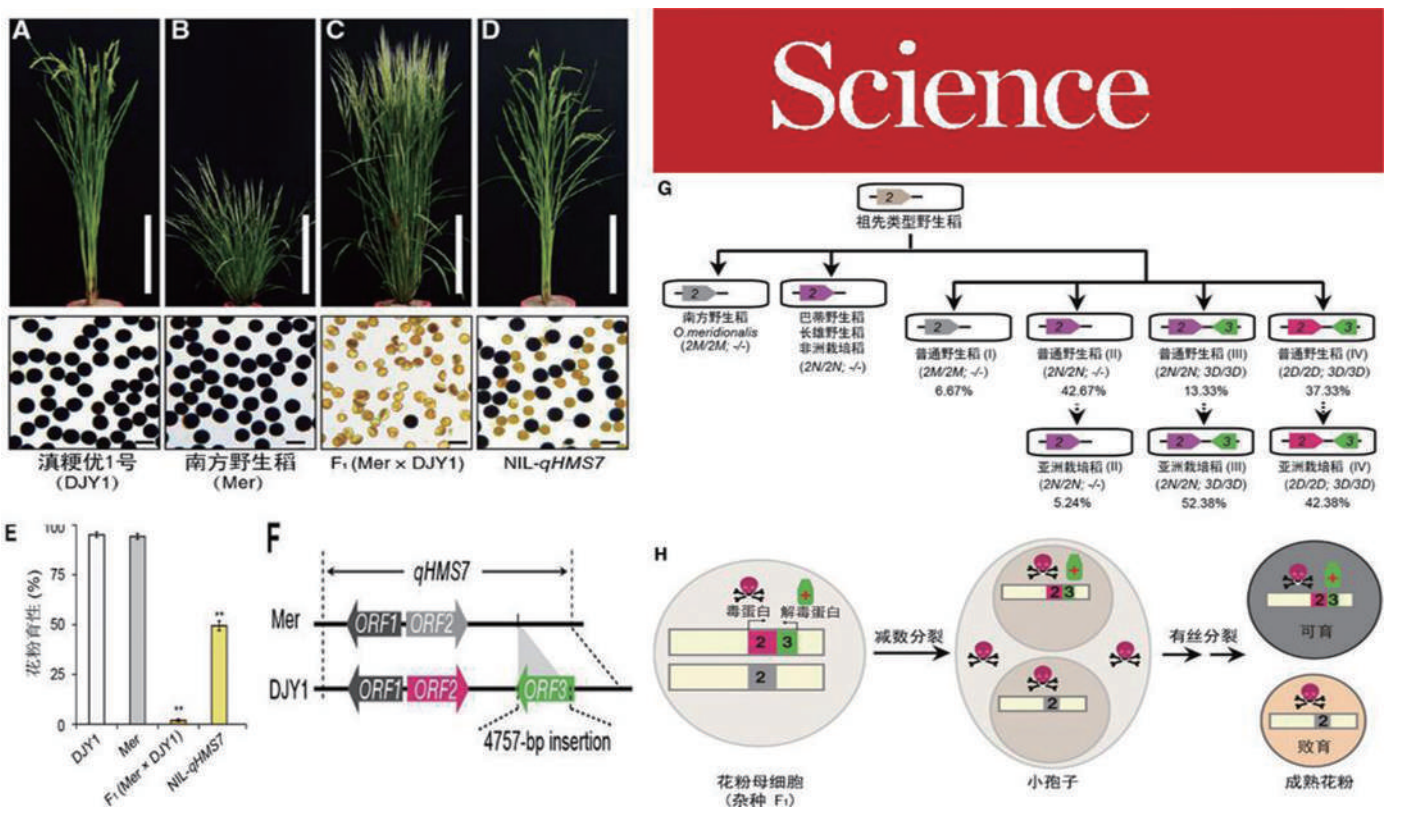
我国科学家发布最新研究成果，将为水稻杂交育种提供有力理论和技术支撑——

水稻“自私基因”挑战经典定律

经济日报·中国经济网记者　常　理

热点追踪

北京时间6月8日，国际顶级学术期刊《科学》在线发布了“水稻自私基因导致非孟德尔遗传”研究成果。自私基因系统控制水稻杂种不育，并影响稻种基因组的分化。此次研究成果，将为水稻杂交育种以及有效提高水稻产量，提供有力理论和技术支撑



据介绍，“水稻自私基因导致非孟德尔遗传”这一研究成果由中国农业科学院与南京农业大学共同合作完成，研究受到中国农业科学院科技创新工程的大力支持。对此，经济日报记者采访了研究团队负责人，中国工程院院士、中国农业科学院副院长万建民。

增产的秘密

水稻籼粳杂交可比其他杂交稻进一步提高单产15%至30%。然而，籼稻和粳稻在杂交中会出现花粉不育、小穗结实率低等杂种不育现象，亟待科学攻关

我国是水稻的发源地，在长达7000多年的驯化过程中，水稻家族演化出籼稻和粳稻两大亚种。

其中，籼稻比较适宜生长在高温、强光和多湿的热带及亚热带地区，主要分布在我国的华南热带和淮河以南的亚热带低地；粳稻比较适宜生长在气候暖和的温带、热带高地，在我国主要分布于南部热带、亚热带的高地，华东太湖流域以及华北、西北、东北等温度较低的地区。

近几十年来，杂交水稻技术的推广为我国粮食增产作出了巨大贡献。但是，目前的杂交水稻都集中在单一亚种之间，比如袁隆平院士的杂交水稻、绿色超级稻等，都是在籼稻亚种之间进行的杂交。

科学界普遍认为，水稻籼粳杂交可比其他杂交稻进一步提高单产15%至30%。“这对于提高水稻产量，保障国家粮食安全有着至关重要的作用。”万建民说。

然而，籼稻和粳稻在杂交中存在的最大问题是：水稻会出现花粉不育、小穗结实率低、籽粒不饱满等杂种不育现象，通常有50%左右不能结实。

“常规水稻品种结实率要在80%以上，但是，籼粳杂交只有不高于50%的结实率。”万建民坦言，结实率80%以上是一个前提，如果达不到这个标准，就无法实现增产目标。

而在此次发布的研究成果中，万建民团队采用了栽培稻粳稻品种和南方野生稻品种为研究材料。之所以选择这两个品种，是因为南方野生稻是现代栽培籼稻粳稻的共同祖先，它携带了更多、更全面的遗传基因。

在试验中，研究人员发现，栽培稻粳稻与南方野生稻杂交后，杂种虽然能长出更多穗粒，但绝大部分都是空稻壳，最终结实率仅有1%至2%，基本可以忽略不计。由此，科学家们提出了假设——一定是有哪些基因控制了杂交稻不结实。

“所以，我们要找出其不结实的原因，同时找到如何让其结实的办法。”万建民告诉记者。

“自私”的基因

自私基因是父本或母本中能控制其自身的DNA片段将优先遗传给后代的基因，从而维持物种自身的稳定性。而粳稻中的毒基因产物“自私”地将南方野生稻的配子杀死了

那么，栽培稻粳稻与南方野生稻杂交后，为什么不结实呢？

随着研究的深入，万建民及团队发现了其中的奥秘，因为粳稻具有一项神秘“武器”——自私基因。

什么是自私基因？它是干什么用的？

英国演化理论学者理查德·道金斯在其经典著作《自私的基因》中给出了详细阐述，这一概念说的是双亲杂交后，父本或母本中能控制其自身的DNA片段将优先遗传给后代的基因，使亲本自身的遗传信息能更多、更快地复制，并能更多地传递给子代，从而维持物种自身的稳定性。

“拿人类作比方，父母能控制住自身基因的将更多地传递给后代，所以大部分人都是像父母一方的多，而像另一方的少，这种类型的基因称为自私基因。”万建民对记者说，但值得注意的是，这一现象却不符合孟德尔遗传定律。经典定律认为，基因是有均等机会分配给后代的，即父母双方的基因遗传给后代的概率是等同的。而实际情况是，大部分人都更像父母中的某一方。所以，人类在遗传过程中，也出现了大量的“自私现象”。

对于这种现象的研究，在上世纪90年代就有相关研究文章出现。2017年，《科学》杂志报道了小鼠和线虫自私基因的非孟德尔遗传现象。这些研究表明，在动物中，自私基因驱动了基因组的进化，并影响了物种自身的稳定性。此次水稻自私基因的发现，在植物界尚属首例。

万建民及团队在研究中发现，粳稻拥有的自私基因位点包含3个相邻的基因ORF1、ORF2和ORF3，第一个基因没有什么作用，第二个基因是毒蛋白，起到杀死配子的作用，第三个基因是解毒蛋白，起到保护配子的作用。而南方野生稻只含有ORF1、ORF2两个基因，并不具有保护配子的基因。

因此在杂交后，粳稻中的毒基因产物将南方野生稻的配子杀死了，也就是说，粳稻的自私基因发挥了作用，同时用ORF3基因保护了自己的配子，这就是自私现象。

论文第一作者余晓文博士打了个比方，解毒蛋白类似花粉发育过程中的“护花使者”，若早期的花粉细胞中不含有解毒蛋白，其发育过程中会因为没有受到保护，不可避免地受到毒蛋白的“毒害”，最终导致死亡；而含有解毒蛋白的花粉细胞，它的发育过程犹如多了一层保护，会自动消除毒蛋白的毒害作用，顺利完成发育，使亲本自身的遗传信息更多地传递给后代，“自私”地维持了物种自身的稳定性。

“此次研究成果对我们解决籼粳杂交不育将起到重大作用，我们可以针对自私基因进行基因编辑，删除毒蛋白基因，同时选择保留解毒基因，从而彻底解决籼粳杂交不育问题。”万建民如是说。

基因的“矛”与“盾”

水稻中紧密连锁的基因ORF2和ORF3的产物，是类似于“矛”与“盾”关系的毒蛋白和解毒蛋白。在漫长的演化过程中，解毒蛋白可以“选择性”地保护携带它的花粉，确保其可育

论文第一作者、南京农业大学农学院赵志刚教授介绍说，这种类似于“矛”与“盾”关系的毒蛋白和解毒蛋白，其实就是水稻中紧密连锁的基因ORF2和ORF3的产物。他们以亚洲栽培稻品种滇粳优1号和南方野生稻为研究材料，发现ORF2基因编码了一个毒性蛋白，对全部花粉的发育具有毒害作用；而ORF3基因则编码了一个解毒蛋白，“选择性（配子体效应）”地保护携带它的花粉，确保其可育，非常“自私”。研究发现，普通野生稻中，约50%的材料含有ORF3，在经过长期的演化之后，90%以上都含有ORF3。

有意思的是，万建民院士科研团队还探寻出了水稻自私基因演化的“古战场”。“大反派”毒蛋白ORF2原本只是个“跑龙套”的，而能够将其“绳之以法”的解毒蛋白ORF3其实是由一个看似微不足道的ORF1基因进化而来的。在漫长的“祖先野生稻—普通野生稻—亚洲栽培稻”的演化过程中，ORF1没有功能，但一直被保留；ORF2是从没有毒性功能的单倍型逐步演变成有毒性功能的单倍型；而ORF3则是在普通野生稻中由ORF1基因的复制而产生，并在随后的稻种驯化过程中，传递到亚洲栽培稻中。

值得一提的是，20多年来，万建民院士团队一直致力于破解“籼粳交”杂种优势有效利用难题。2015年，他们发掘出水稻广亲和、早熟和显性矮秆基因，开发出相应分子标记和育种技术，成功培育籼粳交高产水稻新品种，荣获国家技术发明奖二等奖。

该团队这次在《科学》期刊发表的突破性成果，延续了杂种优势利用的科学命题，首次用自私基因模型揭示了水稻的杂种不育现象，阐明了自私基因在维持植物基因组的稳定性、促进新物种的形成中的分子机制，探讨了毒性—解毒分子机制在水稻杂种不育上的普遍性，为揭示水稻籼粳亚种间杂种雌配子选择性致死的本质提供了理论借鉴。在实践意义上，可以创制“广亲和”材料，克服杂种不育障碍，充分利用杂种优势和野生种质资源，提高水稻单产。

冷链物流『高科技』便利生鲜运输

本报记者　姚　进

来自青海省共和县龙羊峡水库的三文鱼怎么也没想到，自己最近会成为网友们争论的焦点。事实上，三文鱼之所以能走进千家万户，成为中国消费者心目中的“网红”，离不开国家农产品冷链流通系统近年来的蓬勃发展。

“推动农产品冷链流通标准化是内贸流通体制改革和《物流标准化中长期发展规划（2015-2020年）》的重要内容，也是推动农业供给侧结构性改革和农业现代化的重要举措。”据商务部市场建设司相关负责人介绍，目前，全国有31个试点城市和285家试点企业参与农产品冷链流通标准化示范，在农产品冷链流通基础设施建设、标准化、信息化、集约化、构建全程农产品冷链流通链条等5个方面，形成了17条可复制可推广的经验和模式。

那么，生鲜运输已经发展出哪些“高科技”？哪些城市探索出了让消费者“吃得放心”的好做法？

广东某水产公司自主研发低温暂养、活鱼包装、纯氧配送等专利技术，从塘头到市场，采用逐级降温和智能温控技术，在运输过程中让活鱼处于半冬眠状态，全程无需换水，做到全程封闭温控管理，实现“南鱼北运”产业化发展。在不添加任何药物的情况下，确保鱼类从广东到北京存活率达99%以上，让消费者吃上真正放心新鲜的活鱼。

吃到当天采摘的新鲜荔枝也不成问题。广州某果莱保鲜公司依托全程农产品冷链流通技术，包装当天采收的荔枝后，送恒温车间降温及保鲜处理，令果内温度降至5℃，随后称重装箱继续放置冷库降温后装运冷柜，并通过全程监控保证货柜运输全程保持在0℃至2℃，直到抵达目的地开柜。

此外，冷链流通技术及运输模式也有创新，火车成了运输新鲜农产品的得力工具。山东某公司应用远距离多式联运等新型冷链设备及运输模式，实现不开箱、不倒货，就能根据不同保温需要调节温度，提高物流效率。这种铁路冷链班列以冷藏集装箱作为载具，依靠温度感应器自动稳定箱内温度，货物从厂家整箱铅封后，冷链短驳至铁路场站。

“冷链物流效率要提高，少不了标准化设施设备。从标准化托盘到叉车、货架，再到手动液压车，当这些标准化设施遇到伸缩机、皮带输送机、滑槽等全自动输送设备，就可实现装卸、安检、发货、集货和自动分拣等多种功能。”商务部市场建设司相关负责人表示，目前，我国某些物流公司配备标准化托盘覆盖率达80%以上，装卸效率提升50%。

比如，山东某公司把每种商品的装载量告知供应商，供应商按要求将农产品装入标准化周转筐，全程不倒筐，减少人为接触商品，整筐直接配送到门店。推行和使用标准化载具的厂家和农户们还可以走绿色通道，享受优先卸货服务。

天天扫的二维码，现在也可以用来查温度了。宁夏一家公司已经在所有产品包装上贴上自动生成的二维码，客户拿出手机，就可以查询产品冷藏仓储运输全过程中应用的标准、产品温度、出入库日期等信息。

除了二维码，冷链物流监控体系还有大招。据了解，农产品冷链物流透明化管理系统在产品分拣、包装、运输、仓储、配送等环节实现温度全程监控，保障冷链物流不断链。他们将冷库温度监控预警子系统、GPS温度监控跟踪子系统整合在一起，与客户系统对接，客户就能通过网站、手机客户端查询系统数据。比如，烟台一家公司就整合了公司商流信息以及物流信息平台，建立了完善的温度记录及追踪体系。

“今年，商务部与国家标准委组织第三方专家组对试点城市及试点企业进行了形式审查和现场抽查，确定烟台、潍坊、成都、厦门4个城市和9家企业为2018年农产品冷链流通标准化示范城市和示范企业。”上述负责人说。

汉能致力于移动能源核心技术产业化——

太阳能新目标：衣包器物皆“发电”

本报记者　王轶辰

消费者在体验汉能生产的薄膜太阳能发电纸。　本报记者　王轶辰摄

在不久的将来，人们也许将不再为手机续航时间太短而苦恼，仅需在手机外壳附带一片薄膜太阳能芯片，就可以让设备保持续航——在近日举办的首届全球移动能源大会上，人们看到了这种可能。

所谓移动能源，是以可移动的分布式发电技术为基础，通过储能、控制、信息通信等技术的有机结合，实现能源的可移动、全天候、高效率供应。它是分布式发电进一步小型化、分散化的应用，涉及新能源、新能源汽车、新材料、高端装备制造、节能环保、信息技术等多个领域。

移动能源能为人类的衣食住行带来很多积极影响，尤其在出行领域。目前，世界首架太阳能飞机已经成功完成了环球飞行；共享单车已普遍采用光伏发电技术解决电力供应问题，方便又环保。

“太阳能已经解决了部分人‘住’的问题，未来，人类‘行’的大领域将对能源具有强烈需求。然而，仅凭借传统能源不可能解决日益旺盛的能源需求，太阳能由此成为移动能源的重要来源。”中国可再生能源学会名誉理事长石定寰说。

在大会现场，经济日报记者看到，汉能控股集团展示了一批基于薄膜太阳能技术的多项移动能源应用产品，包括汉瓦、汉车、汉伞、汉包、汉纸等，全面覆盖“住”“用”“行”等各种生活场景。传统产品纷纷变身为“发电体”，实现了能源的共享和自由使用。

那么，薄膜太阳能是什么呢？汉能控股集团董事局主席李河君说：“我们可以把它理解为‘人造叶绿素’，就是让人类像绿色植物一样直接利用阳光。目前，我们对其他能源都是间接利用，唯独对于太阳能是直接利用——阳光照在薄膜上，光能就直接转换成为电能。与采用燃烧方式获取能量的传统能源相比，太阳能不但清洁环保，没有任何排放（烧煤、烧油等造成大量二氧化碳等有害气体排放），且薄膜太阳能的光电转换时间仅为零点零几秒，转换率最高能超过30%（传统燃烧方式对能源的利用率只有1%至2%，并且煤炭、石油形成的周期达上万年）。”

当前，“移动能源”已经上升为国家战略。去年9月份，国务院发布的《关于支持山西省进一步深化改革促进资源型经济转型发展的意见》中明确提出，布局薄膜太阳能等移动能源产业，打造移动能源领跑者。今年4月，工信部等6部门联合发布的《智能光伏产业发展行动计划（2018-2020年）》中明确提出，推动先进光伏产品与消费电子、户外产品、交通工具、航空航天、军事国防等结合，鼓励发展丰富多样的移动产品。

目前，我国移动能源的发展已经取得了一定成果。记者了解到，汉能控股集团已经与摩拜单车、顺丰快递达成合作，为单车、快递车安装薄膜太阳能，实现定位与续航；还牵手奥迪、北汽、一汽等车企，共同研发应用于多个车型的薄膜太阳能车顶；轻薄而抗震的薄膜太阳能芯片则让交通工具自己发电成为可能——移动能源将让未来出行体验更绿色、更高效。

移动能源更大的价值还在于，可以让人们在户外自由使用电能。汉能控股集团利用薄膜太阳能芯片研发的可折叠发电纸、发电背包、发电衣服、发电帐篷、发电手机壳等民用新品，有助于解决移动互联网时代的充电难题。

李河君表示，移动能源的技术已经成熟，核心装备已经实现国产化。其中，薄膜太阳能是移动能源的核心技术，在近一两年里研发和量产转换率不断提升，已经具备了产业化条件。

此外，移动能源的另一个重要意义在于为光伏产业找到了新的出口。近日，在不断拉大的可再生能源补贴缺口的影响下，国家出台新政，要求严控光伏发电装机规模。如何开发多元化的光伏产品和挖潜民用市场，已经成为光伏企业必须思考的问题。

“移动能源创造了一个新的太阳能应用市场，电子设备、户外产品、交通工具、航天等领域都存在大量新的机遇。预计到2020年，全球移动能源市场规模将达到120吉瓦。”中国社会科学院工业经济研究所党委书记史丹说。

中国企业发布靶向洗脱支架最新临床研究结果

本报讯　记者沈则瑾报道：在近日举行的欧洲血运重建大会（EuroPCR 2018）上，上海微创医疗器械（集团）有限公司首次公布了全球唯一的靶向洗脱支架系统——Firehawk®（火鹰）冠脉雷帕霉素靶向洗脱支架系统最新临床研究结果。

作为目前全球载药量最低的支架系统，Firehawk®（火鹰）集裸支架与药物洗脱支架的优点于一身，采用了独特的激光单面刻槽涂药技术和靶向洗脱技术，在保证药物有效性的同时，大大降低了药物使用量，有利于血管的短期愈合。

根据法国巴黎首次公布的TARGET AC临床研究最新结果显示，Firehawk®（火鹰）支架仅需同类产品载药量的三分之一就可以达到同等安全性和有效性。而且，尽管这一临床研究包括了欧洲最复杂的患者人群，它的安全性和有效性依旧非常出色。

据悉，作为中国首家在欧洲大规模上市后临床试验的医疗器械公司，上海微创医疗器械（集团）有限公司从2009年启动TARGET全球临床系列项目后，累计将纳入约1.7万名患者。

Firehawk®（火鹰）冠脉雷帕霉素靶向洗脱支架。（资料图片）

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com