

庆祝中国科学技术协会成立 30 周年

# 生命科学前沿的研究

——全国生命科学前沿学术研讨会论文集

中国科协学会工作部



1988. 10

## 编 者 的 话

人类在21世纪将面临各种难题，诸如全球性的环境污染、天然资源和能源耗竭、人口膨胀、人类的疾病与健康等各种复杂而困难的问题。为促进这些问题的解决，必须首先对各种重要的生物学功能进行基础研究，并研究其与工程技术和实际应用的关系。换言之，高级生物功能的阐明在21世纪以后很长一段时期内，都将对社会的稳定发展起重要的作用。

1986年日本科学家提出了一个名为“人类前沿科学计划”的庞大研究计划，并敦促日本政府投资一万亿日元来促其实现。以后在伦敦召开的智囊会议中讨论修改了这一计划。此计划的实施要依靠世界多国科学家的共同努力。计划如能成功，不仅能够解决人类将面临的各样难题，而且将会推动未来科技新模式的建立与发展。我国面临的许多严重问题尤其需要通过发展生命科学来寻求解决。这就是中国科协学会部组织上海市科协和11个全国性学会联合召开“全国生命科学前沿学术研讨会”的出发点。

这次学术研讨会，由中国科协学会部主办，委托上海市科协、中国生物物理学会、中国生物化学学会、中国细胞生物学学会牵头，和中华医学会、中国农学会、中国化学会、中国生理学会、中国遗传学会、中国生物医学工程学会、中国微生物学会、中国实验动物学会等共同筹办。

这次学术研讨会是一次多学科、综合性的全国大型学术会议，通过对国内外生命科学的历史回顾、现状分析和展望，对我国目前的生命科学研究工作广泛交流与深入探讨，以促进生命科学多学科、综合性的横向协作，推动我国生命科学的基础研究与应用研究的发展，跟踪当前世界人类前沿科学的基础研究发展的新形势、新动态，为促进我国的科学技术和国民经济作出新贡献。

会议还形成了“重视和加强我国生命科学前沿研究的建议书”，向党和政府提出了积极的建议，供决策者参考。

本文集的出版得到了参加会议的上海市科协和十一个全国学会的支持和帮助，在此一并致谢！

限于编者水平，错误之处请指正。

# 目 录

生物学和人类进步·····	王亚辉 (1)
生物大分子之间的相互作用·····	沈昭文 (5)
植物组织培养和生物技术·····	许智宏 (7)
神经生物学的若干前沿问题·····	杨雄里 (11)
生态学在生命科学中的地位与作用·····	马世骏 (15)
我国基础医学研究现状和对策·····	龙振洲 (18)
免疫学研究进展·····	龙振洲 (21)
与人类健康密切相关的边缘学科——生物医学工程·····	江丕栋 (23)
气功外气对于某些生物分子的效应·····	陆祖荫 (29)
肿瘤遗传与肿瘤防治·····	吴 旻 (36)
神经科学与疾病和技术·····	王书荣 (42)
反向生物学·····	李载平 (50)
生物工程应对我国环境保护提供新途径·····	熊瑞身 (52)
农作物雄性核不育基因的研究及其在育种上的应用·····	邓景扬 (60)
转基因动物的研究·····	史瀛仙 (67)
微重力生命科学·····	鲁子贤 (74)
生物物理及其在未来生命科学发展中的作用·····	林克椿 (77)
非线性问题研究的进展给生命科学传统思想的冲击·····	徐京华 (82)
现代生命科学向化学提出的问题·····	王 夔 (87)
生物工程在化学工业中的应用潜力和发展前景·····	许亮年等 (92)
新生肽键的折叠·····	邹承鲁 (97)

控制论在生命科学前沿研究中的作用	黄秉宪 (102)
生物大分子的三维重构与 x 射线激光全息	程迺乾 (103)
大脑神经网络信息的编码、存储与提取的机理研究	陈惟昌等 4 人 (104)
生命现象研究中的几个问题	杨明凯 (105)
流体本构方程在血液流变学上的拟合及其在医学 中的应用前景	施永德等 3 人 (106)
细胞膜离子通道结构与功能研究	杨文修 (108)
蛋白质分子设计进展及我们的策略	徐筱杰等 3 人 (109)
自由基生物学的前沿领域——分子与亚分子水平 的某些基础理论问题	方允中 (110)
棉属生化分类刍议	奚元龄 (111)
棕色固氮菌固氮酶铁蛋白与 MgATP 及 MgADP 相 互作用的热力学研究	尤崇杓等 2 人 (112)
中国北部反刍家畜脱毛症、羊毛质量和锌状况关系的初步研究	钟永安等 (115)
人补体 C <sub>3</sub> 基因及表达研究	马大龙等 5 人 (116)
补体的遗传多态现象	赵修竹 (117)
人类 B 淋巴细胞系白血病细胞的分化抗原表达与免 疫球蛋白 (Ig) 基因结构的相关性研究	朱伟民等 5 人 (118)
免疫 RNA 的免疫活性及其对生物反应调节物质 (BRM) 的诱生作用	杨明久 (119)
人 T 细胞活化增殖反应中 E 受体免疫调节作用的研究	李艳芬等 3 人 (121)
淋巴细胞增生反应、白细胞介素 2 (IL2) 产生和 IL2 受体表达三者相关性的研究	匡彦德等 3 人 (122)
IL-2 在破坏新生小鼠移植耐受中的作用	叶 健等 2 人 (123)
抗小鼠激活 T 淋巴母细胞抗体的诱导及鉴定	王延玉等 2 人 (124)
淋巴因子诱导的细胞毒细胞的诱导条件分析及其 对带瘤宿主的保护作用	张玉蛟等 2 人 (125)
正常小鼠脾细胞的抑瘤效应和 NK 细胞的关系	郭福花等 2 人 (126)
甲 <sub>2</sub> 巨球蛋白 (α <sub>2</sub> M) 与放射损伤	金为翘等 (127)
痛与镇痛的等稳机制	何莲芳 (128)
针刺研究与现代生命科学	吴根诚等 3 人 (129)
消化器官损伤与抗损伤的研究	朱文玉等 3 人 (130)
单胺类递质对离体脊髓薄片中间外侧核细胞 的兴奋作用	马如纯等 2 人 (131)
LTP—研究高等动物学习记忆突触机制的模型	黄彦猷等 2 人 (132)
针刺调整功能的研究与展望	曹庆淑等 4 人 (133)
稳态概念的再认识及其意义	金观源 (134)
心泵储备能力——一个急待多学科多层次协作 研究的问题	宁学寒 (135)

细胞表面标记与造血细胞的增殖分化	徐有恒等 5 人 (136)
针刺镇痛原理研究促进了神经科学研究的发展	韩济生 (138)
两株头孢霉菌代谢规律的比较	王力等 5 人 (139)
用不同标记的乙型肝炎病毒 DNA 探针对肝组织内病毒基因进行原位核酸分子杂交	黄耀星等 2 人 (140)
以 $\lambda$ ZAP 作载体构建真核基因组织的 cDNA 文库	王嘉玺 (141)
开发棉属棉种资源利用	奚元龄 (142)
核糖体蛋白质的翻译特异性	童克忠等 5 人 (143)
胸腺内 T 细胞分化的早期阶段	陈慰峰 (144)
防治心血管疾病途径的探讨	李鹏 (145)
短小棒状杆菌体外激活大鼠单核巨噬细胞的抗肿瘤作用的研究	韩伟等 3 人 (146)
人类睾丸决定因子在 Y 染色体上的位点	何小轩等 4 人 (147)
生命起源的研究	王文清等 3 人 (148)
仿生化学在生命科学研究中的作用	章道道等 3 人 (149)
非蛋白氨基酸及其对活性多肽的修饰	叶蕴华 (151)
乌头碱等生物碱对钙调蛋白拮抗作用的构效关系研究	区耀华等 3 人 (152)
酸枣仁皂苷 A——一种新型的 CaM 活化 PDE 的天然拮抗剂	区耀华等 3 人 (154)
神经肽研究	王镜岩 (155)
水稻叶绿体基因组研究现状及前景	赵衍等 6 人 (156)
基因转移法修补 DNA 修复基因缺陷的哺乳动物细胞	章杨培等 (157)
生物氧化及其模拟	吴越 (158)
糖类生化研究中两个值得注意的生长点	王克夷 (159)
膜受体信息转导的现状和成果	张世荣等 2 人 (160)
细胞生长, 细胞分裂	薛绍白 (162)
细胞膜组分的降解及其膜融合相关性的初步研究	李文保等 4 人 (162)
通过组织培养和快中子辐射诱导和选择牧草抗盐变异系研究	谷祝平等 2 人 (164)
植物钙、钙调素及其细胞功能	孙大业 (165)
放免及形态超微结构定量分析方法研究光照照射孕鼠穴住的生物效应	蔡尚达等 (166)
真核细胞基因组——染色体的结构与功能	朱景德 (167)
屋宇生物学与尘螨变态反应防治策略	温廷桓 (168)
生命科学研究中的新课题——磁生物学	张小云 (169)
野生动物的遗传系谱研究	王宗仁 (170)
低温生物学的发展与前景	郑斯涌 (172)
药物光疗中化学的研究学	蒋丽金等 3 人 (173)
环境因素对生物体的损伤机制及其控制方法	林念芸 (174)

DNA 损伤修复的研究及其应用	郑秀龙等 6 人 (175)
细胞电穿孔作用的应用研究——生物物理工程的开发	汪和睦等 2 人 (177)
从语言失调来研究脑功能	赵似兰等 2 人 (178)
通过植物基因工程培育抗植物病毒的重组植株	陈章良 (179)
花培技术在水稻品种改良上的应用	倪丕冲等 3 人 (180)
运用染色体工程创造小大麦新物种	戎均康等 2 人 (181)
用单克隆抗体划分植物病毒血清型的研究	张永平等 3 人 (182)
应用单克隆抗体试剂对马传染性贫血病马与其免疫 预防马的鉴别试验	卢景良等 4 人 (183)
体外诱导猪脾细胞产生白细胞介素 2 (IL <sub>2</sub> ) 的最适条件	于 澍等 2 人 (184)
抗产肠毒素性大肠埃希氏菌粘附素特异单克隆抗体及其应用	刘秀梵 (185)
调节运输呼吸是提高作物产量的一条潜在途径	王根轩 (186)
作物生长发育的激素调节和化学控制	李丕明等 4 人 (187)
基因诊断技术的新进展	王申五 (189)
我国基因诊断研究进展	曾溢滔 (190)
中国人β—地中海贫血基因的 DNA 序列测定	黄尚志 (191)
人类遗传病基因治疗的进展及前景	薛京伦等 2 人 (192)
分子及微细胞遗传学	程在玉 (193)
Wu69—小鼠抗人白细胞介素 2 受体的单抗	史良如 (194)
白血病药物 L—天门冬酰胺酶基因的初级克隆和表达	关颖谦等 5 人 (195)
苏氨酸生物合成酶基因的克隆与表达	吴汝平等 6 人 (196)
放线菌属间原生质体融合重组的研究	朱健伟等 4 人 (197)
脂质体介导的染色体和质粒 DNA 对链霉菌的转化	徐小雪等 3 人 (198)
链霉菌—大肠杆菌嵌合质粒的构建及分析	陈 亮等 2 人 (199)
耐高温 α—淀粉酶的研究	胡学智等 4 人 (200)
鸭乙型肝炎病毒表面抗原 (DHBsAg) 多肽图谱的研究	张 维等 7 人 (201)
谷氨酸产生黄色短杆菌 FM84—415 在 24 吨发酵罐中的 一次性高糖发酵代谢控制及稳产试验的研究	郑善良等 5 人 (202)
高产赖氨酸菌株 FML8611 特性的研究	范长胜等 3 人 (203)
用微生物转化从丙烯腈生成丙烯酰胺的研究	孙韦强等 (205)
谷氨酸脱羧酶生产菌的发酵、酶的提取及其固定化的研究	黄予良等 3 人 (207)
新农用抗生素——金核霉素的研究	戴仙文等 5 人 (208)
免疫球蛋白与 T 细胞抗原特异受体基因重排及其在白 血病诊断中的应用	朱元晓等 4 人 (209)
植物细胞工程在农业上的应用	胡道芬 (210)
抗人胃低分化粘液腺癌细胞抗体 Igy 研究	刘连瑞等 5 人 (211)
新型人工血液——高分子铁卟啉络合物输氧载体	王身国 (212)
微观血液流变学研究方法的进展	文宗曜 (213)
生物力学前沿	王以进 (214)

大力发展生物力学检测技术建立生物力学数据库·····	洪水棕 (215)
改革生命科学前沿研究途径、体系的重要性及三点探讨·····	叶国凡 (216)
生物材料、人工器官与生命科学·····	孙多先 (217)
振动照射对人体伤害的几个生物力学机制问题·····	谢嘉平等 4 人 (218)
开发肽类药物·····	季爱雪 (220)
癌细胞的微量量热学研究·····	董勤业等 7 人 (221)
生命科学对生物选择性武器及防护技术未来发展的影响·····	陈冀胜 (223)
竹红菌甲素与生物金属离子的络合作用及 光物理和光化学性质·····	马俊宁等 4 人 (224)
竹红菌甲素光动力作用机制·····	第五振军等 3 人 (225)
基因融合方法的发展和应用·····	王培之等 2 人 (226)
受控生态生命支持系统·····	刘承宪 (227)
农业生产和我国人民膳食结构改进的方向·····	刘金旭等 2 人 (228)
超导生物磁强计与生物磁学研究·····	吴本玠 (229)
杂交小麦产量育种的系统方法·····	孙其信等 3 人 (231)
高密度发酵培养人 $\alpha 1$ 型干扰素基因工程菌·····	童葵塘等 (232)
用国产高压匀浆泵裂解带有人 $\alpha 1$ 型干扰素 基因的大肠杆菌·····	徐 伦等 3 人 (233)
蛋白质、肽超的微量分离测定·····	张任恩 (234)
一些生物分子液态结构的确定·····	杨 频等 2 人 (235)
糖缀合物中糖链结构质谱测定的新进展·····	蒋 可 (237)
活细胞无损伤测定技术·····	薛昭白 (238)
扫描隧道电子显微技术在生命科学中的应用前景·····	李民乾等 2 人 (239)
自旋标记和自旋捕集技术应用于活细胞的某些研究·····	忻文娟等 3 人 (240)

# 生物学和人类进步

王亚辉

(中国科学院 上海细胞生物学研究所)

## 一、生物学在现代自然科学和社会中的地位、作用和发展趋势

现代自然科学主要划分为物理科学和生命科学两大门类。生物学是研究生命的科学，它既研究各种生命活动的现象及其本质，又研究生物与环境之间的相互关系。近三十多年来，生物学的理论成就给自然科学的发展作出了巨大贡献。遗传物质 DNA 双螺旋结构的阐明被认为是二十世纪自然科学的重大突破之一。遗传信息传递的“中心法则”的发现，揭示了生物的遗传、发育和进化的内在联系。此外，还发现了遗传密码的编码机理。通过比较研究，证实了所有生物，从细菌到人，遗传密码都是通用的，从而证明了所有生物在分子进化上的共同起源。

分子遗传学的这一系列重大成就促进了分子生物学的兴起和发展。许多蛋白质、核酸的一级结构和立体结构已经阐明，有的已经能人工合成。对这些生物大分子的结构和功能的大量研究，揭示了生物的遗传、生长、分化、神经传导、肌肉收缩和免疫等许多生命现象的奥秘，使人们对生命本质的认识跃进到一个崭新的阶段，并带动生物学的各分枝学科向分子水平发展。近年来又受到物理学新思潮（非线性、非平衡态动力系统物理学、耗散结构、自组织、浑沌态等新理论和新概念）的影响，特别是脑和发育的研究受到很大的重视。目前分子遗传学研究的前沿已从原核生物转向高等真核生物的基因组结构及其表达调控，深入到发育和神经系统的研究。脑和发育是分子生物学面临的两个最大的挑战。由于 DNA 重组、单克隆抗体、DNA 快速序列分析等新技术的应用，在上述两个领域已取得不少重大发现，正酝酿着向高层突破。从分子水平建立遗传、发育和进化的统一理论并阐明脑功能活动的机理，将是未来生物学的主要理论任务。

在宏观研究方面，随着系统分析、数学模拟、遥感技术等新概念、新方法和新技术在生态学中应用，初步揭示了生物与生物、生物与环境相互作用的物质基础，以及它们相关进化的内在联系。特别是对生态系统的研究，阐明了系统结构与物质能量代谢过程及其生态效应，进一步发展了最优化理论，对于大幅度提高农业综合生产体系的生产力，森林、草原、水体等的科学经营，有害动物（害虫、鼠等）的控制，以及环境治理等方面都将起巨大的作用。

总之，在物理学、化学和数学的新概念和新技术的广泛渗透的推动下，当前生物学的发展趋势是对生命现象研究的不断深入和扩大，向宏观和微观，最基本的和最复杂的两极发展，特别是复杂系统研究正吸引整个自然科学界，包括理论物理学家和生物学家越来越大



的注意。在对分子、细胞、个体、种群、群落等生命的不同结构层次进行深入探索中，新的现象不断发现，新的边缘学科也不断形成，现代生物学正面临着一个理论上的大综合和大发展时期。生物学的进步也同时向数学、物理、化学以及工程科学提出许多新问题、新概念和新的研究领域。科学史上，维纳之控制论，贝塔兰菲之一般系统论，普理戈金之耗散结构均由于对生命和生物学问题深入思考，才得到启迪。脑的工作原理和计算机，生物智能和人工智能，也是当今举世瞩目的例子。许多迹象显示出生物学正日益成为一门领先的学科。

当今人类社会面临的人口、食物、资源、环境和医疗保健等重大问题都同生物学有密切关系。国土整治、国民经济区域规划、重大工程建设都需要有生物学参加的综合考查先行一步。全球自然资源和保护、开发和治理也要依据人与生物圈的研究成果。农业现代化要走节能、节水的生态农业的新路也就离不了生态学理论的指导。随着对各种生命现象认识的深入和理论、技术储备的增加，出现了基因工程、细胞工程、生态工程等新技术。生物工程开始形成新的生产力，并将使工、农业和医药业发生根本的变革。基因工程的产生是生物学发展进程中的一个巨大飞跃，它将使人类进入一个按照自己的需要改造和创建新的生物的时代。另一个对未来科学技术发展可能产生更大影响的是神经生物学。日本《人类前沿科学计划》十分强调神经科学对未来计算机科学、信息科学发展的重要性。脑和感官对信息接收、加工和储存方面研究的突破必将导致计算机、人工智能和智能机器人等高新技术领域的革命性变化。鉴于生物学在未来科技、经济和社会以及人类思维发展中将起越来越重要的作用，一些有远见的科学家预言二十一世纪将是生物学的世纪。

## 二、生物学对人类未来科技、经济、社会以及思维发展的影响

近三十多年来，生物学的成就对世界社会、经济的发展已经起了很大的推动作用。如农业方面，1949—1975年世界粮食总产量增加一倍以上，平均年增长率2.8%，超过人口增长率，遗传育种在增产中起了关键作用。医药卫生方面，新抗菌素、疫苗的发明使细菌病（结核、伤寒等），病毒病（小儿麻痹症、麻疹、乙型脑炎等）得到控制；免疫学的进步使异体器官移植成功率得到迅速提高，并发现了自体免疫病（如红斑狼疮、类风湿性关节炎等）的病因。医药先进国家，平均预期寿命已超过70岁。内分泌学和生殖生物学的成就导致口服避孕药的发明，大大促进了计划生育在世界范围内的推广。特别是近十年来，生物技术（包括细胞工程和基因工程）的出现标志着生物学从认识世界到改造世界的进程大大加快了，人类在改造自然方面已获得更大的自由。展望2000年，生物学将在高等生物发育和遗传方面实现重大的突破。人类基因组约十万个基因在染色体上的定位及其全部遗传信息的破译也将可能在今后10—20年内完成。这将大大促进从根本上了解各种遗传病、癌症和心血管病的病因和防治途径。人类在今后二十年内对医学的了解将超过过去两千年。至今严重威胁人类的癌症、艾滋病将不再是不治之症。高等生物发育的遗传控制方面的突破，将可能实现人工改造物种，创造优质、高产和抗逆的动植物新品种。日本政府倡导的雄心勃勃的《人类前沿科学计划》打算投资一万亿日元在二十年内完成。若能如期实现，将从本质上弄清人体之能量转换、信息转换和自动调控等机能，并开发在工程技术上的实际应用，从而将革新工业的面貌。总之，生物学的进展已经并将对人类进步做出越来越大的贡献。

然而，人类社会面临的人口、食物、资源、环境和卫生保健方面的形势仍然是十分严峻的。世界人口现已达50亿，2000年将达60亿，21世纪中期将突破100亿大关，而耕地

面积却不可能增加。我国人口现在10亿多，到2000年将远远超过12亿，粮量将仍然是长期的紧迫问题。随之而来的世界人口日趋老龄化也是一个严重问题。中国到1995年时，老年人口将占全国总人口的9.7%至10%，开始进入“老年型国家”的行列，预计到2050年将出现每四人中就有一名老人的状况。这将对那时的社会经济造成沉重负担并带来新的问题。亚马逊河流域热带雨林和其他地区森林的大量破坏，土壤侵蚀，水体污染，臭氧层破缺，以及由于大气“温室效应”导致的全球气候趋暖，人类赖以生存的环境正在不断恶化。石油等不可更新的资源不断减少，不出下一世纪终将耗竭。在发展中国家，乙型肝炎、霍乱等恶性传染病仍在肆虐，而在发达国家中，艾滋病蔓延又成了新的威胁。科学进步带来物质文明的高度发展，却在精神文明上投下深深的暗影，甚至造成精神上的匮乏和沦落。解决这些问题的出路何在呢？一些有远见的科学家已经开始认识到单靠现有的科学成就是不够的，根本的出路在于向生命学习，从这里寻找新的科技发展的道路。在这一场关系人类未来的科技革命中，生物学，特别是分子生物学和神经生物学以及有关的生物技术和信息技术，将起先锋作用。

生物技术的特点是利用生物资源的可再生性，在常温常压下生产珍贵产品，节约能源和资源，减少环境污染。当前生物技术的发展趋势是以基因工程为主体，除将外源基因导入细菌或细胞廉价生产医用活性多肽或蛋白质外，还开始探索把基因工程技术应用到高等生物，人工创造动植物新品种，以及人类遗传病的防治。从80年代初期，“超级小鼠”、“转基因植物”的实验成功以来，国内外许多研究所和大公司都争先进行转基因动、植物试验，并在培育快速生长和瘦肉型猪，转基因鱼，耐寒、抗虫、抗病毒、抗除草剂的优质作物新品种（小麦、大豆等）等方面取得显著进展。生物技术的这些长足的进步对未来农业政策和农业发展产生了巨大影响。目前美国等发达国家的农业政策正从大量消耗资源的传统农业向以生物科学和技术为基础的未来农业转变。据美国国会技术评价办公室（OTA）预计，今后十年内美国农业因广泛采用生物技术而增产的农产品总值可达一千亿美元。此外，以定向设计和改造蛋白质分子为目标的新一代基因工程——蛋白质工程正在兴起。应用蛋白质工程方法，有可能改变蛋白质的结构和特性，如增加药物的选择性，提高疗效；改变酶的性质，提高其催化性能，甚至设计制造全新的酶。有人已在设想改变植物光合作用的关键酶的结构，提高其固定二氧化碳的能力，以提高作物产量。显然，这对于医药和工业有重大的理论和应用价值。由上述可见，生物技术为解决人类面临的食物、资源、医疗保健等重大问题开拓了新的前景，并将对各行各业的技术改造和产业结构产生深远影响。

人用大脑去认识世界，征服核能，开拓宇宙空间，然而人对大脑本身的认识却远落后于对自然界的认识。人的大脑由一千亿细胞组成，结构和功能无比复杂。如何揭开人脑的奥秘是自然科学面临的巨大挑战。近年来对人脑的功能活动，特别是裂脑人大脑两半球非对称性活动的研究已取得不少重要成果，对于了解语言、意识等精神活动有很大的意义。同时对于神经和精神疾病的防治，脑的衰老等医学问题也有重要价值，许多工程技术问题，如计算机、自动控制系统和机器人的研究都可以从感官和脑的信息加工、调节和控制得到启发。脑等神经系统的研究为数学、物理和工程科学提供了许多新概念、新原型。现在的计算机在数字运算方面是超人的，而在模式识别方面却是低能的。这一矛盾表明人脑的工作原理可能完全不同于目前计算机的计算结构。我国科学家提出视知觉拓扑结构和功能层次的理论，认为视觉过程中起主要作用的是连续的整体象的转换而不是离散符号的处理、计算。这提示人脑的智力活动，除了图灵机能做的抽象思维、逻辑思维以外，还可能有形象思维。这些见解对

于突破目前人工智能的困境和新一代计算机的设计思想有所启发。美国里根总统前科学顾问乔治·基沃恩博士着重地指出：“要创造性地发展计算机，就必须了解人脑。这正是有待创新的领域：人工智能、神经网络、神经生物学”。

在神经科学、心理学、科学语言学、计算机科学乃至哲学的交界面上涌现出来的认知科学是以人类的、机器的、社会群体的智能和认知活动为研究对象的。认知科学对人类智能和机器智能的研究必将大大增强人类的智力，促进信息科学和技术的发展并对社会生产力的发展产生革命性的影响。此外，认知科学的出现表明在人脑功能活动（精神现象）研究方面已不再只是思辩式的，而是开始建立在严格实验基础上的科学研究，科学研究正开始进入精神世界。这对于人类思维发展的影响将是无比深远的。

近代自然科学肇始于物理学革命。牛顿的经典力学把宇宙统一为一个整体，却把我们的世界一分为二：物理世界和生命世界，进而形成两种科学、两类文化，两者之间似乎存在不可逾越的鸿沟。人类文明也划分为物质文明和精神文明。主要基于物理科学和工业的现代物质文明高度发展的结果，出现核战争的威胁、人口爆炸和生态环境日趋恶化。人类在感谢科学征服自然带来的福祉之余，也不免慨叹精神文明的沦落和自身生存面临重重危机。“解铃还得系铃人”。对生命和复杂系统的思考和探索，使一些有远见的理论物理学家开始反思，如何消灭物理科学和生命科学之间的鸿沟，能否用物理学的观点来全面解释生命及其进化过程，以实现自然科学的大统一。我国哲学家也提出哲学的改革要求从单纯强调物质本体性，忽视人的主体性的旧框架中解放出来。这反映了当前要求以人为主体的思潮。生物进化论在上世纪对于了解人在自然界的位置，本世纪生态学在了解人与自然的关系方面做出了重大贡献，而未来的生物学在了解人的思维等精神活动方面也将做出意义更为深远的贡献。马克思认为：“自然科学往后将包括关于人的科学，正象关于人的科学包括自然科学一样，将是一门科学”。目前科学正处在一个转变的时代，人类文化也处在一个转变的时代。生物学在实现物理科学和生命科学的统一，自然科学和人文科学的统一的历史使命中，在推动人类思维的发展中，无疑将起越来越重要的作用。

# 生物大分子之间的相互作用

沈 昭 文

(中国科学院 上海生化所)

生物大分子,如蛋白质、核酸,以及多糖和若干种脂质,大多数是具有生物活性的物质。它们之间,相互识别,相互沟通,相互作用。它们是迄今为止尚未完全认识,但对于生物的活动,对于生物体内的瞬间变化,却是甚为重要的课题。只有在分子水平上研究生物学的时代,方才有条件把这类问题提到日程上来。这些生物大分子,又可以和许多小分子作用,它们相互的关系,亟为复杂,在十多年前,还只是生物学中许多待解决的《黑箱子》。最近一段时间,通过研究一些关键性的《调节分子》,发现当这些《调节分子》的活动受到干扰时,往往会在指定范围内引起波动。联系到超分子或分子,或分子群的功能。这些波动的综合效应,可能就是细胞分化及反分化,细胞之间的沟通以进行信息传递,或宿主和寄生物间的相互作用的基础。它们造成的现象往往是细胞水平上的变形或畸变,影响范围广些的也可能引起器官的失调,遇到个别情况也可能伴随着整体的死亡。

所谓关键性调节分子,往往由蛋白质承担。蛋白质是生物大分子中的多面手。它可以表现催化能力,它的主体结构并不是大家原来认为的不变的东西而能表现亟大的灵活性。它常表现所谓别构效应,靠着头尾相连的氨基酸形成长短不一的肽链,而组成肽链的各氨基酸依赖它们的各自的侧链可以构成不同的形态,其中半胱氨酸利用它的一SH基团通过氢化生成二硫键( $-S-S-$ ),这样的反应对于整个蛋白质分子的结构有莫大的影响,再加上几种酸性基团、碱性基团,以及若干种疏水的基团,如此的结构给予整个大分子以亟大的可变性,这种可变性,仔细考虑实际上是很惊人的。

若只就蛋白质和蛋白质的作用来考虑,已经有很多实例可以列出,如酸的催化作用,酶对于酶原(无活性的)的作用,促使其转化为具有活性的酶,生物体中蛋白质的降解和肽及氨基酸的降解和它们的生物合成,均须经过系列酶的依次催化的结果。此外,酶可以作用于激素原,使原来无活性的物质转化为有极强活性的激素。又如激素(有些也是蛋白质)和受体蛋白可以紧密结合,引起一系列的反应,最终达到生理上的效果。上述这些知识,为十多年前或更早些时候就为人们所知道的。

蛋白质和另一生物大分子——核酸,同样也有不少方式进行作用。首先,具有酸活性的蛋白质,在核酸的降解和生物合成过程中,起着不可缺少的作用。核酸自身的组成包括三种类型的物质,即不同结构的所谓碱基,核糖或脱氧核糖和磷酸根。就此点来说它和其它大分子不同。此外,它在生物体内,尤其在起着重要功能的处所,都是并不游离存在而是和其它

蛋白质结合存在的。例如，在染色体中，脱氧核糖核酸常和碱性的组蛋白结合在一起的。又如，生物体内的蛋白质合成车间——核糖体，乃是核酸和数十种不同蛋白质按一定的方式组合而成的，因此它也是蛋白质和核酸紧密结果的体系。

最后，让我们再来看看多糖。它是最早为人们研究的生物大分子。早年的观点，糖在生物体所起的作用，一是为生物提供能量，二是提供生物结构所需的材料。近年来，人们逐渐认识到这类物质在生物体中的活动远不止此，它们的功能似乎还不少。首先认识到的是它们往往以寡糖的形式，为生物体作识别或讯号的标志，而这种识别具有较大的特点性，并且往往是相应作用的。例如，动物的红细胞表面具有一定结构的寡糖，组成这些寡糖的单糖分子，往往只有6、7个到10~12个，若有多链的，也不过数十个（总数）。这些寡糖为决定血型的物质，在人体即为A、B、O等型。又如，血液中的某糖蛋白，在紧接寡糖链顶端的半乳糖，如果被酶切去了顶端的单糖，即将邻近的半乳糖暴露在外（它成为顶端的糖）这样肝脏中的半乳糖结合蛋白就会和顶端的半乳糖紧密地结合，将血液中的此种糖蛋白抽出而被处理，不能再度随着血液循环反回到血中。

近年本，由于免疫学的高度进展，我们已经有可能对于分子间相互识别的机制及过程有较为细微的认识。日本科学家利根川进，经过10年左右的努力，最终找到了免疫学中所谓《抗体多样性》的根源，因此有可能说明《抗体多样性》的来龙去脉。他的研究解决了一个长期未能说清楚的关键问题。

多糖是否像蛋白质可以作为受体在生物体内起着作用呢？目前看来，正常生理过程中不存在这种关系。可是，有越来越多的证据指出在病态过程中似有具特异性的多糖受体。这些多糖受体，实际只为病毒、细菌或细菌毒素的连接点，而连接的结果，即为菌落的形成或膜的穿透等现象提供必要的条件。

以上所述，仅就生物大分子间的相互作用的重要方面提出一些可引起兴趣的情况。未能涉及的问题还非常多，如大分子的结合是通过哪种力，大分子不同区域间的相应影响，不同大分子间的《结合》促使分子间距离和形态的改变等等。均为目前研究的颇有意义的课题，此处仅点出供思考

# 植物组织培养和物生技术

许智宏

(中国科学院 上海植物生理研究所)

自从1902年Haberandt提出植物细胞全能性(totipotency)的概念,并试图进行离体细胞的培养以来,经过八十多年的知识和经验积累,特别是在近三十年来,在植物组织和细胞培养的研究和技术方面均已取得了迅速的进展,使这一在植物生理学研究中发展起来的技术不仅广泛应用于植物生物学研究的各个领域,而且使之成为生物工程在农业上应用的一个最为活跃的领域。

植物细胞在培养中表现出的全能性极大地激励了植物科学工作者的研究热情,加上细胞分裂素在茎尖和芽培养中所表现出的明显促进芽增殖的效果,使组织培养技术用于加速植物繁殖成为可能,这即是现在人们所称的试管苗技术的发展。至今用组织培养技术可以繁殖的植物种类已有一千多种。在这方面得益最多的是园艺界,利用这一技术可以在短期内有效地扩大原始材料,包括用有性繁殖难于保存的特定的杂种、不育系等,这在甘蔗、草莓、葡萄、苹果、林木及兰花、康乃馨、菊花等多种花卉的无性系繁殖上已得到广泛的应用,其中不少已达到工业化生产的规模,如“兰花工业”(Orchid industry)即遍及美国夏威夷、泰国、新加坡、我国的台湾省等。这一技术在应用时也通常结合茎尖培养去病毒以得到无病植物,再用试管苗技术进行无病材料的繁殖和保存。试管苗繁殖技术对于一些难于无性繁殖的作物更具有重要的意义。例如热带作物油棕、椰子等,单株之间产量差异极大,培育杂种又需很长时间(因为选择合适的亲本就至少需10年左右),因此利用组织培养来加速繁殖优树就有极大的经济价值。试管苗繁殖技术也可用于稀有植物及濒危植物的保存及繁殖,例如我国广西林科所已成功地将之用于保存金花茶的种质资源。由于植物培养组织和细胞的超低温保存技术已有相当多的发展,特别是近年来已研制出一些较为简易的低温保存技术,因此可望组织培养技术在种质保存方面会有更多的应用。近年来,将组织培养中形成的体细胞胚裹上一种胶状的人工种皮,以制成“人工种子”,已引起不少研究者的注意。由于体细胞胚形成的数目通常很多,例如在胡萝卜的组织培养中由几克愈伤组织即可形成几百万个体细胞胚,这一特性有助于降低成本。再者“人工种子”还具有比试管苗易于运输、适于机械化播种等特性。至今已在胡萝卜、芹菜、苜蓿等植物上获得初步的成功,但要进行大规模生产仍需对体细胞胚发生的调控及同步化、人工种子的休眠萌发、人工种皮的化工材料等进行系统的研究,方能使之达到实用阶段。

自从60年代由曼陀罗花药培养首次获得花粉单倍体以来,至今已在180多种高等植物(其中包括大多数重要的禾谷类作物)上获得成功,其中我国研究者首先报导成功的即有近50种。通过20多年的研究,在雄核发育的机理和途径、药壁的作用、花药培养中白苗形成的

机理等方面已有不少进展。在花药和花粉培养技术上已有很大的改进，例如通过低温予处理、变温培养有效地提高了诱导频率，我国研究者研制的 $N_0$ 培养基及马铃薯培养基在国内、外得到了广泛的应用。诱导形成单倍体的技术至今已趋于多样化，除了通过花药或花粉培养获得单倍体之外，在一些作物中还可以利用远缘杂交时的染色体消除现象结合胚培养诱导形成单倍体，如球茎大麦与栽培大麦杂交后利用胚培养技术即可获得大麦的单倍体。也还可以通过培养未受精的子房或胚珠，诱导胚囊中单倍体细胞分裂发育形成单倍体植株。现在应用单倍体的范围也在扩大，除了将自然或人工加倍后获得的纯系直接用于育种以缩短育种周期外，花粉植株作为纯系通过选育也可用于杂交育种制作 $F_1$ 代杂种种子、选择突变体、以及结合远缘杂交加速培育代换系和附加系等。

植物细胞培养不仅使原来在植株中即已存在的各种体细胞变异得以表现出来，而且由于培养过程本身，或结合理化诱变技术，可以产生很多新的遗传变异。这种自发产生的或人工诱导形成的变异，在合适的选择因子存在的条件下，即可把所需的变异细胞选择出来。

植物组织培养中最常见的变异是染色体数目的变化。愈伤组织随继代培养代数的增加，常出现大量多倍体及非整倍体细胞，还有多种染色体结构的变化（如染色体桥等），在几种伞形种植物中甚至见到形成大量单倍体和亚单倍体细胞。长期继代培养的愈伤组织其分化能力往往下降以至丧失，或者形成的植株在形态上表现畸形或不育，其原因之一即与继代培养中形成大量多倍体及非整倍体细胞有关。为此，寻找保持培养细胞染色体稳定性的条件，并探讨其与分化的关系，是植物组织培养研究中的一个重要研究问题。由组织培养中产生的多倍体及非整倍体植物也可用作遗传育种的材料。在很多情况中由培养细胞形成的再生植株尽管染色体数目未变，但植株的形态或经济性状还是发生了不少有遗传的变异，即所谓的“体细胞无性系变异”（Somaclonal variation），这已在20多种植物中观察到，其中包括一些重要的作物，如玉米、水稻、马铃薯、油菜等。

组织培养中自发产生的变异以及人工理化诱变已被广泛用于筛选作物的抗病细胞系，如在马铃薯叶肉原生质体再生的植株中即发现部分植株对晚疫病的抗性增加，这种抗性可以通过块茎传递下去。当用筛选出的具抗性的植物，再次进行原生质体培养时，发现形成的部分再生植株比第一轮选出的抗病材料的抗性还要强。利用组织培养技术，也已选择得到玉米抗小斑病、甘蔗抗眼斑病、菲济病毒病和毛霉病、水稻抗白叶枯病、胡麻叶斑病的材料。通过增加盐浓度进行连续选择也可以获得耐盐变异体。至今已由培养细胞获得耐盐的烟草、水稻、柑桔等植物，其中一些植物的耐盐性可遗传，但遗传稳定性及耐盐机理仍待研究。筛选抗除草剂的细胞系是近年来在抗性突变体方面研究得较多的另一类变异，目的是通过提高作物对特定除草剂的抗性，扩大除草剂的使用范围，也可从抗性材料分离相关的基因。根据估算，筛选一抗性品种比之试制一种有新的除草剂成本要低。例如美国Du Pont公司近年用了3500万美元研制了第一个磺酰基脲类除草剂Glean。第一年销售额即达4000万美元，预计1990年可达5亿。目前该除草剂主要用于小麦田，而不能用于别的作物，为此希望能培育出抗此化合物的玉米和大豆。利用组织培养已得到抗性烟草植株，其抗性比亲本增加100倍。进行第二轮选择的结果，使抗性增加1000倍，现在正进行田间试验。与此类似，Monsanto公司正在选育抗草甘膦（Glyphosate）的作物品种，这方面的问题是如果一旦使用这类抗性品种，由于品种的单一化是否会在生产上带来潜在的危险？在品质育种方面，人们期望通过筛选氨基酸代谢方面的突变体，获得高必需氨基酸的作物品种。如在水稻中由抗AEC（氨

乙基丰胱氨酸)细胞系再生形成的植株,其后代在种子贮藏蛋白、赖氨酸含量、育性等方面均表现出很大的差异,其中有一个系其种子贮藏蛋白及赖氨酸含量明显增加,而对产量无明显影响。但在通常情况下,这类性状的改变会对品质或其他经济性状产生不良影响。用组织培养技术已培育出不溶性干物质增加到6—7%的蕃茄品种。在美国蕃茄加工产业的年产值达5亿美元,现在蕃茄的干物质约占5%,使其干物质增加到6%,每年即可因降低操作费用及其他有关的开支而节省8000万美元,所以具有重要的经济意义。

由于去了细胞壁的植物原生质体在培养中可以再生出细胞壁,进而进行分裂分化直至再生形成完整植株,原生质体又可以摄取外源遗传物质、染色体、细胞核、细菌等,使之成为一种理想的受体细胞;它也可以用于细胞杂交以获得体细胞杂种。因此,植物原生质体技术已成为当今植物生物工程中最活跃的领域之一。据不完全统计,至今在原生质体培养中可再生的植物种类已达100多种。除了茄科和伞形科植物之外,一些重要的经济植物,包括禾谷类作物、豆科植物、十字花科植物以及木本树种、果树等,均已成功的报导,其中包括新近成功的水稻、玉米、大豆等。在烟草中,通过使用滤纸—滋养细胞双层培养法,已可使由原生质体到再生植株的时间缩短到仅需约5星期。这方面的成功同样归功于研制出一些适合于原生质体培养的配方,选用合适的植物材料分离原生质体等。问题是至今还有不少重要的作物,如小麦、大麦、棉花等植物的原生质体培养尚未能成苗。即使已成功的作物中,不少品种仍相当困难,或原生质体分裂频率极低,或原生质体再生形成的愈伤组织不易分化,从而妨碍了原生质体技术在这些作物上的应用。

原生质体由于没有细胞壁的障碍,为进行体细胞融合,进而获得体细胞杂种提供了可能,从而开辟了植物体细胞遗传学的一个新领域。与有性杂交相比较,细胞融合大大扩大了可用于“杂交”的亲本组合的范围,现在不仅可以获得有性杂交不亲和的种间体细胞杂种,而且还获得了一批属间杂种植物,如蕃茄和马铃薯、拟南芥与油菜等。新近在禾谷类植物的细胞杂交方面也已取得一定的进展,如日本科学家已由水稻和稗草原生质体融合后获得杂种愈伤组织并再生成苗。在柑桔类植物方面,一些研究者正试图通过细胞融合将抗寒性、抗病性从野生种转移到甜橙中。在细胞融合中,由于双亲的细胞质均参与了融合,从而提供了细胞器基因组重组的机会,其结果是除了得到核杂种之外,还可以产生细胞质杂种,以及新的核质组合。体细胞杂交至少在转移细胞质雄性不育因子、叶绿体编码的抗均三氮苯类除草剂特性等方面,已被证明是相当成功的。问题是亲本之间的亲缘关系对体细胞杂交也有明显的影响,这一点在科间杂交时更为明显,如烟草和大豆细胞融合后形成的杂种细胞在培养中即出现烟草染色体丢失的现象,这种亲缘关系太远的组合形成的杂种细胞通常也缺少分化的能力。对于这些不亲和现象在遗传上和生理上的机理如何,无疑是值得进一步研究的问题。

原生质体作为一种理想的受体,在植物分子遗传和基因工程研究中正受到越来越多的注意。利用根癌农杆菌(*Agrobacterium tumefaciens*)感染由原生质体再生的细胞或将分离的Ti质粒或外源DNA直接引入原生质体,或通过将农杆菌去壁后的球质体与植物原生质体融合,均可有效地将Ti质粒的T-DNA及外源基因转入受体植物细胞。近年来,利用电穿孔法(electroporation),结合PEG及热激处理,大大提高了DNA直接转化的效率。这些技术也使原生质体成为一个良好的细胞表达系统。除了原生质体之外,培养细胞及各种外植体(茎切段、叶园片等)也均已成功地用于植物细胞的转化试验。利用这些转化系统,在近年中已成功地得到一批可能有潜在实用价值的转基因植物,如已将烟草花叶病毒(TMV)



和苜蓿花叶病毒（AMV）的外壳蛋白基因及黄瓜花叶病毒（CMV）卫星RNA的CDNA导入烟草，使烟草分别表现出对TMV、AMV和CMV有一定的抗性。将苏兰金捍菌（*Bacillus thuringiensis*）的毒蛋白基因转入烟草和蕃茄后，也分化得到了抗虫植物。至今，植物组织和细胞培养技术已成为植物基因工程研究中不可缺少的手段。

利用植物细胞培养来生产药物和其他有重要经济价值的天然物质，由于细胞大量培养、固定化细胞等技术的发展，在近10年内受到了很大的重视，这在最近几次国际植物组织培养会议上的论文数目也可以反映出来。虽然已发现不少植物的培养细胞次生代谢产物含量比之活体植物中明显降低，在一些情况中也发现次生代谢产物含量有所提高或至少与整体植物中不相上下，例如紫草产生的紫草宁，培养细胞以干重计含量可达14%，而在完整植株中仅1.5%；又如黄连的小檗碱，培养细胞可达8%，在植株的药用部分根中仅2—3%。至今，在烟草和人参上已进行了20吨罐的培养试验。利用紫草培养细胞生产紫草宁，在日本已有商品出售。在一些植物的细胞培养中已发现形成若干新的化合物。有人认为植物的基因组反映了其进化史，有些基因在现在正常的植物中可能不表达，但在组织培养中可以表达，现在的问题是要寻找能使这些基因表达的条件。通过改变培养条件及培养基成分均可明显影响培养物的产量及有效成分的含量，例如在培养基中加入L-苯丙氨酸，即可使紫草细胞的紫草宁产量提高三倍以上。由于次生代谢产物通常在培养后期形成，所以使用二步法在后期改变培养液的成分也可有效提高产量。近年来，不少研究者也注意通过选择体细胞变异、理化诱变及利用细胞融合等技术培育高产细胞系；通过混合培养、添加真菌培养物等作为引发物（*elicitor*）或前体化合物，促进形成最终产物。利用发根农杆菌（*Agrobacterium rhizogenes*）诱导形成的发状根（*hairy roots*），已发现在多种植物中可以产生高含量的生物碱，并且不需加入外源激素维持生长，问题是尚需研究出一套适用于发状根大量培养的生产工艺。利用培养细胞来生产有用物质，目前它只能适于生产价格高、用量少、用化学合成或微生物基因工程尚无办法生产的产品，根据国际市场的情况，其价格应在1000—5000美元/公斤（如紫草宁，为4500美元/公斤）才有意义。此外，还存在如下一些问题尚待研究：（1）植物细胞生长缓慢，加倍时间约在20—40小时，培养细胞的大小比细菌大得多，且易于长成团，细胞壁脆易碎，造成工艺上的困难；（2）植物细胞系在培养中不稳定；（3）对高等植物的次生代谢及其调节在不少方面尚欠系统的研究。

除了以上所述的几个方面之外，值得一提的是在植物组织培养早期研究中发展起来的胚胎培养技术至今仍被广泛应用于克服由于胚乳发育不良或因胚与胚乳间的不亲和而使幼胚在早期败育的现象，从而获得杂种。未受精胚珠或子房培养的成功，又为进行离体授粉（或试管受精）的研究准备了必要的技术条件。后一技术为利用组织培养克服受精前的障碍提供了可能。另外，利用胚乳培养还可能获得三倍体植物。所以，这类技术至今在植物育种中仍具有重要的意义。

综上所述，植物组织和细胞培养在很大程度上克服了利用整体植物进行研究时所遇到的困难和局限性，使在近代生物学中发展起来的不少技术得以成功地用于高等植物，特别是一些重要农作物的改良。同时，由于培养细胞，特别是原生质体在导入外源遗传物质方面所表现出的明显优点，植物组织和细胞培养也已成为植物分子生物学和基因工程研究通向实践的重要纽带。而在植物组织培养的大量实践中所发现的新现象和问题又大大丰富了植物科学，尤其是关于植物细胞生长分化、形态建成、代谢调节、体细胞遗传变异等研究的内容。