

四代人“追着太阳去育种”



籼稻和粳稻杂交后表现出严重的杂种不育现象。 研究团队供图

零距离

中国科研团队破解水稻生殖隔离之谜

中青报·中青网记者 邱晨辉

在水稻花粉中,有两个神奇的基因,一个被喻为“破坏者”,另一个则是“守卫者”。两者的功能顾名思义:“破坏者”对所有花粉产生伤害作用,引起花粉的败育;而“守卫者”阻止“破坏者”的伤害作用,因此只有那些遗传了该基因的花粉,因受到保护而能正常发育。

找到这两个基因并不容易,对其进行克隆遗传来培育优质高产的杂交水稻,更是全世界科学家梦寐以求的工作。

来自中国的科研团队做到了:中国科学院院士万建民领衔、中国农业科学院作物科学研究所和南京农业大学的科研团队合作,历时13年系统鉴定了引起籼稻和粳稻杂种花粉不育的位点,并对其其中一个最主效的位点进行了基因克隆和遗传、分子机制的深入解析,解开了水稻生殖隔离之谜。

北京时间2023年7月26日23时,国际学术期刊《细胞》在线发表这一重大成果——“阐明水稻杂种不育分子机理,破解水稻生殖隔离之谜”,该成果为利用亚种间杂种优势培育高产品种提供了理论和技术支撑,使我国有望育成超级杂交稻,可以比现有杂交水稻增产15%以上。

农业农村部党组成员、中国农业科学院院长吴孔明院士表示,该研究是继2018年自私基因研究之后,该团队在杂种不育领域取得的又一突破性进展,也是中国农科院在农业基础研究领域的既聚焦基础前沿、又面向国家重大需求的又一项重大标志性成果。

作物杂种优势利用是大幅提高粮食产量的重要途径。水稻分为籼稻和粳稻两个亚种,我国北方多种植粳稻,南方多种植籼稻。20世纪70年代以来,袁隆平院士研发的杂交水稻,主要是利用籼稻亚种内的杂种优势,实现了水稻大幅增产,带来第二次“绿色革命”,为我国乃至世界粮食安全作出了突出贡献。

“一般来说,品种间亲缘关系越远,杂交优势越明显。如果籼稻和粳稻亚种间能育成超级杂交稻,可以比现有杂交水稻增产15%以上,因此如何利用亚种间的超强优势一直受到育种家的关注。”万建民介绍,籼稻和粳稻之间存在严重的生殖隔离,其杂交种常表现出杂种不育现象,是阻碍杂种优势利用的最大障碍之一。

论文的第一作者、南京农业大学农学院博士后王超龙介绍,研究团队首先在全基因组层面分析鉴定了引起籼稻和粳稻杂种花粉不育的主效位点,然后对位于第12号染色体上的一个效应最大的位点进行了后续研究。遗传分析发现,这个位点由紧密连锁的两个基因组成,就是前文所提到的“破坏者”和“守卫者”。

王超龙告诉记者,在世代繁衍过程中,当携带和不携带这对基因的水稻植株进行杂交时,所得到的杂交植株中,凡是携带这对基因的植株都不能正常发育;反之,凡是发育正常的花粉都携带这对基因。随着世代的增加,含有该基因的后代体会逐渐增加,最终占主导地位,这种遗传效应被称之为“基因驱动”。

研究团队进一步研究发现,“破坏者”是通过与细胞中能工厂线粒体的一个核心功能蛋白互作,干扰线粒体的产能功能,花粉因缺能而最终败育;而“守卫者”能与“破坏者”直接互作,阻止其进入产能工厂,从而解除破坏作用。“守卫者”还进一步将“破坏者”押送到一种叫作自噬体的细胞器中进行降解,从而彻底消灭“破坏者”,使花粉的发育不受任何影响。

“‘破坏者’和‘守护者’这对基因在最开始的祖先野生稻中并不存在,随后产生无功能的类型,最后在亚洲栽培稻的祖先——普通野生稻中进化出‘破坏者’和‘守护者’功能。”万建民说。

他告诉中青报·中青网记者,在野生稻中形成之后,经过人类的驯化,这种有功能的类型仅被一部分籼稻农家种继承,而粳稻农家种可能因为地域不同没有继承这一功能类型。由于这对基因在水稻种间或亚种间的分布不均一,因此它们相互杂交产生花粉不育是一个普遍现象。

“这个研究首次从分子层面阐明了水稻杂种不育的机理,实现了该领域里程碑式的突破。”万建民说。研究团队认为,利用这项发现,可以将优质、高抗、耐逆等优良基因与这对基因串联,“驱动”这些优良基因在后代群体中快速传播和纯合,从而大大缩短育种时间,提高育种效率。“我们还可以通过分子标记辅助选择等手段规避这对基因引起的杂种花粉不育问题,从而推进水稻亚种间杂种优势利用和超高产品种的培育。”万建民说。

是农学,但以以为自己会从事花卉园艺方面的工作,没想到却干起了育种。帽子、面罩、涂得厚厚的防晒霜,加上水田袜——高度超过膝盖,这是她工作时的全套“装备”。试验的田地有很多块,有些田边还有坟墓,最初她路过时总是害怕,后来也就习惯了。

张馨月参加工作5年了。她的同学基本都在高校任教,也有人在办公室工作,只有她下田工作。慢慢地,她觉得自己的心态发生了一些变化,“我在做点事,每天都很充实,也找到了一点快乐”。

黄海祥说:“女性科研人员比较细心,特别是基因编辑方面,女性的角色优势可以发挥出来。希望以后我们嘉兴农科院的水稻育种团队里出现更多的女性科技工作者,让队伍年龄结构、性别结构更加合理。”

每天早上7点下田,差不多要在田里工作10个小时。遇到水稻授粉时,科研人员往往下午两点才来得及吃饭。嘉兴南繁团队保留了大家轮流做饭的传统,每个课题组的工作时间不同,谁有空谁就负责买菜做饭。

为了保证试验田的用水,几个男生担起了放水的重任。在旱季,要凌晨三四点去田里放水,“只有有了水,后面的工作才能开展”。为了保护珍贵的实验样本,驱鸟是每个团队都要承担的任务。年轻人从老一辈那里学到了自制“神器”的技术——用椰子树的须,把鞭炮串起来做引线,点燃后每隔一段时间就会引爆一个鞭炮,持续驱鸟。

一位年轻人“抱怨”说,自己第一次参加南繁育种时,被分配了放牛的任务,当时特别不理解,觉得让研究生放牛是大材小用,后来听说早年间,连牛都没有,都是科研人员自己干。再后来,他又读了一些书,发现许多大人物都有过下乡的经历,就觉得自己也要好好干,多培育出一些好品种,“将来或许能在超市里买到自己培育的米,也能有些故事”。

前些年,没有网络,大家都要跑很远去“蹭网”。如今,嘉兴南繁团队生活条件已有很大改善,也有了自己的小院子,但工作和生活仍有许多不便。一位年轻人坦言,最辛苦的是“看不到老婆”。

在与中青报·中青网记者座谈时,一位年轻的南繁人说:“或许是因为学农的人比较容易知足,我们说了姚海根等老一辈吃的苦,顿时就与自己和解了。”

在照片里,记者看到嘉兴南繁基地会议室门口的对联:冬至春归育良种,稻花香里喜听农民欢笑;汗水智慧凝硕果,千重浪时同庆大地丰收。

生活,总是会给科研人员永无止境的课题。在填饱了肚子之后,又多了对特殊功能稻米的追求。由于蛋白质代谢机能障碍,肾病患者及糖尿病肾病并发症患者为控制病情,必须限制食用吸收蛋白含量高的大米。

为了实现特殊群体的“米饭自由”,杨海龙所在的年轻团队正利用分子标记辅助选育的方式,进一步培育低谷蛋白功能性水稻新品种,并已初见成效。又一群年轻人走上了南繁育种之路。



扫一扫 看视频

时候更多了,还是要向老一辈育种工作者学习。”

下午两点,海南的气温超过30摄氏度,潮湿又闷热。1996年出生的董俊杰搬着小板凳,揣着小剪子就下了田。董俊杰是嘉兴市农科院助理农艺师,嘉兴南繁育种团队“第四代”的一员。

“把穗子剪开是为了方便它授粉,把柱头露出来。我们会采集父本恢复系的花粉,套袋之后把花粉抖落在上面,让它结实,这就叫杂交。一个小时剪30个穗,一天要剪100个袋子。”董俊杰说。

稻穗很小,所以剪的时候很容易伤到手。稻苗很矮,所以大家不得不弯腰劳作。做杂交时,很多人都会戴护腰,工作结束后直不起腰是常事。

董俊杰是湖北武汉人,从中国水稻研究所硕士毕业后就来到嘉兴市农科院。周边人对他的评价是,小伙子话不多,但十分踏实肯干。

“他对最先进的分子生物学懂得比较多,像分子标记、等位基因的定位克隆,他其实做得比我们还要好,进步还是蛮大的。”嘉兴市农科院副院长、研究员富昊伟说,育种也是育人,凡是能在南繁坚持下来的年轻人,都成长得特别快。

“听说以前的苦,就与自己和解了”

90后女硕士潘月云,头一天刚刚订完婚,第二天就马不停蹄地赶往海南。她与张馨月今年是第一次参与南繁育种工作。张馨月升级做了母亲,却有好几个月只能通过视频和孩子联系。她不敢每天和孩子视频,“因为孩子每次一说再见就哭得厉害”。

第一次来南繁时,潘月云也不可避免地流下了泪。她小时候从没种过田,虽然学的



水稻成熟在即,姚海根(右)和助手丝毫不敢大意。

本文图片由嘉兴市委宣传部、嘉兴市新闻传媒中心、嘉兴市农业科学研究院提供

来说是日常。和年轻人聊天,他也会感慨,要是再年轻点就好了,可以做更多工作。

南繁育种,更育人

来乐春,今年74岁,嘉兴市秀洲区农科所原所长、高级农艺师。他南繁北育、冬去春来的候鸟之旅,已有45年。和姚海根一样,他依然坚持在地里自己割稻。育种生涯中,失败是常有的事,但来乐春总是充满热情。

初中学历的来乐春,从1978年搞水稻育种后,一直都靠自学,“摸着石头过河”,先后育成了“二九丰”“嘉粳222”“嘉粳758”等一批早籼高产抗病品种,省内外累计推广6300多万亩,增产稻谷15.75亿公斤。

时代在变,来乐春也自学了电脑,提高工作效率。育种人的记载本上总是密密麻麻,一页A4纸上,得有近500个空格需要填写,抗倒伏性、株型、粒型……一个都不能落下。来乐春说:“在电脑里做表格,就可以直接把淘汰的材料那一行删掉,留下的继续记录,更方便些。”

嘉兴市农科院研究员黄海祥,是嘉兴南繁团队中的“第三代”代表。他率先在我国南方稻区开展优质“长粒粳”育种,实现粒型、品质双突破,主持育成了浙江省第一个长粒晚粳新品种“嘉禾212”。黄海祥说:“我们的目标其实是围绕优质、高产、多抗、生态、安全这10个字来展开,在更高的基础上获得高产或优质,这样也是为了我们打好种业翻身仗。”

黄海祥的课题组里年轻人特别多。1996年出生的施扬,去年刚刚研究生毕业,今年是第一次参与南繁育种。“南繁是一场相对来说比较辛苦的征程,需要耐心与创新。要学习的东西反倒在学校的

快培育出水稻新品种,姚海根主动加入水稻育种组,成为南繁育种“第二代”,至今已坚持整整50载。

1974年冬天,姚海根第一次参加南繁育种,从嘉兴乘火车到广州,彻夜排队买票,辗转摆渡到海口,住一晚小旅馆,再从海口坐汽车到陵水,整个行程下来,7天已经是最短的时间,若途中遇到船停开、票难买的情况,得要十一二天才能抵达。

姚海根和团队在寂寞的田野里奋斗6年,他的处女作“秀水48”终于面世,打破了当时育种界“丰产不抗病、抗病不丰产”的定论,让深受稻瘟病困扰的水稻主产区增产达20%以上。

在一粒种子成为良种前,往往需要经过8到10代的培育,要从几千甚至上万个材料中进行筛选,也意味着要经历成千上万次的失败。等到种子成熟后,还要采收、晒干,再带回各地进行下一步的研究工作。收获的上千份育种材料,一袋袋装好,每人提两个铁皮箱子,总重接近50公斤。老南繁人说,那是真的很重。这些种子是一年甚至几年劳动的成果,“比自己的身家性命还重要”。

在普通人看来,田里的水稻都长得差不多,而在姚海根看来,每一株各有不同。今年在这片稻田里种下了7000份育种材料,有的还在“幼儿园”阶段,有的则“读高中”了,可以参加“区试”。事实上,一个水稻新品种的选育,少则五六年,多则10多年。而育种成功并能推向市场的品种非常少,有多少人能承受用一生时间去从事一件可能没有结果的事?姚海根说,他的想法是择一事终一生,这辈子选好了人生目标,就全力以赴。

海南是个度假胜地,但姚海根从来没有在这里旅游过。除了外出开会,他每天都在稻田里工作。加班到夜里十二点,对他



年轻一代在南繁开展育种工作。



嘉兴市农科院青年科研人员董俊杰在田间进行杂交育种。



姚海根行走在稻田里。与水稻默默对视了一生的老姚,即便退休了也未曾停止他南繁育种脚步。

人工智能未来会走向何方

中青报·中青网记者 张 渺

“连我这种做人工智能的人,看到ChatGPT这样的表现,都大为震撼。”发出这种感慨的,是清华大学高等研究院双聘教授沈向洋。

作为计算机视觉和图形学专家,沈向洋常年从事人机交互、统计学习、模式识别和机器人等方向的研究工作。最近这几年,他也经常和同行一起辩论,通用人工智能到底能不能做得出来、什么时候可以做得出来,讨论到底人工智能达到什么样的标准算是“智能”。

让他感慨的是,在大家“还没有吵清楚的时候,ChatGPT已经横空出世”。7月23日,在国家科技传播中心举办的基础科学与人工智能论坛上,诸多人工智能领域著名学者围坐在一起,共同探讨大模型及通用人工智能会面临哪些问题与挑战,围绕AI大模型的可能性边界、数据集和训练集、计算机视觉、知识图谱等问题展开了讨论。

“不要说我们这些人没有反应过来,比尔·盖茨也没有反应过来。去年6月,

盖茨都不相信这件事能做得出来,直到8月给他(看了)模型——60道题做对59道,他才相信这件事真正实现了。”沈向洋说。

即便是世界级水准的科学家,从业几十年的计算机行业专家,对于从去年年底到今年年初,由ChatGPT等人工智能产品带来的种种变化,也难免会心生感慨。“数学、物理等对于信息科学十分重要,同时基础学科也需要有效运用人工智能等新一代技术,以促进自身的发展。”在会上播放的致辞视频中,菲尔兹奖得主、国际基础科学大会主席丘成桐说。

在他看来,信息科学能够产生一些重要且有意义的数学问题。这些问题,“数学家正在很起劲地研究”,人工智能正在影响数学本身的发展。他希望,年轻科学

家能够从根本了解人工智能,并在人工智能的广泛应用过程中,发挥重要作用。

AI大模型需要大量的数据和计算资源来打造,中国计算机学会CCF副理事长周明思考的,则是AI大模型在未来的社会生活中,如何具体“落地”。

在大模型的训练过程中,智能到底是在哪一步真正出现的?智能涌现的机制又是什么?在讨论的过程中,沈向洋抛出了一个又一个问题。最终他抛出一个观点——最关键的问题是缺少正确的数学工具。

“也就是我们今天讨论的,基础科学和人工智能的关系。”他说。

用沈向洋的话说,很多科学技术发展的背后,都有非常强大的数学工具和数学原理在发挥作用,人工智能领域当然也不例外。

对这个话题,德国汉堡大学教授、多模态智能系统研究所所长张建伟的补充是:“我们不仅需要数学模型,还有物理模型、生物模型、脑科学模型。”

张建伟的主要研究方向,包括智能系统的感知学习和规划、多传感信息处理与融合、智能机器人、人机交互等等。他提到,虽然现在机器人在发展,在处理单模态信息上已经取得很大进展,但是多模态信息处理方面,跟人类相比,尤其是在动态环境下,“还差得非常远”。

“我相信,基于物理、生理、模型和大数据联合驱动AI的方法,是未来实现智能机器人的必由之路。”张建伟说。

张建伟注意到,目前国内对机器人的热情很高,产业基础和环境氛围很好。如何在科技伦理的框架下推进机器人研发,不刻意地规划人工智能的创造性,给人类

留出一些创意空间,是他认为“非常值得关注、值得探索的问题”。

关于模型训练,埃隆·马斯克成立的人工智能公司xAI创始成员杨格认为,伴随着模型规模增长,需要更加丰富、质量更好的数据集,需要由偏重网络舆论的数据集,转向偏重数学科学、更具逻辑性和推理性的训练集。

在杨格看来,AI的思维结构和人类的思维结构完全不一样,唯一相同点是,AI大模型是用人类的数据训练出来的,在某种程度上,“会感觉很像我们自己跟自己对话”。但人工智能跟人类仍然是不一样的,AI到底能不能像人类一样融入社会,目前“还不清楚”。

“ChatGPT不是人,我们也不会把它当成人来对待。AI用自己的模式跟人类交流。”杨格说。