

生物技术

生物医学工程学

膳食、营养与癌及其预防

当代能源—核电

新型金属材料

高分子新材料

机器人技术

微电子技术和新技术革命

激光技术的新进展

光纤通信的发展

高技术新技术讲座集锦

中国科学技术协会 学会部

上海市科学技术协会 编

王亚辉 等著

上海科学普及出版社

高技术新技术讲座集锦

中国科学技术协会 学会部

上海市科学技术协会 编

王亚辉 等著



上海科学普及出版社

责任编辑 邹庆功

高技术新技术讲座集锦

中国科学技术协会学会部 编 王亚辉等著
上海市科学技术协会

上海科学普及出版社出版发行

(上海曹杨路 500 号)

上海申光制版彩印厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.25 插页 4 字数 141,000

1988年 9 月第 1 版 1988年 9 月第 1 次印刷

印数 1—5200

ISBN7-5427-0161-4/N·5 定价: 3.90 元

王乃粒

前 言

本书是作者多年从事《中国文学史》课程的教学和研究的成果。

者的欢迎。现选其中的生物技术、生物医药工程学、核电、新型金属材料、机器人技术、微电子技术、激光、光纤通信等十讲报告讲稿，整理汇编成册，供广大科技工作者和各级干部以及广大读者参考，以进一步促进学术交流。敬请大家提出宝贵意见。

1988年9月

(本文作者系上海市科学技术协会副主席、副研究员)

目 录

王亚辉	生物技术——概况和展望·····	(1)
秦家楠	介绍生物医学工程学·····	(31)
徐达道	膳食、营养与癌及其预防·····	(43)
杜圣华	当代能源——核电·····	(55)
许嘉龙	新型金属材料·····	(97)
于同隐	高分子新材料·····	(117)
蒋厚宗	机器人技术·····	(137)
章宏睿	微电子技术和新技术革命·····	(159)
章志鸣	激光技术的新进展·····	(169)
张 煦	从信息时代的来临讲光纤通信的发展·····	(179)

生物技术——概况和展望

生物技术，亦称生物工程，是以生命科学为基础，利用生物体系（个体、组织、细胞、细胞器和基因）和工程原理来生产生物产品，培育新的生物品种，或提供社会服务的综合性科学技术。

从历史上看，广义的生物技术是和人类文明同样古老的。远在我国商周“青铜时代”，酿酒就很发达。各大博物馆内陈列的制作精美的酒器就是明证。近代，从德国化学家布希耐尔（Buchner）、法国科学家巴斯德（Pasteur）发现酶和发酵原理以来，随着生物化学的进步，逐渐出现发酵工程和生化工程。第一次大战期间，英国犹太科学家魏斯曼（Weizmann）利用发酵制取战时紧缺的甘油，生产炸药，为英国赢得战争做出了贡献。40年代抗生素的发现和进入大规模工业生产，解除了多种传染病对人类的威胁。然而，现代意义的生物技术却是70年代初期在分子生物学和细胞生物学基础上发展起来的一个崭新的高技术领域。由于重组DNA、细胞融合和杂交瘤等新技术的出现，以及动植物细胞大规模培养，核酸和蛋白质的分离、分析和合成等技术的进步，人们运用生命科学的这些最新成就，结合发酵和生化工程原理，生产生物产品和定向地改造生物品种，使生命科学的作用从“说明世界

进入到改造世界”。目前生物技术在世界范围内发展十分迅速，已在医药、食品、化工、能源、农业和环境保护等领域中得到广泛应用，并逐渐形成新兴产业。

生物技术之所以有如此诱人的前景，首先是由于生物资源的可再生性。其次，生物技术的反应一般能在常温常压下高效地进行，可以节约能源和资源，减少环境污染。应用生物技术通过新型的工程菌，可生产各种贵重产品，尤其重要的是能定向改造物种，创造高产、优质和抗逆的动、植物新品种，为农业增产开拓新的途径。当前人类面临的食物、能源、资源、环境和健康等重大问题的解决，都寄希望于生物技术的发展。同时，生物技术的发展必将对有关各行业的技术改造和产业结构以及社会经济发展产生深远影响。这就是为什么关心人类未来的人，从科学家、企业家到政治家，都以极大的热情关心生物技术的原因。

根据大多数学者的意见，现代生物技术的主要内容包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程四个方面，而其核心是基因工程和细胞工程。这里只着重讲这两个方面的问题。

一、生物技术兴起的科学背景和发展趋势

1. 从传统生物技术到现代生物技术

以基因工程和细胞工程为核心的现代生物技术是在分子生物学(主要是分子遗传学)和细胞生物学基础研究的成就上发展起来的。

分子遗传学真正的开端是1943年美国细菌学家艾弗里(Avery)在细菌上证实遗传物质是DNA。后来，1953年美国的沃森(Watson)和英国的克里克(Crick)提出DNA双螺旋

构造模型(图1—1)。继之,蛋白质生物合成中,遗传信息传递的“中心法则”(图1—2)以及遗传密码编码原理的发现,奠定了分子遗传学的理论基础。

基因工程在技术上的突破主要是由于70年代初期各种工具酶(DNA聚合酶、连接酶和限制性内切酶等)、载体(质粒等)的发现和DNA快速序列分析法以及DNA合成等技术的建立,为综合形成重组DNA技术创造了条件。1972年美国

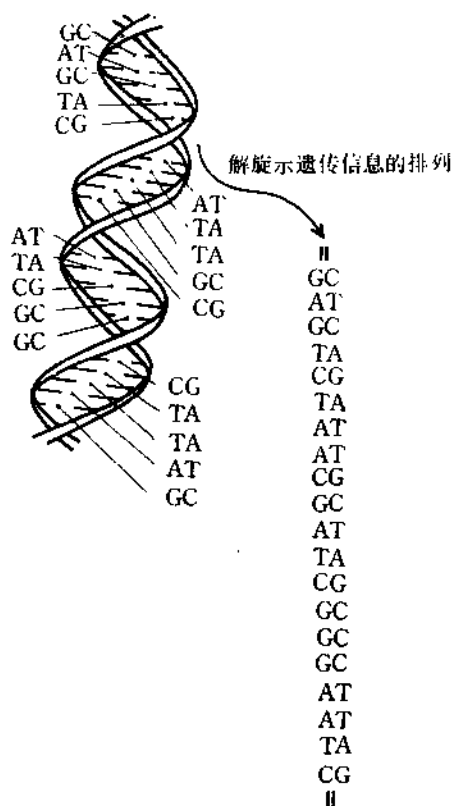


图 1—1 DNA 双螺旋构造模型

的斯坦福(Stanford)大学科学家应用限制性内切酶和DNA连接酶,首次实现了DNA重组。次年,又将外源基因插入质粒并导入大肠杆菌(E. coli)实现表达,提出了任何基因在细菌中克隆的可能性。1977年美国成立第一家基因工程公司,

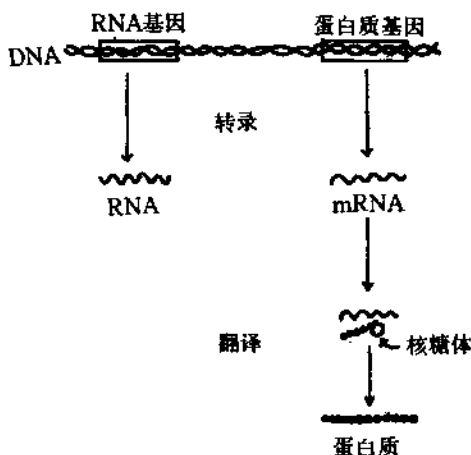


图 1—2 遗传信息传递的中心法则

一个基因是DNA分子的一部分，含有一个蛋白质或RNA分子构造的遗传密码。从DNA转录产生的信使核糖核酸分子(mRNA)在核糖体上翻译成蛋白质。

为新兴高技术产业崭露头角(表1—1)。

Genetech 公司，期望利用重组DNA技术制造贵重的药物。1978年用基因工程方法生产出第一个人激素——生长激素抑制素(Somatostatin)。1980年美国 Eli Lilly 药厂计划用基因工程技术进行人胰岛素工业生产，两年后获得成功，并以“Humulin”商品名称投入市场。1981年 Genetech第一次发行2亿美元的巨额股票，这标志着基因工程作

表 1—1 分子遗传学和基因工程发展史

1943	Avery 证明 DNA 是改变细菌遗传性的分子
1953	Watson 和 Crick 提出 DNA 双螺旋构造模型
1960	信使 RNA 的发现：蛋白质合成遗传控制的中心法则的确立
1965	传递细菌对抗生素抗性基因的“质粒”的发现
1966	全部遗传密码的确立
1970	第一个限制性内切酶的分离
1972	Stanford 大学应用限制性内切酶和 DNA 连接酶，初次实现DNA重组
1973	外源基因插入质粒并能导入 E.coli 表达，提出了任何基因在细菌中克隆的可能性。
1977	美国成立第一个基因工程公司 Genetech，以利用重组 DNA 技术制造贵重药物。

1977	DNA 顺序快速分析法的建立
1978	用 DNA 重组技术生产第一个人激素——生长激素抑制素
1980	计划用 DNA 重组技术对胰岛素进行工业生产
1981	Genetech 公司第一次发行超过两亿美元的股票
1981	用 DNA 探针针对人类遗传病——镰刀贫血病进行产前检查
1982	将大鼠生长激素基因注射到小鼠受精卵内, 得到体重两倍于正常小鼠的“超级小鼠”
1982	Eli Lilly 药厂用基因工程法生产人胰岛素成功并以“Humulin”商品名称进入市场
1982	外源基因导入烟草细胞, 在再生植株中表达, 并通过有性生殖遗传到后代
1982	人膀胱癌的癌基因的分离和克隆
1983	入噬菌体 DNA 全部顺序(48502 b.p.)发表。

总之, 从1973年体外重组质粒在细菌中繁殖成功以来, 十年期间基因工程在国际上得到飞跃发展, 内容涉及医药、食品、化工、能源、农业和环境保护等广泛领域, 并逐渐形成产业。从基础研究上的突破到转化为生产力, 短短十年间, 其发展之迅猛是科技史上前所未有的。

2. 分子生物学和基因工程发展的新趋势

基因工程是在基因水平进行的遗传操作。它的理论基础主要是分子遗传学以及核酸、蛋白质的结构和功能的知识, 因而它的发展也是随分子生物学的发展而发展的。分子遗传学过去的成就主要是在研究细菌、噬菌体等原核生物的基础上取得的。与此相应, 第一代基因工程是把外源基因导入细菌, 利用细菌发酵过程中快速繁殖来生产蛋白质产品。最具有代表性的例子是人胰岛素的生产(图1-3)。1978年Genetech 公司用化学合成的人胰岛素 A、B 链基因在大肠杆菌中表达成功以后, 1980 年转由 Eli Lilly 药厂进行中试, 并于 1982 年通过美国食品药物局检验。1983 年发展到一万加仑发酵罐生产

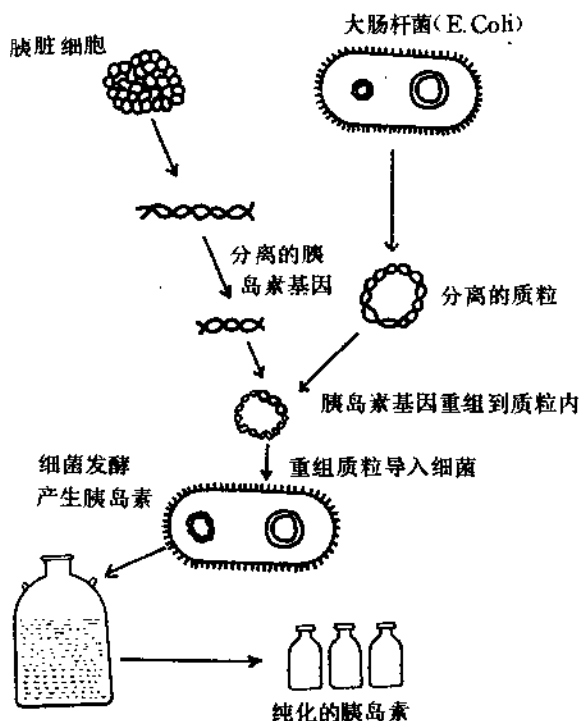


图 1—3 胰岛素基因工程示意图

从产生胰岛素的胰脏细胞分离胰岛素基因,或用化学合成基因,将胰岛素基因插入细菌质粒,再将重组的质粒导入细菌,经过发酵生产胰岛素。

规模并开始投入市场。目前用基因工程已经或即将进行商业化生产的产品有 α -、 β - 和 γ - 干扰素,人生长激素,牛生长激素,白细胞介素,组织血纤蛋白溶酶原激活因子(TPA),以及疫苗(如人乙型肝炎表面抗原疫苗、小猪腹泻疫苗)等十

余种。

当前分子遗传学的主要趋势是从原核生物（细菌、噬菌体）转到真核生物，探索高等动植物的基因组结构及其表达的调控。真核生物的遗传物质（DNA，染色体）的组成和结构十分复杂，结构基因在基因组中只占百万分之一，过去无法着手研究。应用重组DNA技术能把分离的基因转移到细菌中扩增，便可以得到微克甚至毫克水平的纯基因，这就为研究真核基因的结构和功能调控提供了条件。目前这方面已取得许多重大发现，正酝酿着向高层突破。

现已发现真核基因和基因组结构的最重要特点是：（1）真核生物结构基因是不连续的，被内含子分隔成许多片段。因此，基因转录后要经过复杂的剪接和加工过程才能形成有功能的mRNA（图1—4）。（2）真核生物基因组内存在重复顺序，其功能还不甚清楚。（3）真核基因组不是静止的，而是变动的。在发育过程中，基因可以移位重排（图1—5）。如B淋巴细胞分化过程中，免疫球蛋白基因的移位重排，以及某些寄

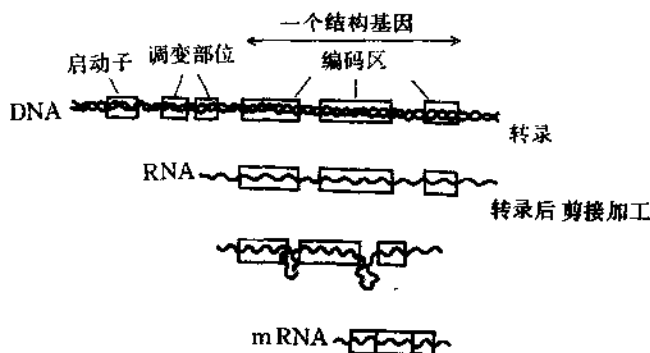
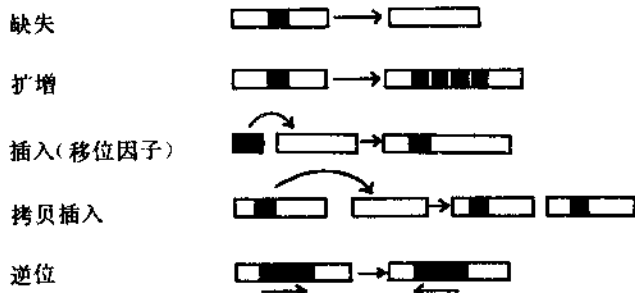
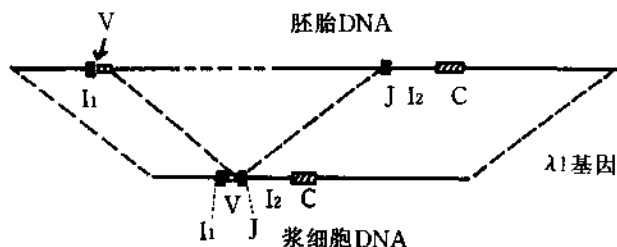


图 1—4



a)真核基因组处于动态



b)小鼠胚胎发育中免疫球蛋白V, J 基因移位重排

图 1—5

生虫(如锥虫)表面抗原基因的变化都是著名的例子。在基因移位重排中,转座子(Transposable elements)可能起重要的作用。1982年美国Carnegie胚胎学研究所的科学家用果蝇的一种转座子(P因子)作为“玫瑰色眼”(“Rosy”)基因的载体,注射到卵内时,便能把这一性状转移过去,并可一代一代遗传下去。这是在动物用基因工程方法能把一个形态上的性

状成功地转移到后代的第一个例子（图1—6）。1982年美国Brinster等把大鼠的生长激素基因注射到小鼠受精卵内，结果得到体重两倍于小鼠的“超级小鼠”并可遗传至后代（图1—7）。同年在高等植物上也取得突破，以Ti质粒为载体能将外源基因导入烟草细胞，由此再生的植株中表现了该导入基因的性状，并能通过有性生殖遗传到后代（图1—8）。此外，在实验

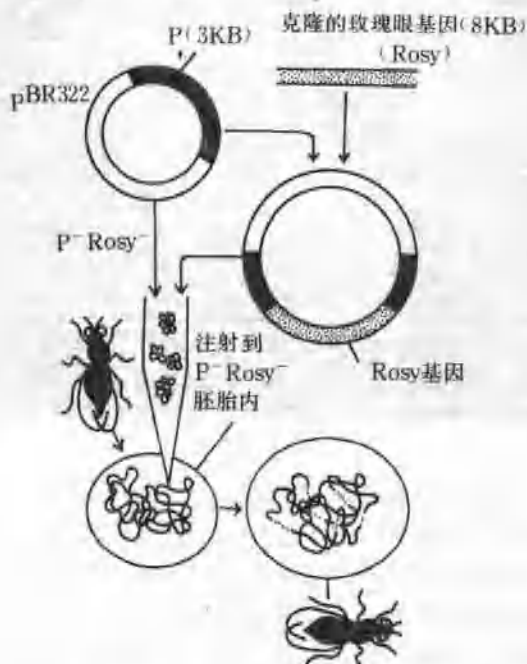


图1—6 果蝇遗传工程(用P因子介导)

玫瑰眼基因 (Rosy gene, 编码次黄嘌呤脱氢酶) 插入P因子后, 注射到P-Rosy 胚胎内。在有野生型P因子存在时, 能移位整合到染色体上并表达, 结果出现玫瑰眼。



图 1—7

动物上对几种遗传疾病成功地进行了基因治疗(图1—9)。这些实验结果开辟了将基因工程应用于高等动植物，人工创造具有优良性状的新物种，以及人类遗传病的基因治疗的可能性，立即引起了生物学、农学和医学以及许多大公司的广泛兴趣和关注，并成为当前基因工程研究的重要方向。

另一方面，核酸、蛋白质大分子结构与功能研究的成就也推动了基因工程的发展。应用蛋白质结构、构象计算、多肽和 DNA 合成以及定向点突变等方面的理论和技术，已有可能设计并制造具有改进特性的或全新的蛋白质，于是便出

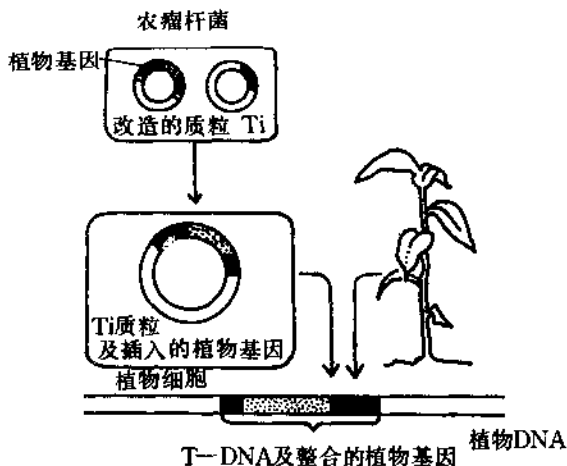


图 1—8

现了新一代的基因工程——蛋白质工程。

蛋白质工程是 80 年代初期发展起来的第二代基因工程。它根据蛋白质分子的三维结构、能力学和溶液构象研究提供的动态信息，以及蛋白质功能、作用机制的知识，借助计算机图像显示和辅助设计，提出分子的设计方案，再运用基因工程技术(DNA 合成、定向点突变等)，有目的地改变蛋白质分子结构，以获得有改进特性的或全新的蛋白质(图1—10)。应用这种方法有可能改变蛋白质的结构，改进其特性(如增加药物的选择性，提高疗效，降低毒性)；改进酶的性质(对底物的亲和性和专一性，最适温度和pH等)，提高酶的催化性能，甚至设计、制造全新的酶。显然，蛋白质工程具有极大的理论和应用的前景。

目前蛋白质工程在国际上还处于起步阶段，但已出现了一些初见成效的例子。如将 β -干扰素的Cys¹⁷改变为Ser，结果