



主办:中国科学院 中国工程院 国家自然科学基金委员会 中国科学技术协会

总第 8895 期 2025 年 12 月 15 日 星期一 今日 4 版

新浪微博 <http://weibo.com/kexuebao>

科学网 www.science.net.cn

破解 70 年谜题: 黄瓜如何“生男生女”

■本报记者 李晨

咬一口清脆的黄瓜,你可能不会意识到,每一个果实都是由雌花发育而来的。葫芦科作物如黄瓜,是雌雄异花,而雌花数量直接决定了果实产量,因此性别决定机制一直是农业科学的核心问题。

上世纪 50 年代,科学家就观察到“生长素能促进黄瓜雌花产生”的现象,但其中机理却成为植物生理学领域的未解之谜,困扰了学界 70 余年。

12 月 12 日,中国农业大学教授张小兰团队在《科学》发表的研究成果终于揭开了谜底。他们发现了一个关键基因 CsARF3,如同一位精明的执行官,在生长素和乙烯激素之间搭建桥梁,精准调控黄瓜的性别决定。该研究不仅回答了基础科学问题,更为作物增产提供了新路径。

从果实形状到性别决定

与动物不同,植物的性别并非与生俱来,而是受基因、激素水平、环境信号的调控,复杂性远超动物。

被子植物的性别决定,不仅是进化成功的重要标志,更是解锁农业增产、推动杂交制种的关键密码。

论文通讯作者张小兰告诉《中国科学报》,作物的产量主要来源于雌花发育的果实和种子。没有雌花,就无法结果,产量也无法谈起。

性别决定在农业生产中有广泛应用价值。对于以种子和果实为收获对象的作物,增加雌花可以提高产量;对于观赏园艺作物,如银杏树,可通过控制雌雄比例来满足不同需求;在杂交育种中,利用纯雌系可以避免去雄工序,节约成本。

葫芦科作物因其本身的性型非常丰富,逐渐成为研究性别决定的典型模式植物。张小兰课题组长期关注黄瓜的发育研究,尤其是果实形状等性状的形成机理。

2020 年,论文第一作者韩立杰成为张小兰课题组的博士生(现为博士后),并延续了这一研究方向,选择 CsARF3 基因作为主要研究对象。

“CsARF3 基因在拟南芥中已知能控制雌蕊发育,我们想知道它在黄瓜中是否也有类似功能。”韩立杰说,“我们最初编辑 CsARF3 基因时,只是想看它对果实形状的影响。当基因编辑植株开的全是雄花时,我们明白,这触碰到了性别决定的核心机制。”这个意外发现让团队兴奋不已,因为有可能破解生长素促雌这一世纪谜题。

“我们实验室没有大量经费做基因组测序,但发育生物学研究体系非常成熟。”张小兰强调,科研要发挥自身优势。正是这种聚焦与坚持,为后续突破奠定了基础。

生长素与乙烯的精密“接力赛”

随着研究的深入,CsARF3 基因的神秘面纱逐渐被揭开。这个基因如同生长素信号的执行官,能将激素指令转化为具体的发育命令。

论文共同通讯作者、中国农业大学副教授周朝阳说,葫芦科作物的花在早期发育阶段是两性的,随着心皮原基或雄蕊原基的发育停滞产生了单性花,而果实由雌花发育而来。

韩立杰在实验中发现,当 CsARF3 被编辑突变后,黄瓜植株竟然不再产生雌花,全部变为雄花;相反,当该基因过表达时,雌花数量显著增加。更重要的是,即使外施生长素也无法挽回突变体的表型。这证明,CsARF3 是生长素信号通路中不可或缺的关键环节。

团队发现,CsARF3 通过两条路径调控雌花发育:一方面直接抑制雌性决定抑制基因 CsWIP1 的表达;另一方面促进分生组织决定基因 CsSTM 的活性。

然而,对于下游基因 CsSTM 的研究一度让他们一筹莫展。

CsSTM 相当于植物建筑师,负责花器官的建造。如果 CsSTM 严重突变,会导致植株死亡,所以我们一开始得到的突变体根本不能存活,无法进行后续研究。”张小兰说。

几番讨论后,团队决定筛选弱突变体研究性别决定功能。“结果我们真的筛选出弱突变体,并且它活了下来。这让我们松了一口气。”韩立杰回忆道,“不然这个课题可能就做不下去了。”

基于此,团队终于搞清了生长素与乙烯之间复杂的“合作”关系。

周朝阳告诉《中国科学报》,乙烯是已知的促雌激素,但它与生长素如何协作一直不清楚。他们此次揭示了一个精密如接力赛的调控网络:花发育早期,乙烯激活 CsARF3,进而通过生长素信号促进心皮发育;随后生长素又刺激乙烯合成,抑制雄蕊发育。这种合作关系确保了雌花精准形成。

“这就像一场接力赛。”周朝阳比喻道,乙烯跑第一棒,激活生长素;生长素跑第二棒,促进雌花发育,同时将接力棒传给下一程的乙烯。这种精巧机制或许能够解释为什么环

境因素可以影响性别——温度、光照等通过改变内源激素,如乙烯和生长素的水平,间接调控性别决定。

5 年辛苦都值了

从 2024 年 12 月 10 日投稿到 2025 年 12 月 12 日在线发表,整整一年。评审过程有肯定也有挑战。3 位国际评审专家在一致肯定研究创新性的同时提出了严格的要求:补充更多实验证据,特别是用激光显微切割技术验证基因在花发育早期的表达模式。

“我们要在花发育最早阶段,取心皮原基的几个细胞做分析。”张小兰解释道,这需要极高精度。手工取样的花芽都已经发育后期了,而早期心皮原基的细胞必须用激光显微切割技术获取。

“评审要求补实验时,我们面临很大压力。”张小兰坦言。但团队没有退缩,反复优化实验方案,最终用 8 个月完成了相关实验。

其间,西北农林科技大学教授李征团队主动提供了帮助。“因为他们有相关经验。”张小兰强调,这种跨单位的科研协作,体现了团结攻关的重要性。

从 2020 年课题启动到 2025 年论文发表的 5 年里,团队克服了无数困难。“最激动的时刻是发现 CsARF3 突变体全是雄花,那一刻我们知道触碰到了重要科学问题。”张小兰回忆道,另一个激动人心的时刻是团队将生长素信号与已知的乙烯途径联系起来,形成完整调控网络,“那一刻感觉所有的辛苦都值了”。

这项研究的价值不仅在于解答基础问题,更在于具有应用潜力。目前在农业生产中,外施生长素虽然能增加雌花,但效果不稳定且在某种程度上影响植株生长。通过基因编辑技术,可直接制备雄性系或雌性系材料。“如果需要雄性系,就编辑 CsARF3 基因;如果需要增产,就增强其表达。”张小兰说,这为精准育种提供了新工具。

未来,团队计划继续深入研究。“我们想研究环境如何通过激素影响性别决定,以及赤霉素等其他激素的作用。”周朝阳说。赤霉素作为已知的促雄激素,其作用机制在上世纪六七十年代就被发现,但未能阐明。这些研究有助培育抗逆性强、产量稳定的作物品种。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.adv2006>

中国气象局等四部门将联手提升国家气象科普能力

本报讯(记者高雅丽)12 月 13 日,记者从中国气象局获悉,中国气象局、教育部、科技部、中国科协日前联合印发《关于提升国家气象科普能力和全民气象科学素质的意见》(以下简称《意见》),提出到 2030 年,基本建成现代化气象科普教育体系和省市级集约化气象宣传科普业务平台,气象科技资源科普化机制基本完善,大数据、人工智能等新技术在气象科普中广泛应用,气象科普产品与服务持续优化,品牌活动社会效益显著提升,公众运用气象知识分析研判和处置风险的能力明显增强。

《意见》强调,要以提升国家气象科普能力和全民气象科学素质为目标,满足气象防灾减灾和应对气候变化需要,顺应全媒体时代传播变革趋势,坚持创新驱动,加快推进气象科普基础设施建设以及新技术在气象科普中的应用,推动气象科技创新和气象科学普及双向赋能、

协同发展,不断提升全社会气象防灾减灾知识水平和技能。

《意见》从建设发展气象科普教育文化基础设施,提升气象科普数字化水平,提升重点人群气象科学素质,统筹推进气象科技资源科普化、加强气象科普品牌建设、加强气象科普人才队伍建设等 6 个方面明确了 13 项重点任务。

在基础设施和数字化建设方面,《意见》明确,推动气象科普融入科技园、博物馆、自然保护地、城市公园等公共场所,优化提升中国气象科技展馆及各地观测台、气象博物馆功能,打造一批具有地方特色的气象科普场馆和研学基地;建成统一规范、联动共享的气象宣传科普业务平台和国家级气象科普资源库,建设气象科普融媒体矩阵,开发沉浸式互动体验产品。

围绕重点人群,《意见》要求健全领导干部

和公务员气象防灾减灾能力培训体系,将有关内容纳入干部教育培训;面向青少年加强气象科普常识教育和教师培训,支持校园气象站和研学实践;面向农民、产业工人、老年人和新就业群体,有针对性地持续开展气象科普进社区、进乡村、进机关、进企业、进家庭,提升气象灾害防御和应急避险能力。

《意见》指出,推动气象科技资源与科普工作双向赋能,在科研项目中统筹设置科普任务,发挥各级气象科普场馆、试验基地等设施的科普功能,打造中国气象科普网、《气象知识》等科普品牌,提升世界气象日、全国科技活动周、气象科普讲解大赛、千乡万村气象科普行等品牌活动社会效益,推动气象科普与文旅、体育、农业等多领域深度融合;打造专兼职气象科普人才队伍,鼓励各级气象部门创建气象科普创新团队,并培育多层次气象科普专家队伍。

《自然》杂志社论:中国积极推动人工智能全球治理,其他国家应参与

在领导力真空。而中国正在推进计划改变这一现状。中国倡议成立世界人工智能合作组织。建立这样一个机构符合所有国家利益,世界各国政府都应参与其中。

在激烈的人工智能开发竞赛中,众多风险尚未得到充分重视——许多人担心这场竞赛会造成濒临破裂的经济泡沫。美国是许多功能强大、应用广泛的模型制造者公司所在地,但它没有全国性的人工智能法规。

文章强调,欧盟去年出台的《人工智能法案》要求先进人工智能系统的开发商加强对其模型所构成威胁的分析。该法案分阶段实施,目前尚不清楚违反法案将引发巨额罚款的威胁会为企业产生什么影响。媒体报道称,一些公司正在施压欧盟削弱相关法律力度。

文章指出,过去几年,关于人工智能开发和使用的文件和建议层出不穷。然而,当涉及到将这些建议转化为全球达成共识的规则时,则存

中国则开辟了自己的人工智能监管道路。中国监管机构一直在推动人工智能产出的可追溯性,并要求企业负起责任。近年来,中国还在人工智能安全评估、在人工智能生成合成内容中添加水印等方面作出规定。

文章认为,了解中国在人工智能领域的标准对每个人都至关重要。与此同时,中国研究人员积极参与多边合作,帮助评估哪种全球治理模式既有效又切实可行,这对全球人工智能治理也具有重要意义。

有观点将人工智能竞赛定义为地缘政治竞赛,但更合理的解决方案是各方携手合作,就什么是安全的人工智能,以及如何更好地利用人工智能达成共识。中国的倡议应该受到欢迎,世界各国政府和研究人员应该参与其中。(郭爽)



据新华社电 12 月 11 日正式出版的新一期英国《自然》杂志发表社论说,现有的全球人工智能监管措施要么不具有约束力,要么没有得到执行。中国就全球人工智能治理的相关倡议应该受到欢迎,世界各国政府和研究人员应该参与其中。

文章指出,过去几年,关于人工智能开发和使用的文件和建议层出不穷。然而,当涉及到将

这些建议转化为全球达成共识的规则时,则存

中国科学院党组传达学习中央经济工作会议精神

本报讯 12 月 12 日,中国科学院党组召开理论学习中心组集体学习会,传达学习习近平总书记在中央经济工作会议上的重要讲话和中央经济工作会议精神,研究贯彻落实的思路举措。中国科学院院长、党组书记侯建国主持会议并作传达,理论学习中心组其他成员出席会议。

会议指出,一年来,以习近平同志为核心的党中央团结带领全党全国各族人民迎难而上、奋力拼搏,坚定不移贯彻新发展理念、推动高质量发展,统筹国内国际两个大局,实施更加积极有为的宏观政策,经济社会发展主要目标将顺利完成。习近平总书记的重要讲话高屋建瓴、思想深邃、内涵丰富、催人奋进,具有很强的政治性、思想性、战略性和指导性,为做好明年和今后一个时期的经济工作指明了前进方向,提供了根本遵循。

会议认为,中央经济工作会议着眼中国式现代化全局和现代化产业体系建设,将“坚持创新驱动,加紧培育壮大新动能”作为明年经济工作的八项重点任务之一作出部署,提出一系列重大任务和重要举措。中国科学院要深刻把握高质量发展对高水平科技自立自强的迫切要求,切实增强加快抢占科技制高点的使命感、责任感、紧迫感。要充分发挥集

科研院所、学部、教育机构于一体优势,加快打造教育科技人才一体发展示范区。要着力加强基础研究和关键核心技术攻关,突破更多基础原理性问题和底层技术难题,为产业链、供应链安全提供坚实科技支撑。要强化与重点区域协同创新,加强与重点产业需求系统对接,探索完善与领军企业共谋选题、共担任务、共享成果的合作机制,共同培育发展新质生产力。

侯建国结合工作实际谈了学习体会,并就全院学习贯彻习近平总书记重要讲话和中央经济工作会议精神提出要求。要在全院范围内加强学习宣传,紧密结合贯彻落实党的二十届四中全会精神和习近平总书记对中国科学院的重要指示批示精神,引导广大党员干部深刻领悟“两个确立”的决定性意义,切实把思想和行动统一到习近平总书记重要讲话和会议精神上来。要结合技术创新和中国科学院工作实际,认真谋划“十五五”和 2026 年工作重点,全力以赴抓好党中央重大决策部署的贯彻落实,确保“十四五”收官与“十五五”开局起步有序衔接,为加快实现高水平科技自立自强和建设科技强国作出新的更大贡献。

中央纪委国家监委驻中国科学院纪检监察组、院机关各部门负责人列席会议。(柯闻)

中国最北卫星数据接收站正式投入运行



漠河站夜景。

空天院供图

本报讯(记者高雅丽)12 月 12 日,中国最北卫星数据接收站——中国遥感卫星地面站漠河卫星数据接收站(以下简称漠河站)正式投入使用。该站由中国科学院空天信息创新研究院(以下简称空天院)布局建设,数据接收系统获国家发展和改革委员会投资支持,具备全自动化卫星数据接收能力,现承担资源系列、环境减灾系列、高分系列等共计 25 颗国家陆地观测卫星的数据接收任务。

漠河站位于黑龙江省大兴安岭地区漠河市以西约两公里,冬季最低温度达到零下 53 摄氏度,是我国纬度最高的卫星数据接收站。该站于 2022 年 7 月启动建设,2023 年 10 月投入使用。截至今年 11 月底,漠河站已成功接收卫星数据 33411 轨,获取数据量超过 1658TB,数据接收成功率超过 99.79%。

漠河站现建有 3 套卫星数据接收系统,具备 S/X 双频段、双极化数据接收能力,信道下行码速率最高达 2000 兆比特每秒,同时拥有接收数据的实时传输能力,关键技术指标达到国际先进水平。该站凭借独特的高纬度地理位置优势,可使极轨卫星每日接收时长增加 20% 以上,有效提升了卫星观测数据获取效率,成为我国陆地卫星接收站网的重要组成部分。

目前,空天院所属中国遥感卫星地面站已形成北京密云站、新疆喀什站、海南三亚站、云南丽江站、黑龙江漠河站“五站组网运行”的站网格局。漠河站的加入,进一步完善了我国陆地卫星接收站网的空间布局,对于扩大大陆地卫星接收站网实时接收覆盖范围、提升卫星利用效能、增加卫星观测获取数据量具有重要意义。

人类首次看清黑洞“舞步”



黑洞系统吸积盘与喷流协同进动的艺术想象图。 张旭 / 绘

中国科学院

国家天文台供图

本报讯(记者甘晓)12 月 12 日中午,在北京中国科学院国家天文台会议室内,研究员刘继峰、王亚楠与中国科学院大学副教授黄洋、华中科技大学教授雷卫华等正在聚焦 1.2 亿光年外的一场“宇宙风暴”——一颗恒星被超大质量黑洞撕裂,残骸形成炽热的吸积盘,并驱动喷流同步摆动。就在一天前,由他们领衔、联合 30 余家国内外机构发表于《科学进展》的研究成果,首次在潮汐瓦解事件(TDE)AT2020afhd 中获得有力观测证据,“看清”了黑洞系统的“舞步”——吸积盘与喷流协同进动。

AT2020afhd 位于星系 LEDA 145386 中心,距地球约 1.2 亿光年。潮汐瓦解事件是指当恒星过于靠近星系中心的超大质量黑洞时,被其强大潮汐力撕碎的剧烈天文现象。部分恒星碎片在回落过程中形成高温吸积盘,释放出强烈辐射。团队认为,吸积盘与喷流同步进动很可能源于广义相对论预言的“兰斯-蒂林效应”,即旋转黑洞拖拽周围时空,使倾斜吸积盘及其垂直喷流整体周期性摆动。尽管理论对黑洞系统的“舞动”形式早有预测,但获得清晰观测证据极具挑战性。

2024 年 1 月,王亚楠通过“暂现源名称服务网”注意到 AT2020afhd。“发现这个事件

存在 X 射线辐射后,我们立刻触发了更高频次的 X 射线监测。”她说,“但当时并没有预期这个源会这么特别。直到监测了一个月后,发现它的 X 射线辐射存在剧烈的光度变化。”团队决定启动密集监测,于是迅速组织国际协调观测,开展了为期一年多的多波段高频频观测。

转机出现在事件发现 215 天后:X 射线光变呈现周期约 19.6 天、振幅超 10 倍的准周期振荡,射电波段同步出现超 4 倍振幅变化。“这种跨波段、高振幅、准周期的同步行为表明,吸积盘与喷流之间存在刚性连接,像陀螺一样围绕黑洞自转轴共同进动。”王亚楠表示。团队构建的协同进动模型成功复现观测数据,并对系统几何、黑洞自旋及喷流速度等参数作出明确限制。

目前,在国家天文台牵头下,国内已成立潮汐瓦解事件研究小组,定期开展学术交流,为重大发现提供智力支撑。展望未来,刘继峰表示:“随着‘司天工程’(GOTTA)、‘天关’卫星等新一代时域天文设施运行,我们将实现全天深度、多波段、高频率监测,发现更多此类事件,深化对黑洞吸积物理的理解。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/sciadv.ady9068>