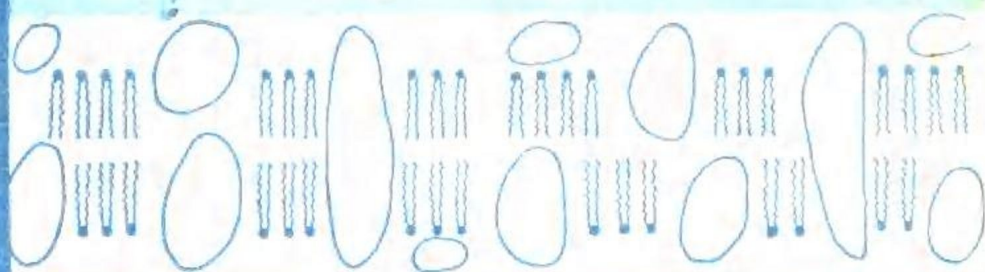


高等学校试用教材

细胞生物学

郑国锴 编著



人民教育出版社

内 容 提 要

本书分五部分。第一篇细胞及其研究方法,包括细胞生物学发展简史、细胞的结构、组成和研究方法;第二篇细胞质和它的细胞器,包括细胞质内各种组分和细胞器;第三篇细胞核,包括细胞核和细胞的繁殖与衰亡;第四篇细胞的遗传、发育和进化,包括细胞遗传与细胞工程、细胞分化与核质关系、生命的起源与进化;最后介绍细胞生物学发展前景。书后附有英中文名词对照和索引。

高等学校试用教材

细 胞 生 物 学

郑国锷 编著

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 28.25 插页 3 字数 640,000

1980年3月第1版 1980年10月第1次印刷

印数 00,001—7,700

书号 13012·0500 定价 2.15 元

前 言

本书是根据全国高等学校生物类教材会议讨论修订的大纲和原则编写的。在编写过程中曾收集各方面的意见,作了适当的补充和调整。最后,有些章、节又稍加变动,成为现在的编排次序。

全书分五部分。第一篇(细胞及其研究方法)共三章,阐述了细胞生物学发展简史、细胞的结构、组成和研究方法,以便使读者对细胞有一点基本知识,为学习以后各章打些基础。

第二篇(细胞质和它的细胞器)共八章,包括细胞质内各种组分和细胞器。从动态观点来说明它们的结构与功能的统一,既有特殊性又有一致性;并阐述了膜系结构的连续性与统一起源。

第三篇(细胞核)共二章,内容是细胞核和细胞的繁殖与衰亡。这一篇的重点是核的结构与功能,特别对核的有丝分裂和减数分裂,染色体的结构和功能的统一问题讨论较多。

第四篇(细胞的遗传、发育和进化)共三章,包括细胞遗传、细胞工程、细胞分化、核质关系和生命起源与进化。重点是基因表达的调控和细胞分化过程中的核质关系以及环境对它们的影响。细胞工程学是正在形成的一门分支学科,为细胞生物学联系生产实践的重要部分,为此,对实验的方法,介绍较详细。

鉴于生物系各专业开设《细胞生物学》所需的学时不完全一致,因此,在采用本教材时,一般专业可只讲前面三篇,基本上已包括了《细胞学》的全部内容。第四篇可作为有些专业(如细胞生物学专业)或研究生选读教材。

为了使本书内容保持一定的系统性与完整性,在编写时有些部分难免与其他课程如普通生物学、生物化学、遗传学和发育生物学重复。因此,在讲授时,这部分内容可略去。为了便于说明一些基本知识和最新成果是如何取得的,在有些章、节适当地介绍了若干方法,大都是用小号字排印,可作参考,也可略去不讲。

每章所附补充读物是供学生进一步阅读学习用的。参考文献是供教师备课时参考,很不全面,仅列出了主要的资料。每章有提要及复习题,便于学生掌握要点及基础知识。

参加讨论修订大纲会议的有:厦门大学、北京大学、复旦大学、南京大学、中山大学、吉林师范大学和兰州大学等单位。对修订稿提书面意见的有:山东大学、北京师范大学、厦门大学和南开大学等单位。初稿完成后在兰州参加审稿的有厦门大学、北京大学、南京大学、中山大学、复旦大学、山东大学、四川大学与中国科学院上海细胞生物研究所等八个单位。人民教育出版社代表也参加了会议。吉林师范大学提了书面意见,此外,中国科学院生物物理研究所副所长杨福愉对第六章,植物研究所周佩珍副研究员对第七章提出了书面意见,使编者能对初稿作全面的订正修改,得益非浅。中国医学科学院基础医学研究所薛社普教授执笔写了“细胞表面与癌变”一节,并审阅了第四章。编者对以上各单位参加的同志表示衷心的感谢。尽管如此,由于编者水平有限,难免还有不少缺点错误,希望各院校在教学过程中,提出宝贵意见,以便再版时修订参考。

本书所用插图和照片,除从其他书刊借用外,段续川、胡适宜、吴旻、翟中和、陈瑞阳等同志和中国科学院生物物理所电镜室提供了部分照片;刘祖贵同志绘制和翻拍了大部分图片,景文野同志绘制了部分插图。仝允栩同志为本书的编写收集了大量资料,并校阅了原稿。编者对以上各位同志也深表谢意。

编者

1980年1月于兰州大学

目 录

第一篇 细胞及其研究方法

第一章 绪论	1	第三章 细胞生物学的研究方法	37
一、细胞生物学的对象、目的和任务	1	一、各种显微镜技术	37
二、细胞生物学与其他学科的关系	2	二、X射线衍射技术	48
三、细胞生物学发展简史	3	三、细胞显微光谱分析技术	49
第二章 细胞的概念及其结构和组成	8	四、放射自显影术	52
一、细胞和原生质的概念	8	五、分子生物学方法	56
二、细胞的大小和形状	8	六、细胞培养与细胞杂交技术	61
三、细胞的一般结构	9	七、显微操作技术	62
四、细胞的化学组成	13		

第二篇 细胞质和它的细胞器

第四章 细胞表面的结构与功能	67	四、叶绿体的自主性	153
一、质膜的性质	67	五、质体的来源	154
二、膜的化学组成	69	第八章 内膜系统	160
三、膜的分子结构	71	一、内膜的结构	160
四、细胞表面的分化	80	二、内膜的化学组成	166
五、质膜的功能	81	三、内膜的功能	166
六、植物细胞的细胞壁	98	四、内膜的来源与生物发生	171
七、细胞间的联结与通讯	102	第九章 液泡系	177
第五章 细胞液	114	一、液泡的类型	177
一、细胞液的结构问题	114	二、液泡的一般性质与结构	178
二、细胞液的化学组成	114	三、溶酶体	179
三、细胞液的功能	115	四、圆球体	188
第六章 线粒体	119	五、微体	189
一、线粒体的形态与结构	119	第十章 核糖核蛋白体	202
二、线粒体的化学组成	126	一、性质与结构	202
三、线粒体的功能	129	二、核糖体与蛋白质的生物合成	207
四、线粒体的自主性问题	136	三、蛋白质合成的调节	218
五、线粒体的来源	140	第十一章 微梁系统 微管与微丝	224
第七章 质体	144	一、微管	225
一、质体的形态与结构	144	二、微丝	233
二、叶绿体的化学组成	148	总结 细胞内亚显微结构的多样性与一致性——膜系结构的连续性与统一起源	246
三、叶绿体的功能	150		

第三篇 细胞核

第十二章 细胞核	249	第十三章 细胞的繁殖与衰亡	276
一、细胞核的形态	249	一、细胞周期	276
二、间期核的结构	250	二、细胞分裂	281
三、核的化学组成	258	三、细胞的衰老与死亡	323
四、核的功能	264		

第四篇 细胞的遗传、发育和进化

郭

第十四章 细胞遗传与细胞工程	333	五、细胞核的分化及其对细胞质的作用	379
一、遗传的物质基础	333	六、细胞间及其与周围环境的相互作用	383
二、遗传因子如何传递	334	七、细胞分化的形态与化学基础	388
三、遗传因子怎样才能起作用(基因表达的调控)	336	第十六章 生命的起源与进化	394
四、细胞工程的理论与实践	344	一、简单的生命形式	394
五、体细胞遗传学	357	二、原核细胞与真核细胞的亲缘关系	399
六、细胞遗传与进化	364	三、化学进化与生命的起源	403
第十五章 细胞分化与核质关系	369	四、细胞的起源	406
一、细胞的发育与分化	369	结束语 细胞生物学发展前景	412
二、细胞分化的起源	371	英中文名词对照	417
三、淋巴细胞的分化——免疫防卫系统	373	索引	429
四、细胞质的分化及其对细胞核的作用	374		

第一篇 细胞及其研究方法

第一章 绪 论

一、细胞生物学研究的对象、目的和任务

细胞是生物体的形态结构和生命活动的基本单位。恩格斯早就指出：人们在整个有机界里所看到的最简单的类型是细胞；它确实是最高级的组织的基础。为此，要了解生物体的生命活动的规律，就必须从它的基础，细胞研究入手。细胞学(Cytology)就是研究细胞的结构、功能和生活史的科学。研究的对象就是细胞。

不过，现代细胞学，在形态方面，已经超出了光学显微镜下可见结构的简单描述范围。在功能方面，也已经超越了对于生理变化的纯粹描述时期。近廿多年来随着分子生物学的发展，新方法、新技术不断涌现，细胞研究已从细胞整体和亚细胞结构水平深入到分子水平。目前，已把细胞的整体活动水平、亚细胞水平和分子水平三方面的研究有机地结合起来，以动态的观点来考察细胞和细胞器的结构和功能，探索细胞的基本生命活动，如生长、发育、分化、代谢、繁殖、运动和联络、衰老与死亡、遗传变异和进化等基本规律。它不仅仅孤立地研究一个个细胞器、生物大分子和小分子，一个个生命活动现象，而是研究它们的变化发展过程，研究它们之间的相互关系以及它们与环境之间的相互关系。它的研究范围大大地超过了过去的细胞学。因此，现代细胞学改用新的名称，即细胞生物学。由于生物学是研究生物的结构、功能、生活史、生命现象与活动规律的科学，所以细胞生物学就是研究细胞的结构、功能、生活史以及各种生命活动的科学，是生物科学的主要分支之一，也是生命科学和分子生物学研究的基础。

细胞生物学既然是生命科学研究的基础，因此，生物科学上的许多基本问题，必须在细胞中谋求解决。它的研究目的，不仅在于阐明各种生命活动的现象与本质，而且还必须进一步对这些现象和发展规律加以控制和利用，以达到为生产实践服务的目的，造福于人类。

这样，细胞生物学研究的任务也是多方面的。我们应采取分析与综合的方法，在三个不同的水平上把结构与功能统一起来加以考察和探讨。从形态方面看，除了要描述在光学显微镜下所能看到的一些简单结构外，还要用新的工具和方法来观察和分析细胞内各部分的亚显微结构和分子结构，以及这些结构和结构之间的变化过程。从功能方面看，不仅要叙述细胞内各个部分的化学组成和新陈代谢的动态，而且还要用比较、分析和综合的方法，阐明它们之间的关系和相互作用。从而根据这些结构与功能来说明生物有机体的生长、分化、分裂、运动、遗传、变异和进化等生命活动现象的由来。有关结构与功能的研究除用固定的材料外，还应该用细胞培养技术来进行活体材料的研究。近年来围绕植物细胞培养实验体系的建立，在植物细胞生物学中，一个新

的研究领域即细胞工程正在形成。其目的就是要按人们预先的设计,用分子细胞学的技术,来改变细胞的遗传性,深入研究细胞在生活状态下的生命活动,并为遗传育种提供新技术、新方法,最终有目的地培育出新的品种甚至新的物种。在动物细胞生物学中,揭示细胞病理和癌细胞本质的研究是个非常艰巨而又重要的任务。今后,如能对正常细胞基因的生长调节控制机理加以阐明,就一定能加速对癌细胞本质的揭露,就会有利于控制癌细胞的恶性生长,从而能提供根本性的防治措施。由此可见,细胞生物学的任务,不仅要研究理论问题,同时也要解决实际问题。它和其他学科一样,只要根据理论与实践的需要,正确地揭露自然规律,并且不断地为自己提出任务,来寻找控制这些规律的途径,这样,就能使这门科学无止境地揭开细胞内部的奥秘,并能为解决生产上的实际问题作出重大贡献。

细胞生物学研究的问题很多,它的任务也很重大,要正确对待和解决这些问题,就必须有一个正确的世界观为基础,才能树立正确的研究方向和科学的研究方法,清除那些由错误观点和方法研究出来的成果。这种世界观就是辩证唯物主义的世界观。如果不是这样,就会错误百出,陷入到唯心主义形而上学的泥坑中去。例如林奈,曾作了不少出色的工作,但限于他的世界观,认为物种是不变的,陷入谬误而不能自拔。因此,自然科学家就要象列宁指出的:应该做一个现代的唯物主义者,做一个以马克思为代表的唯物主义的自觉拥护者,也就是说应当做一个辩证唯物主义者。细胞生物学的研究也和其他科学一样,必须以辩证唯物主义的哲学为指导,紧密联系实际,才能使细胞生物学获得更大的成就和进展。

二、细胞生物学与其他学科的关系

细胞生物学是生物学的一门分支学科,是一门综合性的科学,它联系着生物科学的许多分支学科,如植物学、动物学、形态学、解剖学、分类学、生理学、组织学、胚胎学、遗传学、免疫学和分子生物学等。也是这些学科的基础。例如:

植物生理学中有关水分生理和矿质营养的研究,都与植物细胞的结构及其生理状态紧密联系着。在细胞水平上研究光合作用与呼吸作用又都与叶绿体和线粒体等细胞器有关。

细胞内染色体数目和形态虽然不是一成不变的。但是在一定条件下,它是有一定形态和数目的。因此,在植物分类学方面已经以染色体作为分类标准之一,而创立了细胞分类学。

与遗传学的关系也是显而易见的。最近,在离体条件下培养、增殖哺乳动物的体细胞和植物原生质体,创造异种细胞间的杂种细胞,发展了在细胞水平上进行遗传分析的体细胞遗传学。

细胞生物学的蓬勃发展,也有力地推动了免疫学的进展。在细胞水平的研究方面,胸腺和小淋巴细胞功能的发现,两类淋巴细胞功能上的分工及它们在抗体形成中的协同作用的阐明,开辟了细胞免疫学的“黄金时代”。

细胞生物学固然是生物科学许多分支学科的基础,但它自身又必须以一些现代科学的分支作为它的基础。一些边缘学科如生物化学、生物物理学、生物数学也都与细胞生物学有关系。生物化学是研究生物体内物质代谢及其他生命现象物质基础的学科。生物物理学是用物理学方法研究生命现象的领域,这个领域研究的目的是以分子的结构和相互作用来了解生物系统的功能。

生物数学是应用数学演算推理的方法研究生命现象的学问。它们都是细胞生物学研究的基础。

从科学发展史来看,只有在物理和化学规律研究清楚之后,才有可能系统地阐述与生命特性有关的、重要的、深入的问题。当前,细胞生物学的发展,已深入到研究分子的水平。由于分子细胞学的发展,逐渐能清楚地以分子水平及现代物理和化学的规律来说明生命现象,而现代细胞学的最新成就,也都是应用物理、化学、数学的基础知识和新技术、新方法研究出来的。因此,学习细胞生物学也就必须具备现代物理、化学和数学方面的一些基础知识。

三、细胞生物学发展简史

(一) 细胞的发现

没有显微镜就不可能有细胞学。细胞的发现也与显微镜的制作有密切关系。第一架复式显微镜是由荷兰眼镜制造商詹森(Janssen)兄弟约于1590年试制成功的。其后,英人胡克(Robert Hooke)于1665年发现了第一个植物细胞。他用自制的显微镜观察了软木(栎树皮)及其他植物组织,发现其中有许多小室,状如蜂窝,就称之为“细胞”(cell原意小室)。细胞中还有其他什么内含物?胡克没有提出明确的意见,只是说其中含有空气或液汁。实际上,他在软木组织中所看到的仅是死细胞的细胞壁。随后陆续有学者(Grew, Malpighi 和 Leeuwenhoek)在不同的生物体中重复看到了细胞,但都没有注意到细胞的内含物。一直到十九世纪三十年代布朗(R. Brown, 1831)在兰科植物叶片表皮细胞中发现了细胞核;迪雅尔丹(E. Dujardin, 1835)在低等动物根足虫和多孔虫的细胞内发现了内含物,称之为“肉样质”(sarcode)。至此,细胞的基本结构都被发现了。

(二) 细胞学说及其评价

在十九世纪以前,许多学者的工作,都着眼于细胞的显微结构方面,从事于形态上的描述,而对各种有机体中出现细胞的意义,一直没有作出理论上的概括,直到十九世纪三十年代,才建立了细胞学说。不过在十九世纪初期,也有不少学者对奠定细胞学说的基础,作出了很大的贡献(如 Mirbel, 1802; Lamarck, 1809; Dutrochet, 1824 等)。但最终是由德国植物学家施莱登(Schleiden, 1838)和动物学家施旺(Schwann, 1839)作了最后的论证。施莱登指出所有植物体乃是细胞的组合。这个意见被施旺在动物中证实,并且首次提出“细胞学说”(cell theory)这一名称,并说:“细胞是有机体,整个动物和植物乃是细胞的集合体。它们依照一定的规律排列在动植物体内”。他们明确地指出:一切动物和植物体皆由细胞组成,于是细胞学说为人们所公认。由于这个学说的建立,就说明了动、植物有机界的统一性,并因此而成为建立生物界发展学说的基础。如果没有细胞学说,达尔文主义也就很难胜利完成。

恩格斯对这一学说也给予很高的评价,认为这是十九世纪科学上的三大发现之一。他指出:首先是三大发现,使我们对自然过程的相互联系的认识大踏步地前进了:第一是发现了细胞,发现细胞是这样一种单位,整个植物体和动物体都是从它的繁殖和分化中发育起来的。由于这一发现,我们不仅知道一切高等有机体都是按照一个共同规律发育和生长的,而且通过细胞的变异能力指出了使有机体能改变自己物种并从而能实现一个比个体发育更高的发育道路。由此可见,只

有在细胞学说建立之后,才能明确提出:细胞是生物有机体的结构和生命活动的单位,又是生物个体发育与系统发育的基础。它在生物学发展史上确实占有非常重要的地位。

此学说提出后不久,就被微尔和(Virchow, 1858)应用到病理学。他认为病理过程是在细胞和组织中进行的,由此而发展了细胞病理学。

细胞学说创立后,大家的注意力才转移到细胞的内含物方面来。自迪雅尔丹在原生动物细胞内,发现了十分均匀、有弹性、能收缩的胶状物质后,就称它为“肉样质”。其后,普金耶(Pukinje, 1840)在动物,冯·莫尔(Von Mohl, 1846)在植物细胞中也看到了“肉样质”的东西,命名为“原生质”(protoplasm)。到1861年舒尔策(Max Schultze)认为动物细胞内的“肉样质”和植物细胞内的“原生质”具有同样的意义。他并提出了原生质理论:有机体的组织单位是一小团原生质,这种物质在一般有机体中是相似的。至此,细胞的含义就和最初发现时不同了。于是有人(Hanstein, 1880)提出了一个新名词“原生质体”(protoplast),这个名词比“细胞”(cell)就更确切了。但由于“细胞”一词,沿用已久,故仍采用旧名。

细胞学说一经建立,细胞学的发展就很快。先是集中于细胞分裂方面的观察。雷马克(Remak, 1841)在观察鸡胚血球细胞时发现了细胞的直接分裂。不久,微尔和(1855)又提出了著名的论断:“一切细胞来自细胞”。其后,费勒明(Flemming)在动物,施特拉斯布格(Strasburger)在植物中发现了间接分裂。以后,施莱歇(Schleicher, 1878)称这种分裂为核分裂(karyokinesis),费勒明(1882)又把直接分裂叫做无丝分裂(amitosis),间接分裂或核分裂叫做有丝分裂(mitosis)。1875年赫特维希(O. Hertwig)发现受精后卵中两亲本核的合并,1877年施特拉斯布格在植物中也发现同样现象。到1898年和1899年纳互兴(Nawaschin)和吉格纳特(Guignard)先后发现了被子植物的“双受精作用”。早在1848年霍夫迈斯特(Hofmeister)在紫鸭跖草的花粉母细胞中就看到了核的消失和球状小体的出现,但他没有给以新的名称,直到1888年才由沃尔德耶(Waldeyer)把这些染色小体命名为“染色体”(chromosome)。1883年范·贝内登(Van Beneden)又在动物和1886年施特拉斯布格在植物中发现了减数分裂现象。其后又将注意力转移到细胞质中,贝内登和博费里(Boveri)发现中心体,阿尔特曼(Altmann, 1894)、本达(Benda, 1897)发现线粒体,高尔基(Golgi, 1898)发现了高尔基体。由于这许多发现,所以称十九世纪的最后25年为细胞学的经典时间。

(三) 实验细胞学的发展

自赫特维希兄弟(O. Hertwig 和 R. H., 1887)用实验的方法研究海胆卵的受精作用开始,实验细胞学就很快发展起来。其间可分为三个阶段:

第一个阶段是从1887年到1900年细胞学紧密地和实验胚胎学联系在一起。赫特维希等以海胆、蛔虫的卵为材料,研究它们在外界条件影响下,刚受精的卵,雌雄原核是否能合并,去掉细胞核以后的卵是否能继续发育?也有人(R. Hertwig, 1896; Loeb, 1899; Morgan, 1899, 1900)用纯粹化学的或物理的方法来刺激没有受精的卵也能使之发育成为人工的孤雌生殖。

第二个阶段自门德尔(Mendel)遗传法则再发现(1900)开始到摩尔根(Morgan)创立的《基因论》一书出版(1926)为止。在这个时期细胞学与遗传学联系在一起,创立了细胞遗传学(cyto-

genetics)。自门德尔遗传法则被再发现后,1902年博韦里(T. Boveri)和萨顿(S. W. Sutton)提出了“染色体遗传理论”。1910年摩尔根以果蝇为材料,研究它们的遗传与变异,就为细胞遗传学的发展奠定了基础。细胞学在这个时期着重对细胞核的研究,特别对染色体的研究,有所谓“染色体学”的出现。而在其他方面则进展较慢,如原生质学到1920年后才开始发展。

第三个阶段(1926—1953)又注意到细胞质的研究,细胞学又开始全面发展。这一阶段的特点是细胞学不再是少数细胞学家的工作,而是与所有实验生物学工作者,其中包括胚胎学、遗传学、生物化学、生物物理学、微生物学、生理学、病理学等方面的工作者在一起,共同努力,把细胞学大大地向前推进了一步。由于新工具和新技术陆续出现,充分利用了现代物理学和化学上的一些最新成就,细胞学的方法随之而得到改进,于是无论在细胞形态学、细胞化学、生化细胞学和细胞生理学等都有了显著的进展,而且纠正了一些过去所提出的不正确的观点和概念。

在原生质的研究方面,利用了组织培养和显微操作器来研究在生活状态下原生质的物理化学特性,纠正了过去用固定材料所提出的错误观点,建立了原生质是一个胶体系统的概念。但是,我们不能因此而认为固定制片中的一些细胞结构都是假象。实际上,细胞学上的大部分知识,都是由固定材料取得的。

在细胞化学和生化细胞学方面,在这个阶段发展得也很快。1924年孚尔根等(Feulgen和Rossenbeck)介绍了他们所首创的孚尔根核染色反应,以后就专门用来测定脱氧核糖核酸(DNA)。其后,布勒歇(Brachet, 1940)用昂纳(Unna)染色液来测定细胞中的核糖核酸(RNA)。卡斯帕尔森(Caspersson, 1936, 1940)用紫外光显微分光光度法测定DNA在细胞中的含量。他们都认为蛋白质的合成,可能与RNA有关。由于放射自显影技术和超微量分析等方法的广泛应用,对细胞内核酸与蛋白质的代谢作用的研究也有很大的促进作用。

在细胞生理方面,本斯莱等(Bensley和Hoerr, 1934)和克劳德(Claude, 1943)用快速离心机将细胞内的线粒体分离出来后,对这些细胞器的作用和化学组成的研究才有很大的进展。

(四) 分子细胞学的兴起

在本世纪四十年代随着生物化学、微生物学与遗传学的密切结合,分子生物学开始萌芽。1941年比德尔(Beadle)和塔特姆(Tatum)提出了一个基因一个酶的理论。1944年艾弗里(Avery)等在微生物的转化实验上肯定了DNA是遗传物质,1948年博伊文等(Boivin)从测定生殖细胞和各种体细胞中DNA的含量,提出了DNA恒定理论。到五十年代初期在科学文献中已出现“分子生物学”这个名词。随后,沃森和克里克(Watson和Crick, 1953)用X射线衍射法得出了DNA双螺旋分子结构模型,奠定了分子生物学的基础。科恩伯格(Kornberg, 1956)从大肠杆菌提取液中获得了DNA聚合酶,并以该菌的DNA单链片段为引物(primer)。在离体条件下,第一个成功地合成了DNA片段的互补链。梅塞尔森(Meselson和Stahl, 1958)等用放射性同位素与梯度离心法分析了DNA的复制过程,证明DNA的复制是“半保留复制”(semiconservative replication),克里克(1958)又创立了“中心法则”。刚进入六十年代遗传密码的秘密也被揭露出来了。尼伦堡和马泰(Nirenberg和Matthaei, 1961)等通过对核糖核酸的研究,确定了每一种氨基酸的“密码”。同年,雅各布和莫诺(Jacob和Monod, 1961)又提出操纵子学说。由于这些新成就,

新概念、新技术渗入到生物科学就很快促进了分子生物学的发展，并深入到生物学的各个领域。同时，由于电子显微镜的分辨率不断提高，现在已被广泛地应用于细胞生物学的研究，并已能在电镜照片上直接看到生物大分子的粗糙轮廓。最近(1978)，在日本用超高度分辨力的电子显微镜拍摄原子(氯化铜——钛花青染料分子结构中的原子)照片已获得成功。由于这些成就的促进，分子细胞学也很快发展起来，成为深入研究细胞核和细胞质的结构与功能的共同的分子基础。

由上面所叙述的细胞学发展简史来看，细胞学的进展速度是与研究的观点和方法分不开的，自十七世纪六十年代细胞发现一直到细胞学说的创立，在这一百七十多年间，由于当时的研究都是孤立的形而上学的方法，因此进展很慢。及至细胞学说创立，自发地应用了辩证唯物主义的观点，就进展得很快。其后，由于实验条件的限制，虽然早在1909年科伦斯(Correns)就指出细胞质遗传现象，但仍然停留在染色体的研究上。一直到卅年代电子显微镜的创制(Ruska等, 1931—1933)和五十年代超薄切片技术的发展，细胞质的研究才蓬勃开展起来。由此可见，只有运用正确的观点和方法，细胞学才能迅速地全面发展。

摘 要

细胞是生物体的形态结构和生命活动的基本单位。

细胞学是研究细胞的结构、功能和生活史的科学。研究的对象就是细胞。

细胞生物学是研究细胞的结构、功能、生活史和各种生命活动的科学。它的研究范围大大超出了细胞学。

研究目的，不仅在于阐明各种生命活动的现象与本质，而且还必须进一步对这些现象和发展规律加以控制和利用，为生产实践服务。

研究任务，应采取分析与综合的方法，在细胞整体、亚细胞结构和分子结构三个不同水平上把结构与功能统一起来加以考察和探讨。不仅要研究理论问题，也要解决实际问题。

细胞生物学是生物学的一门分支学科，是一门综合性学科。它联系着生物科学的许多分支学科，如组织学、胚胎学、生理学、遗传学、免疫学等，也是这些学科的基础。

细胞生物学的发展大致可划分为下列几个时期：第一期(1665—1875)自细胞的发现到细胞学说创立以后，这是细胞学的创立时期；第二期(1875—1900)为细胞学的经典时期。第三期(1887—1953)为实验细胞学时期。第四期(1953—现在)为分子细胞学时期。

复 习 题

1. 说明细胞生物学的任务。
2. 细胞生物学与遗传学的关系怎样？
3. 为什么细胞学说创立前后，细胞学发展的速度不同？
4. 为什么说十九世纪最后二十五年为细胞学的经典时期？
5. 恩格斯对细胞学说的评价很高，为什么？
6. 细胞遗传学的兴起，对细胞学的发展有何影响？
7. 沃森和克里克的DNA双螺旋分子结构模型，对分子生物学的发展有什么影响？

参 考 文 献

- 恩格斯:反杜林论。第76页,人民出版社,1970年。
- 戴罗伯底斯等:普通细胞学,第三版序言,6—12页,科学出版社,1964。
- 列宁:论战斗唯物主义的意义。《列宁选集》第4卷,608—609页。
- 恩格斯:路德维希·费尔巴哈和德国古典哲学的终结。《马克思恩格斯选集》第4卷,241页。
- Taylor, J. H., 1965. Selected Papers on Molecular Genetics. Academic Press.
- Sharp, I. W., 1934. Introduction to Cytology. 422—447页。
- Nordenskiöld, E., 1928. The History of Biology. Tudor Publishing Co., New York.

第二章 细胞的概念及其结构和组成

一、细胞和原生质的概念

在绪论中,我们已经讲过细胞生物学发展简史,可以看出,“细胞”这个名词,自细胞被发现起,一直到细胞学说和原生质学说的创立,以及“原生质体”这个新名词提出为止,它的含义已经很明确。细胞四周是由膜包围着的,其中含有一个核(或拟核)的原生质团所组成的生物体的基本单位。

这里所讲的原生质(protoplasm)是指细胞内所含有的生活物质,包括细胞核(nucleus 或 karyon)和围在核四周的细胞质(cytoplasm)。细胞内除细胞核以外的原生质叫细胞质,而核内所含的原生质叫核质(nucleoplasm 或 karyoplasm)。这些名词和概念自十九世纪细胞学发展起来以后,一直沿用到现在。不过最近有的认为核质应是核内无结构的基质,其中悬浮着染色体和核仁。

二、细胞的大小和形状

细胞的大小差别很大。有的用肉眼就能看到,如鸵鸟蛋,最大的直径将近十厘米;有的需要用电子显微镜才能看到,如原始的细菌,能独立生活的支原体(mycoplasma),这种细胞的直径只有0.1微米(μm)。一般细胞的直径都在10—100微米之间,大都需借助于光学显微镜。细胞的大小即使在同一生物体的相同组织中,也不一样。例如同时从黑麦叶肉细胞中分离出的原生质体的直径相差很大。在培养过程中,同一个细胞,处于不同的生理状态,它的体积也有变动。

细胞大小的计量单位,一般都用微米($\text{micrometre} = \text{micron } \mu\text{m} = \mu$)计算。自使用电子显微镜后,又提出埃(Angstrom $\text{\AA}$)为超显微结构的计量单位(一微米等于一万埃,或千分之一毫米)。目前,埃暂时与国际单位制纳米(nanometre, nm)并用。一个纳米或毫微米等于10埃或 10^{-6} 毫米。

观察工具、观察物体与计量单位之间的关系,见表2-1。

细胞的形状,也是多样的。有球状、多面体、纺锤体和柱状体等。由于细胞内在的结构和自身的表面张力以及外部的机械压力,各种细胞总是保持它们有一定的形态。如一旦将植物细胞的外壁去掉,裸露的原生质体就按照最小表面张力定律(形成表面积最小的形状)都变成球状。有些细胞,原生质的粘滞性随生存环境的改变而变动,如变形虫、白血球等。细胞的形状与功能之间也有密切关系,例如运动神经原,细胞质伸展很长,可达几公尺,用以传导外界的刺激。又如植物体茎内的筛管分子成管状,适应于食物的运输。

多细胞生物体内细胞的形状,一般都是在显微镜下观察切片得到的印象,往往不易看到它们实际的三维空间形状。例如,小麦叶片用离散法分离的叶肉细胞呈环状,图2-1示小麦叶的六环

表 2-1 观察工具、物体与计量单位之间的关系

计量单位	毫米(mm)	微米(μm)	埃($\text{\AA}$)	观察物体	观察工具
1 毫米 = 1000 微米	1	1000		很大细胞(变形虫)	肉眼和扩大镜
	0.5	500		(眼虫)	
	0.2	200		大细胞(人卵)	
	0.1	100		(硅藻)	
1 微米 = 10000 埃	0.01	10		一般细胞(蓝藻)	光学显微镜
	0.005	5		(人精子头部)	
	0.001	1		一般细菌(葡萄球菌)	
1 纳米(nm) = 10 埃		0.1	1000	最小细菌(枝原体)	电子显微镜
		0.05	500	大病毒(噬菌体 T_2)	
		0.01	100	小病毒和蛋白质	
1 埃 = 1 分毫微米		0.001	10	有机分子(氨基酸)	X-射线衍射
		0.005	5	分子(蔗糖)	
		0.0001	1	原子(氢原子)	



图 2-1 小麦叶片的六环细胞(段续川教授供稿)

细胞。

三、细胞的一般结构

现在我们能看到的细胞分为两大类,即原核细胞与真核细胞。前者结构简单,种类也少,细菌、蓝藻就是属于原核细胞一类,而后者结构复杂,所涉及的生物体种类繁多,由原生动物到人类,低等植物到高等植物都是由真核细胞构成。现将两者的一般结构,分别简述如下,它们的主要差别见表 2-2。

原核细胞(procaryotic cell) 这种细胞的结构如图 2-2, 2-3 所示。外部由质膜所包围,它的结构与化学组成和真核细胞的相似。没有例外,所有原核细胞的质膜之外,都有一层坚固的细胞壁保护着。是由一种叫**胞壁质**(murein)的蛋白多糖所组成,这种物质在真核细胞的壁中是不存在的(图 2-32)。

除此以外,尚有少数原核细胞的壁还含有其他多糖和脂类。有的壁外还分泌一层粘质物(slime)如蓝藻外的胶质层(gelatinous sheath)。有些原核细胞能运动,它依靠鞭毛活动,这些

表 2-2 原核细胞与真核细胞的主要区别

特 性	原 核 细 胞	真 核 细 胞
细胞大小	较小(1—10 微米)	较大(10—100 微米)
染色体	一个细胞只有一条 DNA, 与 RNA、蛋白质不联结在一起	一个细胞有几条染色体, DNA 与 RNA、蛋白质联结在一起
细胞核	无核膜和核仁	有核膜和核仁
细胞器	无	有线粒体、叶绿体、内质网、高尔基体等
内膜系统	简单	复杂
微梁系统	无	有微管和微丝
细胞分裂	二分体、出芽, 无有丝分裂	具有丝分裂器, 能进行有丝分裂
转录与转译	出现在同一时间与地点	出现在不同时间与地点(转录在核内, 转译在细胞质内)

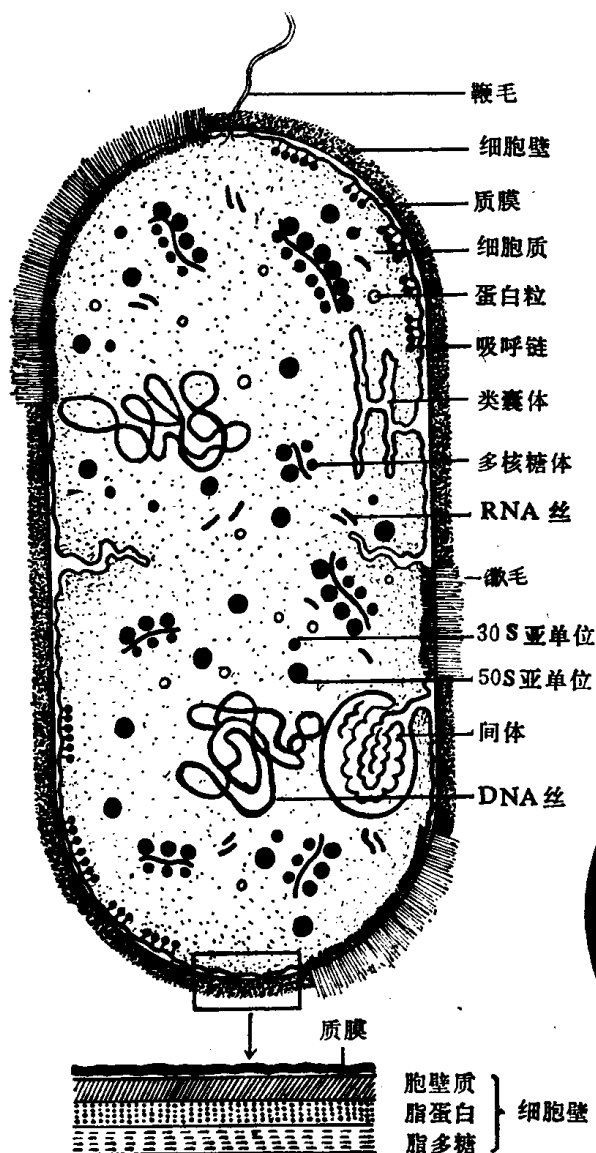


图 2-2 细菌细胞模式图

鞭毛的结构比真核细胞的简单, 有些细菌在壁上还有丝状突起, 叫微毛(pilus, 复数 pili); 这些都是细胞表面的附属物。

细胞内部含有DNA的区域, 没有被一层膜包围, 称这个区域为拟核(nucleoid), 其中只有一条 DNA。在细胞质中没有内质网、高尔基体、线粒体和质体等。但含有核糖核蛋白体(ribosomes)、间体(mesosome)或称质膜体、粒状物(chondroid)和类囊体(thylakoid)、蓝色体(cyanosome)等。细胞质中的内含物有: 气泡(gas vacuole)、多磷酸颗粒(polyphosphate granule)、糖原粒(glycogen granule)、脂肪滴(liquid droplet)、多面体(polyhedral body)、蛋白粒(protein granule)。

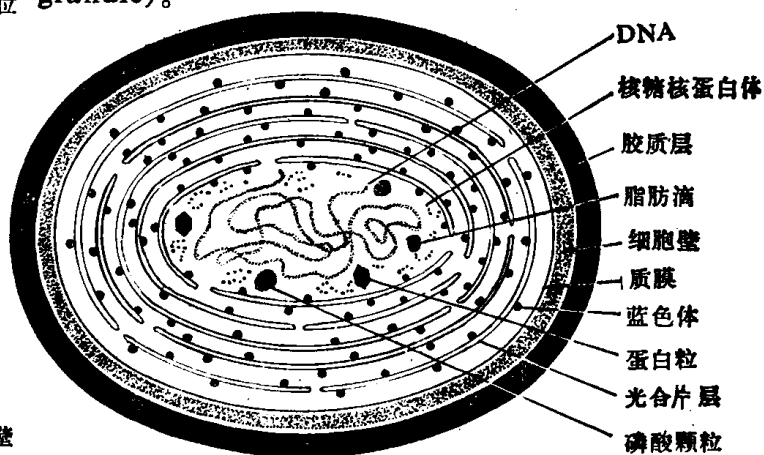


图 2-3 蓝藻细胞模式图(引 Ebert等 Biology, 1973)

真核细胞(eucaryotic cell) 真核细胞的结构基本相似,但动物细胞与植物细胞稍有不同。它们的模式图见图 2-4, 2-5。

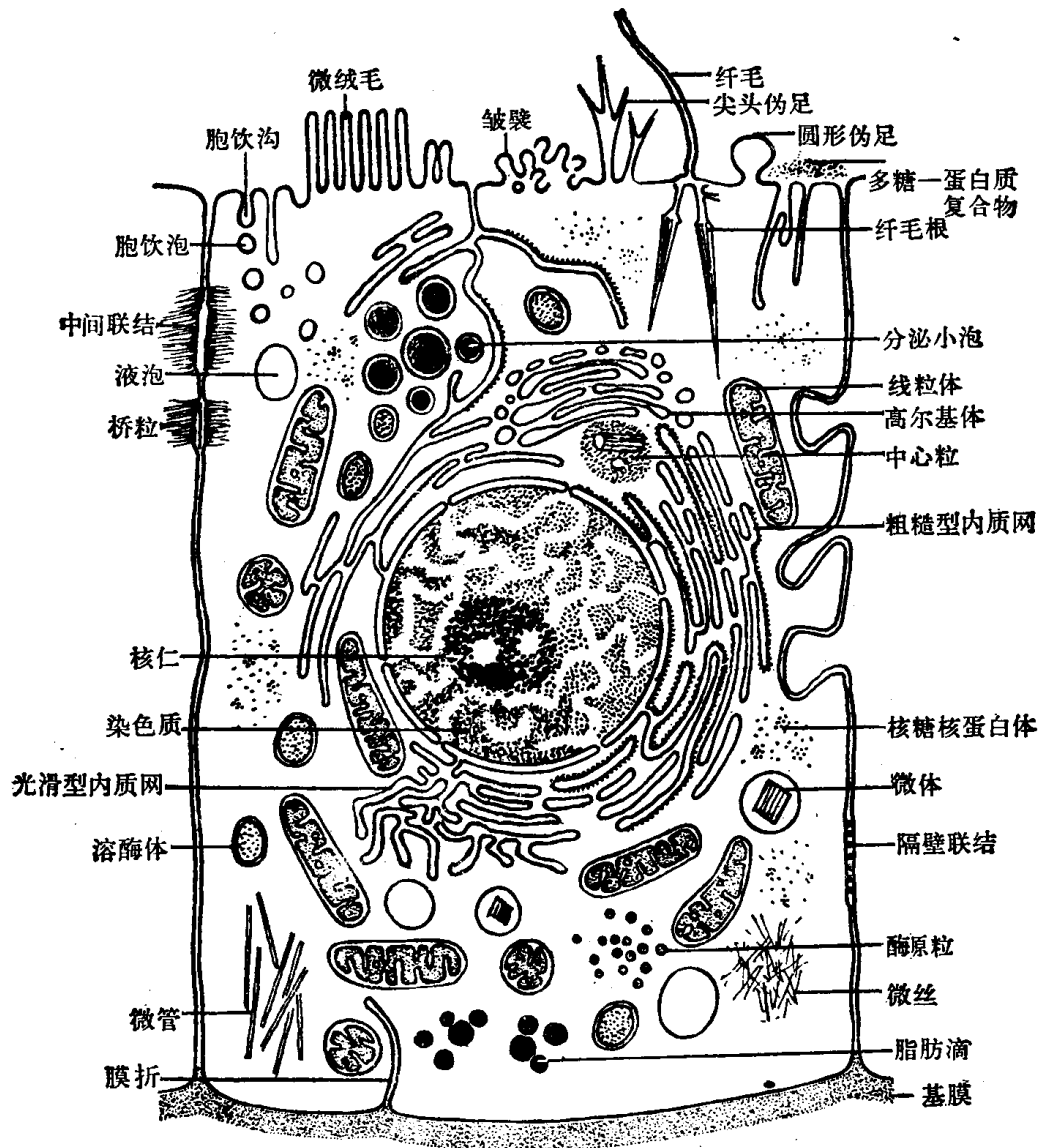


图 2-4 动物细胞模式图

动物细胞的表面也由质膜包着,它控制着细胞内外物质的运输。这层质膜与内部的膜系统、内质网、高尔基体和核膜等都相联。在光学显微镜下,看起来表面很光滑,但在电子显微镜下观察,则质膜的结构变动很大,这种改变可能与它的功能有密切联系。如肝、肾细胞表面,质膜向外折叠成指状,形成一排排极微细的突起,叫微绒毛(microvilli),它们的直径为200毫微米,长度达3000毫微米,这样的结构可使细胞表面面积增加,便于吸收各种物质。两个相邻细胞之间的质膜也有变形的。有的叫联结(junction)使两个相邻细胞紧密接合在一起便于通讯。有的叫桥粒(desmosome),两个相邻细胞的质膜各自向内突出丝状物,使细胞“焊接”在一起。

在植物细胞外面有细胞壁,而细胞之间有一层胶状物把两个相邻细胞的壁粘合在一起,这叫中胶层(middle lamella)或称胞间层。在两个相邻细胞之间的壁上,有原生质丝相连,叫胞间连