

# 29 真核细胞起源及原生生物多样性的进 化

---

王强

July 17, 2022

南京大学生命科学学院

# Outline

29.1 真核细胞的起源

29.2 原生生物多样性的进化

29.3 多细胞生物的起源

## 29.1 真核细胞的起源

---

- 起源历史: 化石和 rRNA 分子生物学研究
  - ▶ 30 亿年前真核生物就进化为独立分支;
  - ▶ 16–20 亿年前, 最早的真核生物的化石;
  - ▶ 只有蓝细菌出现后, 需  $O_2$  的真核生物才得以产生.
- 结构特点: 有膜包围的细胞核和细胞器.
- 真核细胞的进化过程:
  1. 膜内折
  2. 内共生

# 真核细胞的进化过程

## 1. 膜内折

**膜内折** 真核细胞的内膜系统从原核细胞质膜内折进化而来.

- 核膜的出现: 细胞机构和功能的多样化, 分为以复制, 遗传为中心的细胞核和以蛋白质等合成代谢为中心的细胞质.

## 2. 内共生

**内共生** 真核生物线粒体和叶绿体是以内共生方式发展起来

- 线粒体的祖先: 始祖好氧型细菌 (有氧呼吸, 化能异养型), 它们寄生或被吞噬, 形成线粒体.
- 叶绿体的祖先: 始祖光合细菌 (光能自养型), 通过上述类似途径进化.
- 共生关系: 宿主细胞提供营养成分, 小细胞提供大量的ATP 和有机物.
- 相关证据: 与真细菌有许多相似之处 (二分裂); 一定的遗传自主性.

“No great discovery was ever made without a bold guess.”

— Isaac Newton

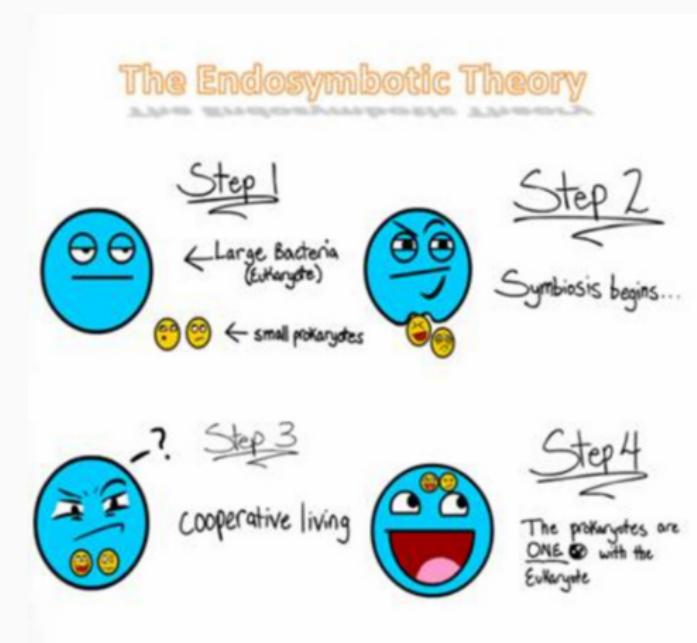


Figure 1. 林恩·马古力斯和内共生学说

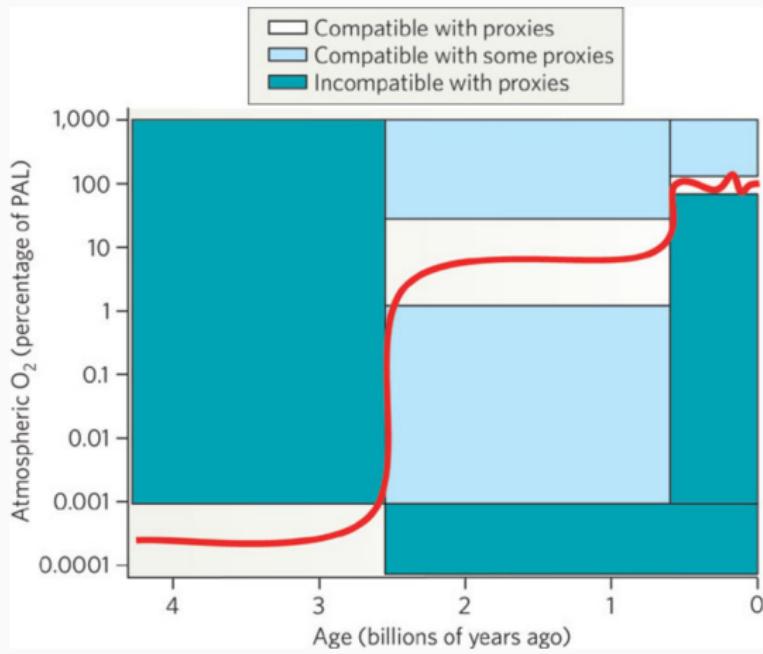


Figure 2. 大气中的氧含量变化

## 29.2 原生生物多样性的进化

---

## 29.2.1 什么是原生生物

### 1. 最简单的真核生物

- 原生生物: 原生动物, 黏菌, 藻类. 并系.
- 结构特点: 最简单的真核生物, 个体微小, 多为单细胞, 细胞核有核膜, 细胞基本无组织分化.
- 原始真核生物: 现代原生生物和多细胞真核生物共同祖先

- 原生生物的细胞结构, 营养方式和生活史等方面差异很大

- ▶ 大多数为单细胞, 部分种类是群体或多细胞的;
- ▶ 原生生物的细胞核具有核膜, 一核或多核;
- ▶ 多细胞原生生物的有性生殖过程: 原始的功能分化.

## 2. 最全能的细胞

- 无细胞和组织的分化, 最全能的细胞, 细胞结构更为复杂.
  - ▶ 运动: 鞭毛或伪足或纤毛;
  - ▶ 营养类型多样化: 光能自养型的藻类, 光能异养型的鞭毛虫, 而大多数则是化能异养型, 但也有许多种类的营养类型为兼性.

- - ▶ 其摄食方式多样, 可通过胞口摄食, 伪足吞噬, 胞饮等.
  - ▶ 排泄: 通过伸缩泡的伸缩活动来完成.
  - ▶ 多种细胞骨架以支持和维持其外形, 如藻类的细胞壁, 放射虫的内骨骼, 有孔虫的外壳等.
  - ▶ 特殊的细胞器: 如眼虫的眼点等.

## 29.2.2 鞭毛原生动物

### 1. 双滴虫

- ▶ 贾第虫: 现存古真核生物代表, 有鞭毛, 无线粒体和叶绿体, 细胞骨架简单的单细胞原生生物, 有二单分体.

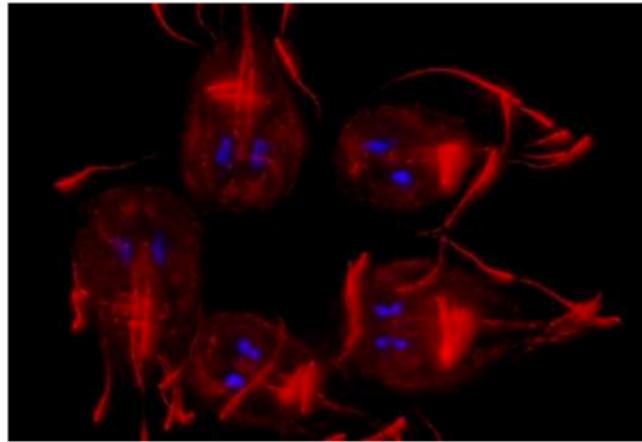


Figure 3. 贾第虫

## 2. 侧基粒虫

### ► 毛滴虫



Figure 4. 毛滴虫感染

## 29.2.3 类眼虫生物

### 1. 眼虫



Figure 5 眼虫

## 2. 动基体目

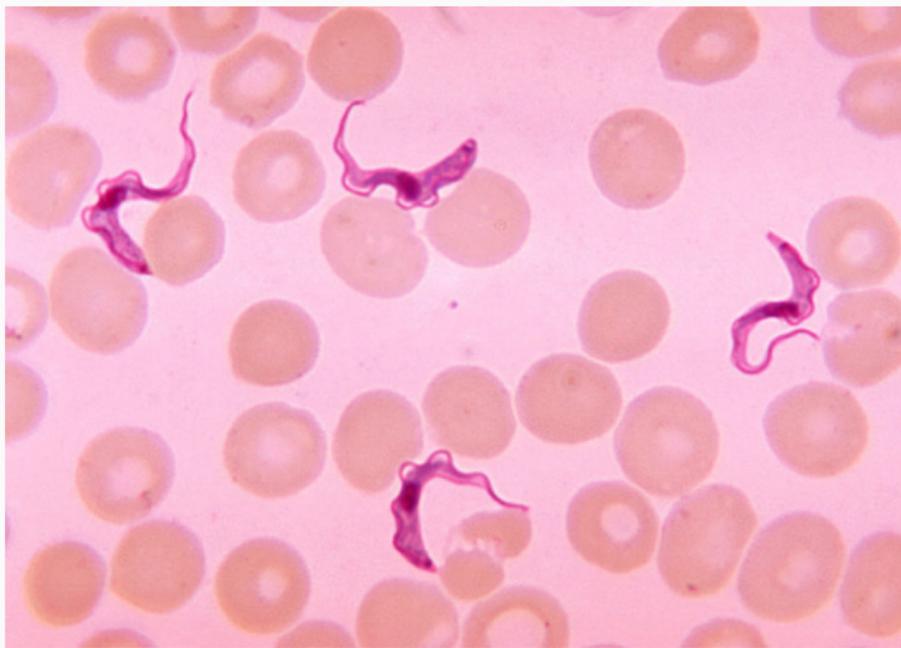


Figure 6. 红细胞间的锥虫

## 29.2.4 囊泡生物

### 1. 沟鞭藻

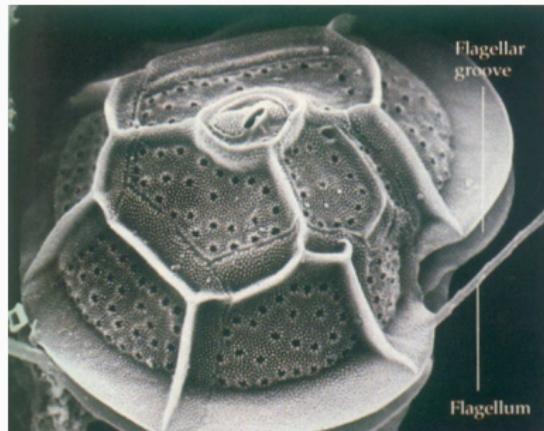


Figure 7. 沟鞭藻

## 2. 顶复虫

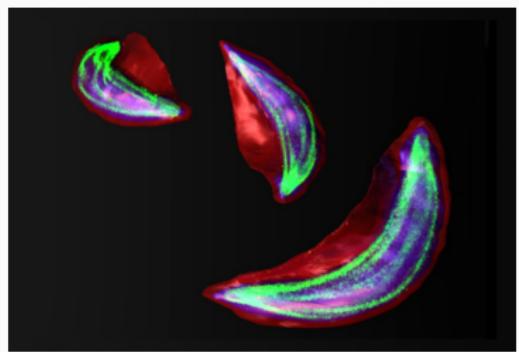
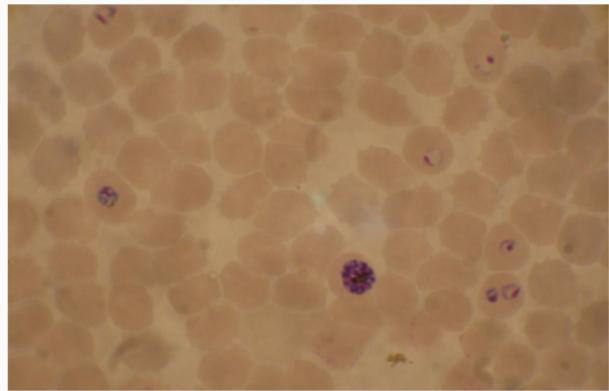


Figure 8. 恶性疟原虫

### 3. 纤毛虫



Figure 9. 草履虫

## 29.2.5 菁鞭生物

### 1. 硅藻

- 特征: 细胞壁由两个半片组成套, 主要成分是二氧化硅.
- 经济价值: 硅藻土可作为过滤, 绝缘, 磨光, 防火材料的主要成分.

ave millions of these micro-

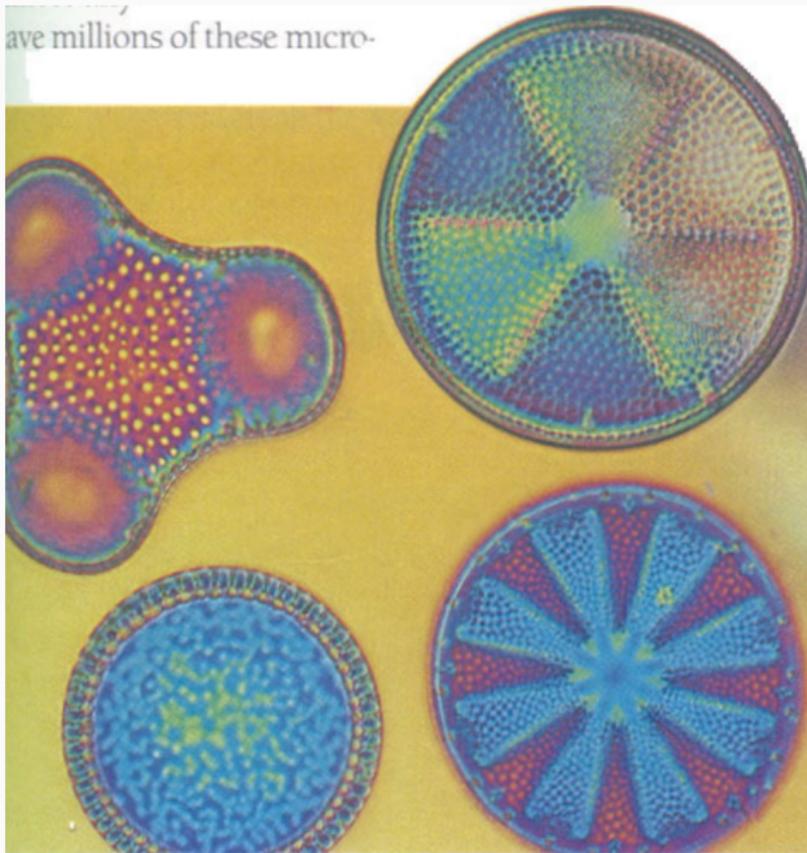


Figure 10. 硅藻

## 2. 褐藻

- 代表种海带
- 形态: 多细胞, 分支丝状体,
- 结构: 植物体有组织分化, 由表皮层, 皮层和髓组成.
- 生活史: 异形世代交替.



Figure 11. 海带

## 29.2.6 红藻

- 代表种珊瑚色藻, 紫菜
- 形态: 多数为多细胞, 少数为单细胞, 藻体较小.
- 结构: 丝状体或假薄壁组织形成的叶状体和枝状体.
- 生活史: 同形或异形世代交替.



Figure 12. 珊瑚色藻

## 29.2.7 绿藻

- 单细胞, 群体或多细胞
- 特征: 有纤维素壁, 营养细胞有两根鞭毛.

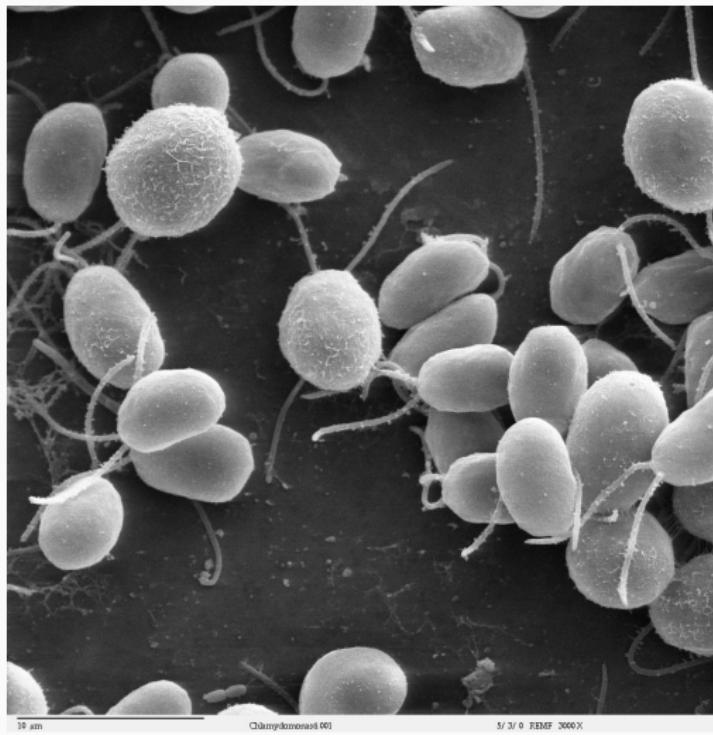


Figure 13. 衣藻

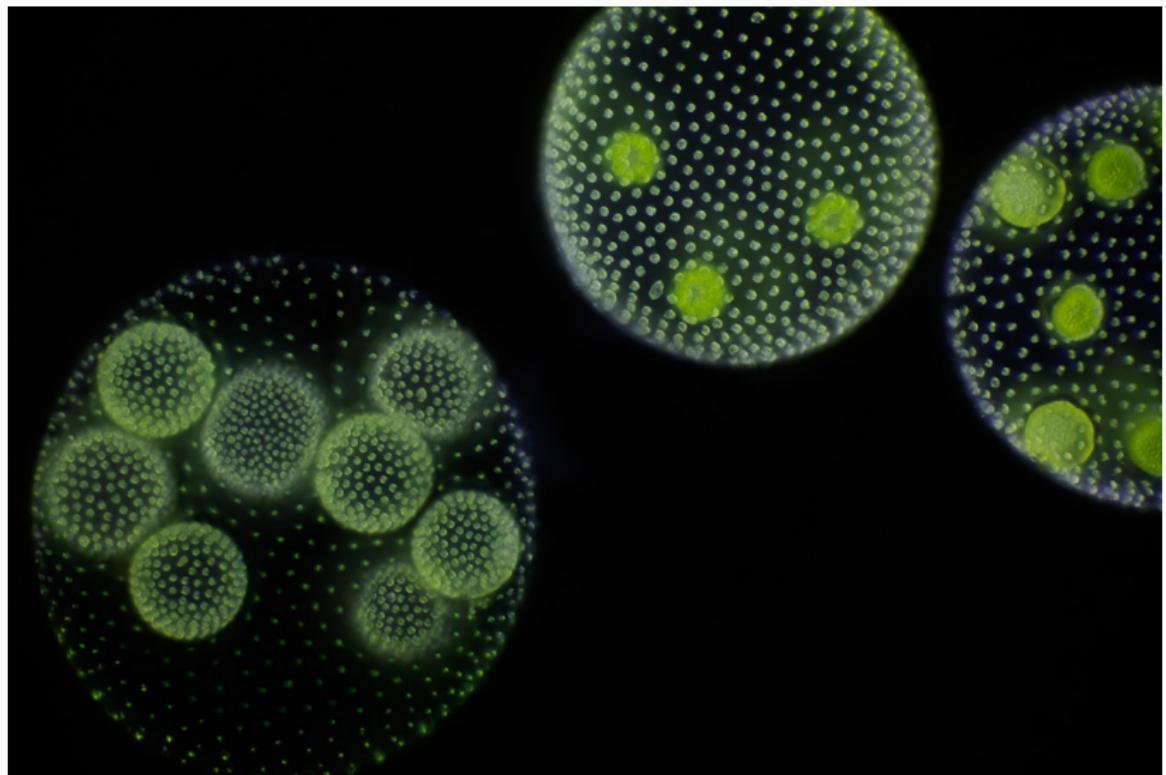


Figure 14. 团藻



Figure 15. 石莼



Figure 16. 轮藻

## ■ 植物是由古代绿藻进化的:

- ▶ 绿藻的鞭毛和某些植物的双鞭毛配子极为相似.
- ▶ 绿藻叶绿体光合色素, 纤维素的细胞壁及以淀粉形式储存食物等与植物相同.

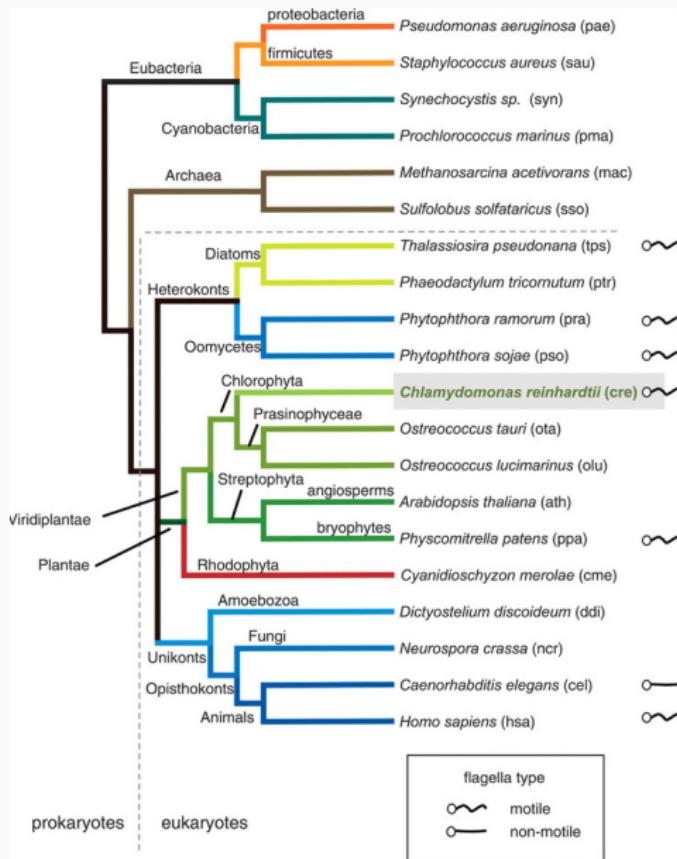


Figure 17. 植物起源

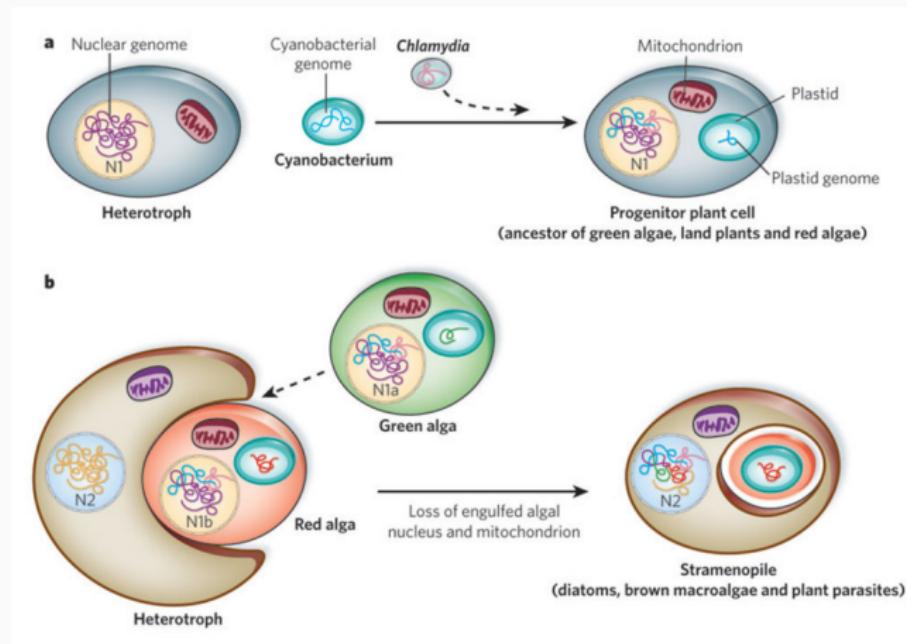


Figure 18. 二次内共生

## 29.2.8 领鞭毛目

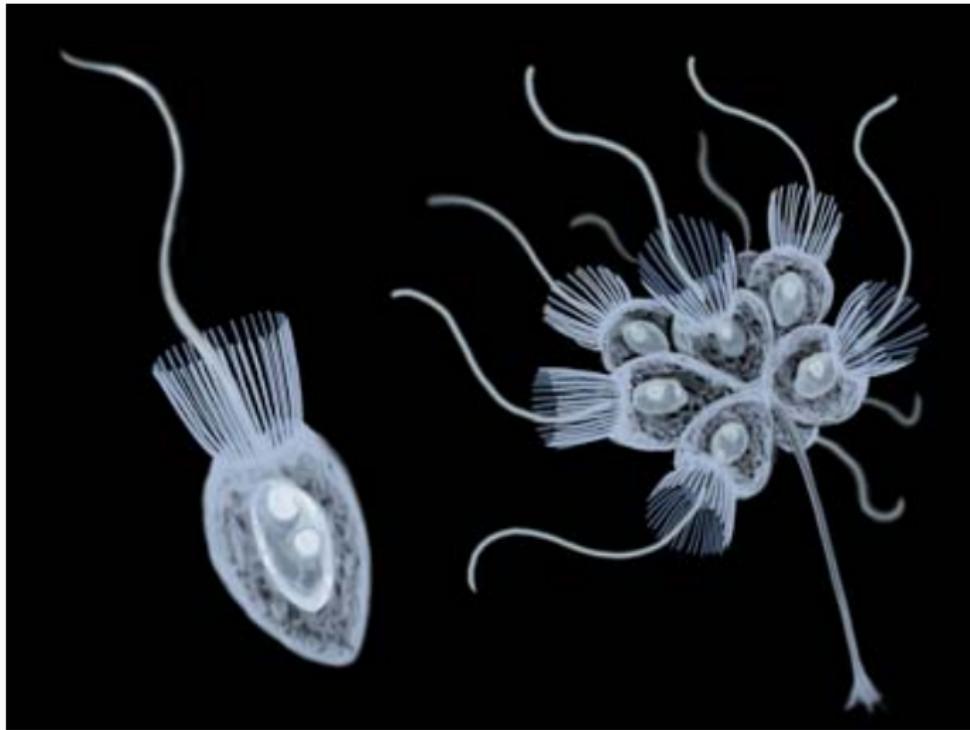


Figure 19. 领鞭毛虫

## 29.2.9 其它原生生物

### 1. 变形虫

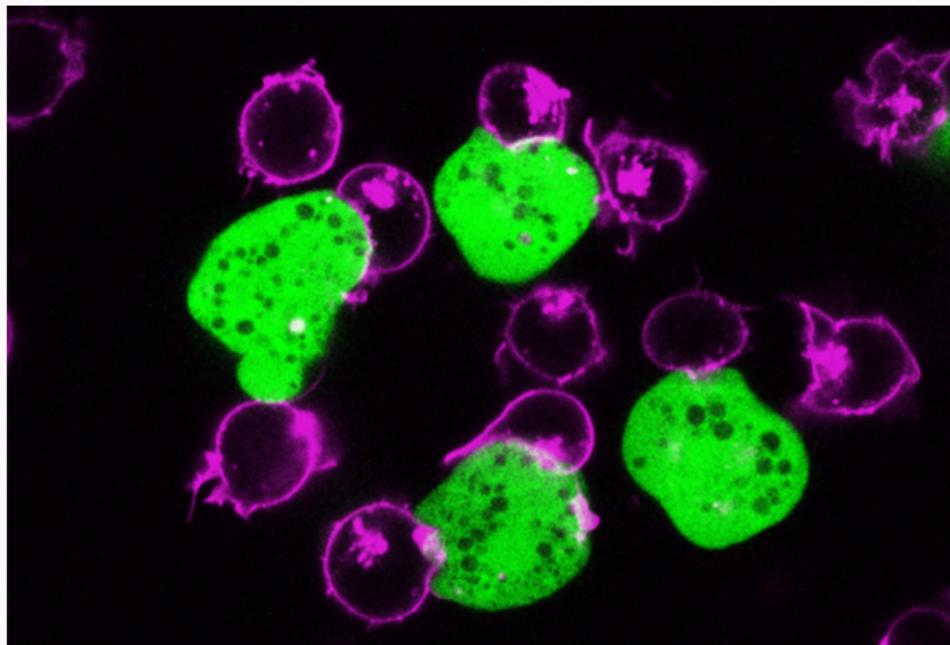


Figure 20. 痢疾变形虫

## 2. 黏菌

- 结构特征: 介于原生动物与真菌
- 营养期为裸露, **无细胞壁**, 多核变形虫状的细胞 (称原生质团), 与原生动物中的变形虫相似.
- 原生质团成熟时发育成繁殖结构的子实体, 与真菌中的霉菌相似.

## ■ 细胞学研究中常用的两个模式生物

- ▶ 盘基网柄菌: 典型细胞型黏菌, 生活史有3个阶段: 单细胞变形虫状营养期; 无性生殖的子实体; 有性生殖的变形虫状细胞.
- ▶ 原质型黏菌: 多核原质团, 营养期的原质团为合胞体; 原质团成熟时发育成类似于有足, 茎和孢子囊的子实体; 细胞囊内进行减数分裂产生单倍体孢子, 并萌发成带鞭毛的游动孢子或变形虫状细胞.

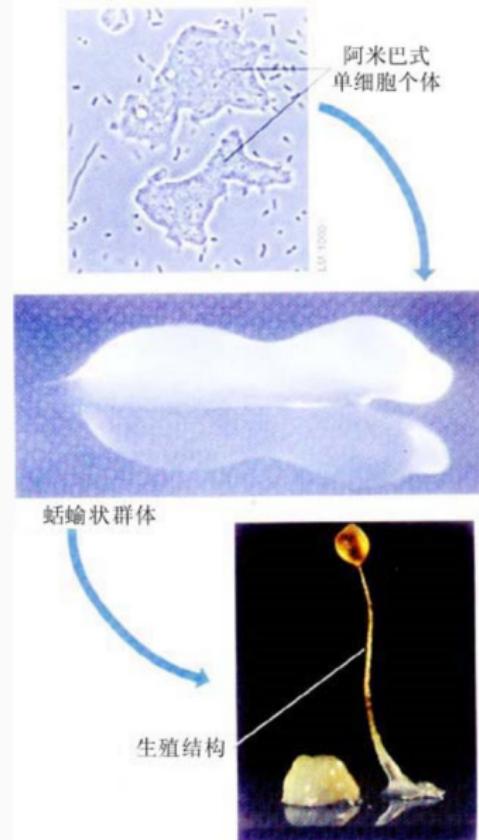


Figure 21. 黏菌

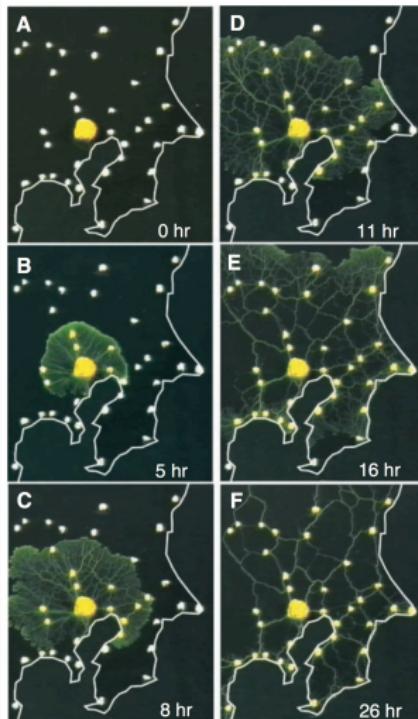


Figure 22. 网络工程大师

## 29.3 多细胞生物的起源

---

- 多细胞生物与单细胞生物的根本区别: 细胞分化, 分化后的细胞间形成了相互依赖, 更加适应环境的整体结构.
- 多细胞真核生物的化石记录: 大约出现在6亿年前.
  - ▶ 寒武纪爆发 (cambrian explosion)
- 多细胞生物的出现: 分别从几类单细胞原生生物祖先起源
  - ▶ 藻类: 可能来自3种或更多种古代原生生物
  - ▶ 植物: 可能起源于绿藻谱系中的一个分支
  - ▶ 真菌和动物: 可能来自共同的原生生物祖先

## 进化过程:

1. 单细胞原生生物细胞分裂后不分离而形成群体
2. 群体中的细胞已经分化, 既有分工, 又相互依赖
3. 群体中另外的细胞各自分化, 发展为体细胞(非生殖细胞)和性细胞(配子)

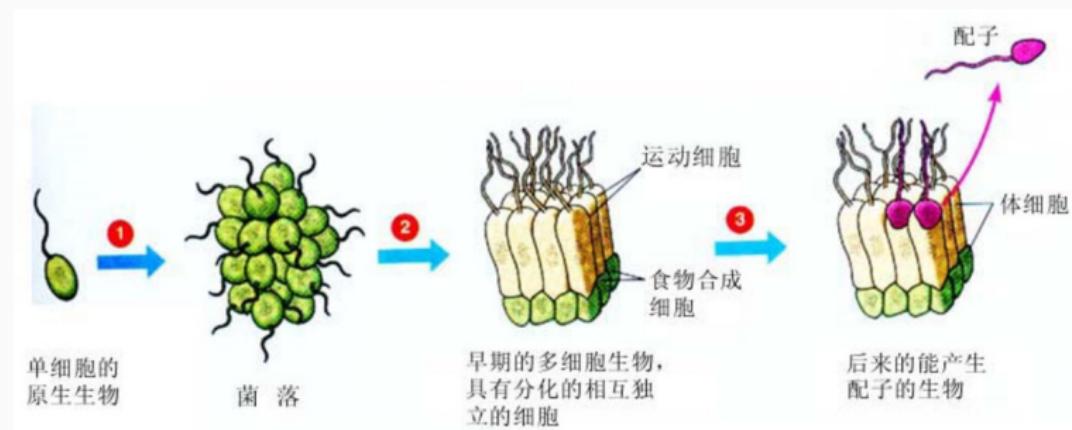


Figure 23. 进化过程