

现代生命科学导论

中山大学生命科学学院

张利红

zhlih@mail.sysu.edu.cn

- 课程公共邮箱: daolun2017@163.com
- 邮箱密码: dl20170904

《现代生命科学导论》引言

- 一、《生命科学导论》课的意义
- 二、生命是什么？
- 三、生命科学的基本问题与知识架构
- 四、课程安排

21世纪是生物科学的世纪

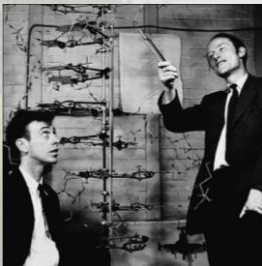


20世纪上半叶是物理学的黄金时代

量子论、相对论和核物理标志着物理学革命性飞跃。物理学主导着工业革命和经济发展，带领着天文、地质、气象、化学等学科发展。



20世纪末进入生命科学的黄金时代



生物学 J Watson & F Crick 物理学

1953年, Watson-Crick DNA双螺旋模型
1973年, Cohn-Boyer 完成DNA体外重组
1997年, 克隆绵羊“多莉”
2000年, 人类基因组框架图完成
向数学、物理学、化学、信息、材料及许多工程科学提出了新问题、新思路和新挑战

2010年度世界十大重要科技进展

- 首次探测到暗物质粒子
- 发现“超级细菌”
- 首次成功制造并捕获反物质原子
- IBM发布硅纳米光子芯片技术
- “普朗克”卫星绘出首幅宇宙全景
- 大型强子对撞机质子束流对撞首获成功
- “千人基因组计划”获重大成果
- 发布首份全球海洋生物普查报告
- 量子纠缠首次在电晶体线路中完美实现

2014年世界十大科技进展

1. 研制出新一代模仿人脑计算机芯片 美国IBM模仿人脑结构和信息处理方式研制出新一代计算机芯片“真北”。
2. “菲莱”成功登陆彗星
3. 确认117号元素
4. 基因疗法首次降伏HIV 或可促“功能性治愈”艾滋病 使用一种锌指核酸酶瞄准并破坏艾滋病病毒（HIV）携带者免疫细胞中的一种基因，从而增强他们抵抗病毒的能力。改造T细胞是免于终身使用抗逆转录病毒药物、促使“功能性治愈”艾滋病的关键。
5. 用激光束从太空传回高清视频
6. “猎户座”载人飞船成功首飞
7. 首个埃博拉疫苗通过临床试验安全有效（需要大剂量的疫苗才能产生出足够的抗体，意味短期内该疫苗的产量无法满足需求）
8. 受控核聚变研究首次实现能量总增益
9. 最新研究成果显示暗物质可能存在
10. 绘制最详尽海底地图

2015年世界十大科技进展

1. 美国癌症基因组图谱计划完成（1万种肿瘤）
2. 埃博拉疫苗为接种者提供100%保护
3. 发现调控细胞衰老的关键“开关” 在人类成纤维细胞找到了细胞衰老的一个“开关”（GATA4，把下游的NFkB和上游的DNA损伤连接起来）
4. “终极电池”研究获重大进展（锂-空气电池）
5. 最大太阳能飞机（“阳光动力”2号）首次环球飞行
6. 单个光子“纠缠”3000个原子
7. 火星表面找到液态水的“强有力”证据
8. 新疫苗或有潜力遏制艾滋病感染 一种基于多轮免疫接种策略的试验性疫苗，有潜力遏制艾滋病病毒感染。
9. 全球海洋考察揭示大量新生命形式
10. 人类探测器（美国“新视野”号）首次近距离飞过冥王星 于2006年1月升空，经9年与冥王星最近距离约为1.25万公里

21世纪将面临的许多世界性的难题

- 疾病危害
- 人口膨胀
- 粮食短缺
- 环境污染
- 能源危机
- 生态平衡破坏
- 生物物种大量消亡等



在很大程度上依赖生命科学的发展



赤潮

两篇《柳叶刀》论文：颠覆你对脂肪和碳水化合物传统看法，或需修改《膳食指南》

2017-09-02 来源：文章来源 131

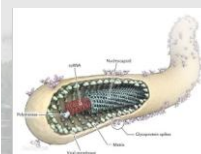
1小时的新闻：生物医学

事实上，我们一直认为应该吃低脂肪的食物来保持身体健康，但最近发表在《柳叶刀》杂志上的两篇论文，挑战了这一传统看法。研究指出，高脂肪饮食可能降低全因死亡风险，而碳水化合物摄入量高则风险增加近30%。

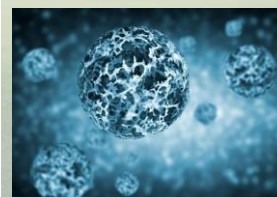
柳叶刀：高脂饮食可降低全因死亡风险，碳水化合物摄入量高风险增加近30%

来源：壹读网 2017年08月31日

研究人员发现，与最低脂肪摄入量（10.6%）相比，最高脂肪摄入量（35.3%）全因死亡风险、中风和缺血性心脏病死亡风险都更低，下降程度从18-30%不等！



埃博拉病毒



- **寨卡病毒：**蚊虫叮咬传播。常见发烧、疹子、关节疼痛、肌肉疼痛、头痛和结膜炎（红眼）。其病情通常较温和，征状可持续数日至一周。

医药卫生行业 是未来最有投资价值的产业

药物

抗癌药物

美容护肤品



去未来生孩子
徐静蕾
冷冻卵子
全记录

冷冻卵子
(或胚胎)
女性保存
生育能力
的潮流
?



“中大近日修树之我见”

中山大学南校区生态
与自然景观保护简明
报告书

康乐院生态摄影者 著
2016.9.22




听猎户说

“中山魔法大学”

图书馆附近的领角鸮[xiǎo]
国家二级保护动物

园西湖附近的斑头鸺鹠[xiū liú]




禾雀花
Suaeda birdwoodiana

映山红
Rhododendron simsii

焕镛木
Woonyoungia septentrionalis

澳洲坚果
Macadamia ternifolia

短草仙茅
Curculigo breviscapa



“现代生命科学导论”课的意义

- ✓ 素质教育的需要
- ✓ 是与人类关系最密切的自然科学
- ✓ 与人类社会面临的许多问题密切相关
 - 转基因食品的安全问题
 - 生态平衡和环境保护
 - 是否放开计划生育政策
-
- 使我们在某些社会热点问题中多一些理性
- ✓ 对生命、自然的充分了解和热爱



生命是什么？



生命的定义

- 生命的物质基础是蛋白质和核酸；
- 生命运动的本质特征是不断自我更新，是一个不断与外界进行物质和能量交换的开放系统；
- 生命是物质的运动，是物质运动的一种高级的特殊实在形式。

生命的本质特征

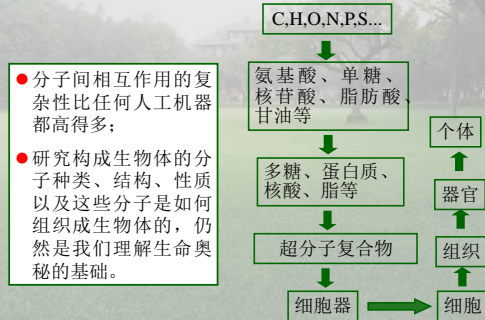
- 化学成分的同一性；
- 严整有序的结构；
- 新陈代谢；
- 应激性和运动；
- 内稳态；
- 生长发育；
- 遗传变异和进化；
- 适应。



1. 化学成分的同一性

- 生物体是由蛋白质、核酸、脂肪、糖类、维生素等多种有机分子以及C、H、O、N、P、S等一些无机元素组成。
- 蛋白质：由20种氨基酸组成。
- 核酸：由8种核苷酸组成。
- 各种生物编制基因程序的遗传密码是统一的，各种生物都是以ATP(三磷酸腺苷)为贮能分子

生物体是最复杂的分子机器



2. 严整有序的结构

- 生命的基本单位是细胞
- 细胞的结构
- 整个生物界是一个多层次的有序结构

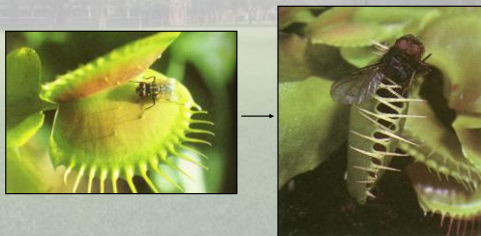
细胞 → 组织 → 器官 → 系统 → 个体
↓
生态系统 ← 群落 ← 种群

3. 新陈代谢

- 生物体不断地吸收外界的物质，这些物质在生物体内发生一系列变化，最后成为代谢过程的最最终产物而被排出体外。
- 组成作用（anabolism）：从外界摄取物质和能量，将它们转化为生命本身的物质和贮存在化学键中的化学能。
- 分解作用（catabolism）：分解生命物质，将能量释放出来，供生命活动之用。

4. 应激性和运动

- 生物接受外界刺激后会发生反应。
- 包括两个过程：对刺激的感受，和 反应。



5. 内稳态

- 生物体在没有强烈的外界因素的影响下，有某些机制使其内环境能保持动态稳定性。

6. 生长发育

- 生物体能通过新陈代谢的作用而不断地生长、发育，其中遗传因素起决定性作用，而外界环境因素也有很大影响。

7. 遗传变异和进化

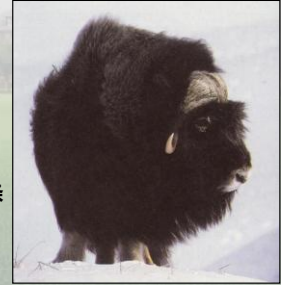


- 生物体能不断地繁殖下一代，使生命得以延续。
- 生物的遗传是由基因决定的，生物的某些性状会发生变异；没有可遗传的变异，生物就不可能进化。

8. 适应：是生物界普遍存在的现象。

- 有两方面的含义：

- (1) 生物的结构都适应于一定的功能；
- (2) 生物的结构和功能适应于该生物在一定环境条件下的生存和延续。

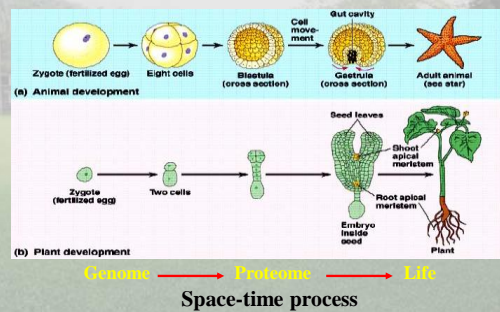


生命科学的基本问题是什么？

如果我们知道人作为生命个体从精子与卵结合开始到最后死亡过程的全部细节……

所有种类的生物都涉及作为个体从生到死的过程，这个过程在专业上称为**个体发育 (Ontogenesis)**

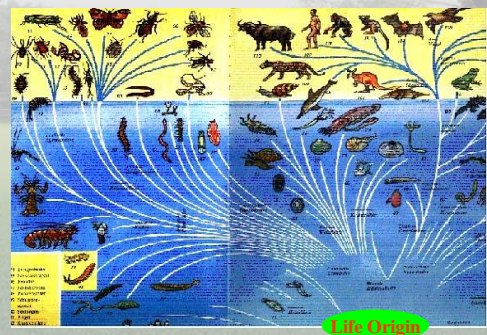
生命科学的基本问题之1：个体发育 (Ontogenesis)



在地球上，几百万个物种是如何产生的，它们之间有怎样的关系吗？

生命的起源、物种的起源与相互关系在专业上称为**系统发育 (Phylogenesis)** 或**种系发生**

生命科学的基本问题之2：系统发育 (Phylogenesis)

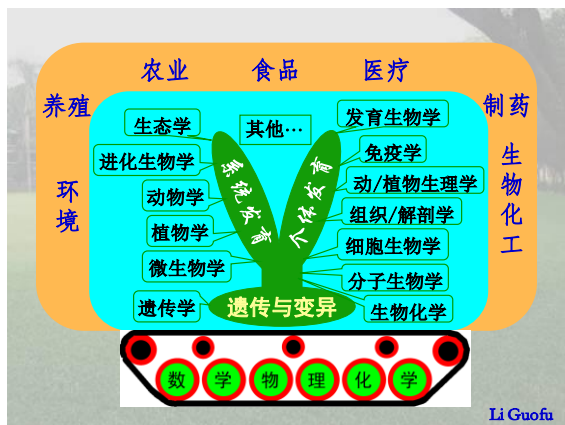


两个基本问题的本质联系



解决生命科学基本问题的知识架构

- 物质组成、结构和生理的知识
- 生物种类（类群）的知识



研究生命过程的方法

• 一般研究方法

描述法、比较法、实验法 等

• 研究步骤

认识问题——搜集资料——提出假说
——检验假说——评价数据——结果报道

教学参考书



《现代生物学导论》教学安排

授课教师	教学内容	学时	周次
张利红	引言 细胞	2	1
石祥刚	植物演化及其适应策略	8	2-5
张为民	动物多样性和演化	8	6-9
杨廷宝 王永繁	生态学	6	11-13
张利红	发育生物学	2	14
郭金虎	生物的节律-生物钟	6	15-17
	考试	2	18

考试安排和课程成绩

成绩

考试：开卷笔试，4-5道问答题，50分

考试时间：第18周

考勤：10分

小组展示：15分

课程论文：2000字以上综述，25分

（交论文时间：第11周）

课程论文要求

请针对感兴趣的一个（或一类）生命科学现象或问题，查阅资料，写一篇2000字左右的课程论文。
论文格式要求：

- 1) 论文题目
 - 2) 论文作者
（院系，学号，姓名，和作者签名）
 - 3) 中文摘要，关键词
 - 4) 正文
 - 5) 参考文献
- 交作业时间：第11周 课堂

细胞



——生命活动的基本单位
生命的共同起源

母亲孕育我们



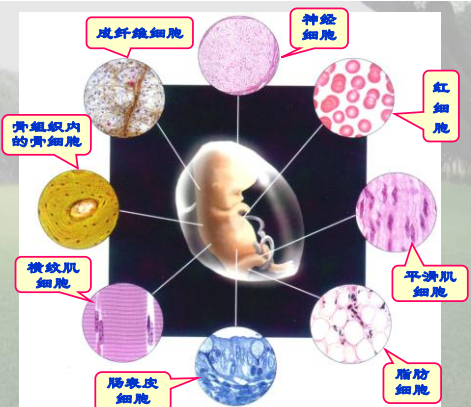
一、细胞---生命活动的基本单位

一个受精卵

↓
婴儿（约2万亿个细胞）

↓
成年人（约婴儿的30倍）

不同细胞的形态



细胞学说

1839, German biologists:

Matthias Schleiden(施来登)

Theodor Schwann (施旺)

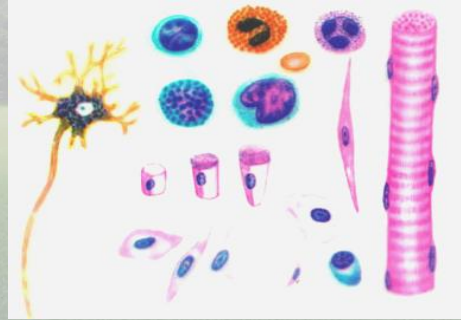
- ◆ 所有的生物都是由细胞构成的
- ◆ 细胞是生命的基本单位

1858, German physiologist Rudolf

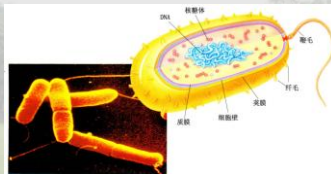
Virchow(魏尔肖) 补充：

- ◆ 细胞来自细胞

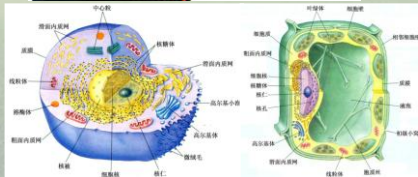
二、细胞种类繁多、形态各异



细胞的两种基本类型

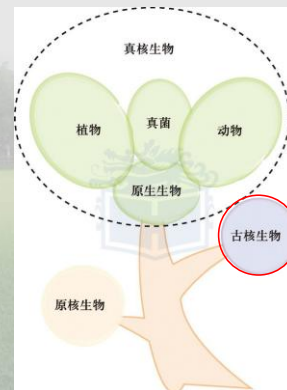


原核生物



真核生物

生物界的基本类群



原来的原核细胞中一类群，它们的遗传信息表达系统与其他原核细胞差异相当大，反而与真核细胞更为接近。

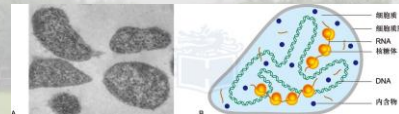
生物被分为6个界

- 原核生物界
- 古核生物界
- 原生生物界
- 真菌界
- 植物界
- 动物界

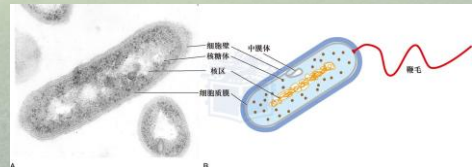
真核生物界

原核细胞

最小最简单的细胞---支原体 0.1~0.3um



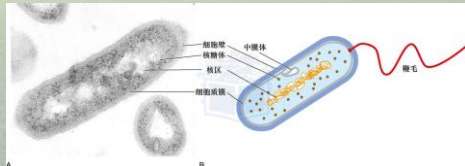
原核细胞的代表---细菌 0.5~5um



原核细胞

- 主要特点：1.遗传物质仅一个环状DNA
2.无核膜
3.无细胞器,无细胞骨架
4.以无丝分裂或出芽繁殖

代表:支原体,细菌,兰藻,螺旋藻 (人类未来的蛋白质食物新来源)



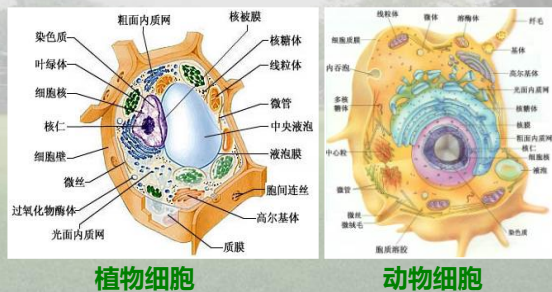
古核细胞---古细菌

常发现于极端环境中,其形态结构、DNA结构及其基本生命活动方式与原核细胞相似。

以前被认为是进化过程中极度特化的盲支,长期不为人们所重视。

它们可能代表了原始地球环境中生命存在于繁衍的特定形式,在细胞起源与进化中扮演过重要角色,而非进化盲支。

真核细胞



原核细胞与真核细胞基本特征的比较

特 征	原核细胞	真核细胞
细胞质膜	有 (多功能性)	有
细胞壁	无	有
染色体	由一个 (少数多个) 环状 DNA 分子构成的单个染色体, DNA 不与蛋白质结合	2 个染色体以上, 染色体由核 DNA 与蛋白质组成
核仁	无	有
核糖体	70 S (包括 50 S 与 30 S 的大小亚单位)	80 S (包括 60 S 与 40 S 的大小亚单位)
膜质细胞器	无	有
核外 DNA	细菌具有环状的质粒 DNA	线粒体 DNA, 叶绿体 DNA
细胞壁	主要成分是肽聚糖与壁酸	动物细胞无细胞壁, 植物细胞细胞壁的主要成分为纤维素与果胶
细胞骨架	无	有
细胞增殖 (分裂) 方式	无丝分裂 (直接分裂)	以有丝分裂 (间接分裂) 为主

三、真核细胞的结构与功能

三大结构体系：

膜系统: 细胞膜, 内膜系统, 细胞器

细胞核系统: 遗传信息表达系统

细胞骨架系统: 胞质骨架, 核骨架

白细胞里的哪些事 (视频)



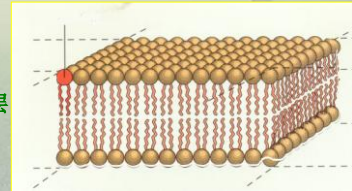
生物膜系统

- 细胞膜 (plasma membrane)
- 内质网 (endoplasmic reticulum)
- 高尔基体 (Golgi body)
- 溶酶体 (lysosome)
- 线粒体 (mitochondria)
- 叶绿体 (chloroplast)

细胞膜的分子结构

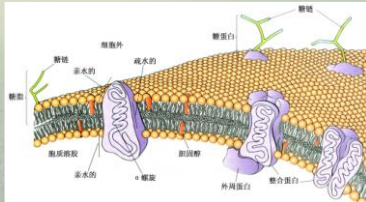
- (1) 类脂 (Lipid): 细胞膜结构的分子骨架, 主要是磷脂
- 磷脂性质: 在水环境中形成的双分子层是水溶性分子难以通过天然屏障。

双分子层



- (2) 膜蛋白: 与磷脂双分子层结合, 执行各种功能

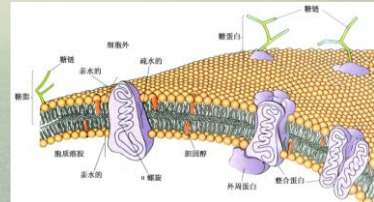
- 运输载体: 各种分子泵, 离子泵;
- 酶: 催化剂、膜反应;
- 受体: 接收和传导化学信号;
- 连接: 连接细胞骨架与胞外基质的分子结构。



生物膜特性

1. 流动

2. 不对称性: 分子双层内外层的脂与蛋白质不尽相同; 糖链均在外表面 (识别, 免疫)。



内质网



粗面内质网 (rER)
光面内质网 (sER)

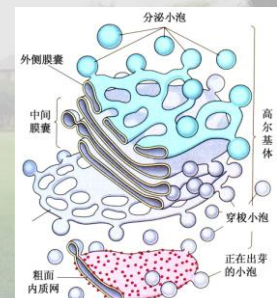
由膜结构连接而成的网状结构, 广泛分布在细胞质的基质中, 增大了细胞内的膜面积。

功能:

- 蛋白质的合成
- 脂类的合成
- 蛋白质的修饰
- 新生多肽的折叠与组装

高尔基体

- 蛋白质修饰与加工 (糖基化等)
- 蛋白质的分拣
- 蛋白质和脂的运输
- 蛋白质分泌等



溶酶体

根据溶酶体处于完成其生理功能的不同阶段，大致可分为：

• 初级溶酶体 (primary lysosome)

• 次级溶酶体 (secondary

自噬溶酶体

异噬溶酶体

• 残余小体 (residual body)



溶酶体功能

溶酶体的标志酶是**酸性水解酶**。

• 清除无用的生物大分子、衰老的细胞器及衰老损伤和死亡的细胞，为新细胞的产生创造条件。

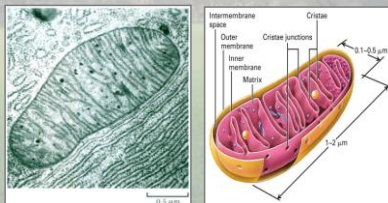
• 防御功能

例：1. 两栖类发育过程中蝌蚪尾巴的退化；

2. 哺乳动物断奶后乳腺的退化性的变化等过程

线粒体---能量转换器，细胞的“动力工厂”

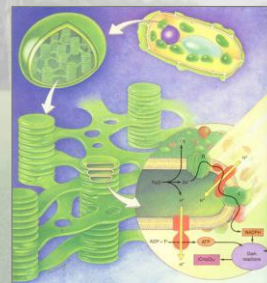
进行氧化磷酸化，产生ATP（腺嘌呤核苷三磷酸，水解时释放出**能量**，是生物体内最直接的能量来源）。



叶绿体---能量转换器

• **光反应**：是通过叶绿素等光合色素分子吸收、传递光能，并将光能转化成化学能，形成ATP和NADPH（还原型辅酶II）的过程，在此过程中水分子被光解放出氧。

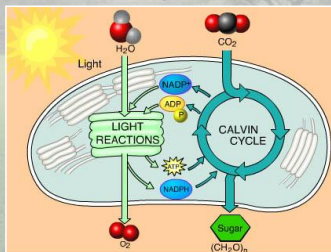
• **暗反应**：利用光反应产生的**NADPH**和**ATP**的化学能，使二氧化碳还原合成糖。



光合作用

植物细胞进行光能捕获与转换的策略

光反应和暗反应(light and dark reaction)

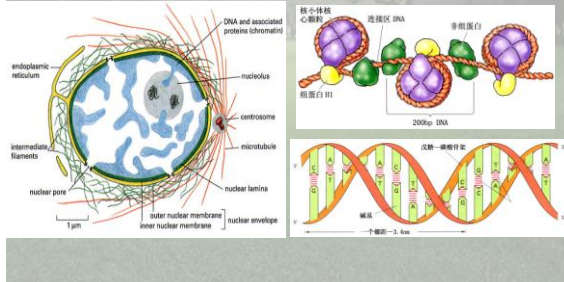


线粒体和叶绿体的半自主性

1. 腔内都有环状DNA，70S核糖体。
2. 它们都能自行分化。
3. 但部分蛋白质还要在胞质内合成

基因表达的细胞器: 细胞核(cell nucleus)

核被膜, 染色质和染色体, 核仁, 核糖体



核被膜

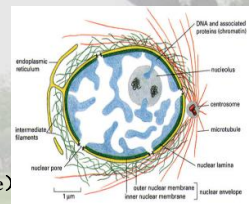
可分为三个区域:

•核外膜 (outer nuclear membrane)

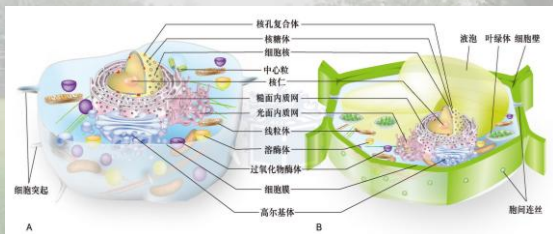
核糖体颗粒, 与内质网相连。

•核内膜 (inner nuclear membrane): 面向核质, 表面无核糖体颗粒, 膜上有特异蛋白, 为核纤层提供结合位点。

•核孔 (nuclear pore): 在内外膜的融合处形成环状开口。又称核孔复合体, 是选择性双向亲水通道。



真核细胞



动物细胞

植物细胞

染色质与染色体

•染色质(chromatin)是指细胞内由DNA、组蛋白、

非组蛋白及少量RNA组成的**线性复合结构**, 是间期细胞遗传物质存在的形式。

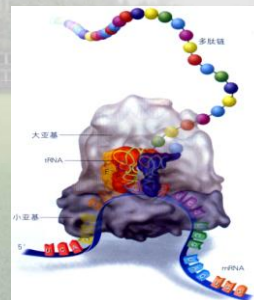
•染色体(chromosome)是指细胞在有丝分裂或减数分裂过程中, 由**染色质聚缩而成的棒状结构**。

染色质的分类

间期染色质按其形态表现和染色性能可分为两种类型:

- 常染色质**: 间期核内染色质丝**松散压缩程度低**的染色质, 处于常染色质状态是基因转录的必要条件。
- 异染色质**: 间期核中染色质丝**紧密压缩程度高**, 处于凝集状态, 碱性染料染色时着色深的染色质。

蛋白质合成的结构: 核糖体



核糖体RNA和蛋白质共同组成核糖体
由大小两个亚基组成

rRNA: 在核糖体中有结构的功能, 和参与翻译过程起始的作用。

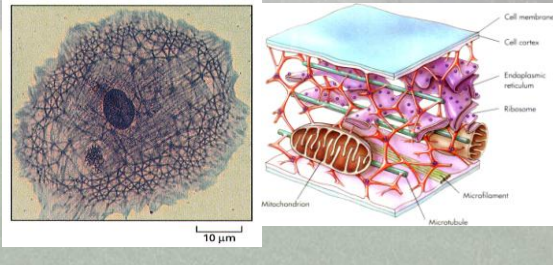
核糖体蛋白: 有结构的功能, 翻译过程中不可缺少的因子。

细胞骨架 (cytoskeleton)

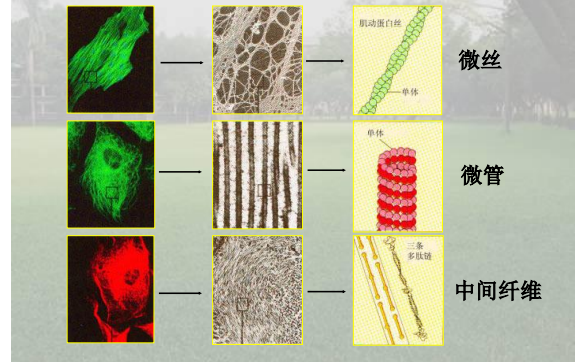
细胞骨架是细胞内以蛋白质纤维为主要成分的网络结构。

胞质骨架：微管、微丝、中间纤维。

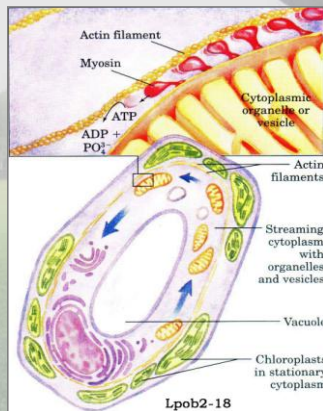
核骨架：核纤层，核基质。



细胞质骨架



微丝与胞质环流



三、真核细胞的结构与功能

三大结构体系：

膜系统：质膜，内膜系统，细胞器

细胞核系统：遗传信息表达系统

骨架系统：胞质骨架，核骨架

细胞——和谐社会

细胞的增殖与分化

细胞增殖、分化、死亡是多细胞生物的个体发育过程中三项基本的生命活动。

•细胞繁殖 (cell reproduction) :

细胞生命的一个基本特征，单细胞生物以此繁殖后代，而多细胞生物是依赖它来完成个体发育，它是细胞分化的基础，即组织、器官、系统形成的基础。

•细胞分化 (cell differentiation) :

胚胎细胞分裂后的未定型细胞或简单可塑性细胞，在形态和化学组成上向专一性或特异性方向转化，演变为特定细胞类型的过程。

珍爱生命，热爱生活

子曰：知之者，不如好之者；
好之者，不如乐之者。