

SCHAUM'S
ouTlines

全美经典 学习指导系列

分子和细胞生物学

[美] W. D. 斯坦菲尔德 J. S. 科洛麦 R. J. 卡诺 编著

姜招峰 邱蓉 吴茜 译

涵盖本学科所有知识点

所有概念均有解释

与普通教科书相配，或用于自学

566个详细疑难解答

配有复习题和答案！



科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

全美经典学习指导系列

分子和细胞生物学

[美]W. D. 斯坦菲尔德 J. S. 科洛麦 R. J. 卡诺 编著

姜招峰 邱 蓉 吴 茜 译

科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

2002

内 容 简 介

本书是“全美经典学习指导系列”之一。自1953年DNA的双螺旋结构提出以来,生物学在分子水平上飞速发展。如今,这方面的教材往往包罗万象,但如此之多的内容,对初学者而言是非常困难的。本书对分子和细胞生物学领域进行了简明的概括,为初学者进入高级分子生物学课程提供了必要的准备。本书以启发性问题的方式介绍基本内容,以对具体问题给出的答案介绍每个概念。本书力图提出重要的并令人感兴趣的问题,以及提供一些基本合理的答案。在这些令人感兴趣的问题之后是各种类型的复习题,这些复习题可用于自我测试,以此来评估对本书掌握的程度;也可使学生对这种形式的考试有所准备。

本书主要供生命科学相关专业的本科二年级及更高年级的学生学习参考,也适用于相关专业的研究生和科研人员参考使用,同时也有助于对分子和细胞生物学感兴趣但是缺少专业基础知识的人了解这一学科。

Stansfield, W. D. et al. : Schaum's Outline of Theory and Problems of Molecular and Cell Biology.
ISBN: 0-07-060893-9

Copyright © 1996 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill Companies, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由科学出版社和美国麦格劳-希尔教育出版集团合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图字:01-2001-1769

图书在版编目(CIP)数据

分子和细胞生物学/(美)斯坦菲尔德(Stansfield, W. D.)等编著;姜招峰等译. —北京:科学出版社,2002.3

(全美经典学习指导系列)

ISBN 7-03-009808-0

I. 分… II. ①斯… ②姜… III. 分子细胞学-分子生物学 IV. Q7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 073358 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年3月第 一 版 开本: A4 (890×1240)

2002年3月第一次印刷 印张: 21 1/4

印数: 1—4 000 字数: 698 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

译者序

分子和细胞生物学是生命科学中发展最为迅速并最具广泛影响的前沿学科。

面对分子和细胞生物学信息量大、发展迅速的特点,如何使初学者既能掌握基本知识、基本理论,又能把握该学科发展的基本动向,了解新的知识和新的学说,这是一直困扰着分子和细胞生物学教材及参考书的编写者和该课程的讲授者的难点所在。

本人认为不论对编写者,还是讲授者,都应遵循这样的原则:以“事实”为主,以“发展”为辅。“事实”是指已被大量实验所证明了的生物体中的结构及功能和生命活动过程;“发展”是指这些“事实”是如何被一步一步证实的,即“事实如何发展而来”,以及这些“事实”还在哪些方面“空白”,如何以已有的事实推测那些尚未探明的事实,即“事实如何发展而去”。在这条“过去的发展→今天的事实→明天的发展”的脉络中,重点是把“事实”用清晰简明和形象生动的语言描述清楚;其次,辅以“事实”的逐步证实过程的介绍,即从“错误→不正确→部分正确→接近正确→现在所了解的事实”,以及通过对“事实”中“空白”的推测,来介绍有关“事实”发展趋势的各种不同观点的学说。

作为分子和细胞生物学的参考书,科学出版社引进的“全美经典学习指导系列”(Schaum's Outlines)的《分子和细胞生物学》是由美国著名大学具有丰富分子和细胞生物学教学经验的教师所编写的,对分子和细胞生物学的基本事实及新的进展进行了简明扼要的介绍。

本书表述的风格独特。它通过提出“有趣的问题”来引出新的主题,其解答并不完全依赖于前述的课文内容,对一个问题的解答常会导致另一个问题的出现,这易于引导读者对疑难问题的思考,并激发研究探索的欲望。基本内容以客观描述事实为主,选择性的内容是通过实例分析来探讨的。读者可利用本书中介绍的内容,至少在一个合理的深度上理解和分析这些问题。本书主要是为学习生命科学及其相关专业的大学生而编写的,对初学分子和细胞生物学的学生和高年级学生都是有益的。对于讲授分子和细胞生物学课程的教师而言,本书亦具有实际的参考价值。

在翻译的过程中,本人由衷地折服于作者们把深奥复杂的问题叙述得如此简单准确的能力和直面疑难问题的坦诚和科学态度,并力求在译文中保持原著中“准确而朴实”的语言风格。对译文中的不妥之处,敬请读者指教(本人的 E-mail: zfjiang@163bj.com)。

姜招峰

2001年12月1日于北京联合大学

前 言

自 1953 年 James Watson 和 Francis Crick 提出 DNA 的双螺旋结构以来,生物学在分子水平上经历了知识革命的阵痛。如今,这个领域已发展得如此庞大,以至于这方面的教材超过 800 页已是司空见惯的事情了。这些笨重的巨著试图包罗万象,但如此之多的内容,对初学者而言是非常困难的。他们如何知道哪些基本内容是初步定位所必需的呢?这本《分子和细胞生物学》就提供了这样的介绍。为了适应半学期或一学期的大学分子生物学课程的需要,本书对这个领域进行了简明的概括,为进入高级分子生物学课程提供了必要的准备。

本书以启发性问题的方式介绍基本内容,不采用段落式课文,以对具体问题给出的答案介绍每个概念。在生物学领域,这种版式首次用于“全美经典学习指导系列”的《人体解剖与生理学》(Kent M. Van De Graaff 和 R. Ward Rhees 编著,1987 年出版),及后来的《动物学》(Nancy M. Jessop 编著,1988 年出版)。要概括任何学科,必须面对内容选择上的困难,而实际上没有一个选择结果是完全令人满意的。然而,本书的三位合作者至少从三个不同的角度对本纲要选择的内容进行了审核。我们力图提出重要的并令人感兴趣的问题,以及提供一些基本合理的答案。但是,不能认为这些问答题的答案是准确无误的了,这主要有两个原因:首先,由于试图对复杂的问题给出简明的答案,过度简化和不全面是不可避免的;其次,科学知识的更新较快,特别是在像分子生物学这样的发展迅速的领域,因此在本书付印之前,某些答案也许已经过时。

在这些令人感兴趣的问题之后是各种类型的客观题(术语、选择题和是非题等等)。这些客观题可用于自我测试,以此来评估对问答题中的术语、事实和概念掌握的程度;也可使学生对这种形式的考试有所准备。

本书主要是面对大学二年级以及高年级阶段的普通学生读者。建议初学分子生物学的学生应了解一些生物科学和生物化学的基本知识,至少应了解相当于大学水平生物科学课程第一年的内容。细菌学和普通遗传学的课程将是非常有益处的。然而,没有这些预备知识,学生也会发现本书的内容极易理解,并不需要求助其他的参考材料。应按章节的数字顺序进行阅读,这是因为前一章中所介绍的大量内容和术语是理解后一章论题所必需的。

W. D. 斯坦菲尔德

J. S. 科洛麦

R. J. 卡诺

目 录

译者序

前言

第 1 章 细胞:结构、代谢和繁殖	(1)
导言	(1)
细胞组织构成	(1)
代谢	(13)
繁殖	(18)
第 2 章 生物大分子	(28)
导言	(28)
碳水化合物	(28)
脂类	(35)
蛋白质	(37)
核酸	(43)
第 3 章 染色体:结构、复制和重组	(53)
导言	(53)
染色体结构	(53)
DNA 复制	(60)
DNA 重组	(69)
第 4 章 转录与基因调控	(77)
导言	(77)
原核生物中的转录与基因调控	(77)
真核生物中的转录与基因调节	(94)
第 5 章 翻译	(108)
导言	(108)
遗传密码	(108)
原核生物中的翻译	(110)
真核生物中的翻译	(122)
第 6 章 突变	(127)
导言	(127)
突变类型	(127)
突变原因	(132)
突变的检测	(133)
染色体畸变	(139)
第 7 章 细菌及其病毒的遗传学	(145)
导言	(145)
噬菌体	(145)
基因重组和基因转移	(150)
第 8 章 基因工程或重组 DNA 技术	(164)
导言	(164)
基因工程	(165)

第 9 章 核酸操作	(184)
导言.....	(184)
核酸杂交.....	(184)
聚合酶链反应.....	(188)
核酸序列分析.....	(194)
第 10 章 真核细胞及其病毒	(200)
导言.....	(200)
真核细胞.....	(200)
感染真核生物的病毒.....	(202)
植物病毒.....	(218)
第 11 章 细胞通讯	(225)
导言.....	(225)
一般原理.....	(225)
G 蛋白.....	(227)
蛋白激酶与蛋白磷酸酶.....	(231)
疾病和免疫中的信号转导.....	(234)
信号转导与细胞周期.....	(240)
细胞转化与癌.....	(244)
第 12 章 多细胞有机体的发育	(250)
导言.....	(250)
昆虫的发育(果蝇).....	(251)
哺乳动物的发育(人类和小鼠).....	(263)
两栖动物的发育(光滑爪蟾).....	(265)
鸟类的发育(家鸡).....	(269)
植物的发育.....	(273)
第 13 章 免疫系统	(280)
导言.....	(280)
免疫.....	(280)
免疫细胞学.....	(283)
免疫生物学.....	(285)
免疫化学.....	(288)
免疫遗传学.....	(294)
第 14 章 分子进化	(305)
导言.....	(305)
起源.....	(305)
核糖核酸(RNA)与核糖核蛋白(RNP)的世界	(308)
DNA 世界	(315)
主要种系的进化.....	(320)

第 1 章

细胞：结构、代谢和繁殖

导 言

细胞是展现活的生命状态全部特点的最小单位。细胞必须从某些外界物质获取能量以维持生长、修复和繁殖这样的重要过程。在细胞中发生的维持这些功能所必需的全部理化反应构成了细胞的**新陈代谢**(metabolism)。代谢反应有**分解反应**(catabolic reaction)和**合成反应**(anabolic reaction)。分解反应可降解复杂的有机分子并释放出能量驱动合成反应；合成反应可构建(合成)细胞所需要的分子。这两类代谢反应均由**酶**(enzyme)来催化。酶是可促进特定生物化学反应进行的蛋白质分子。在反应过程中酶分子不被消耗和不发生永久性变化，并可重复使用。每一个酶(或任何其他蛋白质)的结构都由被称为**基因**(gene)的脱氧核糖核酸(DNA)分子上的片段所编码。

分子生物学(molecular biology)是在分子水平上研究细胞中全部生命过程的科学。这门科学中运用了生物化学、细胞学、遗传学、生理学、微生物学、胚胎学和生物进化等若干学科的科学规律。

本书通篇力图在任何可能的地方来介绍两类主要细胞(细菌与所有其他细胞)的异同。在本章中,介绍了这两类细胞的结构与生物学功能的关系;并且简要介绍了生命的两个基本特征——**新陈代谢和繁殖**的细节及其他生命过程,如:生物大分子的组成、功能及合成,遗传信息的储存和修复,基因功能的调控,细胞分化,细胞内信息传递,突变,选择和生物进化等,将在后续章节介绍。

细胞组织构成

1.1 细胞有多少种基本的结构类型? 区别这些细胞类型的主要结构差别是什么?

从结构上来看,有两种基本类型的细胞:细菌和所有其他细胞(包括真菌、植物和动物)。虽然并非简单,但一般来讲,细菌细胞与其他细胞相比要小许多,且结构上相对简单一些。主要的差别是细菌的遗传物质(DNA)没有像其他类型细胞那样被**细胞核**(nucleus)(图 1-1)的双层膜结构所隔离。在地球上进化产生的第一种细胞绝大多数属于这种类型。因此,它们被称为**原核生物**(prokaryote)(其另外的一个拼写方法为:procaryote),其确切的含义是“在有核之前”。在所有其他细胞中,DNA 分子被限制在核膜内。它们被称为**真核生物**(eukaryote),含义为:它们“真正地成核”了。

1.2 除 DNA 和某种染色体相关蛋白质(在问题 1.3 中讨论)以外,所有的原核生物和真核生物共同拥有什么大分子聚集体?

在所有类型的细胞中,只有两种大分子聚集体结构是共有的。①所有细胞都拥有一个使细胞与其环境隔开的**脂质膜**(plasma membrane)。膜的化学特性、核酸和其他生物大分子将在第 2 章讨论。②所有细胞都有**核糖体**(ribosome),它是由部分蛋白质分子和部分核糖核酸(RNA)分子构成。核糖体在蛋白质的合成中起作用。

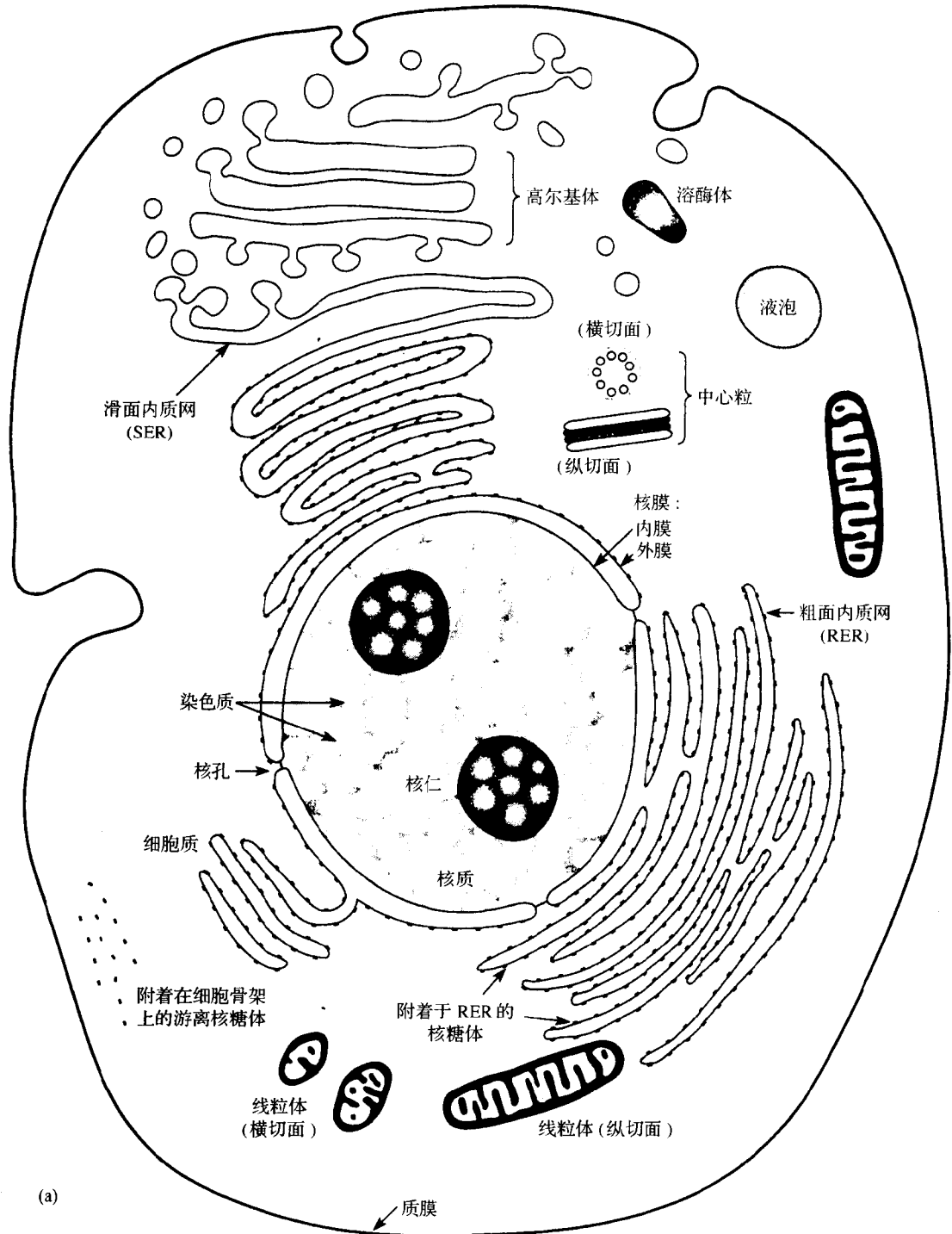


图 1-1 (a)动物细胞。(引自 Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics, Third Edition, W. D. Stansfield, McGraw-Hill, 1991.)染色质在问题 1.3 中解释。中心粒的横截面中的九个微管融合成三联体,这与图 1-3a 的二联体类似。把此图与图 1-2a 中的细菌细胞比较。

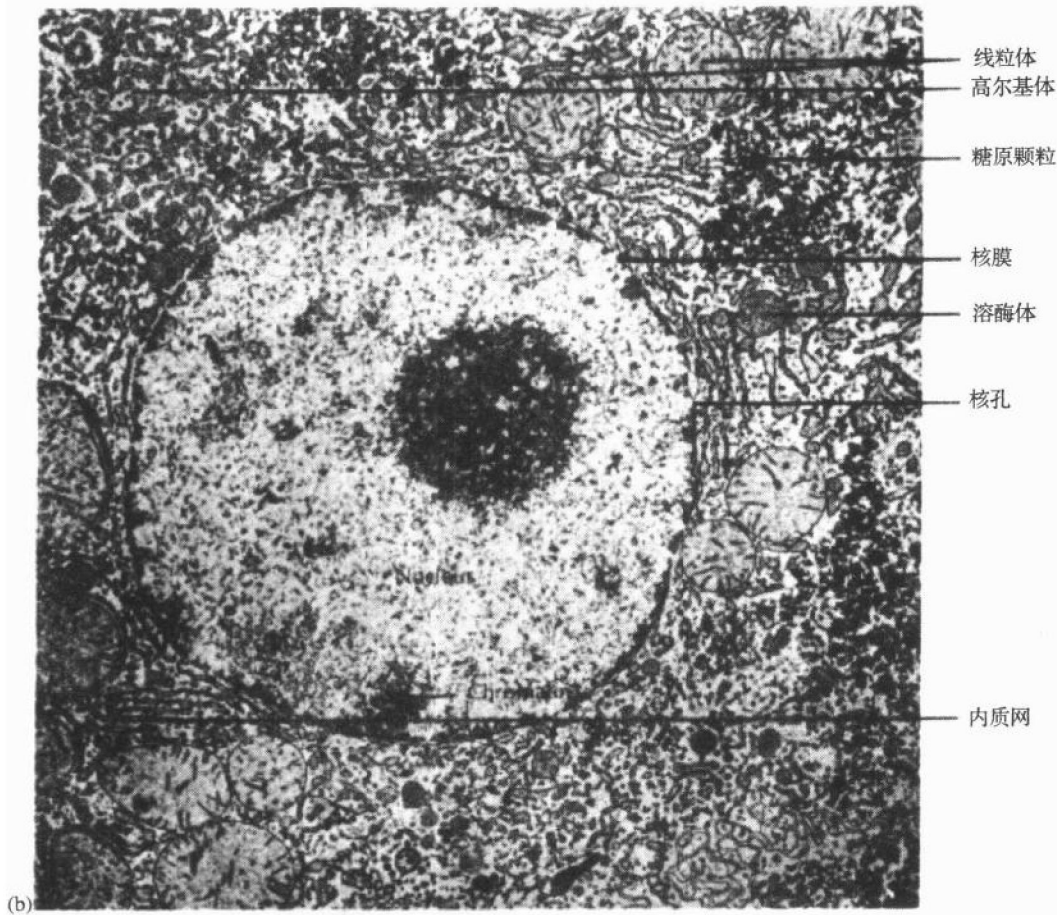


图 1-1(续) (b) 新生大鼠肝细胞电子显微图($\times 11\,000$)。

1.3 什么是真核生物特有的结构?

真核细胞中,存在具有特定形态和功能的复杂结构,即**细胞器**(organelle)。一些教科书作者把细胞器定义为:那些能被高速离心所分离的任何亚细胞结构的实体。还有人认为,只有那些被膜包裹的亚细胞结构才能称为细胞器。

细胞核是一个细胞器,通常在被称为**染色体**(chromosome)的多拷贝线性结构中含有一整套遗传指令[称为**基因组**(genome)]。染色体由被称为**染色质**(chromatin)的**核蛋白**(nucleo-protein)构成,即核蛋白中含有核酸 DNA 和多种蛋白质[主要是被称为**组蛋白**(histone)的碱性蛋白质]。单链线性的 DNA 分子贯穿每一染色体的全长。在第 3 章中介绍了染色体的结构、复制和基因重组等细节。

在核和质膜间的胞内组分被称为**细胞质**(cytoplasm)。[在膜性细胞器外部的细胞质的液体部分称为**细胞溶胶**(cytosol)或**透明质**(hyaloplasm)。]在核旁那些双层膜的其他细胞器,如线粒体和叶绿体,位于细胞质中。**线粒体**(mitochondria,单数为 mitochondrion)含有与氧化呼吸有关的酶类。**叶绿体**(chloroplast)含有利用太阳光能的光合系统。除了极少数的例外,线粒体存在于所有真核细胞中,而叶绿体只存在于多细胞的绿色植物和单细胞藻类中。其他类型的非光合作用的质体(plastid),如**色素体**(chromoplast)(含有色素)和**白色体**(leucoplast)(淀粉储藏),也可以存在于一些植物细胞中。大部分的氨基酸、核酸的嘌呤和嘧啶,以及脂肪酸等的合成发生在植物细胞的质体和动物细胞的细胞溶胶中。

胞质中某些细胞器,如核糖体和中心粒,并没有被膜包裹。**中心粒**(centriole)与细胞的极性区域有关,在细胞分裂的过程中,染色体向该区域迁移(见问题 1.9 和 1.41)。这是动物细

胞的特性,大多数植物细胞无此现象。中心粒位于被称为中心体(centrosome)的无定型的物质团中。中心体也没有膜。

真核细胞通常含有广泛的由膜形成的胞质迷宫,该膜系统称为内质网(endoplasmic reticulum, ER)。ER把细胞内空间进一步分隔和扩大其表面积以利于发生在膜上或跨膜的特化了的生物化学反应的进行。

另外两个细胞器是高尔基体和液泡。高尔基体在问题 1.16 中讨论。液泡是下面问题的内容。

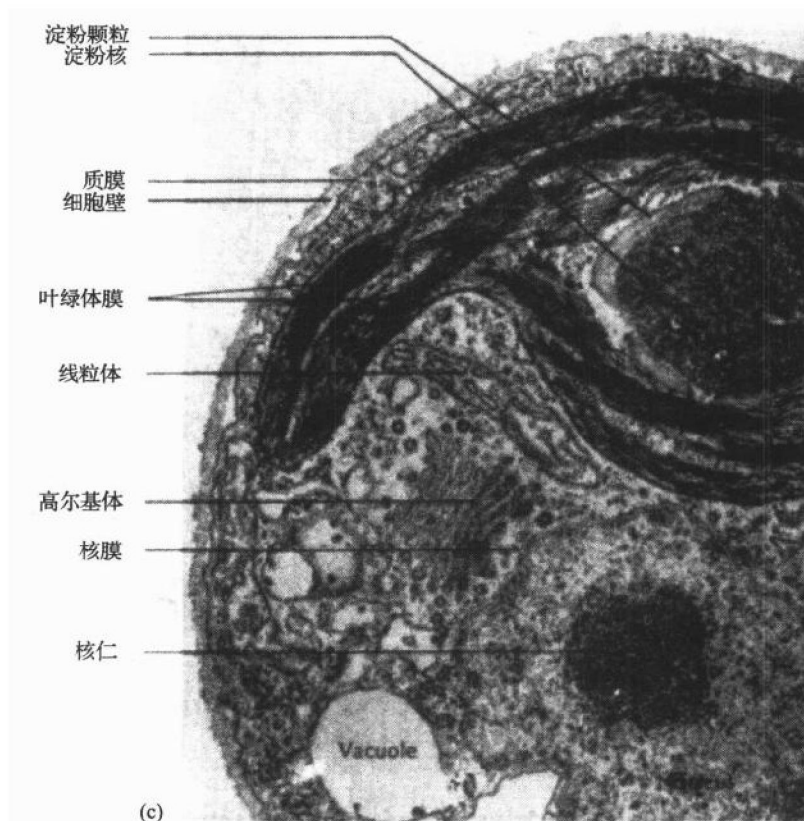


图 1-1(续) (c)藻类(*Chlamydomonas reinhardtii*)电子显微图($\times 30\,000$)。淀粉核是与某种藻类叶绿体有关的蛋白质区域,它也许是形成碳水化合物存储形式的场所。(图 1-1b 和 1-1c 由加利福尼亚大学圣迭戈分校的 G. E. Palade 无偿提供。)

1.4 有膜液泡存在于许多真核细胞中。这些液泡的功能是什么?

细胞核,线粒体和叶绿体均被双层膜包裹,然而,作为储藏室的液泡却只有单层的膜,该膜称为液泡膜(tonoplast)。液泡的大小不一。细胞内主要运输大分子的较小的液泡常被称为囊泡(vesicle)。液泡来源于那些从高尔基复合体形成的较小的囊泡的进一步融合。几种类型的液泡存在于各种各样的真核细胞中。

当某些原生动(单细胞动物,如阿米巴原虫)吞食细菌或食物碎屑时在它们体内就可形成食物液泡(food vacuole)。含有消化酶的前体的溶酶体(lysosome)存在于某些动物细胞的细胞质中,但不能把溶酶体归为液泡。当一个食物液泡与一个溶酶体融合,前体酶被活化并消化溶酶体内的食物。

当水中溶解的物质(溶质)在一个选择性通透的膜两面存在浓度差时,与此相应,水(溶剂)就可移动通过此膜,此为渗透(osmosis)。许多植物细胞含有一个或多个液泡(water vacuole)。由于这些细胞器中的胶体的浓度相当的高,因此它可吸收和储存水。水进入这些液泡内产生的静水压(膨胀)挤压其余的细胞组分并使质膜靠紧刚性的细胞壁,这就使植物组织变

得饱满。干旱失水植物将枯萎,若失水进一步发展植物将死亡。某些原生动物可含有特化的水液泡,即收缩泡(contractile vacuole)。它能把多余的水泵出细胞,以此保护细胞免于因内部的渗透压引起的像一个过度充气的气球那样爆裂。

1.5 除了质膜以外,原核细胞没有其他脂膜吗?

多数细菌缺乏内部的膜组分。然而,光合细菌常含有广泛的源自质膜凹陷的内部膜组分。在某些例子中,光合作用囊泡似乎是从质膜上掐下来形成的膜包裹的囊泡。人们认为至少某些细菌含有一个或多个这样的质膜凹陷,且细菌的DNA附着于此。这些膜组分被称为间体(mesosome)。然而,细菌却不含有像真核细胞中含有的被双层膜所包裹的那样的细胞器。

1.6 在各种类型细胞中的DNA分子,或大或小,或线状或环状,或常有或没有组蛋白结合,或含有必需或不必需的信息,每个细胞中存在的拷贝数或高或低。以这些原则为基础,可把原核生物DNA分为两大类,并可揭示它们在细菌细胞中的位置。

细菌必要的遗传信息存在于被称为基因带(genophore)或基因组的一个环状的DNA分子中。依其物种,它一般编码3000~5000个基因。基因带可被不严格地称为“染色体”。在细胞准备分裂的过程中,基因带的拷贝被复制;因而,至少有两个拷贝一过性的存在,因每个拷贝占据细胞体积的15%~25%,通常拷贝数不会超过四个。细菌细胞中被基因带占据的区域称为类核(nucleoid)。类核与质膜间的区域常被称为“细胞质”。

某些细菌含有一个或多个(多至每细胞50个)相当小(含有一个至数百个基因)的被称为质粒(plasmid)的环状DNA分子(图1-2)。在多数的环境条件下,质粒所携带的基因通常不是必需的。然而,在像青霉素那样的抗生素存在时,质粒所携带的抗抗生素基因对于其生存则是必需的。质粒通常随机地分布在细胞质中。

细菌的基因带或质粒没有组蛋白结合,但是,至少在某些种属的细菌中其他类型的蛋白质代替了组蛋白。

1.7 真核细胞和原核细胞中的核糖体有什么不同?

所有细胞都含有核糖体结构。它没有膜包裹,但是,它可以与膜结合。核糖体参与蛋白质的制造。细菌的核糖体比散在真核细胞细胞溶胶中的核糖体要小些。但是,存在于线粒体和叶绿体中的核糖体与细菌核糖体的大小相近。核糖体的相似之处可作为一个证据来支持线粒体和叶绿体是从原核细胞进化而来的学说(第14章)。

真核细胞核糖体与内质网关系密切,在电子显微图上它使这些膜呈现颗粒状外观,因此,这样的内质网被称为粗面内质网(rough endoplasmic reticulum, RER)。内质网上没有核糖体的部分被称为滑面内质网(smooth endoplasmic reticulum, SER)。线粒体和叶绿体含有自己的小环状的细菌样DNA分子和细菌样核糖体,用以制造某些线粒体和叶绿体蛋白质,以及合成这些细胞器中的全部核酸分子(rRNA、mRNA和tRNA)。那些起作用的而不被这些细胞器DNA所编码的蛋白质由核DNA编码,并在细胞质核糖体上合成后转运至线粒体和叶绿体的内部。一般认为,线粒体和叶绿体以二均分裂的方式进行繁殖,这与细菌的增殖方式极为相像。

1.8 与真核细胞相比,细菌是如何运动的?

对于具体的真核细胞或多细胞有机体在新的栖息地中的散布,运动性应是一个重要的属性。对于某种胚胎细胞在其增殖和分化成特殊的组织之前,运动性也是必需的。某些单细胞真核生物——原生动物如阿米巴原虫——以不断改变形态的波动物团的方式沿基面爬行。我们体内的抵御细菌或其他外来细胞的某些白细胞具有与此相同的变形移动方式。在典型的真核细胞质中存在着叫做细胞骨架(cytoskeleton)的广泛的蛋白纤维网络,它在变形运动中起着

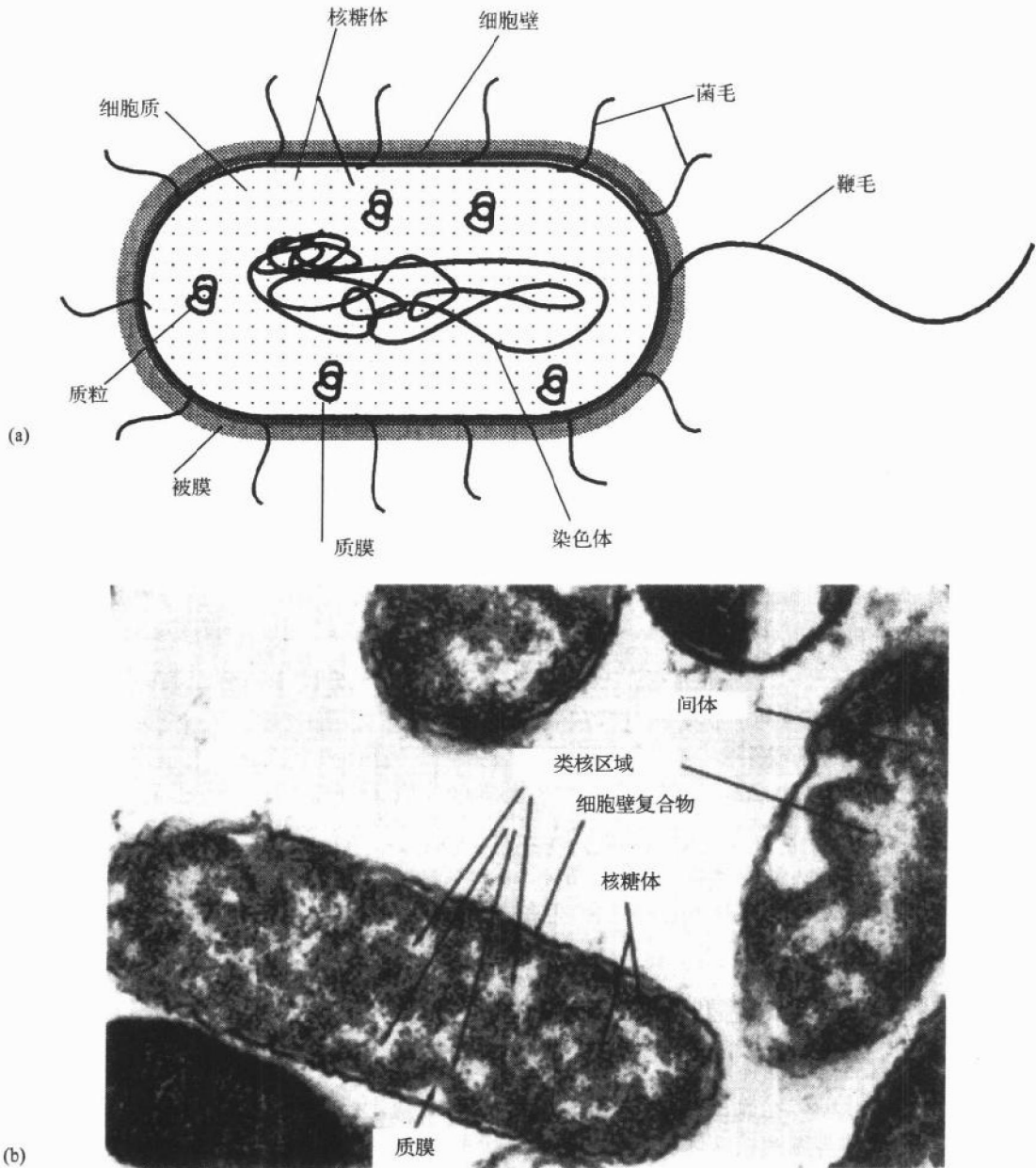


图 1-2 (a)细菌细胞。图示用透射电镜观察到的细菌中一些最常见的结构。只有部分细菌拥有全部被示以文字的结构；(b)原核细胞的电子显微图——大肠杆菌。(由耶鲁大学医学院的 J. D. Jamieson 无偿提供。)

重要作用。细胞骨架还有其他功能。它的一部分构成了质膜的基础使其稳固,并维持真核细胞的外形。肌动蛋白纤维、微管和中等纤维是细胞骨架蛋白结构的一部分。肌动蛋白和肌球蛋白在肌细胞的收缩过程中起重要的作用。多数细菌、植物和真菌细胞被坚硬的细胞壁所包裹,这就限制了其变形运动。细菌没有与细胞骨架相应的结构,因而,即使它没有细胞壁,它也不能做变形运动。事实上多数细菌是不能运动的。那些能运动的细菌通常是被一个或多个像头发样的附属肢体所驱动的。该附属肢体称为鞭毛(flagella,单数为 flagellum),它起源于质膜并可像螺旋桨那样转动。这些细丝由鞭毛蛋白构成。某些真核细胞具有的由质膜形成的细长的伸展部分也称为鞭毛,但是,它们是由被称为微管蛋白(tubulin)(α 和 β)的其他蛋白质所构成的微管集束而组成的。真核细胞的鞭毛(如精子尾部)以准正弦波的方式前后弯曲。真核细胞的纤毛(cilia,单数为 cilium)在结构上类似于鞭毛,但是,更短、更多、更硬。纤毛也像鞭毛那样前后摆动,且通常如波浪般协调一致。

1.9 除了由不同的蛋白质构成以外,真核细胞与细菌的鞭毛有何不同?

与细菌鞭毛不同,真核细胞鞭毛的形成不是来源于质膜,而是源自细胞质中的基体(basal body或kinetosome)。每一真核细胞的鞭毛由微管束组成。这些两个一组的九组微管围绕着一对中心微管进行排列(图1-3)。基体由三个一组的九组微管围绕着一个没有微管的中心

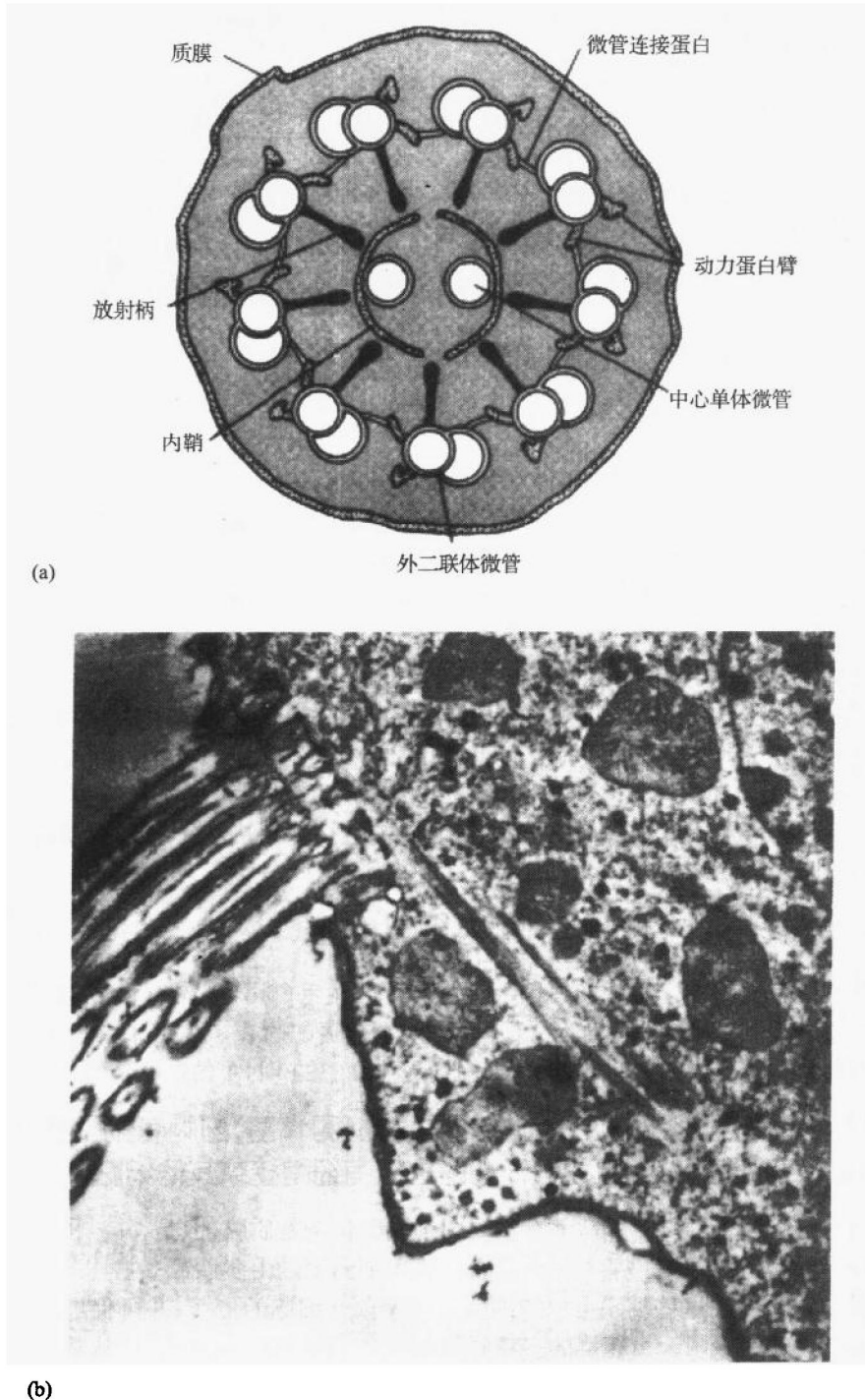


图1-3 (a)纤毛和鞭毛的横截面。每一结构有九个微管对排成环状围绕着一对单体的微管,并与有助于这些结构运动的数种其他蛋白质(如微管连接蛋白和动力蛋白)组合在一起。(经允许摘自 Schaum's Outline of Theory and Problems of Biochemistry, P. W. Kuchel, G. B. Ralston, et al., McGraw-Hill, 1988.) (b)原生动物的 Euplotes patella 纤毛和基体切片的电子显微图。[由 L. E. Roth 博士无偿提供, Experimental Cell Research (Sup. 5), 573~585, 1958.]

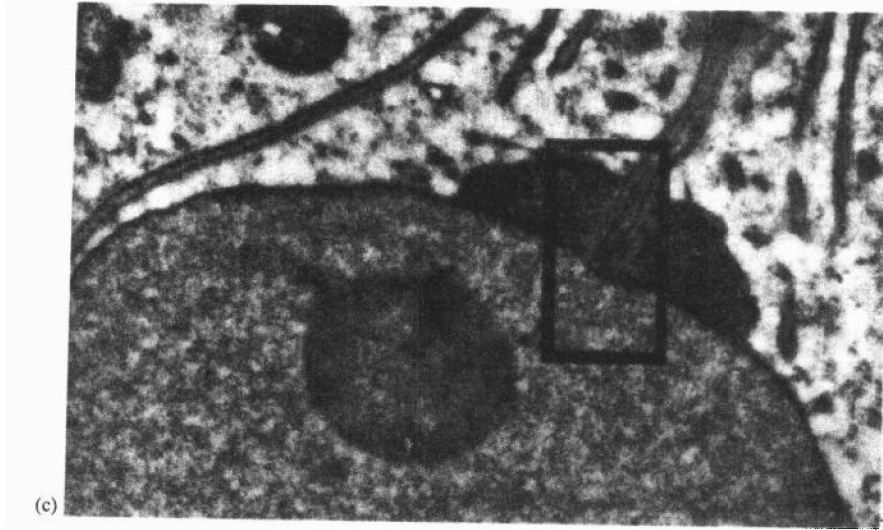


图 1-3(续) (c) 苍蝇成熟过程中的精细胞电子显微图。尾丝正在核边缘的一个中心体中形成(长方框部分)。(引自 A Scope Monograph on Cytology, 1965, The Upjohn Company, Kalamazoo, Michigan; 由 T. N. Tahmisian 博士, R. L. Devine 硕士无偿提供。)

核排列构成。中心粒——存在于中心体中并与细胞分裂有关——与基体有着相同的基本结构(并且,它们确可相互转换)。一般认为:纤毛和鞭毛运动的分子基础是微管以类似于肌细胞收缩过程中肌动蛋白和肌球蛋白的行为方式进行的相互滑动。一个名为动力蛋白(dynein)的蛋白质复合物以分子内循环往复的构象变化来驱动真核细胞鞭毛的滑动装置。动力蛋白还具有裂解(通过水解作用)高能分子三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)的 ATP 酶的活性。因此,它能获取驱动真核细胞鞭毛和纤毛所需的能量。

另外,像螺旋桨样转动的真核细胞鞭毛也可由氢离子(H^+)或钠离子(Na^+)的跨质膜运动所驱动。把这些离子聚集在膜的一侧需消耗能量(如 ATP 的水解),这很可能与主动转运(active transport)有关。如此,离子浓度梯度形成了电压能,该能量可通过打开膜上的离子通道使膜电位去极化;并允许离子向低离子浓度区域扩散,这是一个被称为被动转运(passive transport)的过程。

1. 10 除了鞭毛细菌还有什么其他的附属肢体?

某些细菌具有长的中空管状的由菌毛蛋白构成的菌毛(pili, 单数为 pilus; 或 fimbriae, 单数为 fimbria)。这些结构对运动没有贡献,而有助于细菌的附着。菌毛中的一类,性菌毛,与不同交配型的细胞结合,并有利于从供体细胞到受体细胞的 DNA 的接合转移(见第 7 章)。

1. 11 植物与动物细胞的主要差别之一是植物(和真菌)细胞有细胞壁,而动物细胞则没有细胞壁。在质膜外,细菌是否有细胞壁或其他细胞外结构?

几乎所有的细菌(支原体除外)都有坚硬的细胞壁包绕着质膜,但是,其结构与化学组成与真核细胞壁不同(见第 2 章)。某些细菌含有包裹着细胞壁的由多肽或多糖构成的黏液质的或胶样的荚膜(capsule)。这些荚膜可保护细菌免遭捕食性细胞的侵袭,并可促进细胞之间和细胞与其他多种物质的吸附。由缠绕的多糖纤维构成的糖萼(glycocalyx)可从某些细菌细胞表面突出伸展,并具有荚膜同样的功能。多数真核细胞也有覆盖在细胞表面的糖萼,它在特殊组织形成过程中可促进细胞的黏附。在这种凝聚体周围,某个系列或某一类群的细菌可分泌一种硬的多糖鞘作为一个额外的保护层。

1. 12 线粒体的结构与功能。

除了极罕见的例外,所有的真核细胞都含有名为线粒体的被膜包裹的细胞器(图 1-4),

其中含有与电子和质子(氢离子)运输以及 ATP 合成有关的酶类。因 ATP 是细胞内能量转换的主要的流通载体,所以,线粒体被称为细胞的“能量工厂”。线粒体有两层膜。外膜含有名为孔蛋白(porin)的蛋白质,它允许相对分子质量高达 10 000 的大分子通过。内膜的通透性较差。内膜向基质(matrix)内或中心空间突出并内折形成嵴(cristae)。这些嵴增加了依赖于跨嵴质子梯度形成而进行反应的表面积,并且,这些嵴是呼吸酶作用及 ATP 产生的场所。与细

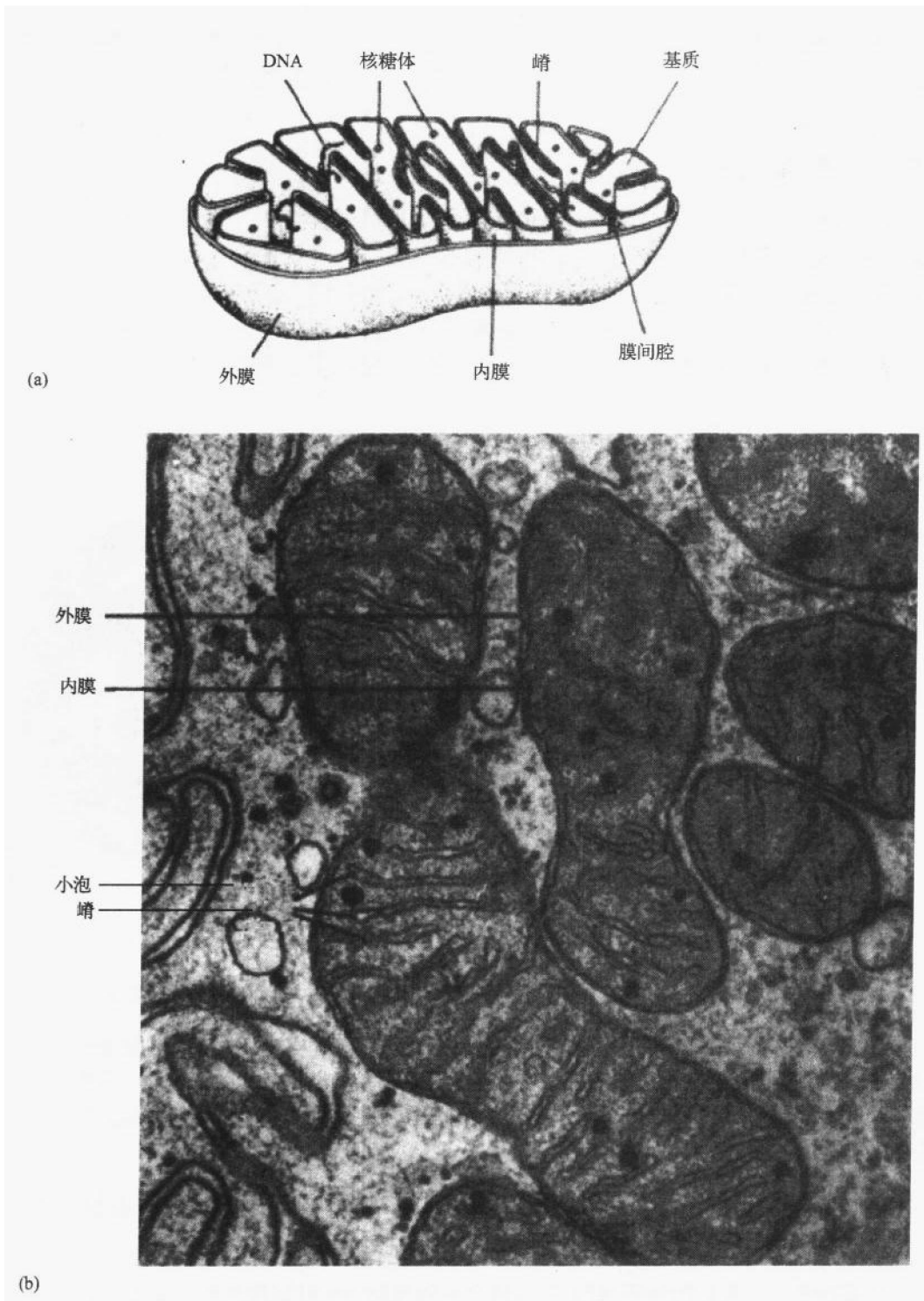


图 1-4 (a)线粒体图,示内膜凹陷(称为嵴),多拷贝 DNA 基因带和核糖体。(经允许选自 Microbiology, R. J. Cano 和 J. S. Colome, West Publishing Company, 1989。)(b)胰腺腺泡细胞中的线粒体电子显微图($\times 70\ 000$)。(由加利福尼亚大学圣迭戈分校 G. E. Palade 无偿提供。)

菌不同,真核细胞呼吸酶类与质膜无关。(与真核细胞线粒体不同,原核细胞的呼吸酶类并没有内膜将其隔离。)线粒体含有与细菌基因带相似的多拷贝环状 DNA 分子,它也含有细菌样的核糖体,以此来生产某些由线粒体 DNA 所编码的自身蛋白质。

1.13 什么是光合作用,及其在细胞中的什么场所进行?

光合作用是把光能转化成 ATP 化学键能的过程;进而,ATP 可被用来把二氧化碳(CO_2)和水(H_2O)转化成碳水化合物(如糖和淀粉)。这主要发生在多细胞绿色植物、单细胞藻类和蓝藻细菌中。在真核生物中,这个过程被限制在名为叶绿体的膜包裹的细胞器中。在蓝藻细菌中,光合作用发生在由质膜凹陷形成的扁平囊(类囊体)中。

1.14 叶绿体的结构

线粒体和叶绿体均被内膜和外膜所包裹,但是,叶绿体还含有一个名为类囊体(thylakoid)的额外的内部的膜系统(图 1-5)。叶绿体含有细菌样的环状的染色体,以及合成叶绿体 DNA 所规定的蛋白质的细菌样的核糖体。一般认为,叶绿体以二分分裂的方式进行增殖,但是,由于核基因对于这个过程是必需的,在细胞外,它们并不如此。另外的事实是,线粒体和叶绿体在细胞中通常没有固定的位置,它们依细胞骨架的活动而被迁移。

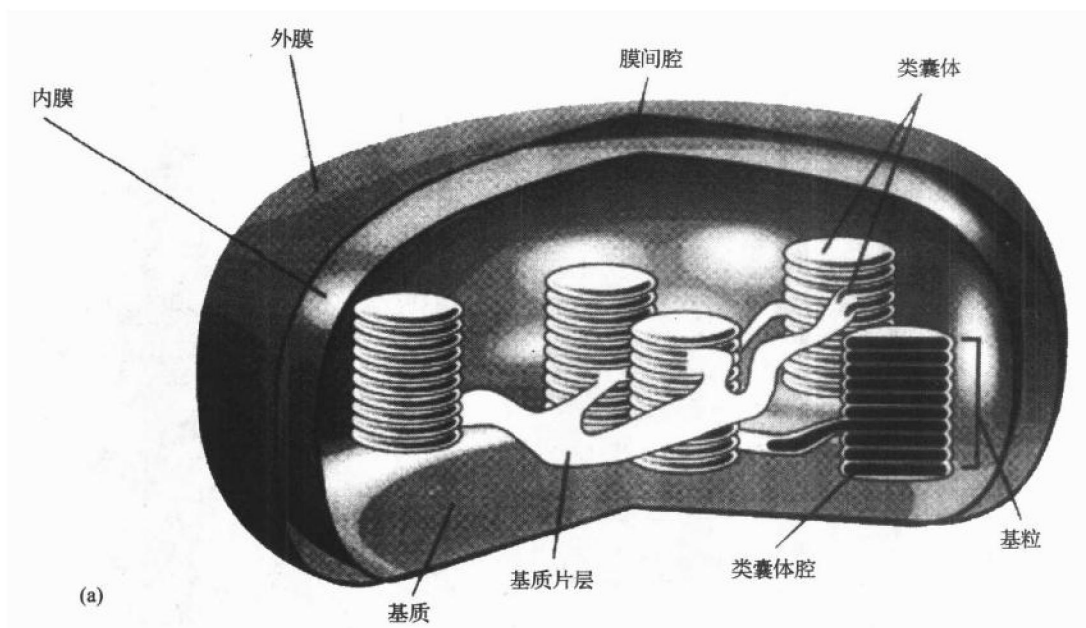


图 1-5 (a)叶绿体图。图中没有显示基质中存在的多拷贝 DNA 分子和核糖体。

扁平的囊状的类囊体含有叶绿素、酶和其他光合作用合成 ATP 所需的分子。在某些叶绿体中,盘状的类囊体像硬币那样叠在一起形成基粒(grana,单数为 granum)。叶绿体中在类囊体和叶绿体内膜间的部分为基质。在这个空间里可进行 CO_2 和碳的固定(从无机 CO_2 向有机糖的转化)。

1.15 从每个细胞中细胞器的数量,每个细胞器中 DNA 分子的数量以及它们各自的 DNA 分子的大小,来比较线粒体和叶绿体。

依其物种不同及同物种不同的组织,每个细胞线粒体和叶绿体的数量变化很大。

例 1.1

单细胞藻类的衣藻只含有一个杯形的叶绿体,而开花植物的一个叶细胞含有 50 多个卵形