

发现植物“再生因子” 破解世纪难题

山农大教授李传友从番茄中找到“金钥匙”，拿到国际顶尖大奖

本报济南3月22日讯(记者 巩悦悦) 当地时间3月20日晚8点,山东农业大学教授李传友在德国班贝格捧起了洪堡研究奖。这位中国科学家凭借在植物受伤反应领域的突破性研究,破解了生物育种界两大难题,斩获德国授予外国学者的最高奖,该奖也是国际科研界公认的顶级荣誉之一。

李传友教授团队的研究突破,就藏在一颗小小的番茄里。领奖前他接受齐鲁晚报·齐鲁壹点记者专访时透露,团队以植物受

伤反应为研究模式,啃下了育种界两块“硬骨头”:一是找到打破作物产量与抗性负相关的新方法,二是发现了控制器官再生的关键——“再生因子”。

产量与抗性负相关,是困扰育种界多年的难题。高产品种往往抗病性弱,抗病性强的品种又难高产,成了农业提质的一大阻碍。李传友教授团队研究发现,植物免疫反应里藏着一套“油门与刹车”系统:系统素的两个受体,一个启动防御当“油门”,一个终

止免疫做“刹车”。精准调控这套系统,就能打破产量与抗性的负相关,实现二者协同提升。

而“再生因子”的发现,更是解开了世纪科学难题。2005年《科学》杂志评选的“人类最重要25个科学问题”中,“什么控制着器官再生”一直悬而未决,李传友教授团队的研究给出了关键答案。后续,团队还将深入研究再生因子激活干细胞、促进器官再生的深层机理,这些理念将为再生医学研究提供思路和方法借鉴。

其实,这项突破的诞生,源于一次看似“失败”的实验。李传友教授团队的博士生杨文韬做突变基因遗传互补验证,耗时两年反复尝试,始终无法获得转基因植株。当她沮丧地告诉导师“可能克隆错了基因”时,李传友却激动地“跳了起来”——无法再生,恰恰证明这个基因就是控制再生的“总开关”,“spr9基因正是编码再生因子的关键,它的功能丧失后,植物就完全丧失再生能力,这正是科研界寻找数十年的答案。”

如今,李传友教授团队从番茄中找到的“金钥匙”,不仅打破了国际高端番茄种子的垄断,成功育成多个番茄新品种,更应用到了更多农作物育种中。国内多个科研团队借助“再生因子”,解决了小麦、玉米、大豆等难转化作物的育种效率问题,让相关作物遗传转化效率提升了4到8倍。

“让中国种子装上中国芯,让中国土地结出中国果。”李传友说,“咱搞农业科研的,脚底带泥,心里头才踏实。”

记者 巩悦悦 王建华

两个难题,一把钥匙

“全世界搞育种的,都卡在两个‘硬骨头’上。”采访中,李传友开门见山,“一是产量和抗性‘打架’,高产的不抗病,抗病的不高产;二是小麦、玉米、大豆这些主粮的再生能力弱,基因编辑再好也用不上。”

这两道难题,像两把锁,被他用“一颗番茄”一一解开。李传友找到的,正是开锁的钥匙。

第一把钥匙,叫“免疫稳态”。

李传友介绍,植物的免疫系统和人类有点像。感染了,要启动防御;敌情解除了,要适时刹车。刹车不灵,就会过度免疫——就像有些感染疾病的重症患者,很多不是被细菌或病毒杀死,而是被自己的免疫反应“烧”死的。“植物比人聪明。”李传友说,“它不能动,天天被虫子咬,被病菌侵,可它从来没把自己‘烧’死。它有一套精确的刹车系统。”

根据国外研究成果,植物存在系统性防御现象,其中,发挥关键作用的有两个因子——系统素和茉莉酸。但它们如何发挥作用、作用机理是什么,学术界一直没有研究清楚。

经过20余年的研究,李传友教授团队发现了系统素有两个受体SYR1和SYR2,它们作为受伤程度的感受器:一个当油门,启动防御;一个当刹车,终止免疫。油门踩多大,刹车就配多灵。把这两样调好了,产量和抗性就能一起往上升。

第二把钥匙,是被称作“再生指挥官”的再生因子REF1。

这个发现,回答了一个世纪难题。2005年,《科学》杂志在其创刊125周年之际,向全球科学家征集了125个最重要的科学问题,又从里面挑出25个。第七个问题是:什么控制着器官再生?2024年5月22日,国际顶级期刊《细胞》发表了李传友教授团队的研究成果。他们发现了一种叫REF1的再生因子,植物受伤后,它会像指挥官一样发令:启动修复!

“不光是植物,还有动物以及人。”李传友说,“再生因子的发现,或许能给再生医学提供思路。”

中国科学院院士康乐评价道:“该研究对细胞分化与再生领域的基础科学研究和生物技术应用都具有突破性意义。植物再生因子REF1的发现和利用,对我国用好基因编辑这把‘剑’打赢种业翻身仗,加快国家生物育种产业化步伐意义重大。”

挑战导师的导师

凭什么是李传友?凭什么是中



一颗番茄,能值多少钱?

作为国内引进的主流高端番茄品种之一,法国Saopolo番茄的种子,一颗就要18元,成为我国种源“卡脖子”的代表品种之一。山东农业大学李传友教授团队培育的“泰番玲珑珠”,不仅产量和品质可以与此媲美,而且价格还不到它的五分之一。这不仅是价格的差距,更是一场高端种业的“突围战”。李传友要用这颗番茄,给中国种子装上“中国芯”。

当地时间3月20日晚8点,李传友拿到了洪堡研究奖——德国颁发给外国学者的最高荣誉。凭啥拿这个奖?答案就藏在一颗番茄里。

把价格打下来4/5!

这颗中国番茄种子何以打破国外垄断



山农大教授李传友与团队围绕番茄再生因子研究进行讨论。

国人解开了这两道难题?

这得从另一个故事讲起。

上世纪70年代,美国科学家瑞恩教授用番茄做研究,发现了一个现象:一片叶子被虫咬了,整株番茄都会产生一种让虫子消化不良的蛋白。他把这叫做“系统性防御”。经过20年研究,1991年,瑞恩教授找到了传递信号的物质,取名“系统素”。他认为,系统素是跑长途送信的“信使”,植物受伤后,它从受伤部位出发,跑遍全身,下达防御指令。另一种物质“茉莉酸”只在受伤部位起作用。这个结论,写进了美国的教科书。

年轻的李传友在博士后期间,恰好进了瑞恩教授学生的实验室。他读到这个理论,决定亲手验证一下。“教科书上写着是系统素在传递命令。提出这个理论的,是这个领域的奠基人,我导师的导师。”李传友说,“可我的实验数据一遍遍告诉我:不对。”

他做了一个嫁接实验,结果证明,真正跑长途送信的,不是系统素,而是茉莉酸。系统素确实重要,但它只在受伤部位发挥作用,它的任务是加速茉莉酸的合成。然后茉莉酸跑遍全身。“我当时血气方刚。我证明了我导师的导师——这个领域的权威,他的结论不对。”他把结果

写成论文,但导师有点紧张,开玩笑说:“你要是证明我导师是错的,他会‘杀’了我,也会‘杀’了你。”

论文最终拆成了两篇发表。发表后,瑞恩教授看到了。这位老人做了一件让李传友意外的事——他在美国科学院院报上发了篇评论,公开说这是个新发现。谈及瑞恩教授当时的做法,李传友感慨道:“体现了一个伟大科学家广阔的胸怀,这是对科学研究和科学结论的推动。”

2003年,李传友回国,在中国科学院遗传与发育生物学研究所建起自己的实验室。因为研究茉莉酸,他给实验室取了个名字,叫“茉莉家园”。

一个转弯,打开了另一扇门

“茉莉家园”里攒了20年的“家底”,是一堆防御反应出问题的突变体。怎么筛出来的?用番茄做模式,研究植物的防御反应。一届一届的博士生,从几十万个诱变材料里一个筛,看哪些受伤后不能正常启动防御。“这些瓶瓶罐罐,外人看或许是破烂。”李传友说,“这可是我们从1998年开始一点一点攒下来的。每一个突变体,都是一份宝藏。”

他没想到,这些“破烂”后来会派

上大用场。当时,团队想找再生因子。但直接用遗传学方法筛再生的突变体,太难了——再生过程太长,筛一轮要花很长时间,根本“筛不动”。

李传友换了个思路。他琢磨:植物受伤后,一边要防御,一边要再生。这两个事是同时发生的,分不开。如果一个突变体再生出毛病,它的防御是不是也有毛病?顺着这个逻辑,他没有从头筛再生的突变体,而是直接翻出了那堆攒了二十年的“破烂”——那些防御有缺陷的突变体。

果然,他们筛到了一个叫spr9的突变体——防御有问题,再生也有问题。门,就这么打开了。

“做不出来”,就是答案

这时,一个叫杨文韬的博士生站了出来。她是论文第一作者,负责对这个突变体做遗传互补验证。按理说,把基因转回去,突变体应该恢复正常。可她怎么试都不行——换培养基,不长;调温度,不长;换光照,还是不长……“我当时真怀疑自己是不是不适合干这行。”杨文韬说。

她去找师兄帮忙,结果也一样。

人变得越来越蔫,见了老师都想绕着走,更不敢跟李传友说。一晃就是一年多。2020年5月,李传友把她叫到办公室,主动问实验进展。杨文韬憋了半天,终于开口:“老师,我这个基因……可能分离错了。”

李传友问:怎么错了?

杨文韬说:我做不出转基因来,没法做遗传互补。

李传友一听,眼睛亮了:“这就对了!”他差点从椅子上跳起来。杨文韬愣住了,不明白老师为啥高兴。“spr9就是编码再生因子的基因!”李传友说,“它功能没了,植物就彻底丧失再生能力,当然做不出转基因来。这不就是我们找了十几年的东西吗?”

杨文韬这才反应过来,实验“做不出来”,本身就是答案。

李传友常说一句话:“做研究的过程中,要讲自己喜欢的结果,更要善于去讲自己不喜欢的结果。不喜欢的结果,往往有两种可能,一种可能是做错了,更多的时候,意味着创新性很强。”这话,他的学生都记得。

“人过留名,雁过留声”

采访到最后,记者问李传友:您讲科研,讲得这么通俗易懂,是一直这样吗?

他顿了一下。“你这一问,戳到我心里最柔软的地方了。”他说,“因为我父母都是农民。”

李传友介绍,父母连自己的名字都不会写,但从小到大,他们对他只有一个朴素的期望:好好上学,跳出农门。“父亲跟我说过两句话。第一句,人勤地不懒。你在外头做事,头一条就是得勤快;第二句,人过留名,雁过留声。做人要正,做事要实。”李传友说:“这两句话,我记住了。后来我试图把我做的科研先讲给母亲听。我觉得她听懂了,我才给别人讲。”

说这话时,李传友声音有点颤,眼眶红了。他还记得50年前的一个暑假,那时候他还是个孩子,跟在父亲后头翻地。父亲锄地,把地瓜的根锄断了。他心疼那些根,忍不住问:根都断了,庄稼还能长好吗?“父亲对我说,这是老辈人传下来的增产法子,里头一定有道理。你以后有机会,自己去琢磨琢磨。”

这个问题,他琢磨了50年。

从地瓜田里的好奇,到挑战教科书的勇气,再到让主粮育种有了新工具,李传友带领团队从番茄里找到的“金钥匙”,正在打开更多农作物生物育种的大门。国内做小麦的、做玉米的、做大豆的,已经在用他们发现的再生因子提高育种效率。

李传友说,以前这些主粮“油盐不进”,现在门开了。