

* 学科发展 *

中国科学院 21 世纪宏观生物学 发展战略与对策

佟凤勤 牛德水 姜治平 姚庆筱 卢善发*

(中国科学院自然与社会协调发展局 北京 100864)

摘要 宏观生物学是生物学的重要组成部分,与工业、农业、科教以及外交和外贸有着密切关系,它为解决当今人类所面临的人口、食物、环境、资源、医疗保健等诸多难题提供理论基础,为国家重大决策提供科学依据。本文从宏观生物学在科学、经济和社会发展中的作用;21 世纪宏观生物学的发展趋势;中国科学院宏观生物学的现状等方面进行了论述,文中最后还提出了本学科的发展战略和主要对策。

关键词 宏观,生物学,战略,对策

1 宏观生物学在科学、经济和社会发展中的作用

国际学术界不少人认为 21 世纪是生物学的世纪。宏观生物学是生物学的重要组成部分,与工业、农业、科学教育以及外交和外贸有着密切关系,为解决人类所面临的人口、食物、环境、资源、医疗保健等诸多难题提供理论基础,为国家重大决策提供科学依据。同时,它与微观生物学、生物技术以及其他学科的相互交叉和渗透,在促进科学技术的进步中发挥重要作用。

近 40 年来,宏观生物学的理论成就为自然科学的发展做出了巨大贡献,特别是深入到分子和细胞水平,不仅推动了遗传学、系统与进化生物学、生态与生态系统和生物多样性研究的发展,而且,宏观生物学与微观生物学互相渗透、协同发展,有力推动了生命科学的进步。

未来生物学在对分子、细胞、个体、群体、群落等生命不同结构层次进行深入探索中,新的现象将不断发现,新的分支学科将不断形成。同时,学科间的渗透和综合,必将形成一批交叉学科,出现大量的新理论、新技术和新方法。宏观生物学在利用其它学科的新思想和新技术的同时,也向数学、物理、化学、技术科学和微观生物学提出许多新问题和新的研究领域,并产生许多新的理论和技术手段,为科学技术的进步做出贡献。

随着人类活动的加剧,21 世纪环境污染、生态破坏、土地沙化、水资源危机等问题将更为严重,成为全球经济和社会发展的巨大障碍。宏观生物学的研究和发展,将为这些问题的解决提供理论依据。

* 参加本文工作的还有王燕、丁颖。

收稿日期:1995 年 11 月 18 日。

目前,各国都在加强对天然药物、无公害天然农药、饲料、天然食品添加剂等方面的研究,并不断开发出新产品。随着资源保护和合理利用研究的深入,大量新技术、新方法的产生,将会更有效地利用现有生物资源并带来更大的经济效益。

众所周知,本世纪中叶,墨西哥通过大量小麦杂交,配合多点鉴定选择后,选育出一种半矮秆小麦,使该国的小麦产量由每公顷 0.9 吨提高到了 2.6 吨,不但解除了本国的饥荒,而且成为小麦输出国。40 多年来,我国农作物、畜禽和水产新品种不断更新,培育了一批批小麦、水稻、玉米、棉花、牲畜等优良品种。水稻经过 4 次品种更新后,平均每公顷产量已由建国初期的 1.89 吨,提高到 6 吨左右;杂交稻迄今已累计推广 1.4 亿公顷,增产稻谷 1 500 多亿千克。可见,随着农业生物学的进一步深入研究,新的动、植物品种问世,带来的经济效益是巨大的。

农作物病虫害造成的减产,一般在 2 成以上,严重的则颗粒无收。鼠害造成的损失也很大,我国每年因鼠害造成的粮食损失一般在 50—80 亿千克,严重时高达 150 亿千克。世界各国对农作物病虫害和水产养殖重大流行病害所造成的损失十分重视,我国也大量地开展了相应的研究,并取得了一系列重要成果,为有效地控制灾害发生奠定了基础。

海洋资源和淡水资源的合理开发、水产增养殖和水域环境的监控等愈来愈受到世界各国的重视,从而向海洋生物学和淡水生物学提出了更高的要求。

在珍稀濒危物种的重要栖息地和繁殖地建立自然保护区,进行就地保护;或将动物和植物转移到动物园、植物园、水族馆等并进行人工驯养、培育和繁殖,即进行迁地保护,增加到一定数量后,将其中的一些再重新送回自然界,建立濒危物种的精子、胚胎等种质库,进行物种的离体保护。所有这些,都为资源的有效利用和保护奠定了基础,促进了社会发展。

生物多样性是人类赖以生存的条件和最宝贵的自然资源,是当前国际生物学界和各国政府普遍关心的问题。加强生物多样性的保护、管理和研究是 21 世纪宏观生物学界和政府的重要任务。

2 21 世纪宏观生物学的发展趋势

21 世纪宏观生物学的重点将主要集中于资源生物学、系统与进化生物学、生态与环境生物学、农业生物学、保护生物学和生物多样性保护等研究领域。

生物资源是生物长期进化过程中形成的可更新资源。按目前的发展趋势,在 21 世纪,物种灭绝的速度将更快,而任何一种生物的灭绝,都将造成无法弥补的损失。因此,促进多学科相互配合,从不同层次和不同水平上,开展野生生物资源的调查和保护研究,合理开发利用生物资源,加强野生优良品种资源的研究利用,发掘更多的新药及工业新原料,探索生物资源学若干理论问题,将是本世纪末及下世纪资源生物学发展的重点,是资源生物学的发展趋势。

系统与进化生物学的核心是研究生物的起源和演化,研究从几十亿年前至今的整个历史发展过程,研究当今地球生物的现状,目的是探索生命形式及其演化规律,在时间和空间两个尺度上开展工作。进行分子进化的研究,通过对大量的、迅速增长的脱氧核糖核酸和蛋白质序列结构数据进行分类和比较,找出它们的变化规律、亲缘关系以及结构与功能的关系,进而从分子水平上阐明进化及其机制,这是系统与进化生物学研究的新热点。

随着科学技术的发展,以个体、种群、群落和生态系统为研究内容的传统生态学框架已经被突破。现在,国际上的主要研究趋势是向微观和宏观两极发展。在微观方面,个体生态学研究已深入到细胞和基因水平,如分子生态学和化学生态学。在宏观方面,生态系统的结构和功

能研究,尤其是系统中能量转换与物质循环过程的研究是现代生态学研究的基本核心。由于环境科学发展的需要,生态学已经向生物圈、岩石圈、水圈和大气圈扩展,逐步形成全球生态学。

农业、水产业和畜牧业的发展是国民经济的基础,是国民经济高速发展和社会稳定的基本保证。当前许多国家农业、水产业和畜牧业的发展面临严峻的局面。因此,依靠科技,提高农作物、水产品和肉蛋产量,改善其品质,发展高产、优质、高效的农业、水产业和畜牧业,确保农副产品供给,显得越来越重要。完善和创新农业、水产业和畜牧业的单项技术,仍是提高作物、水产品和肉蛋产量和质量的重要途径。20世纪中后期,育种工作已经取得了令人瞩目的成绩,在21世纪仍是一项重点工作。病虫鼠害治理研究发展趋势的显著特点是在作物增产的前提下,强调系统功能的恢复和重建,并不断加大生物技术防治体系中的比重。

“持续畜牧业”是持续发展的一个方面,而且有着自身的特殊性。其特点是利用生态学原理和系统科学的方法,在单项技术不断创新的基础上,把现代科学技术成果与传统的农业技术相结合,建立具有生态合理性、功能良性循环的综合科学体系。

在海洋渔业的发展中,近海捕捞虽然是渔业生产的主体,但从长远和发展的观点看,海水养殖和资源增殖由于能充分利用沿岸水域和滩涂的生产能力并保护水产品产量持续增长而受到更大的重视。发达国家一般不主张在湖泊中发展生产性渔业,而以保持复合生态系统资源的持续利用、保护环境为前提,着重天然水生生物保护,特别是重要洄游鱼类的资源保护及利用。淡水渔业最主要是依靠集约化养殖,很多国家已建立了年产几百吨以至数千吨的养殖场,积极发展无公害渔业生产。

联合国于1992年召开的第1次环境发展会议上,对环境问题包括生物多样性的保护等形成一系列决议。生物多样性的保护与持续利用研究已日益引起人们的关注,成为环境与发展的中心议题之一,特别引起各国政府和有关国际组织的高度重视。国际上主要从遗传、物种、景观生态和生态系统四个层次开展研究工作,涉及到生物多样性保护的基础研究和应用研究。

3 中国科学院宏观生物学的现状

3.1 “六五”、“七五”、“八五”承担的科研任务

自“六五”以来,中国科学院宏观生物学领域科研人员承担的国家攻关项目、“863”高科技项目、攀登计划项目、国家基金重大项目、国家基金重点项目、国家基金面上资助项目、院重大项目、院重点项目、横向的课题或专题研究共3890项,参加的科技人员共12186人次,研究经费达3.5亿元。存在的主要问题是经费严重不足和课题分散、重复。

3.2 人才培养和科技队伍建设

我院宏观生物学领域专业科技人员共有3744人,从职称统计结果看,高级、中级、初级的比例为1.4:1.3:1,中初级人员比例数偏低,将这个比例逐步调整为1:2:4较为合适。

在从事宏观生物学研究的专业科技人员中,具有硕士、博士学位的科研人员共1127人,占专业科技人员的30.1%。40岁以下具有硕士、博士学位的科研人员共1099人,占具有硕士、博士学位的科研人员的97.5%。这些数字说明,从事宏观生物学研究的青年科技人员约占1/3,后备力量强,不会后继无人。

3.3 科研成果

1985年至1994年的10年间,中国科学院宏观生物学领域的科学研究硕果累累。获得国家级及中国科学院、有关部委、省市奖励共654项,其中国家级奖励66项、中国科学院奖励

317 项(包括特等奖 2 项)、有关部委奖励 69 项、有关省市奖励 202 项(包括特等奖 2 项)。

中国科学院生物学领域获奖的成果中,宏观生物学占有很大比例。中国科学院生物学领域历年来共获得国家级奖励 90 多项,其中宏观生物学 60 多项,约占 2/3。

10 年来,中国科学院宏观生物学领域刊登在国内学报级刊物上的论文 9 962 篇,刊登在国外刊物上的论文 2 287 篇,其中有些论文水平高,影响大,被国外大量引用;有些论文在我国经济建设和社会发展中发挥了作用;有些论文为国家重大决策提供了依据。

3.4 国际合作

在改革开放的形势下,我院积极开展国际间的科学合作和学术交流。1978 年全国科学大会以来,我院宏观生物学领域,出国工作、学习的科技人员已达 354 人次,其中,已回国的访问学者 167 人,留学生 8 人;尚在国外的访问学者 97 人,留学生 82 人。此外,还请进了许多外国科学家来院讲学、工作;以我院为主在我国举办了一些国际培训班和国际学术会议。这些国际交流,为我院培养高水平的科学人才和促进我院宏观生物学的发展都发挥了有益作用。

3.5 基础设施建设

1985 年以来,中国科学院共建立与宏观生物学领域有关的国家重点实验室 5 个、院开放实验室 6 个和野外研究站 14 个。过去 10 年中,据初步统计承担了国家项目和国际合作课题 400 多个,从事研究工作的人员 1 200 余人。发表论文 1 000 多篇,获得国家级成果奖 11 项。

中国科学院从 1951 年建立遗传选种实验馆起,相继建立了规模不等的实验农场(育种基地)11 个。据统计,中国科学院各实验农场共承担了攀登计划、“863”计划、国家重点科技攻关、中国科学院重大项目以及国家基金项目等 160 项研究课题的相应任务。

至 1994 年底,中国科学院的 10 个植物园共有职工 1 029 人,占地 4 528.2 公顷,建有专类园 77 个,收集国内外植物 32 266 种次,每年接待游客超过 180 万人次。此外,还发表论文 3 150 篇,出版专著 200 多卷册,获得近 400 项奖励。

我院宏观生物学领域现有生物标本馆、菌种及毒株保藏库和藻种库 17 个。共收藏生物标本 1 千多万号,菌种、毒株近 2 万号,藻种 7 百余号。这些标本馆向全国、全世界开放,每年来馆查阅、研究标本的国内专家达 400 多人,国外专家达 60 多人,每年与国际交换标本 1 万多份。

通过国家和世界银行贷款等专项经费,我院更新或配备了包括扫描电镜、透射电镜、激光共聚焦显微镜、超导核磁共振仪、DNA 合成仪、DNA 序列分析仪、超速冷冻离心机系列等大中型地区配套或专用仪器。这些为宏观生物学领域的深入工作奠定了基础。

4 学科发展战略与主要对策

4.1 学科发展战略与战略重点

宏观生物学主要包括资源生物学、系统与进化生物学、生态与环境生物学、农业生物学、生物多样性与保护生物学 5 个学科,是一门多学科、多领域、多层次的复合交叉的综合性科学。应当充分发挥宏观生物学的综合优势,相对地集中人力、财力,选择有限目标,争取在一些重要基础研究方面,迅速进入世界先进行列;在应用研究方面,对影响国民经济发展的重大科学问题进行联合攻关,为解决人类所面临的人口、食物、环境、资源、医疗保健等诸多难题做出贡献。

4.1.1 资源生物学

我国生物资源丰富、种类繁多,居世界前列,但部分资源开采过度,破坏严重;资源不清,部分资源利用不足或未开发,没有形成规模产业。今后要有选择地开展一些工作,如:调查重要生

物资源和数量变化规律;建立和完善生物资源库;天然药物、天然农药和其他生物资源的开发和利用;食用和工业用生物资源的保护与永续利用。

4.1.2 系统与进化生物学

我们的目标是使我国系统与进化生物学的研究跻身于世界前列,为野生种质资源的利用奠定基础,同时,推动群体遗传学、保护生物学和经典分类学的发展,如:加强“三志”(中国植物志、中国动物志、中国孢子植物志)的编研和出版;加强系统与进化生物学的基础研究。

4.1.3 生态与环境生物学

从世界范围看,现在人们最关注的问题是 global warming、草地退化、水体污染、森林破坏、生物种类的灭绝等,这些问题同样也是我们所关心的热点问题。应结合中国科学院实际情况开展工作,如:全球变化与生态系统之间相互作用的研究;生物类群对胁迫因子适应的生态学机理研究;退化生态系统的恢复和重建;生态信息理论研究;水域(包括淡水和海洋)生态系统的维护、修复与持续利用研究;动植物行为的生理生化及进化生态学机理研究;受控生态生命支持系统研究;特殊生境条件下(如青藏)综合生物学的研究。

4.1.4 农业生物学

我国是农业大国,农业是我国国民经济的基础产业。我院具有多学科综合优势,应该为农业的持续发展做出较大的贡献。今后的主要工作,如:重要农作物新技术与新方法研究和新品种选育;农牧业重大病虫鼠害发生机制及综合防治技术研究;海洋养殖动物重大流行病害的发生机理和综合防治技术研究;鱼虾、贝及藻类育种及增养殖技术研究;淡水渔业结构调整及关键技术研究;草地畜牧业及家畜、鱼类饲料研究;林木育种及病虫害综合防治研究;设施栽培条件下的病虫害综合防治技术研究。

4.1.5 生物多样性与保护生物学

随着人类活动的加剧,物种灭绝的速度不断加快,大量的基因丧失,不同类型的生态系统面积锐减。如果不立即采取有效措施,人类将面临着能否继续以其固有的方式生活的挑战。因此,生物多样性的研究、保护和持续利用亟待加强,刻不容缓。重点研究:重要生物类群遗传多样性;珍稀濒危脊椎动物生存现状及保护对策;重点区域高等植物物种多样性的现状、濒危程度及其原因;重点类型与区域生态系统多样性;建立生物多样性动态变化的监测与保护基地网络;建设与完善中国生物多样性信息系统;物种保护对策与技术的研究。

4.2 对策与措施

深化改革,建立符合国际发展趋势和适应市场经济的新模式,制订有利于调动知识分子积极性的政策,加强支撑条件的建设,是发展宏观生物学的重要保证。

4.2.1 努力实现“稳住一头,放开一片”的方针

我院宏观生物学在贯彻“稳住一头,放开一片”方针时,要努力稳住基础性研究,创造较好的科研环境,制订相应的科技政策,稳定一支精干队伍,特别是年轻队伍,跟踪世界科技前沿,提高整体科技实力和发展后劲。同时,要有选择地引入市场竞争机制,从事一些技术开发活动。通过政策引导和资金启动等改革管理方式及运行机制,使科技成果尽快转化为生产力。

4.2.2 增加对宏观生物学的投入

为满足生产建设、社会发展对科技进步的需求,必须较大幅度提高科技投入的力度,形成以政府拨款为主渠道、开发创收和吸引海外资金等多元化、多层次、多渠道的投入体系。

4.2.3 加强科技队伍的建设

发展科技,振兴经济,关键在人才。我们要培养和造就一代适应现代宏观生物学发展的跨世纪的、具有国际竞争能力的优秀科技队伍。使科技队伍人数稳步增加,科研水平不断提高,结构和层次趋于合理。

加快培养一支跨世纪的科技队伍。目前,宏观生物学队伍是“两头大、中间小”,即青年人和老年人多,中年人少。我们必须加快培养年轻人的步伐,采取多种形式,包括派出国学习、进修和国内培养,使他们迅速成长起来,弥补中年人的不足。我们要尽快培养一批造诣深、有才干的青年学术带头人,实现代际转移。大力提倡研究所与国外大学和研究单位以及与国内大学联合培养博士生、博士后,为培养跨世纪科技人才做贡献。

强化科技管理队伍的建设,提高科技管理人才的水平。要培养一批懂业务、会管理的高层次管理人才。

4.2.4 进一步改善宏观生物学科技人员的工作环境和条件

加强科研基础设施的建设,重点加强开放实验室、野外研究站、实验农场、实验动物房、动植物标本馆、菌种和藻种保藏库、细胞库和种质库的建设。“九五”和今后一个时期,在完善现有开放实验室基础上,再建一批青年实验室和自费开放实验室,力争再建几个国家和院级开放实验室;在条件具备时,自办或联合有关部门和地方建立若干个研究中心。

对现有的仪器设备要加快换代,并添置必要的设备,对大型精密仪器的购置,要统筹安排,搞好规划,合理布局。对现有大型精密仪器要加强管理,促进开放使用,提高仪器使用效率等。

4.2.5 加强与国际和地区的合作与交流

确立全方位对外开放战略。积极推进中国科学院与有关国家相应机构在宏观生物学方面的合作与交流;开展多边与双边的国际合作与交流;扩大与港、澳、台的合作与交流;大力拓宽民间科技合作的领域与规模;鼓励与私人团体的科技合作。

加强技术的引进,做好消化、吸收和创新工作。多渠道引进资金、设备,改善科研条件。在派出人才外出学习的同时,也要重视人才的引进,特别是引进新兴学科、薄弱学科、交叉学科以及边缘学科等前沿领域的人才,提高创新能力。

积极开展合作研究、联合开发和创办高新技术产业等形式的国际合作,选择一些优势较大的领域参与国际大型科技计划和项目,创造条件。与国外科研机构、国际组织进行合作研究、开发、生产、信息服务等,进一步走向世界。鼓励科技人员到国际组织和国外任职,参加各种国际会议,进行学术访问和客座研究。

“九五”期间乃至 2010 年,是我国经济建设三步走的关键时期,也是我院宏观生物学大发展的有利时机。抓住机遇,迎接挑战,遵照江泽民主席关于“努力把中国科学院建设成为具有国际先进水平的科学研究基地,培养造就高级科技人才的基地和促进我国高技术产业发展的基地”的批示,依据国家经济、社会发展的需要和科学前沿的发展趋势,调整布局、任务和机制,解决国家急需的关键性、战略性、综合性重大科学技术问题,在一些国际前沿不断攀登创新,为我国科学事业发展做贡献。通过不断向社会提供成果、技术和人才,推动全社会的科技进步。

做为从事宏观生物学研究的广大科技工作者肩负着历史重任,应该勇于攀登,大胆创新,为出成果、出人才、出效益做出更大贡献。