



# 华中农业大学现代生命科技改造提升传统农科发展回顾

和希顺\*

华中农业大学作物遗传改良全国重点实验室, 武汉 430070

\* 联系人, E-mail: [hexishun@mail.hzau.edu.cn](mailto:hexishun@mail.hzau.edu.cn)

收稿日期: 2025-08-12; 接受日期: 2025-10-09; 网络发表日期: 2026-01-09

湖北省科技计划项目(批准号: 2021CSA058)资助

华中农业大学作为我国农业高等教育和科学研究的重要基地, 自建校以来, 始终坚持以服务国家农业需求为导向, 推动传统农科与现代生命科技的深度融合。本文系统回顾学校在现代生命科技驱动下的学科发展历程, 包括学科源起(20世纪40年代~80年代)、分子生物学引领的农业生命科学范式突破(1982~1994年)、功能基因组学驱动的农业生命科学迭代(1995~2014年)、基因组设计育种牵引的农业科学全面提升(2015年~至今)四个阶段, 并展望合成生物学、大数据和人工智能等新兴技术对未来农业科学发展的影响。

## 1 学科源起(20世纪40年代~80年代): 陈华癸院士创办土壤微生物学

华中农业大学生命科学学科肇始于中国科学院生物学部委员、微生物学家陈华癸先生(1914~2002年)于20世纪40年代创立的土壤学及微生物学科。陈华癸先生1935年毕业于北京大学生物系, 并留校任著名植物学家张景钺的助教; 1936~1939年赴英国伦敦大学攻读博士学位, 在洛桑实验站师从细菌学系主任桑顿教授, 开展豆科植物与根瘤菌的共生固氮作用研究;

1939年完成了学位论文《红三叶草有效根瘤与无效根瘤之比较研究》, 首次阐明根瘤组织大小、持续时间与共生固氮效率的关系, 其研究结果分别发表在 *Nature*, *Proceedings of The Royal Society B-Biological Sciences*, *Journal of Agricultural Science* 期刊上, 引起共生固氮领域的高度关注<sup>[1~4]</sup>。1940年, 战火纷飞, 陈先生怀着“学有所成、报效祖国”的赤子之心, 几经波折辗转回到祖国, 在抗战艰苦岁月里锲而不舍地开展着科学研究。1944年他在 *Soil Science* 发表文章, 首次提出紫云英根瘤菌是具有专一性的独立互接种族, 为日后紫云英根瘤菌人工接种大面积应用奠定基础<sup>[5]</sup>。

1952年, 陈先生顺应全国院系调整的大潮, 加入新成立的华中农学院(华中农业大学前身), 开启了对共生固氮微生物及稻田土壤微生物的深入研究之旅。1953年, 经中央人民政府高等教育部批复, 华中农学院土壤农化系成立, 由陈先生任系主任, 并开创全国首个土壤微生物学三年制研究生班。1959年, 陈先生主编的《微生物学》出版, 这部24章的教材在之后很长一段时间是我国高等农业学校微生物学和土壤微生物学的指定教学参考书并被广泛使用<sup>[6]</sup>。

1972年, 陈先生创办农业微生物学专业, 1981年,

引用格式: 和希顺. 华中农业大学现代生命科技改造提升传统农科发展回顾. 中国科学: 生命科学, 2026, 56: 1044~1049

He X S. Review of the transformation and upgrading of traditional agricultural science by modern life science and technology at Huazhong Agricultural University (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2026, 56: 1044~1049, doi: [10.1360/SSV-2025-0252](https://doi.org/10.1360/SSV-2025-0252)

微生物学成为学校3个首批获得博士学位授予权的学科之一。陈先生一生致力于我国农业科技和高等农业教育事业,先后讲授过土壤学、肥料学、微生物学及微生物遗传学等课程,在长期教育和科研实践中形成自己独特的授人以渔的教育理念。陈先生先后培养出陈文新、刘更另、赵其国、范云六、邓子新等多名院士及一大批农业科教领域杰出人才。这些学脉传承为生物学学科的建立奠定坚实基础。

## 2 分子生物学引领的农业科学范式突破 (1982~1994年)

纵观近代生命科学的发展,19世纪的突出成就是细胞学说的提出和达尔文进化论的诞生;20世纪则是遗传学三大定律的发现、脱氧核糖核酸(DNA)双螺旋结构的解析、遗传密码的破译、遗传工程学和分子生物学的创立等<sup>[7]</sup>。1953年,美国的James D. Watson和英国的Francis H.C. Crick两位学者共同提出DNA分子的双螺旋结构模型和核酸半保留复制学说,标志着遗传研究进入到分子层次,分子生物学时代由此开启<sup>[8]</sup>。

20世纪80年代中期,我国著名棉花遗传育种专家、华中农业大学时任校长孙济中,在持续关注世界农业科技领域动向基础上,凭借敏锐学术洞察力和长远战略眼光,预见到分子生物学的迅速发展必然将渗透至相关学科,特别是运用分子生物学改造和提升传统农业科学是学科发展的必然趋势<sup>[9]</sup>。

在“把生物技术作为前沿、新兴学科建设龙头”的指导思想下,1986年,华中农业大学成立以陈华癸为主任,孙济中、李阜棣、张启发、张忠明、郑用琰(秘书)为委员的生物技术协调委员会,并迅速在师生自己动手、肩扛背驮的努力下,于1987年建立起以张启发为中心主任的“生物技术中心”,成为当时武汉地区唯一能开展较完整分子生物学实验的研究基地,也是全国农业院校中第一个生物技术中心。凭借着“提前起跑”的优势,生物技术中心逐渐在国内外学术圈崭露头角,以张启发、邓子新、邓秀新(当时校内外简称为“两邓一张”)为代表的青年学科带头人在社会上产生重要影响。

生物技术中心的成立,改变华中农业大学单一学科布局,为分子生物学改造和提升传统学科、打造学校特色、创建国内一流学科、形成局部优势奠定基

础。1993年年底,学校同时获批分子生物学的博士学位授予权和硕士学位授予权,成为全国第4个、农业院校第1个拥有分子生物学博士授权点的单位。1994年,学校获批建立全国农业院校第一个生物学博士后科研流动站。生物技术中心的建设,也为解决公共平台的公共性、提升共享效率和科研绩效探索出一条以高水平科研平台支撑高水平科学研究之路。华中农业大学于1990年获批建设植物遗传育种农业部重点开放实验室和农业微生物农业部重点开放实验室,1992年作物遗传改良国家重点实验室获批建设运行<sup>[10,11]</sup>,并相继建立起3个国家工程研究(技术)中心和6个国家级育种中心。

为进一步优化学科布局、理顺体制,发挥学科优势改造和提升传统农科,构筑新兴学科群落,1994年10月,华中农业大学生命科学技术学院成立。自此,开启了面向世界科技前沿和国家战略需求,以实事求是、追求卓越的精神进行学科建设的全新探索,生命科学学科的人才培养、平台建设、科学研究等迈入蓬勃发展的新时期。

接下来的一段时间里,分子生物学引领的农业生命科学范式逐渐显现成果。在作物领域,张启发率领的团队在国际上率先并较为系统地用分子标记的方法来研究水稻杂种优势的遗传基础,探讨与杂种优势相关的基因表达,跻身国际分子生物学领域的领先地位<sup>[12]</sup>。在微生物领域,链霉菌生物分子学、微生物固氮等方向的研究也已进入国际先进水平,邓子新, T. Kieser和D.A. Hopwood的链霉菌高拷贝质粒PIJ101的分子生物学研究于1994年获农业部科技进步奖一等奖;喻子牛、林开春的中国苏云金芽孢杆菌杀虫剂的商品生产质量标准及应用获国家科技进步奖二等奖。

## 3 功能基因组学驱动的农业生命科学迭代 (1995~2014年)

相较于20世纪中叶,基于一系列生命分子结构功能关系的研究,生命科学研究进入以分子生物学为代表的第一范式阶段;20世纪末,随着“人类基因组计划”和一系列“组学”研究的成功,生命科学研究进入以基因组学为代表的第二范式阶段。基因组研究被认为是本世纪最重大的科研计划之一<sup>[13]</sup>。

1997年9月,日本和中国作为主要参与国牵头发起“国际水稻基因组测序计划”(International Rice Genome Sequencing Project, IRGSP),1998年,IRGSP正式启动<sup>[14]</sup>,这是继“人类基因组计划”后的又一重大国际合作的基因组研究项目。随后,以张启发为首的一批科学家,逐步将目光投向水稻功能基因组研究,并吸引一大批科技人才参与。

学校自开展水稻功能基因组研究以来,分离克隆一大批的控制水稻高产、优质、抗逆和营养高效等重要农艺性状的功能基因,并极大丰富和发展了遗传学理论,大大开阔作物育种研究的范畴<sup>[15]</sup>。相关研究成果相继在*Nature*, *Science*, *Nature Genetics*等国际著名学术刊物上发表。2014年,《国家中长期科学与技术发展规划纲要(2006—2020年)》“农业领域专题评估报告”中,“水稻等主要农作物功能基因组学”的研究成果被列为农业领域重大标志性成果之首。张启发院士还于2005年、2007年提出“绿色超级稻”的战略设想<sup>[16,17]</sup>,将品种资源、基因组研究、分子育种紧密结合,培育出抗病、抗虫、节水、抗旱、营养元素高效吸收利用、高产、优质的水稻新品种,使水稻生产逐渐实现“少打农药、少施化肥、节水抗旱、优质高产”,从而做到资源节约,环境友好<sup>[18]</sup>。绿色超级稻的育种理念得到国内外同行普遍认同;国家高技术研究发展计划以重大项目对“绿色超级稻新品种培育”进行重点支持<sup>[19]</sup>。

学校水稻功能基因组研究的成果同时辐射带动玉米、棉花等其他作物的功能基因组研究。在此基础上,研究进一步向纵深发展,推进种质资源创新及遗传多样性研究,并通过代谢组分析,促进玉米、棉花的代谢遗传基础解析;建立水稻、玉米、棉花高通量代谢组研究的方法,定位数百个控制代谢物含量自然变异的位点;这些代谢物是连接基因与表型的桥梁,相关研究帮助研究者获得一批控制植物生长发育、逆境生理及营养品质形成等过程重要代谢物的候选基因;为进一步验证基因功能、将基因型和代谢型与宏观性状关联,学校自主研制高通量水稻表型组平台设施,制造水稻植株全生育期间表型自动检测仪,数字化考种机等,该平台和技术现已推广到玉米、油菜的表型检测中。

在农业微生物功能基因组研究方面,学校重点针对农业可持续发展中病虫害的微生物防治、微生物

肥料、农业面源污染的生物治理和动物病原微生物发病机制等领域的基础理论问题,开展农业微生物与宿主和环境相互作用的功能组研究。在结核分枝杆菌控制基因及其调控网络、古菌DNA复制机制、根瘤菌共生信号转导途径、微生物与光合作用机制,新型杀虫物质发掘和合成机制等方面取得国际领先或国际先进水平的重要进展。转基因抗虫水稻“华恢1号”和“Bt汕优63”于2009年获得农业农村部颁发的安全证书<sup>[20]</sup>。

与此同时,生物学学科实力不断增强。1995年建立生物学博士后流动站;1998年获生物学一级学科博士学位授予权;1999年生物化学与分子生物学、微生物学被批准设置“长江学者奖励计划”特聘教授岗位;2001年生物化学与分子生物学被批准为国家重点学科;在2002~2004年全国一级学科整体水平评估中,生物学一级学科在高校同类学科中并列第四,且在农林院校中位居并列第一。作物遗传改良国家重点实验室在1996年、2001年、2006年、2011年连续四次评估为优秀。以本学科为依托,重点建设“国家生物学基础科学研究与教学人才培养基地”(“九五”“十五”期间连续两次被国家评估为优秀)和“国家生命科学与技术人才培养基地”(2003~2005年连续三年教育部年检为优秀),形成“本科-硕士-博士”完整的人才培养体系。

#### 4 基因组设计育种牵引的农业科学全面提升(2015~至今)

粮食安全是国家重大战略问题,种业是农业的“芯片”,是保障粮食安全的基础,也是制约未来农业发展乃至社会发展的关键要素。世界生物育种技术发展正向着基因组设计育种或智能化育种(4.0时代;将基因编辑、生物育种、人工智能等技术融合发展,实现性状的精准定向改良)方向发展<sup>[21]</sup>。我国种业发展的关键在于加速提升种源创新能力。步入新时代以来,华中农业大学依托传统优势农科,整合创新资源,高起点建设现代生物学科,以“水稻功能基因组研究”“水稻组学、资源和生物信息平台创建”等国家重大课题为纽带,组织师生参与、开展协同攻关,提升运用现代生命科技改造提升传统农科的能力和

在张启发等领军人才的带领下, 学校获批6个国家自然科学基金创新研究群体和83个省部级优秀创新团队, 这些团队不仅促进多学科的深度交叉融合, 还主动承担起国家重大科技专项, 为解决“三农”问题、推动产业发展提供源源不断的动力。同时, 学校成功构建起较为完备的功能基因组研究平台, 深入解析作物重要农艺性状形成的分子网络, 进一步完善作物生物信息分析平台, 首次在水稻、玉米中建立高分辨率三维基因组图谱, 并研发出种质资源创新及基因组育种芯片, 为遗传改良育种提供有力支撑。2016年, “水稻产量性状的遗传与分子生物学基础”获国家自然科学基金二等奖; 2018年, “绿色超级稻”成果入选庆祝改革开放40周年展览; 2020年, “水稻基因组学研究及应用”入选“十三五”期间农业科技十大标志性成果之首; 2022年, 严建兵联合团队“发现玉米和水稻增产关键基因”研究成果入选“中国十大科技进展新闻”; 2023年, 欧阳亦聃参与“农作物耐盐碱机制解析及应用”研究成果入选“中国科学十大进展”。

在服务粮食安全、绿色发展等国家重大战略需求的过程中, 曾经的“生物技术中心”逐渐成长为国家战略科技力量。2022年作物遗传改良国家重点实验室和2023年农业微生物学国家重点实验室完成重组, 作物遗传改良全国重点实验室成为全国首批20个标杆实验室之一, 农业微生物学国家重点实验室更名为农业微生物资源发掘与利用全国重点实验室, 并新批果蔬园艺作物种质创新与利用全国重点实验室。2024年获批农业微生物资源库, 2025年获批基础研究创新提升工程。

学校坚持“局部创优势, 整体上水平”, 依托传统优势农科, 理农结合发展生命科学, 打造出具有鲜明农科特色的现代生物学科体系, 并运用现代生物科技赋能传统农科, 形成现代生物科技与传统农科深度融合、相互促进、共同培养创新人才的办学特色。学校生物学学科第四轮(2017年)、第五轮(2024)学科评估均为A; 2017年生物学入选“双一流”建设学科, 2022年入选新一轮“双一流”。三个全国重点实验室平台有力支撑生物学、兽医学、园艺学3个学科再次滚动入选第二轮国家“双一流”建设学科, 作物学进入A类学科; 进入前1%的学科(植物学与动物学, 农业科学, 生物学与生物化学、环境科学/生态学、微生物学、分子生物与遗传学)实现农学、生命科学2个门类的全覆盖; 进入

前1%的学科(植物学与动物学, 农业科学)实现农学门类的全覆盖。

## 5 展望: 现代生命科学奉献丰富的对人类和地球都健康的衣食

华中农业大学生物学学科的发展历程, 是学校运用现代生命科技改造提升传统农科的历史缩影。当前, 新一轮科技革命和产业变革深入发展, 科学研究向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力, 不断突破人类认知边界。以合成生物学、基因编辑等为代表的生命科学领域孕育着新的链式变革, 大数据、人工智能等技术不断驱动着生命科学研究范式革新与创新突破。立足新形势新征程, 华中农业大学第十一次党代会提出新的目标使命: 奉献丰富的对人类和地球都健康的衣食。

2024年11月, 华中农业大学校长严建兵教授在武汉产业创新发展研究院当面向习近平总书记汇报“高产高蛋白宜机收玉米”研发情况。2025年4月, 张启发院士联合全球多位院士和专家学者发出倡议——培育具备高产且稳产、绿色农业性状、全谷物等特征的绿色营养超级稻, 以全谷黑米为核心推动主食结构变革, 满足未来水稻产业和人类健康的需求<sup>[22]</sup>。同时, 张启发院士还提出“治未病”, 指出要积极践行现代生命科学治理健康理念, 通过“优化食谱结构、关注健康指标、调控自身基因”三个维度构建健康治理体系, 探索科学有效的未病治理模式, 为人类健康长寿、无疾而终的生命愿景提供新的路径<sup>[23]</sup>。2025年5月, 长期致力于棉花生物工程与育种研究的张献龙院士团队, 鉴定出棉花纤维产量与品质遗传改良的关键基因位点<sup>[24]</sup>, 为棉花界“贵族”——海岛棉同步提升产量与纤维品质提供了新思路, 打破“优质必定低产”的魔咒, 为培育超级棉花助力棉纺织品产业发展指明方向。

征程万里风正劲, 重任千钧唯担当。在新起点上, 我们将全面实施学科筑峰强基行动, 按照“强化基础、深化交叉、科教融汇、产教融通”思路, 综合运用生命科技、信息科技和工程科技改造提升传统农科, 围绕绿色营养超级稻、高产高蛋白玉米、农业微生物应用、农业生物设计与合成、替代蛋白等领域方向持续用力, 努力为全球粮食安全与健康中国战略提供新动能, 助力人类健康与全球农业的绿色可持续发展。

## 参考文献

---

- 1 Chen H K. Production of growth-substance by clover nodule bacteria. *Nature*, 1938, 142: 753–754
- 2 Chen H K, Thornton H G. The structure of “Ineffective” nodules and its influence on nitrogen fixation. *Proc Roy Soc B*, 1940, 129: 208–229
- 3 Chen H K, Hugh Nicol, Thornton H G. The growth of nodule bacteria in the expressed juices from legume roots bearing effective and ineffective nodules. *Proc Roy Soc B*, 1940, 129: 475–491
- 4 Chen H K. The limited numbers of nodules produced on legumes by different strains of *Rhizobium*. *J Agric Sci*, 1941, 31: 479–487
- 5 Chen H K, Shu M K. Note on the root nodule bacteria of *Astragalus sinicus* L. *Soil Sci*, 1944: 291–293
- 6 Chen H G. Microbiology (in Chinese). Beijing: Higher Education Press, 1959 [陈华癸. 微生物学. 北京: 高等教育出版社, 1959]
- 7 Zhao G. The development trajectory of genetics in the 20th century and its implications (in Chinese). *Bull Biol*, 2003, 6: 58–61 [赵刚. 20世纪遗传学的发展轨迹及其启示. 生物学通报, 2003, 6: 58–61]
- 8 Watson J D, Crick F H C. Molecular structure of nucleic acids: a structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, 1953, 248: 623–624
- 9 Liu C J, Wang Q, Gong Z W, et al. Sun Jizhong’s educational thought (in Chinese). *J Shenyang Agric Univ (Soc Sci Ed)*, 2003, 3: 201–207+280 [刘长江, 王琦, 龚祖文, 等. 孙济中的教育思想. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2003, 3: 201–207+280]
- 10 National Key Laboratory for the Discovery and Utilization of Agricultural Microbial Resources (in Chinese). *J Huazhong Agric Univ*, 2024, 43: 2+249 [农业微生物资源发掘与利用全国重点实验室. 华中农业大学学报, 2024, 43(4): 2+249]
- 11 Zhang Q F. Introduction to the State Key Laboratory of Crop Genetic Improvement (Huazhong Agricultural University) (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2014, 44: 749–751 [张启发. 作物遗传改良国家重点实验室(华中农业大学)简介. 中国科学: 生命科学, 2014, 44: 749–751]
- 12 Zhang Q F, Maroof M A, Lu T Y, et al. Genetic diversity and differentiation of indica and japonica rice detected by RFLP analysis. *Theor Appl Genet*, 1992, 83: 495–499
- 13 Fan Y L, Zhang C Y, Jia J Z. The achievements and prospects of agricultural biotechnology in China (in Chinese). *World Sci Tech Res Dev*, 1999, 1: 14–18 [范云六, 张春义, 贾继增. 我国农作物生物技术的成就与展望. 世界科技研究与发展, 1999, 1: 14–18]
- 14 Xiao J H, Wu C Y, Han B, et al. Progress in functional genomics of rice in China (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2009, 39: 909–924 [肖景华, 吴昌银, 韩斌, 等. 中国水稻功能基因组研究进展. 中国科学: 生命科学, 2009, 39: 909–924]
- 15 Xiao J H, Wu C Y, Yuan M, et al. Progress and prospects of functional genomics research on rice in China (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2015, 60: 1711–1722 [肖景华, 吴昌银, 袁猛, 等. 中国水稻功能基因组研究进展与展望. 科学通报, 2015, 60: 1711–1722]
- 16 Zhang Q F. The concept of cultivating green super rice (in Chinese). *Mol Plant Breed*, 2005, 5: 601–602 [张启发. 绿色超级稻的培育的设想. 分子植物育种. 2005, 5: 601–602]
- 17 Zhang Q. Strategies for developing Green Super Rice. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104: 16402–16409
- 18 Fu D B, Li Y, Xiao J H, et al. The history and current situation of rice genomics research in China (in Chinese). *Chin Bull Life Sci*, 2016, 28: 1113–1121 [符德保, 李燕, 肖景华, 等. 中国水稻基因组学研究历史及现状. 生命科学, 2016, 28: 1113–1121]
- 19 Zhang Q F. Preface (in Chinese). *Chin Bull Life Sci*, 2018, 30: 1031 [张启发. 序言. 生命科学, 2018, 30: 1031]
- 20 Xiao J H, Chen H, Zhang Q F. Genetically modified crops will inject new impetus into the development of agriculture in our country (in Chinese). *Chin Bull Life Sci*, 2011, 23: 151–156 [肖景华, 陈浩, 张启发. 转基因作物将为我国农业发展注入新动力. 生命科学, 2011, 23: 151–156]
- 21 Jing H C, Tian Z X, Chong K, et al. Progress and perspective of molecular design breeding (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2021, 51: 1356–1365 [景海春, 田志喜, 种康, 等. 分子设计育种的科技问题及其展望概论. 中国科学: 生命科学, 2021, 51: 1356–1365]
- 22 Zhang Q, Ali J, Bouis H, et al. Developing green nutritious super rice for a healthy Anthropocene. *Sci Bull*, 2025, 70: 2916–2920
- 23 Zhang Q F, Huang K, Shi X J, et al. Health management using modern life sciences—exploring the concept of “treating without illness” in the modern context (in Chinese). *Sci Sin Vitae*, 2025, 55: 177–184 [张启发, 黄恺, 石秀娟, 等. 用现代生命科学治理健康——“治未病”理念新内涵初探. 中国科学: 生命科学, 2025, 55: 177–184]
- 24 Charlesworth D. When did recombination suppression events occur in bird ZW sex chromosomes? *Nat Commun*, 2025, 16: 916–924

## **Review of the transformation and upgrading of traditional agricultural science by modern life science and technology at Huazhong Agricultural University**

HE XiShun<sup>\*</sup>

*National Key Laboratory of Crop Genetic Improvement, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China*

*\* Corresponding author; E-mail: [hexishun@mail.hzau.edu.cn](mailto:hexishun@mail.hzau.edu.cn)*

doi: [10.1360/SSV-2025-0252](https://doi.org/10.1360/SSV-2025-0252)