

高等医药院校教科书

供医疗、儿科、卫生及口腔专业用

生 物 学

蔡 堡 主 编

王惠孚 伍 律 卢惠霖 编 写
李贵真 蔡 堡

人民卫生出版社

RF A847.7

生 物 学

开本: 787×1092/16 印张: 19²/₈ 插页: 2 字数: 445千字

蔡 堡 主 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

(北京书刊出版业营业许可证出字第〇四六号)

• 北京崇文区蔡子胡同三十六号 •

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 • 各地新华书店经售

统一书号: 14048 · 1628

1958年8月第1版—第1次印刷

定价: (科五)1.70元〔K〕

1964年7月第2版—第7次印刷

印 数: 69,001—72,000

第二版序言

由于各方面的督促、鼓励和要求,并根据百花齐放、百家争鸣的方针,以及恰当地叙述关于生物学的基本理论和基本知识,“编写工作组”作出了这次的修订。

在这次修订中,大的方面的变动为,将“达尔文主义”一篇取消,而改列为“遗传与变异”和“生物进化学说”两篇,这两篇中的许多内容是重新写的,并取消了“生命发生和人类起源”一篇及增加了“动物和环境”一篇。这样,便更适合于教和学的要求了。在这次修订中,对于各篇各章都增加了一些新的和必要的内容,如关于超显微结构、酶对于生命所起的重要作用、DNA 与遗传的关系,等等。这样,使本书不致落后于现今生物学的水平;同时也充实了基本理论和基本知识。因为时代前进了,基本理论和基本知识的内容也必须跟着提高和丰富。在这次修订中,还增加和改换了一些插图,尤其关于“遗传与变异”一篇,增加得最多;这样,使学生更易于学习和理解。同时,在这次修订中,也改正了一些错误,精简了一些不必要的材料和修正了一些辞句。最后,增添了一篇关于“生物学的过去和前瞻”以备参阅。

但这次修订,还是很不够的,尤其关于我个人知识浅薄,看问题不够全面,其中错误、不当、重复、矛盾、尤其关于添注英文名字一项不够整齐,等等,请大家提出批评、指教,以备下一次修订时修改。

在这次工作进行中,我个人患眼病,一再延迟交稿,不胜歉然!幸“编写工作组”同人能团结一致、同心合力以迄于成,这是我十分感谢的。

在工作中,浙医大生物学教研组同仁,胡步青、耿家举、曲韵芳、黄美华、林秀玉等同志帮助我做了不少工作,特致谢忱。

最后,说明一下:本书“绪论”、第四篇“生殖与个体发育”和“生物学的过去和前瞻”,是由我本人编写的;第一篇“总论”和第二篇“生物的类型”的第一章(生物的分类)、第二章(生命的原始类型)和第三章(植物的类型),由王惠孚教授编写的;“生物的类型”的第四章(动物的类型)的第一节至第八节(无脊椎动物部分),由李贵真教授编写的;“生物的类型”的第四章的第九节(脊索动物部分)、第三篇“动物体构的进化”和第七篇“动物和环境”,由伍律教授编写的;第五篇“遗传与变异”和第六篇“生物进化学说”,由卢惠霖教授编写的。

蔡 堡 于浙江医科大学

1963年5月

序 言

本书是为医学院一年级学生学习普通生物学用的。普通生物学是医学基础科之一，主要地讲述两个方面的问题：一、关于有机体(生物)本身方面的问题，如类别、构造、组成、功能、生态、繁殖、发育以及遗传性、变异性等等；二、关于哲学方面的问题，如达尔文主义等。这两个方面的问题又是相互联系着的。这样，学生学习了普通生物学，不但在学习其他医学基础课程时易于了解和吸收，而且可以逐渐养成一个整体地和发展地看问题的头脑，也就是养成一个以唯物辩证的观点看问题的头脑。换言之，普通生物学一方面为学习其他医学基础课程作好准备，另一方面也为学习辩证唯物主义哲学作好一个发凡工作，这是十分需要的。

本书已是第二次试用本了。第一次试用本是在“东北版”和“华南版”的基础上编写成的，且在1957年暑期由沈阳医学院代印，并承各兄弟院校采购试用。经试用后，各兄弟院校提供了很多宝贵意见。“编写工作组”根据这些意见，作了一次修改，即这第二次试用本。修改最大的地方为海绵动物的取消，和达尔文主义一篇内关于米丘林学说和摩尔根学说的重写，如是可更符合各院校的要求。关于插图也都重新制版，且略有增减，图中注解也都重新整理过。

但在大跃进形势下，“编写工作组”还处处墨守成规，未能在多快好省的方针下作出大胆的革新，这是本书最大的缺点。这有待于我们大家来努力，并请兄弟院校多多提供宝贵意见。

本书这次的修改工作，由于各兄弟院校的提供意见及“编写工作组”同仁的密切合作，得以顺利完成。谨致以十二分的谢忱。

兹将关于本书的几点说明，附录如下：

一、本书是参考性的，顶多是一个指导性的文件而已，决不能看成是“一字不多、一字不少”的经典。在某些地方可以加，某些地方可以减，某些地方要深入地讲，某些地方可以很简略地讲或甚至不讲。这全仗各位教师自己来掌握，就是根据自己以往的经验、体会和学生的程度等等，作适当的抉择和灵活的应用。

二、本书亦不能看成是一本应有尽有的“万宝全书”。教师对于某些问题的深入和贯通，必须要参阅别的书才能做到。我们提出了一些参考书附在后边。

三、本书希望是学生的一本主要读物，如果经过教师讲解和指点后，学生能顺利地看下去，看懂，而不发生困难，则这本书就算成功了，就算它已经起了它应尽的责任。这必须请各位教师多多注意，并和我们合作来共同做好这一工作。

四、在本书内用小字排印的材料是作参考用的，学生可读可不读。

五、对于本书的章节次序，各位教师可以变动，不必拘泥。

蔡 堡 于浙江医学院

1958年6月

目 录

绪论 (蔡堡)

第一节 生物学的定义和范围	1
第二节 生物学的分科和学习生物学的目的	2

第一篇 总论(王惠孚)

第一章 生命的基本概念	3
第一节 生命的物质基础	4
一、原生质的化学组成	4
二、生命物质的物理化学特性	8
第二节 新陈代谢是生命的基本特性	9
一、新陈代谢的概念	9
二、新陈代谢的过程	11
三、新陈代谢的基本类型	12
四、起源于新陈代谢的生命现象	13
五、新陈代谢和自然界中物质与能量循环的有机联系	15
第三节 地球上生命的起源	16
一、关于生命发生的学说	16
二、生命发生的几个主要阶段	17
第二章 生物体的细胞结构	18
第一节 细胞学说发展史的概述	18
第二节 细胞的结构和生理	20
一、细胞的一般形态	20
二、细胞的基本结构及其生理机能	20
第三节 细胞的增殖	27
一、细胞分裂的方式	28
二、细胞分裂的机制和影响因素	32
第四节 多细胞生物细胞间的分化和统一	33
一、多细胞生物的组织	33
二、生物的器官及器官系统	34
三、生物体为统一的整体	34
第五节 细胞的衰老和死亡	35
一、细胞的衰老	35
二、细胞的死亡	35

第二篇 生物的类型

第一章 生物的分类(王惠孚)	37
第一节 物种的概念和命名的方法	37
一、物种的概念	37

二、命名的方法	38
第二节 分类的方法	39
第三节 生物的分类系统	40
一、植物界的分类系统	40
二、动物界的分类系统	40
第二章 生命的原始类型(王惠孚)	42
一、病毒	42
二、噬菌体	44
三、立克次氏体	45
第三章 植物的类型(王惠孚)	45
第一节 低等植物——叶状植物	46
一、细菌——前细胞型的植物	47
二、鞭毛类——最简单的、动植物的共同祖先	48
三、藻类——水中生活的低等绿色植物	49
四、真菌——异养型的低等植物	52
第二节 高等植物——茎叶植物	54
一、高等植物营养器官机能的概述	54
二、高等植物的类型	61
第三节 植物界的系统发生	69
第四章 动物的类型(第1~8节李贵真, 第9节伍律)	70
第一节 原生动物门	71
一、兼有动物性和植物性的原生动物——绿眼虫	71
二、结构简单的原生动物——大变形虫	72
三、原生动物的特征和分纲概述	74
四、原生动物的系统发生	80
五、原生动物与人类的关系	80
第二节 腔肠动物门	80
一、腔肠动物的特征概述	81
二、水螅的身体结构和生理	82
三、腔肠动物在动物界的位置	85
四、腔肠动物与人类的关系	85
第三节 扁形动物门	85
一、扁形动物门的代表——涡虫	85
二、扁形动物的特征及其在进化上的意义	88
三、扁形动物的分纲及与人类的关系	89
第四节 线形动物门	91
一、线形动物的特征概述	91
二、人蛔虫的身体结构	92
三、线形动物在动物界的位置	94
四、线形动物与人类的关系	94
第五节 环节动物门	95
一、环节动物的代表——环毛蚯蚓	95
二、环节动物的特征及其在动物进化上的意义	99

三、环节动物的主要分纲及与人类的关系	100
第六节 节肢动物门	101
一、节肢动物的代表——飞蝗	102
二、节肢动物的特征及其分纲概述	110
三、节肢动物在动物界的位置	116
第七节 软体动物门	117
一、软体动物特征概述	117
二、软体动物与人类的关系	118
第八节 棘皮动物门	118
一、棘皮动物特征概述	118
二、棘皮动物在动物界的位置	119
第九节 脊索动物门	120
一、脊索动物的特征和分类	120
二、最原始的脊椎动物——圆口纲	125
三、适应于水生生活的脊椎动物——鱼纲	127
四、从水生过渡到陆生的脊椎动物——两栖纲	138
五、真正的陆生脊椎动物——爬行纲	147
六、适应于飞行的脊椎动物——鸟纲	152
七、发展成为最高级形态的脊椎动物——哺乳纲	154

第三篇 动物体构的进化(伍律)

第一章 动物体构的进化	162
第一节 基本体型的进化	162
第二节 体被的进化	164
第三节 骨骼的进化	166
第四节 肌肉系的进化	168
第五节 消化系的进化	169
第六节 呼吸系的进化	171
第七节 循环系的进化	172
第八节 排泄系的进化	176
第九节 生殖系的进化	177
第十节 神经系的进化	178
第十一节 感受器的进化	184
第十二节 内分泌腺的进化	187

第四篇 生殖与个体发育(蔡堡)

第一章 生物的生殖	189
第一节 无性生殖与有性生殖	189
一、无性生殖	189
二、有性生殖	189
第二节 配子发生过程	189
一、精子的发生和结构	190
二、卵的发生和结构	193

第三节 受精·····	194
第二章 高等动物的个体发育·····	196
第一节 高等动物的胚胎发育·····	196
一、卵裂和囊胚形成·····	196
二、原肠形成过程·····	200
三、轴器官的形成·····	205
四、外内中三个胚层的衍生物·····	205
第二节 胚胎发育的理论·····	207
第三节 胚后发育·····	207
一、直接发育和间接发育·····	208
二、发育与环境条件·····	208
三、衰老·····	209
第三章 再生和移植·····	210
第一节 再生·····	210
一、生理再生和补偿再生·····	210
二、各种动物的再生能力·····	210
三、再生过程的控制问题·····	211
第二节 移植·····	211
一、移植·····	211
二、器官移植·····	211

第五篇 遗传与变异(卢惠霖)

第一章 染色体遗传学说·····	212
第一节 孟德尔-摩尔根学派的研究课题和方法·····	212
第二节 遗传规律·····	213
一、孟德尔的分离律·····	213
二、孟德尔的自由组合律·····	216
三、摩尔根学派的连锁律和交换律·····	217
四、摩尔根的基因直线排列学说·····	220
五、摩尔根的基因论·····	220
第三节 遗传的物质基础·····	221
一、染色体和基因在分布上的一致性·····	221
二、性别、性染色体和性连锁遗传·····	222
三、连锁和交换的染色体机制·····	224
四、唾液腺染色体和基因的细胞学定位·····	226
五、核酸和基因的关系·····	227
六、细胞质的遗传物质·····	230
第四节 遗传物质的突变·····	230
一、突变发生的一般规律·····	230
二、突变类型·····	231
三、诱变和诱变因素·····	232
第五节 基因的作用·····	233
一、关于基因作用的基本概念·····	233

二、基因和细胞质之间的相互作用·····	235
三、基因和环境之间的相互作用·····	237
第六节 染色体遗传学说的实践意义·····	238
一、在农业方面·····	238
二、在医药卫生方面·····	239
第二章 米丘林遗传学说·····	242
第一节 米丘林遗传学派的任务和方法·····	243
第二节 遗传性和变异性·····	243
一、遗传性和变异性的实质·····	243
二、遗传性的形成过程·····	244
三、遗传性的历史根源·····	244
第三节 遗传规律与遗传性改造·····	245
一、遗传性的保守性和其改造途径·····	245
二、生活条件改变下的影响·····	245
三、有性杂交·····	249
四、无性杂交·····	253
第三章 两家学说的主要分歧和评价·····	255
第一节 两家学说的主要分歧·····	255
一、观点和方法论方面·····	255
二、遗传理论的内容方面·····	256
第二节 两家学说的评价·····	257

第六篇 生物进化学说(卢惠霖)

第一章 生物进化的事实·····	259
第一节 古生物学方面的事实·····	259
一、动物出现的程序·····	260
二、饶幸保存的锁链·····	261
第二节 胚胎学方面的事实·····	261
一、形态方面·····	262
二、胚胎的生化过程·····	262
第三节 成体形态和生理方面的事实·····	262
一、动物主要类型的有限性·····	263
二、中间类型·····	263
三、血清蛋白沉淀反应的进化意义·····	263
四、动物界磷脂原的分布及其意义·····	264
第四节 遗传学方面的事实·····	264
一、驯化条件下的新型形成·····	265
二、多倍体与新型形成·····	265
第五节 地理分布方面的事实·····	266
一、纬度相同的大陆上滋生着不同类型的动物群·····	266
二、同一类型的动物,分散在远距的地区·····	266
三、两种岛屿上生物类型的差异·····	267
第六节 进化学说要点·····	267

第二章 生物进化机制	267
第一节 拉马克学说	268
第二节 达尔文选择学说	269
第三节 现代的进化机制学说	271
一、摩尔根学派的进化思想	271
二、米丘林遗传学派的进化思想	275

第七篇 动物和环境(伍律)

第一章 无机的环境因素	279
第一节 环境中的化学因素对动物的影响	279
第二节 温度对动物的影响	280
第三节 水分和湿度对动物的影响	282
第四节 太阳辐射能对于动物的影响	283
第五节 土壤对动物的影响	284
第六节 放射线对动物的影响	284
第二章 有机的环境因素	286
第一节 种内关系	286
第二节 种间关系	287
一、动物和植物间的相互关系	289
二、动物和动物的相互关系	290
第三章 人为的环境因素	291

生物学的过去和前瞻(蔡堡)

一、文艺复兴以前的情况	295
二、自文艺复兴以后至十九世纪末关于生物学发展的概况	296
三、二十世纪以来生物学的发展概况及瞻望	298

緒 論

第一节 生物学的定义和范围

生物学(Biology)是研究关于生命的科学,主要是阐明关于有生命物质即生物的发生和发展规律的一门科学。除发生和发展外,生物学必须要说明关于生命的基本物质组成、基本形态结构和基本特性,以及生物的种类、生物体的结构和功能、生物的遗传和变异、生物与环境的关系等等。这样,我们才有物质基础,才能从这个基础来说明关于生物的发生和发展的规律性。

生命的基本物质组成是以**蛋白质(Protein)**和**核酸(Nucleic acid)**为主要成分的原生质(Protoplasm),基本形态结构是**细胞(Cell)**,基本特性是与环境联系着的新陈代谢作用(Metabolism)及以新陈代谢作用为基础的**激应性(Irritability)**、**运动性(Movement)**、**生长(Growth)**、**生殖(Reproduction)**、**发育(Development)**、**遗传性(Heredity)**和**变异性(Variation)**等。尽管生物的种类是多种多样的,生物体的结构和功能也是多式多样的,但其基本物质组成、基本形态结构和基本特性都是相同的。动物如此,植物也是如此。这个一致性,正好说明了现存生物界是由一个共同的物质基础,通过和环境不断的作用,有规律地逐渐进化(即发生和发展)而成的。这个进化的一般规律为从简单到复杂,从低级到高级,就是从单细胞体发展到与环境相适应着的各式各样的多细胞体。生物学要具体地说明这些情况。

生物的发生和发展可区别为两个基本方面:生物个体的发生和发展,即**个体发育或个体发生(Ontogeny)**及生物种族的发生和发展,即**种族发育或系统发育**(也叫做**系统发生**)(Phylogeny)。生物个体的发生和发展,也是有规律地由简单到复杂,就是从**一个细胞(受精卵)**发育为一个成体及逐渐到衰老死亡。从生物的个体发育中,我们可以知道它的系统发育的大概情况。所以个体发育和系统发育也是有一个一致性的。生物学也要说明这些情况。

关于生物界的发生和发展的理论,即生物进化的理论,主要的有**拉马克学说**、**达尔文学说**及达尔文以后的**摩尔根学说**和**米丘林学说**,生物学也要说明这些情况。

综上所述,生物学要说明:(1)生命的基本物质组成、基本形态结构和基本特性及它们的规律性,也就是本书的第一篇**总论**;(2)生物的种类、生物体的结构和功能及它们的发生和发展的规律性,也就是第二篇**生物的类型**和第三篇**动物体构的进化**;(3)生物个体的发生和发展规律性,也就是第四篇**生殖与个体发育**;(4)生物的遗传和变异及摩尔根学派和米丘林学派对于遗传和变异的贡献和不同看法,也就是第五篇**遗传与变异**;(5)生物进化的证据及进化因素的各种学说,也就是第六篇**生物进化学说**;(6)生物与环境的关系及其规律性,也就是第七篇**动物和环境**。

最后,本书简述一下关于生物学的过去与前瞻,以明了生物学的发展概况和今后趋势。

第二节 生物学的分科和

学习生物学的目的

宇宙间的物质可分为有生命的物质和无生命的物质两大部分，而有生命的物质一般又可分为植物和动物两大类，总称为**生物或有机体 (Organism)**。专门以植物为研究对象的叫做**植物学 (Botany)**，专门以动物为研究对象的叫做**动物学 (Zoology)**。不论动物或植物都有很多种类，专门研究这些情况的叫做**分类学 (Taxonomy)**。它们都有形态和结构，专门研究这些情况的叫做**形态学 (Morphology)**、**解剖学 (Anatomy)**、**组织学 (Histology)**、**细胞学 (Cytology)**等。它们都有生理功能，专门研究这些情况的叫做**生理学 (Physiology)**。它们都有化学组成和化学变化，专门研究这些情况的叫做**生物化学 (Biochemistry)**。它们都有生殖和发育，专门研究这些情况的叫做**发生学或胚胎学 (Embryology)**。它们都与环境有密切的关系，专门研究这些情况的叫做**生态学 (Ecology)**。又有专门研究生物遗传规律的**遗传学 (Genetics)**；专门研究生物进化的规律及其因素的**生物进化论 (Organic evolution)**。此外还有**生物物理学 (Biophysics)**、**生物统计学 (Biometrics)**、**细菌学 (Bacteriology)**、**寄生虫学 (Parasitology)**、**昆虫学 (Entomology)**、**古生物学 (Paleontology)**……等等。这种种，都是生物学的分科，总称为**生物科学 (Biological sciences)**，因其研究对象都为生物。在这些分科之间，都有程度不同的关联，若一味强调而孤立起来看，是要犯错误的。

从这各个分科的研究中所得出来的规律和知识，基本地加以分析和综合了起来，便成为生物学。所以生物学也可视为各个分科的总纲。反过来，我们掌握了这个总纲，再进一步来学习各个分科，是必更易于理解。这是学习生物学的一个总的目的。

医学基础科中的人体**解剖学 (Human anatomy)**、**组织学**、**胚胎学**、**生理学**、**生物化学**、**病理学 (Pathology)**、**药理学 (Pharmacology)**及**微生物学**、**寄生虫学**等等，都是生物学的分科。不仅寄生虫和微生物是生物，而人自己也是生物的一种。关于它的解剖、组织、细胞、胚胎、生理、生化、病理、药理等等都要受生物学的规律所支配。所以生物学是**医学基础科的基础**，在医学教学中是一门必不可少的学科。这是在医学学校内学习生物学的一个基本目的。

生物为自然界中的一界。生物与无机界之间，及生物与生物之间，都有很密切的关联。这是自然界中的一个**大整体**。在生物体自身之中，各个部分，虽有主要的和次要之分，也是息息相关联着的，而组成了一个完善的整体。这是一个**小整体**。同时，生物又不断地由机体和环境之间的矛盾及机体本身内部之间的矛盾而发生和发展着。不论从整个生物界来看或从生物个体来看，都是如此。因此，通过生物学的学习，能逐渐建立起一个有**整体观**的和发展观的头脑。这也是学习生物学的一个目的。

在医学科学中所作的试验，如关于**生理功能试验**、**毒性试验**、**药物试验**、**外科手术试验**、**器官移植试验**等等，都必须以动物来进行。因此，关于动物的解剖、生理等知识及技术操作等对于医学生来说是十分必要的。这也是学习生物学的一个目的。

由此可知生物学在医学教学中的重要性。

第一篇 总 論

第一章 生命的基本概念

緒論中已經說明了生物學的定义和范围。現在要进一步來探討：什么叫生命、生物和非生物有什麼本质区别、生命是物质的还是超物质的、构成生命的物质有那些、生物和非生物界有着什麼联系以及生命的起源等问题。

关于生命的本质和生物与非生物的区别为生物学主要讨论的问题之一。从人类有史以来直到现在，一直企图解决这个问题。对于生命是什么的认识、了解和解释，主要是随着人类的生产实践促进了生产力和科学的不断发展而逐步改变着的。进入二十世纪以后，人们能自觉地以辩证唯物主义的思想方法和观点来探讨生命问题，从而获得了正确的认识和理解。

在人们生产力十分薄弱的时候，对于生命的理解，没有科学事实根据，而是凭着主观的臆想，把生物分为躯体和超物质的“灵魂”或“生命力”(Vital principle)，认为只有当“灵魂”或“生命力”附着躯体的时候，生物才有生命，才是生活的生物；认为“灵魂”或“生命力”能控制生物的生命活动，生命不是物质的而是超物质的，生命不服从任何自然发展规律，而是不可知的。这种唯心主义(Idealism)观点是不可能认识生命的本质的；但是反动的统治阶级和剥削阶级反而利用这种观点作为他统治和剥削的工具。

由于人们不断地努力，生产力随着提高了，便冲破了中古黑暗时代而进入了文艺复兴(Renaissance)时代。对于自然科学逐渐有了新的发展，对于生命逐渐有了新的认识。本着唯物主义(Materialism)观点，否认了自然界存在着任何超物质的力量，而应用物理的、化学的规律和原理来研究生命的问题，是很进步的；但当时将生命活动也看作是单纯的物质颗粒的机械运动，也是十分片面的。

在马克思、恩格斯所创造、列宁所发展的辩证唯物主义(Dialectic materialism)，对了解 and 解释自然现象的时候认为：世界按其本质说来是物质的；世界上形形色色的现象是运动着的物质的各种形态。因在自然界里，物质在不断地运动和发展的过程中，其内容越来越充实，存在的形式越来越复杂，便逐渐形成具有特殊运动形式的生命物质，即具有新陈代谢和自我更新的特性。这种特性是生命最主要的、最基本的特性。恩格斯给生命作出科学的定义：“生命是蛋白体的存在方式，这种存在方式实质上就是这些蛋白体的化学成分的不断地自我更新”^①。从现在科学研究的成果来看，蛋白体的主要物质应理解为蛋白质与核酸。

总起来说，辩证唯物主义者确认生命是物质的，是地球上的简单物质运动发展到一定阶段产生出来的，是以蛋白质和核酸的方式存在着，是以新陈代谢和自我更新的特殊形式运动着。从而生命问题获得了正确的认识和理解。

为了能够深入地了解生命的本质问题，兹就生命的物质基础和生命的基本特性——新陈代谢两个方面作为重点进行叙述。

① 恩格斯：反杜林论，人民出版社1957年北京版82页。

第一节 生命的物质基础

地球上所见到的生物,有动物和植物的区分,动、植物又各有其一定的形态。就形态来看,有大有小;就构造来看,有繁有简,但是从生物体的化学组成来看,都是由一种基本的物质所构成,即是原生质(Protoplasm)。

原生质并不是某一种的化合物,它的结构也不能用某一个化学分子式来表示,因为它是有许多化合物组成的一个极其复杂的综合体。

在生物体的细胞和组织器官中,进行着各种生命活动,为了深入了解各种生命现象,有必要首先讨论原生质的化学组成和物理化学特性。

一、原生质的化学组成

对于任何生物的原生质进行化学分析的结果,都含有碳、氢、氧、氮、磷、硫、氯、钠、钾、镁、钙及铁等元素。其中碳、氢、氧和氮四种元素的含量最大,约占原生质总量的98%;其他八种元素次之,仅占总量的2%;还有微量的锂、铍、锶、铜、锌、矽、氟、钴、溴、碘及锰等,称为微量元素。此外尚有放射性元素如镭、钍等。

在所有原生质的化学分析中所得到的各种元素,没有一种是生命物质所特有而为无机自然界所没有的元素,这足以说明生物界与非生物界的统一性。

所有的元素在生物体内是以不同的无机化合物和有机化合物的形式存在着,这些无机和有机化合物可以分成三种类型:第一种类型的物质是组成生物的成分,如蛋白质、核酸、碳水化合物、脂肪、水和无机盐类;第二种类型的物质是第一类型物质分解产物或合成物,如氨、尿素、尿酸、肌酸、氨基酸、脂肪酸、甘油、单糖以及其他物质;第三种类型的物质是生物活性物质,如酶(Enzyme)、激素(Hormone)、维生素(Vitamin)、抗体(Antibody)等。

各种类型的物质,有的在机体中以分子状态存在,如碳水化合物、甘油、脂肪、脂肪酸等;有的则以离子状态存在,如氨基酸离子(带正、负电荷)、无机盐类的无机元素的离子(有正、负);而蛋白质类的物质则以胶体状态(Colloid)存在。由于各种物质,尤其是蛋白质能互相作用,因而形成了具有复杂结构的复合体,特别是蛋白质复合体。兹一一分述如下。

水:水在机体内是含量最多的化合物,约占70~90%以上。但在不同的机体或是同一机体的不同器官,含量也有很大差别。如人的骨骼中约含水22%,肌肉含水约76%,在眼球的玻璃体中则含水99%,而在植物的种子中含水仅有10~14%。

水是很好的溶剂,许多物质都能在水中溶解,在水溶液中化学反应能强烈的进行,并且水的比热很高,因而它对生物的生活过程的进行和体温的调节,都有很大的作用。所以原始的生命是起源于水中,而现代的生命仍需要一定水的环境。

无机盐(Inorganic salts):无机盐是生命物质的成分,又是生命物质的环境。在干燥的原生质中无机盐约占2~5%。在机体内最常见的无机盐有钠、钾、钙、镁、硫、磷等的化合物。在陆生脊椎动物的体液中(包括人在内),其所含无机盐类的种类及在这些种类之间的相互比例,竟与海水的相似,虽然它的总含量只及海水的五分之一。这说明了生命从海洋中发生,在长期适应和长期进化中,仍旧保持了这个关系。

盐类在原生质中一般分解成阳离子和阴离子,如 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 PO_4^{3-} 等,有的和蛋白

质结合形成蛋白质的复合体,如血红蛋白、磷蛋白等。无机盐各有其一定的作用,如钠和钾的离子能维持生物体液的渗透压;钙为骨骼生长的重要物质,又能降低神经系的兴奋性,并参与凝血过程;镁与蛋白结合成蛋白复合体,参加酶促过程,能活化多种酶。在机体中的各种无机盐是互相联系和互相作用的,因此,不但要有一定的量,而且它们之间要有一定量的比例,才能维持生命活动的正常。例如人的体液若以钠的含量为100%,则钾为3.99%、钙为1.78%、镁为0.66%、氯为83.97%、硫酸根为1.73%。假如任何一种盐类在量上或在量的比例上过多或不足,都会引起生命活动的不正常,甚而停止生命活动,引起死亡。

碳水化物(Carbohydrates): 碳水化物亦称醣是生物能量的主要来源,又为组成植物细胞壁的重要物质,也是植物的基本营养物和支持物质。构成植物体的物质有85~90%为碳水化物,例如果糖、淀粉、纤维素及果胶等。在动物体内则有葡萄糖、半乳糖、糖原、氨基糖及其多聚物。

碳水化物是由碳、氢、氧三种元素化合而成。

在生物中的糖包括单糖、双糖和多糖三种。单糖和双糖易溶于水和酒精中,并具有透过性。多糖则与水成胶体溶液,不具透过性。

单糖的碳原子数目不同,可分**三碳糖**、**五碳糖**、**六碳糖**和**七碳糖**等,在生命物质中最重要的单糖为**五碳糖**($C_5H_{10}O_5$)如**核糖**(ribose)与**脱氧核糖**(desoxyribose)和**六碳糖**($C_6H_{12}O_6$)如**葡萄糖**。核糖和脱氧核糖是核酸和核苷酸的组成部分,合成复杂的化合物,如**核糖核酸**(Ribose nucleic acid 简称RNA)和**脱氧核糖核酸**(Deoxyribose nucleic acid 简称DNA)。葡萄糖是生命物质中供给能量的物质。

双糖是由两个6碳单糖分子缩合,失掉一个分子水而成,其分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 。在植物中重要的双糖为**蔗糖**和**麦芽糖**,在动物中则为**乳糖**。

多糖则是由n个6碳单糖缩合,失掉n个分子的水形成的($nC_6H_{12}O_6 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O$),其分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ (n可有不同的值),例如**淀粉**、**糖原**、**纤维素**等。

原生质中的碳水化物,大部分在呼吸过程或发酵过程中,作为消耗的原料。多糖是一种可以贮藏的重要营养物质,在植物贮存于根、茎、种子和叶中;在动物的肝和肌肉中为多糖(肝糖原和肌糖原)重要贮存的部位。糖原在肝中的含量可达20%,在肌肉中约含4%。糖原在动物体内受酶的作用分解为葡萄糖,参加物质代谢过程,也不断地进行合成过程。

糖类在机体中易于完全氧化,每克淀粉氧化时放出4.2大卡的热,以供生物生命活动所需的能量,同时放出**二氧化碳**和**水**。所以**糖类为生命活动所需能量的主要来源**。

脂肪(fat or lipid): 脂肪也是由碳、氢及氧三种元素合成,但脂肪含氧较少。各种脂肪都是由一分子甘油(丙三醇)和三分子的脂肪酸化合而成。脂肪的种类及特点,均决定于它们所含的脂肪酸的种类和性质。

脂肪存于机体某些组织中,例如动物的骨髓、结缔组织、网膜及皮下含脂肪最多;在植物的种子内也含有较多的脂肪。

脂肪在机体中氧化的时候,所放出的能量比碳水化物在氧化时所放的能量多出一倍有余。如**一克脂肪在氧化时可放出9.3大卡热**。脂肪的分解物仍为**二氧化碳**和**水**。在分解时放出的能量,可供给维持机体的生命活动。

另有一种与脂肪相类似的化合物,叫做拟脂。几乎所有的动植物细胞中都有,而以神经系统的细胞中特别多。拟脂具有极大的吸附能力,能使各种物质集中在细胞的表层,因此许多不溶于水而易溶于拟脂的物质,能更多的被细胞所吸收。所以拟脂在生命活动中起着极其重要的作用。

蛋白质(Protein):蛋白质是组成生命物质——原生质的主要成分,也就是说,它是所有微生物、动、植物体的组成成分,是维持生命过程不可少的物质,是生命的载体。蛋白质具有异常复杂的结构、多种多样的形式及不稳定性,又具有极大的变异性,且富有多种反应的特性。所以只有在了解蛋白质的本质和特性之后,才能对生命过程的实质、机体的各种生理状态及其疾病求得了解。

蛋白质在原生质的有机成分中约占80%。它的主要化学成分为碳、氢、氧、氮和硫,此外还有磷以及其它微量元素等。如动物蛋白干物质含量中有48~55%碳、5~7.5%氢、20~34%氧、15~19.5%氮、0.3~2.5%硫。有的蛋白质中还含有1~2%磷及微量元素如铁、碘等。

氨基酸(Amino acids)是组成蛋白质的基本单位。在自然界已经发现的氨基酸已有30种以上,但是其中只有27种氨基酸是蛋白质的组成成分。

氨基酸最重要特点,在于每一个氨基酸分子中有一个酸性的羧基($-\text{COOH}$)和一个碱性的氨基($-\text{NH}_2$)。由于它的同一分子既具有酸基又具有碱基,因而氨基酸为两性化合物;就是说它对于酸则为碱性物质,而对于碱则为酸性物质。因为氨基酸是两性化合物,所以它们之间能够进行缩合作用,合成为巨大的分子(氨基酸与氨基酸的缩合作用,是一氨基酸的羧基与另一氨基酸的氨基,脱一分子水,而以肽链联结,这种结合是蛋白分子中的基本联结形式)。氨基酸经过缩合作用所成的化合物叫肽类(Peptides),由多个氨基酸分子所成的肽,叫做多肽(Polypeptide)。蛋白质就是由多数氨基酸分子缩合成的高分子化合物。每个蛋白质分子所包括的氨基酸,少则数百(最少300个)、数千,多则可达几百万到几千万;因此,蛋白质的分子量是非常大的。例如人的血红蛋白为66,700,大豆荚中的脲酶为480,000,而核酸组织蛋白则达到2,300,000之多。

蛋白质分为单纯蛋白质和结合蛋白质两大类。

单纯蛋白质是仅由氨基酸组成,当水解时,即分解为氨基酸,例如清蛋白、球蛋白、谷蛋白、精蛋白、组蛋白及硬蛋白等。

结合蛋白质是在其蛋白分子中除含有氨基酸的组成成分之外,又有非氨基酸的成分(这一非氨基酸部分称为辅基,如糖类、酯类、磷酸等)。结合蛋白质依照辅基的化学性质,分成:(1)脂蛋白是以类脂为辅基;(2)色蛋白是以色素为辅基,如血红蛋白的辅基为血红素;(3)糖蛋白是以高分子糖为辅基,如动物的粘性分泌物则含大量的糖蛋白;(4)磷蛋白是由单纯蛋白质与磷酸组成,如乳中的酪蛋白;(5)核蛋白是以核酸为辅基,它是结合蛋白质中最重要的一类,它们在机体的生命活动中(也包括遗传过程)起着极其重要的作用,在细胞核内含量最多。

核酸(Nucleic acids):从结合蛋白质的核蛋白的结构可以知道核酸是核蛋白的辅基,核酸是细胞中的重要成分之一。例如肝细胞的核物质中有90%以上为核酸。

核酸是一种复杂化合物,其分子量约在20~500万,是由三类比较简单的化合物组成:(1)碱基(嘌呤碱(Purines)与嘧啶碱(Pyrimidines))(2)五碳糖(核糖或脱氧核糖);(3)磷

酸。一个嘌呤碱或一个嘧啶碱与一个五碳糖及一个磷酸结合成为**单核苷酸**(Nucleotide),再由多个单核苷酸分子结合成为**多核苷酸——核酸**。

核酸分为**核糖核酸**(RNA)和**脱氧核糖核酸**(DNA)两类。核糖核酸为细胞质中核蛋白的辅基;脱氧核糖核酸多为细胞核中核蛋白的辅基。细胞质中的核糖核酸主要存在于**微粒体**(Microsomes)内,在**粒线体**(Mitochondria)中存量较少。细胞核中的脱氧核糖核酸只存在于**染色体**(Chromosomes)内。

核酸对于生命活动是十分重要的,目前多数学者认为,**DNA**和**RNA**与蛋白质的合成有着密切联系;而**DNA**又对遗传性状发育的可能性有关。具有特异性的**RNA**对蛋白质的合成起着直接作用,**DNA**则通过**RNA**间接地控制蛋白质的合成。

酶(Enzyme):酶是复杂的蛋白质,为一切生命活动不可缺少的物质。酶是由生活细胞所产生,能在细胞内或细胞外起着**催化作用**(Catalysis),所以叫它为**生物催化剂**(Organic catalyst)。对于机体内物质的水解与氧化,对于组织成分的合成与分解等化学过程,在相应酶的参与下,能够异常迅速的完成。酶在催化过程,需要有适当的温度和pH,这样,能显示其催化活性最强。兹就酶和酶作用的主要特点说明如下。

酶的特异性:每种酶只能作用于一种或一类物质,使它进行一定的化学反应,生成一定的产物;这种现象叫做酶的特异性。例如**脂肪酶**对于同一类脂类的化合物都有作用,而对另一类的化合物却没有作用;又如**麦芽糖酶**只能促进麦芽糖水解为葡萄糖,对于另一种糖没有作用。

酶具有极强的催化性能,极少量的酶就能催化物质的化学转变过程。例如一份淀粉酶就能够水解1,000,000份淀粉成为麦芽糖。酶的催化速度也是十分快的,例如在40°C时,一分子过氧化氢酶能在一秒钟内分解550,000分子的过氧化氢,就是在百万分之二秒的时间内可分解一分子过氧化氢。

酶的激动与抑制:有些化合物能增加酶的活性,该化合物为酶的**激动剂**(Enzyme activator),例如氯化钠可为唾液淀粉酶的激动剂,增加它的活性。能减少酶的活性的化合物则为酶的**抑制剂**(Enzyme inhibitor),例如一氧化碳可为呼吸酶的抑制剂,减少酶的活性。也有的化合物对于某种酶起激动作用,对于另种酶则起抑制作用,例如氰化物为呼吸酶的抑制剂,但对木瓜蛋白酶有激动作用。

酶促合成的作用:酶不仅催化蛋白质、脂肪、碳水化物的分解过程。也具有催化这些物质合成的作用。酶促反应是可逆的,就是同一种酶既能促使一物质的分解,也能催化该物质的合成。例如麦芽糖酶可催化麦芽糖分解为两分子葡萄糖;而麦芽糖酶在浓葡萄糖溶液中,在一定的理化条件下,能促进合成麦芽糖。

根据酶的催化反应性质将酶分为多类:能催化蛋白质、多糖、脂肪及拟脂的水解为更简单物质的酶叫**水解酶**。水解酶为主要的酶,例如蛋白酶、糖酶、酯酶及脱氨基酶。能催化有磷酸参加的多糖(淀粉、糖原)分解反应的酶叫**磷酸化酶**,例如淀粉磷酸化酶。能分裂一个化合物为两个或两个以上化合物的酶叫**分裂酶**,例如过氧化氢酶。能促进电子或氢转移的酶叫**氧化酶**或**脱氢酶**,例如乳酸脱氢酶。此外还有**移换酶**和**异构酶**等。各种酶多存在于生物组织和体液中。

在近来对于酶的研究中,肯定了酶在细胞内是有秩序的、一个接着一个的、自动化的作用。例如在大麦发芽中,有两个连续作用的酶,先将淀粉转化为麦芽糖的**淀粉酶**,接