

一把“信号钥匙”开启一把“分子锁”

成功解析豆科植物与根瘤菌的共生密语,中国科学院团队实现开门红

传统领域结出创新成果

说领域传统,是因为共生固氮是个很古老的科学问题了。

要知道,在豆科植物(如大豆、苜蓿)根系周围的土壤里,日复一日发生着精妙的生命体之间的合作——豆科植物与根瘤菌共生互作形成根瘤,植物为根瘤菌提供必需的碳源作为回报,根瘤菌凭借独特的固氮能力,将空气中的氮气转化为植物可利用的养分,二者形成了高效互利的固氮共生关系。

不过,这桩完美的合作始于精准的身份验证。植物根部会释放一种名为“类黄酮类化合物”的化学信号,它如同一把特制的“信号钥匙”,只有当携带与之匹配的“分子锁”——名为NodD的转录因子靠近时,这把钥匙才能与之精准结合,从而触发共生程序。

然而,为什么植物分泌的类黄酮与根瘤菌的NodD蛋白之间能够实现如此专一高效的识别与激活,

最传统的领域,也能结出最创新的硕果!

北京时间今天凌晨,中国科学院分子植物科学卓越创新中心杰睿(Jeremy Murray)团队与张余团队合作在国际顶尖期刊《科学》(Science)上发表了最新成果,合作解析了豆科植物与根瘤菌的共生密语。这是分子植物卓

越中心2026年的“开门红”,也是这位加拿大籍科学家来到中国8年来的第二篇“CNS”(指《细胞》《自然》《科学》“三大刊”)。值得一提的是,分子植物卓越中心在2025年发表了13篇CNS,尽管研究所体量不大,在国内生命科学领域研究机构里,CNS数量却排到并列第三。

这背后的分子机制困扰了科学家数十年。

“我们发现,根瘤菌中的NodD蛋白就像一把分子锁,其结合口袋的形状和关键氨基酸的排列,决定了它能被哪一种类黄酮所激活。”杰睿解释,“正是这些微小的结构差异,构成了不同豆科植物与其专属根瘤菌伙伴之间识别的分子基础。”

高效人工固氮有望实现

进一步研究发现,将苜蓿根瘤菌NodD蛋白中负责信号识别激活的关键氨基酸,移植到豌豆根瘤菌

NodD上后,包含改造的豌豆根瘤菌NodD的苜蓿根瘤菌竟能成功被苜蓿发出的类黄酮信号所触发,并展现出与野生型苜蓿根瘤菌相似的固氮能力。

这个精巧的“分子嫁接”实验直接证明,正是NodD蛋白上这几个位置的氨基酸,如同锁芯中的关键齿纹,决定了共生伙伴识别的特异性。

“豆科植物和根瘤菌像长期合作的舞伴,成功的舞者必定熟知搭档的每一个舞步,只有一同训练过的搭档配合,才能成功共舞。”杰睿打比方说。

科研人员表示,这项研究为构

建广谱宿主根瘤菌及高效人工固氮系统提供了重要理论依据。未来通过精准改造NodD蛋白,不仅能定制适应特定作物的高效固氮菌株,实现一对一靶向固氮,更为推动水稻、玉米等非豆科作物建立类似共生关系,减少农业化肥使用打下了坚实的理论基础。

“非豆科固氮,在国际共生固氮领域,是大家追求的长远目标。”分子植物卓越中心党委副书记张余研究员透露,“中心有数个课题组围绕‘非豆科固氮’领域在攻关,国际上也有多团队在关注,盖茨基金会也有针对性资助。”

舍弃大而全追求“穿透力”

对于分子植物卓越中心的新一年,中国科学院院士韩斌是充满信心的,用他的话来说,中心极少出现“昙花一现”的课题组,“冒头”的基本上都是后劲十足。

“我们要聚集重大科学问题,做有创新性的成果。”韩斌告诉本报记者,2026年,分子植物卓越中心还是“有所为,有所不为”,将经费、人才都倾向重点布局的方向上。记者注意到,去年中心发表的13篇CNS论文中,相当比例是课题组合作结出的成果。韩斌透露,中心鼓励“合作为基础、目标为导向”的团队,不要“大而全”,但务必有创新性,有穿透力。

“杰睿来到中心做科研,也给中心带来了很好的国际影响力。他曾多次表达,只有在上海才可能做出这么棒的工作,这里的支持力度和团队都非常出色。”张余说。

本报记者 郁阳

C919 模拟驾驶舱搬进校园

上海中学航空实践课太酷了



■ 『航空实验室』里的国产大飞机模拟驾驶舱
本报记者 陆梓华 摄

上海中学工程楼底楼最南端,102室。从外表看,这间挂有“航空实验室”铜牌的教室和其他房间并无二致。然而,推开门,几乎每个学生都会忍不住发出“哇”的一声,因为眼前出现的是一个飞机模拟座舱,并且,这架飞机的型号叫C919!

这是上海中学和上海交通大学航空航天学院携手给同学们的惊喜,上月刚刚完成设备调试。它的标准称谓是“基于座舱的交互式飞控系统开发验证平台”,1:1还原了国产大飞机C919真实驾驶座舱场景,配备全真仪表盘、操纵杆与多屏显示系统,支持模拟不同气象条件下的飞行状态,且具备二次开发功能。这在沪上中学校园尚属首创。

由于对航空航天一直很感兴趣,高一(5)班男生董奕辰看见选修课表上出现“航空实践”课就毫不犹豫报了名。飞行控制体验课来了,他自告奋勇担任了“机长”。“保持角度”

“别忘了收起落架”“前面就是东方明珠,小心”……在同学们七嘴八舌的叮嘱中,董奕辰显得颇为沉稳,盯着仪表盘上显示的飞行高度,稳稳把控着驾驶杆。滑行,抬升,起飞!“小董机长”第一次尝试,就成功“飞”上云端,这让他觉得幸运又激动。

而在酷炫的模拟驾驶舱旁边,另一间实验室内,定制款实验装备也入住了中学校园,揭示着航空领域不可或缺的基础知识;在老师启发下,同学们发现,飞机的导航与定位、航路规划、信号处理等功能,和高中生最熟悉的坐标、向量、三角函数、解析几何等知识不无关系。

上海中学航空实践课校内指导教师田雪丽介绍,从2017年开始,上中就和上海交大航空航天学院联合创办了航空实验室,双方教师共同打造了相关的理论和实践类课程,由上海交大教师团队主要授课。2025年,实验室完成迭代,分为实验区、体验区与飞控区三个功能区域。其中,实验区搭建了三大自主研发实验平台——可视化流场观测实验台可直观展示层流、湍流

等流体状态,配合PIV激光测速系统,实现流场动态捕捉;超音速风影实验室利用压缩空气与光学成像技术,呈现激波、膨胀波等超音速流动现象;理科生们熟悉的“伯努利方程”也从书本跃入了现实。此外,一个个小型“风洞”也应运而生,可帮助学生直观地看到空气流经不同形状物体时的流动特性。

“空气动力学是航空领域必备的专业课程,原本是大学的内容,但也涉及到一些高中的物理、数学知识,比如,气流流过飞机机翼产生的压力差等,考验老师如何用高中生能听懂的语言讲解。”田雪丽介绍,学生可通过调整气动参数实时观察飞行性能变化,深入理解升力、阻力、力矩等核心概念。C919飞控验证平台采用开放式接口设计,支持学生二次开发,为培养逻辑思维与数理抽象能力提供沉浸式环境。

“更重要的是,希望通过高中阶段的铺垫,帮助同学们发现兴趣,了解工科领域,甚至找到未来专业方向。”田雪丽说。

本报记者 陆梓华 实习生 牛牧琰

观众直呼「不可思议」

上海端到端语音模型海外「出圈」

服务。此外,吉利银河M9语音交互系统还支持一键切换声音风格、自定义语速、音色等个性化元素。值得关注的是,这套语音系统还展现了强大的长短期记忆能力,基于阶跃星辰模型能力的支持,AI助手能够记住用户的个性化偏好、性别、年龄等信息,持续进化成越来越“懂你”的伙伴。

在工程层面,吉利银河M9的语音交互性能也达到了新的行业高度。时延是车上语音交互体验的“生死线”,测试显示Step-Audio 2模型端到端链路首音时延在0.7秒以内。

这种“极速响应、应答如流”的体验,释放出了消费者对汽车座舱内智能交互的全新需求。

前不久,阶跃星辰智能座舱AgentOS斩获2025年度高工汽车金球奖“年度技术突破奖”,同时,这项技术也在落地产品上得到了市场的认可,吉利银河M9上市不到4个月,累计销量即达3.9万辆,领跑C级混动SUV的市场。

业内人士指出,吉利银河M9在CES 2026爆火出圈,是中国汽车制造产业链优势与先进国产大模型技术合力创新的典型样本。2025年在国内市场完成口碑积淀后,吉利银河M9此次出海,标志着中国汽车工业已经从“配置内卷”转向“交互范式领先”;而智能座舱内大模型技术的含量和能力上限,也将是未来十年决定车企市场竞争力最关键的指标。

本报记者 郁阳