

生命的起源

1
6

科学出版社

生命的起源

中国科学院图书馆编译

科学出版社

1973

内 容 简 介

生命起源和细胞起源的研究,具有重大的哲学意义和实践意义。本书共收集了七篇最近几年有关生命起源、细胞起源问题的论文,介绍生命起源的研究现状、前景及其哲学和自然历史观点以及细胞的化学起源等问题。

本书供生物学工作者参考,也可供其他同志参考。

生 命 的 起 源

中国科学院图书馆编译

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1973年2月第 一 版 开本:787×1092 1/32

1973年2月第一次印刷 印张:3 3/4

印数:0001—91,500 字数:84,000

统一书号:13031·80

本社书号:171·13—6

定 价: 0.34 元

前 言

伟大革命导师恩格斯早在九十多年前曾指出：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式本质上就在于这些蛋白体的化学组成部分的不断的自我更新。”

生命起源和细胞起源的研究，具有重大的哲学意义和实践意义：它将给辩证唯物主义宇宙观提供有力的科学论据去战胜唯心论和形而上学；它将促进人类为揭开生命奥秘、阐明生命起源、实现人造生命、控制生物性状、使人健康长寿等远大理想早日实现！

生命起源问题是天体史、地球史、生物史中的一个重要内容，它是涉及到天文学、物理学、化学、地质学、生物学、古生物学和古生物化学等方面的综合性研究课题。我国科学工作者成功地合成了胰岛素并测定了胰岛素的空间结构，为今后的研究作出了贡献。在国外，自 1957—1970 年召开了三次国际生命起源讨论会，苏联学者奥巴林和美国学者福克斯等人也提出了他们的学说。

为了协助从事这方面工作的同志，了解国外研究情况，我们遵照毛主席“洋为中用”的教导，选译了几篇文章，供同志们参考。由于时间仓促，编译人员水平不高，错误之处一定不少，欢迎批评指正。

中国科学院图书馆

一九七二年三月

目 录

生命起源研究的现状和解决问题的前景	1
细胞的化学起源(1)	17
细胞的化学起源(2)	52
从自排序聚合物到原细胞的自组合	78
生命起源问题的哲学和自然历史观点	98
2000年时的分子生物学	108
生命起源问题国际会议	113

生命起源研究的现状和解决问题的前景

生命起源研究的现状，对廿世纪中叶广大自然科学家来讲，是个根本的转折点。

近来在各国每年都召开了很多有关生命起源问题的会议，在很多国家的科学文献中也报导了有关此问题的很多文章、学术论文，出版了生物学方面的各种教科书和参考书。例如，在美国和日本的很多论文、报告、文选中也开始阐述生命起源的问题。

过去，在自然科学方面广泛地流传着用机械的方法去理解生命的本质，而没有揭示出用一些合理的途径去研究生命的起源。因而，从这些观点出发，地球上生命的起源被认为是某种最罕见的、不可能重复的‘偶然的巧遇’，而客观的科学研究是不能得到的事件。

与此相反，在苏联科学家根据辩证唯物主义去理解生命起源的思想影响下，现在世界各国已有极广大的学者承认，地球上生命的起源是一种有规律的事件——整个宇宙发展必然的、不可分割的一部分，因此，是科学研究完全可以达到的范围。重要的是，同时我们已经找到了具体的方法去科学地解决此问题，这些方法都是根据在地球上，和星际世界的其他天体上的自然条件中客观的观察和利用实验室的实验所得到的。

研究地球上生命的起源，必需注意探讨碳化物和由碳化物形成的多分子系统循序渐近复杂化的过程。可以有条件地将这整个长期的进化过程分成若干阶段或时期。

(一) 在地球、行星形成时,以及地壳、大气层与水圈形成时,碳氢化合物和他们最相近的衍生物的产生。

(二) 在地表上原始碳化物愈来愈变为复杂的有机物质。被称为‘原始蛋白质’(первичного бульон)的产生。

(三) 在这种‘蛋白质’(бульон)中,个体的、开放的、能和周围介质发生相互作用的体系的自我形成,和在此基础上生长和繁殖[被称为‘原生体’(протобионт)的组成]。

(四) ‘原生体’进一步的进化,在‘前生物’选择的基础上,他们的新陈代谢、分子和超分子结构的改善,以及原始有机体的产生。

综上所述,研究生命起源的问题是一个如此综合性的问题,为解决此问题所开展的科学研究领域必需是如此的广泛——宇宙学和天文学工作是这个领域的一翼,而各种现代有机体的比较生物化学和生理学的研究是这个领域的另一翼。

上面所讲的进化初期阶段,最简单的有机物质——碳氢化合物及其最相近的衍生物——的自然形成物在宇宙中广泛分布着。目前,这种形成物仍在宇宙的各种天体上发生着。因此,现在我们是可以将此阶段直接研究清楚的,而且,各种有关方面的知识将有助于我们进一步全面弄清宇宙中人类起源的问题。

碳和氢的化合物,其中包括甲烷和碳氢化合物是可以发现的,一方面,可以在具有几千度高温和极大重力的星体表面(其中包括太阳表面)发现,另一方面,可以在极小重力和近于绝对零度时的星际空间和放电气体尘埃物质中发现。

在这方面,不仅对星际物质的研究,而且对彗星的研究都是很有意义的。这些几乎在星际介质条件下形成的宇宙体有着很多的轻碳氢化合物和氰,在他们渗透到我们行星系统内

部时,就很容易发现他们。在这个系统的范围内,我们可以在很多大行星,以及他们的卫星的大气层中发现大量的甲烷。

现在,我们对陨石中碳化物的研究给予了极大的注意。这是因为,第一,陨石是目前唯一的、非地球的物质,我们不仅可以从化学分析方面,而且可以从矿物学方面直接研究它们;第二,由于陨石的物质和形成地球的物质相似。

在被称为碳质粒状陨星的某些陨石成分中能够发现大量的碳。在这里,碳不仅是处于天然的状态,而且主要是碳氢化合物及其氧化物、氮化物、硫化物,有时也是非常复杂的高分子碳氢化合物。在这些化合物中,有的化合物与地球上有机体中存在的有机物质极为相似。因此,不久前甚至有人认为,在陨石上或在形成小行星的物体上存在生命,以及认为,碳质粒状陨星的有机物质是宇宙有机体第二次分解而成的产物。

然而,目前这种意见已被完全推翻,根据所得到的一系列资料认为,陨石的有机物质是按生物自然发生的方式原始产生的。某些现代作者(其中有贝尔纳)甚至提出了,形成地球有机体的有机物质不仅在生命产生以前,而且在地球和行星形成以前就已组成。按照贝尔纳的意见,这些有机物质在地球处于准备状态时,就已经在微星的成分中存在,这些微星按其本身的化学成分近似于陨石,是星际尘埃物较小的、较寒冷的凝聚体,再由这些凝聚体形成了地球型的行星。

根据上述的设想,我们的行星在其本身形成过程中,就应该得到原始的碳化物。与此同时,地球在形成以后,无论是过去或是现在,都经常不断地在‘补充’着有机物质,这些有机物质是与陨石和彗星物质一起从宇宙来到地球表面的。然而,通过这种方式得到的有机物质的量在地球表面是比较少的。因此,应该认为,产生生命所需要的有机物质的主要部分是在

地壳形成时,地表本身组合而成的。

现在,在地球很多地方所发现的碳氢化合物的自然形成物就是一种极好的证明,这是目前尚未结束的地壳形成过程的结果。

例如,不久前在柯里半岛的哈宾斯地区所发现的气体分离物对这方面的研究有着很大的意义。经分析证明在气体分离物中存在的有甲烷和较重碳氢化合物。因此,对该地区所进行的物理-化学和地质状况的精细观察,充分说明对上述气体自然产生是有有利条件的。

这样,通过对现代宇宙和地质现象进行研究所得到的这些资料都明确地指出,在我们行星形成时和行星存在的初期阶段,在行星的表面就已组成了大量的碳氢化合物及其衍生物,这些碳氢化合物及其衍生物就是有机物质以后进化的原始物质。

怎样才能了解这种进化的方式呢?假如在现代的自然条件中,直接的地质观察有机物质的变化对这方面的研究有着某种意义的话,那么,所得到的结果就不能直接利用去判断在还没有生命的地球表面(称为地球发展的原始阶段)上的有机物质自然进化的过程,因为,存在于当时原始地球大气层与水圈的条件,已随着生命的产生而发生了原则性的变化。

这些初期的条件基本上可以分为下面几个主要部分:

(一) 在原始大气中缺少自由氧,自由氧的缺少就使其不可能直接的、深度的氧化还原的碳化物。

(二) 大量的短波紫外线穿过整个气层并达到地球表面。这就比现在仅只有一种长波射线达到地球表面时的情况为自然发生的光化学过程创造更大的可能性。

(三) 缺少具有现代物质交换的活的有机体,这种物质交换能迅速地将各种有机化合物吸引入自己作用的轨道。

目前,在地球表面的任何地方,其自然状况都没有这样的条件。位于现代大气中,三十公里高的臭氧屏能使短波紫外线达到地球表面。现代大气层、土壤上部以及达到最深度的整个水圈都充满着自由氧,并有稠密的微生物,这些微生物在吸收外部介质的有机物时,就没有任何可能使他们长期进化,达尔文在自己的一封信中已指出了这点。

从第一种观点看来,这似乎是反常的结论,但是必需承认,生命已经产生了,这是在目前自然条件下,生命原始起源没有可能性的主要原因,因为在地球表面的条件已经发生了深刻的变化,这种变化就不可能使有机物质按着在地球存在的原始阶段时,所完成进化的方式来进行某种长期的进化。

因此,就迫使我们对有机物质进化生命的这种以前的现象作出判断,这种判断主要是根据实验室的实验,在实验中我们人工地复制出当时在地球表面存在的物理和化学条件。这样,我们确认,甲烷和其他的有机物质的化学趋向,无论是过去、现在,在第一、第二地球大气层中,在化学家的现代烧瓶中都是不变化的。因此,我们在复制原始时期的条件时,就有权等待结果,根据这些结果我们就可以判断遥远过去的事件。

目前,很多资料指出,碳氢化合物和他们的衍生物有着极高的反应能力。

外部能源,首先是短波紫外光,温度的局部提高(个别的),放射性辐射,最后是大气中的火花放电和无声放电在当时的有机化学反应中起了极重要的作用。

在复制原始地球表面条件的试验室中,利用这些能源,就能在多次的试验中合成大量的生物的重要物质,然而,这些还原性大气层的简单化合物,如甲烷、氨和水气,以及从中容易产生的相近衍生物,例如氰、甲醛、乙醛和其它都是原始的合

成物。

这方面的大部分工作都是合成氨基酸和核甙酸，也就是当这些分子块发生聚合作用时，从而合成蛋白和核酸。

很多作者近来的实验室试验都非常肯定的指出，在原始地球表面存在的条件下，氨基酸和单核甙酸必然发生聚合作用——连成长分子链，从而导致组成蛋白质和核酸这些类型的高分子物质，它们是原生质最重要的成分。然而，从现代有机体原生质中分离出来的蛋白质或核酸都具有一定的、严格规律性的分子结构——氨基酸或单核甙酸在他们的聚合链中有着严格规定的排列，以及这种链有着规定的螺旋，也就是链的空间排列。与此相反，自然发生的氨基酸或核甙酸聚合物的结构应该带有偶然的特性，这在实验室的试验中是可以发现的。

这样，目前我们根据非常肯定的观察和多次的实验资料认为，在我们行星存在的原始阶段的一定时期，地球水圈的本身在包含无机盐水溶液的同时，还包含有各种各样的有机物质——简单的和复杂的聚合物和单体，以及有助于发生多次相互作用的丰富的化合物能量，这种特殊的‘原始蛋白质’随时都在发生变化和进化。

然而，在‘原始蛋白质’中所发生的有机物质化学变化的秩序，有机物质的形成和分解，其根本方法不同于活的有机体所特有的方法。在这些活的有机体中，由于他们一定的预先就存在的组织性，所以各个反应的秩序在新陈代谢的单一网路中是严密协调的。因此，在这里完成过程的秩序是非常有方向的，特别导致经常重复地合成极为复杂的和特殊的化合物，这些化合物能够在细胞中大量的产生和聚集。

当然，在‘原始蛋白质’中，这种秩序是完全没有的。如同在有机物质的简单水溶液中一样，在‘蛋白质’中完成的化学

变化仅仅是按物理和化学的普通规律进行的。这些变化都不带有某种方向的、有组织的特性，而是按照化学可能性的最大范围的所有方向实现的。

研究生命起源问题的科学家的任务，首先是要建立这样一些进化的途径，按照这种途径能从无秩序的、彼此交叉反应的紊乱中，产生出新陈代谢特有的一定秩序性，这种秩序性正是生命过程的基础。生命不象‘原始蛋白质’那样随便分散在空间。生命是有机体——是从周围外部介质中空间孤立出来的，但是又和这些介质按着开放系统的形式发生相互作用的离散系统。

此种体系的稳定性，它们存在的长期性，不是确定不变的——静止的，相反，物质的变化是经常的，物质的合成和分解是有规律的配合着，它们的总和便组成了生物的新陈代谢。

新陈代谢反应的整个网路都是严密协调的，而且在当时外部介质条件下，整个体系都是定向的经常自我贮存和自我再生，这些就是活体系的特性。这种对生命特有的、高度有组织的方向性不是偶然产生的。它们仅能在逐步的完善过程中形成，类似自然选择的现象便是实现这种完善的推动力，因为，只有在这个基础上，我们才能观察现代活物质组织的方向的完善。

因此，这些对产生生命最简单的、原始的在‘原始蛋白质’中能够自然形成的体系，在其本身组成时，就已经应该是和外部介质发生相互作用的、开放的体系，并在此基础上，这种体系有助于成为“前生物”自然选择的物体。所有活物质的细胞内部的组织性使我们感到这样惊奇，这个组织的合理性只有在这种选择的过程中才能产生。

是否可以想象这些在‘原始蛋白质’中自然产生的形成物是以后进化的原始体系呢？

关于此问题,在科学文献中,存在着两种不同的观点。

很多现代作者研究生命最初的特性——有机体精确的自我再生能力,这种能力是建立在核酸反应的基础上的。因此,按照他们的意见,在‘原始蛋白质’中,自然形成的核酸的单一分子是生命产生的原始体系。

当然,上述所讲的这种能力,对于生命的确是极其重要的,这是现代活物质所具备的最显著的特征之一。但是,不能由此认为,这种能力就一定应该是原始的特征。这种能力很快就成为古老事件的最高点,这些事件导致产生了现代类型的有机体。因此,另一种观点也是允许成立的,根据这种观点,根本不和酶促作用发生关系,但能导致合成一般的聚合物,并从中组成多分子系统,这种多分子系统的自我再生能力处于低水平状态,它根本不依赖于那些仅仅在这些系统进化过程中才产生的核酸的精确反应,以上所述的多分子系统的简单的新陈代谢才是生命的最原始的环节。

我们企图说明第一种观点和第二种观点的试验论据的可能途径。

根据第一种观点,在‘原始蛋白质’中产生出各种各样的多核甙酸,其中包括能产生类似烟草病毒的 RNA 的单一分子。单一分子不具备定向结构,在分子链中,单体的秩序性代有偶然性,甚至全部是单体。然而,在互补的基础上,此种分子能产生反应,这就是说,在‘原始蛋白质’中能繁殖起来。由于离体反应非常不完善,就发生了大量的突变,产生了各种各样的、具有单核甙酸残基各种排列的核酸分子。就在此基础上产生了最能迅速合成的和繁殖的选择,这种选择就导致产生了现代类型的 RNA 和 DNA。

然而,如果企图在此种现象的模型试验中实验再生,那么,除掉能得到特殊的聚集物,和类似蜡层的同种分子的混

积物以外,什么都得不到。在这种分子水平上,不可能有任何的自然选择,因为,要在多核核酸的这种或那种链的生长速度中产生优越性,就必须产生这种多核核酸与蛋白质的密码对应关系,蛋白质能成为一种特殊的催化剂,能使该种分子比较迅速的‘繁殖’。Rich 这样指出,正是在这个地方,对我们所分析的设想产生了很大的困难,“因为,为了弄清信息传递的生物化学系统的发展,就必需将核酸的顺序性和蛋白质中的氨基酸的顺序性联系起来。为此,必须推测氨基酸的顺序性具有一定的特殊性,这种特殊性能保证完成记录系统工作所必需的催化功能,简单地讲,我们应该探讨活化酶产生的途径”。然而,在简单的溶液条件——‘原始蛋白质’——中,甚至在理论上也很难做到这点,而实验再生就更加困难了。

在苏联科学院巴赫生物化学研究所的实验室中,我们混合了天然蛋白质和核酸的各种多肽和多核核酸的溶液,以及人工合成的化合物,如聚腺嘌呤和聚赖氨酸的各种多肽和多核核酸溶液。这样,在温度和酸性的一般条件下,甚至从稀薄的溶液中,就能分离出在显微镜下能看见的单个高分子形成物——团聚体小滴(图1)。在团聚体小滴中,聚合物分子发生了联合,当小滴中聚合物的浓度达到百分之十和更高的时候,聚合物就几乎从周围溶液中消失掉。

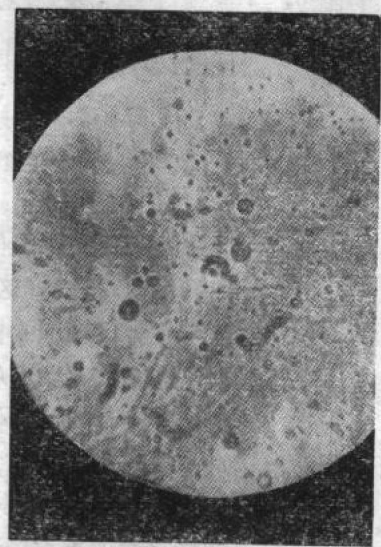


图1 从聚腺嘌呤酸和聚赖氨酸中分离的团聚体小滴(放大800倍)。

当核糖酸的聚合作用形成时，或多肽（如聚赖氨酸）同时形成时，我们还观察了类似的现象（图 2）。

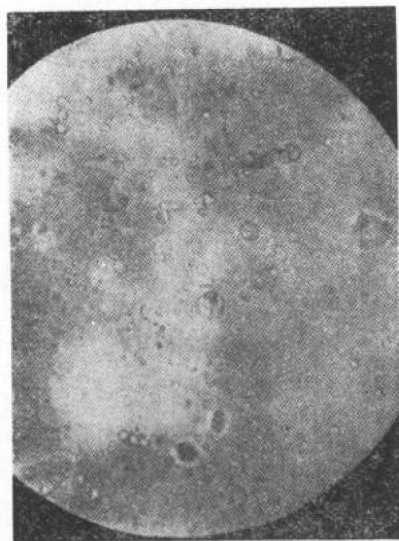


图 2 在有酸加入的聚-A 合成过程中形成的团聚体小滴。

当聚合物分子量达到一定程度时，溶液的均匀性就破坏了，并在溶液中产生团聚体小滴。

在这种情况下，聚合物链中的单体的排列秩序不起显著作用，小滴产生的可能性仅决定于后者聚合作用的程度。

这些实验指出，如果在‘原始蛋白质’的条件中，多肽和多核糖酸同时形成，那么多肽和多核糖

酸就必定要联合成为多分子系统（团聚体小滴），以及它们在这些系统中（而不是在简单的溶液中），在分子的水平上实现进一步的进化。

从一般的聚合物形成团聚体，就是这种原理最简单的例子，生物超分子结构就是根据这个原理形成的。

例如，任何一种活细胞的极特殊的结构——蛋白类脂物膜——都不为自己的形成要求严格规定的、特殊的蛋白质和类脂物。为了他们的形成，仅仅要求上述物质的紧密的结合，在物质结合时，在亲水基团和疏水基团以及电荷分布等相互间发生结合，建立了必需的联系。

比较生物化学的很多资料指出，形成原始的多分子结构和系统，并不要求严格特殊的化学成分。只要达到一定的程

度这就会保存下来,现代细菌只是在进化的极高阶段,才使所规定成分标准化起来。

因此,可以认为在‘原始蛋白质’进化到一定的阶段,在其中就必定会形成大量的、各种各样的多分子结构和复合体。这些结构和复合体从一般的溶液中分离出来,而成为单独的系统。它们类似 Goldacke 的小气泡,福克斯的微球体,以及类似我们的团聚体,和很多其它的相似形成物。但是,对于它们进一步的进化,最重要的是它们能和周围介质溶液按着开放系统的方式发生相互作用,以及它们的稳定性带有非静止的,而是带有动的、固定的特性。从这个观点出发,团聚体小滴对我们的研究是最方便的,但是,它绝不是复制遥远过去的现象唯一可能的模型。

团聚体小滴很容易产生,甚至能在非常稀薄的、各种一般的聚合物(多肽、多核甙酸、多聚糖、类脂和其它等)中产生。它们是独立的,好象个体的系统,和周围介质有着明显的界线,但是,它们能够有选择地吸附各种各样的物质(如颜料、氨基酸、糖和其它等)。当上述化合物浓缩时,有时几十倍,甚至几百倍地增高它们在周围溶液中的浓度。如果,通过这种方式吸附的物质具有催化作用的话,那么,在小滴中就能产生化学反应,而使它们转变为开放的体系。

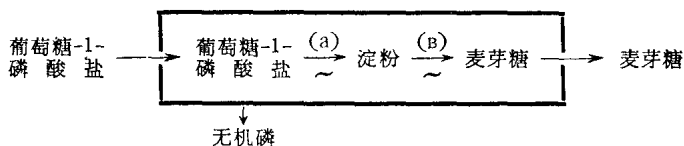
为了模拟上述所指出现象,我们通常是利用酶作为催化剂,尽管我们已完全了解这样类型实验条件,因为在‘原始蛋白质’中,当然没有酶。

在研究的该阶段,应用这些强有力的,专门的催化剂,给予我们在时间方面很大的优越性,尽管在这些实验中,原则上酶能够为比较简单的催化剂所代替。

将这样或那样的酶加入到团聚体小滴中时,我们就可以发现在小滴中加速了氧化、还原、磷酸化作用、聚合作用等一

系列反应的进程,也就是加速了这样一些变化的进行,根据比较生物化学的资料,这些变化是建立在新陈代谢原始过程基础上的,没有例外,所有现代有机体都具备这些固有的过程。

列表说明实验的一个例子,由组胚和多核甙酸组合成的团聚体小滴表示在长方形中。



将葡萄糖转化酶(a)和 β 淀粉酶(B)加入到团聚体小滴中。在周围的溶液中有葡萄糖-1-磷酸盐,葡萄糖-1-磷酸盐靠扩散作用进入到小滴中,并在小滴中转变为淀粉,当 β -淀粉酶作用时,淀粉就分解为麦芽糖,麦芽糖又分离到周围原来没有麦芽糖的介质中去。以这种方式,物质就不断的流经小滴,处于基本状态的新陈代谢作用就建成了。如果a和B的

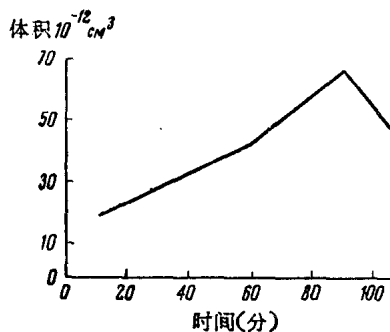


图3 淀粉在小滴中合成时,团聚体小滴体积的增加。

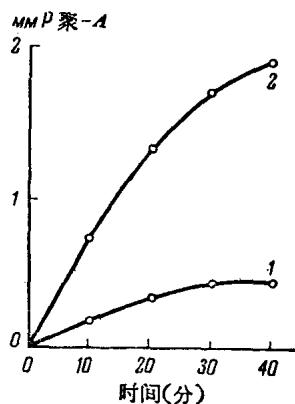


图4 在有己糖激酶加入的团聚体小滴中聚-A多核甙酸磷酸化酶的合成。1.多核甙酸磷酸化酶; 2.多核甙酸磷酸化酶+己糖激酶。