



黄瓜“神奇”卷须背后的秘密

■本报记者 李晨

很多人都吃过黄瓜,可能还见过生长中的黄瓜和它的茎蔓。那么,你注意过黄瓜的卷须吗?你知不知道为了促进黄瓜健康生长,卷须常常会被农民去掉?你会不会好奇黄瓜长卷须的原因和它背后的植物生长密码?

科学家对这些问题好奇,并在思考这一问题的答案如何给人类带来更大的农业福利。

近日,《自然—植物》在线发表了中国农业科学院蔬菜花卉研究所、深圳农业基因组所、中国科学院生物物理研究所和美国加州大学戴维斯分校等 6 家单位的合作成果。他们发现,黄瓜卷须身份基因 TEN 是一个新型的多功能转录因子,能够结合在基因内部的增强子上,并通过乙酰化修饰组蛋白区域赖氨酸,打开染色质,激活靶基因。

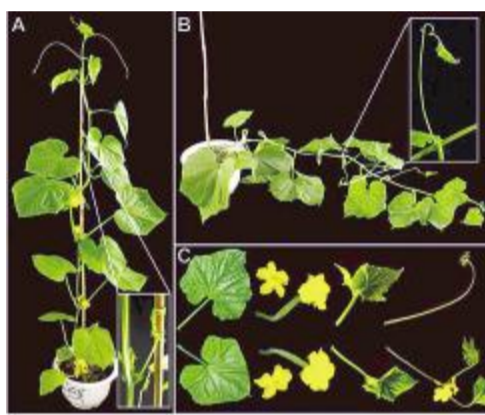
这个结果如何造福人类?我们从达尔文的一个疑惑说起。

达尔文的卷须之谜

在设施生产上,黄瓜栽培需要吊蔓生长,不需要黄瓜卷须的攀援能力。同时,卷须作为营养器官的生长争夺了大量生殖器官即黄瓜生长所需的养分。论文通讯作者、中国农科院研究员黄三文告诉《中国科学报》,在生产上需要及时去除卷须,以促进黄瓜的健康生长、保证产量。而人工去除卷须费时费力。因此,培育适合轻简化栽培的无卷须品种,将成为黄瓜改良的一个重要方向。

2010 年,黄三文团队开始从基因组中寻找这一实际生产问题的答案,结果却意外地解答了一百多年前困扰达尔文的一个基础生物学问题。

1875 年,达尔文在《攀援植物的运动和习性》一书中发问:“葫芦科植物卷须的同源器官



西双版纳无卷须黄瓜的叶腋处,变态侧枝在正常卷须的生长位置替代了正常卷须。
杨学勇供图

是什么?”

这是因为,科学家发现豌豆(豆科)卷须的同源器官是叶,葡萄(葡萄科)卷须的同源器官是花序,而同样的方法却不能证明葫芦科代表植物黄瓜卷须的同源器官是什么。

论文第一作者、中国农业科学院蔬菜花卉研究所研究员杨学勇告诉《中国科学报》,通过鉴定世界范围内的 3342 份黄瓜种质,团队从中发现了唯一的西双版纳无卷须黄瓜。在它的叶腋处,本来应该生长卷须的位置,长出的是变态侧枝,替代了正常卷须,其侧枝的末端还保留了

卷曲的特征。研究人员克隆了控制卷须的身份基因 TEN,其编码一个 CYC/TB1 类转录因子,这类转录因子是植物株型调控的核心。

该研究成果回答了达尔文的葫芦科卷须之谜,即黄瓜卷须的同源器官是侧枝。

全新的多功能转录因子

“于是,我们就想知道 TEN 是如何调控黄瓜卷须形成的。”黄三文说,沿着这条路走下去,他们发现了黄瓜卷须另外两个神奇之处。

转录因子是一类蛋白质分子,承担着启动基因组中特定基因表达的功能。科学家已经了解转录因子结合在基因的近端启动子或远端增强子上调控转录的机制。

“但最近的研究发现,CYC/TB1 类的转录因子能够结合到某些基因的内部,从而激活下游靶标。”中国科学院上海植物逆境生物学研究中心研究员朱健康说。

杨学勇说,通过基因组学、转录组学、生物化学等综合分析,他们鉴定出 TEN 在黄瓜全基因组中的 1700 余个转录因子结合位点,并发现这些结合位点主要位于基因内部。研究人员鉴定出 TEN 通过 C 端结合在基因内部的 474 个直接靶标基因,主要参与腋芽发育和乙烯合成信号等生物学过程。这些基因内部的调控位点是一类新型的基因内部增强子。

通过分析,黄三文团队证明,TEN 编码的转录因子的 N 端结构域是一类全新的组蛋白乙酰转移酶,主要乙酰化修饰组蛋白区域 H3,维持染色质开放,从而激活靶基因表达。

“这项研究通过黄瓜卷须这个特殊的‘透镜’,为解答结合到基因内部的转录因子如何调控基因表达这一基础科学问题提出了新的见解,是发育生物学和基因表达调控领域的一个重要突破。”朱健康评价说。

猜测:一种保守的调控机制

黄三文认为,TEN 转录因子的上述两种特殊功能,可能让其工作效率更高。

由于真核生物的组蛋白区域相对保守,非常相似,这引发科研人员思考:TEN 的这种多功能性,在其他生物中存在吗?研究人员首先在玉米中验证了 tb1 基因具有相同的分子机制,调控下游靶标基因的表达。

为了在动物中验证这一新机制,他们查阅了研究最多的人类中的增强子结合转录因子的文献。尽管人体中尚未找到类似的双重功能的转录因子,但他们发现,当转录因子结合位点在基因内部增强子上,组蛋白的球状区域的乙酰化程度很高。“分子过程虽然还不清楚,但确实有这个相关性。”杨学勇说。

研究人员推测,在真核生物中,组蛋白区域乙酰化可能是基因内部增强子表达调控的一个保守机制。

黄三文团队计划利用黄瓜为实验体系,破解植物次世代基因簇精确调控、性别决定、卷须形成等基础生物学问题。同时,他们还要尝试回答最初的问题。“希望利用这项研究成果,培育出没有卷须、产量更高、栽培更简化的黄瓜新品种。”黄三文说。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41477-020-0715-2>

健康人体细胞中首次发现四螺旋 DNA

众所周知,DNA 是生物体发育和正常运作必不可少的大分子,其结构为双螺旋。但是这一结构有时会加倍。研究人员首次在健康人体细胞中发现了四螺旋 DNA 结构。相关论文近日发表于《自然—化学》。

此前研究人员曾在一些癌细胞和实验室的化学实验中发现四螺旋 DNA,这是第一次在健康的人类活体细胞中发现这种结构,而且它是由正常细胞过程产生的稳定结构。

“毫无疑问,我们已经证明了四股 DNA 可以在活细胞中形成。这迫使我们重新思考 DNA 的生物学特征。”英国帝国理工学院的 Marco Di Antonio 说。

据《新科学家》报道,DNA 分子由腺嘌呤(A)、胞嘧啶(C)、鸟嘌呤(G)和胸腺嘧啶(T)4 种碱基组成,它们有多种结合的方式。G 作为其中唯一能够与自身结合的碱基,当 4 个 G 形成一个正方形时,就构成了一个四螺旋结构。

Di Antonio 和同事通过在活体细胞的 DNA 上附加一种新的荧光标记,从而观察到人体组织中的四螺旋结构。他表示,这一发现可能会提高人类对遗传物质是如何泄露信息的认识。

“我们确切地知道 DNA 的作用,但不清楚细胞是如何知道在哪里表达基因,以及制造多少蛋白质的。”Di Antonio 说。

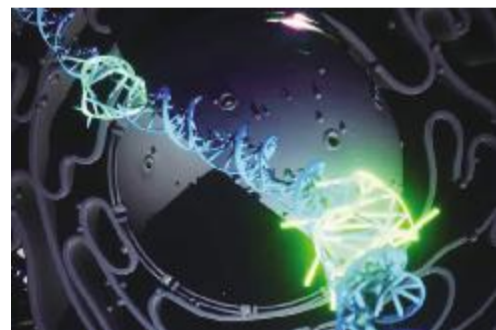
研究人员推测,四螺旋结构的形成便于遗传密码的解读,影响蛋白质的制造,甚至每种蛋白质的含量。

通常,上述功能是由表观遗传标记(DNA 上的化学标记,可以增加或减少基因的活性)实现的,而 DNA 的四螺旋结构似乎也具有类似的作用。“四螺旋 DNA 的形成和表观遗传标记之间存在某种串扰,四螺旋本身就是一种表观遗传标记。”Di Antonio 说。

英国东安格利亚大学的 Zoe Waller 认为,这项研究为四螺旋结构是正常 DNA 功能一部分的论点提供了证据,人们对 DNA 双螺旋结构的看法可能已经过时了。这项研究证明 DNA 的结构或形状不是固定的。(徐锐)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41557-020-0506-4>



双螺旋结构“升级”。图片来源: Ella Maru Studio

首台百兆瓦先进压缩空气储能系统膨胀机问世

本报讯(记者陈欢欢)近日,中国科学院工程热物理研究所研究员陈海生团队完成了 100 兆瓦先进压缩空气储能系统膨胀机的集成测试,各项结果全部合格,达到或超过设计指标。这一进展是该团队研制国际首台 100 兆瓦先进压缩空气储能系统样机的重要一步。

压缩空气储能的技术原理是在用电低谷时,将空气压缩储存在储气室中,将电能转化为空气能存储起来;在用电高峰时释放高压空气进入燃烧室,带动发电机发电,是一种极具发展潜力的大规模储能技术。但是,传统的压缩空气储能技术存在依赖储气洞穴、依赖化石燃料以及系统效率较低等瓶颈问题。

针对这些问题,陈海生团队提出先进压缩空气储能技术——采用压缩空气液化储存或高压气态储存,摆脱了对储气洞穴的依赖;通过蓄热技术回收利用气体压缩过程产生的热量,不必燃烧化石燃料提供热量;通过高效的压缩、膨胀、超临界蓄热及换热,大大提升了整体系统效率。

这其中,膨胀机是压缩空气储能系统做功发电的关键核心部件,是系统研发的最大难点之一,具有负荷高、流量大、流动传热耦合复杂、变工况调控难度大等技术难点。经过多年努力,研发团队先后攻克了多级膨胀机全三维设计、复杂轴系结构、变工况调节与控制等关键技术,研制出国际首台 100 兆瓦先进压缩空气储能系统多级高负荷膨胀机,具有集成度高、效率高及寿命长等优点。

压缩空气储能系统规模越大,效率越高,成本越低。陈海生告诉《中国科学报》,100 兆瓦先进压缩空气储能样机建成后,额定效率将达到 70% 左右。该研究所示范项目建成后,将成为国际上效率最高、技术最先进的百兆瓦级压缩空气储能电站。



国际首台 100 兆瓦先进压缩空气储能系统膨胀机
中国科学院工程热物理研究所供图



7 月 17 日,在埃及北部城市坦塔,埃及工程师马哈茂德·科米在实验室内测试机器人。这台名叫 Cira 02 的机器人由埃及工程师马哈茂德·科米开发,可以进行新冠病毒的检测。
新华社(艾哈迈德·戈马摄)

垃圾分类“强制时代”的京沪经验

专家认为既要做好“一头一尾”,也要做好市场调研

■本报记者 胡珉琦 见习记者 辛雨 刘如楠

7 月,上海全面实施垃圾分类满一周年。与去年同期相比,上海可回收物回收量、有害垃圾分出量、湿垃圾分出量以及干垃圾处置量实现了“三增一减”的目标。居民垃圾分类达标率从之前的 15% 提高到了 90% 以上。

继上海之后,北京也于 5 月 1 日开始正式实施新修订的《北京市生活垃圾管理条例》。截至 7 月底,正在有计划有步骤地开展为期 3 个月的生活垃圾分类强化执法专项行动。

到 2020 年底,国内 46 个重点城市将基本建成垃圾分类处理系统。在这之前,一南一北两座大型城市的先后实践,能给垃圾分类的“强制时代”带来哪些新的经验?

强政策和全流程管理

作为国内垃圾生产量最大的城市,去年上海实施垃圾分类可谓是“雷厉风行”,这也

为垃圾分类的“强制时代”起了个好头。同济大学循环经济研究所所长杜欢政表示,一方面,上海是以强政策来驱动垃圾分类进程。“上海市推行强制垃圾分类,首先是在法律层面上,通过立法保障让执法有了依据。”

依据《上海市生活垃圾管理条例》,上海对生活垃圾分类“投放—收集—运输—处置”全过程实施最严格的监管,实行最严厉的处罚。对拒不履行垃圾分类义务、拒不落实分类措施的单位和个人,还会依法将违法当事人的信息纳入公共信用平台,实施信用惩戒。对违法情节严重、拒不改正的收运及末端处置企业,依法吊销运营资质。

另一方面,上海市垃圾分类规划的前提是政府的顶层设计,而顶层设计的核心是全程分类:从前端分类到中间的分类运输,再到分类处置,这是制度保障。过去,垃圾分类迟迟难以推动或遭人诟

病,理由是前端分类、后端混合,导致分类失效。“这一次,上海真正将生活垃圾收集网和再生资源回收网进行融合,把再生资源系统和城市环卫系统两大体系有效衔接、融合发展,从而实现垃圾分类后的减量化和资源化。”杜欢政说。

在这一过程中,上海还在不断完善全程分类体系的建设。据统计,过去 1 年,上海完成了 2.1 万余个分类投放点规范化改造,道路废物箱设置数量优化调整至 4.1 万余个;累计配置湿垃圾车 1537 辆、干垃圾车 3077 辆、有害垃圾车 99 辆、可回收物回收车 239 辆;建成可回收物回收服务点 1.5 万余个、中转站 201 个、集散场 10 个;“十三五”规划确定的 15 座生活垃圾处置设施项目全部开工。

值得一提的是,去年声势浩大的垃圾分类刚拉开序幕,媒体舆论也迎来了一波实实在在的“高潮”。当时,一个“#快被垃圾分类逼疯的上海居民#”的话题迅速冲上了社交网

络热搜榜。鱼骨头属于什么垃圾、小龙虾壳是什么垃圾、小龙虾壳是什么垃圾、玉米棒是垃圾吗……

尽管专家并不推崇这种较真行为,但他们认为,持续发酵的舆论热潮,对于垃圾分类理念的传播、人们意识的转变,起到了重要作用。公众参与度低向来是前端垃圾分类疲软最根本的原因。

垃圾分类是一件知易行难的事,杜欢政提到,依托社区基层组织,上海还在短时间内迅速组织了大量的督导员针对垃圾分类行为进行监督管理,推动社区小区垃圾分类工作落到实处、取得实效,引导公众自觉分类、准确分类。

“现在,前端的垃圾分类还有 10% 的人没有按规定去做,而且这 10% 的人还可能引起 90% 的人反弹。”杜欢政相信,上海的垃圾分类还需要 3 年、5 年、10 年……持之以恒地坚持下去。(下转第 2 版)