



《习近平关于自然资源工作论述摘编》出版发行

据新华社电 中共中央党史和文献研究院编辑的《习近平关于自然资源工作论述摘编》一书，近日由中央文献出版社出版，在全国发行。

大自然是人类赖以生存发展的基本条件。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央站在人与自然和谐共生的高度谋划发展，坚持和加强党对自然资源工作的全面领导，加强自然资源管理，坚持把资源环境承载力作为前提和基础，组织实施主体功能区战略，优化国土空间开发保护格局，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，建立以国家公园为主体的自然保护地体系，推动形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，为实现中华民族永续发展开辟了广阔前景。习近平同志围绕自然资源工作发表的一系列重要论述，立意高远，内涵丰富，思想深刻，对于新时代新征程促进经济社会发展与资源环境承载力相适应，健全自然资源资产产权制度和管理制度体系，以高水平保护支撑高质量发展，努力建设人与自然和谐共生的中国式现代化，具有十分重要的意义。

《论述摘编》分 8 个专题，共计 286 段论述，摘自习近平同志 2012 年 12 月至 2024 年 10 月期间的报告、讲话、说明、贺信、指示等 150 多篇重要文献。其中部分论述是第一次公开发表。

程充满艰辛与挑战。从最初的构想开始，团队通过不懈努力，不畏艰难、勇于创新、追求卓越，把“不可能”变成“可能”。

本报从今天起刊发系列报道“‘天关’背后的科学故事”，介绍“天关”卫星研制过程，大力弘扬科学家精神，激励更多科研工作投身科技创新事业。

“天关”背后的科学故事

编者按

不久前，“天关”卫星在轨交付。自今年 1 月 9 日成功发射以来，该卫星以其卓越的 X 射线探测能力取得多项科学成果，标志着 X 射线时域天文领域进入新的时代。

“天关”卫星是中国科学院空间科学(二期)战略性先导科技专项立项并实施的空间科学卫星系列任务之一，研制过

程充满艰辛与挑战。从最初的构想开始，团队通过不懈努力，不畏艰难、勇于创新、追求卓越，把“不可能”变成“可能”。

本报从今天起刊发系列报道“‘天关’背后的科学故事”，介绍“天关”卫星研制过程，大力弘扬科学家精神，激励更多科研工作投身科技创新事业。

“背靠背”发现植物免疫激活新机制

■本报见习记者 江庆龄

2020 年 5 月，万里结束了美国北卡罗来纳大学教堂山分校的博士后研究工作，加入中国科学院分子植物科学卓越创新中心(以下简称分子植物卓越中心)。当时他关注的一个问题是，小分子环腺苷磷酸核糖(cADPR)的同分异构体 2'cADPR，如何影响植物的免疫系统，进而影响植物抗病性。

时任分子植物卓越中心研究员邓一文第一时间联系了万里。邓一文所在的团队发现了一个免疫信号通路，对水稻广谱抗病性起重要作用。“这个通路在拟南芥中已经报道了，万老师是这个领域的专家，我们希望能够借鉴拟南芥中的一些研究思路。”邓一文说。

11 月 8 日，两项成果以“背靠背”的形式在线发表于《科学》。其中，分子植物卓越中心研究员何祖华院士团队、张余团队，复旦大学研究员高明君团队以及浙江大学教授邓一文团队合作完成了“一个经典的蛋白复合体调控免疫稳态与多病原菌抗性”的研究成果；万里团队则在“植物和细菌的免疫信号介导植物细胞内免疫受体的激活”方面取得新进展。

殊途同归，这为人们了解植物如何保护自己提供了新见解。

植物免疫的两道防线

水稻是我国的主要粮食作物。“培育广谱抗病品种是保障我国粮食安全、发展绿色农业、维护生态环境的重要举措。”邓一文说，“发掘广谱持久抗病基因，揭示植物免疫激活调控广谱抗病的分子机制，则是农作物抗病育种的重要理论支撑。”

近 20 年间，国内外植物病理学家逐步建立起植物免疫的基本框架。万里介绍，植物免疫的本质是识别“非我”，即通过识别病原微生物而激活自身的免疫反应，该系统由两道防线组成。第一道防线是通过植物细胞表面感受器识别病原菌后产生的基础抗病性(PTI)。这道防线相对温和，且容易被病原菌分泌的毒性蛋白突破。

由此，植物在进化中产生了第二道防线。突破第一道防线的毒性蛋白被植物细胞内的感受器 NLR 蛋白识别，进而引起专化性抗性(ETI)。这道防线发生的反应十分强烈，且能赋予植物强抗病性。

但触发第二道防线，需要特定的毒性蛋白激发特定的 NLR 感受器蛋白。目前在植物抗病育种和病虫害防治中，仍缺乏激活植物第二道免疫防线的有效方法。

压制水稻广谱抗病的“五指山”

自 2000 年加入中国科学院上海植物生理生

态研究所(分子植物卓越中心前身)以来，何祖华就在跟水稻病害“较劲”。20 余年间，何祖华团队在水稻广谱抗病机制与育种理论上取得了系列成果，同时，包括高明君和邓一文在内的近 30 位课题组组长在这个团队中成长起来。

2010 年，高明君还是何祖华团队的一名博士研究生。经过 4 年漫长的探索，他们发现了一个水稻免疫抑制基因 ROD1。

一直到 2021 年，ROD1 调控水稻免疫反应的机制才终于被阐明。ROD1 是一个水稻的钙离子感受器，当基因突变时会引起水稻体内的活性氧积累，产生免疫自激活反应，显著提高水稻对多个病原菌的抗性。

为进一步了解 ROD1 抑制水稻免疫激活的信号网络，何祖华团队及合作者从水稻免疫抑制子回突变入手，首次鉴定到禾本科作物的细胞内感受器 OsTIR 蛋白。

TIR 蛋白在进化上十分保守。以往研究表明，在拟南芥、烟草等双子叶植物中，TIR 结构域可以作为烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(NAD⁺)以及 DNA/RNA 的双功能水解酶发挥功能。

“我们首次在禾本科植物中发现，TIR 蛋白具有同样的功能。如果说 OsTIR 蛋白是‘孙悟空’，那么 ROD1 就是压制它的五指山上的六字符帖。当病虫害发生时，六字符帖被解除，OsTIR 蛋白被释放出来大展身手。”邓一文解释，OsTIR 蛋白被激活后，产生 pRib-AMP 小分子。生成的小分子则起到了黏合剂的作用，把水稻中的蛋白 OsEDS1/OsPAD4 和 OsADR1 招募到一起，形成免疫复合体 EPA，进而产生对多种病原菌的广谱抗病性。

但是，如果任由这个免疫过程持续下去，则会产生免疫自激活表型，引起水稻植株矮小、结实率大幅降低。因此，在正常生长发育条件下，需要由 ROD1“压制”住 OsTIR，从源头上阻止免疫反应发生。

《科学》的审稿人评价：“这个发现完美地展示了 TIR 与 EPA 蛋白复合体的分子和结构联系，是非常漂亮的工作。”

“我们的研究揭示了一个五组分的信号网络调控植物免疫稳态的分子机制，为育种学家培育广谱抗多种病原菌的作物新品种提供了理论基础和靶标基因。”邓一文表示。目前，团队正在计划在玉米等单子叶作物中进一步验证。

新型“生物农药”靶标

2019 年，万里与合作者鉴定了 TIR 结构域的作用机制，发现该结构域可以通过降解 NAD⁺

分子促进植物细胞死亡。而 NAD⁺ 分子降解后生成的小分子正是 2'cADPR。

2022 年，西湖大学教授柴继杰团队进一步发现，NAD⁺ 分子在 TIR 结构域的作用下，也可以生成另一种小分子 pRib-AMP。

“两个小分子的结构非常接近，但因为一个微小的差异，2'cADPR 的结构在体内外均很稳定，而 pRib-AMP 则很不稳定。”万里表示。

诱导形成 EPA 蛋白复合体的到底是哪种小分子？带着这个问题，万里团队开始了进一步探索，最终发现 2'cADPR 可作为前体，在植物体内被转化生成 pRib-AMP，从而激活 EPA 免疫复合体，提高植物抗病性。

更令人惊喜的是，当用 2'cADPR 直接处理拟南芥时，可诱发其强抗病性，实现在没有特定病原菌感染的情况下人为可控地激活 ETI 免疫反应。

“这个发现提供了一种能够激发农作物广谱抗病性的新型‘生物农药’，从而有效替代化学农药，减少对生态环境的负面影响。”万里补充说，由于 TIR 蛋白在生物中十分保守，一些细菌的 TIR 蛋白也可以产生 2'cADPR 并激活植物的 ETI 免疫反应，展现了 2'cADPR 在农业中应用的潜力。

结构生物学助力科学发现

值得一提的是，两项研究均采用结构生物学的方法对结果进行验证，蛋白复合体结构由张余团队的博士研究生徐炜莹完成。“张老师把这两个课题交给我时，一方面强调了课题的意义，另一方面提醒我这个领域的竞争很激烈，有很多挑战。”

在团队通力配合之下，在一次次头脑风暴中，经过两年时间，拟南芥和水稻中 EPA 复合体的结构均被顺利解析。

“结构生物学的魅力在于‘眼见为实’，能够让我们直观理解一些生命现象。”张余说，“除了基础研究外，它在农业应用方面也有非常大的潜力。目前有很多单位在开展相关工作，利用结构生物学改造作物的重要性状。”

张余介绍，在育种领域，科研人员已经利用遗传学和分子生物学的方法成功识别出很多与农作物性状调控紧密相关的基因。下一步则是通过精确设计、优化相关性状，更好地利用这些基因资源。要实现这个目标，首要任务就是深入理解每个基因及其工作机制，结构生物学将在其中发挥重要作用。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adr2138>
<https://doi.org/10.1126/science.adr3150>



11 月 10 日，观众在参观航空工业的各类无人机。

第十五届中国国际航空航天博览会(又称珠海航展)将于 11 月 12 日在广东珠海开幕，各类先进战机和航空航天设备吸引不少游客市民慕名前来探营观展，感受前沿技术。本届航展将紧扣低空经济、商业航天、可持续航空等前沿话题，主要科目包括实物展示、贸易洽谈、学术交流、飞行表演及水陆演示等。

图片来源：视觉中国

我国新一代自主可控空气质量模式开源发布

本报讯(记者崔雪芹)11 月 8 日，第二届“地球系统数值模拟科学大会”在北京召开。会上，国家重大科技基础设施“地球系统数值模拟装置”发布了新一代空气质量模式——排放与大气过程集成耦合社区模式(EPICC-Model)，并宣布开放其源代码。这标志着我国空气质量模式研发打破了以往单个研究团队主导的研发方式，步入协同开发、合作共赢的崭新阶段，将推动我国模式软件研发范式的转变，对加快我国模式发展具有重要意义。

近年来，随着国家自然科学基金委和科技部等重大项目带动，以及我国“十二五”重大科技基础设施“地球系统数值模拟装置”的

建成，有关大气复合污染机制和建模的新成果不断涌现，但缺乏一个平台和机制将这些成果进行快速集成应用。

依托地球系统数值模拟装置，在国家自然科学基金重大研究计划“中国大气复合污染的成因与应对机制的基础研究”集成项目的支持下，EPICC-Model 工作组组建，合力构建模式发展开源共享、多团队协同开发的新范式。

EPICC-Model 得益于中国科学院大气物理研究所成套网格空气质量预报模式 20 余年的研发经验。EPICC-Model 基于科学架构及标准版本管理系统，采用“插拔式”的模块集成设计，增强了模式的扩展性、编码技术的规

范性，实现了模式的工程化协同开发，形成了中国开源大气环境模式。EPICC-Model 作为开源的科学共同体社区模式，总计 20 余万行程序代码，耦合了气相化学、液相化学和平均相化学等多相大气化学过程以及平流、扩散、干湿沉降等物理过程，可科学合理表征氮氧化物、臭氧和细颗粒物(PM_{2.5})等主要大气污染物的生消演变过程。EPICC-Model 耦合了理化过程不确定性分析方法，支持新机制新模块在模式中的快速集成。

目前，EPICC-Model 已适配多个适用于我国大气复合污染特征的物理化学新机制，支持多机制模拟方案的灵活选择。

俄罗斯推迟 3 项重大科学项目



本报讯 俄罗斯 3 项建造和改善其探测分子与材料结构主要研究设施的计划受挫。据《科学》报道，俄罗斯上月宣布，推迟新同步辐射光源建设、另一个光源的现代化改造以及中子研究中心扩建工作。

“每个项目推迟的原因各不相同。”俄罗斯联邦科学和高等教育部副部长 Denis Sekirinsky 表示，一个主要原因是国际贸易制裁，这使得俄罗斯难以进口相关专用设备。

上述 3 个项目属于 2018 年俄罗斯联邦科学和高等教育部批准的 8 个大型项目。其中一个耗资 9 亿美元的西伯利亚环形光源(SKIF)。它是先进的第四代同步辐射光源，其

产生高能射线束可用于包括开发新材料和破译蛋白质结构等在内的研究。

俄罗斯科学院西伯利亚分院布德科尔核物理研究所于 2021 年开始在新西伯利亚建造 SKIF，原计划于今年初步运行。现在，研究人员至少得等到 2025 年底。因为该设施所需的 30 多种专用部件的进口计划被打乱，俄罗斯工程师正在生产其中一些部件。

而 SKIF 的推迟导致了另一个项目的延迟，即位于莫斯科的库尔恰托夫同步加速器项目。该项目旨在对旧光源进行现代化改造，原定于 2026 年完成，但现在将延迟到 2028 年。

第三个被推迟的项目是位于圣彼得堡加特契纳的国际中子研究中心的扩建工作。这个耗资 12 亿美元的项目旨在将研究人员可用的站点数量从 5 个增加到 14 个。

这些设施与俄罗斯现代科学的发展高度相关，因此许多研究人员担心这将使俄罗斯科学家更难跟上世界其他科学家的步伐。(徐锐)