Bulletin of Chinese Academy of Sciences

Volume 39 | Issue 10 Article 13

10-20-2024

Basic research: Understanding leads to innovation—Exploring path of development of Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences

Yu ZHANG
Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032, China, yzhang@cemps.ac.cn

See next page for additional authors

Recommended Citation

ZHANG, Yu; YANG, Zhengxing; JU, Hong; and HAN, Bin (2024) "Basic research: Understanding leads to innovation—Exploring path of development of Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences," *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*: Vol. 39 : Iss. 10 , Article 13.
DOI: https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20240930003
Available at: https://bulletinofcas.researchcommons.org/journal/vol39/iss10/13

This Science Portrait is brought to you for free and open access by Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). It has been accepted for inclusion in Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version) by an authorized editor of Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version). For more information, please contact lcyang@cashq.ac.cn, yjwen@cashq.ac.cn.

Basic research: Understanding leads to innovation—Exploring path of development of Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences

Abstract

This study summarizes the development path of the Center for Excellence in Molecular Plant Sciences (CEMPS), Chinese Academy of Sciences (CAS), including the developmental trajectories of disciplines and the institutional reform at specific historical opportunities. It also overviews the CEMPS's strategic orientation (setting sights on the global frontiers of science and technology and the major needs of the country), the scientific achievements, and the core spirits of scientists, thus to provide references to the reform, innovation, and development of scientific research institutions in relevant fields.

Keywords

national needs, strategic orientation, disciplinary development, innovations in science and technology

Authors

Yu ZHANG, Zhengxing YANG, Hong JU, and Bin HAN

This science portrait is available in Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version):
https://bulletinofcas.researchcommons.org/journal/vol39/iss10/13

引用格式：张余, 杨正行, 鞠泓, 等. 深耕基础研究 勇攀科技高峰——中国科学院分子植物科学卓越创新中心探索发展之路. 中国科学院院刊, 2024, 39(10): 1792-1807, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240930003.
Zhang Y, Yang Z X, Ju H, et al. Basic research: Understanding leads to innovation—Exploring path of development of Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(10): 1792-1807, doi: 10.16418/j.issn.1000-3045.20240930003. (in Chinese)

深耕基础研究 勇攀科技高峰

——中国科学院分子植物科学卓越创新中心探索发展之路

张 余 杨正行 鞠 泓 韩 斌*

中国科学院分子植物科学卓越创新中心 上海 200032

摘要 文章总结了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”）的发展历程，包括学科发展脉络以及抓住历史机遇的机构改革情况，介绍了分子植物卓越中心的战略定位（面向世界科技前沿和国家重大需求）和重大科研成果，透视成果背后的科学家精神内核，以期为相关领域及类型的科研院所改革创新发展提供借鉴。

关键词 国家需求，战略定位，学科发展，科技创新

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20240930003

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240930003

2024年是新中国成立75周年，也是中国科学院建院75周年。75年来，我国的科技创新发展经历了从一穷二白到紧追慢赶，再到迎头赶上的不平凡之路，科技创新水平从弱小到壮大，再到高水平自立自强。一路走来，中国科学院的改革创新发展就是中国科技发展的精彩缩影和生动体现。在全球科技竞争日益激烈的背景下，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”）作为中国科学院的主体攻坚力量之一，围绕贯彻落实党中央、国务院决策部署，肩负引领科技创新、服务国家发展的使命重任，始终秉持“创新科技、报国为民”的科技价值观，坚持和加强党对科技工作的全面领导，以解决国家重大需求为首要目标，致力于分子植物科学的前沿探索与应用创新，走过了艰苦奋斗、集智攻关、成果

*通信作者

修改稿收到日期：2024年10月5日

蔚然的改革创新发展之路，为国家科技进步和经济社会发展作出重要贡献。

本文旨在总结分子植物卓越中心成立以来的发展历程和显著成就，探讨其在面向未来科技强国建设中的实践经验与启示，以期为相关领域及类型的科研院所改革创新发展提供参考。

1 明晰战略定位，锚定发展目标

1.1 绳其祖武，与时俱进

分子植物卓越中心是中国科学院直属的独立事业法人科研机构，其前身是中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所（以下简称“上海植物生理生态所”）。1999年，随着中国科学院知识创新工程试点工作的全面展开，为了充分发挥上海研究机构的综合优势和整体实力，建设具有国际先进水平的生命科学研究基地，在中国科学院上海生命科学研究院成立后，原中国科学院上海植物生理研究所（以下简称“上海植物生理所”）与原中国科学院上海昆虫研究所（以下简称“上海昆虫所”）整合成立上海植物生理生态所。为了更好地支撑国家战略需求，破解重大科学问题，重组整合了植物科学、昆虫科学和合成生物学三大研究领域，形成了多学科交叉集成、联合攻关的科研新模式。

20世纪80年代初，为了追赶世界一流科技水平，国家计划委员会启动了“国家重点实验室建设计划”[1]，时任上海植物生理所领导班子抓住契机，成功组建“植物分子遗传国家重点实验室”。该实验室于1986年获批筹建，许智宏为首任实验室主任，洪孟民为学术委员会主任。植物分子遗传国家重点实验室的成立不仅改变了当时分散的研究组建制，建立了高效的组织模式，更是引领了国内植物分子遗传学的研究潮流，带动了所内其他研究方向的发展。2008年底，在赵国屏的领导下，成立了国内第一个合成生物学实验室——中国科学院合成生物学重点实验室。2009年底，中国科学院昆虫发育与进化生物学重点实验室获批成立。一系列改革举措，为进一步集结优势力量，强化跨学科合作，探索新兴研究方向和领域打下了扎实基础。

2014年，中国科学院“率先行动”计划启动实施，全面推进研究所分类改革。上海植物生理生态所领导班子联合学术委员会，经过反复研讨和凝练，立足国家粮食生产以及生态环境安全的重大战略需求，明晰了分子植物卓越中心战略定位。2015年，经中国科学院批准，作为“四类机构”建设试点单位，依托植物生理生态所建立了分子植物卓越中心。通过进一步凝练研究内容和方向，紧扣“植物生命现象的本质与规律”这一核心问题，协作攻关，形成合力。2016年，分子植物卓越中心通过筹建验收，成为首批正式运行的13个“四类机构”之一。随着改革的深入推进，分子植物卓越中心进一步整合了研究资源，并按照法人化建制单元的要求，重构了完整高效的管理体系和运行机制，创新动力与活力得到全面激发和释放。2019年，分子植物卓越中心获批国家事业法人资格，迈入了更加宽广和快速发展的新征程。

从知识创新工程到“率先行动”计划，分子植物卓越中心一直走在改革的前列。如今，分子植物卓越中心已经取得了一批具有国际影响力的原创性、引领性重大成果，原始创新策源力和科研核心竞争力显著提升。面对新一轮科技创新和深化改革大潮，分子植物卓越中心不忘科技报国初心，深耕植物及其相关学科的基础及应用基础研究，与时俱进、砥砺向前，为服务国家战略需求、突破前沿理论与技术、攻克“卡脖子”问题贡献源源不竭的科技力量。

1.2 使命驱动，战略引领

党的十八大以来，习近平总书记高度重视科技创新工作。分子植物卓越中心坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真贯彻落实习近平总书记针对中国科学院提出的“四个率先”和“两加快一

努力”重要指示要求，全面加强党的领导，以抢占科技制高点为核心任务，锚定科技强国建设目标，开展使命驱动的建制化基础研究。

分子植物卓越中心积极谋划与抢占科技制高点相适应的改革创新发展举措，聚焦植物科学国际前沿，围绕农业可持续发展和生态环境安全的重大战略需求，开展前瞻性、战略性基础和应用基础研究。充分发挥植物科学、昆虫科学和合成生物学“三位一体”多学科融合发展优势，聚焦植物遗传、代谢、发育、生理及其与环境互作等前沿领域的重大科学问题，在作物杂种优势、作物碳氮高效、高碳汇植物创制、植物干细胞与再生、植物逆境应答和免疫机制等方面不断取得重大理论创新和关键技术突破，为保障国家粮食安全与生态安全提供理论基础和技术储备、强化创新源头供给。

党的十八大以来，分子植物卓越中心在国际学术期刊*Science*、*Nature*、*Cell*上发表高水平研究论文28篇，获得国家及省部级奖8项。分子植物卓越中心主持的“植物碳氮代谢和性状改良”项目入选中国科学院“十二五”重大科技成果及标志性进展；在中国科学院“率先行动”计划第一阶段目标任务总结评估中，分子植物卓越中心主持的“作物杂种优势遗传机制及植物能量代谢和环境应答调控机制”项目，以及参与中国科学院空间工程与技术应用中心牵头的“KJ实验室”项目入选59项重大科技成果及标志性进展。在出成果的过程中，分子植物卓越中心同时也培养造就了一批高水平科技人才，先后有2位科学家当选为中国科学院院士，11位科学家荣获国家杰出青年科学基金，3位科学家荣获科学探索奖，3位科学家荣获新基石研究员项目，为分子植物卓越中心高质量发展奠定了坚实基础。

2 抢抓发展机遇，重塑科研布局

分子植物卓越中心紧扣国家重大战略需求，以全国重点实验室体系重组为抓手，通过主动谋划、整合优化学科布局，获批筹建“植物高效碳汇”和“植物性状形成与塑造”2个重点实验室（中国科学院），初步构建了建制化科研组织模式，将前沿基础研究优势与国家重大需求有机结合，促进了高层次人才培养与高质量科技创新的协同联动发展。

2.1 植物高效碳汇重点实验室（中国科学院）

该重点实验室面向国家“双碳”及绿色发展的重大战略需求，以提升植物光合作用效率、创制高效固碳植物、系统评估和改善生态系统固碳与储碳能力等前沿战略研究作为科技创新的核心，协力攻关“双碳”目标下植物科学的重大基础科学问题。作为中国科学院全国重点实验室体系重组后的首批典型性实验室和“双碳”重点实验室的重要组成部分，该重点实验室将面向构筑世界“碳中和”植物解决方案的创新策源地，引领国际植物高效碳汇学科发展方向。自获中国科学院批准建设以来，该重点实验室始终秉持“真研究问题，研究真问题”的原则初衷，从实际需求出发，制定和优化研究方案；坚持“以事定人”，引进、整合并善用优秀人才，激发团队创新潜力；加强支撑平台建设，提升协同攻关效能，打造建制化科研新范式。

2.2 植物性状形成与塑造重点实验室（中国科学院）

该重点实验室面向粮食安全和生态安全重大需求，聚焦“基因及环境交互如何影响植物性状”和“如何设计理想植物”的关键科学问题，预期在挖掘植物环境感受器、植物性状定向塑造的理论和技术等领域产生“0到1”的原始创新，制定特定环境条件下植物性状重塑的新方案，最终实现大幅缩短植物性状重塑的周期并大幅降低成本。通过创新植物科学研究和精准定制科研范式，建成国际领先的植物科学原始创新策源地和人才高地，为植物科技前沿探索、实现农业强国和生态可持续发展提供战略支撑。自获中国

科学院批准筹建以来，该重点实验室在兼顾建制化基础研究团队构建的同时，围绕国家战略导向精准发力，加快形成抢占科技制高点的合力，推进人才与任务双向融合发展，以全方位、多层次的工作模式，扎实推进实验室的组建工作，为后续高效建设运行夯实了基础。

3 把握学科脉络，传承科学精神

强大的基础研究和原始创新能力是科技强国的根基底座。分子植物卓越中心作为建设科技强国的骨干力量之一，无论是老一辈科学家还是新时代科学家都以“创新科技、报国为民”为宗旨，聚焦国家创新发展战略需求和国际科学前沿重大科技难题，有组织地开展系统性、全面性科研攻关，充分发挥学科优势与特色，在植物科学、昆虫科学和合成生物学等领域深耕细作、交叉融合，构建多学科跨领域协同创新体系，取得了一系列令人瞩目的成就，大幅提升了分子植物卓越中心的科技创新策源能力，传承弘扬了科学家精神。

3.1 植物科学领域

3.1.1 植物营养与逆境生物学

*临危受命：橡胶树北移——世界橡胶树栽培史的奇迹。*自20世纪20年代开始，植物营养学家罗宗洛等一批留学仁人志士归国，为我国植物生理学，特别是营养生理学的发展奠定了基础。20世纪50年代，橡胶作为工业和军事发展的战略性原材料被西方国家严密封锁，解决我国无法种植橡胶树的难题成为国家重点任务。罗宗洛临危受命，前往海南岛和雷州半岛调研试验，指导橡胶树育苗和栽培。经过与国内其他单位联合攻关，成功突破技术禁区，打破了橡胶树种植区的传统界线（南纬10°—北纬15°），实现橡胶树在我国海南岛、广东、广西和云南南部等北纬18°—24°区域大面积种植和生产，使我国成为当时世界上唯一成功在纬度最北范围内大面积种植橡胶树的国家，造就了世界橡胶树栽培史的奇迹。1982年，“橡胶在北纬18°—24°大面积种植技术”荣获国家发明奖一等奖。

*传承发展：从宏观到分子。*进入21世纪，一批植物离子组学领域的学者进一步将植物营养学研究推向了分子遗传学和组学时代，取得了一系列重要进展：阐明了铁、锌、钼等必需微量元素的吸收运输机制，以及它们对于作物产量和质量的重要影响；挖掘了一系列维持离子平衡的调控因子；深入揭示了离子平衡调控环境信号协同调控植物营养吸收的分子调控机制，如逆境诱导的硝酸盐再分配现象、水分胁迫与氮同化的协调，以及光信号调控的低磷响应等；系统阐明了离子屏障凯氏带建成的分子基础和调控机制[2]，揭示了其对于种子植物地球上崛起的重要作用。在逆境生物学领域同样取得重要进展：提出了复合式的逆境信号假说和分散式的胁迫感应理论[3]；发现了植物干旱、盐、低磷、铝、活性氧等信号的感应机制；开发了精准基因编辑、作物抗旱小分子和根际促生菌等新技术。

3.1.2 光合作用

科学报国：为诺贝尔奖成果提供首个实验论证。“当光照突然改变时，光合作用速度会发生瞬间变化，然后稳定到恒速。”这是殷宏章在南开大学求学时与恩师李继侗的发现，30年后他们被称为双光化学反应系统理论的先驱。抗日战争开始后，殷宏章谢绝美国加州理工学院的邀约，毅然回国开展植物磷酸化酶等问题研究。新中国成立后，在罗宗洛的邀约下，时任联合国教科文组织科学官员的殷宏章再次回国，锚定光合作用这一国际前沿领域深入研究，培养出一批具备世界水准的科研队伍。1961年，殷宏章和沈允钢在世界上首次发现光合磷酸化过程中“高能中间态”的存在，为1978年诺贝尔化学奖得主Peter Mitchell提出的化学渗透假说提供了第一个实验证据，被称为20世纪60年代世界光合作用领域最重要的2项成果之一。1982年，“光合磷酸化高能态的发现及其有关机理的

研究”荣获国家自然科学奖二等奖。

*传承发展：瞄准“双碳”目标。*21世纪以来，分子植物卓越中心科学家系统研究了环式电子传递途径在C_3和C_4光合作用中发挥的调控作用；发展了光合作用系统模型，研发了群体光合表型测量平台，挖掘出群体光合光能利用效率关键基因；系统开展了高光效C_4光合作用的遗传调控、进化历程及原型创建研究；发现了叶绿体蛋白运输调控机制；系统研究了蓝藻二氧化碳（CO_2）浓缩机制核心蛋白的结构与功能；发现了D1双合成途径可以提高逆境下的光合效率[4]，获得*Science*专文点评；解析了叶绿体基因转录蛋白质机器的结构和工作机制[5]。这些研究为将来高碳汇植物创制提供了模块资源及理论支持。

3.1.3 共生与生物固氮

*奠定基础：研究成果受国际瞩目。*从20世纪70年代开始，沈善炯等科学家开启了中国植物共生固氮研究的黄金时期。1974年，沈善炯带领团队选用克氏肺炎杆菌作为研究材料，在短短的3年内，证明了固氮基因在克氏肺炎杆菌染色体上呈簇状排列，否定了国外科学家认为基因间存在“静止区”的观点。该团队在固氮研究领域的第一篇论文《克氏肺炎杆菌固氮系统的遗传学分析》受到国际科学界广泛关注，沈善炯领导的分子遗传室成为当时世界上研究生物固氮的几个中心之一。1980年，“克氏杆菌固氮基因的精细结构定位和特性”荣获中国科学院科技成果奖一等奖。1987年，“固氮基因的结构与调节”荣获国家自然科学奖二等奖。

*传承发展：创新固氮领域研究。*近年来，分子植物卓越中心在菌根共生和生物固氮领域取得持续突破：发现脂肪酸是植物与菌根真菌共生体系中碳源的主要传递形式，推翻了百年来教科书中的“糖”理论[6]；绘制了水稻-丛枝菌根共生的转录调控网络，回答了菌根共生“自我调节”这一困扰该领域50多年的重要科学问题[7]；发现了植物菌根因子受体，为遗传改造非豆科作物进行根瘤共生固氮提供了新思路；解析了控制豆科植物根瘤共生固氮的关键分子模块，为回答“为什么豆科植物能结瘤固氮”这一科学问题提供了重要线索[8]；解析了调控根瘤固氮微环境关键因子，为提高豆科植物的固氮能力提供了理论基础[9]。

3.1.4 植物激素与发育生物学

*走向国际：推动中国植物发育生物学研究。*20世纪70年代以来，许智宏等在植物激素和组织培养领域的贡献，奠定了中国植物发育生物学的研究基础。许智宏利用萌发种子将幼根分离，结合原生质体培养技术，先后成功获得26种重要的作物和林木的再生植株，其中15种为国内外首次报道。在植物激素研究方面，许智宏证明了生长素极性运输决定器官发生的位置，提出了植物球形胚中存在生长素极性横向运输的理论[10]，被载入美国教科书。1982年，“植物的细胞间联络与细胞内含物的再分配”荣获国家自然科学奖二等奖。1991年，“主要农作物原生质体再生植株”荣获国家自然科学奖三等奖。

*传承发展：破解植物发育奥秘。*21世纪以来，分子植物卓越中心科学家在植物器官发育和植物再生等多个领域都处于国际领先水平。主要成果包括：揭示了microRNA调控根冠发育的分子机制；破解了年龄途径和春化途径调控开花的分子机理[11]；发现了低温调控开花的分子机制[12]；建立了根再生的研究体系和相关分子路径；提出了植物芽再生的分子框架图；揭示了伤口和年龄信号整合调控根再生的分子机制；在单细胞水平揭示了拟南芥根尖细胞的异质性，描绘了拟南芥根发育全景图，并重构了根尖分生组织细胞的发育轨迹；实现了多年生与一年生植物的自由转换[13]。

3.1.5 作物功能基因组学

20世纪80年代末，植物分子遗传国家重点实验室正式建成，其后取得了一系列显著进展。其中，洪孟民研究团队证明了转座子Ac可以用作标签从水稻基因

组中克隆新的基因，相关研究对水稻品种食用品质的改善有着重要意义。

21世纪伊始，植物基因组与功能基因组学研究蓬勃发展，分子植物卓越中心在作物（特别是水稻）分子遗传领域取得了多项领先成果。

林鸿宣团队从水稻中克隆了世界第一个植物耐盐QTL（数量性状位点）[14]，水稻第一个粒型QTL[15]、水稻第一个株型QTL[16]，标志着他们将作物QTL克隆定位技术引向成熟，其研究揭示的20多个包括水稻耐逆、粒型、生殖隔离等重要功能基因的克隆成果，在世界上引领了水稻QTL定位克隆研究。2012年，“水稻复杂数量性状的分子遗传调控机理”荣获国家自然科学奖二等奖。2015年始，林鸿宣团队从耐热的非洲稻中克隆了TT1、TT2、TT3.1和TT3.2[17]，挖掘水稻高温抗性基因TT3并阐明调控机制，使其成为第一个发现的潜在作物高温感受器，为解决气候原因造成的水稻减产作出了杰出贡献。2022年，“水稻抗高温基因挖掘及调控新机制”入选中国生命科学十大进展[18]。

韩斌团队以水稻基因组为主要研究方向，率先完成水稻四号染色体的测序和功能分析[19]，创造性地使用低丰度测序的技术解决作物全基因关联分析（GWAS）的技术难题[20,21]，相关成果在全球范围内领导并掀起了作物GWAS研究的热潮。2007年，“水稻第四号染色体测序及功能分析”荣获国家自然科学奖二等奖。在研究了世界范围的水稻演化和驯化路线后，韩斌团队首次使用全面且坚实的分子遗传学证据证实水稻起源于中国，并显示了目前栽培的水稻经过2次驯化历程[22]；开创性地使用测序技术，从基因组水平上系统解析了水稻杂交优势形成的分子基础[23]，为杂交优势带来新的技术变革；首次绘制栽培稻-野生稻的泛基因组图谱[24]，总结杂交稻选育遗传规律，助力杂交稻育种高质量发展。2016年，“揭示水稻产量性状杂种优势的分子遗传机制”荣获中国科学十大进展。2017年，“水稻高产优质性状形成的分子机理及品种设计”荣获国家自然科学奖一等奖。同年，韩斌牵头获得了国家自然科学基金委生命科学领域首个基础科学中心项目“未来作物分子设计”。

此外，分子植物卓越中心研究团队还成功克隆了野生玉米变异基因*Thp9-T*[25]，有效提高了氮素利用效率和玉米蛋白含量，并在玉米籽粒品质性状发育等重要问题上取得突破性进展。

3.1.6 植物次生代谢与植物免疫

植物次生代谢：推动绿色农业应用。陈晓亚研究团队发现一系列棉铃虫解毒棉花主要防御物质棉酚的基因。通过植物介导RNAi，抑制棉铃虫解毒基因表达，提高植物抗虫性，开创了RNAi抗虫技术[26]，该技术被*Nature*评论称之为继化学、蛋白质杀虫剂之后的第三代“RNA干扰杀虫剂”。2017年，“植物次生代谢与抗虫”荣获上海市自然科学奖一等奖。此外，分子植物卓越中心科研团队鉴定了一种对叶蝉具有明显防控效果的新型挥发性气体[27]；发现了植物次生代谢化合物在昆虫体内通过进一步代谢而引起昆虫中毒，为发展安全绿色的作物抗虫技术提供全新思路。

植物免疫：实现水稻作物增产。在植物与病原菌互作研究方面，以重要的粮食作物水稻和模式植物拟南芥等为研究对象，何祖华团队鉴定分离了系列广谱抗病新基因[28]，建立了抗病与高产协调的理论[29,30]，首次揭示了作物广谱抗病的免疫代谢调控机制[31]。在理论研究基础上，密切结合国家生物育种的重大需求，多个成果被应用于作物育种，尤其分离的广谱抗稻瘟病基因*Pigm*被国内多个育种单位应用于抗病育种，已合作选育抗稻瘟病水稻新品种达30个以上，新品种推广面积累计超过4600万亩，保障稻谷增产10多亿千克，农民增收20多亿元。2014年，“水稻重要生理性状的调控机理与分子育种应用基础”荣获国家自然科学奖二等奖。2017年，“揭示水稻广谱持久抗病与产量平衡的遗传与表观调控机制”入选中国生命

科学十大进展。2020年，何祖华牵头获得了国家自然科学基金委基础科学中心项目“生物信息流的解码与操控”。此外，分子植物卓越中心研究团队在新的植物免疫系统架构模型的建立、植物免疫通路之间的协同互作和植物免疫调控新机制[32]、植物叶际微生物群稳态维持新机制[33]、抗病信号的叶绿体途径[34]、植物平衡生长和胁迫应答的分子机制、水稻双负反馈回路动态调控免疫和共生信号新机制[30]等研究方面取得重大进展，创建了农作物病害防控分子技术体系，为重新认识和理解植物免疫提供了重要理论依据。

3.1.7 空间生物学

20世纪80年代末，我国开始利用火箭或返回式科学实验卫星开展空间生物学研究，在殷宏章的提议下，着手研究空间飞行对小麦种子的萌发和细胞学特性的影响。

伴随着国家载人航天工程的实施，分子植物卓越中心科学家先后利用“神舟四号”“神舟八号”飞船和“天宫二号”空间实验室，以及“实践八号”和“实践十号”返回式科学实验卫星，开展空间细胞电融合技术、植物微重力响应机制等方面的研究，将地球上生长的植物带向太空开展实验，将植物科学研究推向了新的高度。

2016年，分子植物卓越中心研究团队在“天宫二号”任务中，首次在太空完成“从种子到种子”的空间植物培养实验，揭示了微重力对植物开花影响的分子机理。2022年，在空间站“问天舱”内经历了120天生长培育的水稻和拟南芥种子完成了“从种子到种子”的全发育过程，并在国际上首次获得在轨水稻种子，对国际太空植物品种选育和栽培技术具有重要指导意义。2019年，分子植物卓越中心科研团队荣获中国载人航天工程突出贡献集体。分子植物卓越中心与合作单位共同完成的“KJ实验室”项目，入选中国科学院“率先行动”计划第一阶段重大科技成果及标志性进展。

3.1.8 藜麦育种服务国家战略

基于耐逆作物高产优质化育种的新理念，藜麦为首选作物，具有天然的耐盐碱、耐干旱等特性，是联合国粮食及农业组织（FAO）认证的全营养食品，具有极高的营养价值；同时，藜麦秸秆也是优质的牧草来源。分子植物卓越中心积极响应乡村振兴和边际土地利用的国家战略，培育了一系列有自主知识产权的藜麦品种及高代品系；并于2018年11月起，承担上海市科委的援新疆任务，在新疆喀什地区进行了示范种植，实现了一年春、秋2季播种。如今，在青海、内蒙古、云南及河北坝上地区累计推广50万亩。此外，依托韩斌在西藏日喀则的院士工作站，建立了高原特色作物藜麦种质资源库与育种基地，并作为技术支撑参与了上海对口支援西藏；2024年，在萨迦县推广种植了万亩藜麦，取得了良好的经济及社会效益，实现了科技援藏到产业援藏的跨越。下一步，将在践行“不与主粮青稞争地，以种适地”的原则下，继续扩大藜麦产业化试种面积和规模，为边疆地区农业种植结构调整与边际化土地利用带来新的机遇。

3.2 昆虫科学领域

3.2.1 创建原尾纲分类体系

“创新是科学发展的灵魂，勤奋是事业成功的保证。”面对我国原尾虫研究的空白，尹文英与同事一起在50余年间先后采集到原尾虫标本3万余件，报道了原尾虫190余种，极大地丰富了我国原尾虫的物种数量。通过系统研究原尾虫的分类、形态、生态、生物地理、胚后发育、比较精子学和亚显微结构等，尹文英团队开创了我国原尾虫系统分类和演化研究，创立了原尾纲系统发生的新概念，构建了原尾纲3目10科分类体系，开拓了六足动物的起源与演化研究，在国际上提出“泛甲壳类”的新概念。1987年，“原尾虫系统分类的研究”荣获国家自然科学奖二等奖。

3.2.2 城市卫生害虫防控

分子植物卓越中心以“服务国家战略和人民需

要”为使命，在蚊、蝇、白蚁等城市卫生害虫防控研究中不断创新：在国内最早开展昆虫激素和昆虫行为调节化合物的研究，建立了昆虫激素的微量分析方法；研制出仿生诱芯，成为害虫绿色防控“里程碑”。1978年，“应用‘灭蚁灵’灭治家白蚁”“昆虫多角体病毒及其杀虫剂研究——应用多角体病毒防治桑毛虫”等成果荣获全国科学大会奖。

为应对疟原虫抗药性和疟蚊户外叮咬导致全球疟疾病例上升的严峻挑战，分子植物卓越中心研究团队运用多学科交叉研究手段，揭示了疟蚊群集婚飞和求偶通讯的奥秘，破译了人工释放的不育雄蚊交配率低下的世界性难题[35]；创立了“治虫防病”的新理念，通过肠道共生菌“治疗”蚊子，从源头阻断疟原虫的传播，从而有望消除疟疾这一困扰人类数千年的顽疾[36]。

3.2.3 农业害虫绿色防治

从“敌敌畏”到天敌灭害，从分子遗传再到生防真菌，分子植物卓越中心始终以“病害虫绿色防控”为导向，发挥中心多学科研究优势，促进不同领域交叉融合。通过植物抗虫防御响应的时序性调控机理研究，棉铃虫口器分泌物效应子抑制植物防御响应分子机理研究，昆虫多角体病毒、芽孢杆菌和花角蚜小蜂等植物天敌的防治应用研究，让农业害虫防治在科研助力下走向绿色发展。

通过对昆虫与微生物之间共生互益、寄生免疫等互作关系的深入探究，揭示了昆虫体表及肠道菌定殖抗性机制和生防真菌寄主识别、侵染结构分化、膨压形成和抑制寄主免疫的分子遗传与表观遗传调控机制。在生防真菌侵染致病和昆虫免疫互作机制等方面，解析了昆虫病原真菌体表入侵的多重互作机制；发现了昆虫前肠是病原真菌侵染的新途径，以及病原真菌体壁侵染过程中通过操纵肠道细菌加速杀虫的新机制，相关成果有助于发展多种提高生防菌杀虫效力的新方法，为害虫绿色防控提供基础理论和技术支撑。

3.2.4 经济性昆虫培育

根据学科发展需求，2009年，中国科学院昆虫发育与进化生物学重点实验室获批成立，汇聚了一批昆虫学研究的重要力量。分子植物卓越中心研究团队利用果蝇、家蚕等模式物种探究昆虫的发育基础，率先建立家蚕的基因定位和基因编辑平台，破解家蚕繁育密码，发现控制家蚕桑叶专食性的主效基因；利用基因编辑技术实现了家蚕体内表达抗核多角体病毒蛋白及蜘蛛丝蛋白，为科技养蚕、制备高强度人造蚕丝提供变革技术，对资源昆虫的产业化推进发挥了重要作用。

昆虫的繁盛得益于其独特的发育模式和广泛的环境适应性。分子植物卓越中心研究团队选取典型的昆虫环境适应性研究模型，取得一系列突破性成果：揭示了肌肉发育相关基因调控帝王蝶的季节性迁飞[37]；重构了家蚕驯化的“丝绸之路”，破译了家蚕适应人工选择和绢丝能力提升的遗传基础；发现了代谢可塑性对美国白蛾外来入侵种群快速适应环境的关键作用；在昆虫性别决定的分子机制研究方面也取得重要进展。

3.3 合成生物学领域

3.3.1 天然产物

20世纪50年代，面对中国抗生素研发的空白，沈善炯带领团队从零开始，解决了金霉素量产的关键问题，使我国成为全球第4个能够量产金霉素的国家，彻底打破美国对抗生素的垄断。1956年，“金霉素的生理与金霉素的生产研究”荣获中国科学院科技进步奖一等奖。20世纪80年代，焦瑞身研究团队首次发现硝酸盐对利福霉素合成的促进作用，并应用于工业生产，提高了利福霉素的产量。此后，在农用抗生素庆丰霉素筛选、酶法生产7-氨基头孢烷酸、核黄素高产生理研究、石油发酵合成麝香酮等方面研究取得突破性成果和推广应用。1977年，“石油发酵二元酸——

人工合成麝香酮”和“新农用抗生素——庆丰霉素的发现”分别荣获上海市重大科学技术成果奖。1978年，“核黄菌生理学研究”荣获全国科学大会奖。1987年，“氮化合物在力复霉素和井岗霉素生物合成中的调节”荣获国家自然科学奖二等奖。

随着合成生物学领域的迅速发展，分子植物卓越中心科学家开始通过基因工程、代谢工程等策略提高生产菌株的产品产量和质量。放线菌代谢调控与合成生物学，稀有人参皂苷、淫羊藿素的细胞工厂创制，甜菊糖苷的高效生物合成，以及多拉菌素、普钠霉素II工业生产菌株构建及产业化等研究成果不断赶超国际水平。2014年，“基因组工程构建多拉菌素工业生产菌及其产业化技术”荣获上海市技术发明奖二等奖。

3.3.2 生物基化学品

为提升化工原料的质效，20世纪50年代，焦瑞身研究团队开展“高丁醇比丙酮丁醇工业发酵菌种选育”的应用基础研究，在世界上首次建立200吨罐的溶剂连续发酵工艺，获得高丁醇比例的丙酮丁醇梭菌，以极短时间取得的突破性成果达到国际先进水平。在此基础上，梭菌遗传操作系统和细胞工厂构建取得突破。1996年，“高丁醇比丙酮丁醇发酵菌种选育和发酵工艺”荣获中国科学院科技进步奖二等奖。

近年来，分子植物卓越中心研究人员在酶工程领域基于酶蛋白结构与功能的研究，建立了多种工业用酶的理性筛选、分子设计与定向改造的方法，为氨基酸与医药企业开发了上百种重组酶，实现DL-丙氨酸等9条首创工艺，以及L-赖氨酸、纤维素乙醇等8条工艺的技术升级，该成果已经被欧美、日本等国家和地区引入，相关研究成果服务江苏、浙江、安徽等地数十家化工企业，实现总产值约140多亿元。同时围绕国家的“双碳”战略目标，分子植物卓越中心积极开拓以CO_2或工业废气为原料的化学品生物制造新路线，建立食气梭菌与蓝藻的高效遗传操作与编辑技术，实现光能或化学能驱动的从CO_2到丁醇、异丙醇、异戊二烯等化学品的高效生物合成。2015年，“酶工程技术体系创新及其在氨基酸与医药中间体生产上的应用”荣获上海市科技进步奖一等奖。

3.3.3 从“格物致知”走向“造物致知”

21世纪以来，分子植物卓越中心围绕微生物功能基因组和基因表达机制研究取得了诸多成果，赵国屏在中国开创微生物基因组学研究，完成了钩端螺旋体基因组测序、功能注释，以及进化、生理与致病机理分析[38]；在2003年的SARS疫情中解析了SARS-CoV从动物传人发展到人传人的分子进化规律[39]；发现了细菌蛋白的广泛乙酰化修饰以及功能[40]。此外，分子植物卓越中心研究人员聚焦遗传中心法则的核心元件，揭示了基因转录调控的若干共性规律和特殊机制[5,41-44]。

2008年赵国屏带领实验室进一步转型，成立了中国科学院合成生物学重点实验室，聚焦合成生物学理论与方法学基础研究、使能技术创新与工程化、创制链的培育与发展，从“格物致知”走向“造物致知”。中国科学院合成生物学重点实验室科研团队采用合成生物学“工程化”方法和高效使能技术开发了一批合成生物学高效使能技术，在底盘基因组编辑技术、DNA拼接与组装、RNA编辑器、元件库、代谢流量组与代谢组分析技术等方面系统提高了人工基因组的理性设计与合成能力；在国际上首次人工创造出自然界不存在的简约化的生命——仅含单条染色体的真核酵母细胞[45]，这是继20世纪60年代人工合成结晶牛胰岛素和tRNA之后，中国学者再一次利用合成科学策略，回答生命科学领域的重大基础问题。该工作成为合成生物学和“人造生命”研究领域的“里程碑”。“创建单条染色体酿酒酵母真核细胞”入选2018年中国科学十大进展、中国生命科学十大进展及中国科学院改革开放四十年40项标志性科研成果。

4 统筹多方资源，助力创新发展

拥有强大的基础研究和原始创新能力，以及持续产出重大原创性、颠覆性科技成果的能力，离不开高端卓越的科技人才、专业高效的支撑平台、开放共赢的国际合作、世界一流的科技期刊、融合交叉的学科布局以及宽松包容的科研环境……这些要素互促互进、相辅相成，共同构成了推动分子植物卓越中心蓬勃发展的重要力量。

4.1 人才强基，协力创新

习近平总书记指出：“科技创新靠人才，人才培养靠教育，教育、科技、人才内在一致、相互支撑。”分子植物卓越中心围绕实施新时代人才强国战略，坚持需求导向，通过“以才引才”人才集聚效应，面向全球招募优秀的中青年科学家和顶尖科学家；成立由中心主任担任组长的引才专班，精准做好人才引进、培养和服务保障工作，优化人事人才体制机制，注重引才全过程管理。“十四五”以来，对标全国重点实验室重组需求，引进高层次青年人才13人。此外，积极拓宽成才通道，自主设置Junior PI（青年研究组长）和Co-PI（合作研究组长）岗位，搭建本土人才成长平台，培养具有相关领域学术技术带头人潜力的优秀人才；致力打造一支结构合理、专业精深、创新活跃、青年人才茁壮成长的高水平人才梯队，构筑具有国际竞争力的战略科技人才新格局。

科教融合，作为拔尖创新人才培养的重要手段，是保持人才可持续发展的关键。分子植物卓越中心不断完善科研育人长效机制，全面提升人才培养水平；围绕“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”等根本问题，统筹推进学生党建和思政工作；成立思想政治工作领导小组，构建课程思政、科研思政为主线，以文化思政、网络思政为支撑的思政新模式，坚持育心与育德相统一，加强学生人文关怀和心理疏导，促进科学与文化素质协调发展。

4.2 平台支撑，资源共享

随着科学研究不断向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力，科研任务的复杂度和系统性不断增强，迫切需要发挥重大创新平台的关键支撑作用。分子植物卓越中心统筹推进各类重要支撑平台建设，加强创新资源配置和力量组织，前瞻布局重大科技基础设施建设，深化平台运行管理体制机制改革，造就一支精干高效的专业技术人才队伍，充分激发创新创造潜能，为承担国家重大科研任务提供有力支撑与保障。

公共技术服务中心，是为支撑分子植物卓越中心科研工作而组建的独立运行的公共技术服务实体，于2013年10月启动建设，2015年顺利通过中国科学院评估，获得择优支撑。其主要面向中国科学院上海生命科学区域中心，以及院内外其他科研单位、社会企业等开展公共技术服务，同时为研究生的培养与教育提供必要的技术培训。现有细胞结构分析技术平台、植物基因组和功能基因组平台、真核蛋白表达纯化平台、植物遗传转化平台、代谢组学与蛋白互作技术平台、电镜平台以及开放实验室等。

人工气候室，是分子植物卓越中心重要的科研支撑平台，建成于2003年，是国内领先的较大规模、设施先进的人工气候室。总建筑面积4700 m^2，其中可控环境面积为1800 m^2，有104个可控环境单元；通过基本模拟自然气候条件变化，精准控制植物生长所需自然条件下的综合环境因子，实现植物栽培环境的智能调控，承担生物工程、植物生理生态、植物保护、逆境胁迫等科研任务，为科研工作提供了特殊的环境受控实验平台。

作物栽培与育种基地，是开展田间科研试验的重要载体。2010年，上海松江作物栽培与育种基地成立，其占地面积380亩，位于松江区泖港镇五厍现代农业示范园区。先后建设了一批高标准水田、旱田、温室大棚、育种围圃等农田基础设施。2014年，分子

植物卓越中心在海南三亚市陵水县建成了中国科学院首个作物转基因试验基地。随后，与中国农业科学院棉花研究所、浙江省农业科学院、安徽荃银高科种业股份有限公司等合作共建三亚市吉阳区大茅村、三亚市陵水县坡留村、三亚市吉阳区南丁村南繁保障用房1500 m^2，南繁科研用地160亩，其中高标准水田70亩、转基因围圃40亩、旱田50亩。作物栽培与育种基地的建设为推动我国农业科技创新和农业现代化提供了不可或缺的基础保障力量。

中国科学院上海昆虫博物馆，是分子植物卓越中心下属的特色科普场馆，全年对外开放，每年接待青少年等15万余人次。其前身是1868年筹建的徐家汇博物院，1953年归属中国科学院上海昆虫研究所，2002年组建上海昆虫博物馆，总面积约4400 m^2；收藏有全国各地昆虫标本100多万号，集科学研究、标本收藏和科普展览于一身，先后被命名为“全国科普教育基地”“全国青少年科技教育基地”等荣誉称号，为推动上海乃至全国科普事业作出了重要贡献。

4.3 国际交流，合作共赢

面对当前复杂严峻的国际科技竞争环境，分子植物卓越中心充分发挥国家战略科技力量独特的国际交流合作网络和创新平台优势，加强多渠道、多领域的国际交流与合作。通过定期举办国际会议或学术报告等，搭建国际学术交流平台，邀请国际知名学者来华开展学术交流和访问，共同探讨领域前沿问题，促进学科交叉融合；鼓励并支持科研人员赴国外访学交流、合作研究，提升国际视野和科研实力；积极争取并承接国际合作项目，加强与国际一流科研机构合作，引入国际先进的科研理念与技术，为解决分子植物领域的重大科学问题和技术难题提供科技支撑，在开放合作中实现自立自强。

中国科学院-英国约翰·英纳斯中心植物和微生物科学联合研究中心（CEPAMS）成立于2014年7月，分别依托英国约翰·英纳斯中心、中国科学院遗传与发育生物学研究所（以下简称“遗传发育所”）和分子植物卓越中心，充分利用和发挥合作方在植物和微生物科学领域的优势，汇聚中英双方优秀的学科带头人，研发新作物和微生物品种，为人类健康和幸福提供一个可持续发展的、安全的粮食生产体系和高价值天然产品，其已成为植物和微生物科学领域世界一流的国际联合研究中心。2020年4月，分子植物卓越中心和遗传发育所、英国约翰·英纳斯中心共同续签了CEPAMS中心新的5年合作协议，这标志着三方将延续过去6年的成功科研合作和科学管理模式，进一步推进中英双方在粮食安全和药用天然产物等领域的合作交流。依托CEPAMS中心，分子植物卓越中心共引进高层次人才9位，其中4位是外籍科学家。今后，分子植物卓越中心将进一步推进多层次、多元化的国际合作长效联动机制，充分利用国际科技合作已有基础和优势资源，积极开辟新渠道、探索新途径、拓展新空间，努力实现“建成国际一流科研机构”的奋斗目标。

4.4 一流期刊，全球领先

自2008年创刊伊始，由分子植物卓越中心与中国植物生理与植物分子生物学学会共同主办的英文学术期刊*Molecular Plant*（《分子植物》）始终坚持高水平办刊原则和国际化办刊理念，致力于打造世界一流科技期刊“品牌”，逐步建立了一流科技期刊的出版模式、质量控制体系和发行渠道，搭建了“分子植物”系列国际会议、前沿论坛、在线研讨会和在线讲座等多维度的学术交流平台；通过利用多种途径与形式进行期刊的宣传推广，不断提升期刊的国际影响力。16年来，*Molecular Plant*发表了一大批国内外的重要科研成果，促进了国内外学术交流与合作，推动了我国植物科学及农业、环境等相关学科的快速发展，提升了我国植物科学研究和科技期刊在国际上的影响力和认可度。据2024年6月20日科睿唯安公司发布的2023年度《期刊引证报告》（JCR）显示，

*Molecular Plant*的SCI影响因子为17.1，在265本植物科学领域SCI期刊中排名第3位，连续3年在植物科学领域研究类期刊中排名全球第1位。

2020年，分子植物卓越中心与中国植物生理与植物分子生物学学会创办了*Molecular Plant*的姊妹刊——*Plant Communications*（《植物通讯》），其2023年的SCI影响因子为9.4，在植物科学领域研究类期刊中排名全球第6位。*Molecular Plant*和*Plant Communications*分别于2019年和2021年获得中国科技期刊卓越行动计划领军期刊和高起点新刊项目的资助。

4.5 多元学科，融合发展

分子植物卓越中心围绕农业可持续发展和生态环境安全的重大战略需求，瞄准植物科学、昆虫科学、合成生物学的重大前沿科学问题，充分发挥“三位一体”多学科优势，建立“分可独立作战、聚可合力攻关”的科研组织模式，开展跨学科、跨领域协同攻关和学科交叉，探索发展新兴研究方向，取得了一系列重大突破。例如，分子植物卓越中心从事植物科学和结构生物学的团队交叉合作，解析了高等植物细胞核和叶绿体细胞器的基因转录蛋白质机器结构[5,41]。植物科学、合成生物学和昆虫科学交叉融合，形成了植物免疫与作物抗病育种、植物-昆虫互作和抗虫新技术、昆虫-微生物互作和生物防治等创新团队，前瞻性布局前沿研究，在作物广谱抗病性及其与产量性状耦合[28,29]、植物免疫模块激发与防卫代谢调控[31,32]、植物免疫与共生机制调控[30]、植物固氮和菌根共生[6-9]、昆虫病原微生物绿色防控[35,36]等方面取得了系列重要进展。

4.6 厚植土壤，潜心致研

分子植物卓越中心是以基础研究为底色的植物科学国家科研机构。基础研究常常在黑暗中摸索，失败率比较高，因此要求做基础研究的科学家必须心无旁骛，做长期稳定的研究。基于基础研究的特点和规律，分子植物卓越中心强化长远战略定位的前瞻性、系统性布局，完善以创新质量和学术贡献为核心的“国际评估”机制，形成专注学术、宽容失败、鼓励坐“冷板凳”的科研文化氛围，让科学家把主要的时间和精力投入到重要科学问题钻研中，脚踏实地深耕于各自研究方向。此外，对新建研究组和绩效显著的研究组在研究生招生、固定人员编制、科研用房、仪器配置等方面会给予倾斜支持；对个别人员经费等确有困难的研究组，也给予一定的支持，保障他们能坚持顺利完成重要研究课题。

5 十年磨一剑，建成世界一流科研机构

“科技兴则民族兴，科技强则国家强”。习近平总书记在全国科技大会、国家科学技术奖励大会、两院院士大会上指出，必须充分认识科技的战略先导地位和根本支撑作用，锚定2035年建成科技强国的战略目标；分子植物卓越中心领导班子深感重任在肩、使命光荣。现在距离实现建成科技强国的战略目标只有11年时间，“十年磨一剑”是习近平总书记发出的新的“动员令”，需要科技工作者集体“亮剑出鞘”，想国家所想、急国家所急，努力建成世界一流科研机构，展现出中国科技在世界上的强大影响力。

深耕基础研究、勇攀科技高峰，是分子植物卓越中心最闪耀的科研文化内涵。基础研究是整个科学体系的源头，也是重大原创性、颠覆性成果的重要来源，而组织基础研究的最佳载体是拥有世界一流水平的科研机构，分子植物卓越中心在过去多年的发展中，初步提供了深厚肥沃的创新土壤，但要建成科技强国，目前国内一流研究机构的数量还远远不够，支撑高风险、高价值研究的长期稳定支持还有待进一步加强。希望在未来10年，我国各个重要学科领域均能成长出一批各具特色、活跃开放的世界级高水平科研机构，在领域内形成优质口碑、创新场效应，汇聚更多全球优质资源，助力我国原始创新能力大幅提升。

更重要的是，世界一流科研机构不能流于“圈地挂牌”“打分排名”的外在形式，而要做好顶层设计、统筹谋划，注重战略定位，选准方向、搭建平台、设计制度、涵养文化，踏踏实实、一步一个脚印地向前走[46]。要把自由探索与有组织科研有机结合起来[47]，强化面向重大科学问题的协同攻关，持续产出具有国际影响力和引领力的原创成果，筑牢科技创新根基和底座，努力推动我国跻身世界重要科学中心和创新高地。

6 结语

分子植物卓越中心的发展奋斗历程，不仅是对“创新科技、报国为民”科技价值观的深刻诠释，更是中国科研力量在分子植物科学领域不断探索与突破的生动写照。展望未来，分子植物卓越中心将进一步提高政治站位，坚持和加强党对科技工作的全面领导，深刻领悟“两个确立”的决定性意义，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，把思想和行动迅速统一到党中央决策部署上来；持续强化国家战略科技力量主力军的使命职责，深刻认识加快抢占科技制高点的紧迫性和艰巨性；以“十年磨一剑”的坚定决心和顽强意志，全面深化改革发展与科技布局，凝聚推动科技创新的强大合力，努力建设成为分子植物前沿科学研究杰出的人才高地、重大成果发源地和国际一流的现代植物科学研究中心，为加快实现高水平科技自立自强、以科技现代化支撑引领中国式现代化、全面推进科技强国建设贡献更大力量。

参考文献

1 李睿晶, 房超, 岳昆. 国家重点实验室建设40年历程回顾与展望. 科技中国, 2022, (12): 17-20.
Li R J, Fang C, Yue K. Retrospect and prospect of the 40-year construction of state key laboratory. Scitech in China, 2022, (12): 17-20. (in Chinese)

2 Gao Y Q, Huang J Q, Reyt G, et al. A dirigent protein complex directs lignin polymerization and assembly of the root diffusion barrier. Science, 2023, 382: 464-471.

3 Zhu J K. Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell, 2016, 167(2): 313-324.

4 Chen J H, Chen S T, He N Y, et al. Nuclear-encoded synthesis of the D1 subunit of photosystem II increases photosynthetic efficiency and crop yield. Nature Plants, 2020, 6(5): 570-580.

5 Wu X X, Mu W H, Li F, et al. Cryo-EM structures of the plant plastid-encoded RNA polymerase. Cell, 2024, 187(5): 1127-1144.

6 Jiang Y N, Wang W X, Xie Q J, et al. Plants transfer lipids to sustain colonization by mutualistic mycorrhizal and parasitic fungi. Science, 2017, 356: 1172-1175.

7 Shi J C, Zhao B Y, Zheng S, et al. A phosphate starvation response-centered network regulates mycorrhizal symbiosis. Cell, 2021, 184(22): 5527-5540.

8 Dong W T, Zhu Y Y, Chang H Z, et al. An SHR-SCR module specifies legume cortical cell fate to enable nodulation. Nature, 2021, 589:586-590.

9 Jiang S Y, Jardinaud M F, Gao J P, et al. NIN-like protein transcription factors regulate leghemoglobin genes in legume nodules. Science, 2021, 374: 625-628.

10 薛红卫, 白书农. 许智宏——中国植物科学和高等教育发展的践行者和引领者. 中国细胞生物学学报, 2020, 42(3): 541-548.
Xue H W, Bai S N. Xu Zhihong—Practitioner and leader of the development of plant science and higher education in China. Chinese Journal of Cell Biology, 2020, 42(3): 541-548. (in Chinese)

11 Zhou C M, Zhang T Q, Wang X, et al. Molecular basis of age-dependent vernalization in *Cardamine flexuosa*. Science, 2013, 340: 1097-1100.

12 Tao Z, Shen L S, Gu X F, et al. Embryonic epigenetic reprogramming by a pioneer transcription factor in plants. Nature, 2017, 551: 124-128.

13 Zhai D, Zhang L Y, Li L Z, et al. Reciprocal conversion between annual and polycarpic perennial flowering behavior in the Brassicaceae. Cell, 2024, 187(13): 3319-3337.

14 Ren Z H, Gao J P, Li L G, et al. A rice quantitative trait locus for salt tolerance encodes a sodium transporter. Nature Genetics, 2005, 37(10): 1141-1146.

15 Song X J, Huang W, Shi M, et al. A QTL for rice grain width and weight encodes a previously unknown RING-type E3 ubiquitin ligase. Nature Genetics, 2007, 39 (5): 623-630.

16 Jin J, Huang W, Gao J P, et al. Genetic control of rice plant architecture under domestication. Nature Genetics, 2008, 40 (11): 1365-1369.

17 Zhang H, Zhou J F, Kan Y, et al. A genetic module at one locus in rice protects chloroplasts to enhance thermotolerance. Science, 2022, 376: 1293-1300.

18 杨淑华, 钱前, 左建儒, 等. 2022 年中国植物科学重要研究进展. 植物学报, 2023, 58(2): 175-188.
Yang S H, Qian Q, Zuo J R, et al. Achievements and advances of plant sciences research in China in 2022. Chinese Bulletin of Botany, 2023, 58(2): 175-188. (in Chinese)

19 Feng Q, Zhang Y J, Hao P, et al. Sequence and analysis of rice chromosome 4. Nature, 2002, 420: 316-320.

20 Huang X H, Wei X H, Sang T, et al. Genome-wide association studies of 14 agronomic traits in rice landraces. Nature Genetics, 2010, 42(11): 961-967.

21 Huang X H, Zhao Y, Wei X H, et al. Genome-wide association study of flowering time and grain yield traits in a worldwide collection of rice germplasm. Nature Genetics, 2012, 44(1): 32-39.

22 Huang X H, Kurata N, Wei X H, et al. A map of rice genome variation reveals the origin of cultivated rice. Nature, 2012, 490: 497-501.

23 Huang X H, Yang S H, Gong J Y, et al. Genomic architecture of heterosis for yield traits in rice. Nature, 2016, 537: 629-633.

24 Zhao Q, Feng Q, Lu H Y, et al. Pan-genome analysis highlights the extent of genomic variation in cultivated and wild rice. Nature Genetics, 2018, 50(2): 278-284.

25 Huang Y C, Wang H H, Zhu Y D, et al. THP9 enhances seed protein content and nitrogen-use efficiency in maize. Nature, 2022, 612: 292-300.

26 Mao Y B, Cai W J, Wang J W, et al. Silencing a cotton bollworm P450 monooxygenase gene by plant-mediated RNAi impairs larval tolerance of gossypol. Nature Biotechnology, 2007, 25(11): 1307-1313.

27 Bai Y C, Yang C Q, Halitschke R, et al. Natural history-guided omics reveals plant defensive chemistry against leafhopper pests. Science, 2022, 375: eabm2948.

28 Deng Y W, Zhai K R, Xie Z, et al. Epigenetic regulation of antagonistic receptors confers rice blast resistance with yield balance. Science, 2017, 355: 962-965.

29 Gao M J, He Y, Yin X, et al. Ca^{2+} sensor-mediated ROS scavenging suppresses rice immunity and is exploited by a fungal effector. Cell, 2021, 184(21): 5391-5404.

30 Wang G, Chen X, Yu C Z, et al. Release of a ubiquitin brake activates OsCERK1-triggered immunity in rice. Nature, 2024, 629: 1158-1164.

31 Zhai K R, Liang D, Li H L, et al. NLRs guard metabolism to coordinate pattern- and effector-triggered immunity. Nature, 2022, 601:245-251.

32 Yuan M H, Jiang Z Y, Bi G Z, et al. Pattern-recognition receptors are required for NLR-mediated plant immunity. Nature, 2021, 592: 105-109.

33 Chen T, Nomura K, Wang X L, et al. A plant genetic network for preventing dysbiosis in the phyllosphere. Nature, 2020, 580: 653-657.

34 Medina-Puche L, Tan H, Dogra V, et al. A defense pathway linking plasma membrane and chloroplasts and co-opted by pathogens. Cell, 2020, 182(5):1109-1124.

35 Wang G D, Vega-Rodríguez J, Diabate A, et al. Clock genes and environmental cues coordinate Anopheles pheromone synthesis, swarming, and mating. Science, 2021, 371: 411-415.

36 Wang S B, Dos-Santos A L A, Huang W, et al. Driving mosquito refractoriness to *Plasmodium falciparum* with engineered symbiotic bacteria. Science, 2017, 357: 1399-1402.

37 Zhan S, Zhang W, Niitepõld K, et al. The genetics of monarch butterfly migration and warning colouration. Nature, 2014, 514: 317-321.

38 Ren S X, Fu G, Jiang X G, et al. Unique physiological and pathogenic features of *Leptospira interrogans* revealed by

whole-genome sequencing. Nature, 2003, 422: 888-893.

39 He J F, Peng G W, Min J, et al. Molecular evolution of the SARS coronavirus during the course of the SARS epidemic in China. Science, 2004, 303: 1666-1669.

40 Wang Q J, Zhang Y K, Yang C, et al. Acetylation of metabolic enzymes coordinates carbon source utilization and metabolic flux. Science, 2010, 327: 1004-1007.

41 Huang K, Wu X X, Fang C L, et al. Pol IV and RDR2: A two-RNA-polymerase machine that produces double-stranded RNA. Science, 2021, 374: 1579-1586.

42 Bharati B K, Gowder M, et al. Crucial role and mechanism of transcription-coupled DNA repair in bacteria. Nature, 2022, 604: 152-159.

43 You L L, Omollo E O, Yu C Z, et al. Structural basis for intrinsic transcription termination. Nature, 2023, 613: 783-789.

44 Zeng Y, Zhang H W, Wu X X, et al. Structural basis of exoribonuclease-mediated mRNA transcription termination. Nature, 2024, 628: 887-893.

45 Shao Y Y, Lu N, Wu Z F, et al. Creating a functional single-chromosome yeast. Nature, 2018, 560: 331-335.

46 许琦敏. 建设一流科研机构,筑牢创新根基和底座. 文汇报, 2024-06-29(06).
Xu Q M. Build premier research institutions, fortify foundations for innovation. Wenhui Daily, 2024-06-29(06). (in Chinese)

47 施晓光. 探究“卡脖子”的破解之道——试论基础研究的价值及其实现方式. 北京教育(高教), 2023, (10): 4-11.
Shi X G. Breaking ways on exploding “core technologies plight” —To discuss values and achieving ways of basic research and its realization methods. Beijing Education (Higher Education), 2023, (10): 4-11. (in Chinese)

Basic research: Understanding leads to innovation

—Exploring path of development of Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences

ZHANG Yu YANG Zhengxing JU Hong HAN Bin*

（Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200032, China）

Abstract This study summarizes the development path of the Center for Excellence in Molecular Plant Sciences (CEMPS), Chinese Academy of Sciences (CAS), including the developmental trajectories of disciplines and the institutional reform at specific historical opportunities. It also overviews the CEMPS's strategic orientation (setting sights on the global frontiers of science and technology and the major needs of the country), the scientific achievements, and the core spirits of scientists, thus to provide references to the reform, innovation, and development of scientific research institutions in relevant fields.

Keywords national needs, strategic orientation, disciplinary development, innovations in science and technology

张 余 中国科学院分子植物科学卓越创新中心党委副书记(主持工作)、副主任、研究员,博士生导师,国家杰出青年科学基金获得者。主要研究方向:基因转录结构生物学。E-mail: yzhang@cemps.ac.cn

ZHANG Yu Principal Investigator, recipient of the National Science Fund for Distinguished Young Scholars; Deputy Party Secretary and Deputy Director of the Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, Chinese Academy of Sciences (CAS). His research covers gene transcription. E-mail: yzhang@cemps.ac.cn

韩 斌 中国科学院院士。中国科学院分子植物科学卓越创新中心主任,研究员、博士生导师。主要研究方向:水稻基因组和功能基因组学研究。E-mail: bhan@ncgr.ac.cn

HAN Bin Academician of Chinese Academy of Sciences (CAS), Principal Investigator, Director of the Center for Excellence in Molecular Plant Sciences, CAS. His research focuses on rice functional genomics. E-mail: bhan@ncgr.ac.cn

■责任编辑：岳凌生

*Corresponding author