



化学故事丛书

# 变化中孕育了生命

——生命化学的故事

徐静娟

57111/02

上海科学普及出版社

**(沪)新登字第 305 号**

**责任编辑 陈英黔**

**插图作者 王永康**

**变化中孕育了生命**

——生命化学的故事

徐静娟

上海科学普及出版社出版

(上海曹杨路 500 号 邮政编码 200063)

---

新华书店上海发行所发行 上海市印刷七厂一分厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3.875 插页 2 字数 87000

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—23000

---

ISBN 7-5427-1021-4/0·16 定价:4.00 元

## 序

科学技术是第一生产力。在“科教兴国”这个伟大战略的指引下，我国的科技事业和教育事业必将有大的发展，我国的生产力也必将有飞跃的发展。

科学技术的教育可以通过学校教育，也可以通过自学，可以通过教科书或专著，也可以通过科普读物。科普读物是普及科学技术的一条重要途径，科学普及读物可以将深奥的科学技术生动形象、深入浅出地介绍给读者，使读者对它初步的了解，对它产生兴趣，以至为之献出毕生的精力。好的科普读物还会孕育出伟大的科学家，产生出伟大的发明家。科普作家凡尔纳所写的科普读物就是个很好的例子。许多著名的科学家为了普及自己心爱的专业知识或者伟大的发现，不惜利用自己的宝贵精力写出了一部又一部的科普读物。伟大的物理学家爱因斯坦所写的《物理学的进化》就是一部很好的物理学科普读物。在当今我国“科技兴国”的形势下，是多么需要一批优秀的科普读物来帮助人们更新观念、更新知识，了解高新的科学技术，去抢占世界高新科技及其产业的制高点。

化学是一门重要的基础科学。可以说，现代生活离不开化学、现代科学发展离不开化学，就是信息技术、空间技术、海洋技术、生物技术、新材料、新能源等高新技术及其产业的发

展也都离不开化学。因此，化学普及读物是非常需要的。有些青少年不太喜欢也不太重视化学及其工业，原因是多方面的，其中一个重要的原因是我们对化学的普及工作做得还不够。化学教科书太“严肃”“呆板”，科普读物又太少。因此，青少年对化学的重要性不甚了解，对化学不甚感兴趣。我们需要像阿西莫夫这样的科普作家。

《化学故事丛书》将为化学科普园地增添一丛鲜艳的花朵。这套丛书以故事的形式，包括着化学的基础，也是构成世界万物的基础——元素，以及化学所涉及到的生活化学、生命化学、环境化学、材料化学、能源化学等重要领域的内容。

由于作者多年从事教育，他们知道读者关心的是什么问题，难理解的是什么地方，以及如何按照认识规律深入浅出地告诉给读者，如何引起读者的兴趣，使读者在不知不觉中学到许多化学及其他科学的基础知识、科学观点、科学态度和科学方法。例如，在生命化学的故事中介绍了生命是什么、构成生命的基础是什么、肆虐的病毒，在生活化学的故事中介绍了海带汤引出的发明、火柴头上的秘密、油条里的化学，在能源化学的故事中介绍了海水变成燃料、跨进原子时代的第一步等等，读来获益非浅。

作者利用工作之余搜集了大量的材料，写出这套内容丰富的故事丛书，实在难能可贵。希望她的出版，能够对青少年，尤其对他们学习化学、爱好化学有所帮助，我想这也是作者艰苦写作的最大心愿。

孙元清

1995年10月于上海

## 前 言

我们赖以生存的环境——地球，乃至宇宙，是一个由物质构成的世界。自古以来，人们一直不懈地在努力探索着这个物质世界。在可能到达的范围内，已经发现自然界里存在的天然元素共有九十多种，它们千变万化的组合形式构成了我们所能见到的形形色色的物质，使这个世界变得绚丽多彩，千姿百态，变幻无穷……。

具有生命力的生物体也是由物质构成的，细细分析生命体内的物质成分，我们会发现：原来也是一个庞大的元素家族！在五十多个家族成员中，碳、氢、氧、氮含量最大，其总和在全体元素中占 98%，硫、磷、氯、钙、钠、钾、铁、镁等元素加起来约占 2%。另外，还有铜、铜、锌、钴、锰、钼、碘、氟等元素，它们在生物体内含量很少很少，所以被称为微量元素。这些微量元素同样也是生命不可缺少的物质。当然，所有这些元素并不是这样简单地混合在一起就构成了生命体，而是以各种化合物的形式存在于生命体中。像水、盐类这些化合物属于无机化合物，它们分子量小，结构简单，而生命体更多地是由有机物构成的，有机物的结构通常比较复杂，大多数有机物的分子量也很大。如果将一个水分子看作是一块砖的话，那么，高分子有机物就像是一座大厦。大自然利用了诸如糖、脂肪、蛋白质、核酸这有限的几种高分子有机物，就将生物界造就得如此生机勃勃，众生繁茂。确实如此，生命体所表现的各种生理现象都能从这些化合物中找到它的物质基础，而物质的变化使生命展示出了无穷的魅力……。

现代科学日新月异地发展，渐渐揭开了生命现象的神秘面纱，本书所要讲述的，就是一系列生命现象背后的化学故事。

# 目 录

- 1 生命是什么? ..... 1
- 2 生命的蓝图 ..... 6
- 3 构成生命的基石 ..... 12
- 4 一把钥匙一把锁 ..... 17
- 5 忠实的卫队 ..... 23
  
- 6 肆虐的病毒 ..... 28
- 7 核子钟 ..... 33
- 8 嗅觉之谜 ..... 38
- 9 缤纷世界 ..... 42
- 10 生命的起源 ..... 48
  
- 11 里程碑 ..... 54
- 12 自然界中碳的循环 ..... 58
- 13 生物固氮和氮素循环 ..... 64
- 14 自然界的糖 ..... 69
- 15 人类利用微生物 ..... 75
  
- 16 维生素的发现 ..... 80
- 17 食物中的生命要素 ..... 87

18	形形色色的激素 .....	93
19	印第安人的发现 .....	98
20	毒品家族略谈 .....	102
21	攻克癌症 .....	106
22	生物界通用的语言 .....	110



# 1.

---

## 生命是什么？

冯·贝尔勒伯爵是一位富有的单身汉，特别喜爱花卉。在他的花园里种满了各种各样的鲜花，但他最喜爱的还是郁金香。他把这种美丽的花卉栽种了一代又一代，只盼望能够培育出黑色的郁金香来参加国王举办的比赛。巨额的奖金吸引着成千上万的人，冯·贝尔勒伯爵的邻居博斯坦尔也是其中之一。这个人心地险恶，为了达到自己的目的，竟使出诡计陷害冯·贝尔勒，伯爵因此而坐了监狱。在狱中，冯·贝尔勒伯爵爱上了监狱长的女儿罗莎。罗莎帮助冯·贝尔勒一起栽种郁金香，眼看着郁金香就要开出他们梦寐以求的黑色花朵了，但博斯坦尔偷走了伯爵的黑郁金香。就在博斯坦尔将要骗取国王的赏赐而获得巨额奖金时，罗莎出现了。真相大白，伯爵被无罪释放，并获得了那份应得的巨额奖赏。这是大仲马的小说《黑郁金香》的故事梗概。这位浪漫主义的文学大师讲述的是一个纯属虚构的故事呢？还是确有其事的呢？让我们先翻开欧洲的历史来查一查吧！

郁金香是荷兰的名花。在首都阿姆斯特丹的一个博物馆里，至今还保存着1619年荷兰画家的一幅郁金香静物画。这是一株染病的郁金香，因为染病后花色异乎寻常地漂亮，因此人们对这种染病郁金香的喜爱也达到了狂热的程度。据记载，一个染病的郁金香球茎能够换取牛、猪、羊甚至成吨的谷物或

上千磅的奶酪。可见当时这种染病球茎的珍贵程度。

究竟是什么病害使得郁金香开出如此艳丽的碎色花呢？一无所知！当时的郁金香种植者只知道用嫁接的方法，可使健康球茎变成染病球茎。



伊万诺夫斯基

二百多年过去了。1892年，俄国植物学家伊万诺夫斯基在研究烟草的花叶病时发现：当把患花叶病的烟叶绞出的汁涂在其他健康的烟叶上时，该烟叶也得了花叶病。用细菌过滤器过滤该汁液，去除所有细菌，再把汁液涂在新叶上，结果还是得花叶病！因此，伊万诺夫斯基认为花叶病的病原是比细菌过滤孔还要小的生物。

可是，当时不管用什么方法，都没能找到这种比细菌还小的生物。

1898年，著名细菌学家科赫的学生勒夫勒发现牛口蹄疫的病原同样能通过细菌过滤器孔，但他用显微镜也没能找到该病菌。勒夫勒断定这是一类非常小的病菌。同时，他认为天花和狂犬病的病原也是这一类非常小的病菌，这类人们无法找到的细小的病原体，都被称为病毒。而郁金香碎色花病也就成了第一个有记载的植物病毒病。

1935年，美国生物化学家斯坦利第一次把病毒提取并结晶出来。他几乎磨了上吨重的染病的烟叶，最后终于获得了一小匙在显微镜下看起来是针状结晶的物质。把结晶物溶解在

水中，水就出现乳光；再蘸少许溶液涂抹在健康烟叶上，几天以后这棵烟草也得了同样类型的花叶病！提纯得到的物质确是有侵染性的烟草花叶病毒！这一结果使学者们大吃一惊：生物竟会变成结晶体？确实如此！美国加州大学原来的斯坦利实验室里，仍然保留着一个标注着“TOB. MO S.”字样的试剂瓶，其中盛放着斯坦利当年第一次提纯的烟草花叶病毒结晶，并且至今仍然具有侵染力。斯坦利本人也因此而获得了1946年的诺贝尔化学奖。



烟叶叶斑病的病毒

从1892~1935年这47年间，人们积累了有关病毒特性的大量事实。认为病毒可以传染、繁殖，甚至变异，是活生生的生命体。像食盐、糖这类无生命的物质形成结晶，人们是可以理解的，可是，怎么活的病毒也能结晶，而且结晶盛放在瓶子里就跟一般化学物质一样没什么特别，人们觉得非常奇怪。为了解开这个谜，鲍登和皮里这两位英国生物化学家作了大量细致的研究，发现烟草花叶病毒含有95%的蛋白质和5%的核酸，除此之外，不再含有其他化学物质。

原来，烟草花叶病毒是核酸和蛋白质！接着其他一些被纯化的病毒也被证明是核酸和蛋白质，它们不是含有脱氧核糖核酸(DNA)，就是含有核糖核酸(RNA)。“活”和“死”的差别，就在于核蛋白质和蛋白质的差别，在于有什么核酸。生物体的遗传物质，就寓于核酸之中。生物的各种性状都是由核酸组成

的基因所控制的。病毒具有核酸，有基因，因此病毒具有生命的真正本质。在没有发现病毒之前，生物与非生物的概念似乎是比较清楚的。生物是指动物、植物、细菌等，而各种化学物质，甚至分子量较大的蛋白质都属于非生物。病毒的出现模糊了这种界限：病毒具有生物最重要的特性——繁殖、遗传和变异；同时又具有大分子化学物质的性质。病毒作为大分子的核蛋白质，可以独立地存在于空气、土壤等自然环境中，这时并不表现出生命的活力，而一旦遇到合适的寄主，便可侵入到寄主的细胞里，利用寄主细胞里的原料和设备再来复制、繁殖自己。当寄主、温度等环境条件改变时，病毒就会表现出变异。可见，病毒具有生物体和化学大分子物质的双重特性，它填补了从化学大分子物质到具细胞结构的最原始生物体之间的空缺。

让我们进一步地来研究人类历史上第一次获得的病毒结晶——烟草花叶病毒结晶。针状——这是结晶的形状，而不代表病毒的形状。对于烟草花叶病毒来说，一个结晶常包含成千上万个病毒颗粒。颗粒很小，正如勒夫勒等前辈苦恼的那样，无法在光学显微镜下看到。物理化学家们研究推断：烟草花叶病毒颗粒是细杆状的。

本世纪 30 年代末，世界上第一台电子显微镜诞生了。1939 年，考雪通过电子显微镜第一次看到了烟草花叶病毒的颗粒，它确实是杆状的。这条杆的直径有 15 毫微米，长度有 300 毫微米。如果将这条杆放大 13 万倍的话，那么它正好跟一根火柴梗差不多长；而火柴梗要是放大这些倍数的话，则一根火柴就要有 5 千米长了。烟草花叶病毒以及其他所有病毒都不具备一般生物体所共有的那种典型的细胞结构，但所有的病毒都具有一个由蛋白质构成的外壳，壳内包着螺旋状的核酸内芯（RNA 或 DNA），从外形看起来，除了棒状，常见的

还有球状病毒。原来，生命竟可以如此的简洁！但它们对人类的影响却远不是那么简单。

“生命是什么？”通过病毒，我们可以得出结论：生命是核蛋白质。核酸和蛋白质是生物体内最基本、最重要的物质，没有核酸和蛋白质，也就没有生命。

## 2.

---

### 生命的蓝图

1869年，年轻的瑞士生物化学家米歇尔到德国化学家赛勒手下当助手。赛勒的实验室附近有一所医院，在医院的垃圾箱里，常扔着许多用过的绷带。一天，米歇尔走过垃圾箱，又看到了这些丢弃的绷带，上面还沾着脓液。当时已经知道，脓是由因保卫身体而“战死”的白细胞的尸体和被杀死的细菌的尸体形成的。米歇尔看着这些脓液，脑中突然闪出一个问题：脓液是些什么物质呢？于是，米歇尔收集了一些脓液带回实验室，先用蛋白酶处理脓液，发现脓细胞变小了，但细胞核内的物质并没有被分解掉。这说明细胞核内的物质不是蛋白质。经过进一步的化学分析发现这是一种含磷的物质，但性质和蛋白质完全不同。因为是在细胞核中发现的，所以当时就称为“核素”。不久，米歇尔又从鲑鱼的精子细胞中分离出了核素，而且精子细胞中的核素含量特别多。20年以后，化学家奥特曼也从酵母菌，动物等细胞中分离出了不含蛋白质的核素，并且发现核素是一种较强的酸，于是就把核素改名为核酸。

实际上，任何有机体，包括病毒、细菌、植物和动物，无一例外地都含有核酸。后来，人们对它逐渐有了更多的了解，于是给它起了个新的更复杂的名字，叫“脱氧核糖核酸”，简称DNA。DNA是经过某种复杂神秘的方式形成的很大的分子，它的发现虽然很早，但长期以来，人们一直没有认识到它的重

要作用。

直到 1928 年,英国科学家格里菲斯的实验才引起了整个科学界的重视。他用两种肺炎球菌作为实验材料:一种是体外包裹着荚膜,毒力很强的;另一种是体外没有荚膜,毒力很弱的。在正常情况下,把有荚膜的肺炎球菌注射进老鼠体内,老鼠很快就被感染而死亡;而注入没有荚膜的肺炎球菌,老鼠依然会欢蹦乱跳。可是,当格里菲斯将有荚膜的肺炎球菌加热彻底杀死以后,同没有荚膜的肺炎球菌混合在一起注入老鼠体



“老鼠死了?!”

内,结果老鼠竟然死了!这是怎么回事儿?格里菲斯自己也不相信。他再一次把杀死了的有荚膜的同无荚膜的肺炎球菌混合起来培养,结果又出人意料:无荚膜、毒力很弱的肺炎球菌转变成了有荚膜、毒力很强的肺炎球菌。是什么物质促成了这种转变呢?

为了解开这个谜，1944年美国细菌学家艾弗里再次进行了实验，他将无荚膜的肺炎球菌放在试管里，只加入从有荚膜的肺炎球菌中提取的脱氧核糖核酸(DNA)，结果肺炎球菌还是发生了转化，也出现了荚膜，原来是DNA使无荚膜的肺炎球菌长出了荚膜，这就是著名的“肺炎球菌的转化实验”。这一实验证明了DNA是遗传物质。直到此时，人们才开始真正认识到了DNA的重要性。

假如要建造一座厂房或办公大楼的话，就必须准备好一个计划或一份图纸，上面规定好施工过程的每一个细节。但是，这种计划如果要跟造一个人，哪怕一只鼠所需要的计划相比实在是无从比起啊！因为一个人全身的细胞总数大约有1000亿个以上，要造一个人就得为1000亿个细胞以及包括产生新细胞新生命所必需的一切东西制订出详详细细的计划来。堆放这么多计划的图纸，可真的要好大一个地方啊！

但所有这些事情，DNA似乎都能办到。在细胞核深处的一个肉眼分辨不出的分子里面，存放着所有这些计划图纸。如此多样复杂的生命完全由DNA控制着。如果没有DNA，也就不会有我们所看到的这个世界。可是，我们不禁要问：如此之多的信息怎么可能贮藏在这样小的细胞核里呢？DNA又是怎样为整个生命传递信息的呢？它由哪些物质组成？又是什么模样呢？

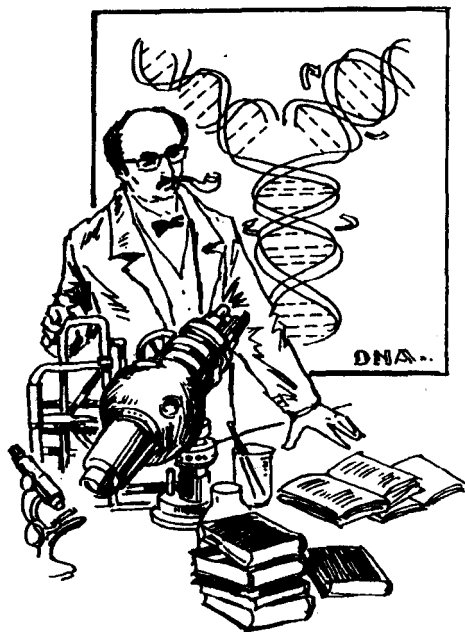
世界各地的科学家都开始研究这些问题，在剑桥大学的卡文迪许实验室里，英国人弗朗西斯·克里克和美国人詹姆斯·沃森也正进行着对奇异的DNA的探索。克里克原是物理系的毕业生，第一次大战期间在英国海军部科学研究实验室工作。1946年，他读到了薛定谔的名著《生命是什么？》后，改变了研究方向，在英国医学科学研究所的奖学金和家庭的经济资助下进入剑桥大学，从事生物学课题的探讨。至于沃



森，他本来就一直在研究 DNA，他到剑桥大学来为的是对此作进一步的研究。他和克里克一样也是热心探索的人。本来沃森已经计划要回美国去了，突然他又改变了主意。尽管冬天没有暖气使他很不舒服，但他认为留在剑桥继续搞研究还是值得的。

和克里克、沃森经常在一起工作的还有威尔金斯和富兰克林，他们有一架放大倍数很高的显微镜，而且还

拍摄了一些 DNA 分子的 X 衍射照片。他们那架显微镜当时在剑桥大学是很有权威的，可以把观察物放大 20 万到 30 万倍。如果用它来观察一只苍蝇，那么苍蝇看上去差不多有 2 千米长。在这架显微镜下，神秘的细胞活动情况比过去任何时候都要看得清晰。威尔金斯和富兰克林给了沃森、克里克很大的帮助，他们就是以富兰克林的 X 衍射照片作为向导，动手制作 DNA 模型的。DNA 分子中有糖和磷酸根，先是糖，后是磷



构思 DNA 工程