

多基因有望聚合出“超级”陆地棉

■本报记者 李晨

陆地棉,以良好适应性占据了全球棉花种植面积的95%。是什么原因使它分布如此广泛?如何让这种适应性强的棉花纤维品质变得更好?

近日,《自然-遗传学》在线发表了中国农业科学院棉花研究所(以下简称中棉所)研究员杜雄明团队的最新成果。他们发现,陆地棉的地理分化和生态适应性主要和两条染色体大规模倒位相关。他们还发掘了陆地棉种质资源中与纤维品质密切相关的新位点,多位点聚合可使纤维品质提高20%以上。这项工作为进一步深入理解陆地棉的适应性演化和提升新品种纤维品质奠定了重要的理论基础。

染色体倒位导致地理分化

陆地棉是环境适应性最高的栽培物种,不同的陆地棉品种可以分别在高纬度地区和低纬度地区种植。杜雄明告诉《中国科学报》,陆地棉的地理分化原因是他一直关注的问题。

此前,在水稻、谷子、大豆等作物中,科学家已经证明其品种分化和地理分布有密切关系。早期的棉花育种家就已注意到陆地棉可能存在不同的生态型,然而这些生态型形成的机制却完全未知。

2018年,杜雄明团队通过对400多个陆地棉品种重测序和群体结构初步分析发现,其亚种分化和地理环境有联系,但当时并没有对其相关性进行深入探究。同时,他们发现亚洲棉是从中国南方逐渐驯化,在向北方移动的过程中逐渐适应了各地气候,形成了不同的亚群。

这两项研究结论都暗示杜雄明,陆地棉的地理分化问题值得深入研究。

“我们把群体样本量加到数千份之后,亚群分化和地理分布密切相关性就体现出来了。”杜雄明说。

论文第一作者、中棉所副研究员何守朴介绍,他们对近3000份陆地棉种质资源基因组进行了分析,结果发现,A08和A06两条染色体的大规模倒位引起了整个群体的分化,而分化出的亚群与其相应的地理分布高度吻合,决定了栽培陆地棉内不同生态型的形成。



新疆陆地棉。中棉所供图

染色体倒位,是染色体的一种大的结构变异。同一条染色体上发生了两次断裂,产生的片断颠倒180度后重新连接,造成了染色体上某一段区间倒位的现象。

“这种现象在植物中比较常见。”杜雄明说。近年来已经有科学家证实,在向日葵等植物中,染色体大的结构变异与群体分化有关。

杜雄明团队对陆地棉基因组的片段进行了聚类分析,即把陆地棉分成不同的类群。“我们发现,A06和A08这两条染色体可以把两个类群分离出来。”杜雄明说。

何守朴进一步解释,A06染色体的聚类能分离出高纬度地区的品种,而A08染色体的聚类可以分离出低纬度地区品种。

这一现象引起了他们的注意。经过三代高通量测序后发现,原来这两条染色体发生了倒位现象。

“倒位可能是陆地棉生态型形成的基因组学基础。”何守朴说,他们还发现这些结构变异主要源自品种间的变异。

“我们第一次在陆地棉中大规模证明,染色体倒位与品种的地理分化和生态适应有关。”杜雄明说。

多个优异位点的聚合效应

陆地棉和海岛棉作为两个最重要的栽培种,都是四倍体物种。陆地棉产量高,适应性强;海岛棉产量低,纤维品质优良,抗病性好。

“陆地棉是世界上最重要的天然纤维来源,而纤维品质是陆地棉最重要的性状,直接决定了棉花的经济价值。”何守朴说,长期以来,人们一直想解析陆地棉和海岛棉在产量、适应性和品质方面差异的原因,并试图综合两者优点,培育出高产、纤维优良、适应性强的棉花新品种,但很难成功。

杜雄明告诉记者,由于缺乏野生型和农家种的种质资源和基因组遗传信息,无法准确剖析棉花驯化和改良的深层次遗传机理。

对棉花纤维品质的改良,一直是科学家研究的焦点。

何守朴介绍,历史上,国内外棉花育种家开展了广泛的远缘杂交工作,将许多稀有的重要基因转移到栽培陆地棉中。然而受限于技术手段,并未对这些基因进行过深入研究。

这一次,他们从远缘杂交渐渗系中鉴定到两个与纤维品质密切相关的新优异等位变异,分别源自二倍体栽培种的亚洲棉和二倍体野生种瑟伯氏棉。

其中,源自亚洲棉的优异等位变异对纤维长度和纤维强度的提升接近15%,拥有显著的纤维品质改良潜力。

“这两个优异等位变异的发现,不仅首次从基因组水平证实了育种史上远缘杂交对陆地棉纤维品质的贡献,同时还为大幅度提高陆地棉纤维品质提供了可能的理论依据和优质基因源。”杜雄明说。

进一步,他们首次证实,通过聚合多个棉纤维品质的优异位点,可以有效地改良

目标性状。“优异位点聚合是分子育种的核心思想。”何守朴介绍,他们通过分析1245份陆地棉基因型数据和近8万个纤维品质数据,全面鉴定和评估了当前栽培陆地棉基因池中与纤维品质相关优异等位变异的来源和聚合效应。

结果发现,携带多个位点组合的种质在纤维长度和强度方面均有显著提高。因此,优异等位变异数量不足,可能是导致当前陆地棉纤维品质改良瓶颈的关键原因。杜雄明认为,利用多个优异基因的聚合效应,将会培育出纤维品质大大提高的新品种。

是时候培育超级品种

受到这项研究的启示,杜雄明认为,未来应该从三个方面改良纤维品质。

第一是把野生和半野生种质资源的优异位点重组到栽培种中去。目前,这些优异位点分散存在于不同的种质材料里,可以将它们重新组合以后形成新的栽培品种,产生更加优良的纤维品质。

第二是通过GWAS分析全基因组水平寻找自然突变产生的优异位点,从而培育新品种。

第三是外源染色体片段渐渗和重组。例如很多科学家长期关注如何实现海岛棉和陆地棉的杂交转育,将海岛棉的优良纤维品质基因引入到陆地棉中。

此外,杜雄明还希望将来深入研究染色体倒位现象发生的根源和遗传基础。“倒位现象发生在品种间,然而品种的历史也就几十年,不超过100年,这么短的时间里品种是如何适应自然环境变化的?发生染色体倒位的机制是什么?值得深入探讨。”

“我们还发现一个现象,陆地棉中含有许多海岛棉基因组片段,几乎每条染色体上都有。但为什么陆地棉的纤维品质还是不好?为什么很难改变?亚洲棉纤维品质很差,瑟伯氏棉几乎没有纤维,为什么它们还能贡献出改良纤维品质的基因?”

这些问题尚无答案。但杜雄明说,“现在是时候开展分子设计育种和全基因组选择育种,从而培育超级品种了。”

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41588-021-00844-9>

发现·进展

复旦大学

发现肠道微生物使蚊子更易携带疟原虫

本报讯 复旦大学生命科学院王敬文课题组和唐惠儒课题组研究发现,植物汁液可以影响疟疾传播媒介按蚊传播疟原虫的能力。4月20日,这项研究成果在线发表于《细胞-通讯》。

按蚊除吸血之外,也吸食植物汁液。植物汁液由于含有大量碳水化合物,是蚊虫的主要能量来源。疟原虫同样将糖类作为主要的能量来源,在哺乳动物中,感染疟原虫的细胞会显著增加葡萄糖摄取,而抑制葡萄糖摄取会降低疟原虫的感染能力和致病性,但疟原虫如何利用按蚊中的葡萄糖并不清楚。

研究人员通过代谢组学分析,发现疟原虫感染促进按蚊的葡萄糖代谢,葡萄糖或海藻糖饮食能促进按蚊感染疟原虫。这种促进关系依赖于肠道菌群的存在,补充葡萄糖促进了按蚊中肠共生菌亚西羊蹄甲菌的增殖,进而改变葡萄糖代谢,导致按蚊中肠pH值升高,促进疟原虫的有性生殖。进一步研究表明,亚西羊蹄甲菌的丰度与按蚊传播疟疾的能力存在正相关。

专家表示,这项研究从糖代谢的视角阐述了斯氏按蚊及其肠道共生菌的互作关系影响疟原虫的发育,为更全面地理解按蚊、肠道共生菌和疟疾寄生虫之间的代谢相互作用提供了重要信息。王敬文表示,由于按蚊体内共生菌种类多样,不同共生菌对蚊虫的影响各不相同,因此需要全面了解按蚊和共生菌之间的相互作用关系。(黄辛)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.108992>

中科院山西煤炭化学研究所等

新技术有望实现超级电容活性炭国产化

本报讯(见习记者李清波)近日,由中科院山西煤炭化学研究所、山西美锦能源股份有限公司牵头完成的“淀粉基超级电容活性炭批量化制备技术”科技成果评估会在太原召开。

该评估会由中国石油和化学工业联合会组织,北京化工大学教授邱介山、清华大学教授魏飞等9位专家组成评估委员会。评估专家实地参观了“淀粉基超级电容活性炭”中试生产线与“超级电容器”组装评测平台,听取了完成单位所作的工作、研究、查新和应用报告,并审查了有关技术资料。

专家认为,该技术有望解决困扰我国超级电容器行业的瓶颈问题,实现超级电容活性炭的国产化,整体达到了国际先进水平。该技术解决了淀粉基电容炭中试制备过程中的连续活化、深度纯化和表面脱氧等技术难题,为电容炭产业化奠定了坚实的技术基础。

该项目取得的主要创新点包括:建成国际首条十吨级淀粉基超级电容活性炭中试线;优化了淀粉低温化学交联工艺,将淀粉多糖结构转变成稳定性更高的芳香结构,针对交联过程热量累积,率先采用推板式交联炉,可有效避免集中放热,提高了交联工艺安全性;发明了活化剂重结晶成型预处理工艺,解决了氢氧化钾高温“粘壁”问题,形成了连续碱化制备电容炭新工艺。

同时,该技术已获授权中国发明专利2项、主持制定国际标准2项,产品已在宁波中车、锦州凯美和上海奥威等超级电容器企业试用。

中科院南海海洋研究所

揭示印度洋增暖对厄尔尼诺衰减反馈减弱

本报讯(记者朱汉斌 通讯员侯瑶)中科院南海海洋研究所热带海洋环境国家重点实验室研究员王春在团队揭示了近年来印度洋增暖对厄尔尼诺衰减反馈的变化及机制。论文近日发表于《气候动力学》。

厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)是地球系统中年际时间尺度最强的气候模态,其对全球海洋、气候都具有显著的影响。研究ENSO的演变特征和理解其背后的物理机制对于气候预测和防灾减灾具有重要意义。

该研究显示了自1994年以来,印度洋增暖对厄尔尼诺衰减的反馈显著减弱。1994年以前,当厄尔尼诺进入成熟期,印度洋呈现整个洋盆的增暖,并且增暖中心位于东印度洋。海温异常通过增强降水激发出对流层温度异常,传播至西太平洋,显著地引起了赤道西太平洋纬向风异常。纬向风异常激发向东传播的海洋冷性开尔文波为厄尔尼诺提供了负反馈。然而,在1994年后,暖印度洋海温异常中心被局限于西印度洋,其激发的对流层温度异常减弱,无法显著地影响西太平洋的纬向风。

进一步分析表明,印度洋偶极子(IOD)模态的空间特征和强度变化可能是造成印度洋增暖对厄尔尼诺衰减贡献减弱的原因。IOD发生在印度洋洋盆增暖的前一个季节。1994年之后的IOD模态暖海温异常偏西,而冷海温异常强度增大,导致其在下一个季节洋盆的增暖仍呈现偏西的特征。

专家表示,该成果为ENSO的气候预测提供了重要的参考信息,加深了对洋盆间相互作用过程的理解。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1007/s00382-021-05745-5>

简报

北京地区广受关注学术成果报告会召开

本报讯 近日,北京市科学技术协会主办的“2021年北京地区广受关注学术成果报告会(物联网领域)”召开。本次报告会聚焦物联网领域,遴选出国内外期刊发表的新一代信息技术的热点、前沿进展中广受关注的学术成果,邀请入选作者作了专题报告。

据悉,2021年北京地区科学技术协会将围绕北京“十四五”规划和2035年远景目标,确定针对12个领域举办20余场报告会,并在第五个“全国科技工作者日”到来之际,重点围绕轨道交通、集成电路、人工智能、肿瘤学等领域,集中举办四场报告会,将广受关注学术成果分别带入高校、三城一区、国家重点企业,并辐射京津冀,走向全国。(辛雨)

上海市成立科创教育指导委员会

本报讯 4月20日,上海市科创教育指导委员会(以下简称上海市科创委)成立大会举行。上海市科创委是协助该市委指导当地高等院校、中学(含中职校)、小学、幼儿园以及校外教育机构科技创新教育工作的专家咨询机构。

上海市科创委旨在整合教育、科技和社会各界资源,构建青少年科技创新教育社会支持体系,搭建科技创新教育资源共享共建共享共通平台。褚君浩、张旭、包起帆等科技创新教育前沿领域的院士专家成为首届委员。(黄辛)

南沙群岛造礁石珊瑚和鱼类资源专著出版

本报讯 近日,由中国科学院南海海洋研究所主编的《南沙群岛造礁石珊瑚》和《南沙群岛珊瑚礁鱼类生态图册》两本专著正式出版发行。

《南沙群岛造礁石珊瑚》共记录我国南沙群岛的造礁石珊瑚324种,隶属14科70属,其中有3属暂时未定科,33种属于中国新记录种,是迄今为止有关我国南沙群岛造礁石珊瑚分类学和多样性最全面的原创性专著。《南沙群岛珊瑚礁鱼类生态图册》共记录301种珊瑚礁鱼类,隶属于143属46科,是从功能特征角度系统总结南沙群岛珊瑚礁鱼类的原创性著作,既包含各种类型的水体空间分布图,同时也展示了每种鱼类的遇见概率及濒危程度,兼具科学性和趣味性。(朱汉斌)



“学霸”爱读什么书?

中国科大公布年度图书资源使用报告

■桂运安

4月23日是世界读书日。中国科学技术大学(以下简称中国科大)图书馆日前公布了2020年度图书资源使用报告。哪些图书最受“学霸”们欢迎?他们有什么独特的读书攻略?如何营造宽松环境变“阅读”为“悦读”?笔者日前来到中国科大图书馆一探究竟。

最新出炉的2020年度图书资源使用报告,公布了中国科大各院系读者到馆榜、纸质图书借阅榜、图书荐购达人榜等多个榜单,其中纸质图书借阅榜、数字副本借阅榜、外文图书借阅榜备受关注。

哪些图书最受“学霸”们欢迎?2020年度最受读者欢迎的图书中,位居纸质图书借阅量榜首的是《力学:第五版》,超越了连续霸榜首多年的《电磁学千题解》。而在数字副本中,《〈力学与理论力学(第2版)〉习题解答》最受读者欢迎。年度借阅量最高的外文图书为《现代量子力学》。

在该校纸质图书借阅榜中,排名前十的全部为理工科图书,除了“霸占”前三名

的《力学:第五版》《电磁学千题解》《电磁学千题解》(第二版)外,还包括《复变函数》《力学习题与解答》《固体物理学》等。在数字副本传递榜中,排名前十的图书除了科幻小说《三体》外,其他9本均为理工类图书。在外文图书借阅榜前十名中,大部分则与量子力学有关。

“中国科大是以理工科为主,从学生借阅的热门图书可以看出,大家借阅的书籍还是以专业书籍为主。”中国科大图书馆常务副馆长宁劲说。

报告还显示,“学霸”们既爱理工专业书籍,也爱文学艺术。“在图书借阅中,借阅比可能更能说明一本书的受欢迎程度。”该图书馆采编部主任周国华介绍,借阅比指的是一本图书被借阅的次数与它的馆藏复本数之比。例如图书A一共3本,全年被借阅6次,借阅比为2;图书B一共10本,全年被借阅10次,借阅比为1。在这次借阅比榜单中,文学类书籍占比依然很高,其中《波斯笔记》《平凡的世界》《球状闪电》(1984)《中国古代派本小

说集》等图书纷纷上榜。

在图书借阅达人榜中,该校人文与社会科学学院中国哲学专业研三学生朱启凡在过去一年里借阅电子副本达572本,名列全校第一。

中国科大工程科学学院理论与应用力学专业研一学生孙世杰,是外文纸质图书借阅达人。

宁劲介绍,在中国科大各学院中,化学与材料科学学院学生入馆“最积极”,人数超过11万人次;物理学院排名第二,入馆人数也超过10万人次。到馆次数最多的读者是来自计算机科学与技术学院的王旭,他全年去了798次图书馆,平均每天都要去2次。

“这两年,我们注重电子图书资源的提供。”宁劲透露,去年上半年新冠肺炎疫情发生后,由于学生不能返校,各类电子图书资源使用频率较往年有了很大提高。

英才论坛邀请“大牛”做客,密室逃脱“探秘图书馆”、萝卜分享会面对面交流读书心得……中国科大一系列颇具特色的阅读推广活动,引领了校园阅读好风尚。

宁劲介绍,针对在校大学生的实际情况,他们在阅读推广中注重因材施教,比如为本科生提供更多志愿服务实践活动,为研究生开展学科专业领域的知识培训和交流等。在专业阅读方面,则邀请学科馆员和校内专家老师推荐书目,根据读者对象、学科领域提供个性化服务。