



扫二维码 看科学报 扫二维码 看科学网

# 苦寻 20 载,植物硝酸盐信号“开关”找到了

■本报记者 陈彬 通讯员 张晴

“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在灯火阑珊处。”对西北农林科技大学生命学院教授刘坤祥来说,苦苦寻找了 20 年的“他”——植物硝酸盐受体 NLP7,经过该团队 4 年来夜以继日的实验,终于得到了证实,并确定 NLP7 蛋白是新的植物硝酸盐信号“开关”。

该研究结果的重大意义在于阐明了光合自养植物通过感受硝态氮进而激活植物信号转导网络和生长反应的调节机制。相关研究成果 9 月 23 日在线发表于《科学》。

论文审稿专家认为,这一发现将提高作物的氮利用效率、减少化肥使用和能源消耗、减轻由温室气体排放引起的气候变化,进而支持农业的可持续发展提供新的启迪。

## 众里寻“他”20 年

“我曾大胆设想,植物内是否存在一个类似荷尔蒙的感受蛋白,可以感受到硝态氮的存在,从而进行下游信号转导。”找到这个硝酸盐感受器一直是刘坤祥的梦想。

本硕博就读于台湾大学的刘坤祥,2003 年博士毕业后,随即前往美国哈佛大学医学院麻省总医院做博士后。在此前硝态氮吸收转运研究的基础上,他开始钻研植物感受硝态氮机制——植物是如何感受硝态氮的?有哪些蛋白分子参与植物感受硝态氮的存在,进而诱导下游基因表达和影响植物生长?

氮元素是构成生物体最基本的元素之一,没有氮,生物体就无法生存。在农业生产中,硝态氮则是增加农作物产量的重要因素。

20 世纪 90 年代,科学家就发现植物存在感受硝态氮的能力,并且在基因表达水平上检测到硝态氮不仅是一种营养元素,也可以作为一种信号分子。

2009 年,刘坤祥曾经的实验室发表文章认为,CHL1/NRT1.1 蛋白除了膜转运蛋白的功

能之外,还存在感受硝态氮的功能,从而影响后面一些基因的表达。

10 多年来,很多研究者都认为 CHL1/NRT1.1 是硝酸盐的感受器。但刘坤祥一直怀疑,除了 CHL1/NRT1.1 外,植物应该还存在其他硝态氮感受器。

2017 年,刘坤祥发现一类钙离子依赖的激酶 CPK 可以感受到外界硝态氮的刺激,影响钙离子浓度变化,进而影响 CPK 的活性。与此同时,CPK 可以通过直接磷酸化 NLP 调控硝态氮诱导的下游基因表达。

刘坤祥还在前期实验中发现,在没有硝态氮的情况下,大量表达 NLP7 或 CPK 并不会诱导下游基因的表达。因此,他极度怀疑 NLP7 可以直接感受硝态氮的存在。

“NLP7 蛋白感受硝态氮存在两个可能,首先是 NLP7 蛋白直接结合硝态氮,其次是有个所谓的硝酸盐受体可以感受到硝态氮,然后结构发生改变或有某个蛋白和它结合,再去调节 NLP7 的活性。”刘坤祥解释说。

经过不懈努力,他的怀疑最终证明是正确的。从没想到到怀疑到发现到证明,这一梦想的实现了 20 年时间。

## “缘”来是“他”蓦然间

如何证明 NLP7 可以直接结合硝酸盐?这个问题一直萦绕在刘坤祥的脑海。

一次偶然的机会,他认识了美国实验室的一位同事。恰巧那位同事正在用微量热泳仪(MST)做研究,因此,刘坤祥就托他帮忙用 MST 去检测硝酸盐是否会结合 NLP7。

由于缺乏经验,第一次实验他们没有发现两者的互作。幸运的是,旁边一位专门做癌症药物筛选的专家听到了他们的对话,发现了实验中的不足,还提供了一些技术上的改进方案,并用仪器证实硝酸盐会和 NLP7 结合。

“我非常兴奋,因为这证明了我的设想。正是有这样的发现,我在西北农林科技大学的故事拉开了序幕。”刘坤祥 2018 年由副校长马建华和时任生命学院院长郁飞引进,并获得了大力支持。

来到学校后,刘坤祥迅速组建了植物氮素营养团队,全身心投入到 NLP7 是一种新硝酸盐受体的研究中。刘坤祥回忆说,实验室初创时,需要一台能够测量很小株型植物中硝酸盐含量的机器。在生命学院党委书记刘卫军的推进下,他们从食品学院农业部食品测试中心找到一台离子色谱仪。“在本研究中,由这台机器测定出的结果也用到了文章中,尽管图片不大,但它也是一个非常重要的研究成果。”

为了增加这项研究的可信度,不少在植物营养研究中不常用的新技术也得以被应用,比如,在动物细胞测试蛋白结合硝酸盐激活基因表达的实验,表面等离子体共振等实验。这些实验因为在植物营养研究中应用得很少,所以要大量的设计和测试。但他们最终完成了巨大的工作量,取得了成功。

“这不是一个人的成功,而是一个团队的成功。”刘坤祥非常赞赏他的团队,“他们专注科研,专心实验,取得了‘1+1>2’的效果,这是我的幸运。”

团队 4 年多的努力,证实了刘坤祥的设想,实现了他 20 年的梦想——找到了硝酸盐的感受器。同时,这个 NLP 蛋白是一个很特殊的例子,直接就是一个感受器,它可以感受到无机营养盐的存在,可以结合硝酸盐,调控它的活性,这是一个全新的发现。

刘坤祥计划尽快将在模式植物中发现的植物氮素营养规律应用于农作物园艺植物育种,为培育高肥料利用率新品种服务,以减少氮肥消耗,助力国家绿色农业发展和低碳经济发展。

相关论文信息:  
<http://doi.org/10.1126/science.add1104>

## 科学遇见艺术 让远古生命“活起来”

本报讯 9 月 25 日,科学与艺术融合博物馆论坛——“从龙到鸟”国风科学绘画展暨《地球生命大冒险》首映式在南京古生物博物馆举办。这也是 2022 年全国科普日主题活动之一。

“从龙到鸟”国风科学绘画展用独特的艺术手段结合学科的严谨,展示了 18 幅“从龙到鸟”的国风科学绘画,将化石更形象、更直观、更有温度地展现给公众;《地球生命大冒险》首映式则通过科幻的艺术手段及视角,让远古生命“活起来”,让公众了解地球生命的演化。



“从龙到鸟”国风科学绘画展现场。

南京古生物博物馆供图

据悉,“从龙到鸟”国风科学绘画展于 9 月 25 日开启首展,并将于 10 月 1 日在南京古生物博物馆正式向公众免费展出,为期一个

月;3D 科幻电影《地球生命大冒险》也将于 10 月 1 日同步在南京古生物博物馆公开放映。(沈春蕾)

## 发现嗜睡症病因,两学者获科学突破奖



本报讯 据《科学》消息,美国东部时间 9 月 22 日,也是世界发作性睡眠日当天,美国斯坦福大学的 Emmanuel Mignot 和日本筑波大学的 Masashi Yanagisawa 因发现嗜睡症的病因而获得 2023 年生命科学突破奖。被誉为“科学界奥斯卡”的科学突破奖,每年都会通过 5 个奖项向物理学、数学和生命科学领域的顶尖研究人员颁发 1500 万美元的奖金。

嗜睡症是一种终身疾病,患者会突然入睡,并在白天极度困倦。20 世纪 80 年代,Mignot 团队开始对嗜睡症犬进行杂交,试图找出与这种疾病相关的基因。“当我们开始做这件事时,人们都说这太疯狂了,因为当时人类基因组还没有测序。但我们用了 10 年时间,得到了回报。”Mignot 说。

Mignot 团队最终识别出了编码大脑中的两种膜受体的基因。膜受体位于细胞内膜上,可探测细胞外的分子,某些分子激活受体,引

发一连串反应,常常导致生物体行为的改变。不过,研究人员并不清楚这些新发现的受体的功能是什么,更不用说它们对哪些分子起了作用。

与此同时,Yanagisawa 团队正在通过观察激活受体的被称为多肽的蛋白质样分子,来确定数百种受体的作用。他们从动物大脑中提取多肽混合物,并对其进行提纯,直到能够分离出激活特定受体的特定多肽。他们的第一个目标是 Mignot 也在研究的受体,这种受体对两种以前未知的肽(orexin-A 和 orexin-B)有反应。

Yanagisawa 团队让小鼠体内产生食欲素的基因失效,然后他们发现,这些通常在夜间活动的小鼠,会在夜间周期性陷入睡眠状态,症状类似于嗜睡症。而当他们将食欲素注射到这些小鼠的大脑中时,它们就能够在晚上保持清醒。

总之,这些发现不仅揭示了与嗜睡症有关的膜受体,还揭示了通常与该受体结合以诱导觉醒的两种食欲素。值得一提的是,进一步的研究证实,嗜睡症患者不会产生食欲素。

“这是两个来自完全不同研究方向的实验室,却发生了非常引人注目的、令人兴奋的融合。”Yanagisawa 说。

虽然科学家们还不清楚为什么嗜睡症患者不产生食欲素,但 Mignot 最近的研究表明,这可能是由于嗜睡症是一种自身免疫性疾病,患上嗜睡症后,人体内的免疫系统会攻击并杀死大脑中产生食欲素的细胞。

Mignot 和 Yanagisawa 的发现提高了我们对睡眠的认识,并促进了治疗嗜睡症新药的开。他们也因此获得了生命科学突破奖。据统计,嗜睡症影响了全球约 1% 的人口。虽然到目前为止还没有一种药物被批准,但许多药物正处于不同的临床试验阶段。

Yanagisawa 表示,如果一切顺利,也许在三四年内会有一种临床可用药物问世。

今年,生命科学领域还颁发了另外两个突破奖,包括开发了准确预测蛋白质结构的 AlphaFold 的 Demis Hassabis 和 John Jumper,以及发现了一种新的细胞组织机制的 Clifford Brangwynne 和 Anthony Hyman。

数学方面,Daniel Spielman 因其对理论计算机科学和数学的贡献而获奖,基础物理学奖则由 Charles Bennett、Gilles Brassard、David Deutsch 和 Peter Shor 分享,以表彰他们在量子信息方面的奠基性工作。(辛雨)

## 吴健雄诞辰 110 周年纪念活动举行

本报讯(记者高雅丽)当地时间 9 月 24 日上午,著名美籍华裔物理学家吴健雄先生诞辰 110 周年纪念活动在美国华盛顿举行。本次活动由中国物理学会和美国物理学会共同主办,南京大学北美校友会承办。

中国科协主席万钢为纪念活动致贺信。他表示,吴健雄先生是 20 世纪最杰出的物理学家之一,一生为推动中美科技、教育领域的交流合作倾注心血。正是在以她为代表的中美两国物理学家的不懈推动下,中美高能物理合作开启了中美科技交流合作新篇章,中美联合培养物理类研究生计划为中国培养了上千名物理学高级人才,中美物理学家在共解世界难题方面携手合作,中美科学家圆桌对话倡导科学交流与合作。

万钢表示,我们要弘扬以她为代表的科学家精神,不懈探索科学无尽前沿,携手应对全球共同挑战,为人类社会永续发展、为保护地球美丽家园,作出科技界的应有贡献。

中国物理学会理事长、上海交通大学教授张

杰和美国物理学会 2024 年候任会长、芝加哥大学教授金英姬分别代表中美两国主办方在纪念活动上致辞。科技部副部长王志刚在纪念活动上以视频形式致辞。

南京大学、哥伦比亚大学、浙江大学、普林斯顿大学、哈佛大学等高校代表在纪念活动上发言,现场还宣读了北京大学、中国科学技术大学、东南大学等院校的贺电。

吴健雄(1912—1997)是世界最杰出的实验物理学家之一,在核物理领域贡献突出,获奖无数,对当代物理学的发展起到了极其重要的推动作用,被誉为“中国的玛丽·居里”和“世界最杰出的女性实验物理学家之一”。她是美国物理学会历史上第一位女性会长,曾参与曼哈顿计划,其实验成果助力李政道、杨振宁获得 1957 年诺贝尔物理学奖。1993 年,在她的指导和帮助下,我国发明了第三代同步加速器,使中国在这一领域与美国等西方国家站在了同一水平线上。1994 年,吴健雄当选为中国科学院首批外籍院士。

## 第十六届詹天佑铁道科学技术奖颁奖

本报讯(记者高雅丽)第十六届詹天佑铁道科学技术奖颁奖大会暨首届詹天佑科学技术发展论坛近日在京举行。全国政协副主席、中国科协主席万钢,中国科协党组书记、分管日常工作副主席、书记处第一书记张玉卓等出席并讲话。

詹天佑铁道科学技术奖(简称詹天佑奖)是经国家科学技术奖励工作办公室审查批准登记的科技奖项,是铁路行业和轨道交通领域的权威科技奖项。本届詹天佑奖共评选出最高奖 3 个、创新团队奖 5 个、成就奖 33 个、青年奖 60 个。

其中,中国工程院院士杜彦良,全国工程勘察设计大师、中国铁路经济规划研究院有限公司总经理吴克非,全国工程勘察设计大师、中铁第四勘察设计院集团有限公司总工程师

肖明清获最高奖。“高速铁路大跨度桥梁创新团队”“复兴号高原双源动力集中动车组创新团队”“高速列车系统集成关键技术及产业化团队”“青藏勘察设计技术标准创新团队”“国铁集团‘攻防演习’网络安全防护团队”等 5 个团队获得创新团队奖。

以“科技助力中国铁路走向世界”为主题的首届詹天佑科学技术发展论坛同步举办,就中国铁路科技创新、规划设计、装备制造、运输组织等领域展开深入研讨。与会专家共商共谋共创新科技强国、交通强国的美好未来,为科技人才活力竞相迸发和铁路科技创新事业兴旺发达谋划“路线图”和“施工图”,为创新型国家建设贡献铁路智慧、铁路行动和铁路情怀。

## 具有能量转移作用机制的手性催化人工光酶诞生

本报讯(记者陈彬 通讯员高翔)近日,华中科技大学化学与化工学院教授钟芳锐、吴钰周团队与西北大学教授陈希合作,利用合成生物学前沿技术对蛋白进行化学改造,引入了自然界不存在的光催化剂,创造了世界上首个具有能量转移作用机制的手性催化人工光酶。相关研究成果近日发表于《自然》。

随着人们对生态环境和绿色可持续发展的重视,用更加贴近自然的酶来加工合成化学品,替代传统的高污染、高能耗的化学生产方式,正在成为新的发展趋势。这就要求更多的酶能够适应非天然产品的合成和生产。

钟芳锐、吴钰周团队创造的人工光酶突破了酶只能用于天然产物生产的局限性,使酶能够用于化学药物、新材料等更多非天然合成化学品的生产。人工光酶集成了化学催化剂的独特反应性和生物催化剂的专一选择性两大优势,为解决手性光反应这一挑战性难题提供了一种全新的策略。

钟芳锐表示,由于这是一种未知的新反应类型,即使目前最先进的计算机模拟算法也无法准确预测。对此,研究团队投入了多个研究小分队,分别构建了多个从理论模拟角度比较有希望的蛋白质,并基于实验室已经构建的大量光化学反应的底物库,对“种子选手”进行了大量筛选。

找到其中有希望的蛋白骨架和反应类型,只是“万里长征的第一步”。吴钰周坦言,研究的另一个挑战在于打破学科边界的壁垒,运用有机合成、基因工程、蛋白质工程、结构生物学和酶理论计算等多个学科的理论知识和技术方法。

“我们课题组的很多同学都有交叉学科背景。在整个研究过程中,我们相互学习、取长补短,既显著拓宽了团队每一位成员的跨学科知识,也让研究不断取得进展。”团队成员孙宁说。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05342-4>

## “黑洞猎手”利用郭守敬望远镜 发现宁静态中子星

本报讯(记者高雅丽)近日,记者从中科院国家天文台获悉,基于国家重大科技基础设施郭守敬望远镜(LAMOST)时域巡天数据,LAMOST“黑洞猎手”计划研究团队发现了一颗距离地球约 1037 光年、处于双星系统中的宁静态中子星。相关研究成果发表于《自然·天文》。

论文共同通讯作者、中科院国家天文台研究员刘继峰介绍,搜寻中子星一般有 3 种方式:通过搜寻高速旋转的中子星产生的脉冲信号来捕获中子星;通过观测双星系统中致密天体吸积伴星的气体物质形成吸积盘,发出明亮的 X 射线来找到中子星;通过探测双中子星并合发出的引力波发现中子星。

研究团队在利用 LAMOST 时域巡天数据开展黑洞和中子星等致密天体搜寻计划时,通过视向速度监测方法发现了一个光谱不同于单星的特殊双星系统。该双星系统由一颗 0.6 倍太阳质量的红矮星和一颗未被望远镜探测到的不可见天体组成,这个不可见天体极可能是一个致密星。

接着,研究团队利用美国帕洛玛天文台的 5 米海尔望远镜进行观测,并结合美国凌日系外行星巡天卫星(TESS)的高精度测光观测进行了进一步的分析,认为该双星系统的致密天体是一颗约 1.2 倍太阳质量的中子星。

“双星系统中的可见红矮星在中子星的引力拉扯下,大约每 6.6 小时绕行一周。有趣的是,中子星并没有吸积其伴星上的物质,因此无法探测到明亮的 X 射线,是一个当前处于宁静态的中子星。”刘继峰说。

随后,研究团队利用我国 500 米口径球面射电望远镜(FAST)对该颗中子星进行了一个小时的射电观测,同样没有观测到中子星的脉冲信号。这说明该中子星的脉冲信号不存在或者非常微弱,无法被探

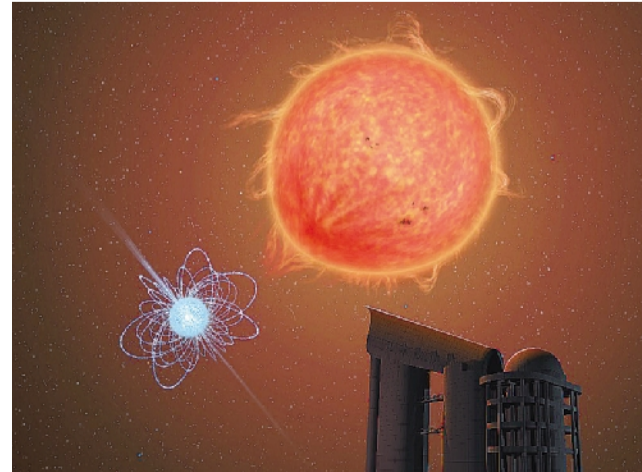
测到,也可能是脉冲辐射并未指向地球。

另外,研究团队通过多波段的观测数据获知,该双星系统中的红矮星球层活动比较活跃。由于中子星的强大潮汐力作用,作为其伴星的红矮星被拉伸变形成为了水滴状。该系统如同一颗闪耀的“红宝石”默默地围绕在安静的中子星身边,在 1000 光年之外的星际空间周而复始地上演着美丽的双星之舞。

此次发现也是继 2019 年利用视向速度监测方法证实一颗宁静态恒星级黑洞之后,该团队借助 LAMOST 巡天优势在猎致密天体领域取得的又一项重要成果。

刘继峰表示,LAMOST 领先世界的光谱获取率和大规模巡天的绝对优势,使得天文学家可以利用视向速度监测方法来发现宁静的黑洞、中子星等致密天体,打破了依赖于探测脉冲信号、X 射线等来搜寻致密天体的观测限制。这种方法为发现处于宁静态双星系统中的致密天体开创了新的途径。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01766-0>



该中子星双星系统的艺术图,蓝色为中子星,红色的是其伴星红矮星。 喻京川绘