

给蚕宝宝喂食石墨烯或者单壁碳纳米管后,其吐出的蚕丝韧性增加了一倍,碳化蚕丝的电导率高出10倍。这种“超强”蚕丝可应用在耐久防护织物、可生物降解的医学植入物及环保型可穿戴电子设备中。

# 高科技“加持”,蚕宝宝吐出“超强”丝

文·本报记者 唐 婷

每个爱自然的孩子,可能都有过养蚕的经历。嫩绿的桑叶,白胖的蚕宝宝,结在扫把上花生大小的蚕茧,成为了儿时记忆里快乐的片段。最近,一则来自《科学美国人》杂志网站的报道,让蚕宝宝成为了话题的“主角”。

报道称,清华大学研究人员给蚕宝宝喂食石墨烯或者单壁碳纳米管后,其吐出的蚕丝更

加结实坚韧。这种含有碳纳米材料的蚕丝可应用在耐久防护织物、可生物降解的医学植入物及环保型可穿戴电子设备中。

被高科技“加持”的蚕宝宝吐出的“超强”蚕丝,或许只有蜘蛛侠喷射的蛛丝能媲美。那么,好奇心带来了一串问题:加了石墨烯的桑叶,蚕宝宝们吃得惯吗?“超强”蚕丝有多强?用它做成的可穿戴电子设备啥时候面世?

## 误打误撞的“超强”蚕丝发现之旅

碳纳米管或石墨烯,听上去都不像是正经食物。怎么会想起给蚕宝宝喂食一些和桑叶八竿子打不着的东西呢?清华大学化学系副教授张莹莹介绍,这并非她所在团队的“首创”,为了让蚕丝“天生”不一样,韩国科学家、中国的科学家,此前都曾开展过类似实验。

研发适用于可穿戴电子设备的材料,是张莹莹的主攻方向之一。在她看来,丝绸作为一种天然材料,是做可穿戴电子设备的首选。作为可穿戴电子设备的材料,不仅对强度、韧性有要求,同时还要具备导电的性能。而蚕丝本身是不导电的,需要通过简单高温热处理将它转化为高导电性的碳化丝绸。

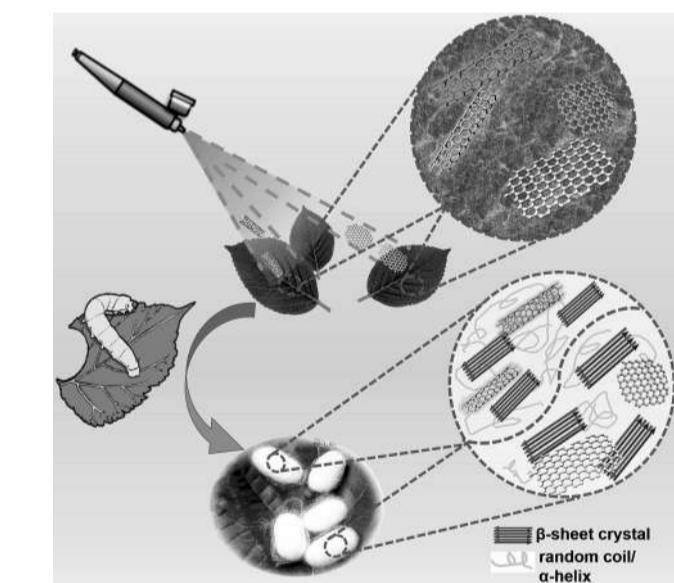
然而,在高温碳化的过程里,丝绸会变硬发脆,柔韧性有所降低。能不能通过给蚕喂食导电物质,让它吐出的丝自带导电功能呢?带着这样的初衷,张莹莹和同事直接给蚕幼虫所食桑叶中喷淋了含有碳纳米管或石墨烯的水溶液,然后在幼虫吐丝结茧后收集蚕丝。

考虑到蚕宝宝的口味和肠胃适应能力,张莹莹团队做了2种配方,分别是浓度为1.0%和0.2%的水溶液,从蚕的三龄一直添加到五龄阶段。如同人的年龄一样,蚕的生长也有蚕龄,第一次蜕皮称一龄,以此类推,到五龄后,蚕就进入结茧阶段。

浓度1.0%的水溶液或许是太重口味了,被喂食此浓度溶液的蚕宝宝会有一部分不幸早夭。但令团队成员欣慰的是,喂食浓度0.2%溶液的蚕宝宝长得又白又胖,看不出有任何不适。经过20来天的精心喂养,终于结出了圆润的茧子。

很快,“开奖”的时候到了。令人沮丧的是,收集到的蚕丝并没有自带导电功能。然而,惊喜在后头。研究人员发现,它抵抗外力破坏的韧性增加了一倍,承受的应力高出至少50%。

既然不能导电,还是免不了要碳化。研究团队将这种丝在惰性气体中加热到1050摄氏度,研究碳化后的蚕丝的电导率和微观结构。



图为实验过程示意图。科研人员将含有碳纳米管或者石墨烯的水溶液喷涂在桑叶上,用于喂食蚕虫,最终得到复合了碳纳米管或者石墨烯的蚕茧。清华大学供图

## 第二看台

# 转基因产品到底能否减少农药使用

文·本报记者 马爱平

近日《纽约时报》发表调查新闻,称发现虽然“增产”“减少农药使用”“养活世界人口”是发展转基因的借口和卖点,但是几十年来的数据显示,转基因产品既没有比常规品种显示出增产的潜力,甚至农药使用量还大大增加。

北京理工大学管理与经济学院教授胡瑞法在接受科技日报采访时否定了这种说法。

“目前,网络上有关农民对农药施用及其与转基因作物的关系的大多数报道都为消费者提供了错误的信息。研究发现,农民在农业生产上对农药的施用无法避免,农药施用无论是长期或者短期效果均显著地影响了农民的健康,而生物技术包括转基因是替代农药最安全、最有效的技术。”11月10日,在中国农业生物技术发展、挑战及政策研讨会后,胡瑞法对记者说。

胡瑞法的团队通过与北京大学现代农业学院、解放军301医院等合作,通过对广东、江西和河北3个省6个县12个村240多户农民连续多年的农药施用情况及身体健康的监测与检查,对河北、山东、河南、安徽等省12个县自2009年以来连续多年农民种植抗虫棉投入产出情况的跟踪

调查,以及对湖北、福建2个省4个县承担转基因水稻生产试验试点村3年农民水稻生产情况的跟踪调查,研究揭示了农民的农药施用行为、健康影响及其与转基因技术发展的关系。

“一年多以前,世界卫生组织发布了与转基因抗除草剂配套的农药草甘膦致癌的报告,随后国内进行了大量的转载,许多报道在未解释农民为什么会施用除草剂及施用了哪些除草剂的情况下,对草甘膦进行了妖魔化的报道。”胡瑞法说。

胡瑞法说,农药主要有三种类型:除草剂、杀虫剂和杀菌剂。与目前国际上批准上市的转基因作物性状对应,除草剂分为与转基因抗除草剂作物配套的草甘膦和其他非草甘膦除草剂;杀虫剂分为可以防治鳞翅目害虫的化学杀虫剂,其他化学杀虫剂和生物农药。

研究发现,每年农民防治病虫害所挽回的粮食产量损失占全国粮食总产量的比例高达16%—20%。而农民认为,如果不农药防治病虫害,作物将减产50%—90%。农民目前生产上所施用的农药中,高毒、高残留的有机磷、有机硫类农药超过农药总用量的60%以上,其中58%为杀虫剂,27%

这种碳化蚕丝比普通碳化蚕丝的电导率高出10倍左右,并且拉曼光谱和电子显微镜成像表明,含有碳纳米材料的碳化蚕丝的石墨化程度更高。

## 期待多学科交叉探明内在机理

为什么吃了碳纳米管和石墨烯的蚕,会吐出不一样的丝呢?吃进去的配方溶液在蚕体内是如何吸收转化的?溶液的浓度和丝的力学性能是怎样的对应关系?

对此,张莹莹介绍,他们的研究表明,较低浓度的碳纳米管或者石墨烯可阻止在蚕丝成型过程中丝素蛋白分子中的无规线团结构向β-折叠结构的转化,从而使所获得蚕丝具有更高的延展性及韧性。但是,如果碳纳米材料的含量过高,会造成结块等缺陷,使蚕丝的力学性能降低,用1.0%浓度所得到的蚕丝的力学性能比普通蚕丝有所下降。

“碳纳米管和石墨烯在蚕体内的转移是一个很复杂的生理过程,具体的机制和影响因素我们还不清楚,希望有生物学背景的团队能参与进来,帮助揭开谜底,在未来能做出力学和导电性能俱佳的天然蚕丝。”张莹莹说道。

事实上,受实验条件限制,张莹莹团队喂养的蚕数量有限,没有太多的样本做更为细致的

## 做离市场化最近的可穿戴器件

尽管给蚕喂食特定浓度石墨烯或碳纳米管获取“超强”蚕丝的研究还处在实验室阶段,但张莹莹认为如果将来成功获得导电的天然蚕丝,将具有一系列重要的应用价值。她介绍说,国内外其他科学家也曾开展过类似的实验。例如,上海东华大学沈青教授曾在2014年,给蚕喂食了直径为30纳米左右的多壁碳纳米管,制造出了新型丝纤维;韩国科学家曾给蚕喂食量于点,获得了彩色的蚕茧等。来自东华大学的专家认为,张莹莹团队使用的直径为1—2纳米的单壁碳纳米管“更适合融入蚕丝蛋白的晶体结构”。

此外,除了上述工作,张莹莹团队还以市面上的普通蚕丝为原料,发展了高温碳化技术,可制成高灵敏度、宽应变检测范围的柔性可穿戴设备传感器。这种传感器可通过直接贴于人体皮肤或负载在衣物、配饰上实现人体全尺度运动的可穿戴式检测。张莹莹非常看好这项技术的市场前景,并申请了相关专利。她介绍说,

“通俗一点来说,我们得到的天然蚕丝尽管不能导电,但是它的强度和韧性确显著提高。而且碳化后的导电性能要优于普通蚕丝碳化后的表现。”张莹莹解释道。

实验。一方面,养蚕是一个比较繁琐耗时的过程,另外,北方气温相对太低,一年里大部分时间不太适宜蚕的生存。

“在第一轮实验中,我们只进行了两种浓度溶液的喂养实验,未来还需要做更多的尝试,寻找更佳浓度,以获得具有更好的力学性能的蚕丝。”张莹莹表示。

在溶液浓度之外,喂养“特殊食谱”的起始时间是另一个值得探索的问题。蚕从3龄到5龄这20多天的时间里,到底什么阶段开始喂养效果最佳,也有待进一步的实验去求证。“我们了解到,蚕的丝腺的发育是从5龄才开始的,因此,有可能3龄到4龄阶段的喂养对最后产出的蚕丝并没有影响。如果这样的话,我们就可以推迟使用“特殊食谱”的时间。”张莹莹补充道。

据悉,目前已经有对这项技术感兴趣的丝绸公司表示愿意提供厂房、批量的蚕宝宝和技术人员,以合作开展更为深入和规模化的实验。

他们制备出的柔性传感器在性能指标、稳定性以及成本与制备技术方面都具有显著的优势,是离市场化最近的可穿戴电子器件之一。

“这种传感器对如跑步、跳跃等大尺度运动以及脉搏、微表情、呼吸、声带发声等小尺度运动,都能进行检测,还可与信号处理和命令生成系统集成,实现对人体运动的捕捉与重建。这项技术在人体生理信号检测、运动追踪与肢体康复、虚拟现实、人机交互等方面具有很大的应用潜力。”张莹莹进一步举例道。

用蚕丝做原料,会不会增加可穿戴电子设备的成本?张莹莹表示,我国是蚕丝产量最大的国家,蚕丝布料的成本一平方米仅三五十块钱,而每平方米蚕丝布可制成大量的柔性传感器;将来如果给蚕喂食获得导电蚕丝的实验成功,即使算上给蚕喂食石墨烯或碳纳米管的投入,成本也是可以接受的。

由蚕丝做成的可穿戴电子设备,听上去很炫酷。不久的将来,你或许可以亲身一试。

## 趣图



### 走路不浪费 动能可点亮路灯 给手机充电

据悉,产生的这些动能完全是免费的,可对博尔德广场WiFi热点、手机充电站提供电能,更加方便人们的生活。



### 安全过马路 新西兰蓝企鹅 走专用地下道

为了身材娇小的蓝企鹅能够安全过马路,新西兰南岛城市奥马尔专门为这些小家伙修建了一条地下通道。这条特殊隧道修建历时三周,于今年9月竣工。投入使用以来,大多数蓝企鹅“非常习惯”走地下通道,每晚摇摇摆摆通过的企鹅数量最多有20只。

据国外媒体报道,数百只蓝企鹅在“奥马尔蓝企鹅栖息地”的箱子里筑巢。它们白天到海里捉鱼,太阳落山后回到陆地上。这些蓝企鹅“回家”须穿越一条车流量较大的马路。栖息地管理人员说,马路上汽车的白色灯光会让蓝企鹅看不清道路,可能导致危险。栖息地研究人员因此萌生出为企鹅修地下通道的想法,“让人类、企鹅和车辆都能自由通行”。



### 美研发 新一代超音速飞机 将于明年试飞

美国科罗拉多州森特尼尔飞机制造研发公司Boom Technology于当地时间11月14日发布了一个超音速客机原型XB-1,旨在成为下一代协和号。可能要到2017年底才能试飞。

据悉,XB-1原型机只能容纳2名飞行员,而商用版本最多可容纳44名乘客。该公司声称这款客机可以在短短3.5小时内从纽约到伦敦,航班时间缩短1倍。航班费用是5000美元。该公司声称其飞机可以以2.2马赫(每小时1451英里)的速度飞行,比2003年退役的协和飞机快10%,是普通客机的两倍。



### 2.3亿年前 恐龙“和平崛起” 并非一日独霸天下

据英国每日邮报报道,通常人们认为恐龙以牺牲三叠纪前生物为代价,快速占领地球成为新的霸主。但是最新发现的2.3亿年前恐龙化石表明,早期恐龙的崛起“非常平缓”,并且与前生物共同生存。

古生物学家发现两种小型恐龙与另一种远古生物共同生活在一起,后者被认为是恐龙前生物。这些骨骼化石发现于巴西,证实早期恐龙曾与恐龙前生物共存。

巴西圣保罗大学马克斯-朗格说:“目前我们确切地知道恐龙和恐龙前生物曾经生活在一起,这意味着恐龙物种的崛起比之前预想的更加平缓,而不是在2.3亿年前快速地扼杀其它物种为代价,成为地球的新霸主。”目前这项最新研究报告发表在近期出版的《当代生物学》杂志上。

(图片来源于网络)