

科学图书馆

连锁反应

从 DNA 到转基因小麦

探索转基因食物

[英] 约翰·范顿 著 迟文成 丛书主译 朗淑华 译



上海科学技术文献出版社

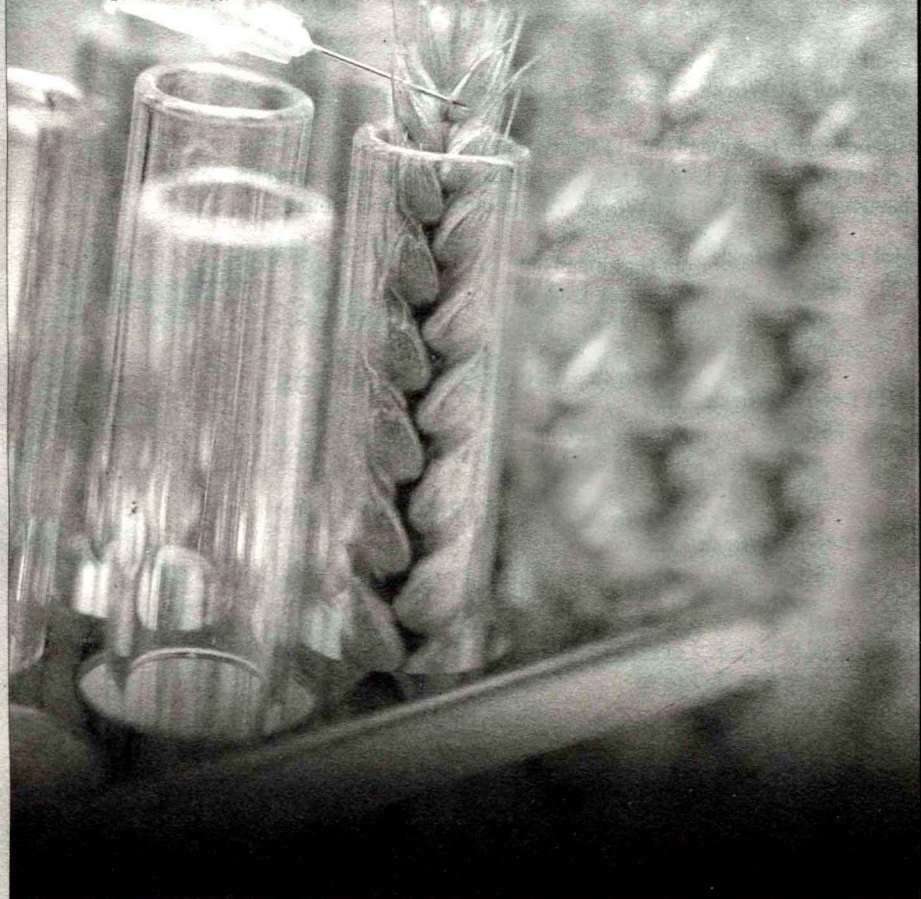
科学图书馆

连锁反应

从 DNA 到转基因小麦

探索转基因食物

[英] 约翰·范顿 著 迟文成 丛书主译 朗淑华 译



上海科学技术文献出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

从 DNA 到转基因小麦: 探索转基因食物 / (英) 约翰·范顿著;
郎淑华译. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2012.3

(科学图书馆·连锁反应)

ISBN 978-7-5439-5304-8

I . ① 从… II . ① 约… ② 郎… III . ① 食品—外源—遗传工程—
普及读物 IV . ① TS201.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 027554 号

Chain Reactions: From DNA to GM Wheat: Discovering Genetic Modification of Food

© Harcourt Education Ltd. 2007

From DNA to GM Wheat: Discovering Genetic Modification of Food by John Farndon

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only)©

2010 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2010-174

责任编辑: 谭 燕

美术编辑: 徐 利

从 DNA 到转基因小麦·探索转基因食物

[英] 约翰·范顿 著 丛书主译 迟文成 郎淑华 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 4

版 次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-5304-8

定 价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>

目 录

- 4 主译的话
- 6 奇妙的食品还是危险的新发明?
- 8 发现DNA
- 10 查明DNA是干什么的
- 16 破译DNA密码
- 18 DNA机制
- 22 活化工厂
- 26 转基因农作物
- 32 生产强壮植物
- 38 自我施肥谷物
- 40 营养全面的食物
- 46 改变食品
- 50 改变动物基因
- 56 转基因食品的现状 & 未来
- 58 大事年表
- 60 科学家小传
- 63 译者感言

主译的话

伴随着人类社会的飞速发展,科学技术的突飞猛进,人类不仅在加速改造着我们赖以生存的客观世界,而且也在不断破解着我们自身机体的奥秘。我们不停地向自身机体索取,就像让机器不停地运转一样来完成我们的目标。但是,你是否像了解机器一样了解你的身体呢?生命是怎样运行的?疾病是怎样发生的?治疗的本质是什么?机器出了故障,总会有工程师把它修好,那么人的机体发生了问题,医生们是否也都会把它解决了呢?也许世界上没有多少医生敢承诺病人一定会有健康长久的生命,但是一代又一代医学科学家正在向着这个目标努力。医药化工技术的快速发展、电子计算机医学技术的发明、遗传工程技术的应用,已经为人类医学史创造了一个又一个神话。“20世纪是信息科学的时代,21世纪是生命科学的时代”,这已是人们的共识,当生命科学进入“分子时代”,人类对于生命运行规律和疾病发生机制的理解将一一被刷新。

“连锁反应”系列丛书从英国海尼曼图书馆引进,共有6个分册:《从显微镜到干细胞研究——探索再生医学》、《从笑气到面部移植——探索外科移植手术》、《从海胆到多利羊——探索克隆技术》、《从牛痘到抗生素——探索疫苗和药物》、《从孟德尔的豌豆到基因指纹法——探索遗传》、《从DNA到转基因小麦——探索转基因食物》。丛书简要地介绍了医学及生命科学领域历次重大进步和发展过程。每一分册都是一部编年史,以时间脉络向读者阐释该领域的每一次发现或每一项发明是怎样引发出一连串的技术突破,从而改变了我们的生活。书中大量地记录了那些伟大的医学科学家和医生们经历了怎样的失败,取得了怎样的突破,通过不懈努力在各自领

域内取得卓越成就的过程。他们为困难重重的医学科学探索之路点亮了一盏盏明灯，从而为人类医学知识宝库的不断扩充作出了巨大的贡献。这套系列丛书无疑是难得的科普读物，同时也是激励广大读者特别是青少年奋发向上、刻苦钻研的精神食粮。

受上海科学技术文献出版社的委托，我组织并翻译了本套系列丛书。翻译过程中，曾无数次地伴随着医学研究上的失败而心情沮丧和取得重大突破时而拍案惊喜。翻译过程也是一个再学习的过程，每位译者都本着科学严谨、高度负责的态度把原著中的精髓奉献给读者。本系列丛书对于普及青少年医学和生命科学知识、了解这一领域的发展历程，是一套不可多得的好书。因此，本人不悛，代表本套丛书读者向英国海尼曼图书馆及引进该书的上海科学技术文献出版社致以崇高的敬意！

迟文成

2010年2月于沈阳

奇妙的食品还是危险的新发明？

您以前是否知道，也许有一天，农民会种植出巧克力味的草莓，或永远不会腐烂的西红柿？您是否知道，将来羊奶可用于制造防弹衣？这些都是转基因（GM）食品及农产品的例子。所有这些新发明都源于DNA的发现。

DNA为英文Deoxyribonucleic acid的缩写，又称脱氧核糖核酸，是一种非常特殊的化学物质。所有生物都是由微小的细胞构成的，在每个细胞的中间有许多微小的DNA组。除非在最强大的显微镜下，否则这些DNA小得难以看到。

DNA由数以万计的基因构成。基因是每个生物由一代传给下一代的生命指令。基因告诉我们的身体如何增长。基因还告诉我们的身体如何创造一个全新的人，这就是一个母亲怀孕时要发生的事情。



转基因食品最早是从什么时候开始的？

用科学的方法进行基因改造是新奇事物，但农民用自己的方式改造粮食作物的基因已有数千年的历史。例如，我们现在种植的玉米与古代的玉米有很大的差异。玉米起初只是一种长在地里的小野草。但是，在上万年的时间里，农民精心挑选适宜种植的种子。他们只挑选那些长得最大、收成最好的种子进行种植。经过不断改良、优化，终于培育出了我们今天看到的玉米。

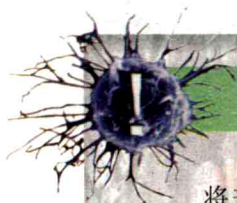


转基因的起源

1953年,DNA结构的发现引发了一系列令人惊异的科学进步。在短短的15年时间里,科学家们发现,他们能够将基因从一个生物体转移到另一个生物体上。这种做法称为基因转变(genetic modification, 简称转基因, GM)。如今,转基因正在引发各种转基因农作物及食品的出现,例如能杀灭害虫的庄稼,增加了维生素的马铃薯(又称土豆)以及其他更多的农作物和食品等。

有些人认为,转基因技术将为人们提供很多神奇美妙的食品,帮助人们解决世界上贫困人口吃饭问题。但有些人却反驳说,改变的基因可能会对野生动植物产生难以预见的可怕的影响,甚至也可能对食用转基因食品的人类产生不可预见的极坏影响。无论真实情况如何,转基因都是一个令人着迷的话题。

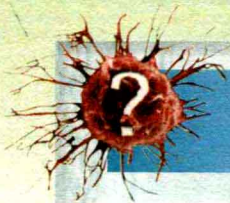
美国康奈尔大学的一名研究者正在仔细检查转基因水稻。人们一直在开发新型转基因农作物。



谈奇说妙

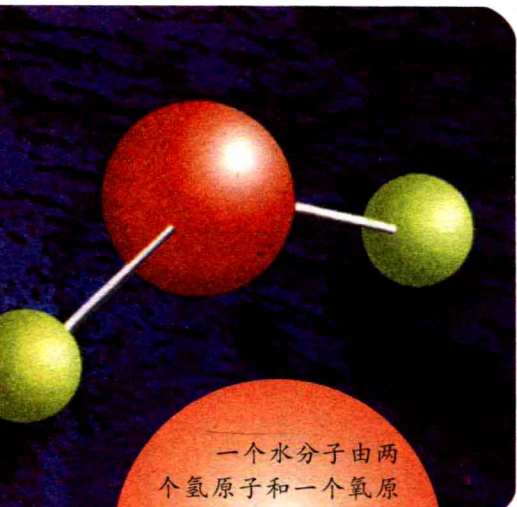
将来,食品可能因为基因的改变而变得几乎无法识别。例如,动物的细胞可能会在实验室中长成大块大块的肉。这些大肉块还可能长在海水中,仅由阳光照射即可生长。这样,世界上的广大海域就会变成食品加工厂。

发现DNA



什么是原子、分子？

宇宙间的万物都是由原子构成的。每种元素都由大小不同的原子组成。原子很少独立存在，而是以标准的群体形式聚集在一起，称做分子。



一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成。在这个水分子的电脑示意图中，红球代表氧原子，绿球代表氢原子。

转基因食品的历史始于1869年。瑞士一位名叫弗雷德里希·米歇尔(Friedrich Miescher, 1844—1895)的年轻生物系学生发现了现在叫做DNA的化学物质。

到19世纪前10年中期，生物学家们就已知道，所有生物都是由微小的细胞组成的。这些细胞通常非常微小，肉眼难以看到。生物学家们还了解到，细胞由脂肪、糖、蛋白质和核酸构成。核酸位于每个细胞的中心，是细胞核中的化学物质。

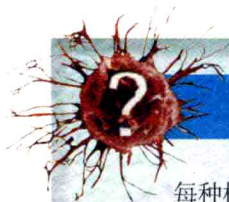
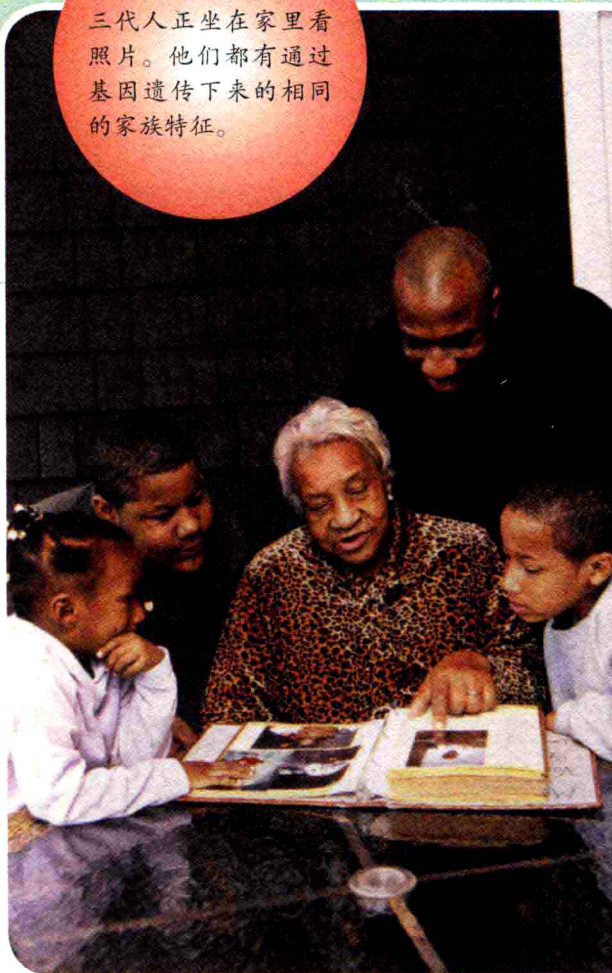
因为细胞核极其微小，所以研究核酸非常困难。而这就是米歇尔在德国读书时决心要进行的研究。他的想法是收集沾有脓血的旧绷带。绷带上的脓富含血液中的白细胞。因为白细胞的核较大，所以米歇尔在显微镜下观察到每个细胞核中都有微小的结。他把这些小结称为“核素(nuclein)”。他的导师恩斯特·霍伯-塞勒(Ernst Hoppe-Seyler)对此进行了仔细研究后发现，这些小结是酸性的。后来，核素又被称为核酸，最后被称做脱氧核糖核酸，简称DNA。

米歇尔的猜想

米歇尔终生致力于核素的研究。19世纪70年代,他从在阿尔卑斯山脉地区的河流中捕获的大马哈鱼的精子细胞中提取出纯DNA。后来他经过研究证明,每个活细胞的核中都存在DNA。

米歇尔了解到,DNA是个分子,是特定化学物质中的最小单元。他还了解到DNA与遗传有关,遗传是生物将其性质传递给其后代的一种方式。与所有的分子一样,DNA也是由原子构成的。米歇尔想弄清楚的是,DNA是否通过其原子的排列方式来控制遗传。很长一段时间以后,其他科学家发现米歇尔的猜测是正确的,并用他的发现来研究遗传基因。

美国的一个家庭三代人正坐在家看照片。他们都有通过基因遗传下来的相同的家族特征。



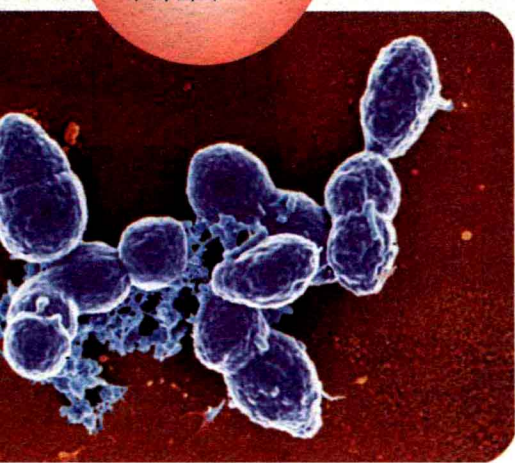
什么是遗传?

每种植物和动物不仅与其父母相像,而且还与其祖父母、曾祖父母等相像,这就叫遗传。家族特征被一代代传递下去,但每次遗传都有微小的变化。这些微小的差异使每个物种(生物的种类)变化、发展下去。例如,长颈鹿逐渐长出越来越长的脖子,因为有长脖子的长颈鹿才能吃到树上高处的树叶,因而有更大的生存几率。

查明DNA是干什么的

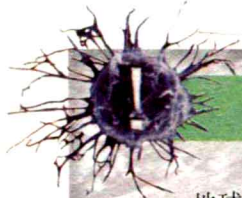
在米歇尔发现DNA之后将近80年的时间里,没人对DNA进行更多的关注,后来在20世纪40年代,研究肺炎细菌的科学家们有了惊人的发现。

这是一个
放大大约1.3
万倍的肺炎链
球菌图片



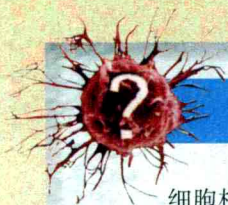
许多疾病都是由细菌引起的。肺炎是由一种称为肺炎链球菌的细菌引起的。这种细菌有两种不同的细菌链。一种链在显微镜下看起来很光滑,另一种则很粗糙。但只有S (smooth, 光滑) 细菌链是危险的,而R (rough, 粗糙) 细菌链却是无害的。

1928年,英国科学家弗雷德里克·格里菲斯(Frederick Griffith, 1881—1941)在用细菌做实验时,发现了某种奇怪的东西。如果他把无害的R细菌链注射到小鼠体内,小鼠则存活下来。如果他通过加热杀死S细菌链,然后把死亡的S细菌链注入小鼠体内,小鼠也能活下来。但是如果他将R细菌链和死亡的S细菌链都注入小鼠体内,小鼠就死了。由此可知,R细菌链从死亡的S细菌链中获得了某种东西,使R细菌链变得危险。这种物质在改变R细菌链的生命指令。



谈奇说妙

地球上大约有 5×10^{42} 个细菌。如果将这些细菌放在一起,其重量超过地球上所有生物的总重量。地球上有成千上万种不同的细菌。有些是能够引起疾病的细菌,但大多数细菌是完全无害的。实际上,在我们的皮肤上,每平方厘米的地方就沾染有对人体没有任何伤害的大约10万个细菌。



什么是染色体?

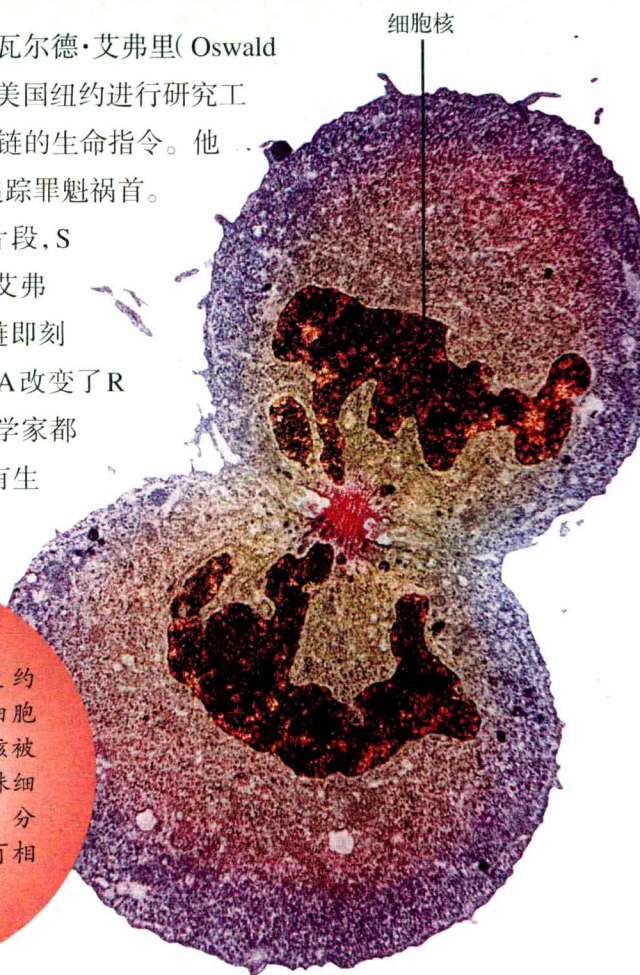
细胞核中的DNA与蛋白质相混合。DNA和蛋白质构成线状的物体被称做染色体,染色体通常成对出现。人类有23对染色体,其中22对染色体完全相互匹配。只有携带有关性别信息的第23对染色体是不同的。当细胞分裂繁殖时,每对染色体的一半进入到另一个细胞当中。这样,每个染色体被复制,在新细胞中形成一对新染色体。

什么使细菌变得危险?

20世纪40年代,加拿大科学家奥斯瓦尔德·艾弗里(Oswald Avery, 1877—1955)和他的研究小组在美国纽约进行研究工作。他们决定查出是什么改变了R细菌链的生命指令。他们依次摧毁S细菌链的每个片段,以便追踪罪魁祸首。

即使破坏了S细菌链的各种不同片段,S细菌链仍然可使R细菌链变得很危险。艾弗里最后摧毁了S细菌链的DNA,R细菌链即刻就安全了。很明显,正是S细菌链的DNA改变了R细菌链的生命指令。现在,全世界的科学家都对DNA产生了极大的兴趣。DNA与所有生物的生命指令都有关系吗?

这是一幅放大约1800倍的人类肾细胞分裂的图像。细胞核被一分为二,这两个姊妹细胞将很快完全分开。分开的每一部分都含有相同的遗传物质。



研究DNA结构

到了20世纪50年代,科学家已经知道给生物发出生存、成长指令的正是DNA。但是他们不明白的是,DNA究竟是如何做到这一点的。这是否是和DNA分子的实际形状有关的某种东西呢?

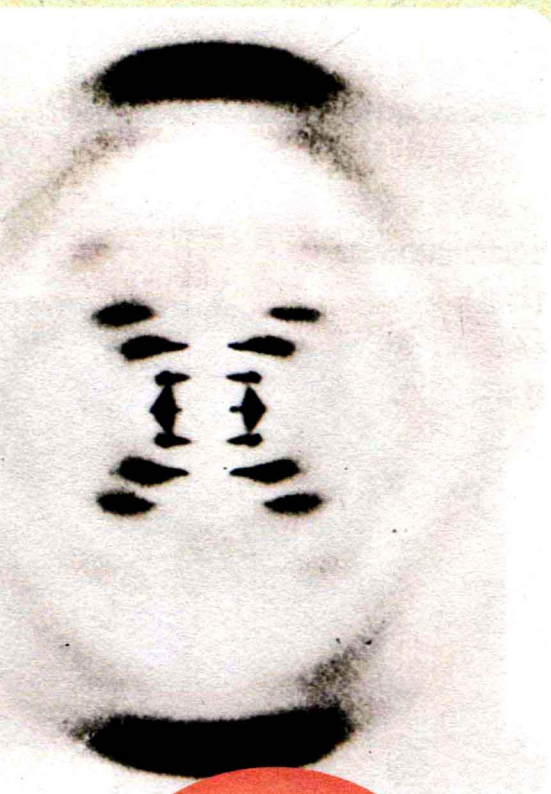
科学家们早已知道,DNA由3种主要成分组成,其中一种是糖,称为核糖;其次是一些磷酸;还有一些称为碱基的化学物质。20世纪30年代,科学家们发现DNA是非常细长的线形分子。他们现在需要弄清楚的是,这些糖、磷酸和碱基到底是如何排列的。

世界各地的科学家们争先恐后地进行研究,都想成为第一个发现DNA分子排列规律的人。第一个提出自己想法的是美国科学家莱纳斯·鲍林(Linus Pauling, 1901—1994)。鲍林认为DNA是个呈螺旋状的物体。在他的想象中,DNA分子是由糖和磷酸组成的一条长长的、扭曲的线,上面有碱基骨架垂下来,就像千足虫的腿一样。但科学家们清楚地知道,DNA是一种酸性物质,任何这种形状分子都不可能是酸。鲍林的想法不可能是正确的。

双螺旋

1952年,一位名叫罗莎琳德·弗兰克林(Rosalind Franklin, 1920—1958)的年轻女士在英国伦敦大学国王学院进行研究工作。她的研究方法是用X射线给DNA分子拍照。她决心要亲眼看到DNA分子的结构,而不像鲍林和其他研究者那样,只是在理论上研究DNA的结构。

在英国剑桥大学的卡文迪什(Cavendish)实验室,



这是罗莎琳德·弗兰克林在1953年拍摄的DNA射线衍射照片。为了拍摄这幅照片,她用X射线衍射DNA分子。DNA分子将X射线分散成点、带形状。这一形状揭示了DNA分子的螺旋结构。



这是1953年詹姆斯·沃森(左)和弗朗西斯·克里克(右)与他们研制的DNA分子部分模型的照片。

一位年轻的美国人詹姆斯·沃森(James Watson, 1928—)和一位英国人弗朗西斯·克里克(Francis Crick, 1916—2004)也在致力于DNA问题的研究。当他们看到罗莎琳德·弗兰克林拍摄的照片后确信, DNA呈螺旋形状。于是他们开始制作简单粗糙的模型。

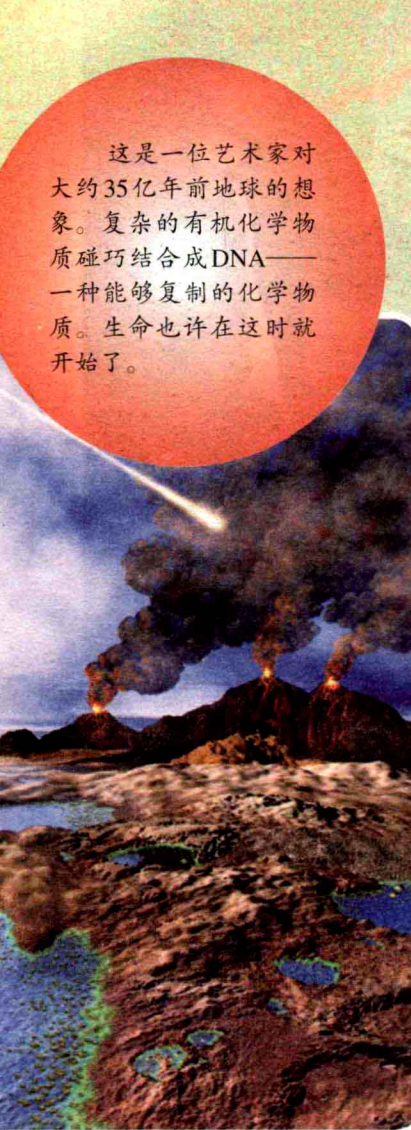
1953年2月,沃森和克里克终于有了重大突破。他们认识到DNA分子一定是两条平行而扭曲的链,而不是一条。两条细链以双螺旋形式紧紧相互盘绕,看起来就像一个扭曲的绳梯。这条“绳子”由糖和磷酸构成。梯子的“横挡”是称做碱基的化学物质,由氢键连接在一起。



科学评论

“那是非同一般的时刻。我们确信这些就是我们一直在寻找的。如此简洁、如此优秀的任何东西都是正确的。……如果你知道了一条链上的序列——碱基的顺序,你自然就会知道另外一条链上的序列。显而易见,这肯定就是基因遗传信息被如此精确地复制的原因所在……”

——詹姆斯·沃森,《DNA: 生命的秘密》(威廉·海涅曼[William Heinemann], 2003)



这是一位艺术家对大约35亿年前地球的想象。复杂的有机化学物质碰巧结合成DNA——一种能够复制的化学物质。生命也许在这时就开始了。

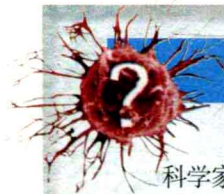
发现信使分子：RNA

科学家们知道了DNA分子的形状之后，马上就想了解DNA结构的工作原理。到了20世纪50年代晚期，科学家们已经知道，是DNA指令细胞制造蛋白质的。从细胞壁到肌肉等任何东西的制造都需要蛋白质。一种很重要的蛋白质是酶。酶是使生物化学反应得以进行的辅助化学物质。没有酶，生物就不会有任何变化。

科学家们想准确了解DNA是如何告诉细胞制造蛋白质的。他们确信，DNA两条链上的化学碱基都参与了活动。碱基排列的顺序所起的作用就像密码或食谱一样。

起初科学家们认为，DNA只是暴露碱基的正确“食谱”的一部分。“食谱”中的成分聚集在一起，制造出某种蛋白质，其过程几乎就像制作蛋糕一样。后来科学家们发现，另一种化学物质在这一过程中起作用，这种物质叫做RNA（核糖核酸）。

DNA颇像电脑的硬驱，而RNA更像是电脑中的临时文档。DNA就像永久的数据库一样，始终存在于细胞核里。与此同时，RNA环绕整个细胞移动，发出指令。不久，科学家们知道DNA通过指令RNA制造蛋白质来控制生命。



生命是从DNA开始的吗？

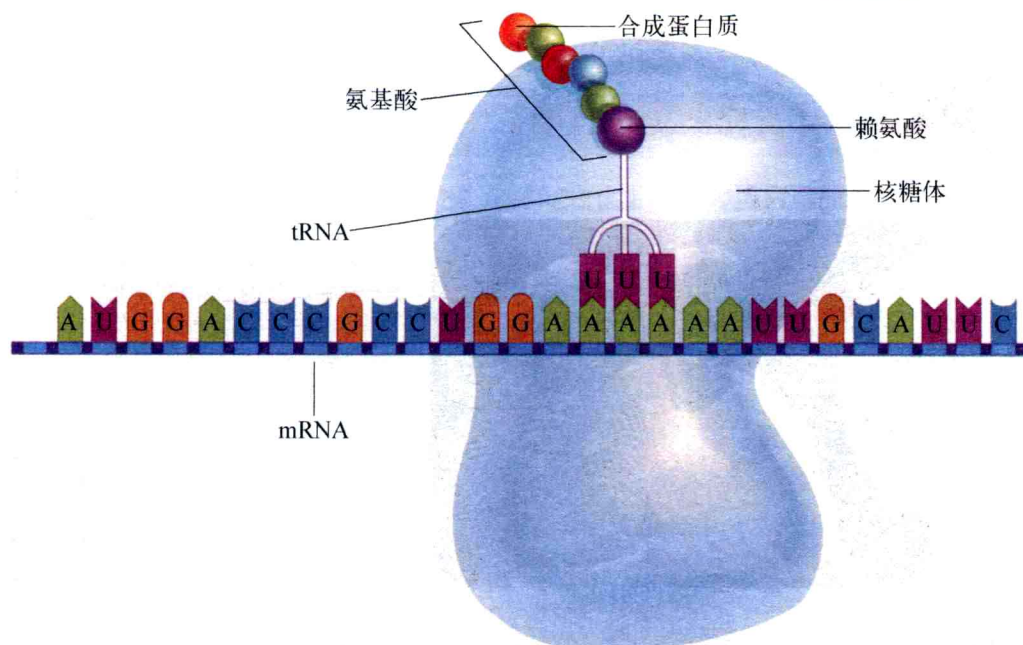
科学家们曾经以为，生命始于DNA。但DNA在有蛋白质的情况下只能复制自身。同样，蛋白质只能用DNA来制造。那么，最初的DNA是如何制造出来的呢？这一问题始终困扰着科学家们。后来他们才认识到，生命并非始于DNA，而是从RNA开始。RNA不需要任何蛋白质就能复制自己。所以RNA才是最初的生命物质。但是RNA相当不稳定。这就是当DNA由RNA制造出来以后，生命才得以出现的原因。

DNA 和 RNA 是如何协作的？

DNA 对细胞来说太珍贵了，因此不能直接用来制造蛋白质，否则 DNA 很快就会耗尽。当细胞需要新蛋白质时，就会向细胞核中发送一种特殊的酶。酶激发 DNA，使其密码的正确部分复制到一段 RNA 上。这一复制过程称做转录，复制品称为信使 RNA (messenger RNA, mRNA)。

复制的 mRNA 转移到细胞中的核糖体 (制造蛋白质的单位) 处。同时，称为氨基酸的化学物质由另一种 RNA 的短链带给核糖体。这种 RNA 称为转移 RNA (transfer RNA, tRNA)。mRNA 穿过核糖体，用与 tRNA 相配的链与正确的氨基酸连接起来。例如，携带氨基酸中的赖氨酸的 tRNA 可能仅与碱基 AAA 结合。这样，氨基酸就被连接在一起，制造出蛋白质。

这幅示意图表明，tRNA 如何将氨基酸传递给核糖体，由 mRNA 结合成蛋白质。



破译 DNA 密码

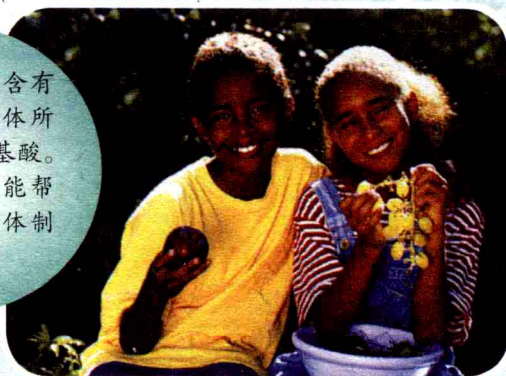
科学家们现在已经知道，制造蛋白质的DNA指令源于化学物质沿其长度的排列顺序。他们还认识到，化学物质的这种顺序所起的作用就像密码一样。但这种密码究竟是如何起作用的呢？

DNA的碱基位于搜索中心。碱基是形成DNA分子“绳梯”横档的化学物质。共有4种碱基：腺嘌呤（adenine, A）、鸟嘌呤（guanine, G）、胸腺嘧啶（thymine, T）和胞嘧啶（cytosine, C）。提供遗传资讯密码的就是这4种碱基排列的顺序。

1961年，弗朗西斯·克里克和悉尼·布伦纳（Sidney Brenner, 1927—）向遗传资讯密码的破译迈出了第一大步。他们在英国剑桥大学进行了一系列实验。在这些实验中，他们证明了这4种碱基是以3种为一组的方式排列的。由3种碱基组成的每一组密码（称为密码子）为某种特定的氨基酸编码。单一一种密码子为单一一种氨基酸编码。密码子的排列顺序为制造某种蛋白质所需的所有氨基酸编码。

什么是必需氨基酸？

水果中含有一些我们身体所需的必需氨基酸。这些氨基酸能帮助我们身体制造蛋白质。



所有蛋白质都是由基本化学物质——氨基酸的不同组合而构成。共有20种氨基酸。人类身体能自行制造其中的12种氨基酸，其他8种需要从饮食中获取。没有来自食物的氨基酸，人体就不能制造自身所需要的所有蛋白质。这就是我们把从食物中获得的氨基酸称为必需氨基酸（essential amino acids）的原因。