

主编：刘以林

中华学生百科全书

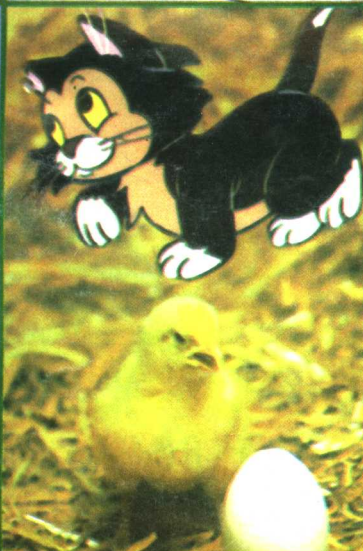
素质教育
必备的参考



ZHONG

HUA XUE SHENG
BAI KE QUAN SHU

生物工程



92
二

中华学生百科全书

生 物 工 程

总 主 编 刘 以 林
本 册 主 编 曾 丽

北京燕山出版社

京新登字 209 号

中华学生百科全书

刘以林 主编

北京燕山出版社出版发行

北京市东城区府学胡同 36 号 100007

新华书店经销

北京顺义康华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 250 印张 5408 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN7-5402-0491-5

印数:6000 册

定价:320.00 元(全 100 册)

《中华学生百科全书》编委会

主编 刘以林 北京组稿中心总编辑

编委	张 平	解放军总医院医学博士
	冯晓林	北京师范大学教育史学博士
	毕 诚	中央教育科学研究所生物化学博士
	于 浩	北京师范大学物理化学博士
	陶东风	北京师范大学文学博士
	胡世凯	哈佛大学法学院博士后
	杨 易	北京大学数学博士
	袁曙宏	北京大学法学博士
	祁述裕	北京大学文学博士
	章启群	北京大学哲学博士
	张同道	北京师范大学艺术美学博士
	赵 力	中央美术学院美术博士
	周泽旺	中国科学院生物化学博士

中华学生
百科全书

生 物 工 程

录

生物工程的世纪..... (1)

生命之光——基因工程

- 生命的奥秘..... (3)
- 科幻原理..... (5)
- 植物基因工程..... (7)
- 细菌的贡献 (10)
- 癌症克星 (12)

细胞工程

- 细胞工程的诞生 (15)
- 细胞融合 (17)
- 细胞核移植 (20)
- 美梦成真 (23)
- 试管牛羊的歌声 (25)

酒与发酵工程..... (28)

- 微生物的本领 (3)

人工蛋白质	(33)
氨基酸	(35)
消除“能源危机”	(37)
地球清洁工	(40)

酶工程

酶工程的诞生	(44)
酶工程的发展	(46)
酶工程的“心脏”——固定化技术	(49)
日常生活中的酶工程	(51)

生机勃勃的生物技术

食品的未来——蛋白质工程	(54)
生命延续——低温生物工程	(57)
声音的妙用	(58)
光与生物工程	(59)
新生电脑	(61)
小人国的福音	(63)
病毒的克星	(66)
生物导弹	(70)

未来的生物工程展望

生物工程的世纪

历经 36 亿年的进化、演变，当今地球上活动着约 200 万种生命。人们虽然每天一睁眼就能看得见许多“生命”在成长、发展，但是，生命的本质是什么？生命的起源又是怎样的？这对于人们来说仍然是个谜。

究竟用什么手段才能掀开罩在“生命”头上这层神秘的面纱，最终揭示生命的奥秘呢？人们寄希望于生物工程。生物工程被称为现代高科技领域中改造生命和创造新生命的科学。它是直接或间接利用生物体的机能生产物质的技术，是以基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程为主体的生物高技术，已被当今世界作为科学技术活动和发展社会经济极为活跃和最有前途的高新技术之一。它不是仅仅局限于实验室的科学。它要用一种崭新的工业体系来模拟生命过程。

生物工程就是“生命的科学”，它直接地切入生命的奥秘之中，揭示着许多本质性的生命规律。

生物工程是生物学和工程学完美结合的一种复杂工程，它将生物学、化学、医药学、计算机科学、环境工程学等融为一体。它的发展将逐步解决粮食紧缺、能源匮乏、疾病猖獗、环境污染等世界四大难题，极大程度地改变世界，造福人类。

生物工程是本世纪的宠儿。但是，在中国的杜康和西方的巴科斯开始酿造酒液的远古时代，酒的发酵过程可以说就

是生物工程产生的摇篮。1929年，抗生素（例如青霉素）被发现及随后的大规模生产，引起了发酵技术的登峰造极，这一古老的技术奇迹般地挽救了成千上万人的生命。70年代，基因工程、细胞工程应运而生。基因重组技术的突破，给传统生物学工业带来了全新观点，揭开了生物工程的序幕，标志着人类已经从认识、利用生物的时代，跨进了改造和创造生物的新时代。可以说，基因工程是生命科学过程中的一次飞跃。科学家们预测，未来的21世纪，更是一个以生命科学为基础的生物工程的世纪。

随着生物工程的不断向前发展，一场人才竞争之战也已悄无声息地进行着。科技的竞争最终是人才的竞争，网罗最优秀的人才已成为各国政府乃至生物工程企业的紧迫任务。全美国有着一支10万人的生物工程专业研究队伍；日本从事生物技术的科研人员达7万多人，约占日本科研人员的1/5，而且30岁左右的年轻人是主力军；我国生物工程方面的研究已列入国家重点攻关项目，并已从整体和细胞水平进入了亚细胞和分子水平，逐渐形成了分子学、细胞生物学和神经生物学三大分支及相应的技术。我国在生物大分子的结构、合成、功能研究中，不仅建设起了研究基地，也取得了多项具有国际先进水平的重大研究成果，并涌现了一批优秀人才。这些充分显示出我国在生物大分子开拓性研究中，有自立于世界之林的能力。

探索生命的奥秘必定要与生物工程的进展同步。可以设想，未来谁能运用生物计算机设计组装生命，谁就将成为掀开生命奥秘的功臣。青少年朋友们，努力学习、努力探索吧，也许这“幸运者”就在你们中间！

生命之光——基因工程

生命的奥秘

“龙生龙，凤生凤，老鼠生娃钻壁洞”，“种瓜得瓜，种豆得豆”，这些都是遗传。

生物为什么会遗传？拿人来说，最初仅仅是父亲的一个精细胞和母亲的一个卵细胞，结合在一起，一步一步就发育成了胚胎、婴孩，发育成了儿童、成人。下一代和上一代之间的物质联系仅仅是两个细胞。那么一丁点儿的物质联系就足以确定下一代是人而不是其他什么动物，足以确定下一代在外貌、体质等方面酷肖父母。多少年来，人们一方面赞美大自然的神奇造化，一方面苦苦思考：生物遗传的物质基础到底是什么？

进入 20 世纪中叶，一批批科学家在遗传学领域里的辛勤耕耘有了收获，这个问题的答案开始清晰起来，生物的遗传物质是 DNA。DNA 的正式名称叫脱氧核糖核酸，它隐藏在染色体内。染色体是细胞核的主要成分（低等的原核细胞例外），而 DNA 则是染色体的核心部分，是染色体的灵魂。

DNA 直接控制着细胞内的蛋白质合成，细胞内的蛋白质合成与细胞的发育、分裂息息相关。细胞如何发育、如何分裂决定着生物的形态、结构、习性、寿命……这些统称为遗

传性状。DNA 就通过这样的途径来控制生物的遗传。当然，这是简略的说法。

远在发现 DNA 之前，一些生物学家推测生物细胞内应该存在着控制遗传的微粒，并把它定名为基因。现在人们清楚了，基因确实存在着。一个基因就是 DNA 的一个片段，是 DNA 的一个特定部分。一个基因往往控制着生物的一个遗传性状。比如，头发是黄还是黑，眼睛是大还是小，等等。准确地说，一个遗传性状可以由多个基因共同控制，一个基因可以与多个遗传性状有关。

低等生物噬菌体的 DNA 总共才有 3 个基因，大肠杆菌大约有 3000 个基因，而人体一个细胞的 DNA 中有大约 10 万个基因。

搞清楚 DNA 的结构颇费周折。

DNA 是由 4 种核苷酸联结而成的长链。这 4 种核苷酸相互之间如何联结，这条长链折叠成什么样的立体形状，这两个问题在本世纪 40 年代曾难倒了许许多多有志于此的研究者。终于，在 1954 年，两位美国科学家找到了正确的答案，建立了令人信服的模型——DNA 是由两条核苷酸链平行地围绕同一个轴盘曲而成的双螺旋结构，很像是一把扭曲的梯子。两条长链上的核苷酸彼此间一一结成对子，紧紧连结。螺旋体每盘旋一周有 10 对核苷酸之多，而一个基因大约有 3000 对核苷酸。

DNA 双螺旋结构的发现是生命科学史上一件划时代的大事。它对生物的遗传规律提供了准确、完善的解释，是人们揭开遗传之谜的钥匙。那两位科学家——华生和克里克，因此而获得了诺贝尔奖。

科幻原理

一个老板在一家基因公司的帮助下布置了一所“侏罗纪公园”，在公园里展出的居然是 10 多种侏罗纪的爬行动物——恐龙。这些活生生的恐龙是从哪里来的呢？是基因公司的专家们运用基因工程的力量创造出来的。他们从恐龙蛋的化石里取得了尚有活力的一部分基因，又从某种琥珀里取得了一部分恐龙基因。因为琥珀是古代昆虫化石，而这种琥珀里的昆虫是以吸食恐龙血液为生的。他们通过电脑把这些基因组合在一起，再补充了一部分现代爬行动物（如蛇、蜥蜴、龟之类）的基因，然后放入爬行动物的受精卵中，培养成恐龙的胚胎，孵化出了恐龙。这所侏罗纪公园当然是极富吸引力的。然而不久就发生了悲剧：这些恐龙突破了防护设施，四处乱窜，伤害游客。于是出现了一幕幕或恐龙追人，或人追恐龙的惊险场面……

当然，这些情节都是虚构的，这是一部科幻电影。

这样一个引人入胜的故事，最有趣的便是那充满神奇力量的基因工程。而基因工程确实已经在现代生活中创造出一个又一个奇迹。

基因工程，又叫遗传工程，是生物工程的核心。它的功能是通过改换生物的基因，使生物的遗传性状得到改变，产生符合人们需要的面目一新的新生物。改换基因的工作称为基因重组，或者叫 DNA 重组，意思就是对 DNA 重新进行组合。既然生物的所有性状都是由一定的基因控制的，那么，我们根据需要可以设法在生物的 DNA 中增添、减少或改变某

个基因，也就是一小段 DNA，就会使生物的性状发生符合我们意愿的变化，甚至成为一种新的生物种类。这就是基因工程的基本原理。

原理是简洁明了的，做起来可就是万分艰难了。如果我们要在某个生物细胞的 DNA 里加进一个另一种生物的基因，就要完成以下几个步骤：

1. 在另一种生物的 DNA 上找到那个所需的基因，并准确地切下它来。

2. 选一种作为运输工具的载体，把切下的基因连接到载体的 DNA 上，通过载体带入生物细胞。如果这个生物细胞比较大，还有可能直接以注射的方式使切下的基因进入生物细胞。

3. 在许多动过这种手术的细胞中筛选出确实已经接受外来基因的细胞。

用来切取基因的，往往是某种酶（一种特殊的蛋白质）；用来担任载体的，往往是质粒、噬菌体等有生命的小颗粒。这些都是以纳米（ 10^{-9} 米）为长度单位的小不点儿，操作的难度可想而知。再拿筛选来说，细胞接受外来基因意味着表现出这个基因的功能，确定这一点需要精细的鉴别，而这种细胞往往只占动过手术的细胞的百分之几。

加进去一个基因已经是千难万难了，要随心所欲地将基因排列组合，组成一个完整的 DNA，并让它表现出功能，当然就更难了。到目前为止，像《侏罗纪公园》里那家基因公司所完成的工作，还是不可能实现的。复活恐龙还是很难想象的事。

然而，基因工程已经实现了许多在常人看来是很难想象

的事。

你能想象老鼠长得像狗一样大吗？

1982年，美国的两位基因工程学者把大白鼠的生长激素基因转移到小白鼠的受精卵中，结果，培育出的小白鼠比普通的大两倍半。接着，台湾的学者进行了类似的工作，培育出了像狗那么大的老鼠。

按照这个思路，把一些高大动物（如大象、牛等）的生长激素基因转移到家畜的受精卵中，就可能培育出体重比原来重几倍的家畜来。美国一位学者宣称，这项工作已经“没有不可逾越的障碍”。

进入80年代后期，基因工程的喜讯联翩而至：通过改换基因，培植出了耐碱的水稻、高蛋白质的水稻、高产的棉花、抗病害的烟草，用改造过的大肠杆菌、酵母菌生产珍贵药物，开采石油，冶炼金属，等等。

有的喜讯特别令人开怀：澳大利亚一家生物技术公司把蓝色花卉细胞中的蓝色调基因分离出来，转移到玫瑰的植株细胞内，获得了蓝色的玫瑰花。他们还打算培育黑玫瑰、黑郁金香等等。

有人说，基因工程几乎无所不能，它就像20世纪的造物主，使一批又一批面目全新的生物从实验室走向社会、走向自然，最终将造就新的社会、新的自然界。

植物基因工程

俗话说，“懒人种豆”。因为大家都知道，豆类作物不需要施肥，种下后几乎可以坐等收获，是一种“懒人庄稼”。

豆类作物为什么不需要施肥呢？是因为它的根部会与土壤中的根瘤菌结合而形成根瘤，而根瘤菌会把空气中的氮元素转变成植物能直接利用的形式，源源不断地供给植物。这也就是说，每一棵豆科植物都拥有一座小型的氮肥厂，自给自足，绰绰有余。土壤中根瘤菌到处都有，独有豆科植物对它有吸引力。这是因为豆科植物有一种固氮基因，这种基因到根部发育到一定阶段就会起作用，向土壤中的根瘤发出信号，欢迎它们来作客、“定居”。

当基因工程方兴未艾之时，一个极其动人的主意很自然地跳了出来：如果把豆科作物的固氮基因转移给水稻、小麦、棉花，那该多好！不要说省去了成亿吨的化肥，也不要说省去了施肥的大量劳力，就对于改善土壤结构、保护生态环境来说，这也是功德无量的好事。

所以，在整个植物基因工程中，固氮基因的转移成了王冠上的明珠。许多学者孜孜不倦地进行着研究，希望早日攻下这座堡垒。让我们来看看植物基因工程的进展。

植物基因工程有多种方式，如杂交育种、细胞融合、DNA重组等等。其中，最复杂也最先进的当属DNA重组。由于植物基因工程的对象都是结构和遗传规律比较复杂的高等植物，而且植物细胞有比较坚实的细胞壁，所以，要将外来的基因导入植物细胞要比导入微生物和动物细胞困难得多。寻找一种合适的载体，是这一技术的关键。

70年代，两位比利时人在这个关键问题上取得了突破。他们发现了一种大颗粒质粒——Ti质粒，这种质粒能顺利地进入植物细胞的核内，把自己所带的DNA片段“硬塞”给植物的DNA。Ti质粒的“娘家”是一种根瘤土壤杆菌，所以它

把 DNA 片段硬塞给植物后，植物就会生癌。这可是会致命的癌，不是豆科植物的那种根瘤。从这一点来说，Ti 质粒是个坏种。可是它具有携带、硬塞 DNA 片段的通天本领，科学家就请它来当运输大队长，带上特定的 DNA 片段，进入特定的植物细胞。试验下来，居然一切顺利。

从事 Ti 质粒研究的科学家越来越多，而 Ti 质粒立下的功劳也越来越多。由它带进植物细胞并得到表达的基因已有数十种。这中间有其他植物的基因，也有微生物的基因、动物基因，甚至还有人的基因——人的生长基因，真是有点不可思议！

除了 Ti 质粒，人们还找到了其他的载体，如某些病毒；还采取了其他手段，如微量注射。所以，植物基因工程至今已是硕果累累。我们随手可以捡出几个例子：

接受了细菌的杀虫毒素基因的烟草——这种烟草不怕虫咬了；

导入了抗枯萎基因的棉花——这种棉花不会得枯萎病了；

接受了抗除草剂基因的水稻——在这种水稻的田块里可以放心施用除草剂了；

导入了大豆、玉米的蛋白质基因的水稻、小麦——它们的蛋白质含量比同类高出一大截。

非常可惜的是，将豆科植物的固氮基因转移给重要经济作物的研究，尚未有重大进展。科学家们通过 DNA 重组，已经使大肠杆菌也具备了像根瘤菌那样的固氮能力。然而，要使稻麦、棉花接受固氮基因长出根瘤，至今仍困难重重。

不过，既然植物基因工程已经取得了那么多丰硕成果，既

然已经明确固氮基因转移是植物基因工程的辉煌目标，既然已经有许多科学家在为实现这一辉煌目标而奋斗，我们有理由相信，不需要施肥的稻、麦、棉花，总有一天会在地球上出现，在地球上推广。

细菌的贡献

80年代初，美国最高法院接到了一份不同寻常的诉讼状，其内容令法官们颇感棘手。

原告美国通用电力公司是一家著名的企业，被告专利局则是政府机构。诉讼的缘由是：通用电力公司用基因工程研制出一种细菌，这种细菌胃口奇大，能高速度清除海面石油污染，有较高的利用价值。通用电力公司为这种细菌向专利局申请专利。专利局认为这种细菌只是一种生物，没什么专利可言，从来没有这方面的先例。通用电力公司则据理力争，说这种细菌是经过DNA重组后培养出来的基因工程菌，是一种彻头彻尾的新菌种，其商品价值应该获得专利保护，不容许别家企业随意使用。双方各执一词，相持不下，最终官司打到了最高法院。

这场官司折腾了一年之久，最后以有利于原告的裁决告终。社会各界人士对这场官司的关注倒不在于谁家胜诉，因为官司本身的内容是意义深远的。它使人们确确实实地感受到，基因工程菌在各个生产领域都有用武之地，几乎无所不能。基因工程将对传统的生产方式、传统的工艺流程和传统的思想观念发起铺天盖地的冲击。

拿石油开采来说，以前油井开采到一定程度就要报废，成

为废井，废井里倒不是没有原油了，而是剩下的原油含蜡比较多，很粘稠，不容易开采。针对这种情况，美国科学家研制出一种喜欢“吃”蜡的基因工程菌。把这种工程菌投放到废井里，它们就像“老鼠跳进米缸”一样，欢天喜地，一边大量吃蜡，把蜡分解掉；一边高速繁殖后代，前仆后继地完成吃蜡的任务。要不了多长时间，剩下的原油就变稀了，容易开采了。这样，“废井”获得了新生，又会奉献出一批原油。这种基因工程菌不仅研制成了，而且已经大量投入生产，每年都能创造出很可观的经济效益。

在冶炼工业方面，基因工程菌的表演令人欢欣鼓舞。

传统的冶炼工业有两种生产方式，一种是物理型的——高温熔炼；一种是化学型的——用药剂浸泡后提取。从80年代起，出现了一种生物型的冶炼方式，那就是细菌冶炼。大自然中存在着一些喜欢“吃”金属的细菌。例如，一种氧化亚铁硫杆菌就特别喜欢吃硫化物矿石，这些矿石的主要成份是硫和金属（包括铁、铜、锌等）的化合物。这种细菌把矿石小颗粒吃下肚以后会进行分解，硫被排出体外，金属则留在体内。这样，进行细菌冶炼就是十分简单的事：把矿石放到细菌培养液里浸着，过一段时间收集细菌的尸体，略加处理就能得到纯度很高的金属了。像氧化亚铁硫杆菌那样喜欢吃金属的菌种为数不少，食性也多种多样，喜欢吃金的、吃铀的、吃镉的……各有所好。细菌冶炼的成本较低，原料利用率较高，产生的有毒废物很少，是一种很有潜力的冶炼方式。

然而，大自然中这些喜欢吃金属的细菌，不同程度地存在一些缺陷，繁殖较慢、适应环境的能力较差等等。单靠它