

生物学参考资料



生物学参考资料

内 容 提 要

本集一共有 22 篇文章,其中选载了 20 篇有关细胞学的文章,介绍了生命起源、细胞起源、细胞核、细胞质、细胞膜和细胞器等有关的研究,细胞的生理学和生物化学,细胞免疫学,植物细胞杂交,细胞培养以及研究细胞的技术和方法等方面的新动向。此外另刊载了关于维生素 B_{12} 的化学合成和蛇毒中的神经毒蛋白两篇文章,这也是科学界所注意的问题。

关于细胞学的研究工作,近年来进展迅速,本集主要是介绍这方面的新动态,对细胞学研究工作者有参考价值,此书可作为生物科学工作者的阅读资料。

生 物 科 学 参 考 资 料

第 十 集

*

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

*

1978 年 12 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1978 年 12 月第一次印刷 印张: 17 1/8 插页: 1

印数: 0001—14,700 字数: 360,000

统一书号: 13031·888

本社书号: 1259·13—6

定 价: 2.15 元

目 录

生命起源研究概况	1
生命起源概念的演变	12
关于有丝分裂细胞的起源	17
细胞核与真核细胞的起源	51
线粒体和质体作为内共生体: 特创论的复活?	59
线粒体的非共生起源	73
细胞质的非线粒体 DNA	85
念珠状染色质与基因表现	95
细胞表面免疫学	99
动物细胞信使核糖核酸的代谢	113
细胞的老化、生长和死亡	130
细胞培养中哺乳类动物细胞生长的控制	137
高等植物原生质体的融合和体细胞杂交	143
细胞膜与进化	147
细胞膜的作用	160
微生物细胞壁研究的现状	172
生长中的植物细胞壁	184
激发荧光细胞分类技术	202
细胞的碎裂方法	215
微生物细胞的采集方法	226
关于维生素 B ₁₂ 的合成	247
蛇毒中的神经毒蛋白	251

生命起源研究概况

新 亮

(中国科学院生物物理研究所)

1. 引 言

辩证唯物主义认为生物是由死物转化而来的,即生命起源于非生命物质。早在一百年前,革命导师恩格斯就已论述了生命起源问题对确立辩证唯物主义世界观所具有的重大意义。他说:“三大发现使我们对自然过程的相互联系的认识大踏步地前进了。”还说:“有了这三个大发现,自然界的主要过程就得到了说明,就归结到自然的原因了。现在只剩下一件事还得去做:说明生命是怎样从无机界中发生的。”从恩格斯的这一论述,不难看出生命起源问题对辩证唯物主义哲学具有多么重大的理论意义。

生命起源的研究对于反对唯心主义的斗争有重大的现实意义。科学地阐明生命的起源对于确立辩证唯物主义思想,铲除唯心论的影响无疑具有重大的作用。

那么,死物是怎样转化成生物的呢?这就是生命起源研究所要回答的根本问题。地球上本来是没有生命的,随着物质的不断演化发展后来才出现了生命。那么究竟是哪些物质经过了怎样的变化才产生了生命呢?回答这个问题首先必须对生命的结构有一个基本的分析和认识。我们知道,所有的生物皆由细胞所构成,细胞是生命结构的基本单位,进化论告诉我们:现存的多种多样的生物都是进化上互相联系的,他们是由共同的始祖——原始细胞长期进化发展而来的。正如恩格斯所说:“今天存在于我们周围的有机自然物,包括人在内,都是由少数原始单细胞胚胎的长期发育过程的产物”。这就是说在地球上物质发展的某个时期产生了原始细胞,从此才有了生命。今天地球上如此繁多的生命世界就是从这种原始细胞进化发展而来的。可见生命起源实际上就是要阐明原始细胞如何从非生物转化而来,也就是细胞的起源问题。

原始细胞既然是一切现存细胞的共同始祖,那么他就应当具备一切现存细胞所通有的最基本的结构和性状。根据目前生物学的知识,从物质结构的角度阐明生命起源,就应当历史地说明如下几个问题:

(1) 作为生命物质基础的小分子如氨基酸、核苷酸、脂质和单糖等是怎样在原始地球上适当的条件下从更简单的物质产生出来的。

(2) 这些小分子又怎样在原始地球上适当的条件下聚合产生大分子物质如蛋白质、核酸、多糖等。

(3) 这些大分子物质又怎样在原始地球适当的条件下,有机地组织起来产生了细胞结构的。

近年来,这些方面的研究工作比较广泛地开展起来,使生命起源的研究大大向前推进了,所以有这样的进展是和化学进化这一概念的提出以及模拟实验工作的开展分不开的。

2. 化学进化的概念

化学进化的概念早已孕育在恩格斯的著作中了,他在批判生命科学中的唯心主义观点时指出:“生命的起源必然是通过化学的途径实现的。”“生命是整个自然界的結果,……是在整个自然联系所给予的一定条件下产生的,可是它正好是作为某种化学过程的产物产生的。”1924年苏联学者 Опарин (奥巴林)根据恩格斯的这一指示,正式引进了化学进化这个名词。然而化学进化的实验研究工作的开展还是近十来年的事情。所谓化学进化就是在原始地球自然条件变化发展过程中,物质一步步从简单到复杂地演化并最终产生细胞的进化过程。

原始地球上的自然条件和今天地球上的自然条件是截然不同的,突出表现于三个方面:

(1) 原始地球的大气成分中没有游离的氧,而含大量的氢,是还原性的。

(2) 由于没有氧,也就不可能有象今天地球大气上层存在的臭氧层。太阳的紫外线则可以不受阻拦地直接大量地射到地球表面,从而为化学进化提供了充分的能源。原始大气在自然能源的作用下产生出大量的含碳有机分子如: CH_4 、 HCN 、 HCHO 等,它们是演化出生命的重要的原材料。

(3) 原始地球上没有生物,因此许多含碳有机分子以及进而产生的氨基酸、核苷酸、原始蛋白和核酸等有机物,可以在原始地球上大量地积累,从而使原始地球成为生命起源的良好“土壤”。

那么能不能在实验室中模拟原始地球的某些自然条件,从而使这些逐级发展的化学进化过程重演呢? 1953年,Stanley Miller作了这样的实验,他把 CH_4 、 NH_3 、 H_2 和 H_2O 封闭在无氧的玻璃容器里,以模拟原始大气,并在容器里长时间地放电以模拟雷电所造成的自然能源,最后他在产物中发现了氨基酸。这一实验给人们很大的启示。从此模拟实验广泛开展起来,成为化学进化的主要研究方法。

3. 化学进化研究概况

目前所知最古老的细菌化石出现于32亿年前,因此目前认为化学进化发生在地球形成的最初十几亿年,即从地球诞生到最早的生物出现(见表1),在这段时期中,碳化物经历了从简单到复杂的逐级演化,并最终产生了原始细胞。下面就化学进化的几个主要方面作一简单的概述。

表 1 进化年代表

10 亿年	多细胞藻类	生物进化	O_2 发生
20 亿年	蓝藻、铁细菌 光合成 无氧酵解	生物进化	CO_2 增加
30 亿年	最古的生物 (细菌样)	化学进化	
35 亿年	地球岩石形成	化学进化	H_2O CH_4 HCN $HCHO$
45 亿年	地球诞生	化学进化	H_2 NH_3

3.1 生物小分子的起源

我们把构成蛋白质分子的基本单元氨基酸和构成核酸分子的基本单元核苷酸称之为生物小分子,属于这一类的还有单糖、脂质分子以及卟啉、维生素等,限于篇幅此文从略。

3.1.1 氨基酸的起源

Stanley Miller 首先从 CH_4 、 NH_3 、 H_2O 和 H_2 的混合气体经放电作用,而得到了甘氨酸、丙氨酸、天门冬氨酸、谷氨酸和 β -羟基丁酸。此后人们进行了大量类似的模拟实验,在这些实验中,人们采用各种不同的气体混合物作为初始物质以模拟原始大气,并采用各种不同的能源如放电、紫外线、电离辐射、加热等,以模拟原始地球的自然能源条件,以及采用不同的环境条件,如模拟原始海洋的微碱性溶液反应等。大量的证据表明,所有构成生物体的 20 种氨基酸均可在原始地球条件下,经多种途径产生,只是精氨酸和赖氨酸等少数碱性氨基酸,尚感证据不够充分,有待进一步的研究。

3.1.2 核苷酸的起源

核苷酸由碱基、核糖和磷酸三部分构成,碱基包括:

嘌呤类: 腺嘌呤,鸟嘌呤,黄嘌呤等。

嘧啶类: 胸腺嘧啶,胞嘧啶,尿嘧啶等。核糖包括: 核糖和脱氧核糖。

嘌呤碱基可以从 HCN 产生,已知 HCN 在原始地球上,很容易从原始大气中生成,并能自行聚合成多聚体。 HCN 的四聚体(二氨基丙二腈),在太阳光照下,就可以

进一步转化产生各种嘌呤碱基。

嘧啶碱基可以从乙炔腈产生,而乙炔腈在原始地球上,很容易从 CH_4 和 N_2 经雷电作用产生。已知乙炔腈和氰酸盐溶液反应可产生胞嘧啶,产率达 20%,胞嘧啶水解可产生尿嘧啶,尿嘧啶与甲醛和 NH_3 在一起加热,可产生胸腺嘧啶。

核糖可以从甲醛产生,甲醛在原始地球上也是很丰富的有机分子, CH_4 和 H_2O 经放电作用就可生成。已知甲醛在铝的表面或羟基磷灰石表面,在适当的湿度和 pH 条件下,可以产生核糖和其他糖类。而且甲醛在紫外线的作用下,也可以转化产生核糖和脱氧核糖。

根据上述可见,碱基及核糖均可在原始地球条件下生成,但碱基与核糖缩合,成为核苷是比较困难的,已知嘌呤碱基与核糖共同加热,当有无机盐的混合物存在时,可以得到各种嘌呤核苷,而且以海水蒸干所得到的一组无机盐效果最好。嘧啶与核糖的缩合尚没有满意的途径,而氨基咪唑核糖嘧啶或氨基咪唑阿拉伯糖嘧啶的衍生物,与乙炔腈反应可生成嘧啶核苷和嘧啶核苷酸。

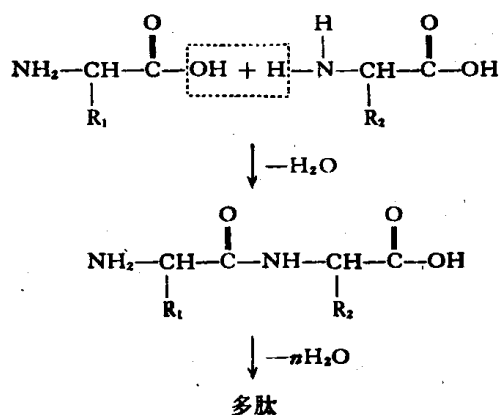
核苷磷酸化则生成核苷酸,已知核苷和焦磷酸一起在磷灰石 $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]$ 存在下,加热到 100°C ,可以得到核苷酸,但磷灰石在原始地球条件下,是否广泛存在尚不清楚。而氯化铵、尿素和无机磷的混合物是比较有效的磷酸化试剂,在原始地球上比较容易出现。

核苷-5'-单磷酸与多聚磷酸一起在溶液中保温,可以得到核苷-5'-多磷酸。这种化合物被认为可以在前生物条件下,起到类似 ATP 的供能作用。

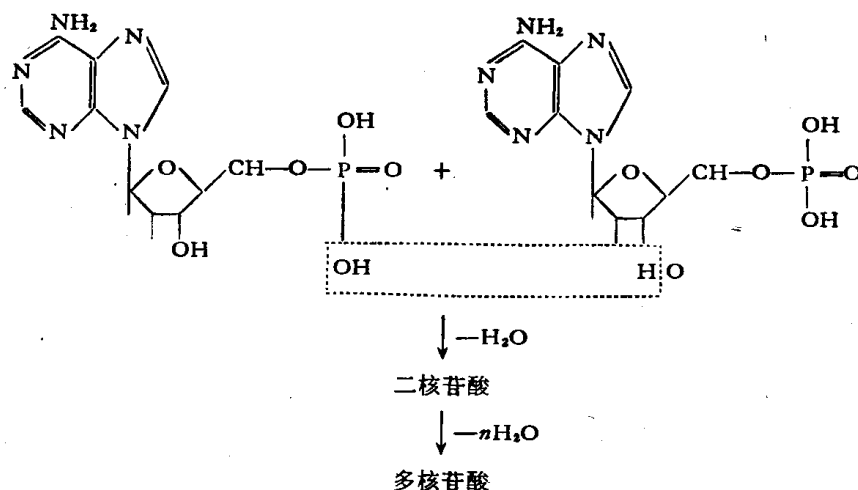
3.2 生物大分子的起源

这里主要谈谈蛋白质和核酸的前生物合成。上面已讲到各种氨基酸和核苷酸的前生物合成途径,尽管还有许多细节问题还要深入讨论和研究。但大体上的轮廓已经有了。但在原始地球条件下,这些小分子的氨基酸、核苷酸又怎样聚合而生成蛋白质和核酸这样的大分子呢?这是个更重要的问题,但对这个问题目前了解得更少。

氨基酸聚合生成肽是脱水缩合反应:



核苷酸聚合形成核酸,也是脱水缩合反应:



从动力学上分析,在水溶液中是不利于脱水缩合反应向聚合方向进行的,这就增加了在原始海洋中,形成大分子蛋白和核酸的复杂性,因此对大分子的起源研究工作明显地分成了两大学派。

3.2.1 陆相起源

这一学派认为聚合反应是在火山附近造成的局部地区的高温条件下发生的,聚合生成的大分子又经雨水冲刷到海洋中。因此这一学派的模拟实验主要是对氨基酸或核苷酸的混合物在无氧的干燥的条件下,加热到一定高的温度使之发生热聚合。

S. W. Fox 对一定比例的氨基酸混合物,在无氧干燥条件下,加热到 $160-170^{\circ}\text{C}$,得到了分子量很高的聚合物。这种聚合物经 HCl 水解可得到氨基酸,但却不能被蛋白水解酶充分水解。分析表明这种高聚物虽然有某些类似蛋白质的性质,但含有相当量的非肽键成分。

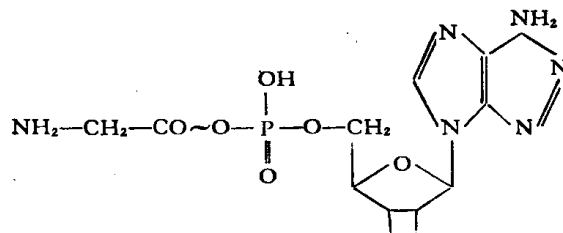
核苷酸和多聚偏磷酸一起加热到 $50-60^{\circ}\text{C}$ 也得到分子量达 10^4 的高聚物,但分析其结构主要不是 $3'-5'$ -磷酸二酯键,含有相当多的支链和链间交联,而且多聚偏磷酸在原始地球上能否大量生成还是个问题。但热聚合的多聚尿嘧啶(poly u)在大肠杆菌(*E. coli*)的非细胞系中,可以引起苯丙氨酸的掺入,表明核苷酸热聚合产物具有一定程度的类似核酸的性质。

3.2.2 海相起源

这一学派认为在原始海洋中,小分子氨基酸和核苷酸可以被吸附于粘土、蒙脱土一类物质的活性表面,而且在适当的缩合剂(如原始地球上可能存在的羟胺类化合物)存在时,可以发生聚合反应。此类模拟实验大多在于选择适当的缩合剂和表面活性物质,以模拟原始海洋或湖泊的条件。到目前为止,尚未得到证据表明足够量的较大分子的聚合物的生成。

Horowitz 采用了一种值得注意的聚合途径,他证明甘氨酸和 ATP 在水溶液中,

当有沸石存在时，聚合成一个含高能键的化合物（甘氨酰腺嘌呤核苷-磷酸），这个化合物在微碱性溶液中（pH 7.8—8.5），被吸附到蒙脱土的活性表面，并进行聚合产生多聚甘氨酸；此外还有一些非肽多聚物出现，作者认为可能是多聚腺嘌呤核苷酸。这种被 ATP 活化的氨基酸于活性表面自行聚合的途径，在某种程度上类似生物体内氨基酸被 tRNA 活化并于核糖体上形成肽键的过程，因此值得深入研究。



到目前为止，人们对大分子的起源还了解很少，这里有几个问题必须解决：

(1) 氨基酸和核苷酸在原始地球上积累和浓缩的机理，浓缩是实现聚合的前提，尤其是核苷酸比较不稳定，易于水解，因此说明核苷酸的积累和浓缩问题尚有一定的困难。

(2) 聚合生成肽键和 3'-5'-磷酸二酯键的条件：热聚合虽然产生高分子量的聚合物，但含肽键和 3'-5'-磷酸二酯键的成分不太多，分子中杂有许多其他交联键，而溶液中聚合虽会生成一些较好的肽键和磷酸酯键聚合物，但聚合物分子量很小。

(3) 大分子有序性的发生问题：我们知道蛋白质分子中氨基酸的排列是严格有序的，这种有序性决定着蛋白质特有的生物功能，核酸的碱基排列也是严格有序的，这种顺序决定着核酸的密码功能。沿着核酸的碱基排列顺序，每三个碱基组成一个密码子决定一个氨基酸的定位，这种三体生物密码在整个生物界都是一致的，这反映了生物界的高度统一性。那么这种严格的有序性是如何起源的呢？生物密码是如何起源的呢？至今尚没有一个令人满意的解释。

(4) 光学活性的起源问题：我们知道蛋白质中的氨基酸全是 L 型的，核酸中的核糖全是 D 型的，为什么生物对旋光性物质是有选择的？在生命起源过程中，是怎样实现这种对旋光性的选择呢？这个问题早在一百年前巴斯德 (Pasteur) 已经明确地提出来了，但至今没有很好地解决。

3.3 细胞结构的起源

从大分子到产生细胞结构这又是一个质的飞跃，细胞结构的出现标志着大分子在空间上的有序性和在时间上的协调性的发生，对这个问题人们知道得极少，仅仅有一些模式的设想，如 Опарин (奥巴林) 的团聚体学说和 Fox 的微球体学说。

Опарин 的团聚体是生物大分子胶体物理化学现象，他发现蛋白质和核酸的水溶液在显微镜下观察，可看到大分子聚集成离散的颗粒状，称之为团聚体。由于团聚体上的酶可以转化周围溶液中的底物，所以团聚体表现出运动、生长和分裂“繁殖”等类

生命现象。从而 Опарин 认为在原始海洋中当原始蛋白和原始核酸产生以后,它们可以互相结合形成团聚体,这种团聚体进一步发展和演化终将产生原始细胞。

Fox 的微球体则是由氨基酸经热聚合产生的高聚物的胶体物理化学现象, Fox 称这种热多聚物为类蛋白。类蛋白在水溶液中形成大小均一的微球形胶体颗粒,称之为微球体。这种微球体在显微镜下,可观察到运动、生长和出芽繁殖等类生命性状。有关微球体的问题下面还要单独谈到。

无论是团聚体还是微球体,它们的出现说明了大分子在溶液中有自动聚集作用,这种聚集作用也广泛地表现于生物结构中,例如病毒外壳的蛋白亚基在一定条件下,会自组合成该病毒外壳特有的形状。亚基与病毒核酸在一定条件下,会自行组合成原来病毒的形态并具有感染性。细胞膜也有这类现象,我们知道细胞膜的基本结构是磷脂双层膜上镶嵌着功能蛋白质,磷脂分子是双极性的,其分子一端是亲水性的,另一端是疏水性的,它们在水溶液中总是以疏水端互相靠近,而以亲水端伸向水中形成规则的双分子层。膜上的蛋白质也是双极性的,总是以疏水表面伸向双分子磷脂层中,而以亲水表面伸向水中。生物分子的这种自动组合作用,是由于热力学的原因而使整个系统处于自由能最低状态。在细胞结构的起源过程中,这种大分子的自动组合作用也许是一个重要的动力。我们知道生物的双层膜结构在细胞结构中是广泛分布的,不仅在细胞膜而且在细胞质中也广泛存在如内质网膜和细胞器膜还有核膜等,整个细胞皆以这种双层膜结构互相勾通,许多重要的生物功能都与生物膜结构分不开,因此生物膜结构在细胞生命活动中的意义是不可忽视的。同样膜结构在生命的演化和发展中也应有着极为重要的作用,细胞结构的起源原则上讲就是生物膜的起源问题,不难设想在原始海洋中一旦出现了脂质双层膜,那么它对于聚集原始蛋白和原始核酸组成原始膜结构,并进而向细胞结构演化一定会起到积极的重要作用,但是由于目前对生物膜的研究还很不深入,磷脂的前生物合成途径也还不够清楚,所以对原始膜起源问题还没有什么可供参考的资料,我们应当对此问题抱以极大的希望并有意识地开展这一方面的探索。

4. 福克斯的细胞起源学说

Fox (福克斯)对一定比例的各种氨基酸混合物在干燥无氧条件下,加热到160—170℃得到了高分子量的聚合物,称之为类蛋白。酸性氨基酸比例高的混合物热聚生成物叫做酸性类蛋白,碱性氨基酸比例高的称为碱性类蛋白。

这些类蛋白有一些类似蛋白质的性质,并且表现某些微弱的酶活性, Fox 把类蛋白催化的各种反应首尾相接组成了一个原始代谢图解(图 1)。代谢图解显示了类蛋白催化的氨基酸转化为酮酸的过程,而酮酸是三羧酸循环的重要成员。

类蛋白溶于热水并慢慢冷下来时,可形成大小均一的微小球形颗粒,谓之微球体。

当改变类蛋白微球体悬液的 pH 时 (3.5 → 4.5 或 5.5), 则表现出微球体的双层膜特征(图 3)。

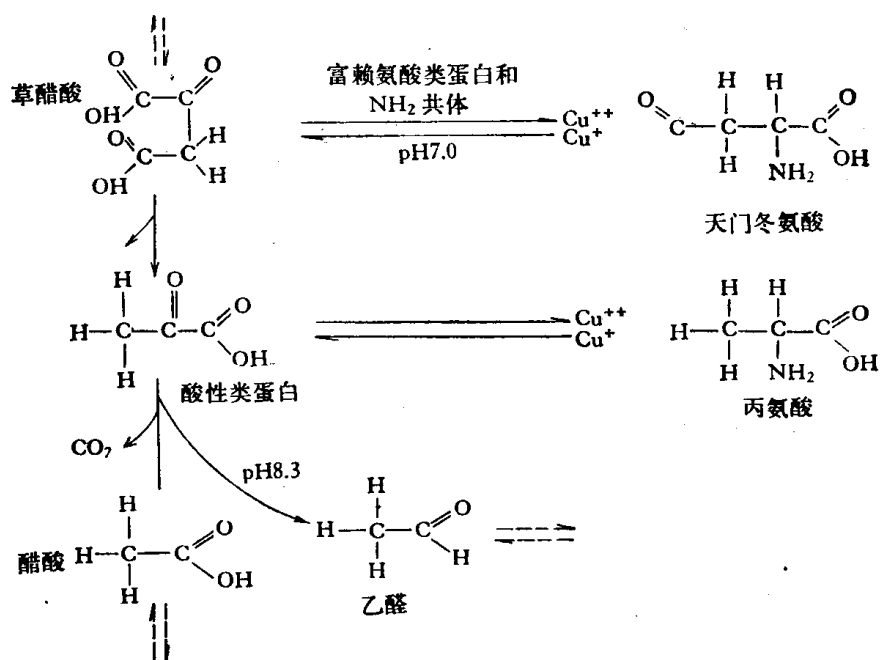


图1 原始代谢图解

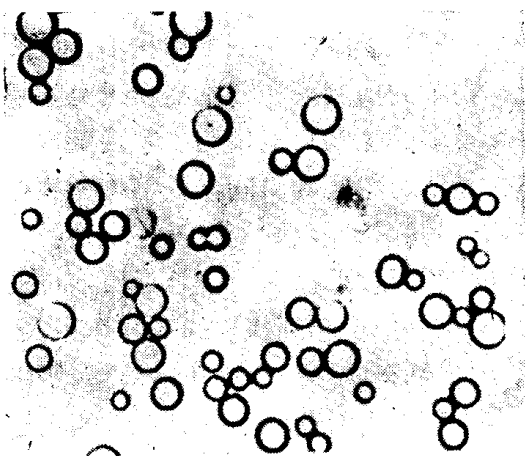


图2 类蛋白微球体

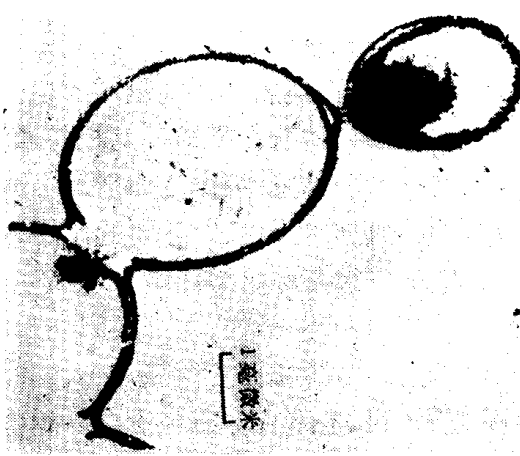


图3 微球体的双层膜

微球体悬液放置一段时间以后,可以出芽,把这些芽分离出来,置于饱和的类蛋

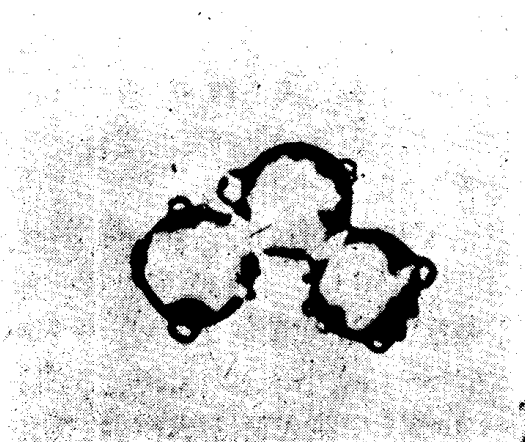


图4 微球体出芽

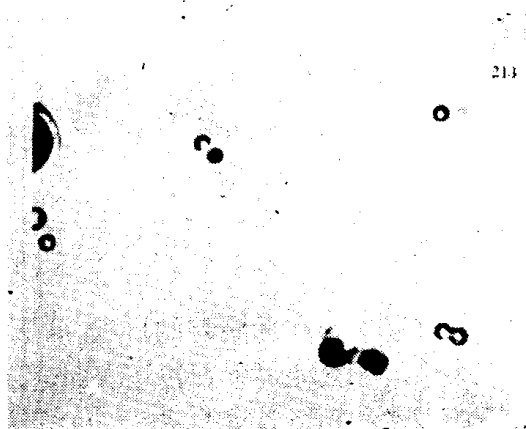


图5 脱离微球体的芽

白溶液中,并从 37℃ 冷却到 25℃ 时,可以使芽长大到原微球体一样大小,由此显示了微球体原始的出芽繁殖特性(图4—7)。



图6 长大的芽
中间的黑点是被染色的芽

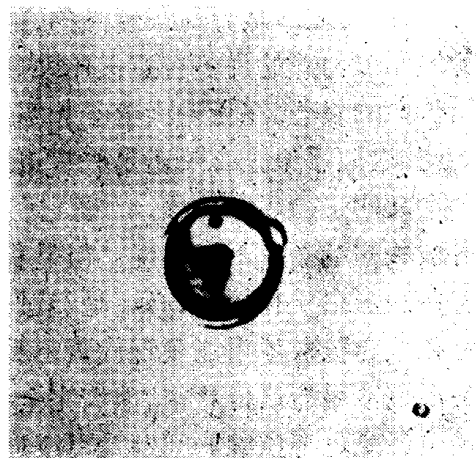


图7 第二代新芽

微球体在镁离子存在情况下,可以促使 ATP 产生少量的二聚体和三聚体,由此 Fox 认为微球体促使产生了最小的密码单元,并认为这是核酸进化的开始。

富赖氨酸类蛋白能和多聚腺嘌呤 (poly A) 形成微粒,这种微粒在有一价和二价离子及 ATP 存在下,可促使苯丙氨酸多聚产生少量的三肽,而且这种作用在微粒生成后 3—6 小时活力最高,时间再长则失活, Fox 认为这种微粒表现了原核糖体的性质,当有原始细胞保护它时,它可以持续表现活性。

Fox 基于自己这些实验资料提出了细胞的化学起源途径(图 9)。

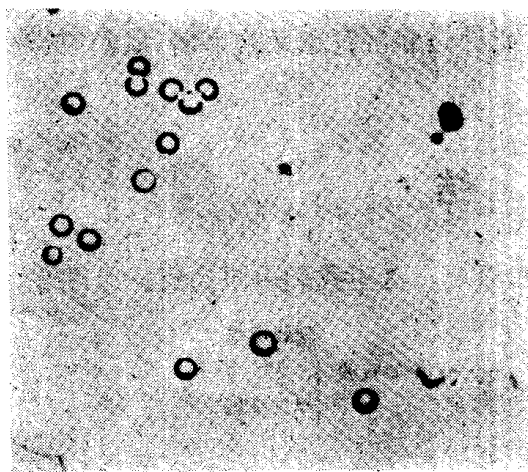


图8 原核糖体

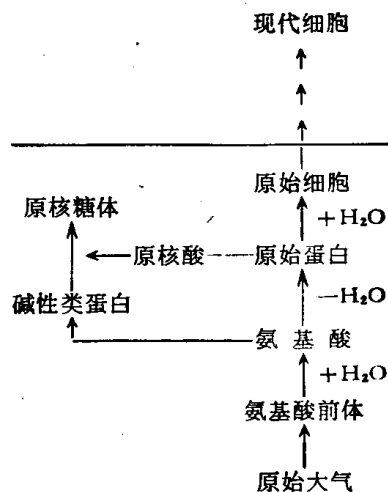


图9 细胞的化学起源途径

Fox 围绕着热聚类蛋白,作了许多富有想象的工作,并提出了以类蛋白微球体为核心的细胞起源学说,曾引起了人们广泛的兴趣。近年来,一些人对 Fox 的工作提出了一些疑问, Fox 本人也进行了辩解,比如 Fox 的热聚合需要对氨基酸的干粉混合物加热,并且要求含有较高比例的酸性或碱性氨基酸,这在原始地球条件下,是比

较难于实现的。热聚合温度又高达 160—170℃，这在原始地球上也不多见，而且类蛋白确实含有相当量的非肽键成分和支链。

但 Fox 的工作是有积极意义的，他首先制造了一种原始的蛋白质并观察和描述了这种原始蛋白质的许多有意义的性质，他还提出了一个首先出现具有一定酶活性的原始蛋白的思想。在讨论大分子起源问题时，人们常会提出先有蛋白质还是先有核酸的问题，这似乎象先有鸡还是先有蛋的问题一样令人费解。我们认为如果说是现代生物学意义的蛋白质和核酸，的确它们是互相依存的，核酸没有酶的催化不能产生，酶没有核酸的编码也不能出现。但是我们应当认识到从氨基酸或核苷酸发展到如此高度有序的蛋白质和核酸，必定是经过了有序性逐渐提高的长期的进化过程，作为原始蛋白和原始核酸不可能象现代蛋白和核酸这样如此有序和严格编码，二者之间的依存关系也不可能这样严密，他们完全可以互不依赖地各自从单体产生，因此，提出先有蛋白还是先有核酸的问题是可以进行讨论的，笔者认为首先出现原始蛋白是可能的而且是有意义的。因为：

(1) 氨基酸比较稳定，而核苷酸易于水解，因此氨基酸比核苷酸更易于在原始地球上积累。

(2) 已有资料认为氨基酸的前生物聚合比核苷酸的聚合来得容易。

(3) 原始蛋白可以显示一定的催化活性，因此它作为原始的有机催化剂出现于原始地球上，必然大大地加速化学进化的速度，使生命更早地出现于地球上。

但是，Fox 的类蛋白表现的酶活性是很弱的，而且多半是水解的活性，显然能催化聚合的活性对于生命的起源更加有意义，我们应当探索这种活性出现的条件。

从微球体和原核糖体表现的微弱的活力，使我们意识到原始大分子的聚集体可能起到有机表面催化作用，尤其是原始膜与原始蛋白和核酸的聚集体可以期望表现一些更重要的表面催化作用，这对化学进化或许是非常有意义的事情，我们应当有意识地从这方面进行探索。

5. 小 结

我们已经简单地叙述了化学进化研究的概况，这里我们可以通过一个图解（图

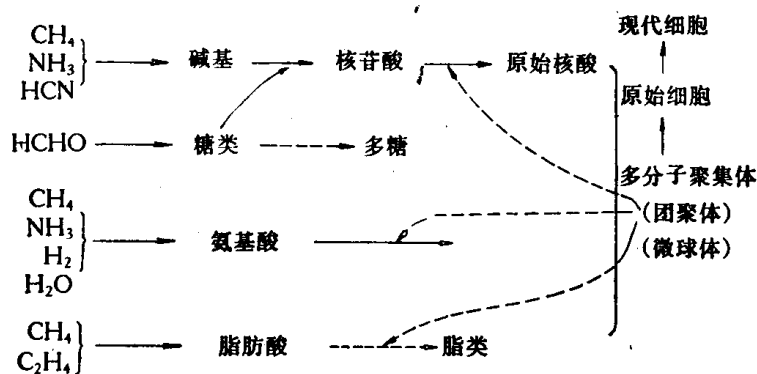


图 10 化学进化途径

10) 作一个扼要的小结。

图 10 中的初始物质 CH_4 、 NH_3 、 HCN 、 HCHO 、 C_2H_4 、 H_2 、 H_2O 等都是原始大气成分或是从原始大气直接产生出来的有机分子,这些分子在一定条件下,利用原始地球上的各种自然能源而聚合起来产生各种氨基酸、核苷酸,并进而产生原始蛋白和原始核酸等大分子物质,这些大分子物质以各种形式组成各种多分子体,这些多分子体可能起到有机表面催化作用,而反过来作用于各种单体的聚合,促使产生更高级的原始蛋白和核酸,如此反复循环,逐渐发展终将导致产生可以进行自我复制的多分子体系,原始细胞就可能在这往复循环中最终产生出来。

化学进化的研究还是很初步的,许多关键性问题还远没有解决,有待于生物学工作者、化学工作者、地质学、古生物学、天文学工作者的通力合作,开展创造性的研究工作,尤其是提出一些新的观点和思路将对生命起源研究工作的进展起到重大的作用。

生命起源概念的演变*

А. И. Опарин

生命起源的现代学说几乎完全是在二十世纪提出的。在本世纪初这个问题曾处于严重危机状态,科学界实际上忽视了生命起源的问题,认为这与其说是科学不如说是信念。没有任何有关生命起源的科学文献,只有个别的假想。它们不能作为对生命起源进行客观研究的假说,而只不过是“《智慧的狡猾诡计》”(按 Bernal 的说法),这些假想都力图论证生命的起源是无法解决的。

只是在二十世纪第一个四分之一的末期,才创立了生命起源的假说。这种假说不再将地球上生命的起源看做是不能重复、不能复制的、在我们行星的整个生存时期只能发生一次的“幸福的偶然事件”,而认为这完全是一个有规律的现象,因而也就完全可以通过客观的科学研究来认识的。

在本世纪第二个四分之一的期间,这样的概念逐渐为各国愈来愈多的不同专业的学者所接受,而且在科研工作,在观察我们周围的世界,在为数不多的实验室工作中也都有反映。

这就为生命起源的研究在战后,在 20 世纪的第三个四分之一——我们现今生活的年代的迅速发展准备了条件。现今有关生命起源问题的认识按指数曲线迅速增加,可以相信这种增加速度,在二十世纪第四个四分之一的时间内将继续保持,将地球上生命的起源看做有机物演化发展过程的概念虽然迄今仍然没有改变但与五十年以前相比较,对这个过程的个别阶段的具体形式的认识稍稍有些不同,这些年代里所累积的大量实验材料导致生命起源概念的演化。

下面我们将从三方面阐述生命起源概念的演化:

- I. 作为进化开端的有机物的宇宙起源;
- II. 地球上原始有机体起源的多次发生;
- III. 必须形成具有相应的独立体系,以便进行自然选择,并从化学进化过渡到生物进化。

1.

在二十世纪初摆在解决生命起源问题的道路上的一个主要障碍在于当时曾统治

* 1974 年 8 月 2—7 日为了纪念 А. И. 奥巴林(Опарин)《生命的起源》一书出版 50 周年(1924—1974),在莫斯科召开了“生命起源”国际讨论会。本文系奥巴林在会上所作的报告。——译者

着科学界的绝对信念：在自然条件下有机物质只能通过活有机体合成才能形成——生源说。这种信念在周围自然界的日常观察中，在有机化石研究中似乎都得到了毫无例外的证实。

诚然，在那时有机化学从 Wöhler 和 Бутлеров 开始已经在实验室条件下合成了一系列有机化合物，但是这并没有动摇上述信念。因为这种信念认为：人也是活的有机体，只有人才能选择反应所需的顺序性，而在无机界，这并不存在，也不可能发生。

另一方面连最简单的有机体直接从无机物质（二氧化碳、水和氮）的突然发生又认为是完全不可能的。这就使整个生命起源问题引入了死胡同。

因此，在解决生命起源的道路上首先必须坚信，有机物的生物合成占垄断地位只是现今地球的特征。原初的地球是无生命的，只进行有机物的非生物合成。通过有机物的进化才形成第一个生命体。

起初，只是在地球范围内考虑有机物的非生物合成。犹如门杰列也夫认为石油碳氢化合物系由碳化钙和水相互作用来形成的那样，有机物非生物合成所需的最简单的原始化合物（甲烷、氨、氰化物）也是在地球上形成的。因此，现今地球上如果能发现这类非生物合成将是非常吸引人的，然而这却是非常困难的，因为在现今地球上分布着生命体通过大量生物合成所形成的为数众多的产物。

在模型实验中，对原始地球表面的那些条件，还原大气以及水圈等加以模拟已经在一定程度上成功地重演了非生源的有机物——从最简单的碳氢化合物到复杂的单体分子和高分子（特别是氨基酸，多肽和多核苷酸）的演化程序图。

对于宇宙的现代研究在颇大程度上扩大了上述概念的范畴。近年来射电天文方面的研究结果表明，在星际空间的不同区域分布有种类繁多的碳化合物，有时发现非常复杂和高分子的化合物。显然它们是在行星射线很强的辐射下在星际尘云颗粒上进行合成的。

这样，现在已经有直接证据，说明有机物的非生物合成不仅在有机体起源之前甚至在我们居住的行星形成之前也已经进行了。地球在它最初形成的时候从宇宙接受了大量储存的有机物，而且，根据太阳星云形成小行星过程的研究以及碳质陨石的 analysis 可以设想这些宇宙的有机物乃是属于 $C_{20}H_{42}$ 型的非挥发性的碳化合物。

当然，我们未必就能在现今地球的沉积岩石中发现这些真正的岩浆源的宇宙化合物（假若它们仍然保存的话，那只存在于地幔）。这些化合物的相当部分必然会遭到热分解。其产物逸出到地球表面，其余部分可能成为形成和饲喂原始生命的原料，通过后者的新陈代谢，这些化合物于是成为生源性的了。然而这些生源有机物的一部分又可能重新进行分解形成无机的碳化合物，例如 CO_2 和 CO ，而后者又可能通过象费什-托（Fischer-Tropsch）一类的反应，而再次形成非生源的有机化合物。

根据上述，有关石油碳化合物的生物与无机起源的争论，就显得不怎么尖锐了。但是地球上碳化合物的深入研究对于解决生命起源问题却具有非常重要的意义。

2.

在二十世纪第二个四分之一的年代里,科学文献中极为广泛流传这样一种生命起源的假说:在有机物的原始溶液中,纯粹由于原子团的偶然结合突然形成了独一无二的基团或核酸的“活分子”假设这个“分子”类似于烟草斑叶病毒分子,在它形成的时刻即已具有生命的一切特征,而且它的分子内部结构蕴藏着生物界以后发展的蓝图。很清楚,这样事件发生的可能性是非常稀少的。因此,一般都这样认为:在地球生存的整个时间,它至多也只能发生一次,因而就完全不可能在实验中加以重现。这样,这种观点就完全关上了生命起源问题进行任何研究的大门。

较为合理的是这样一种观点:蛋白质核酸等复杂分子以及其它重要的生物化合物并不是偶然形成的,而是由于愈来愈趋复杂的有机物在地球表面化学进化的结果。这个过程经常被描绘为一系列连续变化的链条。任何一个环节的发生严格制约着下一个环节的出现。但这里并未考虑整个过程中断甚至逆方向变化的问题。

当生物形成过程(биопозэ)从一个阶段转到另一个阶段时,必然伴随着系统的复杂性与组织性的增加,但根据热力学第二定律分解过程的可能性远比合成要大得多。在原始海洋里,溶于水的有机物,经受着短波紫外线或其他能源的作用,根据这样条件下所达到的热力学平衡的很多计算,表明浓缩的“原始汤液”的形成,是毫无可能的。因为在紫外光的作用下,分解作用的进行远较合成作用要快得多。

但是实际上,在地球表面这样的热力学平衡从来未曾达到过,也不可能达到。

目前,根据大量地质资料已经可以描绘出造山旋迴的地槽早期(生命发生之前)地球表面的情景,当时非常平整的陆地稍稍高出浅海的水平线。水与陆地的对比到处发生变化。水时而到来使土地受到浸湿,时而又退去。这样,使溶解于水中的有机物不断地从其形成处迁移至另一处进行积累和浓缩。在那里由于免受紫外线的分解作用因而通过催化可能使有机物进一步复杂化起来并进而结合成具有相的多分子体系,生命的前体——“前生命体”,后来形成了第一个生命。但是在地球表面的不同部分,在不同的“亚生命区域”(субвита́льная герритория)合成与分解过程的对比是很不相同的。在很多部分高分子物质的发展已进入到较高的进化阶段,因而形成了前生命体系。由于外界环境条件的变化,无论前者还是后者都可能遭到部分甚至全部的分解。其产物又可能重新结合,在新的基础上开始新的进化发展循环。

这样,在同一时间在地球表面不同的“亚生命区域”生物形成过程的进化阶段是不同的。因此很难设想在地球上生命的起源只可能发生一次。生命的前驱——高分子化合物,前生命体以及由它们形成的原始生命体在不同时间,不同地点曾多次发生、分解又重新形成。因此原始生命与在其它《亚生命区域》所发生的,处于生物形成更早阶段的更原始的体系在很长一个时期内(可能几亿年)是共同存在的。显然生命起源多次发生的观点完全否定了过去流行的生命起源乃是一种非常罕见,在整个地球生存期间只可能发生一次的那种假说。