



21世纪高等职业教育规划教材

生物学系列

普通生物学

PUTONG SHENGWU XUE

■ 周乔 主编



教育部直属师范大学
华中师范大学出版社

21 世纪高等职业教育规划教材·生物学系列

普通生物学

主 编：周 乔(湖北生物科技职业学院)

副主编：康 薇(湖北生态工程职业技术学院)

罗世炜(襄樊职业技术学院)

代红卫(湖北生物科技职业学院)

李红梅(湖北生物科技职业学院)

华中师范大学出版社

内 容 提 要

本教材共分7章,主要内容有:从分子到细胞、遗传与变异、植物的结构与功能、动物的结构与功能、生物的多样性及其分类、进化与生态、生物技术的发展和应用。全书体系新颖,概念准确,插图丰富美观,语言深入浅出,文字通俗易懂,在系统阐述基础知识、基本理论的同时,也反映了当代生物科学的新进展。

本教材适用于生物技术、生物工程、生物制药技术、食品生物技术、畜牧兽医、水产养殖技术、动物防疫与检疫等多种高职生物类专业的基础课,也可以作为生物爱好者学习生物学知识的参考读物。

新出图证(鄂)字 10 号

图书在版编目(CIP)数据

普通生物学/周乔 主编. —武汉:华中师范大学出版社,2006.8(2008.6重印)

(21世纪高等职业教育规划教材·生物学系列)

ISBN 978-7-5622-3450-0

I. 普… II. 周… III. 普通生物学—高等学校:技术学校—教材 IV. Q1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079254 号

书 名:普通生物学

主 编:周 乔

选题策划:华中师范大学出版社第二编辑室 电话:027-67867362

出版发行:华中师范大学出版社©

地 址:武汉市武昌珞喻路 152 号 邮编:430079

销售电话:027-67863426 67867076 67863040 67867371 67861549

邮购电话:027-67861321 传真:027-67863291

网址:<http://www.ccnupress.com> 电子信箱:hscbs@public.wh.hb.cn

经 销:新华书店湖北发行所

责任编辑:肖 颖 封面设计:罗明波 责任校对:张 忠

印 刷 者:仙桃市新华印务有限公司 督 印:章光琼

开本/规格:787 mm×960 mm 1/16 印张:19 字数:360 千字

版次/印次:2006年8月第1版 2008年6月第2次印刷

印 数:3101—6200

定 价:29.00 元

敬告读者:欢迎举报盗版,请打举报电话 027—67861321。

本书如有印装质量问题,可向承印厂调换。



前 言

近几十年来,生物科学不但在细胞生物学、分子生物学和遗传学等领域都取得了辉煌成就,而且与工农业生产、医药工业、自然资源开发、环境保护、人口控制等关系越来越密切,作用越来越突出。科学家们认为,在未来的自然科学中,生物科学将成为带头学科,21 世纪将是生物科学世纪。

在新的历史条件下,需要学习的生物科学知识浩如烟海,应选取哪些知识作为教材的基本内容,又以怎样的逻辑结构将这些知识呈现给读者,期求达到一个怎样的学习效果,这是决定教材质量高低和教学效果优劣的关键。为此,我们在编写过程中紧紧把握住三个特点:第一,在教材内容的设置上,选择那些在生物科学领域中处于核心地位、具有迁移作用的基本概念、基本结构和基本原理等基础知识作为教材的主要内容,并注意与普通高中生物学教材衔接。然后将它们有机地组合起来,形成能为学生理解和掌握的知识结构,为学生后续课程乃至终身学习打下良好的基础。第二,注重生物科学的最新进展。传统描述性的生物学内容已经不能代表现代生物科学的基本内容。为了体现现代生物科学的最新进展,本教材在保证生物的形态、分类、进化等生物学的内容基础上,适当增加了对代谢、遗传、结构与功能的联系、生物技术等内容的介绍。第三,特别注意结合培养高职高专人才的特点,按照突出应用性、实践性的原则构建教材框架。

另外,为了方便预习和复习,每章开篇设有“内容提要”和“学习要求”,每章结束附有“本章小结”及“思考题”。

全书共分 7 章,内容包含从分子到细胞、遗传与变异、植物的结构与功能、动物的结构与功能、生物的多样性及其分类、进化与生态、生物技术的发展和应用,总教学时数为 50 课时~60 课时。

本书编写分工如下:前言、绪论、第 4 章和第 1 章的第 1 节由周乔编写;第 2 章、第 1 章的第 2 节至第 4 节由李红梅编写;第 3 章由罗世炜编写;第 5 章由代红卫编写;第 6 章、第 7 章由康薇编写。全书最后由周乔统稿。

由于我们的知识水平和能力有限,本教材错漏之处在所难免,恳请各位同行专家和读者予以指正!

编 者

2008 年 6 月



<h1>目 录</h1>	
绪 论.....	1
0.1 生物学的性质和分支学科	1
0.2 生物学的发展概况	1
0.3 现代生物学的发展趋势	3
0.4 生物学的研究方法	4
0.5 学习生物学的目的和方法	5
第1章 从分子到细胞.....	6
1.1 生命的基本化学组成	6
1.1.1 元素组成	6
1.1.2 分子组成	6
1.2 细胞的形态结构与功能.....	12
1.2.1 细胞的大小和形态	12
1.2.2 细胞的类别	13
1.2.3 细胞的结构	16
1.2.4 生物膜	26
1.2.5 细胞连接.....	30
1.3 细胞代谢.....	32
1.3.1 生物的代谢类型	32
1.3.2 酶	33
1.3.3 细胞呼吸.....	37
1.3.4 光合作用.....	42
1.4 细胞周期.....	46
1.4.1 细胞周期.....	46
1.4.2 细胞分裂.....	48
1.4.3 细胞分化.....	53
1.4.4 细胞衰老与细胞凋亡	57
本章小结	61
思考题	61
第2章 遗传与变异	63
2.1 遗传的基本规律.....	63
2.1.1 分离定律.....	63
2.1.2 自由组合定律	67
2.1.3 遗传的染色体基础	71
2.1.4 基因的连锁和交换	75



2.1.5 性染色体和伴性遗传	79
2.2 遗传的分子基础	85
2.2.1 遗传物质——DNA	85
2.2.2 DNA的复制	89
2.2.3 RNA的组成和作用	93
2.2.4 转录	94
2.2.5 翻译	96
2.3 基因及其表达调控	101
2.3.1 基因的概念及其作用	101
2.3.2 突变	103
2.3.3 原核生物的基因表达调控	111
2.3.4 真核生物的基因表达调控	113
本章小结	118
思考题	118
第3章 植物的结构与功能	120
3.1 植物的形态结构与生长	120
3.1.1 植物的组织	120
3.1.2 植物营养器官的生长和结构特征	125
3.2 植物的繁殖	136
3.2.1 被子植物的生活史和世代交替	136
3.2.2 花粉粒的形成和发育	138
3.2.3 胚囊的产生和发育	139
3.2.4 开花与传粉	141
3.2.5 花粉发育和受精	141
3.2.6 种子发育	142
3.2.7 种子和果实	145
3.2.8 种子萌发	148
3.3 植物的生长发育及其调控	151
3.3.1 各种环境因子对植物生长发育的影响	151
3.3.2 植物激素与生长发育	160
本章小结	163
思考题	164
第4章 动物的结构与功能	165
4.1 动物的组织结构	165
4.1.1 基本组织	165
4.1.2 器官与系统	171
4.1.3 动物的结构与功能对环境的适应	174
4.1.4 结构和功能的统一构成了与环境相适应的动物个体	174
4.2 保护、支持与运动	175



4.2.1 皮肤系统	175
4.2.2 骨骼系统	176
4.2.3 动物的运动	178
4.3 动物的营养与消化	180
4.3.1 食物与营养	180
4.3.2 消化和吸收	181
4.4 呼吸系统与气体交换	182
4.4.1 呼吸概述	182
4.4.2 鱼的呼吸	183
4.4.3 陆生脊椎动物的呼吸	183
4.5 血液与循环	185
4.5.1 血液的组成	185
4.5.2 血液循环的进化	187
4.5.3 循环系统中血液的循环	189
4.6 渗透压调节和排泄	190
4.6.1 渗透压调节	190
4.6.2 排泄	191
4.7 内分泌系统与化学调节	193
4.7.1 内分泌腺与激素	193
4.7.2 激素的作用机理	196
4.7.3 激素分泌的调节	198
4.8 神经系统和感觉器官	198
4.8.1 无脊椎动物的神经系统	198
4.8.2 脊椎动物的神经系统	199
4.8.3 感觉器官	204
4.9 免疫系统和疾病防御	206
4.9.1 非特异性免疫	206
4.9.2 特异性免疫	207
4.9.3 免疫器官和免疫应答	208
4.9.4 免疫系统疾病	209
4.10 人和动物的生殖及发育	209
4.10.1 生殖方式	209
4.10.2 生殖系统	213
4.10.3 有性生殖的机制	214
4.10.4 动物的胚胎发育	216
4.10.5 衰老和死亡	220
本章小结	220
思考题	221
第5章 生物的多样性及其分类	223
5.1 生物的多样性	223



5.1.1 生物多样性的概念	223
5.1.2 保护生物多样性的意义	223
5.2 生物分类	226
5.2.1 生物的分类	226
5.2.2 病毒界	229
5.2.3 原核生物界	233
5.2.4 真菌界	236
5.2.5 植物界	238
5.2.6 动物界	243
本章小结	251
思考题	252
第6章 进化与生态	253
6.1 进化	253
6.1.1 生物进化的理论与证据	253
6.1.2 生物进化的趋势	258
6.2 生态学	263
6.2.1 个体生态	263
6.2.2 种群生态	265
6.2.3 生物群落	267
6.2.4 生态系统	270
本章小结	271
思考题	272
第7章 生物技术的发展和应	273
7.1 生物技术概述	273
7.1.1 细胞工程	273
7.1.2 基因工程	275
7.1.3 蛋白质工程	278
7.1.4 酶工程	280
7.1.5 发酵工程	281
7.2 生物技术应用	283
7.2.1 医学保健	283
7.2.2 能源开发	285
7.2.3 食品与农业	286
7.2.4 化工与环保	287
7.2.5 人类基因组计划	289
7.2.6 生物技术的	291
安全性	291
本章小结	292
思考题	292
主要参考文献	294

绪 论

0.1 生物学的性质和分支学科

生物学是研究生命的科学,其研究对象包括各种生物的生命活动、生物的发生与发展规律以及生物与生存环境之间的相互作用。因此,生物学所研究的范围非常广泛而复杂。生物学已发展成为包括众多分支学科的庞大的知识体系。各门分支学科的内容主要是根据不同的研究对象、研究角度和研究范围等进行划分的。

按研究对象的不同,主要分为植物学、动物学、微生物学、人类学以及古生物学等。这些学科还可分为更小的分支学科,如由动物学分出昆虫学、鱼类学等。

按照研究生命现象的内容不同,主要分为形态学、分类学、生理学、遗传学、免疫学、病理学、病毒学等。

根据不同的研究范围层次,形成的分支学科有生物物理学、生物化学、细胞生物学、分子生物学、种群生物学等。

以上所述只是生物学分科的主要格局。实际上,分支学科要比上述的多。生物学的发展趋势是:一方面,新的学科不断涌现,例如,随着人类进入太空,出现了宇宙生物学这一新学科;另一方面,这些学科又互相渗透、互相融合、互相促进而形成其他分支学科,如植物生理学、分子遗传学、分子细胞生物学等。

0.2 生物学的发展概况

生物学也像其他自然学科一样,有自身的发生和发展的历史。它是在人类的生产实践活动中产生的,并且随着社会生产力和科学技术的进步而不断发展。

早在远古时代,原始人就积累了一些动、植物的生长、发育和繁殖方面的知识,考古学者从人类原始社会的遗址中发现有家畜、家禽和农作物等的遗迹。我国春秋时期的《诗经》中就记有 260 多种动物和 350 多种植物。《内经》记载了人体解剖学方面的知识,提出“心主身之血脉”,“经脉流行不止,环周不休”的血液循环观念。西汉的《尔雅》记载有 100 多种草本植物,几十种木本植物,80 多种无脊椎动物,还有 150 多种脊椎动物。北魏贾思勰所著《齐民要术》一书总结了农业(谷类、油料、纤维、染料等作物)、畜牧业(家畜、家禽)、养蚕、养鱼、农副产品加工中众多技术经验。明朝李时珍(1518—1593)所著《本草纲目》记载了约 1 800 余种药用动植物,其



中有 400 多种动物,并附图 1 100 余幅,载明动、植物的名称、性状、习性、产地及功用,还将动物分为虫、鳞(鱼类)、介(爬行类)、禽、兽几类,全书 52 卷,是我国古代科学著作的伟大典籍,在世界上广为流传。

在西方,古希腊亚里士多德(公元前 384—公元前 322)是生物学的先驱。他的主要生物学著作是《动物志》、《动物的繁殖》等,这些著作流传至今。当时亚里士多德已经记述了 520 多种动物,并且解剖了 50 多种动物。他首次运用了“属”和“种”的概念,并认为需要综合多种特征才能正确确定动物之间的分类关系。因此,亚里士多德被认为是系统分类学的先驱。

欧洲从 5 世纪开始进入封建社会,宗教神权统治禁闭了对自然进行直接的、自由的研究,严重地阻碍了自然科学的发展。直到 15 世纪文艺复兴后期,随着资本主义的兴起和发展,欧洲各国重视收集世界各地的生物资源,促进了生物学的发展。1543 年,比利时医生维萨里(Vesalius A)发表名著《人体的结构》,该书共有七卷,分别讲述了骨骼、肌肉、循环、神经、腹部内脏和生殖、胸部内脏、脑及脑垂体和眼睛的解剖结构。《人体的结构》的发表不仅标志着解剖学的建立,而且直接推动了以血液循环研究为先导的生理学的产生,其标志是 1628 年英国医生哈维(Harvey W, 1578—1657)发表了《心血循环论》。解剖学和生理学的建立奠定了人们全面研究生命现象的基础。1665 年,英国人胡克(Hooke R, 1635—1703)通过自制的显微镜,观察到切成薄片的软木是由密排的蜂窝状小室所组成,这些小室称为“细胞”。荷兰人列文虎克(Leeuwenhoek A V, 1632—1723)也用自制的显微镜观察到细菌、原生动物以及它们的活动。从此生物研究进入微观世界。瑞典植物学家林奈(Linnaeus C, 1707—1778)于 1737 年发表《自然系统》一书,创立了纲、目、属、种、变种五个分类阶元和“双名法”,结束了生物分类中的混乱状态,这些分类单位和命名方式一直沿用至今。

19 世纪是生物学发展史上的转折点,其中最重大的进展之一是两位德国生物学家施莱登(Schleiden M J, 1804—1881)和施旺(Schwann T, 1810—1882)在 1839 年共同提出了细胞基本结构的细胞学说,其主要内容是:“无论生物体的各基本部分如何不同,在它们的发生和发育上则遵循着一个统一的原则,这一原则就是细胞的生成。”19 世纪的另一个重大进展是达尔文的进化论。1859 年,达尔文(Darwin C, 1809—1882)发表了不朽著作《物种起源》,确立了生物进化观点,推翻了“神创论”、“物种不变论”和“激变论”等对生物学的长期统治,为生物学的发展开辟了新途径。恩格斯把达尔文进化论、细胞学说和能量守恒定理誉为 19 世纪自然科学的三大发现。

19 世纪下半叶到 20 世纪初,遗传学有了重大进展。奥地利的孟德尔(Mendel G J, 1822—1884)于 1866 年提出遗传学的两个基本定律——分离定律和自由组合定律。1911 年,美国摩尔根(Morgan T H, 1866—1945)等学者以果蝇为材料,研



究发现了连锁、互换和伴性遗传规律,并将遗传学和细胞学结合起来,确立和发展了染色体学说。

20世纪50年代以来,由于化学和物理学,特别是近代结构化学、分析化学、物理化学和晶体学的理论和方法广泛渗入到生物学领域,促进了对蛋白质、核酸等生物大分子的化学结构和空间结构的研究,为分子生物学的诞生做了最基本的和必要的准备。1953年,美国的沃森(Watson J D)和英国的克里克(Crick F)合作,共同完成了DNA双螺旋结构分子模型的建立,这是20世纪以来生物科学中最伟大的成就,由此开创了从分子水平阐明生命活动本质的新纪元。此后,分子生物学发展迅猛,60年代就提出了遗传信息传递的“中心法则”,发现了有调控作用的操纵基因(operator gene)。1973年重组DNA获得成功,开创了基因工程。20世纪80年代以后,以基因工程为主体的生物技术作为高新技术产业在世界范围内兴起,生物技术转化为强大生产力已展示出广阔的应用前景。1990年开始了国际人类基因组计划,由美、英、日、法、德和中国科学家经过13年努力共同绘制完成了人类基因组序列图,人类在揭示生命奥秘、认识自我的漫漫长路上又迈出了重要的一步。在宏观生物学方面,现代生态学已发展成以人类为研究主体的、多层次的综合性学科,在解决影响人类发展的全球问题上,正发挥着越来越重要的作用。

总之,生命科学由于对科学发展、社会进步和经济建设具有极其重要的作用,在20世纪得到了空前的重视,取得了丰硕的成果,并正以领先自然科学的态势,向着前所未有的深度和广度迅速地发展。

0.3 现代生物学的发展趋势

21世纪,现代生物学发展的大趋势是对生命现象的研究不断深入和扩大,向微观和宏观、最基本的和最复杂的两极发展。这种发展趋势的特点在于:

首先,分子生物学将继续保持蓬勃发展的势头。由于分子生物学的兴起和发展,许多蛋白质、核酸的一级结构和立体结构已经被阐明,有的已人工合成。对这些生物大分子结构和功能的研究,揭示了生物的遗传、生长、分化、神经传导和免疫等许多生命现象的奥秘,使人们对生命现象的认识大大地深化了,并带动生物学的各分支学科向分子水平发展。

其次,生物学家对生命的认识和思考有了新的角度,正在从局部观向整体观拓展,从线性思维走向复杂思维,从注重分析转变为分析与综合相结合。因为生命体无论在宏观还是微观层次上都有着复杂系统的性质,只有用系统和综合的观点去分析生命系统,才能理解生命的非线性特征及其宏观和微观现象。综合建立在分析的基础上,分析是为了更好地综合,二者是辩证的统一。

再次,多学科不断交叉与融合。不仅是在现代生物学各分支学科之间,而且是



在生物学的发展过程中,物理学、数学、化学、计算机、技术科学等不断向生物学领域渗透,新理论、新概念与生物学问题的有效结合,促使新的交叉学科、边缘学科不断形成,新技术、新方法的广泛采用,极大地促进了生物学的发展。多学科间的渗透和融合,将从不同层次而又有有机结合地揭开生命之谜。

最后,生物学基础研究与应用研究的结合越来越紧密。分子生物学兴起不到半个世纪里所取得的成果,已在很多方面产生了巨大效益。目前生物技术的应用已遍及农业食品、医药卫生、化工环保、生物资源、能源和海洋开发等各个领域,显示了它对解决人类所面临的食物、健康、资源和环境等重大问题的巨大作用和市场潜力。生物技术产业将成为最主要的产业之一,为 21 世纪全球的经济提供强大的推动力。

0.4 生物学的研究方法

自然界是一个相互依存、相互制约、错综复杂的整体,因此在研究自然界的生物时,要辩证地研究生物体的结构和功能、生物体和环境、生物的整体和局部、遗传和变异等之间的对立统一关系。

生物学作为一门自然科学,是在观察和实验相结合的基础上发展的,观察、描述、比较和实验论证是研究生物学的基本方法。

描述法 观察和描述是生物学研究的最基本方法。要描述得精确首先必须作科学地观察,这就要求观察一定要客观地反映观察的事物,并且是可以检验的。然而生命现象如此地复杂,观察与描述的任务就显得格外突出,没有这一步,人们不可能进入对生命深刻认识的阶段。准确的观察描述能为有关的研究提供科学事实,是做好进一步研究的基础。

比较法 通过对不同生物的系统比较来探究其异同,可以发现它们之间的类群关系,揭示出生物生存和进化的规律。例如,分类学中各级分类单位的特征概括,来自不同生物的系统比较;对胚胎学的比较研究,揭示了生物之间不同程度的亲缘关系,从而为生物进化论提供了有力证据。

实验法 在一定的人工控制条件下,对生物的生命活动或结构机能进行观察和研究。例如,将生活的细胞离体培养,观察加入某种药物对细胞存活、生长的影响;将人的血清进行电泳,就可知道人的血清中各种蛋白,其相对分子质量各不相同。一个好的实验的完成依赖于很多因素,除了仪器设备、药品、资料的方便获得等条件外,实验者还必须具备较高的综合素质,即不仅具有必要的生物学知识,及时掌握有关的研究动态,而且还要有精密的实验设计和敏锐的观察能力,另外还要有良好的动手操作能力和分析归纳能力,更要有顽强的意志修养。



0.5 学习生物学的目的和方法

生物学是高职高专生物类专业的一门重要基础课程,不仅学科本身的理论内容广博,而且与农业、林业、渔业、环境保护、医药及工业等生产部门有着密切关系,是这些生产实践的科学基础。尤其是当今人类社会面临着人口膨胀、粮食短缺、疾病危害、环境污染、能源危机、资源匮乏、生态平衡被破坏和生物物种大量消亡等一系列重大问题和挑战,要解决这些问题,在很大程度上将依赖于生物学的发展。

随着现代生物科学和技术的迅猛发展,社会对高水平的复合型人才和应用型人才的需求越来越迫切。学习生物学原理,不仅可为后续课程提供必要的生物学基础理论知识和实验技能,而且有助于我们利用生物学和生物技术的理论和方法,解决人类共同面临的上述重大问题。因此,学习生物学具有十分重要的意义。

学习生物学,应该积极主动地去探索生命的奥妙,虽然这种探索会遇到不少困难,需要付出不懈努力,但一旦获得收获或有所成就,便会激发更高的学习热情和兴趣。心理学研究表明,人的兴趣不是固有的,而是在后天的各种实践活动中逐渐形成和发展的,因此,热爱生命,热爱生命科学,便会逐渐提高学习生物学的兴趣。

另外,学习生物学还应以辩证唯物主义为指导,运用归纳和演绎相结合、分析和综合相结合、实验和理论思维相结合以及从具体到抽象的方法,分析有关内容,例如有机体整体与局部的关系、形态结构与生理功能的关系、生物与环境间相互联系又相互制约的关系。学习中既要重视系统理论知识,又要密切联系自然实际、生产实际和生活实际,不断提高分析问题和解决问题的能力。

生物学实验对于培养良好的实验习惯、实验技能和实验能力,为有关后续课程实验教学打好基础,是至关重要的。在实验中,要做到一丝不苟、精益求精,严格按照规程操作,对实验现象和实验结果作科学的分析和解释,还要有实事求是的态度,一切从客观实际出发,如实地反映实验的真实情况。因此,只有认真观察和实验,才能真正学好生物学基础知识,培养综合能力。



第1章 从分子到细胞

【内容提要】

1. 介绍生命的基本化学组成。
2. 介绍细胞的形态结构与功能。
3. 介绍细胞代谢中的酶、细胞呼吸、光合作用的基本概念及作用机理。
4. 介绍细胞周期和细胞分裂。

【学习要求】

1. 了解生命的基本化学组成。
2. 理解细胞的形态结构与功能的密切关系。
3. 了解细胞代谢中的酶、细胞呼吸、光合作用的基本概念及作用机理。
4. 了解细胞分裂是有机体生长和繁衍的基本保证以及无丝分裂、有丝分裂、减数分裂等形式。

1.1 生命的基本化学组成

1.1.1 元素组成

地球上的生物种类繁多,形态与结构千差万别,但其化学组成却基本相似。组成生物体的主要元素是 C, H, O, N, P, S, Ca 等,它们的含量约占细胞总量的 99.35%,其中 C, H, O, N 4 种元素约占 96%。此外,还有多种含量极少却是生命活动所必需的元素,如 Fe, Mn, Cu, Mg 等。有一些元素只是偶然地存在于细胞中,它们的作用尚不清楚。组成细胞的各种元素主要以化合物的形式存在。在生命元素中,碳元素具有特别重要的作用,碳原子相互连接成链或环,形成各种生物大分子的基本结构。

1.1.2 分子组成

1. 水和无机盐

水是生物体的主要组成部分,没有水就没有生命。在各种生物体中,水的含量通常占体重的 60%~70%。在不同的机体或同一机体的不同器官中,水的含量差别很大。成年人的骨骼含水量为 23%,肌肉为 76%,脑为 86%,心脏为 79%,皮肤为 72%,血液为 83%。水生生物体内的含水量更高,如海绵含水量约为其体重的 84%,软体动物为 80%~92%,虾类为 80%,鱼类为 80%~85%。

细胞内的水分以游离水和结合水两种形式存在。游离水可以自由流动,占细



胞水分的大部分,是较好的溶剂和运输介质。结合水的含量较少,不能单独流动,它通过氢键和蛋白质等有机大分子结合,是原生质的组成成分。游离水和结合水随着代谢活动的进行可以相互转变。

水的生理作用与水的理化特性密切相关。水作为优良的溶剂,可以溶解细胞中水溶性的化学物质。水的比热大,能吸收大量热能而温度变化相对较小,因此对维持生物体温度的稳定起了很大的作用。由于水溶液的流动性大,水还参与营养物质的运输与吸收以及代谢废物的运输与排出。

细胞中的无机盐一般都是以离子状态存在的,如 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , HPO_4^{2-} , HCO_3^- 等。它们具有多种生理功能,对细胞的渗透压和 pH 起着重要的调节作用。除了为细胞形成一个稳定的内环境外,有些离子是酶的活化因子和调节因子,如 Mg^{2+} , Ca^{2+} 等。有些离子是合成有机物的原料,如 PO_4^{3-} 是合成磷脂、核苷酸等的原料, Fe^{2+} 是血红蛋白辅基的成分等。

2. 糖类

糖类是由 C, H, O 三种元素组成的化合物,是生物体的主要供能物质和结构成分。糖类广泛存在于植物、动物和微生物体内,其中以植物体中含量最多,约占其干重的 80%,微生物中含量次之,约占菌体干重的 10%~30%,动物和人体组织含有糖量一般不超过其干重的 2%。

糖类包括单糖、双糖和多糖等。

单糖是不能水解的最简单糖类。细胞中最重要的单糖是五碳糖和六碳糖,前者如核糖和脱氧核糖等,后者如葡萄糖和果糖等。

两分子的单糖可以经过脱水缩合作用形成以糖苷键连接的双糖。双糖水解后又可形成两分子的单糖,常见的双糖包括麦芽糖、蔗糖和乳糖。麦芽糖存在于发芽的种子中。利用甘蔗和甜菜制得的普通食糖是蔗糖。乳糖存在于人和动物的乳汁中。

多糖是许多分子的单糖脱水缩合形成的多聚体。最重要的多糖是淀粉、糖原和纤维素。

淀粉贮存在植物组织中,由葡萄糖的单聚体聚合而成。人和大多数其他动物都能利用淀粉,在消化管中将其水解。马铃薯、小麦、玉米、水稻等含有丰富的淀粉,是人类最重要的食物。

糖原是动物细胞中贮存的多糖。大多数糖原以颗粒状贮存于动物的肝脏和肌肉细胞中,需要时糖原可以被水解释放出葡萄糖。

纤维素是植物细胞壁的主要成分,它所形成的网状纤维结构起着保护细胞和支持植物体的作用。人和单胃动物体内缺乏纤维素酶,不能消化纤维素,但纤维素可刺激肠道蠕动,有助于消化系统的健康。反刍动物(如牛、羊等)在消化系统中具有代谢纤维素的细菌群落和纤维素酶,因而可以有效地从纤维素中获得营养。

3. 脂类

脂类是一大类物质的总称,它们的结构各不相同,但有一共同特点,即均不溶



于水,而易溶于乙醚、氯仿、苯等有机溶剂。细胞内的脂类物质种类很多,其中主要的有中性脂肪、磷脂和类固醇。

中性脂肪是由甘油和脂肪酸合成的甘油酯。在室温下为固体的一般称为脂肪,为液体的则称为油。

磷脂是构成生物膜系统的重要分子之一,在脑、肺、肾、心、骨髓、卵及植物的大豆细胞中含量较高。主要的磷脂有卵磷脂、脑磷脂及神经磷脂等。

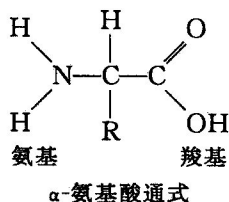
类固醇如胆固醇等脂类也是细胞膜的重要成分,一些重要的生物活性物质如性激素、维生素 D 和肾上腺皮质激素都属于类固醇。血液中类固醇含量过高时易引发动脉血管粥样硬化。

4. 蛋白质

蛋白质是细胞和生物体的重要组成成分,在生命活动中起着关键作用。生物的结构和性状都与蛋白质有关。

(1) 蛋白质的组成

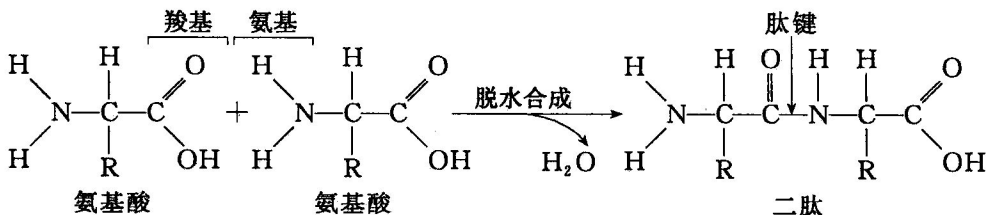
蛋白质一般是由 20 种氨基酸组成的生物大分子。在氨基酸分子中,与功能基团(一个羧基和一个氨基)以共价键相连接的中心碳原子称为 α 碳原子,同时 α 碳原子还连着一个 H 原子和一个化学基团 R。20 种氨基酸的基本差别就在于 R 基团的变化,通式如下所示。



根据 R 基团极性不同可将氨基酸分为疏水氨基酸和亲水氨基酸两大类。如亮氨酸,其 R 基团是非极性的,因此是疏水的;而丝氨酸,其 R 基团上含有的一个羟基是极性的,因此是亲水的。

(2) 肽键和肽链

细胞内氨基酸的连接是通过脱水缩合实现的。一个氨基酸分子中的 α 氨基与另一个氨基酸分子中的 α 羧基脱水缩合,形成肽键,并合成二肽化合物。例如:



形成肽键以后,氨基酸已失去水只能称为“氨基酸残基”。不同数目的氨基酸以肽键顺序相连形成多肽。蛋白质就是数十个或更多氨基酸残基组成的有确定构



象的多肽化合物。

(3) 蛋白质的空间结构

决定功能的蛋白质结构包括四个连续不同的结构水平,前一级结构决定着下一级结构。

蛋白质的一级结构就是氨基酸序列。蛋白质的许多性质和功能,决定于它的一级结构。例如血红蛋白中,一个特定氨基酸的改变可导致镰刀型贫血症的发生,主要原因就是一个氨基酸的改变造成一级结构的变化,改变了血红蛋白的结构与功能。

一级结构中部分肽链的卷曲或折叠产生二级结构。卷曲形成的二级结构称为 α 螺旋,折叠形成的二级结构称为 β 折叠。这种卷曲和折叠是以肽链内或肽链间的氢键来维持的。

多肽链在二级结构的基础上进一步盘绕或折叠形成球形三维结构,这构成了蛋白质的三级结构。一般球形蛋白质的三级结构可包括若干个 α 螺旋和 β 折叠。许多蛋白质实际上是由两个或更多的多肽链组成。多个肽链聚集在一起形成整个蛋白质特定的结构,即四级结构(图 1-1)。

a.一级结构 —Leu—Asp—Ala—Val—Arg—Gly—Ser

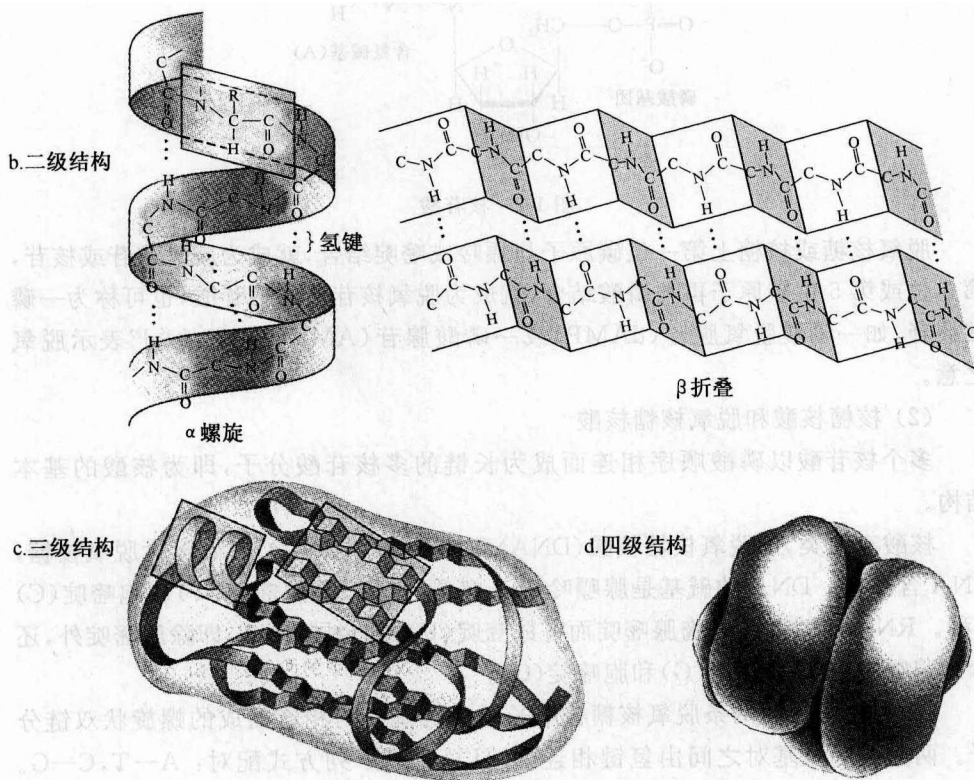


图 1-1 蛋白质的一、二、三、四级结构