

# 《细胞生物学》教学大纲

主讲教师：汤华  
海南大学农学院生物技术系

授课对象：生物技术、生物科学、生物工程等本科专业学生。  
总学时：72 学时，其中理论讲授 52 学时，实验课 20 学时。

## 第一章 绪论 2 学时

- 第一节 细胞生物学研究的内容和现状
- 第二节 细胞学与细胞生物学发展简史

### 教学要求：

掌握细胞学与细胞生物学发展的历史，细胞学说的建立及其所起的承前启后的重要作用。细胞学与细胞生物学发展的历史大致可以划分为以下几个阶段：（1）细胞的发现；（2）细胞学说的建立；（3）细胞学的经典时期；（4）实验细胞学时期；（5）细胞生物学学科的形成与发展。分析了细胞生物学学科形成的基础与条件。当前细胞生物学主要发展方向是细胞分子生物学，它是以细胞作为一切有机体进行生命活动的基本单位这一概念为出发点，在各层次上（主要在分子水平上）研究细胞生命活动基本规律的学科。细胞生物学是研究细胞生命活动基本规律的学科，它是现代生命科学的基础学科之一。

热点问题：（1）细胞核、染色体以及基因表达的研究；（2）生物膜与细胞器的研究；（3）细胞骨架体系的研究；（4）细胞增殖及其调控；（5）细胞分化及其调控；（6）细胞的衰老与程序性死亡（凋亡）；（7）细胞的起源与进化；（8）细胞工程。重点介绍了当前细胞生物学发展的总趋势和热点领域与方向。

### 参考书：

1. Gerald Karp. *Cell and Molecular Biology: concepts and experiments*, 3<sup>rd</sup> Edition. Published by John Wiley & Sons, Inc. 2002
2. Alberts B *et al. Essential Cell Biology*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York and London: Garland publishing, Inc. 2004
3. Alberts B *et al. Molecular Biology of the Cell*, 4<sup>th</sup> Edition. New York and London: Garland Publishing, Inc. 2002
4. Darnell, J. *et al. Molecular Cell Biology*, 5<sup>th</sup> Edition. New York: W.H. Freeman Co. Avers, C.J.. *Molecular Cell Biology*. Addison-Wesley Publ. Co. 2004

### 思考题：

1. 根据细胞生物学研究的内容与你所掌握的生命科学知识，客观地、恰当地估价细胞生物学在生命科学中所处的地位以及它与其它生物科学的关系。

2. 从细胞学发展简史，你如何认识细胞学说的重要意义？
3. 试简明扼要地分析细胞生物学学科形成的客观条件以及它今后发展的主要趋势。
4. 当前细胞生物学的热点课题中最感兴趣的是哪些？为什么？

## 第二章 细胞基本知识概要 2 学时

- 第一节 细胞的基本知识概念
- 第二节 非细胞形态的生命体—病毒及其与细胞的关系
- 第三节 原核细胞与古核细胞
- 第四节 真核细胞基本知识概要

### 教学要求：

掌握真核细胞、原核细胞的结构特征及进化上的关系；病毒与宿主细胞相互作用的分子机制；细胞生命活动的基本含义。原核细胞的两个重要代表：细菌与蓝藻。真核细胞的可能祖先：古细菌的结构和遗传学特征。动植物细胞在结构上的差异。

真核细胞的结构可以概括为三大体系：（1）生物膜体系以及以生物膜为基础构建的各种独立的细胞器；（2）遗传信息表达的结构体系；（3）细胞骨架体系。

### 思考题：

1. 根据你所掌握的知识，如何理解“细胞是生命活动的基本单位”这一概念？
2. 病毒是非细胞形态的生命体，又是最简单的生命体，请论证一下它与细胞不可分割的关系。
3. 为什么说支原体可能是最小最简单的细胞存在形式？
4. 请你在阅读了本章以后对原核细胞与真核细胞的比较提出新的补充。
5. 细胞的结构与功能的相关性观点是学习细胞生物学的重要原则之一，你是否能提出一些更有说服力的论据来说明这一问题。

## 第三章 细胞生物学研究方法 6 学时

- 第一节 细胞形态结构的观察方法
- 第二节 细胞组分的分析方法
- 第三节 细胞培养、细胞工程与显微操作技术

### 教学要求：

了解和掌握细胞生物学研究领域所使用的实验技术的基本原理和应用。

1. 显微镜技术（1）光学显微镜技术：普通复式显微镜技术，荧光显微镜技术与现代图像处理技术，激光共焦点扫描显微镜技术，相差和微分干涉显微镜技术，录像增差显微镜技术。（2）电子显微镜技术：原理与基本知识，样品制备技术，扫描电镜技术，冷冻蚀刻技术。

（3）扫描隧道显微镜技术：特点与优越性。

2. 细胞组分的分析方法。（1）超速离心技术。（2）细胞内大分子的显示方法。（3）细胞内特异蛋白抗原和核酸序列的定位与定性：免疫荧光技术，免疫电镜技术和原位杂交技术。

(4) 细胞内生物大分子的合成动态：同位素标记技术结合放射自显影。(5) 定量细胞化学分析技术：显微分光光度测定技术，流式细胞仪技术。

3. 细胞培养技术，细胞融合与细胞杂交技术，单克隆抗体技术，细胞拆合与显微操作技术。

4. 分子生物学技术。

#### 思考题：

1. 举2~3例说明电子显微镜技术与细胞分子生物学技术的结合在现代细胞生物学研究中的应用。
2. 为什么光学显微镜可以拍摄彩色照片，而电子显微镜则不能？
3. 光学显微镜技术有哪些新发展？它们各有哪些突出优点？为什么电子显微镜不能完全代替光学显微镜？
4. 为什么说细胞培养是细胞生物学研究的最基本技术之一？

### 第四章 细胞质膜与细胞表面 4学时

第一节 细胞质膜与细胞表面特化结构

第二节 细胞连接

第三节 细胞外被与细胞外基质

#### 教学要求：

掌握生物膜的结构模型、组成与功能等基本知识。膜蛋白。

细胞膜与细胞表面特化结构：细胞质膜的结构模型，组成成分，生理生化基本特性，膜的主要生物功能，以及膜骨架的结构与功能。

细胞社会学。细胞间连接的基本概念：封闭连接、锚定连接和通讯连接的组织分布、结构特征及其功能机制。细胞表面粘着分子的类型及其细胞间的相互作用。

细胞外被和胞外基质的生化组成及其参与的生命活动。

植物细胞细胞壁的组成与生理功能。

#### 思考题：

1. 生物膜的基本结构特征是什么？这些特征与它的生理功能有什么联系？
2. 何谓内在膜蛋白？内在膜蛋白以什么方式与膜脂相结合？
3. 从生物膜结构模型的演化谈谈人们对生物膜结构的认识过程？
4. 细胞表面有哪几种常见的特化结构？膜骨架的基本结构与功能是什么？
5. 细胞连接有哪几种类型，各有何功能？
6. 胞外基质的组成、分子结构及生物学功能是什么？

### 第五章 物质跨膜运输与信号传递 6学时

第一节 物质的跨膜运输

第二节 细胞通讯与信号传递

### 教学要求:

掌握物质跨膜运输与信号传递的不同方式和生物学意义,以及参与运输活动的蛋白分子之间相互作用的模式。

物质跨膜运输的三种主要方式,及其各自的运输方向、跨膜动力、能量消耗等特征。

(1) 被动运输:包括简单扩散和载体介导的协助扩散;负责物质跨膜转运的两类蛋白:载体蛋白和通道蛋白,各自的结构与功能特点。

(2) 主动运输:由 ATP 直接提供能量( $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 泵,  $\text{Ca}^+$ 泵和质子泵),由 ATP 间接提供能量(协同运输)以及光能驱动三种基本类型;细胞膜电位的产生机理及生物学意义。

(3) 胞吞作用与胞吐作用。两类胞吞作用:胞饮作用和吞噬作用的过程及异同;两类胞吐作用:组成型外排与调节型外排的过程及异同;膜融合与膜泡运输的基本过程模式。

细胞通讯的基本概念和基本作用方式,细胞识别和细胞信号通路的基本概念,细胞信号分子的分类,第二信使与分子开关的概念与生理功能。

细胞受体的分类:细胞内受体和细胞表面受体。

细胞内受体的成分、结构组成及作用机理;细胞表面受体三大家族:离子通道偶联的受体、G-蛋白偶联的受体和与酶连接的受体各自参与的信号通路一般特征。

### 思考题:

1. 比较主动运输与被动运输的特点及其生物学意义。
2. 说明  $\text{Na}^+\text{-K}^+$ 泵的工作原理及其生物学意义。
3. 比较动物细胞、植物细胞和原生动细胞应付低渗膨胀的机制有何不同。
4. 比较胞饮作用和吞噬作用的异同。
5. 比较组成型的外排途径和调节型外排途径的特点及其生物学意义。
6. 试述细胞以哪些方式进行通讯?各种方式之间有何不同?
7. 细胞有哪几种方式通过分泌化学信号进行细胞间相互通讯?
8. 何谓信号传递中的分子开关蛋白?举例说明其作用机制。
9. 简要比较 G-蛋白偶联受体介导的信号通路有何异同?
10. 概述受体酪氨酸激酶介导的信号通路的组成、特点及其主要功能。
11. 请总结细胞信号传递的主要特点并举例说明。

## 第六章 细胞质基质与细胞内膜系统 6 学时

### 第一节 细胞质基质

### 第二节 内质网

### 第三节 高尔基复合体

### 第四节 溶酶体与过氧化物酶体

### 第五节 细胞内蛋白质的分选与细胞结构的组装

### 教学要求:

掌握细胞质基质的组成、特点与主要功能,细胞内膜系统的组成、动态结构特征与功能。

内质网的形态结构与两种基本类型：粗面内质网和光面内质网的成分与结构特征，分别参与的重大生命活动。

高尔基体的标志反应、结构特征及其主要功能，有关高尔基体发生的几个问题。

溶酶体与过氧化物酶体的异同比较：组成成分、膜结构特征、生理功能及发生过程。

分泌蛋白合成的模型：信号假说。

细胞内蛋白质分选的基本途径（共转移与后转移）与四种基本类型。

参与膜泡运输的三种小泡类型：(1)网格蛋白有被小泡，(2)COP II有被小泡和(3)COP II有被小泡，及各自作用机制。

细胞结构体系的不同装配方式及装配的生物学意义。

细胞结构和生物大分子分布的不对称性。

### 思考题：

1. 谈谈你对细胞质基质的结构组成及其在细胞生命活动中作用的理解。
2. 比较粗面内质网和光面内质网的形态结构与功能。
3. 细胞内蛋白质合成部位及其去向如何？
4. 粗面内质网上合成哪几类蛋白质，它们在内质网上合成的生物学意义又是什么？
5. 指导分泌性蛋白在粗面内质网上合成需要哪些主要结构或因子？它们如何协同作用完成肽链在内质网上的合成。
6. 结合高尔基体的结构特征，谈谈它是怎样行使其生理功能的。
7. 蛋白质糖基化的基本类型、特征及生物学意义是什么？
8. 溶酶体是怎样发生的？它有哪些基本功能？
9. 过氧化物酶体与溶酶体有哪些区别？怎样理解过氧化物酶体是异质性的细胞器？
10. 图解说明细胞内膜系统的各种细胞器在结构与功能上的联系。
11. 何谓蛋白质的分选？已知膜泡运输有哪几种类型？
12. 怎样理解细胞结构组装的生物学意义？

## 第七章 细胞能量转换—线粒体和叶绿体 4 学时

第一节 线粒体与氧化磷酸化

第二节 叶绿体与光合作用

第三节 线粒体和叶绿体是半自主性细胞器

第四节 线粒体和叶绿体的增殖与起源

### 教学要求：

掌握真核细胞内两种重要的产能细胞器——线粒体和叶绿体的基本结构特征与功能机制。线粒体的形态结构，生化特征，相关疾病及其主要功能：氧化磷酸化的分子基础、偶联机制（化学渗透假说）和 ATP 合成酶的作用机制（结合变化机制）。叶绿体的形态结构，化学组成及其主要功能：光合作用的反应过程（光反应和暗反应）。

线粒体和叶绿体遗传特性（半自主性细胞器），蛋白质的合成、运送和装配，增殖方式，线粒体及叶绿体的起源。

### 思考题：

1. 为什么说线粒体和叶绿体是细胞内两种产能细胞器？
2. 试比较线粒体与叶绿体在基本结构方面的异同点。
3. 如何测定线粒体的呼吸链各组分在内膜上的排列分布？
4. RuBP 羧化酶有何功能？它是由哪些亚基组成的？各由何基因组编码？
5. 试比较线粒体的氧化磷酸化与叶绿体的光合磷酸化的异同点。
6. 如何证明线粒体的电子传递和磷酸化作用是由两个不同的结构系统来实现的？
7. 光系统，捕光复合物和作用中心的结构与功能的关系如何？
8. 氧化磷酸化偶联机制的化学渗透假说的主要论点是什么？有哪些证据？
9. 由核基因组编码在细胞质核糖体上合成的蛋白质是如何运送至线粒体和叶绿体的功能部位上进行更新或组装的？
10. 试比较光合碳同化三条途径的主要异同点？
11. 为什么说线粒体和叶绿体是半自主性细胞器？
12. 简述线粒体与叶绿体的内共生起源学说和非共生起源学说的主要论点及其实验证据。

## 第八章 细胞核与染色体 5 学时

- 第一节 核被膜与核孔复合体
- 第二节 染色质
- 第三节 染色体
- 第四节 核仁
- 第五节 染色体结构与基因活化
- 第六节 核基质

### 教学要求：

掌握细胞核的结构组成及其生理功能。

核被膜的组成，周期性解体与重建。核孔复合体的结构模型（核质面与胞质面的不对称性分布）与功能（双向选择性亲水通道）。蛋白通过核孔复合体的主动运输（NLS 与 NES）。

染色质的概念；染色质蛋白质——组蛋白与非组蛋白的分类、功能和结构模式；染色质基本结构单位——核小体的结构特征；染色质包装的两种结构模型：多级螺旋模型和放射环结构模型；常染色质与异染色质的定义与划分。

染色体的概念；中期染色体的形态分类和各部分主要结构；染色体 DNA 的三种功能元件：DNA 复制起点、着丝粒和端粒的特征和功能；核型的涵义与染色体显带技术；特殊发育阶段的两类巨大染色体：多线染色体和灯刷染色体的超微结构与基因转录活性。

核仁的超微结构：纤维中心（FC）、致密纤维组分（DFC）和颗粒组分（GC）各自的特征；核仁的主要功能：核糖体的生物发生（包括 rRNA 的合成、加工和核糖体亚单位的装

配)；核仁的周期(包括 rDNA 转录以及细胞周期依赖性)。

活性染色质与非活性染色质的结构与基因转录特征。

核基质与核体的基本概念。核基质与 DNA 复制、基因表达和染色体包装与构建相关；而在细胞的各种事件中，核体可能代表不同核组分的分子货仓。

### 思考题：

1. 概述细胞核的基本结构及其主要功能。
2. 试述核孔复合体的结构及其功能。
3. 概述染色质的类型及其特征。
4. 比较组蛋白与非组蛋白的特点及其作用。
5. 试述核小体的结构要点及其实验证据。
6. 试述从 DNA 到染色体的包装过程。
7. 分析中期染色体的三种功能元件及其作用。
8. 概述核仁的结构及其功能。
9. 概述活性染色质的主要特点。
10. 试述染色质结构与基因转录的关系。
11. 自行选择重要名词并进行解释。

## 第九章 核糖体 2 学时

核糖体的结构特征和功能。蛋白质的生物合成和多聚核糖体的概念。

两种基本类型的核糖体：70S 的核糖体，主要存在于原核细胞中；80S 核糖体，存在于所有真核细胞中(线粒体和叶绿体除外)。

核糖体的组装是一个自我装配的过程。研究表明，不同细胞中的核糖体可能来源于一个共同的祖先，在进化上是非常保守的。

生命是自我复制的体系，在生命起源的早期演化阶段，早期的生命分子应是既具有信息载体功能又具有酶的催化功能，因此，RNA 可能是生命起源中最早生物大分子。

### 思考题：

1. 以 80S 核糖体为例，说明核糖体的结构成分及其功能。
2. 已知核糖体上有哪些活性部位？它们在多肽合成中各起什么作用？
3. 何谓多聚核糖体？以多聚核糖体的形式行使功能的生物学意义是什么？
4. 试比较原核细胞与真核细胞的核糖体在结构组分及蛋白质合成上的异同点。
5. 你认为最早出现的简单生命体中的生物大分子是什么？为什么？

## 第十章 细胞骨架 5 学时

### 第一节 微丝

### 第二节 微管

### 第三节 中间丝

#### 教学要求:

掌握各种细胞骨架的动态结构和功能特征。

细胞骨架的广义涵义（包括细胞质骨架、细胞核骨架、细胞膜骨架和细胞外基质）和狭义涵义（仅指细胞质骨架）。

细胞质骨架三大成分：微丝，微管与中间纤维。微丝的结构成分（G-actin），装配（极性），结合蛋白（myosin, Tm, Tn 等），微丝性细胞骨架的功能（参与肌肉收缩、变形运动、胞质分裂等活动）。微管的结构成分（ $\alpha$  和  $\beta$  微管蛋白），装配（微管组织中心）。微管相关蛋白（MAP, tau 等）与细胞内微管网络结构。kinesin 和 dynein 与细胞内膜泡运输，蛋白质分选。微管功能（参与细胞形态的维持、细胞运输、运动和细胞分裂）。中间纤维的成分（组织特异性分布），装配特性，中间纤维结合蛋白（IFAP），中间纤维的推测功能。

#### 思考题:

1. 通过细胞骨架一章的学习，你对生命体的自组装原则有何认识？
2. 除支持和运动外，细胞骨架还有什么功能？怎样理解“骨架”的概念？
3. 细胞中同时存在几种骨架体系有什么意义？是否是物质和能量的一种浪费？
4. 怎样证实细胞中是否存在某一类骨架结构或组分？可应用哪些实验方法？
5. 在细胞骨架的研究中，特异性工具药起了什么作用？假使能发现一种中间纤维特异性工具药，可用来解决哪些问题？试设计一两个实验说明之。
6. 为什么说细胞核中的骨架结构是必需的？核骨架与染色体骨架有何区别与联系？
7. 细胞核骨架为什么长期为人们所忽视，从中你得到什么启发？

## 第十一章 细胞增殖及其调控 4 学时

### 第一节 细胞周期与细胞分裂

### 第二节 细胞周期的调控

#### 教学要求:

掌握细胞周期的动态过程及其调控的分子机制。细胞分裂与细胞分化、细胞衰老的关系。

细胞周期的定义，四个时期（G<sub>1</sub> 期、S 期、G<sub>2</sub> 期和 M 期）的特点及其主要事件。了解细胞周期长短的测定方法和细胞周期同步化的方法。

有丝分裂的过程，6 个时期（人为地划分为前期、前中期、中期、后期、末期和胞质分裂等几个时期）中一系列有序的变化，与有丝分裂直接相关的亚细胞结构（中心体、动粒与着丝粒、纺锤体），以及染色体运动的动力机制。

减数分裂的主要特点，过程，以及减数分裂相关的特殊结构变化情况。

细胞周期调控系统及其主要作用。细胞周期蛋白（cyclin）、周期蛋白依赖性激酶（CDK）

的结构特点、相互作用及功能，细胞周期检验点的定义。

细胞周期的调控（运转与阻遏）机理与过程。细胞周期运行过程中蛋白质与蛋白质之间的相互作用，蛋白质网络调控。

#### 思考题：

1. 什么是细胞周期？细胞周期各时期主要变化是什么？
2. 细胞周期时间是如何测定的？
3. 细胞周期同步化有哪些方法？比较其优缺点？
4. 试比较有丝分裂与减数分裂的异同点。
5. 细胞通过什么机制将染色体排列到赤道板上？有何生物学意义？
6. 说明细胞分裂后期染色单体分离和向两极移动的运动机制。
7. 试述动粒的结构及机能。
8. 说明细胞分裂过程中核膜破裂和重装配的调节机制。
9. 细胞周期中有哪些主要检验点，各起何作用？
10. 举例说明CDK激酶在细胞周期中是如何执行调节功能的？

## 第十二章 细胞分化与基因表达调控

4 学时

### 第一节 细胞分化

### 第二节 癌细胞

#### 教学要求：

掌握基因差异表达与细胞分化，肿瘤的发生机制，以及真核细胞基因表达的调控过程。

细胞分化的基本概念（管家基因，组织特异性基因）和实质，影响和调节因素，及与发育过程的关系。

癌细胞的基本特征，癌基因与抑癌基因，肿瘤发生的起因与过程。

#### 思考题：

1. 何谓细胞分化？为什么说细胞分化是基因选择性表达的结果？
2. 组织特异性基因的表达是如何调控的？
3. 影响细胞分化的因素有哪些？请予说明。
4. 说明癌症的发生与癌基因和抑癌基因的关系。
5. 为什么说肿瘤的发生是基因突变逐渐积累的结果？

## 第十三章 细胞衰老与凋亡

2 学时

### 第一节 细胞衰老

### 第二节 细胞凋亡

**教学要求：**

了解和掌握细胞衰老和凋亡过程的基本概念，生物学特征和可能分子机制。

细胞衰老的认识（Hayflick 界限），细胞衰老的表征和细胞结构变化，以及细胞衰老分子机制的多种理论。

细胞凋亡的生物学意义，凋亡过程中细胞形态结构的变化和检测细胞凋亡的方法。

诱导细胞凋亡的因子（物理性因子，化学及生物因子），细胞凋亡分子机制的初步研究，以及细胞衰老与凋亡的相互关系研究进展。

**思考题：**

1. 衰老的特征是什么？
2. 什么是 Hayflick 界限？
3. 细胞凋亡的概念，形态特征及其与坏死的区别是什么？
4. 鉴定细胞凋亡有什么常用方法？
5. 凋亡在有机体生长发育过程中有何重要意义？
6. 凋亡的基本途径是什么？

**期末考试**

该课程的成绩由两部分组成。平时成绩占 30%，主要来源于出勤率、论文阅读和综述报告；期末成绩占 70%。