

医用生物学



上海科学技术出版社

医用生物学

上海第一医学院 上海第二医学院
上海中医学院 上海铁道医学院
編 著

上海科学技术出版社

內 容 提 要

生物學是醫學科學中一門基礎科學。因其原有範圍十分廣泛，現只就有關醫學方面的基本知識，作重點討論，故本書以醫用生物學命名。內容共十章：緒論、生命的本質和起源、有機體的基本結構、物種和分類、動物進化的主要階段、人體的由來、繁殖、個體發育、遺傳與變異、機體和環境，結合教育革命精神，精簡了一切重複繁雜的文字，尤其在第六、七、八章，把有關人體的進化、成長和發展，解釋透徹，為進一步學習醫學科學打好基礎。至於其他各章則分別重點和一般，以便在教學時，根據各校實際時數而相應加以伸縮。

醫 用 生 物 學

上海第一醫學院 上海第二醫學院

上海中醫學院 上海鐵道醫學院

編 著

上海科學技術出版社出版

(上海瑞金二路450號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

新華書店上海發行所發行 各地新華書店經售

上海市印刷六廠印刷

開本 787×1092 1/18 印張 16 12/18 字數 341,000

1960年9月第1版 1960年9月第1次印刷

印數 1—8,000

統一書號：14119·968

定 價：(十) 1.60 元

前 言

这本书是上海第一医学院、第二医学院、中医学院和铁道医学院的生物学教研组在上海市高教局的领导下，结合医学院以及中等学校教学改革的实际情况而编写的，目的在使医学院校的生物学教学能在中学的已有基础上进一步提高，紧密联系医学的专业，为学习医学科学打下较为广博的基础。

在教学内容方面，在必要的形态基础上，加强了生物界一般规律的探讨和分析，使同学对生命现象有正确的辩证唯物观点，从而能正确地对待有关人体的特殊规律，并明确除害灭病的重要性和可能性。

各医学院经教学改革后，对生物学这门课的名称、教学时数、内容和要求不尽相同，例如人体胚胎发育的总论部分，有的院校是归在生物学内讲授，有的结合在正常人体学新课程内或人体组织胚胎学内教。为了使这本书能被更多的学校所采用，我们把各种不同的要求尽量列入书内，以便根据各院校教改后具体情况，自由选用；如果不要求的，可以删减不讲。

自从1959~1960学年教学改革以来，同学学习的积极性大大提高，自学时间也有所增加，同学除听课和实验之外，还可以在教师的指导下通过自学而获得更为广泛而系统的知识，因此教学的内容应不再限于教科书的内容；而实际讲授的内容，也可以考虑当前具体要求而斟酌节减。

我们认为实验和讲课之间，应更好地配合，尽量避免不必要的重复，许多在实验中可以看到的形态结构，在讲课时可以不讲，但有关文字描述仍然保留，备作实验参考之用。实验的方法亦可灵活多样，有些部分可以结合学生科研，有些部分可用陈列展览的方式，或采用电化教具，这样可节省很多时间。

本书的主要内容和章节安排，是经编写小组反复讨论并广泛地征求各地院校、兄弟教研组和同学方面的意见后定稿的。各章节的具体领导人如下：第二至三章，上海中医学院王维俭同志；第四章，上海铁道医学院水新薇同志；第五章，上海第一医学院许由恩同志；第六章，上海第一医学院王志清同志；第一章及第七至十章，上海第二医学院董致稜同志。主编工作由董致稜同志担任，联系工作由许由恩同志和上海第二医学院徐静娟同志担任。四院生物教研组的其他同志集体收集资料，

集体参加编写。由于我们的水平有限，而且在编写过程中，随着教学改革的进展，内容方面一再变动，因此遗漏、错误和不恰当处在所难免，尚希采用本书的教师和同学多加指正。

编写小组 1980年7月

目 录

第一章 緒論	1
第二章 生命的本質和起源	7
第一节 生命物质的体系——原生質.....	7
第二节 生命物质的基本特征——新陳代謝.....	13
第三节 地球上生命的起源.....	18
第三章 有机体的基本結構	23
第一节 細胞的构造和生理.....	23
第二节 細胞的分裂.....	31
第三节 多細胞生物細胞間的分化和統一.....	40
第四节 細胞的衰老和死亡.....	43
第四章 物种和分类	48
第一节 物种的概念.....	48
第二节 物种的命名.....	49
第三节 分类的方法.....	50
第四节 生物分类綱要.....	51
第五章 动物进化的主要阶段	68
第一节 单細胞动物的阶段.....	69
第二节 具有組織分化的阶段.....	70
第三节 具有器官系統分化的阶段.....	73
第四节 器官系統进一步完善化的阶段.....	76
第六章 人体的由来	77
第一节 人的系統发生.....	77
第二节 体被系統的进化.....	81
第三节 骨骼系統的进化.....	86
第四节 肌肉系統的进化.....	99
第五节 消化系統的进化.....	104
第六节 呼吸系統的进化.....	111
第七节 循环系統的进化.....	116
第八节 排泄系統的进化.....	126
第九节 生殖系統的进化.....	131
第十节 神經系統的进化.....	136

第十一节 感受器官的进化	151
第十二节 内分泌器官的进化	159
第七章 繁殖	165
第一节 繁殖力	165
第二节 繁殖的方式及其发展	166
第三节 有性繁殖的过程和意义	169
第八章 个体发育	181
第一节 生长和发育	181
第二节 高等动物胚胎发育的方式及其发展	182
第三节 人体早期胚胎发育	198
第四节 决定胚胎发育的因素	208
第五节 变态发育	217
第六节 再生	218
第七节 衰老与死亡	222
第八节 动物的寿命	224
第九章 遗传与变异	227
第一节 遗传的形式	227
第二节 米丘林学说	229
第三节 基因学说	236
第四节 遗传变异和医学	246
第五节 遗传变异和物种进化	253
第十章 机体和环境	257
第一节 机体和无机环境	257
第二节 动物和有机环境	263
第三节 人和环境	276
附表	
(一) 常见人体内部寄生虫	283
(二) 常见人体体外寄生动物	285
(三) 常见人体寄生虫的中间宿主	285
(四) 常见有毒植物	286
(五) 常见有毒动物	288
(六) 常用药用植物	288
(七) 常用药用动物	292

第一章 緒 論

一、生物学的发展史和现状

生物学是研究生命的科学,它是农学和医学的重要基础。要说明这个问题,須要从生物学的发展史和现状说起。

在古代,自然界一切现象对人来说都是新奇的。许多学者在研究的时候以整个自然界作为对象,包括动物、植物、矿物等等,称之为博物学。随着知识的积累,研究逐渐深入,逐渐分门别类,一个人所能研究的范围也就逐渐专一化,因而在生物学的范畴内,又分成许多细目。例如:

分类学 研究生物的异同,把它们区别为各种不同的种类,并且寻找它们相互间的发展关系和起源。

解剖学 研究生物的内部结构,以及这种结构和生理过程及生活条件的关系。如把各类生物的结构加以比较,来阐明进化过程和规律,就称为比较解剖学。

生理学 研究各种生命活动的过程及其机制。如把各类生物的结构加以比较来阐明进化过程和规律,就称为比较生理学。

生态学 研究生命现象和环境因素间的相互关系。

生物地理学 研究生物的地理分布。

遗传学 研究前后代个体间的关系及其规律。

以上这些科目,都是专门研究一种生命现象的,实际上这样的范围还是很大,因此随着研究的发展还要再分,例如分类学先已分为动物分类学、植物分类学等等;继而又分为昆虫分类学、种子植物分类学等等;其他科目也是一样。

另有一些科目则以专门研究一类生物为目的,如微生物学、寄生虫学、原虫学、蠕虫学、昆虫学、脊椎动物学、无脊椎动物学、真菌学、藻类学、树木学、鱼类学、人类学等。还有讲到应用的时候,则又分不少科目,如农业生物学、医用昆虫学、经济植物学、海洋生物学等。同时随着显微镜的发明,又分出了组织学、细胞学、胚胎学等。此后则更进一步,大家把生物搬到实验室里,放在各种人工条件下试验,观察它们的变化,这样就有实验生物学、实验动物学、实验细胞学、实验胚胎学等科目产

生。在生理学方面,应用了化学或物理学上的知識和方法来加以研究,就产生了生物化学、細胞化学、生物物理学等科目。近年来随着原子能的利用,又有放射生物学的誕生,研究各种射綫对生命現象的影响。随着宇宙火箭的发展,人类将向宇宙空間发展,因而有高空生理学、宇宙生物学等科目产生。总起来說,生物学的发展,是从現象到本質,从形态到机能,从自然到实验,从大体到微观,从地球到宇宙。不論是哪一方面,目前未曾解决的問題还很多,今后新的科目还会不断地增加。

以上这些科目有一个共同的目标,就是研究生命現象,包括研究生命的起源、生命的本質、生命的特性、生命的发生和发展等。但这些科目都只是从某一个角度来研究,或者只是研究某一类生物,因此帶有片面性。在目前的阶段,已經有必要从各个角度、各个方面所获得的知識,把它們归納綜合,从而发掘生命現象中具有共同性的基本規律,再应用这些基本規律来指导各个專門科目,促进它們更健康地发展。这种归納綜合性的科学,就称为普通生物学,它建筑在一切生物科学的已有基础上,同时它又为一切生物学的基础。

二、生物学中唯心和唯物观点的斗争及其现状

在生物学的发展史中,一直存在着唯心和唯物两种观点的斗争,这两种观点的斗争又和社会制度的发展有密切的联系。在原始社会和奴隶社会时代,向自然作斗争的能力很薄弱,許多現象无法解释,就产生了超自然力——神——的信仰。如古希腊的学者柏拉图(Plato)認為物质世界的本身不能自行存在,而仅是观念世界的反映。亚里斯多德(Aristotle, 紀元前 384~322 年)認為上帝是万物的始終。这二人的以神的观念作为物质世界的基础学說,影响到以后几百年中哲学家和自然科学家們的世界觀,并成为生物学中很多唯心主义学派的出发点。在封建社会里,封建主借助宗教的势力来維持他們的統治地位,热烈地支持唯心的观念,使唯心观念象枷鎖一样鎖住人們的思維。甚至从十五世紀到十九世紀这一段时期,在欧洲,生物学方面有很多的发现,如比利时人佛沙里斯(Andreas Vesalius, 1514~1564)的解剖学研究,英国人哈維(William Harvey, 1578~1657)的血液循环研究,荷兰人刘汶荷克(Leeuwenhoek, 1632~1723)的微生物研究,瑞典人林奈(Linnaeus, 1707~1778)的分类学研究,法国人古維尔(Cuvier, 1769~1832)的比較解剖学研究等,但他們都未能突破唯心主义的框子。不但在观念上,受着各种說法如神創論、物种不变論、目的論、先成論、活力論、机械論等束縛;就是方法上,当时的学者在唯心主义思想的指导下,都是把物体和現象分成一定的类别,把它們孤立地、个别地来了解,似乎自然就是个别的、彼此不相联系的、不变的物体和現象的总

和,因此,分析也就被看作是研究自然的最終目的,是認識自然的唯一完善的方法,完全忽視了自然界的整体性。

唯物主义者認為世界是物質的,生命現象也就是由物質所产生,生物是發展的,相互間有联系的。我国春秋战国时代盛行阴阳五行学說,以阴阳二个方面來說明一切事物的相对性和統一性,以金、木、水、火、土五种物質作代表來說明事物的相生相克,亦即相互生长、相互制約的关系。黄帝內經就是以阴阳五行作为全部理論体系的主要組成部分,用它來說明人的結構、生理以及疾病原因、治疗方法等。在古希腊时代如赫拉克里特(Heraclitus)、德謨克里特(Democritus)等,他們否認超自然力的存在,一切現象都由物質产生。这些未經琢磨的唯物觀念,称为朴素唯物論;無論在國內或国外,都由于长期处于封建的統治下,始終得不到發揚。直到近代,在欧洲,首先比較有系統地提出生物进化理論的是拉馬克(Jean Lamarck, 1744~1829),他指出地球上最早的生物并不象我們現在所見的那樣复杂,而是以比較簡單的形态出現的。經過长时期发展的結果,才形成現在那些高級动植物。拉馬克还提出使动植物发生变异的是生活条件的变化,生物体在一生中所产生的变异,可以通过遺傳而在后代中保存下来。达尔文(Charles Robert Darwin, 1809~1882)总结了生物学各方面的成就,結合他周游世界时的敏銳的觀察,于1859年刊行了《物种起源》,提出了許多无可置疑的事实,确定生物是由少数簡單的类型发展到越来越多样、越来越复杂的类型,发展到我們現在所見的类型;并且提出发展的原因是环境的变化、生物的变异和自然的选择。达尔文对生物結構的合目的性作了唯物的解釋,那是生物对生活条件的相对适应,是通过变异和自然选择而造成的,并沒有任何自然界以外的力量参加。达尔文的进化論推翻了那些認為生物种类是彼此沒有任何联系的、偶然的、神造的、永恒不变的看法,第一次把生物学放置在完全科学的基础上。

达尔文的进化論致命地打击了唯心論形而上学和宗教,并粉碎了成見和迷信,因而受到当时的唯心哲学家、神学家和統治者的恶毒攻击。但尽管如此,进化論还是迅速而正确地指导着生物学各方面的发展,如古生物学,比較解剖学、分类学、生物地理学、胚胎学、生理学等,很快地在进化論思想的指导下获得新的成就,而这些新的成就,又倒过来証实进化論的正确。

达尔文的进化論限于当时的科学水平,并沒有达到尽善尽美的程度,內中还有某些缺点或錯誤。加上在資本主义国家里,为了維持反动的統治,一方面宣揚一切反对进化、反对发展的唯心学說,一方面又把达尔文学說硬搬到人类社会中来,企图将剝削和侵略解釋为人类社会中的生存斗争和自然选择現象,来掩飾資產階級的剝削和侵略本質,为腐朽的資本主义制度作辯护。于是乎唯物的进步学說,就完

全被庸俗化了。

在社会主义国家里則完全不同，繼續发展达尔文学說的巴甫洛夫学說和米丘林学說得到了发揚。巴甫洛夫(1849~1936)以客观的唯物方法，闡明了心理过程的唯物本质，創立了高級神經活动的科学基础。人类的思維活动，是客观世界的反映，是大脑皮質生命活动的結果，而大脑皮質是动物进化过程中逐渐发展形成的。

米丘林(1855~1935)指出机体跟它的必需的生活条件是辯証的統一體。机体对环境条件的要求和反应决定于物种的遺傳性，如果我們能了解机体遺傳性的本质，就能有意識有计划地来改变它們的遺傳性，創造新的品种。米丘林学說把生物学从偶然性和主觀性中解放出来，从一切局限性中解放出来，使生物学更好地为人类的幸福服务。

我国由于长期处于封建制度之下，虽整个生物学的发展受到一定影响，但在应用科学方面，尤其象农业、医学，都有很大的成就。清代后叶，帝国主义势力逐步侵入，西洋的科学也跟着輸入我国，在文化侵略之下格外使我国固有的生物科学得不到发展。解放后短短的十年来，生物学不論在性質上、方向上和方法上都有了根本的变化。几年来批判了唯心主义学說，以先进的巴甫洛夫学說和米丘林学說为基础，为无产阶级政治服务，在工农业建設中已起到一定的作用，获得一定的成就，前途是无限光輝的。

三、生物学和医学

一切知識都从实践中来，生物学知識亦不例外，它是从农业实践和医学实践中得来的。从古代說起，人类为了生存，急需要解决的有二件事，一件是食物，一件是疾病，都是和生物学有关的事。古代人类在寻找食物的过程中，不断和各种各样的植物和动物接触，先是采集植物的果实、种子，挖掘植物的根来充飢，以后又学会了栽种；在动物方面，通过狩猎而发展到馴养。在这些农业生产活动中，人类逐渐积累了許多关于动植物形态、构造、习性和用途等的知識。在另一方面，古代人类在謀求解除疾病痛苦的过程中，也积累了很多有关解剖、生理、葯物等的知識。我国古代記載农业和医学的著作很多，如医学方面的《內經》(始見于汉朝)和《難經》(約在隋唐时期)的內容包括很多人体解剖、人体生理、病理和治疗方法等知識；《神农本草經》(后汉时代的著作)已記載有 365 种葯物；陶宏景(南北朝)所著《名醫別錄》将葯物增加到 720 种，并将每种葯物的特性記錄下来；明代李时珍著《本草綱目》，記載葯物 1871 种，并附图 1126 幅，对动植物形态和生态記載頗詳。在欧洲也有同样的情况，例如古希腊提奥弗来泰(Theophrastus, 紀元前 380~287)被称为植

物学的鼻祖,就收集了很多药用植物。

同时,生物学知識的发展,又促进了医学的进展,这方面的例子不胜枚举。例如俄国人梅奇尼可夫(И. И. Мечников)研究无脊椎动物消化系統时,发现細胞内消化方式,他指出高等动物和人体内有某些細胞仍然保留着这种特性,不过在进化过程中,已由消化轉变为防御。由此他提出了“吞噬学說”,根据达尔文的生物种間斗争理論,建立了現代免疫学的基础。又如法国人巴斯德(L. Pasteur, 1822~1895)用煮沸的方法把微生物杀死后,发现微生物不能自然发生,因而引起了外科上的巨大变革。

医学和生物学有密切的关系,是容易理解的。然而正如第一节中所說,現代生物学已分离为許多科目,在医学院中所需要的生物学基础,已以解剖学、組織胚胎学、生理学、生物化学、生物物理学、寄生虫学、微生物学等科目出現,好象普通生物学已不起什么作用。

在第一节中也曾提到由生物学分离出来的許多科目,都只是从一个角度来研究生命現象,医学院中这些課程更是局限于人体,从整个生物学角度来看,是很片面的,因此还有必要以生物界的一般規律来作为前导。例如生物化学要講去氧核糖核酸(DNA)对于遺傳的关系,但只是从化学物質的角度来看;微生物学也講遺傳,只是限于微生物的范围;病理生理学則只从疾病的角度来講人类疾病的遺傳,如果学者事先不了解遺傳的一般規律,那就无法进一步研究上述各种特殊遺傳現象的基础。胚胎发育也是一样,如人的胚胎发育規律既有特殊性,也有一般性。一般性規律是从各种动物的胚胎发育中总结出来的,尤其是人不能作为实验对象,必須借助于其他动物的研究;只有从一般性中摸索出特殊性机制。

研究人体的一切現象,不論是解剖、生理、疾病或其他,絕不能把人体当做恒定不变的物体来看待。人体本身是历史发展的产物,而人体現在仍在发展的过程中。不同个体之間,不論在构造、生理、对病原体和药物的敏感程度和反应等方面,都可能存在着差异,这些現象也都是符合并且服从于生物界发生发展的一般規律的。

人类現在虽然已有高度的科学水平,但人类并不能脱离环境而孤立地生活,人和其他生物之間,存在着辯証的統一关系。所謂辯証的統一关系,就是說这种关系不是靜止的,而是不断在变化发展的:一种寄生物原来对人的危害性极大,可能引起死亡,但不久之后也可能变得无害;相反,原来无害的也可以变得有害。这种关系,也是种間关系的一种,它的一般規律,是普通生物学内容之一。

还有,医学的任务不仅是治疗疾病,还要消灭疾病,这就不能单看病的一方面,而要追根到病原的一方面,譬如为了微生物和寄生虫是引起傳染病的直接病原,就学习微生物和寄生虫学。但由于生物相互間的依存关系,还有无数影响人类健康

的复杂因素参加其中,对这些复杂因素加以个别的和精细的研究虽不属本书范围;如果我们能对生物间相互联系的一般规律有所了解,那么通过微生物和寄生虫学学习后,更易掌握全面,这也是研究生物学的重要内容。

总起来说,学习生物学的目的,主要在于确立辩证唯物的观点,通晓有机界的基本规律,从而能正确对待人体,对待一切生命现象,能更好地完成除害灭病、保障人民健康的伟大使命。

第二章 生命的本质和起源

生命是什么？它从何而来？这是几千年来一直在争论的问题。这个问题的解决，不仅是生物学上的一件大事，对医学亦将产生极大的影响；因为医学工作也就是维护人类生命的事业。如果我们能了解生命的本质，掌握它的规律，则医学上的许多问题，就会迎刃而解。

辩证唯物主义教导我们，世界上一切事物都是物质的，一切现象都是物质运动的表现。生命的物质基础是蛋白质，它的运动形式是新陈代谢；因此要了解生命的本质，就必须了解蛋白质及其新陈代谢的规律。

第一节 生命物质的体系——原生质

一、原生质的化学组成

现在的生命物质，已比原始的生命物质要复杂得多，它已不是单纯的蛋白质，而是以蛋白质为基础的多种物质的复合体系，通常称之为原生质（Protoplasm）。各种生物的原生质在化学成分上并不完全相同，就是一个个体的各个不同部分，原生质也有差异。总的来说，原生质所包括的元素可有 50 多种，其中约 10 多种在数量上较多，一般的比例如下表所列：

O.....	65%
C.....	20%
H.....	10%
N.....	3%
Ca	} 2%
P	
K	
S	
Cl	
Na	
Mg	
Fe	

除此以外还有含量极微的所谓微量元素,如 Li、Ba、Sr、Cu、Zn、Si、F、Cr、Br、I、Mn 等。上述元素结合成多种化合物,总括起来,分为下列两大类。

(一) 无机化合物 包括水和无机盐两类。

1. 水 原生质所含的无机物质中,按重量来说,水占第一位,通常占 65~90%。在不同器官中,水分的含量也不一致,例如人体各部分的含水量,骨骼为 22%、肌肉为 76%、甲状腺为 80%、脑为 86%、眼球的晶体达 99%。水的含量又随年龄而不同,一般是幼小的含水量较多,老年的含水量减少。

水是生命不可缺少的物质,它是良好的溶剂,除少数蛋白质、脂肪、碳水化合物以外,大部分物质都能溶解于水,各种新陈代谢过程如吸收、排泄及一切生物化学反应,都要在水溶液中才能进行。原始的生命起源于水中,现代的生命仍旧需要水的环境。

原生质中的水,大部分处于游离状态,但也有一部分直接与蛋白质分子紧密结合,参与生命物质的构成,称为结合水。结合水和游离水能随着代谢活动的进行而相互转变。原生质内的水和外环境中的水也经常代谢,例如变形虫体内水的代谢量在 24 小时内达体重的 615 倍。

自然界中除普通水之外,还有为量极微的重水 (H_2^{18}O); 由于它量的微少,通常不予计较。但应指出,重水对生命所起的作用与普通水不同,在浓重水中种子不能发芽,蝌蚪在 92% 重水中不能发育,100% 重水使酵母的发酵速度大为减慢,可见重水对发育似有抑制作用;但肿瘤置于重水中,似不受任何妨碍。重水对于正常生命活动所以表现出毒害,可能和它的物理特性有关,因为重水的比重与粘性都比普通水为高,但表面张力反而较小。

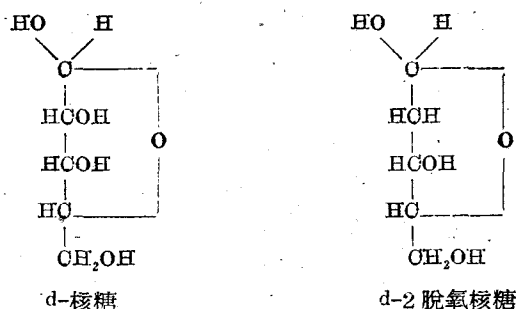
2. 无机盐 无机盐是生命物质的环境,也是生命物质的成分。原生质中无机盐的含量约为其干重的 2~5%,含量较多的无机阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^{++} 、 Fe^{++} 、 Fe^{+++} 等,阴离子有 Cl^- 、 SO_4^- 、 PO_4^- 、 HCO_3^- 等。它们的功用不一,或直接与蛋白质结合,组成具有特殊性质的蛋白质,如血红蛋白、磷蛋白等;或游离于水中,维持一定的渗透压和正常的生理活动。各种离子必须保持一定的比例,以人的体液而论,若以 Na 的含量为 100%,则 K 为 3.99%、Ca 为 1.78%、Mg 为 0.66%、Cl 为 83.97%、 SO_4 为 1.73%。这种比例和海水的成分近似,这也是生命起源于海洋的一个例证。

(二) 有机化合物 从功能上来看,有机物质是生命物质的基本成分。主要有以下几类:即碳水化合物、脂肪、核酸、维生素和蛋白质。

1. 碳水化合物(简称糖) 由碳、氢、氧三种元素组成,是有机化合物中的多羟醛或多羟酮。可分为单糖、式糖及多糖等类。

分子主鏈的碳原子數量從三個到六個的稱為單糖。其中以六碳糖 ($C_6H_{12}O_6$) 中的葡萄糖和五碳糖 ($C_5H_{10}O_5$) 中的核糖為最重要。

核糖常與其他物質結合成複雜的化合物，如核糖核酸、脫氧核糖核酸等。兩種核糖的構造式如下：



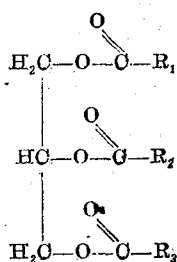
葡萄糖大都自由存在，為原生質中的供能物質。因為一克分子量的葡萄糖徹底氧化，可釋放出 686,000 卡的熱量。

式糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 是兩個單糖分子結合而成，大都是儲藏養料或代謝的中間產物，如蔗糖、乳糖、麥芽糖等。

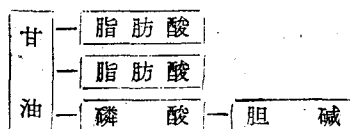
多糖 ($C_6H_{10}O_5$)_n 由許多單糖分子結合而成，大都是儲藏養料或原生質的保護性構造，如淀粉、糖元、纖維素、瓊膠、果膠、肝素和軟骨質等。

2. 脂肪 脂肪也是碳、氫、氧三種元素的化合物，分單純脂肪、複合脂肪及衍生物三大類；後兩類又合稱為類脂。

單純脂肪包括蠟和真脂，常見的動物油與植物油都屬於真脂，它是一分子甘油和三分子脂肪酸合成的酯。如以 R 代表脂肪酸的烴基，則真脂的化學結構通式為：



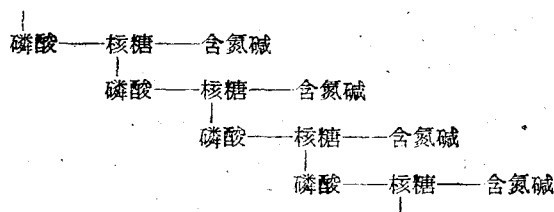
複合脂肪除包括甘油和脂肪酸外，還可能有其他的化合物。如卵磷脂就是由甘油、脂肪酸、磷酸和膽鹼所組成。



衍生脂肪包括的种类非常庞杂,凡是可溶于脂肪溶剂的脂肪水解产物,都归于这一类,其中以固醇的衍生物最为重要。

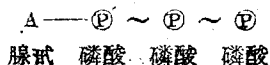
脂肪在生命物质中所起的作用主要有两方面,一是作为储藏养料,在氧化时释放能量;一是参加生命物质的组成。

3. 核酸 通常所讲的核酸是许多单核武酸的缩合物,如下表所示。单核武酸(或称核武酸)由磷酸、核糖、含氮碱三者组成。



具有核糖的称核糖核酸,具有脱氧核糖的称脱氧核糖核酸。含氮碱包括嘌呤碱和嘧啶碱。在脱氧核糖核酸中只有腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和胸腺嘧啶四种,但由于它们排列位置的不同,脱氧核糖核酸就可能有无数种类。这一点有极大的意义,以后还要讨论。

腺核武酸的磷酸基可以再和一个或两个磷酸结合,成为所谓二磷酸腺武(简称ADP)或三磷酸腺武(简称ATP)。这样的磷酸联结具有极高的键能,叫做高能磷酸键(高能键以~表示)。



高能磷酸键断裂时,每克分子放出的可利用能高达10,000至12,000卡,而一般低能磷酸键在水解时只放出2000~3000卡的自由能。所以三磷酸和二磷酸腺武等都是能的储藏所,它可以很方便地把能放出:或作为化学能用于化学合成,或转变为机械能完成机械功,或是转变为热能、光能等而放出。

4. 维生素 维生素含量虽少,但是维持正常生命活动所不可缺少的物质。各种维生素的化学成分极不相同,只能按其物理性质分为脂溶性及水溶性两类。脂溶性维生素包括维生素A、D、E、K等,它们对一切生物并非同等重要。水溶性维生素包括维生素B₁、B₂、B₆、B₁₂、C、P、尼克酸和尼克酰胺、遍多酸、叶酸和生物素等,它们主要参与某些生物催化剂——酶的辅基的组成。

5. 蛋白质 原生质的全部有机成分中,蛋白质占80%。蛋白质的基本组成单位是氨基酸,要了解蛋白质就必须先了解氨基酸的性质。

氨基酸约有20余种,由碳、氢、氧、氮四种元素组成,某些种类还含有硫或碘。就性质来说,它是含氨基的有机酸,如下式所示。