

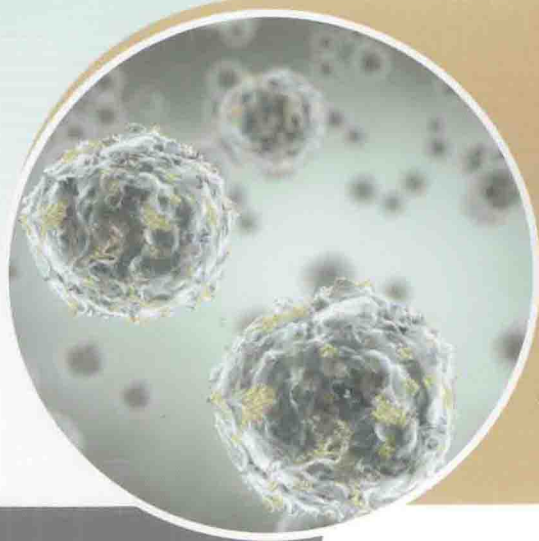
生物学理论

与生物技术研究



HENGWUXUE LILUN YU SHENGWU JISHU YANJIU

杨 慧 王晓力 陈 燕 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

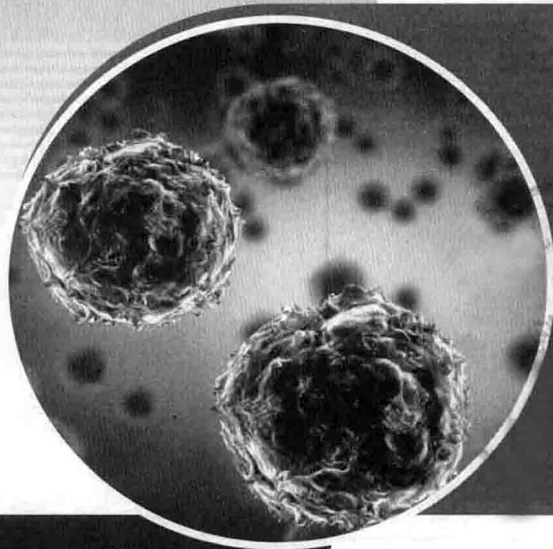
生物学理论



与生物技术研究

HENGWUXUE LILUN YU SHENGWU JISHU YANJIU

杨慧 王晓力 陈燕 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

生物学是研究自然界各种生命现象的发生、发展规律,并运用这些规律改造自然界,为人类服务的一门科学。本书系统地介绍了生物学的基本理论、核心内容及主要技术。本书共 10 章,主要包括绪论、物质基础、细胞、生物的生殖与发育、生物的遗传、DNA 损伤及修复和基因突变、可转移的遗传因子、常用的生物技术、水产养殖技术和海洋生物学等内容。

本文内容详尽、详略得当、图文并茂,架构清晰,深度和广度适宜,文字通俗流畅,可作为生物学、生物分子学、遗传学等领域内专家、学者的参考资料,也可作为生物学相关专业学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物学理论与生物技术研究 / 杨慧, 王晓力, 陈燕
编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 6
ISBN 978-7-5170-2257-2

I. ①生… II. ①杨… ②王… ③陈… III. ①生物学—理论研究②生物工程—研究 IV. ①Q

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第155650号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:马静静

书 名	生物学理论与生物技术研究
作 者	杨 慧 王 晓 力 陈 燕 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路11号D座) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 17 印张 413 千字
版 次	2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	60.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

生物学(Biology)是自然科学的一个门类,它是研究生物的结构、功能、发生和发展规律,以及生物与周围环境的关系等的科学。生物学源自博物学,是人类医学发展的基础。随着科学技术的日新月异,生物学的内涵在不断地扩大,分支学科也越来越多,如细胞生物学、组织学、生理学等。

生物学简单地讲就是研究生命的科学。生命科学是一个微观与宏观相互联系的、基础与应用相结合的大科学领域,它不仅研究单个生物体及其生命活动的过程,还研究众多生物体间的相互关系和联系,研究生物体与环境的相互关系与相互作用,研究生物技术及其对社会、经济发展的重大作用等。

本书在写作上有以下特点:

- 第一,概念明确,理论讲述逻辑严密、条理分明;
- 第二,书中内容详尽、详略得当、图文并茂;
- 第三,便于阅读,深度和广度适宜,文字通俗流畅;
- 第四,极力贯彻基础性、系统性、科学性等原则。

本书共 10 章。

第 1 章为绪论部分,主要对生物学进行了简单概述;第 2~8 主要讲述了物质基础、细胞、生物的生殖与发育、生物的遗传、DNA 损伤、修复和基因突变以及可转移的遗传因子;第 8~10 章主要介绍了常用的生物技术、水产养殖技术和海洋生物学。

本书在编撰过程中得到了许多同行专家的支持和帮助,在此表示衷心感谢;编撰时参阅了大量的著作与文献资料,受益匪浅。在此向有关的作者致谢并在参考文献中列出,恕不一一列举。此外,出版社的工作人员为本书稿的整理修改做了许多工作,感谢你们为本书顺利问世所作的努力。

生物学发展迅速,内容涉及面广,尽管编撰人员尽心尽责,但由于学识水平有限,再加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者给予批评指正,以便再版时进一步修订。

作者

2014 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 生物学概述	1
1.2 生物与人类的关系	6
第 2 章 物质基础	9
2.1 无机化合物	9
2.2 生物小分子	10
2.3 蛋白质	12
2.4 核酸	17
第 3 章 细胞	27
3.1 细胞的基本特征	27
3.2 细胞的结构与功能	30
3.3 细胞的增殖与分裂	44
3.4 细胞分化、衰老与死亡	52
3.5 干细胞与肿瘤	56
第 4 章 生物的生殖与发育	60
4.1 生物生殖的基本类型	60
4.2 被子植物的生殖与发育	65
4.3 人和高等动物的生殖与发育	77
第 5 章 生物的遗传	90
5.1 遗传学的基本定律	90
5.2 遗传物质	102
5.3 遗传信息的表达	109
5.4 基因表达的调控	117
5.5 人类基因组计划	122
第 6 章 DNA 损伤、修复和基因突变	125
6.1 DNA 损伤	125
6.2 DNA 的修复机制	136

6.3 基因突变	150
6.4 基因突变的校正	160
第7章 可转移的遗传因子	164
7.1 质粒	164
7.2 转座因子	173
7.3 病毒及其与质粒、转座因子之间的关系	183
第8章 常用的生物技术	185
8.1 基因工程	185
8.2 细胞工程	193
8.3 生物芯片	194
8.4 克隆技术	198
第9章 水产养殖技术	201
9.1 鱼类增养殖技术	201
9.2 甲壳类动物增养殖技术	209
9.3 经济贝类增养殖技术	214
9.4 饲料配方的设计与加工技术	219
9.5 水产动物常见病害防治技术	223
第10章 海洋生物学	231
10.1 海洋生物的种类	231
10.2 海洋生物调查研究方法	241
10.3 海洋生物技术	248
参考文献	265

第1章 绪 论

1.1 生物学概述

1.1.1 生物学的定义与研究对象

生物学(Biology)是研究自然界所有生物的起源、演化、生长发育、遗传变异等生命活动的规律和生命现象的本质,以及各种生物之间、生物与环境之间的相互关系的科学。生物学又称生命科学(Life Science),它是自然科学的基础学科之一。广义的生命科学还包括生物技术、生物与环境以及生物学与其他学科交叉的领域。

地球上现在已知的生物已达到 200 多万种,据估计实际应有 200 万~450 万种;已经灭绝的种类更多。从北极到南极,从高山到深海,从冰雪覆盖的冻原到高温的矿泉,都有生物的存在。这些生物具有多种多样的形态结构,其生活方式也变化多端。

从生物的基本结构单位——细胞的水平来考察,有的生物还不具备细胞形态;在已经具有细胞形态的生物中,有原核细胞构成的,也有真核细胞构成的;从组织结构看,有单细胞生物和多细胞生物。而多细胞生物又根据组织器官的分化和发展分为多种类型;从营养方式来看,有光合自养、吸收异养、腐蚀性异养、吞食异养等;从生物在生态系统的作用看,有生产者、消费者、分解者等。

生物学家根据生物的发展历史、形态结构特征、营养方式以及它们在生态系统中的作用等,将生物分成若干界。对于生物界的划分历史上也有多种提法,现在比较通用的是 1969 年生态学家魏泰克(R. H. Whittaker)提出的将生物界划分为五界,即原核生物界(Mon-era)、原生生物界(Protista)、真菌界(Fungi)、植物界(Plantae)、动物界(Animalia)。这种划分法没有将病毒纳入其中,但从现代生物学的角度不应忽略它,因此在本书中也将病毒界列入其中,见表 1-1。

表 1-1 生物谱系表

界	性质	说明
病毒界	非细胞生物	含有自我复制遗传结构,一种病毒只有一种核酸
原核生物界	原核生物界	细胞结构水平低,无核、膜、仁,除少数外,多为营寄生或腐生
原生生物界	真核生物	细胞有核、膜、仁,多为单细胞生物,少量为简单多细胞生物
真菌界	真核生物	细胞有核、膜、仁,由单细胞或多细胞的菌丝体组成
植物界	真核生物	由若干有细胞壁的细胞群构成,绝大多数行光合作用
动物界	真核生物	有若干无细胞壁的细胞群构成,是能主动获取食物的群类

病毒是一种非细胞生命形态,它由一个核酸长链和蛋白质外壳构成,病毒没有自己的代谢机构,没有酶系统。因此病毒离开了宿主细胞,就成了没有任何生命活动,也不能独立进行自我繁殖的化学物质。一旦进入宿主细胞,它就可以利用细胞中的物质和能量以及自身具有的复制、转录和翻译的能力,按照它自身核酸所包含的遗传信息产生与它同样的新一代病毒。病毒基因同其他生物的基因一样,也可以发生突变和重组,因此也是可以演化的。因为病毒没有独立的代谢机构,不能独立的繁殖,因此被认为是一种不完整生命形态。近年来发现了比病毒还要简单的类病毒,它是小的 RNA 分子,没有蛋白质外壳,但它可以在动物身上造成疾病。这些不完整生命形态的存在说明无生命与有生命之间没有不可逾越的鸿沟。

除病毒界和原核生物界外,其他四界都是真核生物。原核细胞和真核细胞是细胞的两大基本形态,它们反映了细胞进化的两个阶段。把具有细胞形态的生物划分为原核生物和真核生物,是现代生物学的一大进展。原核细胞的主要特征是没有线粒体、质体等膜细胞器,染色体只是一个环状的 DNA 分子,不含组蛋白及其他蛋白质,没有核膜。原核生物主要是细菌。

真核细胞是结构更为复杂的细胞。它有线粒体等膜细胞器,有包以双层膜的细胞核把核内的遗传物质与细胞质分开。DNA 是长链分子,与组蛋白以及其他蛋白质组合成染色体。真核细胞可以进行有丝分裂和减数分裂,分裂的结果是复制的染色体均等地分配到子细胞中。原生生物是最原始的真核生物。

从类病毒、病毒到植物、动物,各种生物拥有众多特征鲜明的类型。各种类型之间又有一系列的中间环节,形成连续的谱系。同时由营养方式决定的三大进化方向,在生态系统中呈现出相互作用的空间关系。因而,进化既是时间过程,又是空间发展过程。生物从时间的历史渊源和空间的生活关系上都是一个整体。

1.1.2 生命体的基本特征

虽然生物种类多、数量大,并且生物间存在着千差万别,然而生物和非生物之间还是存在着本质的区别,归纳起来,生命的基本特征有以下几点。

1. 化学成分的同一性

从构成生命体的元素成分看,都是由普遍存在于无机界的 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素构成,并没有生命所特有的元素。而组成生物体的生物大分子的结构和功能,在本质上也是相同的。例如各种生物的蛋白质的单体都是氨基酸,种类不过 20 种左右,它们的功能对所有的生物都是相同的,并且在不同的生物体内其基本代谢途径也是相同的等。再如 DNA(脱氧核糖核酸)是已知几乎全部生物的遗传物质(少数为 RNA,即核糖核酸),由 DNA 组成的遗传密码在生物界一般是通用的。还有各种生物都是以高能化合物 ATP(腺苷三磷酸)作为传能分子等。所有这些生物体化学成分同一性的体现。化学成分的统一性同时也深刻地揭示了生物的统一性。

2. 严整有序的结构

生物体不是由各种化学成分随机堆砌而成的,而是具有严整并且有序的多层次结构。病毒以外的一切生物都是由细胞组成的,细胞是由大量原子和分子所组成的非均质系统。除细

胞外,生物体还有其他结构单位。细胞之下有各种细胞器以及分子、原子等,细胞之上有组织、器官、器官系统、个体、生态系统、生物圈等。生物的各种结构单位按照复杂程度和逐级结合的关系而排列成一系列的等级,这就是结构层次。较高层次上会出现许多较低层次所没有的性质和规律。每一层次的各个结构单元都有自己特定的结构与功能,它们有机协调构成复杂的生命系统。

3. 新陈代谢

生命体是一个开放的系统,任何生物都在时刻不停地与周围环境进行着物质交换和能量转换,一些物质被生物体吸收并经一系列的变化后成为代谢产物而排出体外,从而实现生物体自身的不断更新,以适应体内外环境的变化,这一过程就是新陈代谢。新陈代谢包括两个作用相反但又相互依赖的过程,即合成代谢与分解代谢。前者是生物体从外界摄取物质和能量,将其转化为生命本身的物质,并把能量储存起来;后者是分解生命物质,释放出其中的能量以供生命活动所需,并把废物排出体外。新陈代谢是一切生物赖以生存的基本条件。新陈代谢失调生命就会受到威胁,新陈代谢一旦停止,生命即告结束。

4. 生长发育

生物能通过新陈代谢的作用而不断地生长发育。一方面,每一细胞从产生开始要经历一系列的发育过程,另一方面,生物体的生长通常要依靠细胞的分裂、增长而得以实现。多细胞生物的受精卵经过反反复复的细胞分裂过程变成一个幼小的个体,而后又不断地长大成为成熟的个体。

5. 遗传、变异及进化

任何生物个体都不可能长期生存,它们必须通过生殖产生子代而使生命得以延续。生物不仅能繁殖出其后代,而且亲代的各种性状还可以在子代中得到重现,这种现象就是遗传。但亲代与子代之间、子代的个体与个体之间各种性状的改变也时有发生,此即变异。生物的遗传是由基因决定的,而基因就是DNA片段。基因的改变(基因突变)或基因组合的改变(基因重组)都会导致生物体表型的变异。

生物体还表现出明确的不断演变和进化的趋势。地球上的生命从原始的单细胞生物开始,经过了多细胞生物形成,各生物物种产生,以及高等智能生物——人类出现等重要的发展阶段后,从而形成了今天庞大的生物体系。

6. 应激性和适应性

生物体在生活过程中都能够对外界环境的刺激产生相应的反应,这就是应激性。外界环境中的光、电、声、温度、化学物质等的变化等,都能够成为刺激源。藻类的趋光性、植物根的向水性和向地性等都属于应激反应,应激反应能使生物趋利避害,有利于个体和种族的生存与繁衍。

每一种生物都有自身特有的生活环境,它的结构和功能总是适合于在这种环境条件下的生存与延续。当外界环境条件发生变化时,生物体能随之改变自身的特性或生活方式,借以维

持正常的生命,生物的这种特性叫做适应性。如沙漠干旱地带的仙人掌类植物的叶变成了针刺状,而茎则变成了肥厚肉质,从而很好地保持了体内的水分。

应激性和适应性是生命的基本特性,这些特性一旦消失,生物将很难生存。

1.1.3 生物学的发展

1. 生命科学的发展概况

生命科学的发展大致经历了以下三个主要阶段。

阶段一:从古代到 16 世纪左右是生命科学的准备和奠基时期。在远古年代,人们对生命现象的认识常常是和与疾病斗争、农牧业、禽畜生产以及宗教迷信活动(如古代木乃伊的制作)联系在一起的,由此人们积累了动物、植物和人类自身的解剖、生长、发育与繁殖等方面的知识。到古希腊时代,人们已开始了对生命现象进行深入专题性的研究。亚里士多德在《动物志》一书中详细地记述了他对动物解剖结构、生理习性、胚胎发育和生物类群的观察,并对生命现象作出了许多深刻的思考。亚里士多德的观点和方法集中反映了那个时代的特点,观察和哲学参半、描述和思辩混合。其后西方进入了漫长的中世纪年代,科学的发展受到了极大的阻滞。中国古代有神农尝百草的传说。古代贾思勰的《齐民要术》、明代李时珍的《本草纲目》,以及历代花、竹、茶栽培和桑蚕技术书籍等,均记录了大量的对动物、植物的观察和分类研究。但总体看,这些工作突出的是在生产和医疗中的应用,并没有形成真正的科学体系。

阶段二:从 16 世纪到 20 世纪中叶是系统生命科学创立和发展的时期。目前,普遍认为现代生命科学系统的建立始于 16 世纪。其基本特征是人们对生命现象的研究牢固地植根于观察和实验的基础上,以生命为对象的生物分支学科相继建立,逐渐形成一个庞大的生命科学体系。现代生命科学可以说是从形态学创立开始的。1543 年比利时医生维萨里(Andreas Vesalius)出版了《人体结构》一书,这标志着解剖学的建立,并直接推动了以血液循环研究为先导的生理分支学科的形成。1628 年,英国医生哈维(William Harvey)发表了他的名著《心血循环论》。解剖学和生理学的建立为人们对生命现象的全面研究奠定了基础。18 世纪以后,随着自然科学全面蓬勃地发展,生命科学也进入了辉煌发展阶段。生命科学各个重要分支已相继建立,其中以细胞学、进化论和遗传学为主要代表,构成了现代生命科学的基石。1665 年英国的物理学家罗伯特·胡克(Robert Hooke)用自制的简陋的显微镜观察了软木薄片,发现了许多呈蜂窝状的小室,并将其命名为“cell”。瑞典科学家林奈于 18 世纪 50 年代创立了科学的分类体系,廓清了当时生物分类的混乱局面。19 世纪初,在法国一些生物著作中正式出现了“生物学”一词。1838 年德国植物学家施莱登(M. J. Schleiden)提出细胞是一切植物结构的基本单位,并且是一切植物赖以发展的根本实体。1839 年德国动物学家施旺(Theodor Schwann)把这一学说扩大到动物学界,从而形成了细胞学说,即:一切植物、动物都是由细胞组成的,细胞是一切动植物结构和功能的基本单位。1859 年 11 月 24 日,达尔文(Charless Darwin)《物种起源》的正式出版标志着生物进化论的产生和确立。细胞学说、生物进化论是 19 世纪生物科学史上的重大事件,它们共同揭示了生物界的统一性及其发展规律,是生物发展史上的里程碑。恩格斯将它们和能量守恒与转换定律并称为 19 世纪人类自然科学的三大发现。在 19 世纪中期,法国科学家巴斯德(Louis Pasteur)创立了微生物学。微生物学直接导

致了医学疫苗的发明和免疫学的建立,推动了生物化学的进展,并为分子生物学的出现准备了条件。19世纪中后期到20世纪初期孟德尔(Gregor Mendel)遗传定律的发现和摩尔根、(Thomas Hunt Morgan)的基因论宣告了现代遗传学的创立。遗传学科学地解释了生物的遗传现象,将细胞学发现的染色体结构和进化论解释的生物进化现象联系起来,指出了遗传物质定位在染色体上,进而推动了DNA双螺旋结构和中心法则的发现,为分子生物学的建立奠定了基础。

阶段三:20世纪中叶以后,生命科学出现了不同分支学科与跨学科间的大交汇、大渗透、大综合的局面,由此人们获得了进入“大科学”发展历史阶段的认识。1953年沃森(J. D. Watson)和克里克(F. Crick)发现了DNA双螺旋结构,标志着分子生物学的建立。分子生物学的建立是生命科学进20世纪最伟大的成就。从此,以基因组成、基因表达和遗传控制为核心的分子生物学的思想和研究方法迅速地深入到生命科学的各个领域,极大地推动了生命科学的发展。由此于1990年启动了“人类基因组计划”,它和“曼哈顿工程”、“阿波罗登月计划”并称20世纪三大科学计划。到2003年,人类基因组30多亿个碱基序列已全部被测定,接着人类进入了破译遗传密码、研究基因功能的后基因组时代。

2. 现代生命科学的发展趋势

生命科学与人类生存、健康及社会发展密切相关。现代生命科学基础研究中最活跃的前沿主要包括分子生物学、细胞生物学、神经生物学、生态学,并由这些活跃的前沿引申出诸如基因组学、蛋白质组学、结构基因组、克隆、脑与认知、生物多样性等重要领域。未来20~30年内,科学家将解读大量生物物种的遗传密码,在生命科学的主要领域(例如神经、免疫、胚胎发育和农业生物技术等方面)取得突破性进展,并使人类认识自身和生命起源与演化的知识超过过去数百年。各国对生物学研究的投入越来越大,生命科学对社会的产出也在迅速增加。

①未来10~20年分子生物学仍然是生命科学的主导力量,基因组学及其后续研究将成为生命的战略制高点。分子生物学的诞生使传统生物学研究转变为现代实验科学。分子生物学在微观层次对生物大分子的结构和功能正深入到对细胞、发育和进化以及脑功能的分子机制探索。细胞周期、细胞凋亡和程序化死亡、蛋白质降解是近几年关注的焦点。随着人类基因组计划等“大科学工程”的实施,生物学界出现了大规模的集约型研究,步入了大规模、高通量研究的时代。

②对生命科学的研究必将出现多学科的融合。数学、理论与实验物理、化学、信息科学和仪器工程等与生命科学的交叉融合将推动生物学自身以及自然科学其他学科的发展。今后的生物学研究对技术和设备将有更为迫切的需求,方法与仪器的创新将仍是揭示生命奥秘的窗口和突破口。在“后基因组时代”,许多在过去被视为基础研究的工作刚开始就与应用紧密联系在一起,企业也更多地介入前期研究工作,研究成果向产业化转化的速度会更快。

③生命科学的飞速发展必将带动许多相应的技术和应用研究的发展。基因工程、蛋白质工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、胚胎工程等生物工程将趋于成熟并逐渐普及。这些技术的新进展将会给农业、医疗与保健带来根本性的变化,并对信息、材料、能源、环境与生态科学带来革命性的影响。

④生命科学的研究是大规模的跨单位、跨地区、跨国家的联合研究。现代生物学家研究的

视野已经从一两个基因或蛋白质的行为扩展到了成千上万个基因或蛋白质的表现,关注的对象已不再停留于一条代谢途径或信号转导通路,而是提升到了细胞活动的网络和生物大分子之间复杂的相互作用关系。生命科学研究内容的深入和范围的加大,使多个实验室间的合作研究方式成为当前的主要潮流,大规模的跨单位、跨地区、跨国家的联合研究成为主要方式。

此外,复杂系统理论和非线性科学的发展,正促使生物学思想和方法论从局部观向整体观拓展,从线性思维走向复杂性思维,从注重分析转变为分析与综合相结合。新兴的学科增长点不断涌现,一个理论上的大综合和大发展的时期即将来临。

3. 21 世纪生命科学发展展望

生命科学是在分子、细胞、整体以及系统等各个层次水平上探讨生物体生长、发育、遗传、进化以及脑、神经、认知活动等生命现象本质并探索其规律的科学,是自然科学中最具挑战性的学科。20 世纪后叶分子生物学的突破性成就,使生命科学在自然科学中的地位起了革命性的变化,现已聚集起更大的力量、酝酿着更大的突破走向 21 世纪。生命科学的发展和进步也向数学、物理学、化学、信息、材料及许多工程科学提出了很多新问题、新思路和新挑战,带动了其他学科的发展和提高,生命科学将成为 21 世纪的带头学科。从现在起到今后的 10~15 年内,生物学在其本身发展和其他学科的影响下,必将经历重大转变。一方面在微观层次上对生物大分子的结构和功能,特别是基因组的研究取得重大突破后,正深入到后基因组学时代,通过功能基因组学和比较基因组学的研究,对基因、细胞、遗传、发育、进化和脑功能的探索正在形成一条主线,随之而来的转录组学、蛋白质组学、代谢组学、结构生物学、计算生物学、生物信息学、系统生物学等方面的研究也将在生命科学中成为重要角色。另一方面,在宏观层次上对生命的起源与进化、分类学、生态学、生物资源与可持续发展以及生物复杂性等方面的研究也将取得重要进展。特别是通过微观与宏观、分析与综合、单个基因与整体、个体与群体等多方面的结合,以及多种新技术的应用,生命科学的发展正面临着一个新的高峰。可以预见,今后生物学的重点发展领域将是:基因组与蛋白质组研究;生物大分子的结构与功能研究;计算生物学与生物信息学;代谢组学与代谢工程;生物防御系统的细胞和分子基础;生命的起源与进化;系统生物学;可持续生物圈的生态学基础等。建立在生物学基础研究上的生物技术正在成为发展最快、应用最广、潜力最大、竞争最为激烈的领域之一,也是最有希望孕育关键性突破的学科之一。

1.2 生物与人类的关系

1.2.1 生物资源是人类赖以生存的物质基础

人类生存离不开生物。人类和生物不断地从空气中吸收氧气,呼出二氧化碳,以维持生命;工厂和家庭燃烧煤和煤气时,也都是消耗氧气,产生二氧化碳。而绿色植物则能够进行光合作用,吸收二氧化碳,产生氧气,从而使空气中的氧气和二氧化碳的含量大致保持平衡,保证人的正常呼吸,使人类得以生存。

人类生活离不开生物。人类吃的粮食、蔬菜和水果来自植物,肉、奶、蛋则来自动物。人们

穿着衣物所用的棉、麻和丝、毛、皮等分别来自植物和动物,而建筑房子、制造家具所用的木材都是来源于植物。

人类生产活动离不开生物。工农业生产需要的主要能源——煤来自植物,而石油主要来自动物;造纸、纺织、橡胶、酿造等工业生产都是以植物或动物为原料的。

人类健康与生物有关。一些有害的细菌、真菌和病毒等微生物能引起人们生病,有防病、治病功效的中药大多数来自于植物,少数来自于动物、微生物和矿物质。而抗生素类药物是微生物生命活动的产物。

由此可见,人类的生存、生活、生产和健康都离不开生物。没有生物,就没有人类的一切。

1.2.2 生物与农业的关系

生物与农业的关系极为密切。从农业的总体来分析,农业技术措施可以区分为两大部分:一是适应和改善农业生物生长的环境条件,二是提高农业生物自身的生产能力。中国传统农业精耕细作体系包含上述两方面的技术措施。如何提高农业生物的生产能力,其技术措施也可以区分为两个方面,一是努力获取高产、优质或适合人类某种需要的家养动植物种类和品种;二是根据农业生物特性采取相应的措施,两者都是以日益深化的对各种农业生物特性的正确认识和巧妙利用为基础。

先秦时代人们在农业生产实践中积累了相当丰富的农业生物学知识。我们的祖先已经不是孤立地考察单个的生物体,而是从农业生物体内部和外部的各种关系中考察它,并把从这种考察中得来的知识应用于农业生产中。

近几十年来,生物技术对农业的影响更是巨大。农作物品种改良如抗病、抗灾害、抗除草剂作物的研究都取得了突出成绩。遗传育种方面更是成果斐然,如墨西哥小麦、菲律宾水稻和我国的杂交水稻,都在以增产粮食为目标的“绿色革命”中起到了极为重要的作用。我国著名科学家袁隆平教授还被称为“杂交水稻之父”。

1.2.3 生物与环境的关系

生物与环境是一个统一而不可分割的整体。环境能影响生物,生物适应环境,同时也在不断地影响环境。如陆生植物的蒸腾作用是对陆地生活的一种适应;但同时,陆生植物在进行蒸腾作用的时候能把大量的水分散失到大气中,这样就增加了空气的湿度,又对气候起到了调节作用。再如大气中 O_2 和 CO_2 的平衡,主要是依靠光合自养生物来维持。还有其他的一系列的物质和能量的转换也是由自然界的生物来完成的。

然而,随着人类社会的发展,特别是进入到工业化发展阶段以来,人类对自然界的影响已经远远超出了自然界本身的自我调节和平衡能力。现在,大量的生物物种灭绝,生物多样性急剧降低,自然环境急剧恶化,长此以往,后果不堪设想。

1.2.4 生物与医学的关系

生物学是医学教育的一门基础课,它是研究生命的科学,广义来说,医学是研究人类生命的科学,因而医学也是属于生命科学的范畴。医学研究人的健康维护、疾病预防和治疗。现今的医学模式已由生物医学模式转变为生物社会心理模式,强调了环境因素,包括自然环境和社

会环境对人的健康、疾病和寿命的影响,人具有生命,所以医学保持生物学属性。在生物分类学中,人属灵长类的 *Homo*,生物学名为智人或晚期智人。将生物学原理应用到医学研究和实践中去,是生物医学概念的核心,其中包括自然和社会环境因素对人的遗传结构和功能的影响,从而作用于人的生命各个阶段的研究。现代细胞学和遗传学的基本理论和基本知识,已渗透到基础医学和临床医学的各个分科中,推动了医学的发展。例如,了解生物膜的结构和功能,对于掌握膜抗原、膜受体等是必需的,甚至对于认识癌变机制也是有价值的;了解细胞增殖周期的理论和知识,对于解决临床医学面临的一些问题,特别对于肿瘤的防治有极其重要的实践意义;通过对人体细胞染色体的检查,不仅可以据此准确诊断人类染色体病,而且可以用于产前诊断,作为一种计划生育、优生的可靠的检查技术。

人体生物学(Human Biology)是与医学紧密相关的生物学分支,着重探讨人作为一类生物或生命体,与其他生命体的异同,内容涉及人的生命过程七个阶段的生物学问题,即个体发育、出生、儿童期、青春期、成人期、老年和死亡。由此看来,人体生物学构成了生物医学最重要的基础。生物医学从量子、分子水平,到细胞、组织、器官、系统、个体、群体、环境以至宇宙水平,不断地阐明人体不同层次特别是微细层次的结构、功能及其相互关系,日益广泛地研究从个体发生直至死亡的生理和病理过程及其物质基础和自然、社会、心理学因素的影响,日益深入地揭示疾病发生、发展、转归机制及干预措施等,从而更好地满足人类生存、发展的需要。分子生物学的成就,阐明了某些疾病的分子机制,这就为某些分子病的防治提供了可能。

在临床实践中,许多用于防治和治疗的有效药物都来源于动物或植物;一些流行病、传染病的病原也是一些生物;在医学实验研究中,需要用实验动物进行试验,作为间接了解人类与医学的一些原则方法,然后再应用于人体。

目前可运用基因(gene)大规模生产胰岛素、生长激素、干扰素等过去人工难以合成的生物制剂,从而推动了医学科学的蓬勃发展。激素、神经递质受体以及神经生物学的研究,将使我们了解细胞是如何以各种信号协调动作并接受控制的。生态学的研究成果,将对解决资源枯竭、环境污染和人口爆炸等重要问题,起到良好的推动作用。这些研究成果对医药事业的发展将发挥越来越大的作用。

第2章 物质基础

2.1 无机化合物

2.1.1 水

在生物体的化学组成中,水的含量是最高的,约占生物体质量的65%~95%。不同生物体或者同一生物体的不同器官中,水的含量差异极大。一般来说,水生生物和生命活动旺盛的器官中含水量较高,而陆生生物和生命活动不活跃的器官中含水量较低。如水母体内含水量可占其体重的98%,而休眠的种子含水量则不足10%。

水是所有生命中最简单又最重要的无机分子,在生命活动中起着不可替代的作用。地球上最早的生命是在原始海洋中孕育的,生命从一开始就离不开水。水是生命的二介质,没有水就没有生命。

水在生命中的作用主要有以下几个方面。

1. 水是代谢物质的良好溶剂和运输载体

游离水良好的溶剂,可溶解很多的物质,并且能够在细胞间自由流动,将溶解在其中的营养物质运输到各个组织,同时,再将各组织产生的代谢废物运输到排泄器官排出体外。生物体代谢过程中的各种物质交换、转移,都需要其机体体液中的水运输。一般来说,细胞代谢越旺盛,其含水量越大。

2. 水是促进代谢反应的物质

水是极性分子,能使溶解于其中的多种物质解离,从而促进体内化学反应的进行。同时,水的介电常数较高,能够促进各种电解质离解,加速化学反应。此外,水还直接参与水解、氧化—还原反应,一切生物氧化和酶促反应都需要水的参加。

3. 水参与细胞结构的形成

结合水是细胞结构的重要组成成分,不能溶解其他物质,不参与代谢作用。但是结合水能够使各种组织、器官维持一定的形状、弹性和硬度。

4. 水有调节各种生理作用的功能

水分子具有很强的极性,其沸点高、比热容和蒸发热大,并且能溶解许多物质,这些特性对于维持生物体正常的生理活动有着极为重要的意义。水的流动性能使血液迅速分布全身,对于维持机体温度的稳定有很大的作用。同时,通过体液的循环作用,水还可以加强各器官的联

系,从而减少器官间的摩擦和损害。

2.1.2 无机盐

无机盐在生物体内通常以离子状态存在,常见的阳离子有 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等;常见的阴离子有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等。

生物体中无机盐的含量很少,仅占身体干重的 2%~5%,但在生物体的结构组成和维持正常生命活动中起着非常重要的作用。各种无机盐离子在体液中的浓度是相对稳定的,其主要作用有维持渗透压、维持酸碱平衡以及其他特异作用等。此外,有些无机盐还参与生物大分子的形成,如 PO_4^{3-} 是合成磷脂、核苷酸的成分, Fe^{2+} 是组成血红蛋白的主要成分。还有一些无机盐是构成生物体结构的成分,如 Ca^{2+} 是组成动物骨骼和牙齿的成分等。任何一种无机盐在含量上和与其他无机盐含量的比例上过多或者过少,都会导致生命活动失常、疾病的发生,甚至死亡。

2.2 生物小分子

2.2.1 糖类

糖类是生物界最重要的有机化合物之一,广泛存在于动物、植物和微生物体内。尤其植物体中糖类的含量极为丰富,约占其干重的 85%~90%。植物的骨架组织主要是由纤维素组成;植物种子和块茎中则储存有大量的淀粉;还有些植物体内含有丰富的水溶性糖类等。在微生物中,糖类占其干重的 10%~30% 左右。在人类和动物体内糖类含量较少,一般在其干重的 2% 以下。

1. 糖类的分类

糖类化合物是多羟基醛和多羟基酮及其缩聚物和衍生物的总称。其主要组成元素为 C、H、O,部分糖类还含有 N、S、P 等。按照组成情况,可以把糖类分为单糖、二糖和多糖。

(1) 单糖

单糖是不能水解的最简单的糖类,其分子中只含有一个多羟基醛或一个多羟基酮,如葡萄糖、果糖、核糖、脱氧核糖。葡萄糖和果糖都是含 6 个碳原子的己糖,分子式都是 $C_6H_{12}O_6$,但结构式不同,在化学上叫做同分异构体。图 2-1 所示为葡萄糖与果糖的结构图。

葡萄糖是生物体的直接能源物质,细胞生命活动所需要的能量主要依靠葡萄糖提供。许多植物果实中都富含葡萄糖,人的血液中也含有丰富的葡萄糖。

核糖($C_5H_{10}O_5$)和脱氧核糖($C_5H_{10}O_4$)都是含有 5 个碳原子的戊糖,两者都是构成生物遗传物质(DNA 或 RNA)的重要组成成分。

(2) 二糖

二糖是由两个单糖分子脱去一分子水缩合而成的。最重要的二糖是人类日常食用的蔗糖、麦芽糖和乳糖。前两者多存在于植物体内,后者则多见于动物体中。它们都溶于水,便于在生物体中运输,当生物体需要能量时,它们又可水解成为各自组成的单糖。

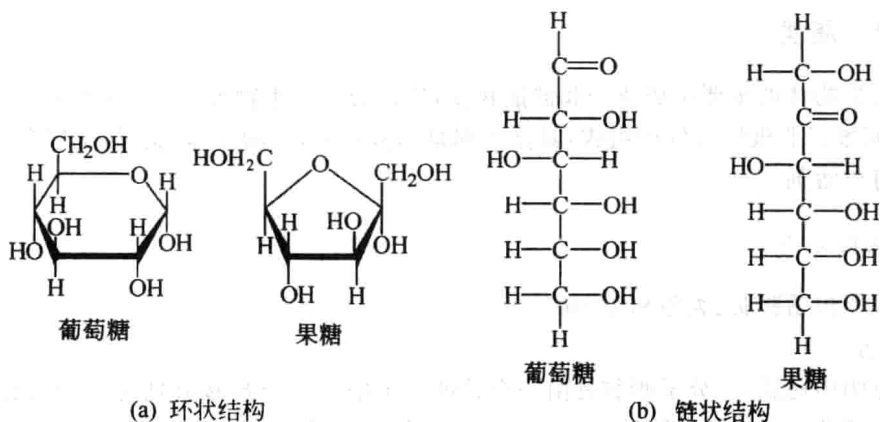


图 2-1 葡萄糖与果糖的结构图

蔗糖是最为常见的二糖,它是由葡萄糖和果糖形成的。蔗糖的形成过程如图 2-2 所示。蔗糖是植物组织含量最为丰富的二糖,是植物体内运送的主要养分,同时也是人类需要量最大的二糖,食用的蔗糖主要是从甘蔗和甜菜中获得的。

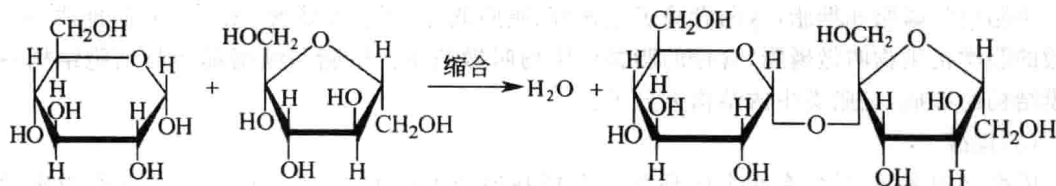


图 2-2 蔗糖的形成过程

(3) 多糖

多糖是由多个单糖分子通过脱水缩合而成的多聚体。天然的糖类绝大多数是以多糖的形式存在,广泛分布于动植物和微生物组织中,具有许多重要的作用。最重要的多糖有三种,即淀粉、糖原和纤维素。植物中最重要的储藏多糖是淀粉;动物体内最重要的储藏多糖则是糖原。当生物体生命活动需要能量时,淀粉和糖原都可以水解提供能量,最终成为葡萄糖。纤维素是重要的结构多糖,植物细胞细胞壁的主要成分就是纤维素。纤维素对生物体有重要的支撑作用,可以很好地保持生物体的形态和坚韧性。

2. 糖类的主要功能

糖类是一切生物体所需能量的主要来源,为生物体提供能量以维持生命活动,如肌肉收缩所需能量的提供;糖类能够作为生物体的结构组分参与各种组织,如植物的茎、动物的结缔组织等;糖类还是生物体合成其他化合物的重要碳源,如蛋白质、脂类以及核酸的合成等;糖类有时还作为抗原性结构物质存在,在细胞识别、免疫活性等多种生理活动中有重要意义。此外,糖类还是一种重要的信息分子,并能和蛋白质、脂类物质形成复合糖,在生物体内发挥重要作用。