

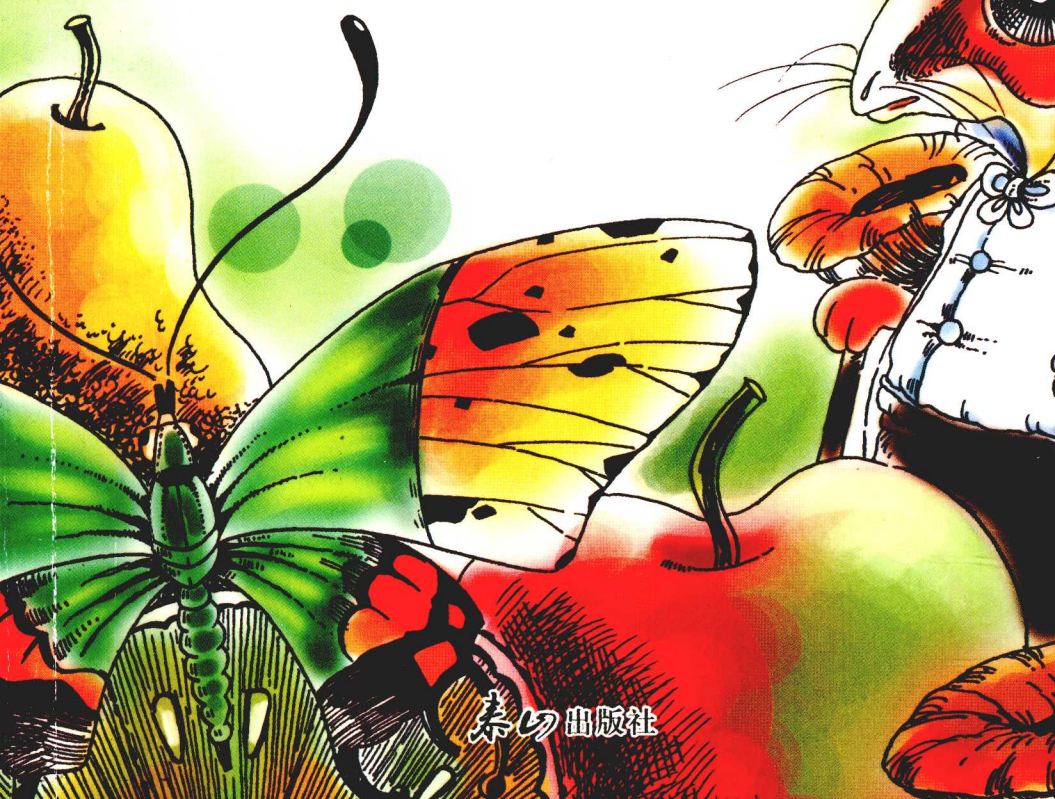
YANJIUSHENGWUDE
JIYIN
SHENGWUGONGCHENGDEGUSHI

第一推动力
·
发明创造的故事

研究生物的基因

——生物工程的故事

主 编 ● 陈芳烈



秦岭出版社

YANJIUSHENGWUDE
JIYIN
SHENGWUGONGCHENGDEGUSHI

第一推动力
·
发明创造的故事

研究生物的基因

——生物工程的故事



主 编	◎	陈芳烈
副主 编	◎	乐嘉龙
	◎	郭仁松
编 著	◎	申琳
	◎	申吉萍
	◎	生吉俐
	◎	生小玲

泰山出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

研究生物的基因：生物工程的故事 / 陈芳烈主编. — 济南：泰山出版社，2009. 4

(第一推动力·发明创造的故事)

ISBN 978 - 7 - 80634 - 058 - 5

I. 研… II. 陈… III. 生物工程—普及读物 IV. Q81 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 002755 号

主 编 陈芳烈
责任编辑 于景明
装帧设计 路渊源
封面插图 王洪彦
内文插图 张 超

研究生物的基因

——生物工程的故事

出 版 泰山出版社

社 址 济南市马鞍山路 58 号 邮编 250002

电 话 总编室(0531)82023466

发行部(0531)82025510 82020455

网 址 www.tscbs.com

电子信箱 tscbs@sohu.com

发 行 新华书店经销

印 刷 荣成三星印刷有限公司

规 格 150 × 228mm

印 张 7.25

字 数 78 千字

版 次 2009 年 4 月第 1 版

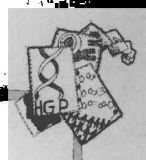
印 次 2009 年 4 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978 - 7 - 80634 - 058 - 5

定 价 8.50 元

著作权所有·请勿擅自用本书制作各类出版物·违者必究

如有印装质量问题·请与泰山出版社发行部调换



前 言

在刚刚过去的 100 多年的时间里，人类创造了前所未有的物质文明，取得了无数具有划时代意义的重大科学技术成果。在基础科学领域，相对论的建立，超导现象的发现，以及试管婴儿、克隆羊的降生等等，都为人类认识自然、征服自然作出了重大贡献。在技术科学领域，计算机的诞生，电视、录像技术的发明等，都把人类推向一个崭新的信息化时代；人造卫星的升空，宇宙飞船的上天，以及对月球、火星等的成功探测，都是人类离开地球到宇宙空间寻觅知音的伟大壮举；原子弹、氢弹、隐身武器等的问世，大大增强了现代武器的威力，电子战、数字化战争更是一扫旧战场硝烟弥漫的陈迹；塑料、合成纤维的发明，智能大厦、高速列车等的崛起，使人类衣食住行的条件大大改善……

回顾这些科学技术的历史，我们不难发现，在许多重大科学发明的背后，都留下了众多科学巨人感人的事迹，以及与这些创造发明有关的动人的故事。我们这套丛书正是试图从这样一个侧面，用故事的形式来让人们领略科学的辉煌。我们希望，读者在兴趣盎然的阅读中不仅能获得科学技术知识，还能从中得到启



迪，受到鼓舞，并进而悟出一些科学的哲理。

当然，在这100多年里，创造发明多若繁星，这套丛书是很难把它说尽道绝的。在这里，我们只选择了一些与青少年学习、生活比较贴近而又有趣味的题材，把它写成故事，编纂成册，以飨读者。

许多科学家和未来学家预言，21世纪人类不仅将完成20世纪未竟的事业，解决诸如攻克癌症等一系列科学难题，实现人类梦寐以求的到外星世界去旅行等种种夙愿，而且，还将取得一些今天人们所意想不到的重大突破。无疑，这将把人类社会的文明推向一个新的高度。

我们希望，这套丛书能成为青少年读者的朋友，伴随着你们探索知识的奥秘，激励你们去攀登新的科学技术高峰，去创造世界和中国的美好明天。如果真能这样，我们将感到无比的欣慰。

编 者

2009年3月

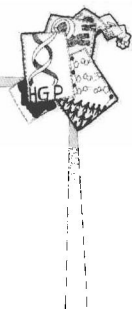


目 录

遗传的奥秘	/ 1
基因工程	/ 5
细胞工程	/ 9
酶工程	/ 13
发酵工程	/ 17
蛋白质工程	/ 21
生物计算机	/ 25
新兴的空间生物技术	/ 29
每天可产百万元牛奶的奶牛	/ 32
新型“动物制药厂”	/ 35
特种“医病鼠”	/ 38
一年可繁殖 150 头牛犊的种牛	/ 41



不加糖的甜猪肉	/ 45
不生病虫的棉花	/ 48
四季常绿的小草	/ 52
不用施肥的“懒庄稼”	/ 56
植物“试管婴儿”	/ 59
喜爱音乐的植物	/ 63
“阉割”植物	/ 67
微生物的奉献——单细胞蛋白	/ 69
细菌与蚊子的较量	/ 74
神奇的隐生生物	/ 77
绿色能源——生物燃料	/ 80
拯救地球的有效微生物	/ 83
宏伟的全球“人类基因组计划”	/ 87
prion 病与疯牛病	/ 91
减肥基因与“瘦蛋白”	/ 95
寿命的“性别差异”解说	/ 97
生命的寻觅与“生物圈2号”	/ 101
征服宇宙与“未来人”	/ 105



遗传的奥秘

人们常说：“种瓜得瓜，种豆得豆。”这是在讲生物的遗传特性。为什么孩子的长相像他的父母？为什么只有种“豆”才能得“豆”，他们是怎样一代代遗传的呢？这一直是科学家们艰苦探索的课题。

早在 19 世纪 60 年代，奥地利著名生物学家孟德尔，就发表了关于遗传的法则和遗传因子（后来被称为“基因”）的论述。他通过著名的豌豆实验指出，控制豌豆各种异常形状的遗传物质是呈颗粒状、成对存在的因子。但遗憾的是，他的学说在当时并未引起人们的重视。直到孟德尔去世 26 年之后的 20 世纪初，人们才知道了生物的遗传规律，才重新认识到孟德尔遗传学说的伟大和他对生命科学的巨大贡献。但真正揭示遗传奥秘，还是近几十年的事。

1928 年，美国科学家格里菲斯用一种荚膜毒性强的肺炎球菌和一种毒性弱的肺炎双球菌在老鼠上做实验。发现无荚膜菌可以长出蛋白质的荚膜，变成了有荚膜的菌，而其中的核酸就是已被高温杀死的有荚膜的核酸。在加热中，有荚膜的核酸并没有被破坏。这一实验结果，引起了人们对核酸的高度重视。



1944 年，加拿大的爱威瑞也完成了两种肺炎双球菌的转化实验，证实了脱氧核糖核酸（DNA）是遗传物质。同期的美国细菌学家艾弗里，也证明了有荚膜菌向无荚膜菌提供的就是遗传物质是 DNA。以后，人们又进一步做了许多实验，最能说明 DNA 是遗传物质的实验，是噬菌体浸染细菌的实验。

噬菌体是以细菌细胞为寄主的一种低等微生物。它外形有球形、棒形、扁盘形等多种，但其内部结构非常简单。只含 DNA。实验中的噬菌体病毒，外形像小蝌蚪，它的外部是蛋白质组成的头膜和尾鞘，头膜内含有 DNA，尾鞘上有尾丝、基片和小钩。当这种噬菌体浸染细菌时先把尾部末端扎在细菌的细胞膜上，然后将噬菌体内的 DNA 全部注入到细菌细胞中，留在细菌外面的噬菌体外壳就没什么作用了。进入细菌细胞内部的噬菌体 DNA，利用细菌细胞的营养物质，迅速复制噬菌的 DNA，并在其外合成蛋白质，这样许多与原噬菌体大小形状一样的新的噬菌体便被复制出来。当细菌细胞解体后，这些噬菌体被释放出来，再去浸染其他的细菌细胞。这个实验充分证实了，噬菌体的遗传繁殖是通过它体内 DNA 进行的，证明了 DNA 是生物的遗传物质。

1945 年，阿斯伯利用 X 射线技术，发现 DNA 分子中嘌呤和嘧啶两个碱基之间的间隔为 3.4 埃（1 埃 = 10^{-10} 米），并且发现这两个碱基与 DNA 分子的长轴呈垂直状态。这一发现，从分子水平上揭示了 DNA 的结构。

1953 年，美国遗传学博士詹姆斯·沃森和英国剑桥大学的物理学家弗朗西斯·克里克共同研究，提出了双螺旋结构模型，DNA 阐述了进行有序功能活动的规律，从而揭示了 DNA 的分子结构及其遗传功能奥秘，开辟了生命科学研究的新纪元。沃森和克里克也因此获得了 1962 年的诺贝尔奖。

DNA 分子由四种脱氧核苷酸组成，每种脱氧核苷酸含有一种



含氮碱基，它们分别是腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胞嘧啶（C）和胸腺嘧啶（T）。在 DNA 中，碱基配对结合，即腺嘌呤（A）只能与胸腺嘧啶（T）相互配对，鸟嘌呤（G）只能与胞嘧啶（C）相互配对。由于核苷酸的数量及碱基对的排列顺序不同，导致了生物种类的千差万别。一只小白鼠 DNA 大约有 1.2 万个核苷酸对组成，它的碱基对可能有 4 的 12000 次方种排列方式。而人类的 DNA 大约有 30 亿个核苷酸对，你可以想象它有多少种排列方式。也正是由于 DNA 的千差万别才会有各种生物各不相同的遗传性状和生理功能，才会有五彩缤纷、绚丽多彩的生命世界。

DNA 能进行自我复制，DNA 控制着细胞内蛋白质的合成。DNA 分子中能控制某种性状的遗传单位，称为“遗传基因”，它是 DNA 分子中的一个片段。一个 DNA 分子上具有若干个“基因”，每个基因大约有 1000 个碱基对长短，一个基因能够控制生物体的一个性状。基因控制着生物性状的代代相传，基因的重组导致生物性状的变化。人工合成基因，可使生物的某些性状，按照人类的设想定向发展。

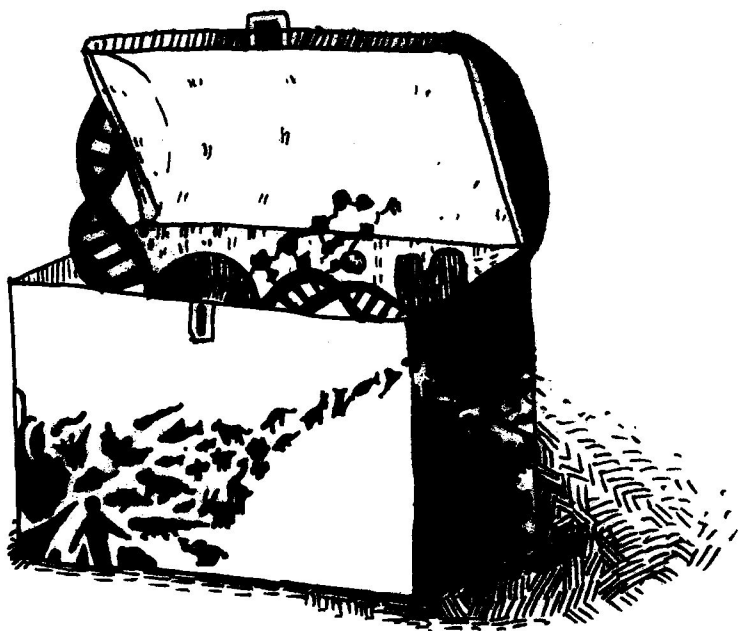
1951 年，美国遗传学家巴巴拉女士，发表了关于基因的“跃迁”学说。她的研究发现，排列在染色体上的成串基因，是以不规则方式在不停地运动着，其位置不是固定不变，而是可以变换的；不仅如此，基因还可以从一个细胞跃迁到另一个细胞，创立了“可动基因理论”，这大大丰富了经典遗传理论。但她的发现起初并未被大多数人认识，她没有失望与悲观，顶着巨大压力潜心研究，直到 20 世纪 60 年代才被科学界公认，并于 1983 年获得诺贝尔奖。

1990 年，中国的白春礼等人利用我国制造的扫描隧道显微镜，首次观察到变性噬菌体 DNA 的一种新结构——三链辫状缠绕结构。这一重大发现引起人们对 DNA 结构更深入研究的兴趣，

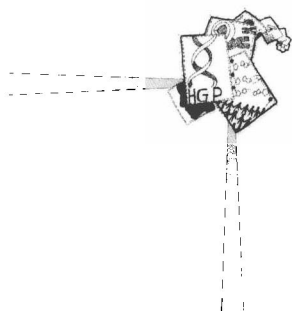


为进一步探索生物遗传的奥秘开辟了一条新的思路。

遗传基因传递着遗传信息，控制着细胞内蛋白质的合成，而细胞内蛋白质的合成与细胞的发育、分裂、生长息息相关。细胞的生长、发育、组合决定着生物的形态、结构、习性、寿命、生活规律……DNA 和遗传基因就是通过这样的途径来控制生物遗传的。但是，到目前为止，人们对生物遗传的具体细节还没有完全掌握，对生命的本质和奥秘只是部分了解，许多更加深入的探索和研究仍在继续进得。研究遗传的奥秘，揭示生命的本质，仍是人们不断探索的重大课题。



各种生物基因的奥秘“宝箱”



基因工程

基因工程是20世纪70年代创立的一种定向改造生物的新兴科学。它是指在分子水平上，在生物体外，用人工方法将甲种生物的遗传物质“剪切”，与乙种生物的遗传物质拼接，重新组成一体，实现对生物基因的改造和重新组合，产生出人类需要的基因产物。

1973年，美国科学家科恩等人，首次将两种不同的DNA分子进行体外重组，并在大肠杆菌中实现了表达，宣告了遗传物质的诞生。从此，“基因工程”等现代生物技术蓬勃发展。

基因工程的“工序”繁杂。

第一步，制备需要的基因，即目的基因。目的基因是人们所需要的某些DNA分子片段，它含有一种或多种遗传信息的整套遗传密码。目前常用的制备目的基因的方法有，弹枪法、分子杂交法、超速离心法、噬菌体摄取法、反录酶法、人工合成法。取得目的基因后，可采用聚合酶反应（PCR）技术，使目的基因片段成千上万倍的扩增。

第二步，体外重组DNA。选择目的基因所适合的基因运载工具，又称基因载体，用限制性内切酶在特定的切点，把载体DNA



分子切开，再用 DNA 连接酶把目的基因与载体 DNA 在切断处连接起来，形成一个完整的 DNA “杂合子”。

第三步，基因转移。即将重组的 DNA 杂合子，向选定的生物受体细胞中转移，让重组 DNA 杂合子在受体细胞中复制、转录、翻译，实现表达。

第四步，筛选。一般引入受体的杂合子，常常只有极少部分能实现复制和表达，必须再进行细致的筛选工作，把已经转化了的和没有转化的细胞区分开来。已经转化了的受体细胞的 DNA 分子中含有目的基因，能够实现我们改造生物的目的。

事实上，基因工程的每一步都是非常复杂而繁琐的。DNA 是十分复杂的生物高分子，正常情况下，自身扭盘成复杂的立体结构，而且经常发生变化，要想分析破译其碱基密码，进行定向剪切、重组是十分困难的。直到 1970 年，科学家们发现了限制性核酸内切酶之后，才使这项工作发展起来。

限制性内切酶，是从原核生物中发现的一种专一性内切酶，它可以在 DNA 分子的特定位置“切割”开。目前，已发现 400 多种限制性内切酶。限制性内切酶的发现，对基因工程的实施和 DNA 排列顺序的分析研究具有重要意义。

20 世纪 80 年代中期，日本开始用核酸内切酶和超声波，进行 DNA 分子的切割，可以将 DNA 分子链，切割成只含 600 ~ 700 个核苷酸对的小片段。20 世纪 80 年代后期，日本又发明了精密化学分析机器人，可以利用计算机来控制 DNA 分子分析中从化学段列到分离干燥，大约 200 个工序的自动化操作。1991 年，美国橡树岭国立实验室研究人员介绍了一种叫 GRAIL 的人工智能设备，在分析 500 万个 DNA 的基质后，能很快测定出 90% 的核苷酸顺序。1992 年，日本理化研究所首次成功应用破译遗传信息的自动分析系统。这个系统能够自动重复运转，对



所谓的“选择”、“伸长反应”、“确定排列”三种主要程序作出综合分析，每天可以自动测定出 10 万个碱基对。在这套系统中装置着三台不间断工作的电池装置，每台每天能破译 3.6 万个碱基对。科学家认为，这一自动分析系统的研制成功，将会有力地推动生命信息的深入研究。

除了核酸内切酶外，还需要用于“缝合”用的连接酶，以及转移酶、逆转录酶、聚合酶、核酸激酶、核酸外切酶等等。

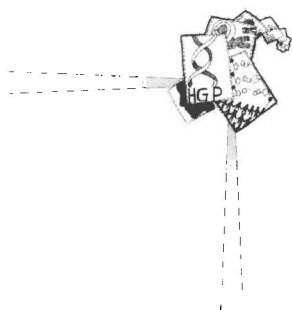
另外，选择运载基因的工具——载体也是非常不易的。因为理想的载体必须符合以下条件：有自我复制能力；大小适当，能从外部进入细胞；安全可靠；有遗传标记和选择性的信号标记等。通常选用的载体有三类。一类是，细菌质粒。它存在与细菌细胞中，是染色体外的环状 DNA，也叫“核外染色体”，是具有遗传特性的物质。例如，在土壤农杆菌中存在一种环状 DNA，叫 Ti 质粒，它能携带重组的基因稳定地整合到受体细胞的细胞核基因组中去，并进行复制、转录和表达。Ti 质料是目前高等植物基因工程中常用到的基因载体。第二类，是噬菌体和病毒。如 N 一噬菌体和 SV40 等，在微生物和哺乳动物体细胞的基因工程中，被作为基因载体广泛应用。在植物病毒中，除了利用自然无毒的病毒品系外，对其他绝大多数的病毒都必须进行若干修饰和改造，减弱或消除其致病性。第三类载体，是转座子和人造粘接体等。

只有在人们掌握了基因工程的各种“工具”和各个操作步骤后，才能达到定向改造生物物种的目的。或许在不久的将来，人们真的能把牛和西红柿的基因组合在一起，生产出具有牛肉风味的“牛肉西红柿”，或地上长麦穗，地下长地瓜的“地瓜小麦”

.....



目前，我国科学家已用基因工程的方法，把抗棉铃虫的基因植入棉花中，培育出不生棉铃虫的“抗虫棉”，走在了世界的前列。我们相信，在不久的将来，人类一定有能力实现自己的梦想。



细胞工程

细胞工程是当今生物技术的重要组成部分。它是只在细胞和亚细胞水平上的遗传操作，通过组织的细胞培养等方法，快速繁殖和培养出人们所需要的新物种，或具有新开头的细胞群体。

细胞工程包括这几大方面：遗传物质转移、细胞培养、细胞融合和细胞重组等四个方面。它不需要经过分离、提纯、剪切、拼接等基因操作，只需将细胞的遗传物质直接转移到受体细胞中，大大提高了基因转移的效率。它不仅为植物与植物之间，动物与动物之间，微生物与微生物之间进行远源杂交提供了可能，而且，为动物、植物、微生物之间实现细胞融合，形成新的杂交物种，开辟了基因重组的新途径。

早在 19 世纪后期，植物学家们就开始了将植物的离体组织或器官进行培养试验。20 世纪初，各种生长素、细胞分裂素和培养基的相继发现，促进了组织培养技术的发展。法国科学家莫瑞尔等人，用植物顶端分生组织进行培养，最早获得了无毒马铃薯、兰花、菊花等。组织培养改变了单纯依靠扦插、嫁接等传统的无性繁殖工艺，开辟了简单快速繁殖植物新品种的新途径，这些已被专家们纳入第二次“绿色革命”的新技术行列。目前，许



多珍贵蔬菜、花卉、药用植物和名贵树木，已开始应用组织培养的方法进行批量生产。

1964年，印度科学家开始了花药培养。他们用曼陀罗的花药成功地培养出了单倍体的植株。单倍体可用秋水仙碱处理，得到纯种的二倍体，而且基因和表现型一致，是植物遗传育种的好材料，受到各国科学家们的普遍重视。目前，用花药培养的方法，获得了再生植株的植物已达200多种。我国利用这一技术培养农作物新品种的研究已达世界先进行列。特别是在禾本科粮食上，我国已培养出水稻品种15个，小麦品种6个，并已成功地获得了玉米的花培纯系。

20世纪50年代，培养单倍体植物细胞的技术发展起来，20世纪60年代，有多个单细胞培养成完整植株成功的例子，大大促进了细胞工程的发展。

1970年，美国科学家哈尔森，首次从单倍体烟草悬浮培养细胞中，分离出了突变体，推动了在高等植物细胞培养中筛选所需遗传突变体，快速培养优良品种的重要阶段，引起了各国科学家的重视。目前，已培养出许多高等植物的突变体，如抗寒性的、抗盐性的、抗除草剂性的、抗金属离子的等多种抗性突变体，还有色素突变体、碳源利用突变体、温度敏感突变体等等。

1975年，美国科学家米尔斯坦和科勒，首次成功地研制出了单倍抗体，开辟了细胞融合技术的新篇章。其实，“克隆”是从英文“Clone”音译而来，原意是“无性系”或“无性繁殖系”。单克隆抗体技术，又称细胞杂交瘤技术，属细胞水平的细胞工程。这项技术利用细胞融合的方法，将肿瘤细胞与淋巴细胞融合成杂交瘤细胞。这种杂交瘤细胞能活跃生长，又能不断分泌特异性抗体，具有两种亲代细胞的特性。这种杂交瘤细胞生产抗体时，一种杂交瘤细胞只能生产具有一种特异性的抗体，所以，称