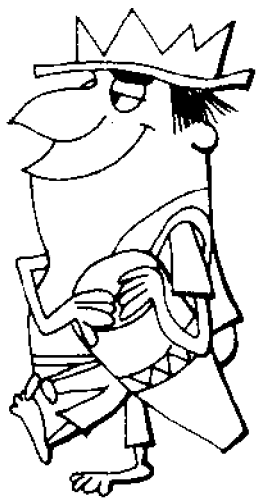


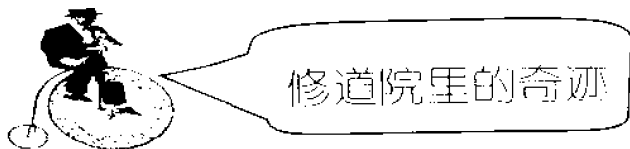
破译遗传密码



现代遗传学奠基人孟德尔是怎样从豌豆花中揭开遗传变异秘密的？遗传密码是怎样被破译的？人类能破译忘记、衰老密码吗？钟表能拆装，生命也能拆装吗？…

…





7 对种子，8 年艰辛

1856 年春天，和风习习，奥地利一个修道院里，一个中年的修道士在菜畦上用小铲挖掘一个个小洼，把不同品种的豌豆分别放在小洼里，盖上泥土，耐心等待它开花结果。这位修道士名叫孟德尔。

孟德尔出身贫寒，从父亲那里继承了庄稼人对“种豆得豆”的勃勃兴致，利用修道院空闲的时间和多余菜地，献身于科学试验，寻求遗传变异的规律。

孟德尔细心地选择 7 对不同品种的豌豆种子，它们分别是圆形的和皱皮的、黄子叶的和绿子叶的；豆荚饱满的和饱满的；开红花的和开白花的；豆荚绿

色的和黄色的；花生在叶腋的和花生在顶端的；茎高的和茎矮的，进行杂交、培植。

经过 8 年艰辛的劳动，反复的试验，仔细的统计，孟德尔逐步从 7 对豌豆的后代植株中，揭开了遗传变异的秘密。

孟德尔第一定律

孟德尔发现杂交后产生的第一代（子₁代）只表现一种性状。例如红花豌豆和白花豌豆杂交所生的子₁代，只开红花，表现红花豌豆性状。孟德尔把红花称为“显性”，而不表现来的白花称为“隐性”。孟德尔把杂交后得到的子₁代，再让它们自花授粉，得到第二代（子₂代），却发生了有趣的变化：子₂代中 $\frac{3}{4}$ 的豌豆开红花，表现“显性”； $\frac{1}{4}$ 棵豌豆开白花，表现“隐性”。

不仅花的颜色有遗传规律，孟德尔还发现豌豆的形状也类似花色那样发生遗传变化。

这是为什么？

孟德尔认为豌豆上每一种性能如花色、豆形是由一个基因决定的，但一个基因可能有不同形式存在。例如控制花色的基因可能有一个红花一个白花的等位

基因，而子₁代表现出来的等位基因为“显性”，没有表现出来的为“隐性”。如果同时含“显性”和“隐性”基因，只有“显性”才能表现出来。例如红花豌豆基因为 C，白花豌豆基因为 c，产生子₁代 Cc 组合，因 C 为“显性”，c 是“隐性”，所以开红花。当子₁代自行受粉则出现四种情况，即 CC、Cc、cC 和 cc。用孟德尔理论解释，只有 cc 是开白花的，所以子₂代开白花的只有 1/4，而开红花的占 3/4。这就是孟德尔第一定律——基因分离定律。

孟德尔第二定律

孟德尔从豌豆的研究中还得到遗传第二定律——自由组合定律，阐明了多对遗传单位的自由组合现象。

他用一种亲代子叶黄色而皮饱满的豌豆和另一个亲代子叶绿色而种皮皱瘪的豌豆杂交，得到子₂代 556 粒种子，其中黄色饱满的 315 粒，占 9/16；绿色饱满的 108 粒，占 3/16；黄色皱瘪的 110 粒，占 3/16；绿色皱瘪的 32 粒，占 1/16，它是上一条规律的推广，用四个不同遗传单位自由组合就可以计算出来。

现代遗传学的起点

然而孟德尔的伟大发现并未被当时的生物学家注意，论文只在一家无名杂志上发表。

到了 1900 年，3 位植物学家，即荷兰的德弗里斯、德国的科伦斯和奥地利的切尔迈克给我们世纪带来了极其珍贵的礼物，埋没了整整 35 年的孟德尔遗传定律被重新发现了！这不仅全面更新了人类的遗传学观点，同时还吸引了一大批生物学家、物理学家和化学家投身于遗传学研究，在寻找孟德尔遗传因子的强大感召力下，现代遗传学以科学的姿态蓬蓬勃勃地发展起来了。现在，孟德尔所开拓的现代遗传学已发展到进行基因的体外操作和人工改造一个人类驾驭生物遗传特性的时代就要到来。难怪遗传学界把 1900 年定为现代遗传学的起点。



生物所以能传宗接代，生生不息，全仰仗它细胞内特殊法宝——双螺旋楼梯——DNA。

DNA 是怎样被发现的呢？

19 世纪 60 年代，在德国化学家霍佩·赛勒的实验室里，有一名叫米歇尔的研究生。这个瑞士籍的青年人，对实验室附近的一家医院扔出的带脓血的绷带很感兴趣因为他知道，脓血是那些为保卫人体健康，与病菌“作战”而“战死的白细胞和被杀死的人体细胞的遗体”

于是他细心地把绷带上的脓血收集起来，并用胃蛋白酶去分解它。结果发现胃蛋白酶对于细胞核不起作用，细胞核中含有一种富含磷和氮的物质。

霍佩·赛勒又用酵母细胞作实验，证明米歇尔对细胞核内物质的发现是正确的。便给这种从细胞核中

分离出来的物质取名为“核素”。20年后，化学家奥特曼进一步发现“核素”呈强酸性，因此改叫“核酸”。从此科学家们对“核酸”进行了一系列卓有成效的研究。

“核酸”是细胞中一种十分重要的高分子化合物。虽然它的分子量很大，大约是几十万至几百万，但是它的个头却很小，就是用电子显微镜也看不清楚。一个核酸分子的直径只有五百万分之一厘米，将250000根DNA并在一起，才只有人的一根头发那么粗。DNA分子很细，而长度却有1米来长。核酸在细胞中的量也很少。一个鸡蛋里的核酸，只有鸡蛋重量的二十亿分之一。

20世纪初，德国化学家科塞尔对核酸进行水解，发现它是由4种碱基组成的化合物。接着，科塞尔的学生莱文仔细研究核酸的组成，发现它有两种：一种是核糖核酸，又名RNA；另一种比核糖核酸少一个氧原子，所以叫脱氧核糖核酸，又名DNA。莱文还证实核酸都是由几千到几千万个单体核苷酸组成的。

随后，科学家愈来愈感到生物传宗接代的奥秘主要在细胞核内的脱氧核糖核酸(DNA)里，于是相继研究并正逐步揭开它的秘密。



基因是什么

在遗传学和基因工程领域，基因这个概念是经常要用的。

所谓基因，在生物遗传学上指的是遗传功能单位。最早提出基因这个概念的是丹麦科学家约翰逊，这是 1909 年的事。当时他是这样定义的：基因是用来表示任何一种生物中控制任何性状及其遗传规律又符合孟德尔定律的遗传因子。说得通俗些，生物的性状如高矮、花色、籽粒大小、动物的肤色、毛色等等都是由基因控制的。

到了 1910 年，美国杰出的遗传学家摩尔根在研究果蝇的遗传现象时，发现基因会发生突变。本来是白色复眼的果蝇，在它的后代中突然出现红色复眼果蝇。究其原因，是控制白色复眼这一性状的基因发生变化，变成控制红色复眼性状的了。摩尔根认定，基

因是突变单位。同时这告诉人们，改变基因，就有可能得到新的性状，培育出新的生物种。这对于包括基因重组技术的基因工程技术来说，是极为重要的。

在很长一段时间内，虽然知道基因是怎么回事，但它是什么具体的物质，却并不清楚。直到 1944 年一个著名的实验之后，才明确 DNA 是由 4 种核苷酸构成，4 种核苷酸固定配对形成密码。它们就是一切生物所以会遗传的密码。

遗传密码的破解



1950 年，美国查可夫发现一个奇怪现象：DNA 的 4 种碱基（腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶）两两对应的摩尔数相等。这个现象，几年得不到解释。

1953 年，美国生物化学家华生和英国物理学家克

立克直接拍下 DNA 的照片，提出有划时代意义的 DNA 双螺旋型结构，从而揭开了生物遗传的奥秘。

华生和克立克认为细胞的有丝分裂过程，就是 DNA 的复制过程。当细胞开始分裂时，DNA 双螺旋则自动地解开成为单链，然后细胞中已制造的核苷酸单体按配对原则，逐个地对应链按样制造出新的一条互补单链来。打个比方，DNA 分子结构的形状就像双扶手螺旋形的楼梯，外面的扶手好像两条核苷酸链，榫头就像两个相对应的碱基，当中一级一级的踏板好像氢键。要仿造“楼梯”，先把两条扶手拆开，用原料按原样各造一条扶手，然后对准榫头配成两条双扶手螺旋形的楼梯。DNA 就按这个方式，照原样一一地复制。

1956 年，美国生物化学家康贝格和卡拉许等人按照华生和克立克的模型，竟人工合成了 DNA。这充分证明华生和克立克模型的正确。

1961 年，美国 3 位著名生物化学家纽伦堡、马泰和考拉娜用了 5 年时间，采用 3 个字母代表 RNA 的 3 种碱基，编制出地球上一切生物都通用的“密码字典”，从而破译了 DNA 遗传密码。这再次证明达尔文进化论的正确——复杂生物是由单细胞生物衍化而来的。

DNA 的发现及破译是生物学又一个伟大的里程碑。它揭开了遗传功能的秘密，证实地球上现存的一切生物只有一个共同的祖先，为人类创造新物质、人工培育新品种提供了理论基础，开辟了人类主宰生物的新时代。

遗传密码是怎样编制的



拍电报，用的是电报密码。每一个汉字都有一个号码。当收报人收到一个个号码之后，就可以把汉字重新翻译出来。收报人收到的电报内容，也就是发报人发出的电报的内容。

生物繁殖为了保持种的特性，必须用遗传密码，也就是将遗传的信息全部传给下一代。

既然遗传密码在 DNA 这个长链上，它又是用什么

编制的呢？说来也很神奇，编制电报密码的是 0、1、2、3、4、5、6、7、8 和 9 这十个数字，每一个汉字由 4 个数字表示。而遗传密码却比它简单，只由 4 种核苷酸组成，这 4 种核苷酸的碱基叫腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胸腺嘧啶（T）和胞嘧啶（C）。它们的配对是固定的，即 G 与 C 配对，A 与 T 配对。遗传的性状是通过蛋白质表现出来的，而蛋白质由 20 种氨基酸所构成。如果用 4 种碱基中的任何 2 个碱基进行编码，这对控制合成蛋白质来说是不够用的。如果用 4 种碱基中任何 3 个进行编码，就可以编出 64 种不同的密码，这就完全够用了。用 3 个碱基的氨基酸密码，就是三联体密码。

科学家为了证明三联体密码与合成蛋白质之间的对应关系，用人工合成的遗传密码指挥红细胞，看细胞合成的是什么氨基酸，弄清了三联体密码的全部意义。三联体密码决定了氨基酸，氨基酸决定了蛋白质，而蛋白质最后决定生物的性状。生物遗传的意义全在这里。

记忆密码在破译中



遗传密码已被科学家破译，记忆是否也有密码呢？这是一个扑朔迷离的课题。

记忆跟人脑是分不开的，人脑不过 0.5 千克，但有 140 亿个细胞，可贮藏 466 亿个信息量，这相当于目前全世界藏书的信息量。记忆成为这些信息量的载体。

记忆是人经过学习后，得到的信息和经验在一个相当长时间内仍然维持的一种行为。例如，你认识一个人后，在一个相当长的时间内，仍然叫得出他的名字，记住他的言谈举止和音容笑貌。

人靠什么物质来实现记忆功能呢？

1960 年以来，科学家几乎一致地把蛋白质和核酸

作为记忆功能的载体来研究。因为在细胞中，只有这两种物质有多变性和复杂的生物化学性质。英国著名生物化学家昂加尔、海顿和葛坦斯曼都用实验来证明记忆的物质基础是核酸和蛋白质。昂加尔对老鼠作记忆训练，例如用电击老鼠使它害怕，结果，老鼠脑细胞中核酸量升高 10%，同时还发现一种新的名叫 Sco-tophbin 的蛋白质。

海顿训练大白鼠用前爪抓横杆，经反复训练后，分析它的脑子，发现老鼠脑中核糖和蛋白质大量增加。

葛坦斯曼给哺乳类动物注射抑制 RNA 的药物如喜树碱、放线菌素等，哺乳类动物的记忆就会减退；给哺乳类动物注射嘌呤霉素、放射攻菌等抑制合成蛋白质的药物，哺乳类动物的记忆功能同样会急速减退。

最令人惊奇的是，从 60 年代到 70 年代，美国密西根大学麦康纳尔和德国马田教授分别在昆虫和蜜蜂身上实现了记忆移植。

他们的做法是，选择两只健壮的蜜蜂，对其中一只作专门训练，每天让它在一个固定时刻从蜂房飞到另一个指定地方寻找一碗糖蜜，时间久了，这只蜜蜂养成了定时飞行的习惯；接着，将它杀死，把它的脑神经中浸出物移植到另一只未经训练的蜜蜂的脑神经

细胞中。结果，后者也像前者那样，会作定期飞行。

实验震惊世界，使人们更有信心去探索记忆功能的秘密。

科学家设想：记忆的载体既然是蛋白质和核酸，那么，它们是否也像遗传密码那样，通过自行复杂化学结构的排列和组合来实施记忆功能。

设想能否成为现实，记忆密码又是如何排列的，这些问题，有待科学家们的努力探索。

预计在 21 世纪，记忆的密码应该是可以破译的。



PCR 简单得令人惊奇，却可以无限量地扩增 DNA 分子。

PCR 叫聚合酶链式反应，是一种 DNA 扩增技术。

借助 PCR，一个 DNA 分子，一个下午就能生产出一亿个同样的分子，这种反应方法很简单：只需要一个试管，几种简单的试剂和一个热源。需要扩增的 DNA 可以是纯净的、也可以是多种生物物质的异常复杂的混合物的一小部分。我们常常听说某某犯罪现场罪犯只留下一滴干血，依然靠这滴干血最终找到了真正的凶手。其实依靠的就是这种方法，一根头发、犯罪现场的一滴干血、干尸脑部的组织均能借助 PCR 而找到真正的凶手。这种方法还有一个专门的名字叫 DNA 指纹图谱，中国国家安全局就有很多人从事这种工作。

当美国科学家凯尔尼首先提出来并获得了专利，几乎所有的分子生物学家和其它研究 DNA 的人看了后第一个反应都是“我怎么没想到呢”？那么凯尔尼又是怎么想到的呢？说起来更有意思，PCR 是凯尔尼种种偶然的因素以及天真和幸运的失误十分凑巧的结合。

凯尔尼想出这种方法的时候正驾车行驶在月色下的加利福尼亚的山间公路上。那是 1983 年的事情，凯尔尼是核苷酸化学家，当时正受雇于加利福尼亚的 Cetus 公司，从事“寡核苷酸探针”的人工合成工作。这种工作单调、枯燥而又烦杂，更不幸的是，当时已出现了寡核苷酸自动合成仪，这种仪器既快，又十分可靠，因此凯尔尼实际上已处于失业状态，但这也同