

中国科学院生命科学研究六十年*

李家洋

(中国科学院 北京 100864)

摘要 中国科学院 60 年来的生命科学研究历经了创建时期的艰辛、文革徘徊时期的坎坷、改革开放时期的振兴与知识创新时期的跨越,通过几代科技工作者的不懈追求,为我国生命科学发展、经济社会发展和国家安全做出了重大贡献。文章系统列举了各个时期的研究进展和重要成果。

关键词 中国科学院,生命科学研究,60 年



中国科学院副院长李家洋院士

伴随着共和国的诞生和成长,2009 年中科院迎来了 60 周年华诞。我院生命科学领域的广大工作者,在 60 年的科学研究实践中经历了学

科创建时期的艰辛、文革徘徊时期的坎坷、改革开放时期的振兴与知识创新时期的跨越。经过几代人的不懈努力和求索,发扬“大胆创新,严谨求实”的精神,组建了涵盖生命科学领域大部分学科的研究机构,形成了大科学装置、重点实验室、生物资源保护体系和生物信息情报中心等系统科学研究技术支撑平台,优化了研究队伍的结构,为完善传统生物学理论和发展现代生物学理论做出了突出贡献。特别是 1998 年开展知识创新工程试点和提出面向世界科学前沿面向

国家战略需求的新时期办院方针以来,我院生命科学研究紧密围绕 21 世纪我国国家创新体系建设、新时期中科院的战略选择和国家战略需求,在人口健康和新药创制、战略生物资源保存与可持续利用、现代生态农业和工业生物技术等领域,取得了累累硕果,大幅度增强了创新意识,显著提高了创新能力。

1 60 年来中科院生命科学发展的简要回顾

中科院伴随着新中国的诞生于 1949 年 11 月 1 日正式成立,中国的科学事业发展也由此进入新纪元。生命科学作为基础学科在过去的 60 年,取得了历史性的突破与发展。

1.1 学科创建时期:1949—1956 年

1949—1956 年是中科院各学科的创建时期,生命科学也经历了发展的最初阶段。

1950 年 6 月,中科院在上海与北京正式成立了第一批生物研究机构。在中央研究院医学研究所筹备处基础上组建了中科院上海生理生化研究所;在中央研究院植物

* 收稿日期:2009 年 5 月 7 日

研究所部分和动物研究所部分、北平研究院生理学研究所和动物学研究所部分的基础上,组建了中科院上海实验生物研究所;1950年8月,在中央研究院动物研究所昆虫研究组和北平研究院动物学研究所昆虫研究室的基础上,成立了昆虫研究室,后于1953年1月扩充为昆虫研究所;在中央研究院动物研究所部分和植物研究所部分基础上组建了中科院上海水生生物研究所;在北平研究院植物研究所及静生生物调查所植物部部分基础上,组建了中科院北京植物分类研究所;1950年9月,在静生生物调查所动物部及北平研究院动物学研究所遗留动物标本的基础上,成立了动物标本整理委员会(1951年4月,改称动物标本工作委员会),1953年1月,调整扩充为动物研究室,1957年5月,动物研究室扩建为动物研究所。这些研究机构的建立标志着中国的生物学研究进入了新的历史阶段,为新中国生物学研究的体系化建设奠定了基础。1955年,中科院成立了生物学地学部,标志着中国生物学领域新学术领导体制的初步建立,为国家宏观考虑生物学长远发展及满足国家建设需要奠定了管理基础。

1950年,中科院明确了办院基本任务:确定科学研究为人民服务的观点,根据近代科学研究发展的趋势,并吸取国际进步科学的经验,做有计划的理论与实验的研究,以期赶上国际学术水平。此后,我院生物学领域的科研人员以国家需求为己任,不断探索重大科学问题,实践重大科学活动,为国家建设做出了重要贡献。1951年,中科院受中央人民政府委托,首次选派科学家对西藏进行科学考察,对西藏农、林、牧业生产及医药卫生工作提出了重要建议;1953年,著名植物学家蔡希陶教授在云南引种橡胶成功,解决了建国初期我国橡胶资源稀缺问题,同时

开辟了热带植物资源的合理开发利用和保护研究新领域;1954年华南植物研究所改隶中科院,开创了我国自然保护区事业的先河;1955年,为解决我国在特定时期急需抗生素的困难,由我院牵头的全国抗生素研究工作委员会成立,并在北京成功召开了我国首次抗生素工作会议及国际性的抗生素学术会议,此后我国抗生素研究工作进入实际应用阶段,青霉素、氯霉素等抗生素的研制与大量生产解决了我国抗生素的供给困难,也是我国自主研发和生产抗生素的开始。

1.2 发展时期:1956—1966年

1956—1966年是中科院发展的第一个时期,生命科学学科规划及机构建设在此期间得到了高度重视及充分发展,涌现出一大批优秀的科技成果。

1956年,我院提出了《中国科学院十二年内需要进行的重大科学研究项目(自然科学与技术科学部分)》,其中自然区划和自然资源考察、蛋白质结构与生物合成等科学前沿问题以及生命科学领域中关系国民经济建设的一系列综合性、关键性重大理论与技术问题被重点提出,为该时期我院生命科学的进一步发展指明了方向。同年在青岛召开的遗传学座谈会被学术界认为是贯彻百家争鸣的典范,是我院生命科学发展中的一次重要历史事件。

至1966年,我院生命科学领域新建、扩建、合并的研究所多达14个,被称为“研究机构大发展”时期。这些研究所包括:

1956年成立的北京实验生物研究所(1958年改为生物物理研究所);

1956年成立的武汉植物园(1964年划归华南植物研究所领导);

1957年成立的武汉微生物研究室(1960年扩建为所);

1958年成立的四川农业生物研究所



中国科学院

(1962 年改名为成都生物研究所);

1958 年成立的昆明植物研究所 (由 1950 年成立的植物研究所昆明工作站扩建);

1958 年成立的微生物研究所 (由 1956 年成立的应用真菌研究所和 1957 年成立的北京微生物研究室合并而成);

1958 年成立的上海生理研究所 (由 1950 年成立的生理生化所分出);

1958 年成立的上海生物化学研究所 (由 1950 年成立的生理生化所分出);

1959 年成立的遗传研究所 (由 1953 年成立的遗传栽培研究室和动物所遗传组合并而成);

1959 年成立的昆明动物研究所 (1962 年改名为西南动物研究所);

1959 年成立的青海生物研究所 (1962 年改名为西北高原生物研究所);

1959 年成立的上海应用昆虫研究所 (1962 年改名为华东昆虫研究所);

1961 年成立的新疆水土生物资源综合研究所 (1964 年改为新疆分院生物土壤研究所);

1962 年 1 月, 昆虫研究所并入动物研究所, 合并后研究所的名称为动物研究所。

研究机构的新建为该时期我院生命科学领域重大科学研究提供了人员、设备及制度上的保障, 为重要科技成果的取得奠定了基础。在这 10 年中, 相关研究机构参与组织了 10 余次大型科学考察活动, 包括对自然资源综合考察, 首次珠穆朗玛峰登山科学考察, 黑龙江流域综合考察, 新疆、青海、甘肃、内蒙、宁夏综合考察, 热带生物资源综合考察等, 并于 1959 年启动了《中国植物志》编纂工作。1956—1965 年, 昆虫研究所及合并后的动物研究所, 在马世骏研究员的带领下, 在飞蝗的发生、习性、发育以及防治飞蝗

策略等方面开展了多学科的综合研究, 提出了“改治并举”的治蝗方针, 成为我国在治蝗工作上的一个转折点, 在国际上也是创举。

1961 年, 上海实验生物研究所所长朱洗及其助手实现了世界上第一只无父的母蟾蜍产卵传种, 填补了当时该领域世界研究的空白。1964 年底, 生物物理研究所对核爆炸生物效应开展研究, 在放射生物学中具有极高的理论意义, 也为核爆炸、核事故中人员辐射损伤的防、诊、治提供了科学依据; 1965 年, 生物化学研究所、有机化学研究所与北京大学化学系多位科学家经过努力, 在世界上第一次用人工方法合成了具有生物活性的蛋白质——牛胰岛素, 标志着我国在多肽和蛋白质合成方面的研究工作进入了世界先进行列。

1.3 文革时期: 1966—1976 年

1966—1976 年的 10 年动乱, 使我院生命科学研究受到极大挫折, 一批研究机构被撤销或下放, 给科研造成了极大的困难。虽然环境艰苦, 我院生命科学领域的科学家和管理人员始终坚持科学研究的职责和道德操守, 坚定信念, 排除万难, 使得科研工作艰难前行。

1968 年, 在聂荣臻副总理的支持下, 人工合成酵母丙氨酸转移核糖核酸的研究开始启动, 生物化学研究所、有机化学研究所、实验生物研究所、生物物理研究所、微生物研究所和遗传研究所等单位参加了研究。1970 年, 童第周的实验室先后与武汉水生生物研究所、沙市水产研究所等单位合作, 建立鱼类细胞核移植基地, 探索利用核质杂交的方法培育淡水鱼类新品种的可能性, 1973 年, 他们培育出一种生长快并能繁殖后代的鲤鲫核质杂交鱼, 为改良经济鱼类品种开辟了道路, 这是迄今在任何其他远缘动物中尚未能获得的核质杂交鱼。1973 年, 由

生物物理研究所、物理研究所、北京大学组成的北京胰岛素晶体结构研究组完成了 1.8 埃猪胰岛素晶体结构的测定工作,该工作被英国著名生化学家、晶体学家、诺贝尔奖得主霍奇金称为“目前是(也许永远是)胰岛素最精确的图谱”。1974 年,由上海有机化学研究所、上海药物研究所研制的青蒿乙素、类青蒿素及青蒿素衍生物被世界卫生组织列为治疗凶险型疟疾的首选药,后被列入世界药典。1975 年,微生物研究所与北京制药厂、东北制药厂合作,创造了二步发酵生产维生素 C 的新工艺。

在此期间,生物化学研究所成功进行了对花粉管通道转基因的理论和技术研究,为实现分子定向育种开辟了新途径;遗传所、植物所和上海植物生理所等研究所在花药、花粉与原生质体培养与植物再生等领域取得了一批当时领先世界水平的科技成果,为推动和发展我国的植物组织培养和生物工程研究奠定了基础。

1.4 恢复与振兴时期:1977—1984 年

1977—1984 年是中国科学事业的恢复与振兴时期。1978 年全国科学大会的隆重举行,迎来了科学的春天,我院的生命科学领域也开始了科学研究的春天。

随着办院方针的调整,我院生命科学研究以“大力加强应用研究,积极而有选择地参加发展工作,继续重视基础研究”为主线展开。在全面恢复科研的过程中,科研人员不断开展重要研究活动,开辟新的学科领域。1979 年,陈世骧发表了“生物的界级分类”,将地球上生物依进化的阶梯划分为 3 个总界和 6 个界的系统,即非细胞总界(病毒界)、原核总界(细菌界、蓝菌界)和真核总界(真菌界、植物界、动物界),3 个总界代表了生物进化的 3 个阶段,这是中国学者对生物进化理论做出的突出贡献。1978 年,水生

生物研究所、生物物理研究所、声学研究所与中科院一局在北京召开“白鳍豚座谈会”,共同开展白鳍豚研究。1978 年,植物研究所发表的“中国蕨类植物科属的系统排列和历史来源”研究论文,建立了中国蕨类植物分类新系统。1979 年,《中国高等植物图鉴》和《中国高等植物科属检索表》在植物研究所支持下,由华南植物研究所、昆明植物研究所等多家机构联合出版,填补了我国系统介绍植物资源的空白。1982 年,成都生物研究所发现存在于植物中的某种生物活性很强的甾体皂甙可用于治疗心血管疾病,并开始进行新药研究。

1.5 改革发展时期:1984—1998 年

1984—1998 年是我院科研改革发展的转型期,生命科学研究在体制机制的改革转型中,不断适应发展需求,探索和寻找新的方向。

1985 年,为加强同行科学工作者之间的学术交流与合作,我院打破部门界限和封闭的科研管理体制,实施开放研究所和开放实验室的举措,生物物理研究所分子酶学实验室,动物研究所生殖生物学实验室,微生物研究所真菌、地衣系统学实验室等成为首批 17 个开放实验室。上海生物化学研究所的分子生物学实验室于 1986 年底通过评定验收,成为中国第一个国家重点实验室。1989 年,我院正式设立“中国科学院自然科学奖”,在首届评奖中,生命科学领域 4 项研究成果:《中国蕨类植物科属系统排列和历史来源》、《中国鸟类区系纲要(英文版)》、《酶活性部位的柔性》、《视网膜第一突触层中的信息处理》被评为一等奖。

与此同时,围绕国家粮食生产需求,1986 年我院承担了黄淮海平原中低产地区综合治理开发任务,为该地区农业发展做出重大贡献;同时在全国粮食产量预测方面建



中国科学院

立行之有效的研究方法,确保粮食生产在科学指导下实现增长、优产目标。

1.6 知识创新时期:1998 年至今

1998 年至今是中科院学科建设进入快速发展期的 10 年。10 年来,知识创新工程的实施,为我院各学科领域的突破和快速发展提供了契机。2002 年,按照“既要保持一定的历史连续性,更要把握时代特点,与时俱进,面向未来”的思路,我院确立了新时期办院方针,即“面向国家战略需求,面向世界科学前沿,加强原始科学创新,加强关键技术创新与系统集成,攀登世界科技高峰,为我国经济建设、国家安全和可持续发展不断做出基础性、战略性、前瞻性的重大创新贡献”。在新的办院方针指引下,我院生命科学领域的研究人员紧紧把握发展机遇,锐意创新,取得了一系列重要的原创性成果,为我国生命科学进入世界先进水平做出了重要贡献。

10 年间,我院生命科学领域调整科技布局,夯实发展基础,以机制体制创新为保障,以优化区域性布局、凝练和突出学科重点为切入点,形成了北京、上海、中南、西部的区域性学科发展布局,构建了人口健康与医药、农业生态、战略生物资源、先进工业生物技术等主要研究方向。在研究机构调整、平台建设、人才队伍等多个方面深入拓展,为我院新时期生命科学与生物技术领域组织实施重大原创性科研活动,取得重要原创性科研成果奠定了基础,也为我院生命科学与生物技术领域实现科技创新能力的跨越及可持续发展提供了保障。

1999 年,中科院上海生命科学研究院在整合沪区生命科学领域 8 大研究机构(原上海生物化学研究所、上海细胞生物化学研究所、上海生理研究所、上海脑研究所、上海药物研究所、上海植物生理研究所、上海昆虫

研究所和上海生物工程研究中心)的基础上正式成立,其是我院整合一批研究所,组建若干具有多学科综合优势的大型研究机构理念的典型范例。2002 年,中科院石家庄农业现代化研究所整合到遗传与发育生物学研究所,成为该所农业资源研究中心。同年,华南植物研究所、武汉植物研究所、西双版纳热带植物研究所撤销所建制,组建院属植物园体系,实现了“两所三园”的战略调整。同时,一批应对国家需求和学科发展方向的新兴研究所以独立法人、非法人、非法人交叉研究单元、国际合作、院地合作等不同方式陆续建立:北京基因组研究所、上海生命科学研究院神经科学研究所、上海生命科学研究院营养科学研究所、上海生命科学研究院健康科学研究所、上海学科交叉研究中心、中德合作的上海生命科学研究院计算生物学伙伴研究所、中法合作的上海巴斯德研究所、广州生物医药与健康研究院、北京生命科学研究院(筹)、天津工业生物技术研究所(筹)、青岛生物能源与过程研究所(筹)相继成立。研究机构的新建与我院知识创新时期生命科学与生物技术学科重点调整、新增长点形成、学科交叉扩展等重要布局形成良性互动。

以文献信息支撑体系、大科学装置、国家重点实验室、国家植物园创新体系及战略生物资源技术支撑体系为主要内容的平台建设成果显著,为扎实推进我院生命科学与生物技术基地建设,积极争取国家重大任务提供了可靠保障。2002 年,上海生命科学研究院整合上海文献情报中心成立上海生命科学信息中心。2007 年,中国西南野生种质资源库建设工程竣工并开始投入运行;2008 年,蛋白质科学研究设施、高等级生物安全实验室建设项目获国家批准。2008 年,我院生命科学与生物技术领域的国家重点实验

室已达 18 个。2008 年,已有 15 个植物园建设完成,形成院属、所属、与地方共管的三级植物园体系。

科技创新人才培养与引进是我院知识创新时期人才队伍建设的核心内容,10 年间,我院生命科学各研究机构通过“百人计划”、“国家杰出青年科学基金”、“创新团队”等项目引进和培养了一批优秀人才。至 2008 年底,我院生命科学与生物技术领域有两院院士 68 人;“国家杰出青年科学基金”获得者 119 人;“创新团队”13 个,形成了以 45 岁以下中青年为主要创新力量、学科布局全面、人才素质精良、人员结构合理的创新人才梯队,为实现我院生命科学与生物技术领域创新目标提供了坚实的人才基础。

2 知识创新工程以来中科院生命科学与生物技术领域的主要进展

自 1998 年实施“知识创新工程”以来,我院在生命科学领域锐意进取,取得了一系列重要成果。

1998—2008 年,我院生命科学与生物技术领域共获国家奖 48 项,其中国家最高科学技术奖 2 人,分别是遗传与发育研究所的李振声院士和昆明植物所的吴征镒院士,国家自然科学奖二等奖 26 项,国家技术发明奖 2 项,国家科技进步奖二等奖 18 项。这 10 年来,我院生命科学领域研究人员在 *SCI* 所收录的期刊中共发表论文 15 275 篇,占全国生命科学领域 *SCI* 发文量的 16.7%;其中,在 *Nature* 上发表 50 篇,占全国 *Nature* 发文量的 44.6%;在 *Science* 上发表 34 篇,占全国 *Science* 发文量的 27.6%;在 *Cell* 上发表 11 篇,占全国 *Cell* 发文量的 28.9%。与此同时,我院在人口健康与医药、战略生物资源、现代农业科学和工业生物技术四大领域开展了深入研究,取得了众多优秀科技成

果,一批关系国家民生问题的重要研究投入应用阶段。

2.1 人口健康与医药领域

针对我国人口健康与医药领域国家重大需求和学科发展态势,结合我院自身基础和优势,从基因组科学、蛋白质科学、重大疾病机理、重大传染病与新生传染病防治、干细胞与再生医学、生殖与发育生物学、神经科学、认知与心理科学、营养科学、创新药物研发等方面进行研究,承担了一批国家重大任务,取得了一批重大成果。

在人类基因组研究领域,参加“国际人类基因组研究计划”,相继完成 1% 人类基因组测序和 10% 人类基因组单体型图的构建任务。在国际人类基因组计划这个划时代的里程碑上,留下了中国和中国人的名字,同时推动我国基因组科学实现了跨越发展,标志着我国基因组科学研究已跻身于世界先进行列。

在蛋白质科学领域,从新技术新方法研究到重要蛋白质结构与功能的研究取得一系列令世界瞩目的重大进展。解析了如线粒体膜蛋白复合物 II 及其与底物结合的复合体、光合作用重要膜蛋白——菠菜主要捕光复合物、流感病毒聚合酶 PA 亚基以及神经营养因子与其受体复合物等重要生物大分子的晶体结构等,标志着我国科学家在结构生物学这一前沿领域已占有一席之地,为阐明疾病机理和后续药物开发奠定了基础。

在神经科学研究方面持续取得一系列有国际影响力的一流成果。如神经元迁移导向信号传递新机制的发现、神经元蛋白极性分布形成以及维持的新机制发现、神经轴突前端的阳离子孔道在神经轴突生长导向信号传递中的重要作用以及阐明胶质细胞也具有神经信息加工的功能等,这些成果为发



中国科学院

育性神经系统疾病的防治、中枢神经发育和损伤后修复等提供了重要的理论基础。

认知科学获得了原创性研究成果。通过基因-脑-行为-认知研究相结合,系统揭示了抉择行为奥秘和学习记忆原理;首次证实凹耳蛙是能产生并检测超声的第一个非哺乳动物,对开发仿生技术有重要意义;针对“知觉过程从哪里开始的”的认知科学最根本问题,独创性地提出和全面系统地发展了“大范围首先”的拓扑性质知觉理论。

生殖、干细胞和再生医学领域研究取得重要进展。发现生殖系统中一种重要抗菌肽,对研究精子成熟异常所引起的不育、男性避孕药物开发和性传播疾病的防治具有重要的意义;人核移植胚胎干细胞研究取得重要突破,在世界上首次正式发表人体细胞核可以被重编程并发育到囊胚的研究成果;在国际上首次将大鼠的成体细胞“重新编程”,获得符合多能干细胞标准的细胞系。

重大疾病机理研究取得重要进展。在疾病基因研究方面,首次发现热休克蛋白转录因子-4 基因突变引起遗传性白内障,发现遗传性牙本质发育不全机制,成功定位并克隆 A-1 型短指(趾)的致病基因;在阿片镇痛、成瘾及戒断机制研究方面,发现直接调控受体分布及镇痛功能和吗啡镇痛耐受的关键分子,以及揭示了蛋白激酶在阿片类物质耐受成瘾中的重要作用;在糖尿病防治研究方面获得多项突破,包括在国际上首次发现胰高血糖素样肽受体非肽类小分子激动剂、系统地揭示了囊泡分泌的分子机制及与血糖调控之间的关系、系统地阐明代谢综合症和 2 型糖尿病等代谢性疾病相关的营养和遗传因素等;在糖尿病人群营养干预和预防研究方面也取得了多个原创性成果,为在中国人群中开展慢性代谢疾病的预防与干预研究提供了大量的基础数据。

创新药物研究有所突破。我院研发的药物已转让并在市场上销售的有 120 种,其中在 1999 年实施“新药证书”后上市的药物有 50 种,产生了一批有重要影响的新药,如被誉为我国“中药现代化研究的成功典范”的现代中药丹参多酚酸盐注射剂;我国第一个具有自主知识产权的抗心律失常一类新药盐酸关附甲素;具有自主知识产权的国际上第一个治疗血栓的葡激酶类一类新药冻干注射用重组葡激酶;2004 年 3 月在泰国完成注册的抗艾滋病药物“复方 SH”;进入国际 III 临床研究的治疗早老性痴呆新药希普林等。

我院充分发挥长期研究的积累和人才优势,在应对国家重大突发事件,保障社会稳定方面做出了重要贡献。在 SARS 防控中,完成了 SARS 病毒全基因组测序,开发了早期、快速诊断试剂盒,解析出一系列对药物开发具有重要意义的 SARS 病毒蛋白质结构,在 SARS 病毒溯源研究上取得重大突破,发现蝙蝠可能是这一病毒的自然宿主;快速部署禽流感防控研究,在世界上首次报道野生迁徙鸟类群体感染 H5N1 病毒,发现野生迁徙鸟对 H5N1 禽流感病毒全球散播的重要作用,完成了抗禽流感特效药“达菲”的仿制和合成工艺的改良,完成了抗人禽流感特效药“扎那米韦”的合成工艺研究;“5.12”汶川大地震后,第一时间进入灾区进行了大量的心理援助和科学研究,形成了多种适合我国国情的灾区心理援助模式,针对灾后心理援助这一主题开展科学研究取得系列成果,推动了我国灾害心理学的确立和发展。

2.2 战略生物资源领域

针对国家日益增长的对战略生物资源的需求,我院积极组织开展相关研究。组织了《中国植物志》、《中国动物志》和《中国孢

子植物志》志书的编研工作,建立了植物物种覆盖较全面的国家科学植物园体系,在对西南高等真菌、龙胆科植物和兰科植物的研究中取得了重要进展。

生物多样性资源保护与开发利用成绩斐然。中科院水生生物研究所成功建立天鹅洲长江江豚迁地保护群体和长江江豚的人工饲养繁殖群体,是世界上对鲸类动物进行迁地保护的唯一成功范例;作为国家重大科学工程项目的中国西南野生生物种质资源库至 2008 年底,共采集整理野生植物种子约 150 科 4 000 余种 22 000 余份;中科院大力倡导国家科学植物园体系建设,通过与地方政府合作,初步形成了由武汉植物园、华南植物园、西双版纳热带植物园、庐山植物园、深圳仙湖植物园、中山植物园等 15 个植物园组成的科学植物园体系,在保护珍稀濒危的植物物种的同时,成功引种了大量具有经济价值和药用价值的植物物种,为战略植物资源迁地保育和可持续利用提供了坚实的物质基础。

“三志编研”取得重要进展。《中国植物志》是一部全面总结中国维管束植物系统分类的巨著,共计 80 卷 126 分册,包括 301 科 3 408 属 31 142 种植物和 9 080 幅图版,是目前世界上篇幅最大的植物志,已于 2004 年 10 月全部出版完成;《中国动物志》是国家动物资源总汇,截至目前共出版 125 卷,包括脊椎动物 31 卷,无脊椎动物 44 卷,昆虫 50 卷;《中国孢子植物志》对我国海藻、淡水藻、真菌、地衣和苔藓五大类孢子植物进行分类研究,截至目前共出版 66 卷册,记录我国孢子植物 249 科。

在气候变化生物学效应研究中,植物所对蒙古高原干旱半干旱生态系统初级生产力和降水利用效率开展研究,其结果对于评估气候变化对草原生态系统的影响具有重

要意义;华南植物园研究发现热带亚热带成熟森林可持续积累有机碳;动物所与国际合作者研究发现,中国千年历史上蝗灾发生程度与气候冷暖变化密切相关,而蝗灾在冷期的发生量要显著地大于暖期。

针对西南、西北等地区的植物特点,中科院组织力量分别对兰科植物、高等真菌和龙胆科植物进行了详细研究。“中国兰科植物研究”项目在兰科植物领域进行了开创性的研究,发表 9 部专著、论文 101 篇;“中国西南地区高等真菌重要类群的分类与新化学成分研究”项目,完成专著 12 部,发表论文 134 篇,建成了一个 14 万余号标本的隐花植物标本馆;“中国龙胆科植物的研究”项目形成了 2 部专著,发表论文 72 篇。这三个项目的研究发现了大量的新种属,并探讨了重要资源植物的利用与保护,均获得国家自然科学奖二等奖。

2.3 现代农业科学领域

在现代农业科学领域,中科院不仅在植物生长、发育及环境调控机理、作物基因组以及动物遗传进化等基础研究中取得了丰硕成果,在植物新品种培育、水产养殖和生物农药等方面也进行了卓有成效的应用示范。

水稻基因组与功能基因研究国际领先。通过“中国超级杂交水稻基因组测序和功能开发利用”项目,先后完成了水稻(籼稻)基因组工作框架图和基因组精细图,完成了水稻亚种内和亚种间分子遗传标记图谱;参与国际水稻基因组研究计划,率先完成了水稻(粳稻)日本晴 4 号染色体全长序列的精确测序。在此基础上,我院深入研究了水稻重要农艺性状的基因及其功能,先后克隆了分蘖控制基因 MOC1、耐盐基因 SKC1、长穗颈基因 Eui、控制水稻粒重的数量性状基因 GW2、灌浆基因 GIF1、直立基



中国科学院

因 PROG1 等一大批具有自主知识产权的水稻重要农艺性状功能基因,并深入阐明了相关的生物学功能和作用机理。

高等植物株型形成的分子机理研究取得突破性进展。以模式植物拟南芥和重要农作物水稻为材料的高等植物株型形成(如顶端优势、植株高度、分枝数目与角度形成)的分子机理研究,取得了一系列具有重要国际影响的原创性成果;在对植物光合作用机理的探索中,陆续发现 LPA1、LPA2、LPA3、DEG5、DEG8 等系列蛋白分子在叶绿体类囊体膜复合物的生物合成、组装、降解和功能调节中扮演重要角色。发现了光合磷酸化合成腺三磷过程中的中间高能态以及喷施很低浓度的亚硫酸氢钠盐可通过促进光合磷酸化而提高光合速度 15%—20%,该技术已用于农业生产,在稻麦等作物形成产量的关键时期喷施可获增产 5%—10%。

在动物遗传与进化方面成果突出。参与了国际鸡基因组学研究项目,对英国、瑞典和中国的肉鸡、蛋鸡和乌鸡三个品种的基因组进行了测序和约 200 万个遗传差异的分析;家蚕基因组计划成功绘制完成高质量家蚕全基因组精细图谱,共获得 14 623 个家蚕基因,基因的覆盖度达 99.6%。此外,通过对我国主要家养动物猪、牛、绵羊、山羊、驴、马、狗、兔和鸡的起源与遗传多样性的深入研究,发现了我国南方及周边地区是家养动物驯化的重要区域,家养动物的扩散与人群迁移密切相关等一系列重要成果。

在动物生殖研究方面表现不俗。“哺乳动物有性和无性生殖的实验胚胎学研究”项目对受精机理和显微受精进行了深入研究,获国家自然科学奖二等奖;我院 2002 年首次获得我国首批成年体细胞克隆牛存活群体,标志我国在动物克隆领域已跻身国际先进行列。

在植物新品种培育方面,小麦育种研究取得了重要突破。用长穗偃麦与小麦进行杂交培育出“小偃”系列高产、抗病、优质小麦品种,其中仅小偃 6 号就累计推广达 1.5 亿亩,增产 80 亿斤,在此基础上进一步培育出高产、广适小麦新品种“科农 199”,已在河北、山东、河南等地大面积示范性秋播 50 万亩以上;猕猴桃与葡萄的新品种培育及产业化也获得成功,猕猴桃新品种“金桃”于 2001 年首次实现我国自主产权果树新品种全球范围专利转让;京秀、北玫等 20 多个抗寒、抗病酿酒葡萄新品种已经推广 70 多万亩,年创效益 40 亿元。

在水产养殖方面,培育并推广了一系列重要的水产品。异育银鲫“中科 3 号”获得全国水产原种和良种审定委员会颁发的水产新品种证书,普遍推广后年增产值超过 10 亿元;“大连 1 号”杂交鲍成为国家级新品种,年产 1.5 万吨,直接经济效益 30 亿元;“中科红”海湾扇贝产量占我国扇贝养殖产量的 70%;另外,我院还创建了我国凡纳滨对虾人工养殖新产业,年产值逾 100 亿元。

在生物农药方面产品倍出。已成功研发昆虫病毒类 4 种原药和 9 种农药产品,8 个产品获得农药登记证和市场准入,具有年产病毒原药 5 吨,制剂 200 吨,使用面积 3 000 万亩次的能力;我院“卵寄生蜂传递病毒防治害虫新技术”项目获得了多个专利,具有安全、经济、持续和高效特点,示范面积达 30 多万亩,获国家技术发明奖二等奖;高产除虫菊酯新品系选育、种植推广和生产加工技术取得突破,云南种植超过 12 万亩,年产干花 4 000 吨,注册农药证书 20 多个,结束我国无天然除虫菊酯农药的历史,产量占全球的 30%左右。

在农业生物灾害预警及防控方面也取得了重要进展。明确了典型农业区内重要害

鼠的成灾规律,建立预测预报模型,解决了鼠类对第一代抗凝血杀鼠剂的耐药性和抗药性这一国际性难题;从分子到气候尺度研究了飞蝗成灾机理,发现飞蝗型变涉及到基因组水平的转录和调控,以及小 RNA 参与型变的负反馈调节,为开发抑制飞蝗型变药物和预测飞蝗发生动态提供了重要依据。

2.4 工业生物技术领域

面向生物能源、生物材料和环境生物技术的需求,中科院在工业生物技术领域的科学研究中积极布局组织,通过承担国家项目和加强产学研合作推进科研成果的产出及向应用的转化。

我院在工业生物技术领域,先后承担和参加的项目包括“973”项目“生物炼制细胞工厂的科学基础”、“极端微生物及其功能利用的基础研究”,国家自然科学基金委创新研究群体科学基金资助的项目“极端环境微生物生命特征及环境适应机理”,“863”重点项目“工业酶的分子改造和工程化技术”及“生物基化学品的生物炼制技术”,以及地方资助的一些项目,涉及生物能源、生物材料、生物基产品和酶制剂等领域,在生物炼制、代谢工程、生物催化与生物转化等关键技术上获得了重要进展,目前已有多项研究成果通过鉴定,例如“生物转化法生产木糖醇新工艺”、“生物质资源的汽爆机梳分级新技术”和“生物柴油生产关键技术及创新材料的研究”等。

产学研合作对于促进工业生物技术的实用化至关重要,我院已与国际国内多个企业、大学建立了不同形式的合作关系,如上海生科院植物生理生态研究所与瑞士联邦理工大学共同组建上海木薯生物技术研究中心,微生物研究所与华北制药集团公司签署战略合作协议,上海生命科学研究院与河南天冠集团公司共同建设 3 万吨丙酮丁醇

生产线等。

在生物能源领域,开展了生物质能——生物质气化发电技术的研究。利用生物质循环流化气化技术,把生物质废物,包括废木料、秸秆、稻草、稻壳等转换成可燃气体,经过除焦净化后,再送到气体内燃机进行发电。另外,我院开发的垃圾综合处理技术主要针对热值低、水分含量大的混合垃圾,利用焚烧产生的低品位余热,在节能的同时提高了垃圾均匀性,可降低焚烧的污染物排放,相关技术已通过合作实施了产业化,完成了 400—500t/d 的城市生活垃圾综合处理系统。

在生物基产品领域,生物转化法生产木糖醇新工艺取得进展。我院与山东威龙工业集团公司合作进行工业性试验,生产出纯度 99% 以上的木糖醇,新菌种的获得和新工艺的建立使生物法可望取代化学法成为今后木糖醇生产的主要方法,该菌种具有自主知识产权,转化性能居国际领先水平。成都生物研究所与四川龙蟒集团公司合作成立四川龙蟒福生公司,实施脱落酸技术转化工作,建立了低能耗的 50 吨发酵罐生产线。

在环境生物技术领域,“环境微生物菌剂研制及其在炼油与印染废水生物处理中的应用”成果通过了鉴定,获得了高效、经济、安全的菌剂及其应用技术,成功应用于 10 余个示范工程,取得了显著的经济、环境与社会效益,并获四川省科技进步奖一等奖。

3 结语

综上所述,我院生命科学研究经过 60 年来的不懈努力,不但对科学自身发展,而且对我国的经济社会发展和国家安全都做出了无可替代的重大贡献。在我们满怀信心庆贺 60 年来的成就时,更应冷静地看到,我国生命科学所面临的更加严峻的挑战。这些



中国科学院

挑战主要表现为人口老龄化带来日益严重的老年医学问题;慢性疾病、新生疾病与传染性疾病对人类健康危害巨大;耕地面积下降威胁着我国的粮食安全;能源短缺,全球气候环境变化对自然生态系统和经济社会系统产生巨大压力……。为应对上述挑战,迫切需要生命科学和生物技术在医药、农业、能源、环境保护等方面,取得重大的突破。另外,生命科学自身也处在一个发展的关键时期,首先是以分子生物学为代表的实验生命科学正在向重视生命现象系统性和复杂性研究的系统生物学转变,生命科学中基础与应用研究的联系更加紧密,基于物

理、化学、信息科学等多学科交叉的生命科学研究蓬勃兴起,生命科学对于思维创新和技术进步的渴求与日俱增,生命科学研究中的伦理道德问题备受关注。因此,在经济社会进步的强烈需求下,在自身发展进程的猛烈驱动下,生命科学与生物技术已经成为当今科学研究的热点和重点。为此,我院的生命科学工作者,须进一步努力寻求生命科学与生物技术新的突破,加快重大成果产出,为经济社会发展和科技进步做出更多更大的贡献,以无愧于时代的殷切期盼,无愧于民族的伟大复兴!