

# 沪科学家20年找到水稻免疫开关

## 新品种正在培育,有了“免疫双保险”,即便台风洪水也不怕

台风过境,洪水肆虐,稻田里一片倒伏的黄叶——这并非“眼见”的自然灾害那么简单,而是近年来我国南方稻区日益严峻的现实。罪魁祸首,是一种古老而顽固的细菌病害——白叶枯病。

近二十年来,受全球变暖影响,台风活动频繁,加之水稻主栽品种抗源单一、病原菌变异加快,白叶枯病从过去的区域性检疫病害,迅速蔓延为全国稻区的重要威胁。它像一场无声的“疫病”,侵蚀着我国粮食安全的根基。

北京时间4月8日深夜,国际顶尖学术期刊《自然》(Nature)在线发表了一项中国科学家的重要成果。由中国科学院分子植物科学卓越创新中心何祖华院士团队领衔,联合上海交通大学、浙江大学等单位,历经二十年攻关,成功克隆出一个全新的水稻抗白叶枯病基因——Xa48,并首次揭示了水稻在驯化过程中如何“取舍”抗病性与产量的秘密。

### 水稻中筛出“卫士”

故事得从一道难题讲起。白叶枯病的病原菌——黄单胞菌,是一个善于伪装的“入侵者”,不断变异,突破水稻的免疫防线。国际上首个克隆的白叶枯病抗病基因Xa21,曾为“抵抗入侵”立下汗马功劳,但多年来已被毒性菌株“攻破”。

研究团队没有放弃。他们从几千份水稻资源中,利用能“攻克”Xa21的强毒性菌株,逐一筛选、比对,终于在籼稻品种“双科早”中,找到了一个全新的抗病基因——Xa48。

该基因编码一个免疫受体蛋白,像一名称职的“哨兵”,能识别病原菌分泌的毒性蛋白XopG,并迅速启动免疫反应。更妙的是,Xa48与Xa21分工明确:Xa21主要防御东南亚病原菌变种,而Xa48则专攻东北亚变种,两者互为补充,形成一道更坚固的防线。

在这项研究中,最富戏剧性的发现,来自进化。“Xa48基因只存在于籼稻中,而在粳稻中几乎消失。”论文共同第一作者、中国科学院分子植物科学卓越创新中心副研究员林辉说。原来,籼稻传统种植于长江以南,气候湿热,白叶枯病频发;而粳稻历史上种植于长江以北,水患较少,病害压力小。随着古代农业灌溉体系逐步建立,北方稻区的良好的人工灌溉系统反而减少了病菌传播,粳稻对Xa48的依赖也随之下降。

更关键的是,研究团队发现,Xa48能抗病的关键是抑制一种蛋白,这个蛋白恰好与水稻产量相关。换句话说,粳稻中保留Xa48,抗病但减产;舍弃Xa48,高产但易感病。

“在数千年的驯化过程中,粳稻选择了‘高产’,而籼稻在病害压力下保留了‘抗病’,并能保持高产。”林辉解释。

### 重构野生稻抗病性

有了基因,如何应用?研究团队做了一个大胆的尝试:将基础抗病基因Xa21与专化抗病基因Xa48聚合在一起。

打个比方,基础抗病像人体打喷嚏,对一切病原菌都有一定防御;专化抗病像疫苗,只对特定菌株产生强烈免疫。两者叠加,就像给水稻装上了“广谱雷达”和“精确制导”。结果也令人振奋——聚合了两种抗病机制的水稻新品系,在经历台风、洪水等极端胁迫后,依然在不同稻区保持稳定抗性,且产量不受

影响。

“这是首次在作物中证明,基础免疫与专化免疫网络的叠加,可以重构野生稻那样的广谱抗病性,为作物抗病育种开辟了全新范式。”何祖华指出。

### 成果已被育种应用

当然,这项登上国际顶刊的成果不可能一蹴而就,甚至,它比人们常说的“十年磨一剑”更持久——何祖华团队从二十年前开始布局,历经三代研究生的接力攻关。从上海基地到海南南繁基地,从基因克隆、机制解析到育种应用,每一步都凝结着汗水与坚持。

目前,Xa48基因已被隆平高科、荃银高科、中国水稻研究所、中国农业科学院等多家单位应用于抗病新品种培育,实现了从基础研究到育种应用的有效转化。

记者注意到,这也是何祖华团队自2017年在《科学》杂志发表稻瘟病广谱抗病基因Pigm以来的又一重大突破。两篇顶刊,两种病害,一个目标:把种质牢牢攥在自己手里。

本报记者 郜阳

# 多坚持一秒,你就是最后的胜利者!

## 从“别垫底”到“比肩GPS”,“北斗狂人”林宝军讲述研发北斗卫星导航系统的幕后故事

“通常败下来的原因不是被别人打败,而是自己打败了自己。只要走,自然有路。”

“当这帮年轻人都老了的时候,北斗能与GPS相当,这辈子就不白活。”

上个月,北斗卫星导航系统传出要在轨升级的消息。目前,北斗卫星在轨运行数量达50颗,已深度融入国家经济社会发展大局,是支撑行业发展、服务百姓生活的科技先锋。

在近日举行的中国科学院上海分院第十四期“报国讲坛”上,中国科学院微小卫星创新研究院学术委员会主任、北斗三号卫星系统总设计师林宝军(见右图)用一句句朴素但铿锵的话,将近百名年轻科研工作者的思绪拉入了一场跨越三十年的逐梦之旅。这位被称作“北斗狂人”的科学家,深情讲述中国北斗从追赶领跑背后的故事以及浓浓的家国情怀。

### 新技术不等于不可靠

卫星导航系统是大国重器。

你知道吗,在2020年,我国95%的App默认调用位置权限;2023年,中国卫星导航与位置服务产业总产值达5362亿元。

如今,北斗系统像我们呼吸的空气一样,感觉不到,但是却离不开它的存在——清晨闹钟的准时响起,是北斗与5G配合的精准授时;楼下距离最近的共享单车、通勤大巴选定的最优路线,是依靠北斗进行的精准定位与导航服务;“东风快递”要想“使命必达”,也依赖北斗系统的引导……“北斗三号系统全球定位精度优于10米,测速精度优于0.2米/秒,授时误差小于20纳秒。”林宝军自豪地说,“北斗还在亚太地区配备独有的3.6万公里高度地球同步卫星。这些卫星站得高、看得远,导航的可用性、连续性相比其他国家的导航系统会更好。”

林宝军有个外号叫“北斗狂人”。“狂人”指他敢用新技术,甚至使用世界上从未使用过的技术。

在航天系统业内有个不成文的规矩:一个航天器上采用的新技术不超过30%。但北斗三号研发时用了超过160项关键技术,创新程度超过70%,很多世界上没有用过的新技术

术,林宝军都实践在了北斗三号的设计中。“新技术不等于不可靠。”林宝军说,“如果配合成熟的工艺、把试验做透,就能迈过‘学也学不来,买也买不来,绕也绕不过’的坎儿。”

北斗设计初期,团队的目标仅仅是“别垫底”——“当这帮年轻人都老了的时候,北斗能与GPS相当,这辈子就不白活。”谁也没想到,平均年龄31岁、总共81人的团队,用了3年零3个月,干了GPS从二代到三代20年才干成的事。

### 卫星“王者”或将易位

创新从来不一帆风顺,但林宝军团队选择迎难而上。

导航定位的本质是测时,他们在铷原子钟基础上,自主研发出精度更高的氢原子钟,并发明了“无缝切换技术”——两个钟同时工作,一旦氢原子钟出问题,可在20皮秒内切换到铷钟,用户毫无感知。

又比如,传统导航系统需在全球部署大量地面站实现连续测控,而团队另辟蹊径在全球首创的星间链路技术,如同给北斗三号卫星搭建了一个“聊天微信群”,让卫星之间信息互通,将卫星测控覆盖率提升至100%。

还有一次,一颗发射到地月空间的试验星,在星箭分离时意外发生高速旋转,太阳能帆板被撞断。“所有人都认为没救了。”林宝军说,当时有人劝他“放弃也没责任”。他没有听,用了一个通宵,写下十几条处置指令,凭借龙芯加“程序重构”架构——可以随时在轨修改程序——一条一条发上去。卫星的翻板奇迹般转向太阳,保住电能;姿态逐步恢复。最后,这颗被认为“必死无疑”的卫星不仅成



功进入预定轨道,还超额完成了所有任务。哈佛-史密森天体物理中心的一名教授这样评价:“在正常条件下到达月球的成功率不到30%。你们在翻板断裂、高速旋转、错失窗口的情况下还能救回来——做梦都想不到。”

屏幕上出现了两张合影,主人公一样,是林宝军和美国GPS之父布拉德福德·帕金森。第一张摄于2011年,林宝军当时心里的想法是:“这辈子可能没希望超过你了,但希望年轻人能做到”;第二张是2025年秋天拍的,此时北斗的各项性能已与GPS不分伯仲。美国太空新闻网直言:中美“卫星导航领域”,美国曾是“王者”,如今正输给中国。

### 不是仿而是“中国创造”

“我们正处在世界巨变的时代。不管你愿不愿意,你已经站到了舞台中央。”林宝军说,最大的危险不是被对手超越,而是自己失去创新的自信和勇气。他直言,国内科研领域长期养成了“仿一试试一改一再试”的思维,尽管论文很多,但原创成果偏少,难谈引领国际发展;提出的原创思想面对质疑时,缺乏坚持自己观点的勇气,“但凡是创新,必然存在‘不确定性’,想创新就必须承担风险。”他呼吁:“现在是时候提‘中国创造’了。制造是学习,创造才是创新。而创新,靠的是自信。”

两个半小时的报国讲坛,没有讲稿,没有PPT翻页的刻板节奏。林宝军时而言辞犀利,时而眼眶泛红。他回忆自己如何从农村孩子考上大学,如何从研发汽车发动机到研发飞船、北斗卫星导航系统的跨界,还讲了团队里81个人1500多个日夜“行军床扔在实验室、饿了随便吃点”的青春燃烧……

今年63岁的林宝军正牵头研制下一代北斗系统,推动导航、通信和遥感技术一体化发展,同时担任地月空间远距离逆行轨道工程总设计师。他说,中国人的坐标,从未像今天这样清晰、自信、不可撼动。

本报记者 郜阳



### 新民随笔

## 追梦而非追生活

张雪的成功,不是底层少年的偶然逆袭,而是一场以极致热爱为底色,用全部能力奔赴梦想的必然。他与无数平凡谋生者的根本不同,在于从始至终,他追的都是心中的梦,而非一份安稳的生活,这份高到云端的纯粹执念,让他从泥泞里的机车少年,活成了WSBK赛场的冠军。

他不是普通的底层少年,他的骨子里藏着极致而清晰的热爱,更有着“不疯魔不成活”的秉性。19岁为争取拍摄机会,连着一周给电视台打热线,拍摄失利后连夜发数条短信哀求,甚至直言“不拍会疯”,这份近乎偏执的坚持,让他在绝境里不肯放弃一丝希望。这份热爱不是模糊的向往,而是刻入骨髓的执念,让他16岁弃学修车、17岁开修车行,哪怕身无分文、借钱百万,也始终朝着机车梦想前行。

他更有着远超同龄人的能力与眼界。他对信息社会有着敏锐的感知,更擅于挖掘哪怕遥不可及的资源,仅凭一己之力,用专业的机车术语撬动湖南卫视的镜头,后又如法炮制引来央视关注,这份对机会的捕捉与创造的胆识,绝非普通少年所能拥有。他的语言更有直击人心的爆发力,一句“我年轻,我也是男人,我也想闯一次”,让原本心性质疑的记者易军甘愿为他冒险;一句“有梦想就去追”,让无数人看到追梦的力量。而刻在骨子里的动手天赋,让他从修车铺里的小师傅,一步步摸索出属于自己的机车之路,成为懂技术、会研发的行业佼佼者。

最难得的,是他始终不曾被生活磨平的眼界。他从不只想做一个修车铺老板,也不满足于拥有一份不错的生活,他的目标,是那个遥远的机车梦,是站在世界赛场的顶峰。这份超越现实的追求,让他在二十岁的艰难岁月里,哪怕吃尽苦头、居无定所,哪怕是亲手创立的凯越机车辞职,也始终不曾偏离方向。他不是为了谋生而拼搏,而是为了心中的梦想而全力以赴。

张雪的故事,让我们看见真正的追梦人模样——他们从不是向生活妥协的赶路者,而是以梦为炬的前行者。当一个人把热爱做到极致,把梦想刻入灵魂,便能穿越泥泞,抵达心中的山海。

姜燕