

高等农业院校交流讲义

动物生物化学

北京农业大学編譯

畜牧、兽医专业用

农业出版社

前 言

生物化学是畜牧兽医專業很重要的一門專業基础課。但迄今为止国内尚無一本有关家畜生物化学的教材。几年来我校动物生物化学課程是采用自編的生化教材，其中內容上有关家畜代謝特点的材料比較少。在教学过程中也实在感到教材的缺乏。国内对家畜生物化学的研究工作在目前开展的还很少，所以自編一本家畜生物化学教科書还有一定困难。今恰值苏联莫斯科兽医学院生物化学教研組阿方斯基 (С. И. Афонский) 教授所著“动物生物化学”一書出版，該書反映了近年来家畜生物化学方面研究的新成就，其中有关家畜生物化学材料非常丰富，因此我們教研組的同志們將該書的內容全部譯出作为这本講义的主要內容。又根据我校几年来教学的經驗，在某些章节中适当刪去和增补一些材料。这本講义編譯的目的是为畜牧兽医專業学生在学习这門課程中提供一些便利，还可供畜牧、兽医工作者的參考。

由于編譯時間較為倉促，加上我們的業務水平有限，錯誤和缺点在所难免，希望采用本教材的兄弟院校讀者們多加批評和指正。

北京农業大学

动物生理生物化学教研組

1961, 4.

目 录

第一章 緒 論	1
第二章 家畜組織的化学成分	5
第一节 概論	5
第二节 机体組織的元素組成	5
第三节 机体組織的無机和有机化合物	6
第四节 組織水	7
第三章 醣的化学	8
第一节 醣的概述	8
第二节 醣的分类	8
第三节 單醣	9
一、單醣的互相轉化	17
二、單醣的一般特性	18
三、个别單醣及其衍生物的特性	19
四、單醣的衍生物——醣类	21
五、氨基醣	22
六、醣苷	22
第四节 第一族多醣	23
一、二醣	23
二、三醣和四醣	27
第五节 第二族多醣（膠状多醣）	27
一、淀粉	28
二、糖元	30
三、菊糖	31
四、纖維素	31
五、半纖維素	32
六、粘多醣	32
第四章 脂类（脂肪和类脂肪）的化学	33
第一节 脂类的一般特性	33
第二节 脂肪	34
一、脂肪的生理功用	34
二、中性脂肪的化学結構	35

三、脂肪的特性	36
第三节 固醇及固醇酯	39
一、胆固醇($C_{27}H_{45}OH$)及其酯	40
二、植物性固醇	42
第四节 鲸蜡、蜡、羊毛脂	42
第五节 磷脂	43
一、胆硷磷脂(或卵磷脂)	43
二、胆胺磷脂(或脑磷脂)	46
三、丝氨酸磷脂	47
四、缩醛磷脂	48
五、肌醇磷脂	48
六、神经磷脂	48
第六节 甾脂(脑甾脂)	49
第五章 蛋白质的化学	50
第一节 蛋白质的一般概念	50
第二节 蛋白质的元素组成成分	51
第三节 蛋白质的分离方法	51
第四节 蛋白质的物理—化学性质	53
一、蛋白质的分子量	53
二、蛋白质分子和蛋白质颗粒的形状	55
三、蛋白质的胶体化学性质	56
四、蛋白质的结架和膠溶作用	59
五、蛋白质的保护作用	60
第五节 蛋白质分子的化学结构	60
一、氨基酸——蛋白质分子的主要组成成分	61
二、蛋白质分子中氨基酸成分的测定	66
三、氨基酸的重要化学特性	68
四、蛋白质分子的多肽结构学说	70
五、蛋白质分子的二酮嘧啶学说	74
六、球状和纖維狀蛋白質	75
第六节 蛋白质的合成	78
第七节 蛋白质的分类	79
第八节 各类蛋白质及其主要代表性蛋白质的特点	81
一、單純蛋白質	81
二、結合蛋白質	84
第六章 酶	93
第一节 酶的概念	93
第二节 酶学说的發展史	93

第三节 酶的分离法	95
第四节 酶的性质	95
一、温度对酶的影响	97
二、环境反应对酶作用的影响	97
三、酶的特异性	98
四、酶催化作用的特点	99
五、异物对酶活性的影响	99
第五节 酶的化学本质	101
第六节 辅基的化学结构	102
一、焦磷酸硫胺素或羧化辅酶	102
二、辅酶 I	103
三、辅酶 II	103
四、磷酸核黄素	103
五、辅酶 III	104
六、磷酸吡哆醛	104
七、亚铁血红素	104
八、黄素腺嘌呤二核苷酸	104
第七节 酶作用的机制	105
一、中间产物学说	106
二、吸附学说	109
第八节 酶促合成的机能	109
第九节 酶的分类	111
第十节 酶的类、族和其中个别酶的特点	112
一、水解酶类	112
二、磷酸化酶类	114
三、加合酶类	115
四、氧化-还原酶类	116
五、移换酶类	117
六、异构酶类	117
第七章 激素	119
第一节 激素的一般概念	119
第二节 激素的作用机制	120
第三节 激素的分类	121
一、固醇类激素	122
二、蛋白质类激素	130
三、含氮硷类衍生物的激素	140
第八章 维生素	145
第一节 维生素的一般概念	145

一、维生素学的发展	145
二、维生素的分类	147
三、维生素在自然界的分布	148
四、维生素的消化	148
五、维生素的一般作用	149
六、维生素缺乏症的概念	149
第二节 脂溶性维生素	150
一、维生素 A (抗干眼病维生素)	150
二、维生素 D	154
三、维生素 E (生育酚或抗不孕维生素)	158
四、维生素 K (抗出血维生素)	159
第三节 水溶性维生素——B 族维生素	161
一、维生素 B ₁ (硫胺素、抗神经炎维生素)	161
二、维生素 B ₂ (核黄素)	164
三、维生素 B ₃ (抗皮炎维生素、吡哆醇)	166
四、维生素 PP (抗癞皮病维生素、尼克酸、尼克酰胺)	167
五、维生素 B ₁₂ (抗贫血维生素)	167
六、维生素 H (生物素)	169
七、对氨基苯甲酸	170
八、胆硷	170
九、肌醇	171
十、叶酸 (维生素 Bc)	171
十一、泛酸 (遍多酸或维生素 G)	172
第四节 其他的水溶性维生素	173
一、维生素 C (抗坏血酸)	173
二、维生素 P	174
第九章 生物化学复合体	176
第一节 生物化学复合体的一般概念	176
第二节 蛋白类复合体	177
第三节 蛋白脂类复合体	178
第四节 蛋白醣类复合体	179
第五节 脂类复合体	179
第六节 脂醣类复合体	179
第七节 蛋白乙酰类复合体	180
第八节 蛋白胺类复合体	180
第九节 醣乙酰类复合体	180
第十节 蛋白脂醣类复合体	180
第十一节 结合激素	181

第十二节 結合維生素	181
第十三节 結合酶	181
第十四节 結合生物硷	182
第十五节 結合無机物	182
第十六节 复合体中鍵的性質	183
第十章 消化和吸收的化学	184
第一节 消化液对飼料的作用	184
一、唾液及其作用	185
二、胃液及其作用	186
三、胰液及其作用	188
四、胆汁及其作用	190
五、腸液及其作用	193
第二节 飼料的酶和消化道微生物对飼料的作用	194
一、瘤胃	195
二、馬胃	196
三、小腸	197
四、大腸	197
第三节 物質在消化道的吸收	201
一、醣的吸收	202
二、脂肪的吸收	202
三、蛋白質的吸收	203
四、水和無机鹽的吸收	203
第十一章 血液、淋巴液、脊髓液和滑液	204
第一节 血液	204
一、血液的一般概念	204
二、血液的机能	204
三、血液的物理化学特性	205
四、血液的化学成分	210
第二节 淋巴液	232
第三节 腦脊髓液	232
第四节 滑液	233
第十二章 新陳代謝	234
第一节 新陳代謝的概念	234
第二节 中間代謝的研究方法	236
第三节 新陳代謝中化学能的轉变	239
第四节 新陳代謝中基本的生物化学反应	243
一、一般的反应	243
二、細胞內氨基酸轉变的反应	246

三、有关糖和脂肪代谢的反应	249
四、物质代谢中生物化学的转化反应	251
第五节 生物氧化	252
一、关于生物氧化过程的学说	253
二、生物氧化过程中的递氢体及其作用机制	255
三、重要的生物氧化体系及其酶类	259
四、过氧化氢酶和过氧化物酶	261
五、在生物氧化过程中 CO_2 的生成机制	262
六、生物氧化过程中能量的释放	263
第十三章 蛋白质的代谢	264
第一节 蛋白质的代谢是动物全部生活机能的基础	264
第二节 饲料中蛋白质的量和质	264
一、氮平衡及家畜蛋白质的需要量	264
二、不必要的和必需的氨基酸	266
第三节 抗氨基酸的概念	270
第四节 在新陈代谢过程中蛋白质的生物化学转变	272
一、蛋白复合体的分解及在蛋白酶类的作用下游离蛋白质的水解	273
二、体蛋白的水解产物——肽和氨基酸的转变	273
三、组织蛋白质的合成	278
四、氨基酸分解为最终产物	280
第五节 氨基酸分解产物的代谢途径	286
一、 α -酮酸和胺的代谢途径	286
二、氮在体内的转变	287
第六节 一些重要氨基酸的代谢特点	295
一、甘氨酸	295
二、丙氨酸	295
三、赖氨酸	296
四、精氨酸	296
五、酪氨酸	297
六、天门冬氨酸	298
七、丝氨酸	299
八、色氨酸	300
九、组氨酸	300
十、脯氨酸	301
第七节 硫的代谢及含硫氨基酸的转变	301
第十四章 结合蛋白质中间代谢的特点	305
第一节 核蛋白的代谢	305
一、核蛋白的消化及其产物的转变	305

二、核蛋白及核苷酸的合成·····	309
第二节 色蛋白的代谢·····	313
一、血红蛋白的分解代谢·····	313
二、血红蛋白的合成代谢·····	316
第三节 蛋白质代谢障碍·····	317
一、饲料中蛋白质不足时代谢的障碍·····	317
二、饲料中蛋白质的过剩而引起的代谢障碍·····	318
第十五章 糖的代谢·····	320
第一节 糖转化的一般概念·····	320
第二节 机体内糖的转化过程·····	320
第三节 机体组织中糖的合成及肝糖元的分解·····	321
一、糖元合成·····	321
二、糖代谢的调节·····	323
三、糖元的分解作用·····	324
第四节 糖在细胞内的分解过程·····	324
一、糖酵解作用·····	324
二、糖的有氧分解作用·····	324
三、糖代谢的旁路及戊糖代谢·····	334
第十六章 脂肪的代谢·····	339
第一节 脂肪转化的一般概念·····	339
第二节 体脂的合成和体脂的贮存·····	339
第三节 脂肪的生物化学复合体的形成·····	341
第四节 组织脂肪的分解过程·····	341
一、脂肪代谢的酶·····	342
二、甘油的氧化过程·····	345
三、脂肪酸的氧化过程·····	345
四、辅酶 A 在脂肪酸代谢过程中的作用·····	348
五、脂肪酸氧化的其他学说·····	349
第五节 酮体和家畜的酮尿症·····	350
第十七章 类脂的代谢·····	351
第一节 概論·····	351
第二节 在物质代谢过程中磷脂的转化·····	351
第三节 胆硷的转化过程·····	352
第四节 胆胺的转化过程·····	353
第五节 固醇类的转化过程·····	354
第六节 胆固醇及其衍生物的排出·····	355
第十八章 水和无机盐类的代谢·····	358
第一节 概論·····	358

第二节 水代謝	357
第三节 無机鹽的代謝	359
一、鈉和鉀	360
二、鈣	360
三、鎂	361
四、磷	361
五、氯	362
第四节 無机鹽类在动物机体內緩冲系中的作用	362
第五节 微量元素	363
第十九章 抗代謝物	366
第二十章 幼畜的新陳代謝特点	374
第一节 概論	374
第二节 幼畜体的化学成分及它們在成長过程中的改变	374
一、水	376
二、脂肪	377
三、蛋白質	378
四、無机鹽	382
第三节 生物化学体系的發生以及它們的机能	385
第二十一章 組織的生物化学	387
第一节 肌肉組織	387
一、肌肉的化学成分	387
二、肌肉活动时的生物化学过程	392
三、屍体的殭硬	395
第二节 神經組織	396
第三节 結締組織	398
第四节 骨組織	398
第五节 肝臟化学	399
第二十二章 乳化学	401
第二十三章 排洩物化学	404
第一节 概論	404
第二节 家畜尿的化学	404
一、家畜的尿量	404
二、家畜尿的物理化学性質	405
三、尿的化学成分	407
第三节 家禽尿的化学成分	412
第四节 皮脂和汗	413
附 录	415

第一章 緒 論

第一节 生物化学研究的范围及目的

生物化学是生命的化学。生物化学研究有机体的物质组成、在有机体内所进行的物质转变及能量转变过程、以及这些转变过程与外界环境的关系,所以生物化学是研究作为生命活动基础的物质代谢规律的一门科学。

在生物学全部发展历史中,对于生命本质问题的认识一直贯穿着唯心主义观点与唯物主义观点的斗争。唯心主义的观点将生命看做是非物质的,认为生命现象是某种超自然的“生命力”的表现。这种唯心主义的观点在十九世纪中叶以前在科学界中一直佔统治地位。在十九世纪后叶到二十世纪初可以说是在生物学研究中应用物理及化学的时期。此时期的学者们将有机体看作是一架活的机器,认为生命现象仅是按物理及化学规律所表现的形式。这些机械唯物论者认为只要在一般的物理和化学规律的基础上来研究生命现象就可以认识生命的本质。他们这种将生命现象归结为简单的非生命界的规律的观点显然是错误的。

对于生命本质的认识与唯心主义观点相反的辩证唯物主义观点,则认为有机体是物质组成的最高形式,生命现象是物质运动的特殊形式。既然如此,在有机体内物理及化学的规律就有着一定的局限性。而原生质生成的规律、生活物质的规律、以及复杂的多细胞的有机体的规律,这些规律我们总称为生物学的规律。而只有生物学的规律对于了解生命本质来说才是有重要意义的规律。也唯有辩证唯物的观点才给予我们关于生命物质性的正确认识,并且给我们指出认识它的途径。

伟大的革命导师恩格斯在八十年前就提出了“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。”^①这是一个天才的论断。这里所说的“蛋白体的自我更新”,也就是指物质在有机体中所进行的新陈代谢过程。

生物在一生当中,不断地从周围环境摄取所需要的养料,如糖、脂肪、蛋白质等,这些养料在体内参加化学变化,一部分同化成为机体的组成成分,一部分进行分解以供能。同时体内旧有物质也进行分解(异化作用),而被进入体内的新物质所代替。由于分解所产生的代谢物则排出体外,这种新旧物质在体内相互代替的过程称为新陈代谢过程,也就是生物体与外界环境之间所进行的物质交换过程,这种物质交换过程总称为物质代谢。所以物质代谢乃是無生命物质转变为有生命物质和有生命物质转变为無生命物质的矛盾过程有规律的统

① 恩格斯:“反杜林论”,人民出版社,1956年中文版,第82页。

一。这个矛盾的統一是通过在有机体与其周围环境統一的基础上所进行的同化及異化作用完成的。

在十九世紀以前,生物化学研究的問題主要是由化学(特别是有机化学)及生理学分別研究的。至十九世紀末和二十世紀初期生物化学才發展成為一門独立的科学。上面已經談过生物化学是研究作为生命活动基础的物質代謝的規律的科学,而它的研究目的不仅限于認識客觀生物界的規律性,更重要的是利用这些規律性来改造生物界。生物化学是现代生物科学發展的关键,因为生物学中的許多重大問題的解决都有賴于生物化学的研究。例如,生物化学在探討生命的起源和發展、遺傳性、生長和發育、腫瘤形成、免疫問題、預防和治疗疾病以及研究人类、植物和动物的营养方面都具有特別重要的意义。所以生物化学的研究在畜牧学和兽医学上显示着日益重要的作用。在畜牧業上为了定向培育家畜新的优良品种,也須探討遺傳性的生物化学基础。为了使飼养不同种类的家畜适合人类要求,必須探討其合理飼养的科學根据,其次在兽医学上的疾病診斷和治疗也是不能离开生物化学的分析的。临床生物化学的任务也就是要弄清各种重要疾病的發生發展的生化机制,从而提出診斷、預防和治疗的科学依据。并且生物化学在其他各方面如各种葯剂、抗菌素、疫苗、抗体制造方面也有着廣闊的領域。

第二节 生物化学發展簡史

生物化学的發展可分为古代及近代两个阶段,現分別加以概述:

一、古代 生物化学虽然是在十九世紀末和二十世紀初才發展成為一門独立科学,但是人类由于物質生活的需要,我們祖先已經通过实践在生产、飲食、医药各方面积累了許多与生物化学有关的經驗。据可靠的記載,公元前二十二世紀(夏禹时)我們祖先即能釀酒;公元前十二世紀(周朝)即能制醬和飴糖;公元前二世紀已經制豆腐。这說明我們祖先已知利用發酵作用来制造飲食,可以說这是近代酶学的开端,并且已經知道提取和凝集豆类蛋白質以供食用。在医疗方面公元后四世紀我国人民已知用海藻治疗癭病(即甲狀腺腫),与現代科学疗法完全相同。此外还在公元七世紀时孙思邈的著作中即載有用車前子、防風、谷皮等治疗脚气病,在此同时亦知食用猪肝医疗雀目(即夜盲症)。公元十世紀我們祖先就知道大量用各种动物臟器来治疗疾病,例如用羊腦(包括甲狀腺的头部肌肉)治甲狀腺腫,用胎盤作强壮剂。可見我們祖先不但对維生素缺乏症的治疗有貢獻,并且已知利用动物臟器来調节人体机能,而后者就是現代內分泌学的开端。又明朝(公元1522—1596)李时珍著“本草綱目”詳載葯物千余种,并对于某种葯物的記載附有关于現代生化原理的制备步驟。其中对于人体的代謝产物和分泌物如尿、乳汁以及血液等亦均有詳細的觀察。

根据上述各点,从古代起我們的祖先对許多有关生化方面的知識已有認識,并能加以利用,这对于生物化学發展是有一定貢獻的。

二、近代和現代 十八世紀欧美的自然科学受工業革命的影响而得到突飞猛进的發

展。偉大的俄羅斯科學的創造者羅蒙諾索夫(М. В. Ломоносов 1711—1765)在1748年發現了物質不滅及運動不滅定律,即確定了自然界中一切變化的物質基礎,並着重指出了化學在認識生命現象上的重要性。

在羅蒙諾索夫的物質及運動不滅定律的基礎上,拉瓦西(A. L. Lavoisier 1743—1794)發現生物體呼吸作用及生物氧化作用的本質。阜勒(Fwöhler 1800—1892)在1828年用人工方法由無機物第一次合成了動物體的代謝產物——尿素。尿素的合成更進一步摧毀了活力論的統治。這對當時生物化學的發展也有很大的推動作用。以後由許多科學家合成了醋酸、脂肪、糖等動植物體內的物質。同時李必赫(J. Liebig 1803—1815)第一個指出蛋白質作為動物體營養物質的重要性,並對於植物的營養問題的研究也得出重要結論。又巴斯德(L. Pasteur 1822—1895)對發酵作用的研究有貢獻,但對發酵理論的唯心解釋(即認為發酵是活體微生物活動的結果)則是錯誤的。1880年路寧(Лунин 1854—1937)證明了維持動物生存的食物中除脂肪、蛋白質、水及無機鹽等物質以外,還需要含有營養上不可缺少的其他輔助物質,這種輔助物質即現在所謂維生素類物質。

十九世紀後叶丹尼烈夫斯基(А. Я. Данилевский 1839—1923)發現蛋白質的水解物質在體外可借胃液酶的催化作用而重新結合為類似蛋白質的物質,此類物質稱為“類蛋白”。他又指出了蛋白質分子中的氨基酸是借肽鍵而相互結合。1899年費雪(E. Fischer)發展了丹氏的論點,提出了蛋白質結構的多肽學說,並且還合成了19肽。他們的工作對蛋白質結構及其合成方面作出很大貢獻。在1895年丹氏還提出來原生質構造的唯物觀點學說,即原生質不是蛋白質、脂肪、無機鹽等物質的機械混合物,而是這些物質所組成的複合體。這對於以後生物化學複合體學說的發展起着重要的影響。謝琴諾夫(И. М. Сеченов 1829—1905)在研究氣體代謝方面,尤其是在人和動物的血對 O_2 及 CO_2 的結合機制上的研究獲得了很大成就。此外一些生物化學家如巴赫(H. H. Baх 1857—1946)、瓦勃(Warburg)、巴拉金(В. И. Палладин 1859—1922)及維蘭德(H. Wieland)、開林(D. Keilin)等人相繼提出來氧激活及呼吸傳遞體學說,奠定了近代生物氧化學說的基礎。在1939年恩格爾哈特(B. A. Энгельгардт)等人對肌肉功能方面的研究上有卓越的貢獻。米丘林生物學及巴甫洛夫生理學中關於機體與外界環境統一的學說,對生物化學發展也起着強烈的影響。

在十月革命以後,蘇聯有關家畜生物化學方面的研究工作也在各研究所、農學院和畜牧獸醫學院等處開展起來。無論對於健康家畜和病畜體的物質代謝的研究方面,均取得了很大成就。如巴賓(Я. Н. Бабин)和格日茨基(С. З. Гжицкий)等學者對微量元素在家畜體內物質代謝中的作用的 research、卡札科夫(Х. Ш. Казаков)對動物血液中生化複合體的研究、阿斯丹寧(П. П. Астанин)對臨床生化方面的研究以及卡馬梁(Г. В. Камалян)對有機體物質代謝方面研究上都有很大貢獻。

其他西歐各國生物化學家的研究工作在生物化學發展上也有一定的貢獻。如美國的生物化學家索因海慕爾(Schoenheimer)以示踪原子法研究脂肪酸 β 氧化機制、匈牙利生物化學家斯特洛夫(Struuf)對於肌肉中肌動蛋白和肌球蛋白所組成的複合體的研究、美國的生物化學家

卡洛夫(Chargaff)对于核酸的研究、美国的生物化学家福林(Folin)和万斯来克(VanSlyke)对于血液分析方面的研究等。

綜合以上所述,在近代四十余年中生物化学發展的过程可以分为三个阶段:第一阶段是利用生物化学分析方法来研究生物体的物質組成,这一阶段可以称为静态生物化学阶段,第二阶段是研究生物体内的組成物質的代謝变化以及維生素和激素在代謝中的作用,这一阶段称为动态生物化学阶段;由于巴甫洛夫的高級神經活动学說使得生物化学联系生理机能及环境影响进行研究,而將生物化学的發展推向第三阶段即机能生物化学阶段。上述三个阶段是生物化学在發展过程中的必經步驟,它們之間不是彼此脫节,而是互相依賴 互相銜接的。

近代的中国的生物化学研究是在三十余年前开始的,但是由于反动政府对于科学的不重視,我国生物化学不能很好的發展。在吳宪领导的實驗室中,有比較集中和有系統的工作,特别是在营养、临床生化、蛋白質及免疫等方面有一些頗有价值的工作。此外少数科学研究机关和大学也有一些研究工作,但这些工作几乎全是有关营养方面的研究。总的說来,旧中国留下的生物化学基础是非常薄弱的。解放后,在党的领导下科学研究事業得到極大的重視,在这科学事業蓬勃發展中,生物化学研究机构和研究工作都有迅速的發展。

自党中央提出建設社会主义总路綫以后,科学事業在总路綫的指导下也在突飞猛进。尤其1958年以来,在三面紅旗的照耀下,国民經济各方面都在大躍进,文教事業和科学研究事業都以空前未有的速度向前發展,生物化学这門科学自然也不例外。解放十一年来,我国的生物化学研究工作者們对于蛋白質、酶、物質代謝、临床生化、营养以及維生素、激素等各方面的研究都取得了巨大的成就。其中尤以蛋白質及酶方面的研究成就更显著。临床生化工作也在广泛开展。在1958年大躍进中無論是科研机关和高等院校的生化工作者,以及广大的农、牧民在家畜的生物化学研究上和生产实践中,都获得很大成績,也积累了極其宝贵的經驗,如家畜营养、發酵飼料提高飼料的利用率、抗菌素飼料的广泛应用、激素在提高泌乳及多胎多产方面的应用、家畜免疫学以及兽医学的临床生化等。但是,这些有关家畜生化方面的研究工作可以說还只是剛剛开始,对于生产实践积累的丰富經驗也未能进行系統地整理并从理論上加以提高,自然还不能起到应有的指导生产实践的作用。

目前在党所提出的“全国必須集中力量加强农業战綫,貫徹执行国民經济以农業为基础,全党全民大办农業、大办粮食的方針”号召下,农業生产面临一个新的形势,更迫切地要求大力开展家畜生化方面的研究工作,加速畜牧業生产的發展。因此摆在我們生化工作者面前的任务是艰巨的。我們要坚决地依靠党的领导,深入生产实践和广大农、牧民一起开展家畜生化方面的研究,使家畜生化这門科学能起到指导生产、推动生产的作用。

第二章 家畜組織的化学成分

第一节 概 論

生物学中的辩证唯物主义观点曾指出生命物质性的正确概念，认为生命现象是能被人们所认识的。所以在十七、八世纪许多人即开始研究动植物组织中的化学成分，这些研究有着实际的理论意义。在十八世纪中叶，帕武阿兹(Павуазье)研究由动植物体中所提取的物质的元素组成。证明这些组成有机物质的元素是碳、氢、氧和氮四种元素。当化学分析方法更进一步完善之后，可以从各种不同的动物体中找出不同数量的各种成分。再以后有机化学家由他们的研究工作中更进一步认识到动物及家畜有机体的组织中化学成分是非常复杂的，因为他们发现在动物有机体组织中除去含复杂的有机物质如糖、脂肪、蛋白質等以外，还有大量的简单物质存在，如氨基酸、胺、酰胺、脂肪酸、芳香族酸、醛、酮、醌酸以及苯衍生物和吡咯衍生物等。

十九世紀在動物組織內發現了具有很大大生理活性,並且在物質代謝過程中起着重要作用的物質即酶、激素、維生素以及其他物質。

有些物質在動物組織中含量很大(50%以上);另外一些物質在動物體內含量很小(0.1—0.01%);第三類物質在動物體內則僅含微量(0.001 微克/1 公斤體重)。這些微量物質是利用光譜分析及螢光分析方法發現的。

第二节 机体组织的元素组成

从已知的 92 种元素中,在动物体組織內可以找到 60 种。其中有一部分元素可以在所有的动物体内找到,他們是实现生命基本机能所必需的元素;另外有一部分元素,只在某些动物体内含有,無疑的这些元素仅对这些动物具有重要意义。

氧、氫、碳、氮、硫、磷、鈣、鈉、鉀、鎂、矽、鐵、鋅、銅、碘、鎳是屬於第一類元素。

鋰、鈹、溴、氟、銀、汞、鉛、鎳、銻、鐮、砷、金、鉬、硼、鈾、錒、鈦、釩、鈷、鎘、鎘、鎢、鉍、鉑、鉀、銨、銻、鎂、鈣等是屬於第二類元素，此類元素中的大多數在動物機體內僅含有微量。

苏联学者韋爾納德斯基(В. И. Вернадский)在有机体的元素组成的研究中起了很大的作用。他将动物体的化学成分与土壤中的化学成分联系起来研究,指出在土壤中的那些善于组成富有活性化合物的元素,在动物体内也参与动物组织及器官的组成。有些在土壤中虽大量存在的元素,而在动物体内仅含有微量。

动物体内某些元素的含量如下表(以动物体重的百分数计算)。

表 II-1

动物体内某些元素的含量

元 素	%	元 素	%	元 素	%
O	62.43	S	0.08	Zn	0.003
C	21.15	Cl	0.03	Br	0.002
H	9.86	Na	0.08	Al	0.001
N	3.10	Mg	0.027	Si	0.001
Ca	1.90	I	0.014	Cu	0.00015
P	0.95	F	0.009		
K	0.23	Fe	0.005		

由上表可知动物机体主要由 O、C、H、和 N 四种元素组成。由这些元素再构成组织的基本有机化合物——蛋白质、脂肪及糖。

不同动物具有在它自己组织或体液内蓄积不同元素的性能。例如哺乳动物的血液善于蓄积铁，而甲壳动物，软体动物的血液善于蓄积铜等。在家畜的不同组织中也能蓄积不同的元素。例如碘蓄积在甲状腺组织内，锂蓄积在肺组织中，铜在肝内，锌在性腺内，氟在骨骼与牙齿内，矽在毛发内，溴在神经组织内蓄积。微量元素则在酶、激素内含有极微量。例如过氧化物酶中含有铁，氧化酶中含有铜，甲状腺素内含有碘等。

动物组织的元素组成与动物的种属、年龄、生存条件有关。某些动物体内基本元素的百分含量如下。

表 II-2

某些动物体内基本元素的百分含量

元 素	猫	小 白 鼠	蛙
C	20.56	10.77	7.38
H	10.52	10.15	10.28
N	3.31	3.21	2.17

在动物机体组织的成分中尚含有放射性元素的存在，如钾、铷、铯、钽、特别是被 β 和 γ 射线照射过的钾元素具有重要意义。动物机体善于在体内保持从外界环境进入体内的一定量的钙、镁、锂、铷、钽等元素的放射性同位素。

第三节 机体组织的无机和有机化合物

所有的元素在动物体内是以不同的无机和有机化合物形式存在，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动物组织中的成分如蛋白质、糖、脂肪、水和无机盐；第二种类型的物质是第一类型物质的分解产物或是合成产物，如氨、尿素、尿酸、肌酸、氨基酸、脂肪酸、甘油、以及其他物质；第三种类型物质是生物活性物质如酶、激素、维生

素、抗体等。

在上述的三种类型物質中,其中有的物質在組織中是以分子状态存在,如醋、甘油、脂肪、脂肪酸等。有的物質則以离子状态存在,如帶正或負电荷的氨基酸离子,和組成無机鹽的無机元素的正、負离子。还有的物質則以膠体状态存在,如蛋白質类物質。由于这些物質彼此間的相互作用,結果形成了大量的且具有复杂結構的复合体,特别是蛋白質复合体。因为蛋白質几乎能与以上所說的所有物質作用形成蛋白質复合体。

表 II-3

哺乳动物主要組織以及体液的化学組成

物 質	組 織					
	横 紋 肌	血 液	肝	腦	皮 肤	骨 骼
水	72—78	79	60—80	78	66	20—25
干物質	22—28	21	20—40	22	34	75—80
蛋白	18—20	9	15	8	23	26
脂和类脂	3	1	3—20	12—15	7	極少量
糖	0.6	0.1	1—15	0.1	存在	存在
有机浸出物	1.0	0.14	很多	1.0—2.0	»	極少量
無机浸出物	1.0	0.9	—	1.0	0.6	45

第四节 組 織 水

成年动物机体平均含水 60% 左右,有些組織含水在 90% 以上,有一些組織含水則少于 10—20%。在組織中只有一部分水是处于游离状态,这部分水称为自由水,而大部分的水是处于結合状态,称之为結合水。我們知道蛋白質以及体内某些其他物質是以膠体状态存在的,而水在这些膠体系統内是以水合物、鹽合物或吸附物形式存在的,或是靠膨脹压力束縛着。水的最后一种結合形式对动物組織尤其重要。动物組織內結合水的含量虽然很大(特别是在机体的成長期間),但是我們不能从活組織中挤出一滴水来。

表 II-4

各种組織中水含量的百分数

組 織	%	組 織	%	組 織	%
牙齒	10.0	心	79.0	脾	76.0
骨骼	22.0	腎	83.0	肺	78.0
脂肪組織	30.0	腦的灰質	85.0	血液	79.0
彈性組織	49.0	腦的白質	70.0	淋巴	95.0
軟骨組織	55.0	脊髓	69.0	胃液	97.0
肝	74.0	皮膚	72.0	唾液	99.0
結締組織	79.0	肌肉	76.0		

在研究家畜体内水的代謝过程中,研究机体組織对水的結合,以及排出水的作用具有重要的意义。