

13 生命起源与宏演化

王强

December 10, 2024

南京大学生命科学学院

13.1 生命的起源

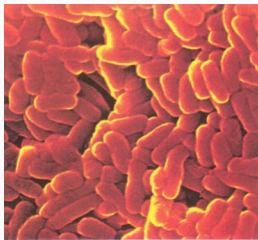


Figure 1. 各种生命形式

13.1 生命的起源

13.1.1 生命的起源是自然的历史事件

1. 神创论: 来自神的创造或超智能者的设计

- ▶ 圣经旧约《创世录》就是最典型的一个代表.

2. 宇生论: 生命起源于外太空

- ▶ 宇宙星球中存在的某些有机分子或微生物孢子, 附着在尘埃上而由彗星带到地球上的; 外星人.
- ▶ 证据: 澳大利亚发现的一颗含碳物质的陨石中和月球样品中检测出了许多氨基酸和有机酸.

3. 自然发生说

- ▶ 现有生命自然发生
- ▶ 谷粒 + 破旧衬衫 → 黑暗21天 → 老鼠 (与常见的一致)
- ▶ 17 世纪意大利医生 Francesco Redit 用实验证明腐肉不能生蛆, 蛆是苍蝇在肉上产的卵孵化而成的.
- ▶ 19 世纪 60 年代法国微生物家巴斯德的精确“鹅颈瓶”实验, 证明现有生命不可能自然发生.

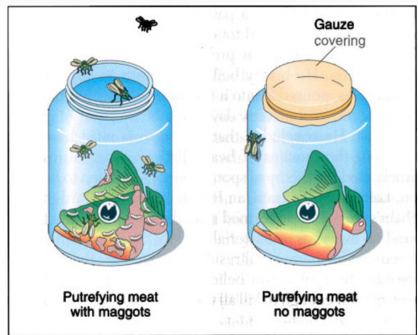
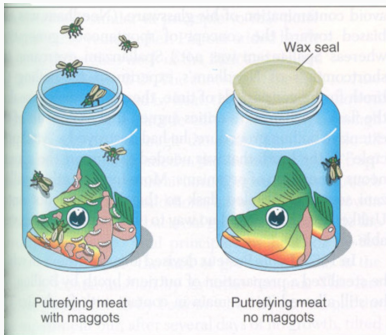


Figure 2. Francesco Redit 实验

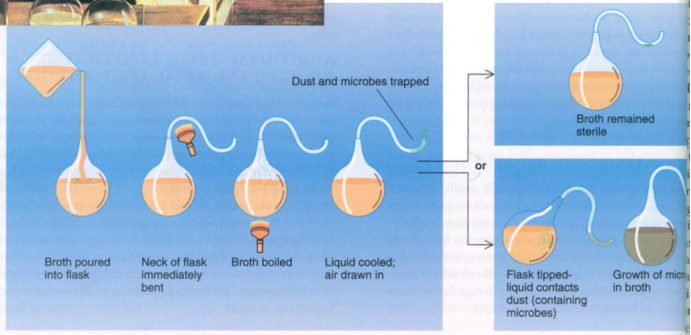


Figure 3. 巴斯德“鹅颈瓶”实验

4. 生命进化起源说

- ▶ 生命是在特殊的环境条件下, 由无生命的物质经历一个自然的, 长期的化学进化过程而产生.
 - 生命的进化与 (地球的) 宇宙进化密切相关
 - 生命不是在现有条件下由非生命有机物质突然产生
- ▶ 地球进化, 生命的化学进化和生物进化.

生命的摇篮 — 地球的进化

■ 地球的形成:

- ▶ 宇宙的诞生: 150 ± 30 亿年前一次突发性大爆炸. 随后出现了由氢和氦组成的大, 小星云.
- ▶ 太阳的形成: 大星云中心的氢原子在高温下发生热核反应.
- ▶ 地球的形成: 太阳甩出去的球体就形成了围绕太阳旋转的行星, 根据地壳放射性同位素衰变计算, 地球的年龄约有 45 亿年.

■ 原始地球

- ▶ 初级大气圈: 初形成的地球是由热的氢和氦以及一些固体尘埃聚合的内核和外面包围的一层气体组成, 形成了第一次大气层.
- ▶ 次生大气圈: 地球内部温度很高, 物质分解产生大量气体, 通过火山活动喷射出地表, 形成了第二次大气层.
 - 还原性气体, 如: H_2O , CH_4 , NH_3 , H_2S 等

■ 原始地球

- ▶ 原始的海洋和河流: 大气层中的饱和水蒸气冷却凝结成雨水, 从而聚集形成原始的海洋和河流.
- ▶ 原始生命的诞生:
 - 能量: 紫外线, 闪电, 辐射能以及热能等.
 - 物质: 可溶性有机分子, 甲烷.
 - 时间: 古生物化石记录, 约40亿年前.

13.1.2 生命的化学进化 — 有机小分子的非生物合成

- 原始汤假说: 生命起源于原始蛋白质聚集形成的团聚体或地表温水池“原始汤”
- 美国人 Miller 的模拟实验
 - ▶ 混合气体: 如 CH_4 , CO , CO_2 , NH_3 , N_2 和 H_2 等
 - ▶ 能量: 放电, 紫外线和电离辐射, 加热等
- “热喷水口”: 古细菌
- 外太空: 生命的原料

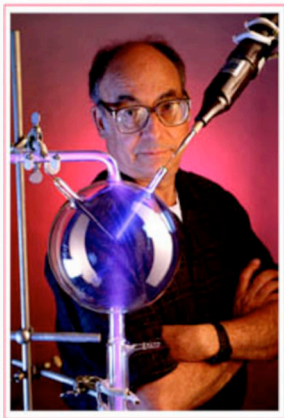


Figure 4. 米勒, Stanley Miller

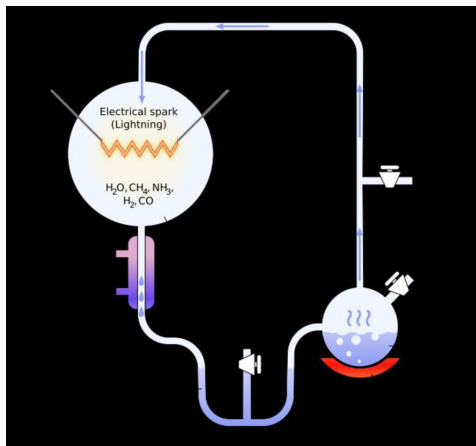


Figure 5. 米勒放电实验

13.1.3 生命的化学进化 — 生物大分子的非生物合成

- 蛋白质与核酸生物大分子的形成: 聚合作用, 2 种方式
 - ▶ 溶液聚合: 在粘土表面吸附作用下发生聚合. 实验可证明.
 - ▶ 浓缩聚合: 小水体中, 长期蒸发, 水中氨基酸等分子含量很高.
- 模拟实验:
 - ▶ 混合的氨基酸溶液高温浓缩形成“类蛋白”;
 - ▶ 单核苷酸高温加热也可聚合成多聚核苷酸.
- 由此推测, 溶解在原始海洋中的氨基酸与核苷酸经过长期积累与浓缩, 波涛或大雨可将有机单体分子飞溅到新生的岩浆或滚烫的石块上, 从而发生这种聚合作用.

13.1.4 核酸 – 蛋白质等多分子体系的建成

- 只有核酸与蛋白质精巧地组成高度有序的独立多分子体系时, 方可表现出生命现象.
 - ▶ 生命现象: 新陈代谢, 生长, 繁殖, 遗传与变异等.
- 非细胞形态原始生命的诞生有两种学说:
 - ▶ 蛋白质起源说
 - ▶ 核酸起源说

蛋白质起源说

■ 团聚体学说:

- ▶ 团聚体学说: 生物大分子 (主要是蛋白质和核酸) 可形成团聚体小滴, 即多分子体系, 它具有一定的生命现象.
- ▶ 团聚体小滴: 直径为 $1-500\ \mu\text{m}$; 有膜样结构把它与周围介质分开; 有原始代谢特性; 能无限制地增长和繁殖.

■ 微球体学说:

- ▶ 微球体学说: 将干的氨基酸或实验所得的“类蛋白质”加热, 可形成微球体. 它也是一种多分子体系, 能够表现一定的生命现象.
- ▶ 微球体: 直径 $1-2\ \mu\text{m}$, 相当于细菌大小; 表面有双层膜, 能缩胀; 能生长和繁殖; 有类似于简单细菌的超微结构; 表面膜有选择透性.

核酸起源说

■ RNA 的多重功能:

- ▶ RNA 自我复制;
- ▶ RNA 酶 (核酶): 催化蛋白质和新的RNA合成.
- ▶ 推论: 第一批基因和酶是在非生物世界中能开始自我复制的短链 RNA.

■ 实验也证明核苷酸单体在黏土表面可形成短链 RNA 分子, 新合成的 RNA 分子还可与原始 RNA 分子互补配对.

RNA 世界假说 推测某些混合的核苷酸单体可自发结合成短链 RNA, 短链 RNA 作为第一基因, 又以自身编码的信息为模板, 依靠 RNA 的催化功能进行自我复制.

```

0001: [QZTDCZGUSEP KWDKDUTRALWYESXU] <0.1786>
0002: [MZTDCZGUSEZ KSDKSUTRALWYESXU] <0.2500>
0003: [MJTHCZGUSHA KSDKSUTRALWYESHE] <0.2857>
0004: [MJTHCZGUSIA KSDKSUTRALWYESHE] <0.3214>
0005: [MJTHCZGUSIA KSDKSUTRA WYESHE] <0.3571>
0006: [MJTHUZGUSIA KSDKSUTRA WEESHE] <0.3929>
0007: [MJTHUZGUSIA KSDLSUTRA WEESHE] <0.4286>
0008: [MJTHUZGUSIA KSDLSUTRA WEESEL] <0.5000>
0009: [METHUZGUSIA KSPLSUTRA WEESEL] <0.5357>
0010: [METHIZGUSIA KSPLSUTRA WEESEL] <0.5714>
0011: [METHIZGUSIA ISPLSETRA WEQSEL] <0.6071>
0012: [METHIZGUNIA ISPLSETRA WEQSEL] <0.6071>
0013: [METHIZGUNIA ISHLIETRA WEQSEL] <0.6429>
0014: [METHIZKUNIA ISALIETRA WEQSEL] <0.6786>
0015: [METHIZKUNIT ISALIETRA WEQSEL] <0.7143>
0016: [METHIZKSNIT ISALIGURA WEQSEL] <0.7500>
0017: [METHIZKSNIT ISALIG BA WEHSEL] <0.7500>
0018: [METHIZKSNIT ISALIG BA WEHSEL] <0.7500>
0019: [METHIZKSNIT ISALIGNBA WEASEL] <0.7857>
0020: [METHIZKSNIT ISYLI GNBA WEASEL] <0.7857>
0021: [METHIZKSNIT ISYLI GNBA WEASEL] <0.7857>
0022: [METHIZKS IT ISYLI GNBA WEASEL] <0.8214>
0023: [METHIZKS IT ISYLI GNBA WEASEL] <0.8214>
0024: [METHIEKS IT ISYLI GNBA WEASEL] <0.8214>
0025: [METHIEKS IT IS LIGNBA WEASEL] <0.8571>
0026: [METHIEKS IT IS LIGNKA WEASEL] <0.8571>
0027: [METHINKS IT IS LIGNKA WEASEL] <0.8929>
0028: [METHINKS IT IS LIGN A WEASEL] <0.9286>
0029: [METHINKS IT IS LIGN A WEASEL] <0.9286>
0030: [METHINKS IT IS LIGN A WEASEL] <0.9286>
0031: [METHINKS IT IS LIGN A WEASEL] <0.9286>
0032: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0033: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0034: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0035: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0036: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0037: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0038: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0039: [METHINKS IT IS LIGE A WEASEL] <0.9643>
0040: [METHINKS IT IS LIKE A WEASEL] <1.0000>

```



Figure 6. METHINKS IT IS LIKE A WEASEL

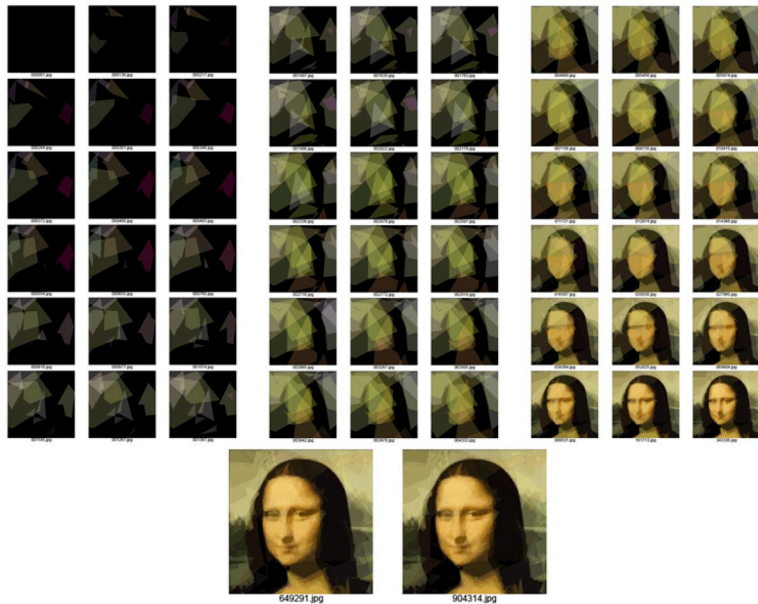


Figure 7. 遗传算法

13.1.5 原始细胞的起源

■ 作为原始生命, 必须具备两点:

- ▶ 有复杂结构的核酸和蛋白质首先必须成为相互依赖, 相互调控的多分子体系, 内部有一定的物理化学结构, 执行与生命活动相关的多项功能.
- ▶ 形成原始膜, 才可成为独立的稳定体系, 以便分隔, 选择性地吸收.

■ 原始细胞的起源:

- ▶ RNA 基因转录和翻译系统合成第一批蛋白质 (“多肽”)
- ▶ “多肽” 作为第二代酶, 帮助 RNA 复制
- ▶ “DNA” 作为第二代遗传物质, 更稳定地保存与传递遗传信息
- ▶ 由膜包裹的 DNA-RNA-Protein 体系具有原始生命现象