

XIBAOJIEGOU

GONGNENGZHISHI

细胞结构 与功能知识

张其昌 林跃鑫

福建教育出版社

细胞结构与功能知识

张其昌 林跃鑫 编著

福建教育出版社

内 容 简 介

本书简明地介绍了细胞结构与功能的基本知识和现代进展，着重阐明了亚细胞结构与其功能的相互关系以及奠定细胞生命活动基础的各种基本过程，如物质转运、能量转换、光合作用、核酸与蛋白质的生物合成等。本书可作为中学生物教师和大专院校生物专业学生的辅助读物，亦可供从事农、医、卫生等专业的人员参考。

细胞结构与功能知识

张其昌 林跃鑫 编著

出版：福建教育出版社

发行：福建省新华书店

印刷：福建新华印刷厂

787×1092毫米 32开本 5.375印张 112千字

1982年6月第一版 1982年6月第一次印刷

印数：1—2,580

书号7159·658 定价0.43元

前 言

为了在科学普及方面做点工作，我们曾在“省中学生物教师培训班”、“省农业科技干部培训班”，“福州市教师进修学院生物教师进修班”等单位作过一系列的讲课，本书就是以当时的部分讲稿为基础，经进一步修改后编写而成的。

细胞是各种生物的基本结构单位和功能单位，机体的各种生命活动，如生长、发育、分化、代谢、繁殖、运动、病变、衰老、死亡、遗传、进化等，都与细胞的结构和功能有密切关系。近二十多年来，人们对于细胞研究得很多，并已有了比较深入的了解。本书力图从亚细胞结构水平向读者介绍细胞的基本知识和现代进展，重点讨论细胞膜和主要细胞器的结构与功能的相互关系以及奠定细胞生命活动的基础的各种基本过程，如物质转运、能量转换、光合作用、遗传信息的传递等。全书共分七章，第一章论述细胞的结构概况，第二至第七章分述各种细胞器的结构与功能。为了强调细胞器结构与功能之间的相互关系，我们采用了分析的方法，在介

讲完一种细胞器的一般结构之后，紧接着介绍发生在这种细胞器中的主要生化过程。在本书的结语中，简述了细胞内各组分之间的关系和相互作用，以强调细胞的整体性和统一性。在每章的末尾，我们还把这一章的主要内容及重点作了简要的提示，以便读者阅读时能抓住中心，明确重点。

细胞学知识是一切从事生物学、农学、医学工作的人员所不可缺少的基础。然而今天细胞学的研究范围，已远远地超越了细胞的本身。本书所叙述的内容，仅仅是细胞学领域中的“只鳞片爪”。要是读者能从本书中获得一些最基本的细胞结构与功能的知识，那么本书的目的就完全达到了。

本书承福建师大生化研究室主任余宝笙教授的指导和审阅，在此敬表谢忱。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1981年5月

目 录

章正蒙

第一章 细胞结构概况	(1)
一、细胞的形状和大小.....	(1)
二、细胞的化学成分.....	(3)
三、原核细胞与真核细胞.....	(18)
第二章 细胞膜与物质转运	(23)
一、细胞膜的结构.....	(23)
二、细胞膜上的物质转运.....	(28)
三、细胞膜的其它功能.....	(37)
第三章 线粒体与能量转换	(42)
一、线粒体的结构.....	(43)
二、细胞的能量转换.....	(44)
三、ATP与能量转换.....	(73)
第四章 叶绿体与光合作用	(78)
一、叶绿体的结构.....	(78)
二、叶绿体的化学组成.....	(80)

三、光合作用的基本过程.....	(83)
四、 C_3 -植物与 C_4 -植物.....	(101)
五、细菌光合作用.....	(104)
第五章 细胞核与遗传信息的传递.....	(107)
一、细胞核的结构.....	(108)
二、遗传信息的传递.....	(116)
第六章 核蛋白体与蛋白质的生物合成.....	(131)
一、核蛋白体的结构.....	(131)
二、蛋白质的生物合成.....	(134)
三、蛋白质生物合成的调节.....	(146)
第七章 其它细胞器的结构与功能.....	(151)
一、内质网.....	(151)
二、高尔基体.....	(152)
三、溶酶体.....	(154)
四、微体.....	(157)
五、微粒体.....	(159)
六、中心体.....	(160)
七、质体.....	(160)
八、液泡.....	(161)
结 语.....	(164)

第一章 细胞结构概况

地球上的一切生物，无论是飞禽走兽，树木花草，还是鱼虫鸟藻乃至人类，除了某些最低级的生物（如病毒）外，都是由细胞构成的，尽管不同生物的细胞或同一生物的不同细胞在形状、大小等方面存在着很大的差别，但它们所表现的生命活动规律，却基本上大同小异。一切细胞在其生命活动过程中，都进行着一系列的代谢活动：从外界摄取养料进行生长、分裂，感应外界刺激，适应环境变化，等等。因此，细胞不仅是生物体的基本结构单位，而且是基本功能单位。

一、细胞的形状和大小

各种细胞由于内部构造不同，生理功能不同，或者由于它们所处环境条件的不同，而在形态上表现得多种多样（图1—1）。有球状的、杆状的、星形的、多角形的、螺旋体形的等等。另外还有一些细胞没有固定的形状。

细菌是体积很小的单细胞生物。它的形状变化很多，常见的有球菌、杆菌、链球菌等。单细胞动植物的形状也有很大变化，如草履虫象一只鞋底，而变形虫则没有固定的形状。高等动植物细胞由于体内出现了器官的分化，细胞已经

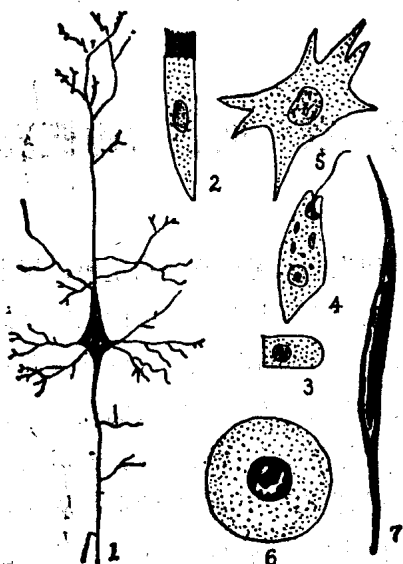


图1—1 各种细胞的形状

- 1.神经细胞； 2、3.上皮细胞； 4.眼虫；
5.结缔组织细胞； 6.卵细胞； 7.肌肉细胞

有了适当的分工，因而形状也发生了相应的变化。动物和人身上的肌肉细胞，为适应运动时能收缩和伸展，就不能是圆形的而只能是长丝状或长梭形的。神经细胞是管传导刺激的，它的形状就被拉长，并且有很多树枝状的分叉以接纳外来的刺激。红血球呈圆盘状则有利于增大和外界的接触面，与周围环境交换气体。植物细胞也是如此，它们的形状同样决定于它们的机能和所处的环境条件。常见的有圆形的、多角形的、扁平形的、星形的和纤维形的等等。一般说来，不同动植物体内相同器官或组织的细胞形状比较相似。

不同细胞的大小也相差悬殊。动植物中都有肉眼能见的

极大细胞。如一根棉花纤维就只有一个细胞构成，长可达4厘米。动物的神经纤维可延伸至一米以上。而有些鸟蛋的直径达数厘米至数十厘米，如最大的鸵鸟蛋，直径为20厘米左右。但这些特大细胞无论如何也只是细胞世界的特例。绝大多数细胞都很小，必须用显微镜才能观察到。细菌的直径只有1~2微米，动植物和人体内的多数细胞，直径约10~100微米或更大一点。一般说来，同种细胞的体积是相似的。如马、牛、鼠的肝或肾的细胞几乎一般大小，它们的肝或肾体积的差异是由于细胞数目不同而不是细胞体积不同所造成的。同样，参天的树木和低矮的小草尽管体积相差悬殊，但它们细胞的大小，则相差不大。因此，除单细胞生物外，多细胞生物身体的大小与细胞的大小并无直接关系。

二、细胞的化学成分

各种细胞的化学成分有很多差别，但在所有的细胞中主要含有两大类物质：无机成分和有机成分。在一般情况下，水约占细胞鲜重的85%，无机离子约占1—1.5%，蛋白质约占7—10%，脂类约占1—2%，其它有机物约占1.5%。

(一) 细胞的无机成分

水

水是细胞中含量最大的成分，它是细胞无机离子和其它物质的天然溶剂，也是细胞代谢过程的介质，并且还参与各种细胞的结构和代谢反应。没有水，就不可能有生命。因

此，水在细胞中是非常重要的。

细胞中的水以两种形式存在：自由水和结合水。自由水是指以自由分子存在的水，它可以自由地与细胞质混合。结合水是指与细胞中的生物大分子，特别是与蛋白质的某些亲水基结合在一起的水分子。自由水和结合水的性质不同，结合水在零度时不结冰。因此，热带植物能抗热，寒带植物能抗寒，都可能与结合水的这种性质有关。原生质中的结合水，约占全部水分的4.5%。

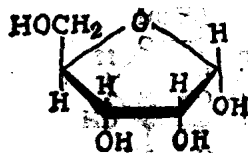
无机盐离子

细胞中含有多种无机盐离子，如 K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Zn^{2+} 、 PO_4^{3-} 等等。它们可以与蛋白质、糖、脂肪等生物大分子结合形成特殊的物质。如血红蛋白含铁、叶绿素蛋白含镁，血清蛋白含铜等等。一般说来，无机盐离子对维持细胞内环境的酸碱平衡、调节渗透压、为细胞代谢维持适宜而又相对恒定的环境有很大的作用。有些离子是在许多由酶所控制的反应中的辅助因子或激活剂，还有一些离子有着特殊的功能。例如， K^+ 在神经传导和肌肉收缩中有重要的作用； Ca^{2+} 在血液循环、神经传导以及在一部分骨细胞中的骨化过程和钙化软骨的形成中起着很大的作用。此外，还发现一些微量元素在细胞中有着特殊的作用。

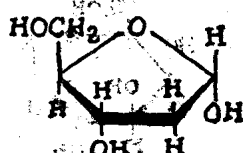
（二）细胞的有机成分

糖类

糖类包括单糖、低聚糖和多糖三类。在细胞中最重要的



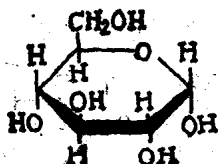
D-核糖



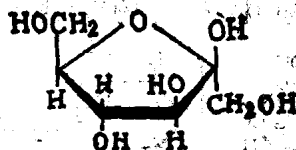
D-2-脱氧核糖

图1-2 D-核糖与D-2-脱氧核糖的结构式

单糖为五碳糖和六碳糖。五碳糖中的核糖和脱氧核糖(图1-2)是核酸的组成成分。六碳糖中的葡萄糖和果糖在细胞的能量代谢中占重要的地位,是细胞最重要的能源物质。它们的结构式见图1-3。



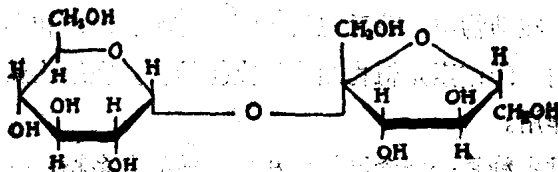
α -D-葡萄糖



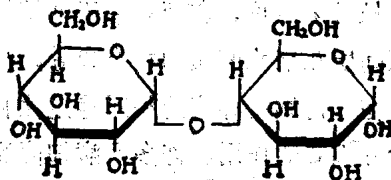
β -D-果糖

图1-3 葡萄糖与果糖的结构式

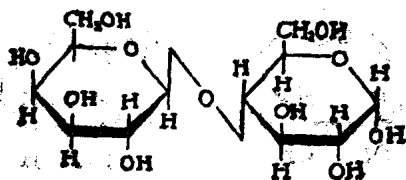
低聚糖最重要的是二糖,它是由两分子单糖缩合脱水而



蔗糖



麦芽糖



乳糖

图1-4 蔗糖、麦芽糖、乳糖的结构式

成。在植物细胞中重要的二糖是蔗糖和麦芽糖，在动物细胞中则为乳糖。这三种二糖的结构式见图1-4。

多糖是由许多单糖分子缩合而成的。按其组分的繁简，多糖可概括为同聚多糖和杂聚多糖两大类。同聚多糖最重要的有动物的糖元、植物的淀粉和纤维素（图1-5）。糖元

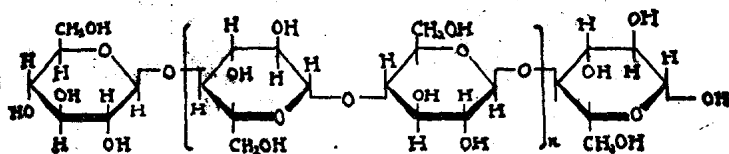
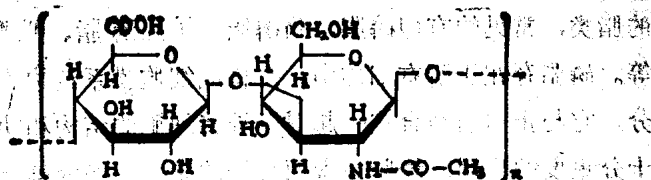


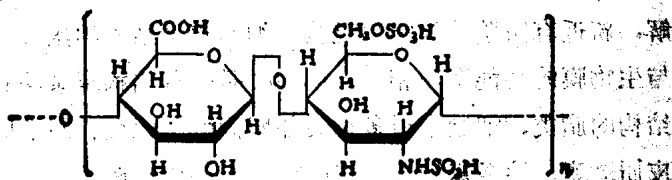
图1-5 纤维素结构的一部分

和淀粉是动植物中贮存的主要食物，由几个葡萄糖分子所组成。在动物中，糖元主要贮存在肝脏、肌肉和心脏组织的细胞内。纤维素是植物细胞的支持结构，在细胞壁中起着重要的作用。

粘多糖是一类含己糖胺和糖醛酸的杂多糖，是由多个二糖单位形成的长链多聚物，广泛存在于动植物组织中。粘多糖是结缔组织间质和细胞间质的特有成分，是组织细胞间的天然粘合剂，在维持细胞环境的相对稳定性和正常生理功能等方面起着十分重要的作用。许多致病细菌的膜也是由这类多糖构成的。粘多糖包括透明质酸、唾液多糖和肝素等，它



透明质酸的结构式



肝素的结构式

图1-6

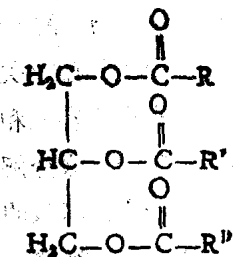
们的结构见图1—6。透明质酸是粘多糖中分布最广的一种，存在于结缔组织、眼球的玻璃体、角膜、组织间质、关节液、恶性肿瘤组织、脐带和某些细菌壁中，有自由存在和与蛋白质结合两型。某些细菌能分泌一种透明质酸酶来分解细胞间质，所以能侵入细胞造成感染。唾液粘多糖是唾液的重要成分。肝素是动物体的抗凝血素，是由D-葡萄糖醛酸与硫酸-D-葡萄糖胺组成的多聚糖。血型物质是一种特殊的粘多糖，存在于红血球、胃液、唾液中，与蛋白质结合后组成红血球的A、B、O和Rh等不同抗原，从而使人的血液分成不同的血型。此外，各种植物粘液如树胶、橡胶等也是粘多糖。

脂类

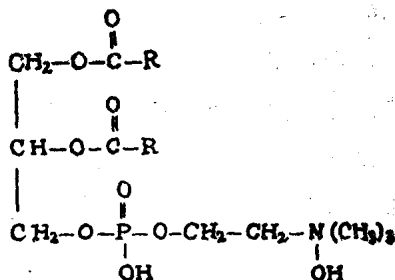
脂类是脂肪与类脂的总称，包括脂肪、蜡、磷脂、糖脂和固醇类。脂肪是甘油与三分子脂肪酸（ C_4 以上）所生成的酯，它是细胞中最常见的脂类。磷脂是含有磷酸根及含氮碱

的脂类，常见的有卵磷脂、脑磷脂、神经磷脂、肌醇磷脂等。磷脂存在于所有细胞中，是构成细胞膜系结构的重要组成部分。它与蛋白质结合在一起对于维持细胞的结构和功能起着十分重要的作用。糖脂是含糖分子的脂类，如脑苷脂、羟脑苷脂、烯脑苷脂、神经节苷脂等。糖脂的生理功能还不很了解，新近有实验认为它也是构成细胞膜系结构的组分，而且与生物膜的功能密切相关。固醇类是一种结构复杂的有环状结构的脂类，细胞中很多物质如胆固醇、胆酸、脱氧胆酸、皮质激素、性激素和维生素D等都属于固醇类。

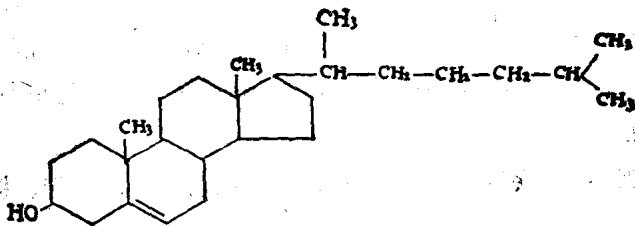
脂类物质是动物细胞所需能量较好的能源，在维持细胞结构和正常生理功能方面，也起重要的作用。脂类参与了细



甘油三酯



α -卵磷脂



胆固醇

图1-7 几种脂质的结构式

胞的结构，如构成细胞膜的脂质双层。脂类还直接或间接地参加细胞的代谢作用，例如作为某些酶的激活剂。此外，脂类还是细胞脂溶性物质如维生素A、D、K、E及类胡萝卜素等的良好溶剂。

几种常见脂质的结构式见图1—7。

蛋白质

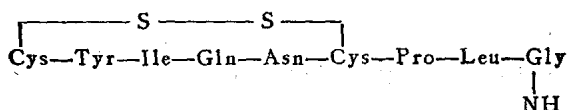
蛋白质不仅是一切细胞中最重要的化学成分之一，而且是生命活动的主要物质基础。蛋白质是含氮的高分子化合物，构造很复杂。但所有细胞中的各种蛋白质的组成元素都很相似。除含氮外，主要有碳、氢、氧。大多数蛋白质还含有硫、磷、铜、锌等，个别蛋白质含有碘、锰、镁等。但是几乎所有的蛋白质的含氮量都是恒定的，即在100克蛋白质中含有约16克氮。

组成蛋白质的基本单位是氨基酸，自然界中常见的氨基酸有20多种，如表1—1。

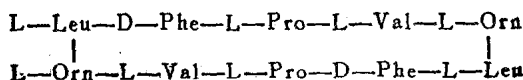
表1—1 天然氨基酸的名称及代号

名 称	代 号	名 称	代 号
甘氨酸	Gly	赖氨酸	Lys
丙氨酸	Ala	丝氨酸	Ser
缬氨酸	Val	苏氨酸	Thr
亮氨酸	Leu	半胱氨酸	Cys
异亮氨酸	Ile	胱氨酸	Cys
天冬氨酸	Asp	蛋氨酸	Met
谷氨酸	Glu	苯丙氨酸	Phe
精氨酸	Arg	酪氨酸	Tyr
鸟氨酸	Orn	组氨酸	His
色氨酸	Try	脯氨酸	Pro

各种氨基酸按照不同的比例和排列顺序连接在一起，便构成了种类十分繁多的蛋白质。不同的蛋白质不仅组成成分不同，分子的立体结构、理化性质和生物功能等也各不相同。



牛催产素



短杆菌肽S

图1—8 两种多肽的一级结构

注：上图中的L-和D-为氨基酸的构型

在蛋白质分子中，氨基酸的组成和排列顺序，连接方式及多肽链数和彼此间的关联，叫蛋白质的一级结构（如图1—8）。多肽链按照一定的方式卷曲盘旋形成各种形状的蛋白质分子，这种排列叫蛋白质的高级结构，有二级结构、三级结构和四级结构等不同的级别（图1—9）。蛋白质的空间结构是由它的一级结构和周围环境所决定的。根据蛋白质空间结构的不同，蛋白质分子的形状也不同。一般可分为两类，即纤维状蛋白和球状蛋白。纤维状蛋白为延长的细丝状，如毛发中的角蛋白和血浆中的纤维蛋白原。球状蛋白为圆形或椭圆形，如血清中的清蛋白、球蛋白、红细胞中的血红蛋白等等。

蛋白质是生物体的主要组成成分，是塑造一切细胞和组织的基本材料。细胞的膜系统的蛋白质含量约占60—70%，细胞质和细胞间物质中也含有大量蛋白质。在大多数细胞中