

《阿凡达》里的发光植物现实中还真的有

生物发光作为一种自然现象,应用研究前景广阔,亟待开发成功

你是否想象过自己穿越到电影《阿凡达》的境地? 暗夜里,不插电,不接线,真菌、植物以及大量水生生物发出幽光……

近日,一则蘑菇会发光的新闻引来众多网友的围观。这种来自中国科学院西双版纳热带植物园的蘑菇,白天看上去就是“平平无奇”的乳白色小蘑菇,到了夜晚则会发出绿色的荧光,就如同进入了神奇的阿凡达世界一般。

人们发出一连串追问:“蘑菇为什么会发光”“还有哪些生物会发光”“发光生物可为未来科技带来哪些畅想”……为此,记者采访了相关领域的科学家。

1 发光蘑菇已知至少有 97 种

泰勒·洛克伍德,是美国著名蘑菇摄影师。2013年8月,他怎么也没想到自己在中国云南的西双版纳热带植物园参加“数码技术监测雨林动态培训班”期间,竟有一次难忘的“偶遇”。

“我在吃完晚饭回家的路上,穿过一片竹林时,遇到了发光的蘑菇。其明显特征是具有侧柄和宽阔的球状孔。”泰勒·洛克伍德说。

然而,直到在那年夏天之前,科学界显然不知道这个属的胶孔菌会发光。

“这种拇指大小的菌菇,只会长在百竹园上一年被砍掉而腐烂的竹子根部,晚上会发出绿色的光。我们观察发现,在最初的菌丝阶段,以及末期阶段子实体成熟阶段,它的光特别亮。”西双版纳热带植物园环境教育中心科普专家刘光裕告诉记者,这是种菌暂定名为“东京胶孔菌”——这里的东京与日本无关,而与越南北部旧称“东京”有关。它属于孔菌类群,可分泌一种胶质的物质,蚂蚁、蜗牛都爱吃它,其孢子也较常见的真菌更大。子实体在末期之所以会发出醒目的光,可能有利于吸引节肢动物代为传播孢子。但到目前为止,人们对它的了解还很少,这不是不是一个新种,也还没有完全确定。

2018年,中国科学院昆明植物研究所木本资源发掘与农林复合系统构建团队许建初研究组与印度科学家合作,在印度东北部开展了多次联合考察。考察队在梅加拉邦一处竹林枯死的竹茎上,也发现一种罗里多菌属的发光真菌,2020年9月,他们在国际期刊《植物分类群》上,发表了这个新种。

2 由表及里对发光生物的认识正逐渐深入

发光生物是自然界的奇妙创造,除了真菌和细菌,植物、动物都有一些发光的类群。从细菌到鱼类,海洋中有好几千种发光生物。海洋生物发光,是它们一种必备的“生存技能”——生物发光有的可以被同类识别,有的可以当作钓饵,有的作传情的信号,有的用于迷惑“敌人”。

据文献报道,在牙买加的牡蛎湾和波多黎各的一些地方,人们常会看到海上的“磷光”现象,这是发光植物甲藻聚集的结果。在海水的扰动或冲击作用下,一片甲藻能发出每平方米0.1微瓦的光芒,黑夜中甲藻聚集在一起,所发出的光则足以引人瞩目。报道分析,甲藻是多种浮游小动物的饵料。聚集的甲藻在激荡的海水中发光,会让浮游小动物不能安心进食。因而可以减少甲藻被捕食的机会。此外,光痕也可暴露这些小动物的位置,使鱼虾更容易捕获它们,从而间接帮助了甲藻。

海洋中的发光水母早已为人们所熟知,水母发光蛋白原理已见大量的科学报道。科学家发现,许多水母都能发光。不同于其他动物的发光系统,水母发光全仗一种叫埃奎林的蛋白质,当其遇到钙离子就能发出较强的蓝色光来。据称,每只水母平均只含有50微克的埃奎林,但发出的光能却相当于292.6千焦。至于水母为什么能贮藏如此多能量,在很大程度上还是个谜。

在漆黑的海洋深处,时常出现游动的

“发光真菌依靠萤光素酶而发光,萤光素在有氧的情况下,被萤光素酶催化而发生反应时,会从其子实体或菌丝就会发出光。”许建初研究员介绍,由于在医学、农业与生态环境传感器等方面的广泛应用,生物发光真菌一直受到人们的极大关注。此前的研究认为,真菌发光特性是生态适应的体现,主要是吸引昆虫、保护自己免受食肉动物的侵害,在孢子散布机制方面比其他真菌更具优势。

据2021年4月号《万物》期刊报道,澳大利亚有一种被称为“幽灵真菌”的萤光菌,同样具有生物发光能力,它能产生萤光素的化学物质,在发生化学反应时,会以绿色荧光的形式释放能量。“有人认为这种光可以吸引帮助真菌传播孢子的昆虫,不过目前未有定论。”报道还指出,人类很久以前就已经认识了萤光菌,早在2000多年前,古希腊哲学家亚里士多德就曾在著作中描述过此类真菌。

许建初告诉记者,发光真菌的研究、利用的潜力很大。近期,他的团队不仅在继续研究早期发现的发光真菌,同时还在云南省西双版纳州、丽江市等地相继发现会发光的真菌,正等待发表。到目前,全球已知有97种生物发光真菌类群。

点点“灯火”,给宁静的海底世界带来生命的信息。在众多发光的鱼类中,灯笼鱼只是其中的一种。它们身体上有能发出晶莹夺目光泽的圆形小发光器,因发光器形似灯笼而得名。发光器发出红、蓝、紫等各种颜色,远远望去,荧光闪闪。发出的光可用来诱捕猎物,迷惑天敌,引诱配偶,以利于集群生活。

而陆地上“挂灯笼”的萤火虫,是发光生物中的明星。

“生物荧光是进化生物学最有趣的现象之一,主要用于警戒和求偶交流。因此,自达尔文时期甚至更早,具有生物荧光的类群就吸引着众多生物学家。”中国科学院昆明动物研究所实验师董志巍说,萤火虫是最著名的陆生发光生物,其中一些属有限的地理分布和种群稀有性,使其分子系统发育关系仍有诸多不确定性,限制了对生物荧光起源与进化这一有趣现象的探讨。

董志巍与同事刘贵春等与西双版纳热带植物园陈兴等合作,利用二代基因组浅层测序,对昆明动物研究所自2002年以来收集的共计15个属23种部分亚洲萤火虫样品进行测序,获得线粒体基因组和核糖体DNA,其中11属22种萤火虫的线粒体基因组和核糖体DNA均为首次报道。深入研究表明,萤火虫的共同祖先已具有成虫生物荧光。这些工作,也完善了亚洲萤火虫的系统发育研究,并为深入揭示全世界萤火虫的系统发育关系提供了重要数据。



发光的水母。

3 发光生物的应用研究前景广阔

生物发光作为一种自然现象,最先应用于海洋捕捞,渔民根据不同的“海火”判别鱼群,提高捕鱼效率。“海火”还可以为航海者指出暗礁、浅滩,避免海难事故。在早期,“海火”还可在军事上被用于发现敌舰、判断鱼雷和潜艇走向。

生物发光的原理,还能用于新型光源的制造,如现在使用的荧光灯和各种节能灯。生物光不产生热量,如果这种光源在易爆物质的贮存库和充满易燃易爆气体的矿井里,在化学武器贮存库和弹药库里应用,将是最安全的照明设施。如果用于战场,隐蔽性好,不易暴露目标。生物光源亟待开发成功。

另据报道,俄罗斯科学院生物有机化学研究所和莫斯科大学生物系的科研人员利用基因移植法,将发光蘑菇的几个基因转移到烟草的DNA中,首次培育出在夜间可以发光的植物。

莫斯科大学生物学植物园经理弗拉基米尔·丘布教授称,多年来,俄科研人员一直试图从萤火虫、细菌中移植发光基因来培育发光植物,但久未获得成功。此前,他们在研究蘑菇等生物发光时发现,发光是由极精细的反应引起的,而在植物中可以找到发光所需的物质。在后来的研究中,俄研究人员将发光蘑菇的几个基因转移到烟草DNA中,便培育出发光亮度比蘑菇高得多的烟草植物。

弗拉基米尔·丘布说,研究发现,转基因植物发出的光变化很大,植物的幼枝,尤其是花朵发出的光更亮,发出的光不断变化,可以在植物的叶子上显示出奇异的图案和波浪,白天,生物发光的强度也会变化。他还称,植物稳定的发光不会产生有毒物质,也不会影响植物正常生长和发育。

研究发现,在熄灯后,烟草的发光亮度会迅速增加。如果几天内灯光一直关闭,则植株的会根据自身的生物钟持续发光。这表明,生物发光的机制反映了植物的代谢速率,也包括机械损伤方面的原因。如果用刀切割植株,用特殊方法可以发现伤口的位置怎样开始发光,植物的“疼痛”信号迅速通过神经开始传播。“研究发光植物的机理,可以使我们发现意想不到的现象;如果伤害了植物,它就会像受伤的人一样感到疼痛。”弗拉基米尔·丘布说。

有专家指出,如果把在烟草上取得的成果转移到花卉上,能研发出许多可用来装饰房屋和公共场所的发光植物,因此这项科研成果具有很好的商业前景。

此外,目前一些发光细菌已经被分离出来,正通过实验室进行培养。因有毒的化学物质、重金属离子、抗生素、化学治疗剂、农药等会影响细菌发光,所以科研人员用了发光细菌作为敏感指标物,来测定有毒有害物的含量。一些医院的研究人员,也正在使用细菌生物光测量能安全有效杀死癌肿瘤的药物剂量。

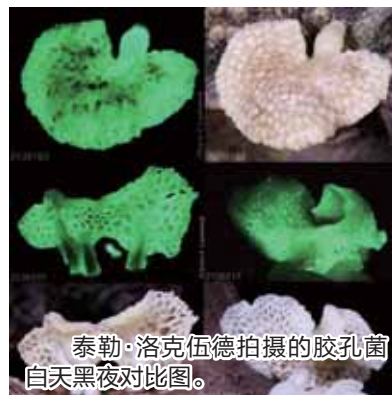
而借助荧光蛋白的发光属性,自2018年起,北京大学李毓龙实验室就开发了可基因编码的一系列监测神经递质的荧光探针,即GRAB探针系列,其中即包括多巴胺探针。李毓龙告诉记者,他们所创新的方法,最重要、最有趣的是“让细胞自己发光”。

最近,他们成功研发出经过优化的第二代绿色荧光探针,荧光更亮,结合神经递质后,信号变化更为显著。此外,新型红色荧光探针可实现对多巴胺的监测,从先前的单一绿色荧光,拓展到多色荧光。因此,新型探针可以更容易与神经科学领域其他重要技术——如钙成像、光遗传学等结合使用。新型探针也为相关药物筛选优化提供了新的可能。

据新华网



中外科学家联合考察发现的发光真菌。



泰勒·洛克伍德拍摄的胶孔菌白天黑夜对比图。



俄科学家培育的会发光的烟草植株。