

高等医药院校教科书

生物化学

李 纘 文 主 編

人 民 卫 生 出 版 社



生 物 学

开本：787×1092/16 印张：20 字数：460千字

李 贻 文 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)

• 北京崇文区侯子胡同三十六号 •

北 京 新 华 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 · 1641

1958年8月第1版—第1次印刷

定价：(科五)1.80元[K]

1964年6月第2版—第11次印刷

印 数：30,001—35,000

序 言

第一版出书至今已六载,在此期间生物化学有了迅速的发展,因此需要进行相应的修订。本版中已将核酸代谢专列为一章,其他代谢各章亦均按新的发展加以修改。除此以外,原书其他章节中改变的也不少,在蛋白质化学、酶与激素等章中注意了结构与功能关系的说明。

为避免与其他课程的重复,根据教学大纲,取消了高、低等植物新陈代谢两章。关于水与无机盐的资料亦根据教学大纲将其分散于血液等章节中。

全书分大小两种字体排印,大字为必读部分,小字仅供学有余力同学的参考。

为便于查阅,将重要名词编成索引,为帮助同学学习外语起见,在索引中若干常见的生化名词后附注英文及俄文。

福建医学院林公际教授今次未参加编写,但在蛋白质化学与代谢以及酶、生物氧化、代谢总论等章中仍有些材料为林教授原文。本版的代谢总论、生物氧化、脂类化学与代谢三章的初稿系由安徽医学院崔耀宗同志执笔,崔同志也参加了审阅定稿工作。山东医学院赵永绩同志对于编写的组织工作以及索引的编制费了不少的精力。第一版印行以来曾收到不少读者的宝贵意见,一并说明致谢。

编者限于水平,书中错误在所难免。试用各校教师与同学于教学实践中发现问题,务请提出指正,是所至盼。

编 者

1963年11月

目 录

第一章 绪论	1
生物化学的定义与研究目的	1
生物化学的发展史	1
生物化学与其他科学的关系	4
生物化学课程的内容	5
总结	5
第二章 蛋白质的化学	6
概论	6
蛋白质是生命的基础	6
蛋白质在机体中的含量	6
蛋白质的组成元素	7
蛋白质的化学组成	7
氨基酸的化学结构	7
脂肪族氨基酸	8
芳香族氨基酸	10
杂环族氨基酸	10
氨基酸的物理及化学性质	11
一般性质	11
两性解离与等电点	11
氨基酸的化学反应	13
氨基酸的定量	18
蛋白质的分子结构	19
肽键与肽链	20
肽链中氨基酸的排列顺序	21
蛋白质中的副键	23
蛋白质的空间结构	25
蛋白质的性质	28
蛋白质的分子形状及分子量	28
蛋白质的解离及等电点	29
蛋白质的胶体性质	30
蛋白质的变性与凝固	33
蛋白质的颜色反应	34
蛋白质的沉淀反应	35
种属特异性及组织特异性	36
蛋白质的分类	37
单纯蛋白质	37
鱼精蛋白类	37

组蛋白类	37
清蛋白类	37
球蛋白类	37
谷蛋白类	38
醇溶谷蛋白类	38
硬蛋白类	38
结合蛋白质	38
核蛋白类	39
色蛋白类	46
磷蛋白类	48
糖蛋白类	48
脂蛋白类	48
总结	48
第三章 酶	50
概论	50
酶的概念	50
酶学的发展史	51
酶的化学本质	51
酶的催化作用机制	52
中间产物学说	52
吸附学说	53
酶反应的动力学	54
底物浓度的影响	54
酶浓度的影响	57
产物浓度的影响	57
酶的化学结构与催化活性之间的	
关系	57
酶的活性中心	58
酶原的激活	59
酶的催化性质	60
专一性	60
抑制作用	62
激动作用	66
温度的影响	68
氢离子浓度的影响	68
酶的命名与分类	69
酶的命名	69

酶的分类	69	甲状旁腺激素	103
酶的分布	71	肾上腺素	103
酶的制取与储存	72	肾上腺皮质激素	104
酶的提取	72	性激素	107
分离及提纯	72	胰岛素	109
酶的储存	73	胰高血糖素	110
酶活性的测定	73	脑下垂体激素	111
酶的定性	73	其他激素	113
酶的定量	73	总结	113
总结	74	第六章 新陈代谢总论	115
第四章 维生素	75	新陈代谢的概念	115
概论	75	新陈代谢的意义	115
维生素的发现史	75	新陈代谢与外界条件的关系	115
维生素的分类	75	新陈代谢研究法的原则	116
水溶性维生素	76	一般研究法	116
维生素B复合体	76	同位素标记法	118
维生素B ₁ (硫胺素)	76	条件反射的研究法	119
维生素B ₂ (核黄素)	80	新陈代谢的调节	120
维生素PP	81	“原始性”的调节	120
泛酸(遍多酸)	81	神经系统的调节作用	121
维生素B ₆	82	激素的调节作用	121
生物素	83	能量代谢的概念	122
肌醇	84	自由能的概念	122
叶酸	84	食物的卡价	123
对氨基苯甲酸	85	呼吸商	123
维生素B ₁₂	85	总结	124
胆硷	86	第七章 生物氧化	125
乳酸酸	87	概论	125
维生素B ₁₅	87	生物氧化的类型	125
维生素C(抗坏血酸)	87	生物氧化的意义和特点	126
维生素P(柠檬素)	89	生物氧化学说的发展	126
脂溶性维生素	89	氧激活学说	126
维生素A(抗干眼病维生素)	89	氢激活学说	126
维生素D(抗佝偻病维生素)	92	现代生物氧化的概念	127
维生素E(生育酚)	94	组织呼吸酶类	127
维生素K(凝血维生素)	95	氧化酶类	127
抗维生素	96	需氧脱氢酶类	129
总结	98	不需氧脱氢酶类	130
第五章 激素	100	递体或呼吸传递体	133
概论	100	电子传递链的顺序与组成	138
甲状腺素	100	过氧化氢的分解	139

过氧化氢酶	139
过氧化物酶	139
呼吸过程中二氧化碳的来源	139
直接脱羧反应	139
氧化脱羧反应	140
生物氧化过程中能量的生成	140
高能磷酸键	140
高能磷酸键的形成	140
总结	142

第八章 碳水化合物的化学与新陈代谢

代谢	144
概论	144
碳水化合物的生理功用	144
重要的碳水化合物及其分布	144
碳水化合物的化学	145
碳水化合物的分类	145
碳水化合物的结构式	145
碳水化合物的性质	150
碳水化合物的衍生物	153
碳水化合物的消化和吸收	156
碳水化合物的消化	156
碳水化合物的吸收	156
纤维素在营养上的功用	157
碳水化合物的中间代谢	157
糖在机体内的动态与血糖浓度水平的维持	157
碳水化合物的氧化	158
糖酵解-无氧氧化	159
生醇发酵与糖酵解的区别	163
乙醇在体内的代谢	164
有氧氧化	164
有氧氧化与无氧氧化的关系	169
磷酸戊糖代谢途径 (6-磷酸己糖代谢侧路)	169
肝糖原的生成	172
肝糖原的糖化	175
肌中糖原的生成与分解	176
血糖含量的调节	177
糖尿与糖尿病	178
总结	180

第九章 脂类的化学与新陈代谢

概论	182
----	-----

脂类的生理功用	182
脂类的分布	182
脂类的化学	183
脂肪的构造	183
脂肪酸的构造	183
磷脂的结构	184
磷脂的性质	185
糖脂的结构与性质	186
固醇的结构	186
固醇的性质	187
胆酸、胆汁酸与胆盐	187
脂类的消化与吸收	188
脂类的消化	188
脂肪的吸收	188
脂类的中间代谢	189
脂类的运输	190
脂肪的储存	190
肝脏在脂类代谢上的功能	191
脂肪的分解代谢	191
酮体的代谢	195
脂肪的生物合成	196
磷脂的合成与分解	197
胆固醇的合成与分解	198
脂类代谢的调节	199
总结	199

第十章 蛋白质的新陈代谢

概论	201
氮平衡	202
蛋白质的需要量	202
蛋白质的储藏	205
单纯蛋白质的消化与吸收	205
蛋白质的消化	205
蛋白质消化产物的吸收	207
蛋白质在肠内的腐败作用及生理解毒作用	207
腐败作用	207
生理解毒作用	209
蛋白质在组织内的合成与分解	213
氨基酸的一般代谢	214
氨基酸的脱氨基作用	214
氨的代谢	219
α -酮酸的去路	223

氨基酸的脱羧基作用	223	血液的化学成分	261
个别氨基酸的特殊代谢	224	水	261
含硫氨基酸的特殊代谢	224	血红细胞的成分	263
甘氨酸与丝氨酸的代谢	226	血浆蛋白质	263
苯丙氨酸与酪氨酸的特殊代谢	229	血浆蛋白质的分离与应用	264
色氨酸的特殊代谢	231	非蛋白质的含氮物质	265
组氨酸的特殊代谢	234	不含氮的有机化合物	266
肌酸的代谢	234	无机元素	267
肌酸的合成	234	气体在血液中的运输	268
肌酸的转变	236	氧的运输	268
肌酸与肌酸酐间的关系	236	一氧化碳的运输	270
蛋白质代谢的调节	237	血液中酸碱平衡的维持	272
中枢神经系统的调节作用	237	血液中的缓冲剂	272
激素的调节	237	呼吸对血液 pH 的调节	273
蛋白质、脂肪及碳水化合物代谢的相互关系	238	肾对于维持体内酸碱平衡的功用	273
蛋白质与碳水化合物代谢的关系	238	生酸物质与生硷物质	275
碳水化合物与脂类代谢的关系	238	血红蛋白的代谢	275
蛋白质与脂肪代谢的关系	239	血红蛋白的合成	275
代谢的控制	240	血红蛋白的分解与胆色素的生成	276
总结	242	胆色素的肠肝循环与排泄	276
第十一章 核酸的代谢	244	血液凝固与抗凝血剂	277
核酸的消化与吸收	244	血液凝固	277
核酸的分解代谢	244	凝血抑制因素	278
嘌呤硷的分解	245	抗凝血剂	278
嘧啶硷的分解	247	总结	278
核酸的合成代谢	247	第十三章 肌肉组织	280
核糖的生成	248	概论	280
嘌呤核苷酸的合成	248	横纹肌的化学成分	281
嘧啶核苷酸的合成	250	肌肉蛋白质	281
脱氧核糖核苷酸的合成	251	脂类	283
核酸的合成	252	浸提物	283
核酸的生物学作用	253	平滑肌的化学成分	285
核酸与蛋白质生物合成的关系	253	肌肉收缩机制	285
核酸与遗传及变异的关系	255	肌肉收缩的化学变化	287
抗核酸代谢物	256	总结	288
总结	258	第十四章 神经组织	289
第十二章 血液	260	神经组织的化学成分与代谢	289
概论	260	蛋白质	289
血液的生理功用	260	非蛋白含氮物质	290
血液的性质	260	脂类	291
		碳水化合物	291

神经组织的呼吸.....	291	交感神经素.....	294
无机盐.....	292	组胺.....	294
浸提物.....	292	5-羟色胺.....	294
核酸及核蛋白的代谢.....	292	总结.....	295
神经兴奋与传导的有关物质	292	附录：重要生物化学名词的外文缩	
γ -氨基丁酸.....	292	写	297
乙酰胆碱.....	293	索引	299

第一章 緒 論

生物化学的定义与研究目的

生物化学亦称生理化学,是生活物质的化学,它研究有生命物质的化学成分及机体內所进行的生活机能的化学过程。医药学院所讲授的生物化学以人体为研究对象,但是人类的食品及应用的药物来自动、植物,并且生物化学的成就又多是利用动物研究而获得的,所以本课程所论述的范围不能仅限于人类,亦必涉及不少其他动物与植物的资料。

生物为物质发展的最高阶段;它既是以物质为基础,则必然服从自然界的总的规律,物理的与化学的定理亦必能同样应用于生物。我们认识和掌握了这些规律,就便于利用自然而使其为人类服务。这是研究生物化学的最高目的。

生物化学的发展史

生物化学在十九世纪末与二十世纪初才成为一门独立的科学。但由于社会的发展,人类对于食品与医药的需要,在实践中早已利用了生物制品和积累了有关生物化学的知识,所以这门科学的应用在很久以前就已开始了。

中国在远古时代就已广泛利用生物制品于日常生活与医药方面。在夏禹时(公元前22~23世纪)仅狄已能酿酒。周礼(公元前12世纪)已有酱的记载。鲁宣公12年(公元前597年)就用神曲治胃病(直到现在酵母仍然是通用的健胃药),可见该时已知用微生物的酶来制造食品与药物。

我们的祖先在公元前12世纪已能制饴。饴是大麦经过发芽而产生的麦芽糖浆,诗经有“董茶如饴”的记载,饴的水分蒸发后成块称为饴,这就是现在的麦芽糖。在宋(10世纪)以前已制造豆腐,并广泛被人民利用,这表示我国早已知应用现代生物化学及胶体化学方法以提取和凝固豆类蛋白质。

二千年前我国医学经典著作“内经素问”对于配制膳食的原则是“五谷为养,五畜为益,五菜为充,五果为助”,就已具备现代营养学的知识。唐代(6世纪)孙思邈的“千金食治”与元代(13世纪)忽思慧的“饮膳正要”,已是现代营养疗法的应用。

曾经有过所谓方士,想从植物或矿物中找寻长生的药物。秦始皇曾派人入海寻长生不老的草。公元前2世纪已知烧炼丹砂,将金属用于治病,这是化学制药方法的开端。唯心论者幻想利用人工方法制备包医百病、返老还童的灵丹妙药,这个企图当然是不会成功的,不过他们在炼丹过程中所用的一些方法,却对于化学的发展起了促进的作用。

公元前2世纪“庄子”上已有瘰病(甲状腺肿)的记载;晋代(4世纪)葛洪所著“肘后方”就有用含碘丰富的海藻治疗瘰病的方法;唐代(8世纪)王焘所用治瘰的药物有36种,其中27种系含碘植物。我国对消渴病(糖尿病)症状的记载亦甚早;在“内经素问”中即已提及。唐宋(10世纪)以来,我国即已大量利用脏器疗法:鸭胚(鸡胃)治糖尿病,羊肾(包括甲状腺的头部肌肉)治甲状腺肿,紫河车(胎盘)用以壮阳,蟾酥(蟾蜍皮肤疣状突起的分泌物)治创伤,他们的认识多符合于现代内分泌学。

脚气病(维生素B₁缺乏症)在“内经素问”中称为厥,唐代(7世纪)孙思邈就有了详细的分析,已知是食米区域的疾患,且已应用含有大量维生素B₁的药物加以治疗。唐代(8世纪)陈藏器说:“久食白米令人身软,缓人筋也,予猫犬食之,亦脚屈不能行,马食之足重”,这样的动物试验观察结果,完全正确。7世纪的“巢氏病源”中对于雀目(夜盲症)已有记载,孙思邈首先用猪肝治疗。我国最早的眼科专著“龙木论”主张用现在所知含维生素A元(可转变成维生素A)的药物如苍朮及决明子等加以治疗。

明代(16世纪)李时珍的“本草纲目”集药物的大成,比其他国家的博物志有过之无不及,对某些药物的记载符合现代生物化学的制备步骤,对人体代谢产物的人中黄(粪)、尿、乳、血及月经等均有比较详细的观察。

根据上述各项事实,可见我国古代在酶、激素、维生素、新陈代谢等方面均已有不少的经验。但是生物化学和其他科学一样,由于封建制度的阻碍,未能有很快的发展。

生物化学在西洋的发展比较迟,也有炼金术者幻想利用化学方法创造复杂有生命的机体,甚至幻想制造人工的人。到15世纪出现医化学派,他们认为机体的生活现象只有用化学来研究才能有正确的认识,并且认为化学药品可治疗很多的疾病。根据化学观点,他们曾获得一些成就,如汞、铅、铁等制剂的应用。他们并且提出消化液中有酶的假说。因此,医化学派用化学观点解释生命现象,比之完全幻想是一个进步。

虽然如此,但由于他们为当时的唯心观点“活力论”所愚弄,认为机体内的化学过程是由某种超自然的“活力”所支配,使已有一些成就的生命化学误入歧途,使其发展受到阻碍;只有在这种虚伪的科学的“活力”学说推翻以后,当时的科学,包括生命的化学,才有了进一步的发展。

俄国科学家罗蒙诺索夫(Ломоносов)于18世纪前半期首先发现物质及能量不灭定律,确定了自然界一切变化(包括生物的变化)的物质基础,认为生命现象也受自然规律的控制,可以进行研究。化学在生命现象实际研究中有重要的作用,他说“没有充分的化学知识不可能成为一个优秀的医务工作者”。这个发现不但启发了拉瓦锡(Lavoisier)对呼吸化学的认识,说明了有机体内的变化一样地服从体外规律,而且促进了有机化学的发展。1828年魏勒(Wöhler)在实验室内由无机化合物合成尿素,于此有机物质首次用人工合成。此种发现反驳了有机化合物具有“活力”、非人工所能合成的错误观点,给生物化学奠定了发展的基础。

因实际生活以及医学的需要,有机化学蓬勃发展,染料、橡胶及药物的合成都有了很大的成就。碳水化合物是生命物质成分之一,首先用人工合成;脂肪是另一基本物质,首先从植物中分离出来,继而也用人工方法合成了。

丹尼列夫斯基(Данилевский)在19世纪后半期,在恩格斯氏的“蛋白质是生命的基础”理论的启示下,将蛋白质分解产物经酶的作用再合成为“类蛋白”,又指出蛋白质中氨基酸是以肽键相结合的。费什尔(Fisher)于19世纪末年确定了蛋白质中的肽键构造,并合成类似蛋白质的多肽。这些虽不是真正的蛋白质,但是企图用人工方法合成生命基础物质的蛋白质已有了开端。

一切对于有机化合物的结构和性质的研究属于叙述生物化学。有了这个基础可进一步了解生物有机体的组成与内部环境的一些情况。

在19世纪后半期,谢契诺夫(Сеченов)研究气体代谢,尤其对氧与二氧化碳在血液中

运输时的机制有很大的成就。当20世纪初叶,巴赫(Бах)与巴拉金(Палладин)首先提出机体内怎样进行氧化的问题,瓦尔堡(Warburg)、维兰德(Wieland)与开林(Koelin)等人,继续研究生物体内进行氧化的方法,由此发展成为现代生物氧化的学说。

1880年路宁(Лунин)发现除蛋白质、脂肪、碳水化合物、盐类与水以外,在营养上尚有其他不可缺少的物质。1912年霍布金(Hopkins)证明了营养上需要的所谓辅助因素。这些就是现今所谓的维生素。1882年高木兼宽曾用含有维生素的糙米防治日本海军中的脚气病,1897年爱克曼(Eijkmann)曾用精米引起鸡的试验性多发性神经炎,1912年冯克(Funk)经分析后建议“维生胺”的名称。从此以后继续发现不少营养上所必需的维生素。

叶绿素在植物光合作用中的功用是奇米亮捷夫(Тимирязев)研究的功绩。

由于浮林(Folin)与范司来克(Van Slyke)二氏对血液化学的研究成果,使生物化学得以广泛应用于临床诊断工作中。

由叙述生物化学逐渐进展到研究生物体内的化学过程,即动态生物化学。生物化学是在生理学的基础上发展起来的一门科学,生物化学的目的就是通过体内的化学变化来认识机体的生理机能,或者说,为解释机体的生理机能奠定化学基础。因之,最近生物化学更进了一步,研究化学变化如何体现为生理的机能,故称为机能生物化学。

叙述生化、动态生化、机能生化不是截然分开的三个阶段,而是在生化的发展过程中相互推动密切联系的三个方面。

最基本的生命的特征就是机体内部的新陈代谢以及其与外界之间的新陈代谢,由于进入体内的某些物质的化学变化而产生生活机能。机体不断自外界摄取物质,同时将体内废物排泄出去。将摄取的食物变为体内生命物质是为同化作用;同时将体内物质进行分解,把分解产物排出体外,是为异化作用。同化和异化永远是在一切生物组织中进行着的,是构成机体新陈代谢统一过程的两个对立方面。

米丘林的生物学的观点是无生命物质与动植物发展的统一性以及机体与外界相互作用的统一性学说。机体和生活环境的统一性就是说个体本身的发展需要不同的特有条件;换言之,活体的生长是由外界条件所决定的,是有规律的。个体如不处于适合环境中,或者死亡,或者被迫于外界条件而发生变异。机体是统一的整体,由互相联系、互相作用的许多部分所构成。所以学习生物化学不仅要研究生物的组成与体内化学变化的规律,而且要掌握和支配所研究的对象,有计划地将其运用到实际需要中去。

巴甫洛夫高级神经活动学说阐明了动物机体的整体性及其与外界环境的统一性,决定于神经系统的高级部位,高等动物机体内的生命过程则受大脑皮质的控制。自此生物化学不仅研究生物的化学成分以及活体中所有的化学过程,并且成为研究生理机能规律的科学。这是机能生物化学,是现代生物化学的一个发展方向。

最近生物化学的研究发展迅速,已到达分子水平,深入到亚细胞结构,主要的有如下的各个方面:(1)在新技术建立与应用以来,蛋白质已能提纯,已确知许多蛋白质的氨基酸组成及其排列顺序,对于蛋白质的空间结构亦已有充分的认识。如此乃能推论化学结构与生理功能的关系,对于蛋白质的生物合成亦能有所了解,因之可更进而使蛋白质人工合成的企图有实现的希望。(2)酶是蛋白质,因蛋白质的认识增加对于酶的了解,乃能深入探讨酶的作用机制,因而能更进一步阐明新陈代谢的过程。(3)因超速离心方法将细胞结构分

成各部分进行研究,断定了化学反应进行场所与细胞结构的关系。(4)对核酸的研究已认识到其与蛋白质生物合成以及其与遗传变异的关系。蛋白质生物合成过程中密码(参看核酸代谢章)的发现是近代非常特殊的贡献。这些工作仍继续在迈大步前进,对生命过程定将有更深入更重要的了解。

我国自从1926年中国生理科学会成立以来的三十余年间,现代生物化学才有一些发展。在蛋白质、食物营养、物质代谢、酶与抗菌素以及临床生化等方面都有一定的成就。但由于当时在国民党反动统治时期,未能加以重视,因而未能得到应有的发展。自从中华人民共和国成立以后,生物化学的专门研究机构的设立、高等学校中生物化学教研组不断的扩展,都标志着中国生物化学的蓬勃发展、欣欣向荣的新气象。目前我国对于蛋白质与酶的提纯与合成以及其理化性质的研究工作已有不少的成就。胰岛素肽链的一部分业已合成;琥珀酸脱氢酶的提纯已达相当的水平,对其辅基组成成分亦有所发现。在实际应用方面,生物化学的技术已广泛应用于疾病的诊断。常用抗菌素十多种与生物药品如胰岛素、ACTH、考的松等已制造成功,并已大量生产,符合实际应用。对于血浆代用品的研究也已有一定的成果。生化知识亦广泛应用于食品工业和制药工业。总之,我国近来生物化学的研究无论在哪一方面都已逐渐深入,在质量和数量也都正在迅速发展着。

生物化学与其他科学的关系

生物化学是化学科学中的一个部门。机体内的组成多为有机化合物,故生物化学与有机化学有着密切的关系。要研究生物体内的化学成分,也只有用分析化学的方法。从化学史上来看,叙述生物化学是在有机化学与分析化学的基础上发展起来的。生物体内的物质几乎完全是以胶体状态存在,体内化学过程莫不受酸碱度改变的影响,这就可以说明物理化学与生物化学的关系。近年来,物理化学技术的进展使化学家对生命的了解有了更进一步的发展。

生物物理学是用物理学的理论与方法研究生命现象的科学,与生物化学密切相关,对于生物一切活动的解释必须同时应用生物化学与生物物理学始能获得较为满意的结果。

生物化学本是由生理学分出而形成的一门独立科学,是企图用化学变化说明生物的生活机能,这就是动态生物化学的开端。巴甫洛夫为生理学开辟了新的领域,指出孤立地解释生物体内的化学过程是错误的,必须进而了解神经系统对体内过程的管制。自此,乃进入机能生物化学的阶段,使其有了新的发展方向。

生物化学研究人体内的正常化学程序。若这些程序受了阻碍或出现了异常现象,则发生病理改变。这些讨论属于病理生理学的范围。使用药物的目的是纠正体内异常的生物化学变化,使之纳入常轨以恢复身体的健康。药理学就是讨论这些治疗的效果。病理生理学及药理学的研究也都要利用生物化学的理论与技术。

微生物也是生物,在细菌体内同样进行着新陈代谢,与人类有相似之处。现已有不少微生物的生物化学的专著。细菌的检查及免疫与抗体的研究,均须利用生物化学的理论与技术。在生物化学中维生素与氨基酸的分析亦可用微生物学的方法。

组织学中的组织化学所用技术的原理亦多属于生化的范围。生化的研究已进入细胞与亚细胞阶段,组织学的知识亦为生化工作者所必需。

药物化学有一部分是研究药物的化学性质,以及其对于病人的机体的化学作用,这是

以生物化学关于物质正常代谢过程的知识为基础的。

生药取材于天然生物,调剂是使药物配制适合于病人应用,使能发生最大的效用;故生物化学与生药学、调剂学及药剂学都有关系。

疾病的治疗固然必须依赖于药物的生化作用,在诊断方面亦必须有充分生化的知识方可解释若干病理的改变以及生化检验的数据。所以生物化学也是医学的基础课程。

生物化学课程的内容

生物既有物质的基础,故首先应明了各组成成分的结构与性质。机体内的化学变化受一些活性物质——酶、维生素与激素的催化与调节,所以也必须了解它们的性质与其作用机制。

在体内同化与异化的过程中,所有物质有哪些新陈代谢的改变,以及如何体现为生活机能,这是本课程的主要内容。生物化学还阐明机体内一切化学变化如何互相制约、互相协助,如何受神经系统的管制以完成整体灵活完善的生活,并说明外界环境对于它们的影响。所讨论的对象多为正常情况下所进行的过程,为更深入说明问题,亦用病理状态的资料进一步地加以阐明,并随时注意到各种药物如何纠正反常的病理变化。更以组织器官为单位,综合说明化学变化与生活机能的关系以及机体的整体性。肝脏有“生化中央实验室”之称,具有多种功能,当在代谢各章中分别讨论。

总 结

生物化学是研究生活物质的化学,机体内的化学过程是机体生活机能的基础。

生物化学的发展自生活实践的应用开始,首先是研究生命物质的成分(叙述生物化学),继乃研究生物体内化学过程(动态生物化学),近始研究如何在神经系统管制下使化学变化表现为正常的生活机能(机能生物化学)。

在上述生物化学发展的阶段中,均曾经过不少唯物论与唯心论的斗争。但是唯有遵循了辩证唯物主义,生物化学才能得到正确的发展。例如,了解了生物的整体性与内外环境的统一性,生命活动的规律可以被人类所掌握和支配,等等,才能使之向有利于人类的方向发展。

生命的本质是机体内部同化与异化过程的统一以及其与外界的新陈代谢的协调,代谢停顿就是生命的终止。

生物是由无生物发展而来的,是物质发展的最高阶段。有生命的物质并不受所谓超自然的“活力”的支配,也服从物理的、化学的规律,是可以认识的,可以研究、并可加以利用和改造的。

李纘文

第二章 蛋白質的化学

概 論

蛋白质是生命的基础 人类对于蛋白质的认识始于禽鸟卵中的蛋白；其后知道是生物界中普遍存在的物质，是构成生物体的基本成分，对生命最为重要，因此称为蛋白质或阮。

早在十九世纪中叶，恩格斯第一个对蛋白质的重要性作了正确的估计。他认为生命总是和蛋白质分不开的，生命是蛋白质存在的方式。

恩格斯说：“无论在什么地方，要是我们遇到生命，我们总看到生命是与某种蛋白体相联系的，并且无论什么地方，要是我们遇到任何不处于分解过程中的蛋白体，我们毫无例外地总是遇到生命的现象”。（恩格斯著：反杜林论，83页，人民出版社，1956年）。

事实正是如此。依现代生物化学的验证，生物机体中存在的物质，无论何种物质和生命的关系都没有象蛋白质和生命之间的关系那样密切。不管是简单的低等生物也好，是复杂的高等生物也好，在它们机体内一定有蛋白质存在。病毒和微生物的细胞原生质的基础是蛋白质，植物和动物细胞原生质的基础也是蛋白质。

恩格斯认为：“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自我更新”。（恩格斯著：反杜林论，82页，人民出版社，1956年）这就是说，生命的基本特征是蛋白质的自我更新。更新就是两种对立的相互矛盾的反应——合成与分解——不断地联系着。在生活机体内，蛋白质经常保持着自我更新作用。

现在还证实了，蛋白质与生命的多方面的表现都是分不开的，例如神经的感受性、肌肉的收缩、生长增殖的机能，都是以蛋白质作为物质基础的。体内的生物活性物质有些是蛋白质，有些必须与蛋白质联系方能在生物体内发挥作用。

由此可见，蛋白质是生命的基础。

蛋白质在机体中的含量 人和动物体内最重要的组成成分是蛋白质。在新鲜组织中蛋白质的重量约占20%，如用于组织来计算约占45%。在某些器官内蛋白质的含量可超过干重的80%。植物体内蛋白质的含量相差悬殊，在新鲜组织中一般只有0.5~3%，在植物种子中达15%，豆类种子中含蛋白质最多，例如黄豆中的蛋白质几达40%。

动植物组织和器官中蛋白质的含量如表(二)1所示。

表(二)1 动植物組織器官中蛋白质的含量

器官与组织名称		新鲜组织中所含蛋白质的重量，%	器官与组织名称		新鲜组织中所含蛋白质的重量，%
肌	肉	18~23	卵	黄	15
肝	脏	18~19	卵	白	12
脾	脏	17~18	牛	乳	3
肾	脏	16~17	植 物 种 子		10~15
肺	脏	14~15	叶		1.2~3
心	脏	16~18	根		0.5~3
脑		7~9	茎		1.5~3
血	浆	6.5~7.5	果	实	0.4~1.5

蛋白质的组成元素 蛋白质为高分子含氮有机物，其构造极复杂，现在尚未彻底了解，但在自然界中，不问蛋白质的来源如何，其元素组成均相近似。除氮以外，主要的有碳、氢及氧，一般的蛋白质都含有硫。许多蛋白质还含有磷。碘、铁、铜及锌也为某些蛋白质的成分。各种蛋白质中主要元素的组成平均值如下所示，其他元素的含量都很微小。

元素	%
碳.....	50.6~54.5
氧.....	21.5~25.4
氮.....	15.0~18.3
氢.....	6.5~7.3
硫.....	0.3~2.5

由于一切蛋白质均含有一定量的氮，一般说来每 100g 蛋白质平均含氮 16g， $100 \div 16 = 6.25$ ，此商数称为蛋白质系数。所以测定各种生物物质中氮的含量，乘以系数 6.25，可以算出蛋白质的概量。

蛋白质的化学组成

研究高分子化合物的组成，常用水解方法。蛋白质用酸、硷或酶进行水解，最终产生氨基酸。由此可知，氨基酸是组成蛋白质的基本单位。

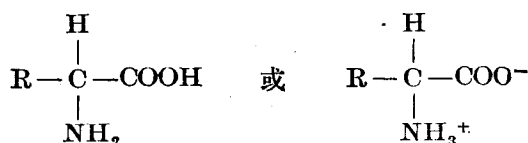
蛋白质在水解过程中，生成多种中间产物，依水解程度的不同，可分胨、肽、多肽、二肽及氨基酸。胨是变性蛋白质，不溶于水，溶于稀酸、稀硷。肽及多肽均溶于水，遇热不凝固，前者可由饱和硫酸铵沉淀，后者不能。

酸水解是常用的方法。蛋白质与稀盐酸或稀硫酸一同煮沸 12~48 小时始能完全水解，在水解过程中生成腐黑质，色氨酸、丝氨酸及苏氨酸被破坏。稀硷水解虽煮沸 10 小时即可完成，但许多氨基酸(含硫的氨基酸、含羟基及含胍基的氨基酸)被破坏，并使氨基酸外消旋化，实际上颇少使用。酶水解在 40°C 上下进行，作用和缓，氨基酸不致分解，常用的蛋白质水解酶如胃蛋白酶、胰蛋白酶及糜蛋白酶等；但只用一种酶难以水解完全，并需时很久。据近年报告，某些微生物的蛋白酶如枯草杆菌蛋白酶及链霉菌蛋白酶等有强力的水解作用，可将蛋白质完全水解。

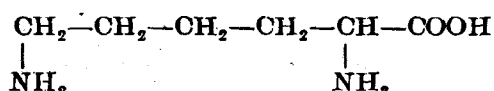
蛋白质完全水解后，就水解产物进行分离鉴定，得到 20 多种氨基酸，分述如后。

氨基酸的化学结构

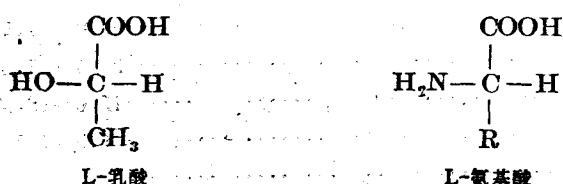
氨基酸含有氨基与羧基，其化学结构可用下列通式表示：



构成蛋白质的氨基酸都是 α -氨基酸，即其结构中的氨基 ($-\text{NH}_2$) 都是与邻接羧基 ($-\text{COOH}$) 的一个碳原子相连接。如由二个氨基构成的氨基酸，则其第 2 个氨基连接在末端的一个碳原子上。



除甘氨酸外,所有自然界氨基酸分子上的 α 碳原子均不对称,其构型与L-乳酸相似,故具有光学活性。在天然蛋白质中都是L-氨基酸。

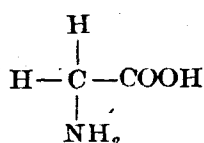


自然界中的氨基酸已经发现的种类很多,从蛋白质水解产生的氨基酸也有20多种。这些氨基酸可分为三大类:脂肪族氨基酸、芳香族氨基酸及杂环族氨基酸。

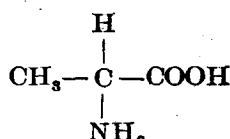
一、脂肪族氨基酸:

1. 一氨基一羧基酸:在其分子中含有相同数目的氨基和羧基,对石蕊纸呈中性。其中甘氨酸为氨基酸中最简单的一种,无旋光性,因有甜味,故名甘氨酸。

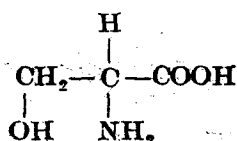
甘氨酸(氨基乙酸)



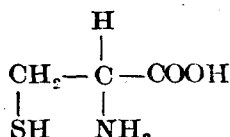
L-(+)丙氨酸(α -氨基丙酸)



L-(-)丝氨酸(α -氨基- β -羟基丙酸)

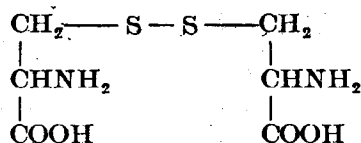


L-(-)半胱氨酸(α -氨基- β -巯基丙酸)



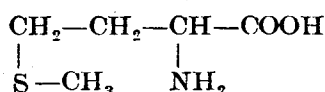
丙氨酸、丝氨酸、半胱氨酸可视为丙酸的衍生物。后二种酸是分别以羟基及巯基取代 β -碳原子上的一个氢,因此它们除氨基与羧基外,又增加了一个功能基。在磷蛋白中丝氨酸与磷酸成酯。

L-(-)胱氨酸(二- α -氨基- β -硫丙酸)



此种氨基酸是由二分子半胱氨酸氧化去氢,借二硫键连结而成,所以它是二氨基二羧基酸。

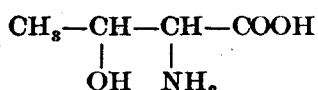
L-(-)蛋氨酸(甲硫氨酸, α -氨基- γ -甲硫基丁酸)



甲硫氨酸是丁酸的衍生物,在机体内它是甲基的供给体,也是一种含硫的氨基酸。机体内硫的代谢主要是与上述三种含硫氨基酸的转变有关。

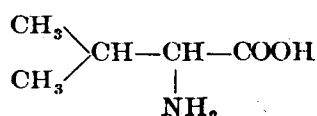
除甲硫氨酸外,还有一种丁酸的衍生物即苏氨酸。

L-(-)苏氨酸(α -氨基- β -羟基丁酸)

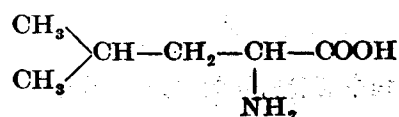


这种氨基酸也与丝氨酸一样,增加了一个羟基的活性。在磷蛋白中它是以磷酸酯的形式存在。

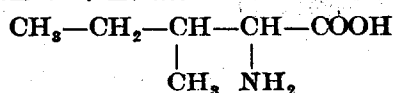
L-(+)缬氨酸(α -氨基异戊酸)



L-(-)亮氨酸(α -氨基异己酸)



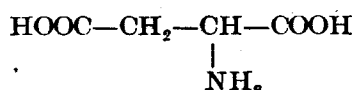
L-(+)异亮氨酸(α -氨基- β -甲基戊酸)



在以上三种氨基酸中,缬氨酸是异戊酸的衍生物,后二种是与己酸异构体相应的氨基酸。亮氨酸在发芽的种子内含量特多,在生醇发酵时为构成杂醇油主要成分的资源。

2. 一氨基二羧基酸: 在其分子中含有一个氨基与二个羧基,对石蕊纸呈酸性。

L-(+)天门冬氨酸(α -氨基丁二酸)



L-(+)谷氨酸(α -氨基戊二酸)

