



# 植物“自我调节”磷吸收也会“一石二鸟”

■本报记者 李晨 ■黄辛

磷是植物生长发育必需的三大营养元素之一。植物能根据自身的磷营养状态调控其与从枝菌根真菌之间的共生,这被称为菌根共生的“自我调节”。但“自我调节”的分子机制是什么,一直困扰着科学家。

10月12日,中国科学院分子植物科学卓越创新中心王二涛研究团队在《细胞》上发表封面论文称,首次绘制了水稻—从枝菌根共生的转录调控网络,发现植物直接磷吸收途径(根途径)和共生磷吸收途径(共生途径)均受植物的磷信号网络统一调控,回答了菌根共生领域“自我调节”这一科学问题。

论文审稿人认为,这项研究结果具有原创性且非常有趣,是菌根共生研究领域的一次重大突破。

## 古老共生为植物提供七成磷

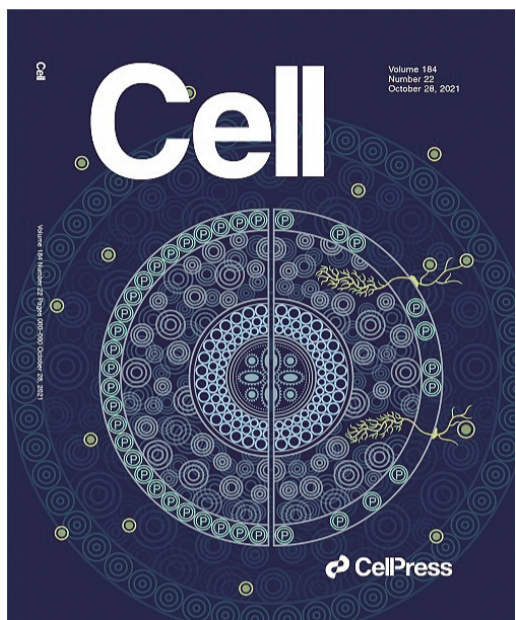
磷是植物体重要的组成成分,广泛参与植物体内众多酶促反应及细胞信号转导过程。在农业生产中,为提高农作物产量,目前主要依靠大量施加氮肥和磷肥实现增产,但这样做也造成了严重的环境污染。

王二涛介绍,植物主要通过两种途径获取营养。

一是植物根系直接从土壤吸收营养,即根途径。这时,植物在感知土壤中的氮、磷等营养元素浓度后,通过根的外表皮层和根毛细胞直接从土壤中吸收营养元素。二是植物通过与菌根真菌共生,从外界环境中获取营养,即共生途径。

“从枝菌根真菌提供给宿主植物的磷元素占宿主植物总磷获取量的70%以上。”王二涛说,从枝菌根共生是最普遍的一种共生,是植物从环境中高效获取营养的重要途径。

相关研究表明,植物和从枝菌根真菌建立共生关系,与植物由水生向陆生进化发生在同一时期。这既是自然界中最古老的共生关系,也是植物



该论文登上《细胞》封面。受访者供图

适应陆地环境关键事件之一。

## “自我调节”机制之谜

王二涛研究组2017年发表在《科学》的研究工作表明,在菌根共生中,宿主植物以脂肪酸的形式为菌根真菌提供碳源,而菌根真菌会帮助宿主植物增加对磷等营养元素的吸收。

科学家发现磷饥饿响应因子(PHR)是调控植物根途径磷吸收的核心转录因子。在低磷条件下,PHR能够结合在低磷响应基因启动子的PIBS元件上,激活低磷响应基因的表达,增加植物磷元素的吸收。植物体的磷元素感受器SPX通

与PHR之间的互作,抑制植物的低磷响应。那么,这一核心转录因子在间接营养吸收途径中会不会也扮演着一定角色?

## 一个开关“管”两种途径

王二涛告诉《中国科学报》,他们在这项研究中,以水稻菌根共生相关基因的转录调控区域为诱饵,筛选水稻转录因子文库,首次绘制了从枝菌根共生的转录调控网络,结果鉴定到多个参与调控从枝菌根共生的转录因子。其中,PHR处于该调控网络的核心。

进一步研究发现,PHR通过PIBS元件直接调控菌根共生相关基因的表达,从而正向调控水稻—从枝菌根共生。该研究还发现PHR过量表达植株和磷感受器SPX的突变体都表现出对高磷处理抑制菌根共生的不敏感性,表明高磷是通过PHR-SPX模块抑制菌根共生。

论文审稿人指出:“作者鉴定了一个整合266个转录因子的菌根共生调控网络,其中PHR处于网络的核心。该成果是菌根共生领域一次巨大的概念突破,为该领域开辟了新的研究方向。”

论文审稿人认为,该研究提供了控制菌根共生转录调控网络的全面视图,揭示了植物磷信号的关键组分PHR2-SPX1在菌根共生不同阶段的核心作用。

王二涛表示,通过提高PHR基因的表达,有望达到增加水稻直接吸收磷营养和间接通过从枝菌根共生吸收磷的目的,降低农业磷肥的施用,为农业生产的可持续发展提供新方案。

专家认为,解析主要作物水稻中菌根共生调控机制,可产生重要的社会影响。希望这项研究能够促进根瘤共生领域开展类似的研究,揭示氮信号和根瘤共生的关系。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.09.030>

# 生物多样性大会通过“昆明宣言”

本报讯(记者冯丽妃)10月13日,2020年联合国生物多样性大会(第一阶段)高级别会议在云南昆明闭幕,会议正式通过“昆明宣言”,呼吁各方采取行动,共建地球生命共同体。

“昆明宣言”是此次大会的主要成果。宣言承诺,确保制定、通过和实施一个有效的“2020年后全球生物多样性框架”,以扭转当前生物多样性丧失趋势,并确保最迟在2030年使生物多样性走上恢复之路,进而全面实现人与自然和谐共生的2050年愿景。

宣言承诺,各国政府继续合作推动将保护和可持续利用生物多样性纳入或“主流化”到决策之中;加强和建立有效的保护地体系;积极完善全球环境法律框架;增加为发展中国家提供实施“2020年后全球生物多样性框架”所需的资金、技术和能力建设支持等。

COP15大会主席、中国生态环境部部长黄润秋介绍,“昆明宣言”由中方起草,

从57个缔约方收集了近400条意见最终形成。“昆明宣言”是一个政治性宣言,主要目的是集中反映各方的政治意愿。宣言将释放出强有力的信号,向世界展现我们解决生物多样性丧失问题的决心,并展示我们将在相关问题上采取更加有力的行动。

2010年,国际社会制定了2011至2020年全球生物多样性保护目标,即“爱知目标”。从全球看,截至目前“爱知目标”的20个行动目标仅有6个目标部分实现,因此联合国将2021年称为“重塑我们与自然关系的关键一年”。

“宣言为我们指明了正确的方向。”联合国《生物多样性公约》秘书处执行秘书伊丽莎白·穆雷雷说,该宣言说明各方已充分认识到保护生物多样性的紧迫性,很多国家元首和部长们作出的承诺令人鼓舞。

据了解,本宣言将提交联合国大会、2022年可持续发展高级别政治论坛和第五届联合国环境大会第二阶段会议。

如何在学科交叉的意义取得共识的大环境下,真正打破藩篱,切实做好学科交叉组织机构建设,促进相关科学研究和人才培养?近日,2021年度全国前沿交叉研究院院长联席会年会暨交叉学术研讨会在北京举行。

“现阶段交叉学科发展应以问题为导向,鼓励从事不同学科的研究者有意识地一起解决某一个具体问题。这样的研究多了,成气候了,今后自然就会成为一个学科。”中国科学院院士、北京大学前沿交叉学科研究院院长韩启德在会上表示。

## 不是原有学科的简单叠加

2020年,教育部增设“交叉学科”门类,在学科专业目录上直接体现,成为我国第14个学科门类。北京大学校长郝平在会议致辞时指出:“这是国家时隔8年后首次调整学科门类设置,也是我国交叉学科发展进程中的重要里程碑。”

此次会议上,专家们对交叉学科的基本内涵达成了共识。“交叉成为学科知识新的增长点,交叉学科不是原有学科的简单叠加,而是在深度交叉、融会贯通之后产生的、具有与之前学科完全不同特点的新学科。”中国科学院院士、国家自然科学基金委员会副主任陆建华表示。

陆建华在今年国家自然科学基金委员会交叉科学部的项目申请中看到,国内已有一些科学家具备相当的能力,可以将不同学科知识融会贯通。“但同时,我们也看到,真正交叉的比例还不是太理想,有些项目只是不同学科知识的简单拼凑,没有实质性的学科交叉融合。”陆建华说。

韩启德总结,推动交叉学科的关键在形成“范式”。“学科之所以能称之为学科,是因为它为大家能够认同的研究范式,交叉学科也是如此。”他强调。

## 整合科学问题

在学科层面上讨论“交叉”,与会专家认为,“交叉”范式的形成需要整合科学问题。“在现有学科技术方法情况下为解决问题,要用学科交叉的方式。但是,只有在研究对象、研究群体和知识沉淀形成生态以后才能被称为学科。”教育部学位管理与研究生教育司学位管理处处长栾宗涛表示。

实现真正的“交叉”,国内一些研究者已进行了诸多成功的尝试。例如,在脑科学领域内,微观神经元和神经突触活动如何影响宏观层面的大脑整体信息处理和行为,一直是亟待解决的重大挑战。北京大学牵头组建的科研团队研制出“微型化双光子荧光显微镜”,能够获得小鼠在自由运动行为中大脑三维区域内上千个神经元清晰稳定的动态功能图像。

中国科学院院士、北京大学教授程和平在此次会议上介绍,为开发这套高端仪器,组建了一支高度跨学科的团队,研究人员学科背景包括生物、计算机、工程技术

等多个方向。

中国科学院院士、国家纳米科学中心主任赵宇亮则以解决药物精准、高效递送为例,介绍了纳米科学工程的交叉学科特点。例如,研究纳米药物载体,首先需要化学知识,以考虑化学键、电子传递、表面缺陷和配体等要素,然后需要生物学、医学知识,以考虑药物递送体内外的影响因素。

从这些案例中,与会专家认为,多重学科交叉源于对关键科学问题的整合,而不是什么都来一点。同时,在推进学科交叉研究的时候不仅要有独特和独立的学术思想,更要善于分享和相互学习,在交流中打造互通的语言。

## 人才、机制是关键

韩启德指出,当前,发展交叉学科最重要的是培养良好的创新和交叉的研究生态。“交叉研究机构像生命一样,是具有持续动态、非均衡的生命系统,有内在复杂的自组织性,需要建设自由探索、包容、容错、合作的生态。”

2006年,北京大学成立前沿交叉学科研究院,在全国高校中开辟了跨学科研究的试验田。在总结该研究院取得经验的基础上,韩启德认为,要形成有利于交叉学科发展的文化,首先是要自然凝聚一批优秀的骨干成员从事交叉研究,机制上应突破院系各自为政的限制。发展学科交叉还要建立有效的学术评价机制,虚体与实体合理结合,在成果分配上更有胸怀,处理好和院系的关系。此外,还应重视研究生和博士后培养,并应长期坚持,动态稳定,既不能急功近利,也不能放任自流,在机制上做到有进有出。

与会专家也表示,应包容科学探索过程中出现的一些失误,发现错误和改正错误也是科学发展的自然过程之一,在此基础上仍可以在技术上推进、完善,甚至创新。在组织形式方面,通过集成设施而提供交叉研究服务的大平台也是一种思路。

据了解,来自40余所高校院所的150余位相关专家学者参加了本次大会。

# 推动交叉学科的关键在形成“范式”

■本报记者 甘晓



## 委内瑞拉马脑炎病毒结合受体机制获揭示

本报讯(记者李晨阳)委内瑞拉马脑炎病毒(VEEV)是一种可以感染人类和所有马科动物的RNA包膜病毒,能通过蚊子以及气溶胶高效传播。感染这种病毒会引发进行性中枢神经疾病和并发症,严重者可导致死亡。10月13日,中国科学院生物物理研究所新发传染病组与清华大学医学院向焯课题组在《自然》上发表论文,揭示VEEV病毒结合受体分子机制。

此前,有研究鉴定出了VEEV的细胞受体LDLRAD3,但二者之间的结合机制尚不清楚。此次,研究人员成功制备了VEEV类病毒样颗粒(无传播能力)及其与受体的复合物,并解析了其高分辨冷冻电镜结构。

通过结构分析,研究人员鉴定了LDLRAD3-D1

与VEEV结合的关键氨基酸残基,并利用定点突变实验验证了结构中观察到的关键相互作用位点。值得注意的是,研究人员发现LDLRAD3-D1第41位氨基酸的突变,可以使受体与病毒的结合能力提升约10倍,具有作为VEEV高效抑制剂的潜力。基于这个发现,两个课题组联合申请了相关发明专利。

此次,章新政课题组于2018年开发的冷冻电镜重构技术分块重构算法功不可没。该技术首次突破了埃瓦尔德球效应对单颗粒三维重构的分辨率限制,使大型病毒的高分辨率结构生物学研究成为可能。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03909-1>

## 中外学者绘制迄今最精确银河系旋臂结构图

本报讯(记者沈春蕾)近日,美国《国家科学院院刊》刊发特约评论文章,介绍了中国科学院紫金山天文台研究员徐烨团队及国际合作者,在“发现本地臂”“精确描绘银河系旋臂新图景”,以及“首次提出银河系复杂结构的新观点”等方面的研究成果,并介绍了研究人员绘制的最新银河系旋臂结构图。

银河系旋臂结构的精确测定是天文学难题。因为太阳系位于旋臂深处,从而导致多重旋臂结构在视线方向上重叠。

徐烨团队系统研究了两类旋臂示踪天体在银盘上的分布,绘制了迄今最精确、最细致的银河系旋臂结构图。团队首次将部分旋臂从北天延伸至南天,更精细地描绘了旋臂间的次级结构。他们估计本地臂延伸长度

至少为25000光年,更类似于主旋臂的特征。同时,研究团队还发现银河系旋臂的不均匀性,以及大质量恒星与其他天体的运动差异,从而更好地限定了银河系的基本参数,开创了使用盖亚卫星数据研究银河系旋臂结构的先河。

此外,该研究团队利用盖亚卫星数据搜寻和验证了新的星团,并利用星团的分布、运动和回归在国际上首次研究了银河系旋臂的演化。

徐烨等人的系列研究工作曾被国际权威专家评价为该领域的“新纪元”和“里程碑”,被《科学》评价为“以前所未有的细节描绘了太阳附近的旋臂结构”。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2116185118>

## 新设施将起底地球“隐秘的角落”



本报讯 地下一两米深的地方是一个鲜为人知的生态系统,这个“隐秘的角落”可能对地球的未来气候至关重要。科学家表示,这种深层土壤环境通常难以研究,在不干扰土壤结构或寄居生物的情况下提取样本非常棘手。美国杜克大学土壤科学家Daniel Richter说,越深就越难研究。

《科学》网站报道称,前不久,美国国家自然科学基金会宣布出资1900万美元建立一个新的研究设施,名为“深层土壤生态系统室”,旨在让研究这一前沿领域变得更容易。该设施初步设计将在未来5年内于爱达荷大学建成,拥有24个包含丰富仪器的土壤柱,顶部有用于种植植物的密封室。

该设施中的生态系统将允许研究人员分析或改变地表3米以下的土壤环境条件。研究人员希望利用该设施研究深层土壤如何释放碳并加速气候变化、土壤微生物和植物如何相互作用,以及夏季暴雨和冬季严寒如何影响土壤等问题。该设施还可以成为新型深层土壤传感器的试验台。该设施计划者希望能吸引美国各地的研究人员,同时进行多个试验。堪萨斯大学生态系统科学家Sharon Billings说:“这个设施

具有令人难以置信的潜力。”

目前,欧洲大约有十几个类似设施,但它们只允许研究人员对一到两种土壤条件进行修复。相比之下,新设施将允许研究人员模拟整个土壤柱的多个因素,包括温度、湿度和二氧化碳浓度(能影响岩石风化和土壤形成)等。他们还能模拟地下水的上涌,甚至冻融循环,后者能加速土壤发育。新设施还为研究包括无脊椎动物在内的深地生物打开了大门。该设施顾问、德国生物多样性综合研究中心生态学家Nico Eisenhauer说,我们对这些生物的活动知之甚少,但它们隐藏的行为可以在新设施中被监控。例如,声波传感器可以追踪蚯蚓的活动,而埋在地下管道的小入口,可以收集和计数偶然进入的微小无脊椎动物。

研究土壤碳的研究人员也能受益。科学家认为,地表之下30厘米的区域,富含根和微生物,储存了大部分土壤碳。但对更深的底土进行的一些研究表明,这些区域可能至少含有与浅层土壤同样多的碳,其中一些碳是由植物根系携带下来的。

瑞士苏黎世大学土壤生物地球化学家Michael Schmidt说:“这里有另一半

被遗忘的土壤有机碳。”

研究人员认为,随着地球升温,深层土壤预计也会变暖。有试验表明,这可能会导致土壤向大气释放碳的速度比现在快30%到50%,从而加速全球变暖。气候变化引起的降水变化也会带来影响。例如,沙漠土壤特别是那些被活性氮污染的土壤变得更湿润,会导致一氧化二氮的大量排放。

新设施首席研究员、爱达荷大学微生物生态学家Michael Strickland说,爱达荷州有各种各样的土壤,他和同事们仍在考虑柱子中放置多少和哪种类型的土壤。捕捉不同类型土壤的动态将是关键。(唐一尘)



美国计划修建“深层土壤生态系统室”。图片来源:SECOND BAY STUDIOS