

海洋里“捞”出塑料“吞噬者”

■本报见习记者 田瑞颖 记者 廖彦

为减少不可降解塑料的增量,越来越多的国家开始采取“禁塑令”等措施。但全球每年仍有约 1.5 亿吨塑料垃圾进入陆地和海洋环境。如何帮助地球“消化”海量的不可降解塑料?寻找能“吃”塑料的微生物,成为近年来科学家关注的焦点。

近日,中国科学院海洋研究所研究员孙超岷团队经过多年攻关,首次发现能有效降解聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚乙烯(PE)两种塑料的海洋微生物菌群和酶——仅需两周,它们就能将最难降解的 PE 塑料“吃”成碎片。相关研究成果发表于《危险材料》。

小菌群大作用

塑料是一类高分子聚合物的统称,包括聚乙烯、聚丙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚苯乙烯和聚氯乙烯等。

2016 年,日本京都工艺纤维大学科学家发现了能有效降解 PET 塑料的微生物,这一消息让众多科学家为之振奋。

虽然目前许多科学家正在寻找能有效降解塑料的微生物及酶,但对最难降解、体量最大的 PE 塑料,却一直没有办法。

“PE 塑料具有优异的化学稳定性,比 PET 等其他类型的塑料更难降解,而生活中常见的一次性塑料袋、农用地膜等几乎都是 PE 塑料。研制出有效降解 PE 塑料的生物制品,对于消除白色污染至关重要。”孙超岷在接受《中国科学报》采访时说。

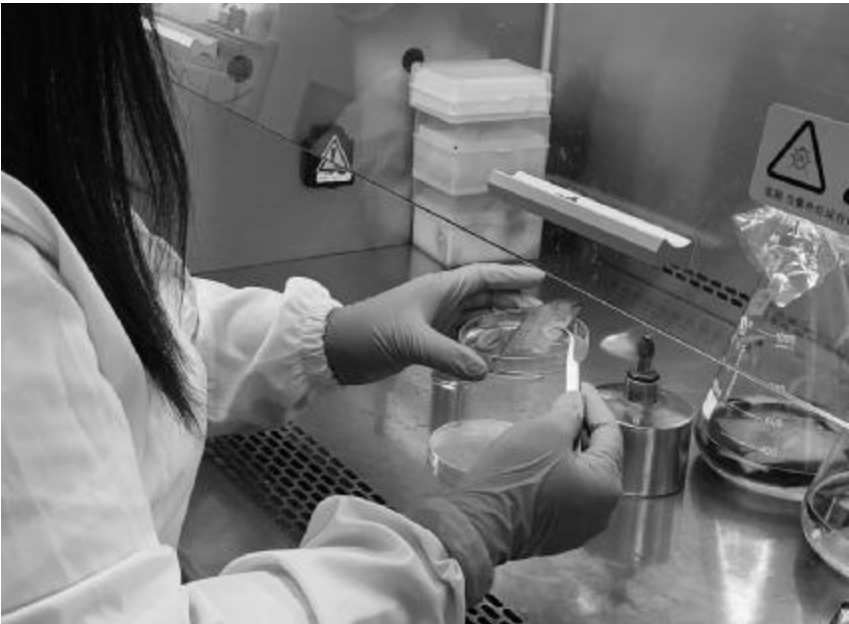
微生物无处不在,是否有能“吃”掉 PE 塑料的微生物?如果有,又该去哪儿找呢?

“全世界的塑料垃圾只有约 9% 得到回收再利用,其余大部分被焚烧、填埋或直接遗弃在自然环境中,而海洋正是塑料垃圾最终流向之一。”孙超岷告诉记者。

“百川归海”,他决定向海洋要答案。“海洋是塑料的主要承载地,相应地,很多海洋微生物在与塑料的长期共存中也进化出一系列塑料降解系统,其产生的塑料降解酶也成为发展塑料降解酶制剂的绝佳候选材料。”

孙超岷进一步解释道,“塑料聚合物主要被微生物胞外酶解聚成短链或小分子物质,随后转运到细胞内彻底氧化。细菌可产生多种胞外酶降解塑料大分子,如脂酶、解聚酶、酯酶、蛋白酶、角质酶、脲酶和脱水酶等。”

“塑料可以转化成微生物自身生长所需的能源物质,微生物最终可以将塑料分解成对环境完全无害的二氧化碳、水等产物。”中国科学院海洋研究所博



研究人员正在做实验。

中国科学院海洋研究所供图

士高蓉蓉说。

中国科学院理化技术研究所研究员、工程塑料国家工程研究中心主任李君晖认为,“对于解决塑料增量问题,推行可降解塑料是主要途径,但对于解决不可降解塑料的存量问题,运用微生物进行降解是非常好的研究方向。”

大海捞“菌”

寻找能“吃”掉 PE 塑料的微生物,可谓大海捞针。

“适者生存,海洋中的微生物适应了高盐、高压、黑暗等极端环境,产生了一些陆地环境无法形成的天然产物,例如具有特殊功能的抗生素和酶等,这些是生物制品非常好的资源库。”孙超岷告诉记者。

2016 年,在与海洋微生物打了多年交道后,孙超岷带领团队开始了这场也许没有结果的寻“菌”征程。

起初,他们在青岛近海受塑料污染较严重的水域浴场采集了上千份塑料垃圾,并对其中的菌群进行培育筛选,然而两年多的工作几乎没有进展。就在大家一筹莫展之时,偶然发现有一个菌群能有效定殖在矿泉水瓶盖,这让整个团队兴奋起来。

但菌群中含有很多微生物,并非所有微生物都能分解塑料,在进一步剔除“打酱油”的微生物、精准锁定能“吃”掉 PE 塑料的微生物后,孙超岷团队又耗时近 3 年获得了相应的微生物纯培养,并人工复配了能有效降解 PE 塑料的菌

群,最终结合不同手段找到了降解 PE 塑料的相应酶。

“在筛选能降解 PE 塑料的微生物的过程中,我们常常几个月都在重复失败的结果,最难时也曾想过放弃,但庆幸的是,我们坚持下来了,也正是大量失败的经验促使我们最终得到能“吃”塑料的菌群,这是一种量变引起质变的过程。”高蓉蓉感慨道。

在孙超岷看来,很多研究团队没有持续下去的原因,一方面是塑料作为近百年才出现的新型污染物,自然界的微生物还没有进化出高效降解塑料的成熟系统,筛选起来犹如大海捞针。另一方面,微生物降解塑料的效果短时间内肉眼难以观察,需要借助特殊的仪器检测。

“科学研究需要持续坐‘冷板凳’,项目没有拿到结果,是很难得到资助的,而对于有潜力但又有危险性的课题,尤其是从‘0’到‘1’的课题,国家应该给予更多资助。”孙超岷表示。

“我们的研究为 PE 塑料的降解打开了一扇门,但‘登堂入室’后还需开展更多工作。”孙超岷告诉记者,“目前,团队还在精细研究酶的结构及作用机制,试图通过突变的方式找到更高效降解 PE 塑料的酶,并把不同的酶合在一起形成酶系,最终发展为塑料降解酶制剂。”

此外,孙超岷团队还在尝试用不同比例复配微生物菌群,希望通过调整不同微生物个体的比例,提高 PE 塑料降解效率。

研究发现,按照当前热电材料产生电能的效率,中午在保温模式下,这种微纳材料覆盖的热电模块可产生 69 毫瓦/平方米的电能。夜间在散热模式下也能产生约 24 毫瓦/平方米的电能。

“人体表面约 1.6 平方米,正午最大能产生 110 毫瓦的功率。我们平时使用的耳机功率约十几毫瓦,所以它完全可以给耳机充电。”李强说,“智能手机的功率约 5 瓦,因此目前还不能为手机充电。”

李强解释说,衣服和皮肤的温度差肯定不能太大,否则会灼伤皮肤,所以利用这个温差也有一定的局限性。另一个能够提升发电功率的因素是热电模块的温度电压系数,“但这是热电材料的问题,还需要进一步提高材料科技水平。”

研究人员希望,随着相关技术的逐步提高,这种功能可用来为人们的可穿戴电子设备供电。

微纳热管理或有大应用

热辐射是热量传递的 3 种方式之一。热辐射在热管理、能源利用、红外隐身及红外检测等领域发挥着重要作用。近年来,随着微纳光子学发展,法布里-珀罗光腔、光栅、光子晶体以及超表面等微纳结构研究愈发成熟,人们将这些结构应用到热辐射中,为热辐射的光谱和空间调控提供了基础,使通过热辐射途径调控人体和外界热交换成为可能。

加强学科交叉

“目前,团队发现的微生物菌群和酶还只能在实验室小规模条件下实现对塑料垃圾的部分降解,距离产业化应用还有一段较长的路要走。”孙超岷坦言。

他希望能研制出塑料降解生物制剂,并在密闭的反应器中处理塑料垃圾,对相应的降解产物进行回收再利用。“目前所使用的菌群都是常见的微生物,不会造成生物安全及二次污染问题。”

在孙超岷看来,可降解塑料全面取代传统塑料之前,后者仍具有一定的生存空间,研制塑料降解生物制品对解决已经形成和未来新增的塑料污染问题具有重要意义。

“消除地球上的白色污染,不能单靠几个团队或几个专业,必须全社会通力合作,才能突破传统塑料的降解技术瓶颈。未来,我们希望能与其他不同学科的研究团队共同努力,研制出高效降解塑料垃圾的生物制品。”孙超岷说。

在李君晖看来,利用微生物降解塑料和研制可降解塑料,虽然是两个相差较大的领域,但存在互补性。“两个学科需要更多地交叉,未来也一定会有更多的相互补充。”

“禁塑令”应循序渐进

目前,全国绝大多数省份已经发布塑料污染治理相关实施方案或行动计划。2020 年 12 月 1 日,《海南经济特区禁止一次性不可降解塑料制品规定》正式实施,意味着海南正式全面禁止一次性不可降解塑料袋、塑料餐饮具等塑料制品。

但李君晖指出,真正可靠的塑料制品是全生物降解塑料,由于目前各地出台的政策缺乏统一标准,致使“部分可降解”塑料混迹市场,更尴尬的是,“全生物降解塑料”目前的产量仍无法满足实际市场需求”。

他还发现,“禁塑令”存在一些执法“盲点”,对于在市场“明面”上流通的塑料,监管相对容易,而对于通过物流手段交易的塑料产品,监管起来却非常困难。

“国家应该尽快统一标准,这样一方面减少重复标准制定,另一方面便于统一管理。此外,政策制定还应循序渐进,不应‘一刀切’。对于超市等渠道销售的塑料袋等产品价格,应该进行一定的干预,以防过高价格和利润引起民众对禁塑令的抵触,并滋生廉价违规塑料制品的地下交易。”李君晖表示。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125928>。

本报讯(记者郑金武)近日,自然资源保护协会(NRDC)线上发布《政府与企业促进个人低碳消费的案例研究》报告。报告梳理了中国地方政府和企业推动个人低碳消费的现有案例,重点评估了武汉、深圳、南京、北京、成都、上海等城市及外卖、物流等行业领军企业推动个人低碳消费的行动,并在此基础上对未来建设低碳消费环境、推动个人践行低碳消费提出建议。

公开数据显示,中国人均碳排放量约为 7 吨。据《大型城市居民消费低碳潜力分析》测算,在 1000 万人口的中国大型城市里,若在衣食住行上选择使用低碳产品或服务,个人年均减排潜力超 1 吨。

报告发现,多地政府为推动个人低碳消费进行了碳积分方面的尝试,如武汉市推出“碳宝贝”项目。北京市开展“绿色出行碳普惠”项目。广东省、成都市还将碳市场与碳积分体系关联形成碳普惠系统,以促进碳积分体系的可持续发展。

报告指出,企业主要通过 3 种方式开展低碳消费推广。首先,围绕自身业务进行创新,为用户提供具有低碳属性的产品和服务。以美团外卖为例,该公司在其应用中推出不提供一次性餐具的选项,还推广绿色外卖包装,降低外卖产品的碳排放。

其次,企业结合自身服务能力,为消费者提供有激励机制的服务。例如,“绿普惠”利用互联技术,根据其私家车停放减排量给予奖励。奥北环保和飞蚂蚁则专注于垃圾回收领域,通过奖励个人进行垃圾分类回收,提高资源回收利用效率,拉长消费品生命全周期。

三是企业利用自身数据能力,将消费者低碳行为产生的减排贡献可视化,调动消费者参与积极性。例如,“低碳有你”项目让用户对身边事物进行扫描,在获取碳足迹信息基础上

百叶窗

用藻类“打印”柔韧光合材料

近日,由荷兰代尔夫特大学研究人员主导的国际团队首次使用 3D 生物打印技术,将藻类打印成具有韧性和弹性的光合材料,有望广泛应用于能源领域。相关研究发表于《高级功能材料》。

近年来,科学家发现,最坚固的材料往往是那些模仿自然物质的材料,因此,将生物细胞置于非生物基质中制成的生物材料越来越受欢迎。该研究中,研究人员用没有生命的细菌纤维素充当打印纸,用活微藻充当墨水,通过 3D 打印将活藻沉积在细菌纤维素上。

研究人员解释说,生物(微藻)和非生物(细菌纤维素)成分结合,产生了一种独特的材料,这种材料拥有藻类的光合特性以及细菌纤维素的柔韧性,既坚韧又有弹性,同时还环保、可生物降解,生产简单且可扩展。此外,这种材料拥有植物特性,意味着它可以利用光合作用在数周时间里“养活”自己,还可以再生,这些独特的属性可用于制造人造树叶、光合皮

资讯

全国首个“核电+”综合智慧能源项目开工

本报讯 日前,全国首个智慧核能综合利用示范项目——“国和一号+”在山东威海荣成开工建设,项目立足核能发电,打造集光伏发电、海上风电、核能制氢、核能供热、海水淡化、储能等为一体的“零碳·智慧·综合”能源新模式。

“国和一号+”智慧核能综合利用示范项目,依托智慧能源管控与服务平台,利用 5G 网络传输和大数据处理技术,精准采集、显示、处理核风光氢储等多能源数据,实时监控电力供需状态;并增设智慧储能、电解制氢等设施,通过智慧平台智能调控,

北京储能电站爆炸事故分析报告出炉

本报讯 不久前,北京集美家居大红门储能电站发生爆炸事故,导致两名消防员牺牲,同时引发了社会对储能电站安全问题的关注。近日,中国电力科学研究院有限公司储能与电工新技术研究所发布了对该事故的分析报告,提出了可能引发爆炸的 8 个诱因,包括储能电池安全质量、电池管理系统和气象环境因素等。

报告认为,“电站北区在毫无征兆的情况下突发爆炸”符合锂离子电

了解碳排放信息,以此鼓励个人探索低碳产品和生活方式。而在“蚂蚁森林”项目中,用户通过支付宝完成绿色出行、电子账单等低碳消费行为,由此产生的减排量将转化为森林能量,并以能量球的形式呈现给用户,激励用户参与低碳活动。

报告对比政府项目与企业项目后发现,运营目的不同导致两者成效存在较大差异。地方政府项目初衷多与减排或改善环境相关,并非以盈利为目标。此类项目主要通过物质激励吸引个人参与,需要持续的资金投入。但由于项目本身缺乏盈利点,常常难以永续。相比之下,企业项目有其环保目的,但本质上仍为企业盈利目标服务,有较为成熟的商业运行模式,能够维持项目的可持续发展。

报告建议探索以公益机构为项目发起方、企业为实施方、地方政府为支持方的综合性行动网络,提供科学统一的碳核算标准。此外,应鼓励企业提供更多、更便捷的低碳产品和服务,多方协力共同营造绿色消费环境。行动网络还可以联结关注低碳消费并愿意积极实践的个人“先行者”,探索更多激励手段,鼓励先行者带动更多入低碳消费。

NRDC 中国城市项目主任潘志明强调,个人低碳消费的减排潜力约占中国人均碳排放的 1/7,应发挥社会各方的优势,借“3060”的东风大力推动个人低碳消费,撬动 1/7 的减排潜力。



藻类打印成的光合材料。

肤或光合生物服装等。

研究人员表示,除用于可持续能源和医疗领域,这些材料也有望改变时尚行业。首先,由藻类制成的生物服装是可持续生产、可完全生物降解的高质量织物,将解决纺织业目前面临的环保问题;其次,它们还能通过光合作用去除二氧化碳、净化空气;最后,它们不需要像传统服装那样经常清洗,能大大减少水的使用。 (盛夏)

微纳热辐射材料:小身板有大能量

■本报记者 张双虎

如果有一件衣服,正穿温暖,反穿凉爽,还可全天发电给耳机充电。你是否现在就想来一件?

日前,浙江大学光电学院教授李强与西湖大学工学院教授仇旻联合团队,研发的一款微纳热管理材料,就可以制成这种神奇的衣服——一面加热,一面冷却。这种材料还有望用于建筑物热管理,为节能减排开拓新思路。

近日,相关研究发表在《纳米通讯》杂志上。

正穿温暖,反穿凉爽

“这种材料有两层,上层为白色,用于散热。下层为灰黑色,能够保温。”李强告诉《中国科学报》,“夏天或者白天人们需要散热时,就把白色层穿在外边。冬天或者夜间需要保温时,就把衣服反过来,黑色层穿在外边。”

这种双层材料中间是带有纳米孔的铝,铝的一侧是两种有机材料: ePTFE(户外衣服常用材料)和 PMMA。其中,多孔 PMMA 涂层涂覆在 ePTFE 上,可以增强辐射散热,还能高效散射太阳辐射能量。铝的另一侧则采用纳孔聚乙烯上沉积铈、铜纳米颗粒的方法,用于抑制辐射散热,并高效吸收太阳辐射能量。

“也就是说,保温时它会尽可能地吸收太阳的热量,并将人体热辐射反射回皮肤。散热时则尽可能散射太阳光,同时高效地将人体热辐射散到外界环境中。”李强介绍说,“织物材料整体厚度只有约 0.3 毫米,比普通的 T 恤(约 0.5 毫米)还要薄。”

为测试这种微纳材料的性能,研究人员将其与黑、白两种颜色的棉布放在阳光下对比,并记录模拟皮肤的温度变化。

“实验表明,阳光下,该材料在保温模式时相比黑色棉布可使模拟皮肤多升温 14°F(约 8℃)。散热模式时,比白色

棉布让模拟皮肤降温 11°F(约 6℃);在晴朗的夜晚,保温模式时,模拟皮肤温度比白色棉布提高了 5°F(约 3℃)。”该论文共同第一作者罗皓说,“通过两种模式的切换,模拟皮肤能保持在舒适的温度范围。”

该材料的织物表面广泛分布着微纳孔结构,其孔隙远大于水汽分子的直径,因而可以保证水汽在织物内部畅通无阻。透水汽性能测试发现,这种织物的水汽透过率和棉布基本相同,因此,能让人们的皮肤触感接近正常衣服。

“这种材料可以直接使用常规的工具(包括剪刀)进行裁剪加工。”李强说,“制成的衣服在日常清洁方面可以采用清水洗涤方式。我们做过 10 次水洗实验,每次机洗 1 小时,10 次机洗后性能依然良好。”

因为该材料加工涉及磁控溅射与喷涂等常规工艺,在日常清洗或保养时,10 次水洗后性能会有所衰减。“如果在保温面喷涂一层疏水喷雾,就可以解决这个问题(保养护理过程中多次水洗)。”李强说。

而在成本方面,研究人员在实验室加工过程中,从市场上购买相关材料的价格是每平方米 40 元左右。“其中 ePTFE20 元,而且这部分成本可以进一步降低。另外 20 元主要为 PMMA 成本,大批量采购价格肯定会更低。”李强说,“此外,PMMA 层并非必需,它的主要作用是进一步增强散热性能。”

化身移动“充电宝”

值得一提的是,利用微纳材料做成的衣服、皮肤和衣服间能产生“温差”,如果把热电材料放在两个有温差的物体中间,就能将热能转化成电能。这自能让科学家想到它的另一个“附赠”应用——发电。