现，这38个天线分成8条带状簇，像花瓣一样环绕在中心。数字8恰好是斐波那契数列中的一个成员，这种几何排列方式或许正是颗石藻在进化中找到的最佳方案。

更令人惊讶的是，我们团队还发现，这套庞大的光合作用机器内部包含了819个色素分子，包括叶绿素a、叶绿素c以及岩藻黄素等。不同色素能吸收不同波段的光线，这让颗石藻在海水中也能高效捕获蓝绿光和绿光——这些是海水中最不容易被完全削弱的光波段。

研究结果则表明，这个超复合体在光能捕获和能量传递环节的量子效率高达95%。换句话说，在100个光子进入这套系统后，有95个的能量能被顺利传递到反应中心并转化为电子。颗石藻的光系统I的这一转化效率水平，远高于许多陆地植物的同类系统。

为什么颗石藻能做到这一点？我们推测，斐波那契式的几何排列在其中起到了关键作用。8条带状天线簇环绕在核心周围，就像整齐排布的接力队伍，让能量在复杂的分子网络里快速而有序地传递，避免了混乱和浪费。与此同时，不同类型的色素分子共同协作，让它们能够利用海水中仍能穿透的蓝绿光，从而适应多变的海洋环境。进一步研究其中蕴藏的生物力学和物理学规律，有望揭示这一微观世界的“黄金螺旋”奥秘。

从进化角度看，颗石藻能从白垩纪繁盛至今，并在全球碳循环中占据一席之地，可能正是依靠了这套高效的光合作用机器。人类或许也能从中得到启示，在未来的能源利用与可持续发展中寻找新的灵感。



自然界中的斐波那契螺旋：小雏菊、大丽花、星系、台风