

# 动物生物化学讲义

北京市农业学校

## 目 录

第一章	绪论	.....	1
第二章	酶	.....	16
第三章	糖的代谢	.....	33
第四章	脂类代谢	.....	50
第五章	生物氧化	.....	69
第六章	蛋白质代谢	.....	85
第七章	糖、脂类和蛋白质代谢之间的关系	.....	105
第八章	核酸及其生物学功能	.....	114
第九章	水与电解质平衡	.....	135
第十章	酸碱平衡	.....	145
第十一章	钙、磷代谢	.....	155
第十二章	肝脏的生化	.....	164
第十三章	肾脏及尿液化学	.....	172
[附录]:	复习思考题	.....	179

## 第一章 绪 论

### 第一节：生物化学研究的内容和学习生物化学目的。

生物体是由那些化学物质组成的？这些物质正在生物体内都发生些什么化学变化？这些化学变化与生物的生理机能之间有什么关系？这就是生物化学研究的内容。而动物生物化学则是以动物为对象来研究这些内容的。

和其他科学一样，生物化学也是随着生产的需要而逐渐发展起来的。很久以前，我国人民即在生产中了解和应用了不少生物化学的知识，积累了不少迄今仍为有用的生物化学资料。例如早在春秋战国时期，我国人民就知道造酒做酱。唐代医生孙思邈便已知道利用海带治疗瘰疬（甲状腺肿）等。然而利用科学方法进行系统研究的现代生物化学却首先是由西方兴起的。早期的生物化学家着重于分析生物体的化学组成，我们称之为静态生物化学。静态生物化学的研究虽然使我们逐步了解到组成生物体的各种化学成分，但却不能认识这些化学成分在体内究竟发生了什么变化，因而不能了解生命活动的过程。我们知道动物是必需不断的摄入食物和进行呼吸的，否则就不能生存，这是什么缘故呢？原来动物摄入的这些物质要在体内发生各种化学变化，最后生成一些废物排出体外。正是因为有了这些代谢变化，动物才能运动、生长、发育和繁殖等，所以说这些代谢变化是动物所有生命现象的物质基础。因此要想了解生命活动的本质，就必须了解动物体内所发生的各种化学变化。所以当生物化学家对生物的化学组成有了一定的认识之后，自然就要研究这些物质在生物体内所发生的化学变化了，这就是所谓动态生物化学。有一个时期，人们曾经集中精力单纯的研究各种物质的代谢变化，而不去注意这些变化与生物机能之间的

关系。并且大致在1930~1950年期间把体内主要物质的化学变化过程基本上研究清楚了。然而人们不久就认识到，单纯研究这些化学变化，仍然不能真正了解生命过程的本质。于是生物化学家们便进一步研究这些变化过程与生物的生理机能之间的关系，这就是机能生物化学。机能生物化学的研究使我们懂得肌肉是怎样进行收缩的，物质是怎样吸收的，神经冲动是怎样进行传导的，以及在正常和异常条件下生物怎样调节其代谢过程和免疫作用的化学过程等等。近年来对生物遗传的化学本质也进行了较为充分的研究，甚至对大脑的记忆和思维过程等也在进行研究。总之，生物化学工作者正在企图阐明所有生命现象的化学基础。很明显，这些问题的阐明将使我们深入了解生命的奥秘，掌握生命活动的规律，为工农业生产和医疗服务。

当然，静态生物化学、动态生物化学和机能生物化学的划分并不是绝对的。以上所述只是为了说明过去生物化学发展的趋势。事实上人们对于生命的认识是逐步深入的。不了解生物的物质组成，当然不可能了解在生命过程中所发生的化学变化。不了解生物的物质组成及其化学变化，也就不能了解生命现象的化学本质。然而这并不是说只有把生物的化学组成及其化学变化完全研究清楚以后，才能开始研究生命现象的化学本质。时至今日，我们虽然对某些生命现象的化学本质已经有了较为深入的了解，但对生物化学组成及其变化仍有许多问题需要研究。当前生物化学工作者仍在继续研究生物的化学组成，化学变化以及它找与生理功能之间的关系，对这三方面的认识都在不断深入，推动着整个生物化学的研究向前发展。

早期生物化学的发展曾经是缓慢的，近二十多年来则发展非常迅速，这是因为在50年代初期有了几项重大的突破，其中主要是对蛋白质和核酸的结构的认识和研究方法上的突破。蛋白质和核酸是生命的最

基本的物质，可以说一切生命现象都是这两种物质活动的表现。因此，对这两种物质的结构和功能的研究，使得我们对生命现象的认识发生了划时代的转变，也就是使我们能够在分子水平上认识各种生命现象，这就是近年来兴起的分子生物学。分子生物学的兴起，把遗传学、育种学、病理学、药理学、免疫学以及所有生物学的各个学科都推进到一个崭新的时代。当前所有这些学科都不满足于过去所认识到的现象，而是要深入到分子水平，从物质的化学结构和变化上来认识这些现象的本质，掌握其规律并为生产服务。因此，现在所有这些学科，都比过去任何时候都更加重视和需要生物化学的研究了。生物化学的研究推动着这些学科的向前发展，这些学科的研究也推动着生物化学向前发展，这就是当前生物化学发展异常迅速的原因。人们普遍认为，在分子生物学方面不久将有重大的突破，人类将更能控制生命现象，对工业、农业和医学做出重大的贡献。

畜牧兽医工作者为什么要学习生物化学？简单说来，畜牧工作者的目的是要提高畜禽的生产性能，而兽医工作者则是要防治畜禽的疾病，因而他们都需要掌握动物生命活动的规律，所以都需要学习生物化学。近年来畜牧兽医工作者越来越重视生物化学的学习和研究，这一方面是由于畜牧兽医本身各个领域的发展，越来越需要深入了解动物的代谢机制，另一方面是由于近年来生物化学发展迅速，为畜牧兽医各个学科提供了极为有用的理论和手段。目前生物化学已成为饲养学、遗传学、育种学、药理学、免疫学以及临床诊断和治疗等不可缺少的基础学科。畜牧兽医工作者要学习这些学科，必需先学习生物化学，要研究这些学科，也必需掌握生物化学的理论和方法。这就是畜牧兽医工作者学习生物化学的目的。

## 第二节 生命的物质基础

和无生命的物质相比，生物的生命过程是极其复杂的。生物为什么会有这么多品种，不同生物为什么各有其千奇百怪的特征，这些特征为什么又能够遗传，生物为什么能够生长，繁殖，许多生物为什么会有意识，人为什么能够思维等等，自古以来就是非常引人入胜的问题。早期由于对这些问题迷惑不解，因而把生命现象看成为神秘的不可知的现象。直至18世纪甚至19世纪初，许多人还认为生物是由一些特殊的物质构成的，这些物质不但根本与无机物不同，而且也不能由无机物产生，只能由生物产生。甚至认为生物除了它是由某些物质组成的以外，还必须加上某种精神的东西才能具有生命，并把这种精神的东西称为“生命力”。所谓生命力，实际上就是指所谓的灵魂。

但是经过生物化学家和有机化学家多年的努力，逐步阐明了生物的化学组成。他们发现，组成生命物质的元素也就是组成无机物的那些元素，并没有特殊的元素。而且自从1828年阜勒 (Wohler) 首先用无机物人工合成了尿素以后，现在大多数组成生命的物质都能人工合成了。人们深信那些现在还不能人工合成的物质，将来也必定能由无机物合成，这就打破了过去人们所认为具有的生命界与非生命界之间的鸿沟。此外有许多过去人们认为不可思议的生命现象现在也得到了阐明。科学的发展打破了过去加在人们身上的唯心论枷锁，现在再也没有人相信生命是由特殊物质组成的，并且需要附以“生命力”的鬼话了。并且深信，生命也是物质存在的一种方式，人们完全可以通过科学的方法了解生命活动的本质和规律。

那么生命究竟是由一些什么物质组成的呢？现在查明在生物体内甚少存在有60多种元素，其中有些是生命活动所必须的，有些则可能是通过食物带到生物体内，而并非生物所必须。组成生命最多的元

素是碳、氢、氧、氮。这四种元素加在一起，约占生物体总量的95%以上。这些元素在生物体内以各种化合物的形式存在。

组成生物的化合物种类极其繁多，大体上可以分为有机化合物、和无机化合物两大类。在有机物中有蛋白质、核酸、糖类、脂类和其他有机物如维生素、激素等。在无机物中则有水和各种无机盐类。在无机盐中，有些在生物体内含量较多，称为常量元素，有些则含量极微，称为微量元素。所有这些物质的结构，它们在动物体内的代谢变化和它们的生理功能等，都将在以后章节中详细讨论，这些就是本课程的主要内容。这里仅就它们在生命活动中的主要作用做概括的介绍。

### 1、蛋白质和核酸：

现在认为，组成生物的物质种类虽然很多，但最基本的物质只有蛋白质和核酸，它们是所有生命，包括最简单的生命都必须具有的物质，是生命的物质基础。早在一百多年前，恩格斯即已指出生命是蛋白体的存在方式。他并且预言，人类一旦合成了蛋白体就合成了生命。这些在当时是很少有人同意的。然而科学发展到了今天，大量的事实证明了恩格斯的观点，因而再没有人对此提出异议了。按照现在的观点，恩格斯当时所说的蛋白体，就是指的蛋白质和核酸。现在人们不但对蛋白质和核酸的结构及其在生命活动中的作用有了愈益深入的了解，而且正朝着人工合成这些物质的方向迈进。20世纪60年代，我国科学家首先合成了世界上第一个人工合成的蛋白质——胰岛素，开辟了人工合成蛋白质的途径。人们深信，实现恩格斯的预言，人工合成生命的时代，已经不是遥远的未来了。

现在查明，在一个生物体内含有很多种蛋白质，每种蛋白质各自执行着一定的生理功能。例如在动物体内有一类蛋白质，它们起着催化化学反应的作用，我们称之为酶。已知动物体内的许多物质代谢过

程都是通过一系列的化学反应完成的。例如在动物体内葡萄糖变为乳酸共经12步反应，每步反应都需要一个特异的酶催化。由此可见在动物体内含有很多种酶，如果没有酶，则代谢反应不能进行，动物就根本不能生存。又如肌肉收缩是肌动球蛋白活动的结果；氧的运输靠血红蛋白；激素（很多激素是蛋白质）的功能是调节新陈代谢；免疫蛋白则起着防御作用等等。总之，现在认为所有的生命现象，都是特定的蛋白质活动的结果。一个动物体内含有成千上万种蛋白质，这些蛋白质活动的总结果，即表现为该动物的整个生命现象。

那末为什么不同的生物会有不同的生命特征，而同种生物则其生命特征基本相同呢？现在认为，一个生物的生命特征是由其所含的蛋白质决定的。不同种生物的生命特征不同，是因为它们所含的蛋白质有所不同之故，因而一个动物的子代的生命特征与其父代相同，正是因为子代所含的蛋白质与其父代基本上相同之故。

根据以上所述，我们自然会提到一个问题，那就是在一个生物体内所含蛋白质的种类已经是成千上万了，而地球上的生物又是成千上万，那末自然界的蛋白质究竟有多少种，它为什么会有这末多种类呢？

世界上究竟有多少种蛋白质是很难统计的，目前也还没有统计数字，然而我们可以肯定是非常之多的。而蛋白质能够有多少种，从理论上说则是无穷无尽的。

大家知道，构成蛋白质的基本单位是氨基酸。一个蛋白质分子是由几十个到几百个氨基酸分子线型联结在一起而形成的。我们可以把它形象化的比做一条串珠（不形成环状的），每个珠子即相当于一个氨基酸。蛋白质的种类虽然很多，但组成蛋白质的氨基酸却只有二十种，就像串珠是由20种不同颜色的珠子构成的那样。但是我们可以设想，当用20种珠子制成串珠时，则可因珠子的总数不同，各种珠



子的比例不同，以及珠子的排列顺序不同而形成不同的串珠，这样制成的串珠种类简直是无穷无尽的。同样可以理解，由20种氨基酸形成的蛋白质的种类也是无穷无尽的。正是由于蛋白质的种类无穷无尽，因而才由蛋白质形成了成千上万种的生物，使得我们世界上的生物五光十色，绚烂夺目。

如上所述，生物的生命特征是由其所含蛋白质决定的，子代的生命特征与其父代相同，是因为子代所含的蛋白质与其父代基本相同之故。因而生物遗传的实质，就是控制子代所含的蛋白质与其父代相同而已。那末生物是怎样进行遗传的呢？是否是由父代把其所食的蛋白质直接交给子代呢？事实又不是这样。现在查明，生物的遗传是靠核酸进行的。

和蛋白质一样，核酸也是一类生物大分子。核酸的结构方式也和蛋白质相似，它是由许多个核苷酸分子线型联结形成的。核酸分为两大类，一类是由四种核糖核苷酸构成的，称为核糖核酸（RNA）。另一类是由四种脱氧核糖核苷酸构成的，称为脱氧核糖核酸（DNA）。DNA是生物的遗传物质。

DNA做为遗传物质有两个重要的性能，一是能够复制，二是能够转录。所谓复制是指在一定条件下，一个DNA分子可以转变成两个与原来的DNA分子完全相同的分子。这样，当细胞分裂时，母细胞中的DNA分子可先复制成为两个，并分配在两个子细胞中。因此，当细胞分裂后，每个子细胞中都有一个和原来母细胞中相同的DNA分子。DNA的转录是指DNA分子能够指导合成与其相当的RNA分子。DNA分子很大，在转录时仅转录其分子中的一定的片断。DNA分子中包含有许多这种片断，因而可转录出许多种不同的RNA分子。不同的RNA分子又可指导合成具有不同结构的蛋白质

分子。由此可见，是DNA分子中的每个具有特定结构的片断，决定着一个具有特定结构的蛋白质分子。我们把DNA分子中的这种片断叫做基因。动物的DNA分子有成千上万个基因，因而能够指导合成出这个动物所特有的成千上万种蛋白质来，从而表现出这种动物的生命特征。综上所述可见，一个生物的生命特征是由其所含的蛋白质决定的，而一个生物究竟含有那些蛋白质，则是其所含的DNA的结构决定的，即在DNA的分子结构中，蕴藏着蛋白质结构的信息。什么样的DNA分子合成什么样的蛋白质分子。因此归根结底，生物的特征是由其所含的DNA分子的结构所决定的。

由于可见，生物的遗传是信息的遗传，即父代把其所含的DNA经过复制传给子代，而在子代细胞中，按照其DNA分子（与父代的完全相同）中的信息，又制造出与父代完全相同的各种蛋白质，从而表现出与父代相同的生命特征。

以上所述即为蛋白质和核酸的主要功能，从它们的主要功能即可明显的看出，蛋白质和核酸是生命的最基本的物质基础了。

## 2、糖类和脂类

在动物体内虽然也有一小部分糖类和脂类与蛋白质或核酸在一起共同构成细胞的必须成分，但糖类和脂肪的主要功能是供给生命活动所需的能量。如果我们把生物比做火车头的话，则蛋白质和核酸相当于构成火车头的机件，而糖和脂肪则相当于燃烧的煤。糖和脂肪在动物体内都能彻底氧化分解成二氧化碳和水，同时释放出能量供动物运动、消化吸收、泌尿以及合成各种必须物质等生命活动之用。和没有火车头的机件就没有火车头一样，没有蛋白质和核酸就根本不会有生命存在。但是只有火车头而没有煤的不断燃烧则火车头不能开动，同样只有蛋白质和核酸而没有糖和脂肪的不断氧化分解供能，则生命活动只

好停止，生物也就死亡了。这种比喻虽然并不十分恰当，但能形象化的说明问题，使我们对生物体内的几种重要物质的作用有一个基本的了解。

既然糖和脂肪的主要功用都是供给能量，那么为什么动物一定需要这两类物质？只有一类物质不行吗？答案是不行的，这个道理以后还要详细讨论。但简单说来，糖是当即利用的燃料，脂肪则是储备的燃料。我们知道，在动物的饲料中糖的含量是最大的。这些糖类经消化吸收到体内后，当即利用分解供能。而一时用不掉的多余的糖，则在体内转变为脂肪储备起来，以备糖的供应不足时动用。在动物体内糖的含量是很少的，而脂肪的含量则很多。脂肪组织是能量物质的储存库。

### 3、水：

在动物体内的所有物质中水的含量是最多的，一般约占体重的60~70%。然而它的重要性却常常被人们所忽视。事实上水是生命活动的非常重要的物质。水的生理功用是多方面的，而最重要的是生命活动必需在水中进行。我们知道，生命活动是靠一系列的代谢反应维持的，这些反应都要在溶液中进行，而水则是最好的溶剂。不仅无机盐类和一些小分子有机物能溶于水，就是生命的最基本物质蛋白质也是溶于水的。事实上细胞的各种成分大都以不同的方式溶于水中并在水溶液中进行着生命活动。而就一个动物整体来说，~~整个~~的细胞也都是浸溶在水溶液中，即体液之中的。~~不浸溶~~在体液之中的细胞是不能生存的。由此可看出水是生命必不可少的物质，没有水就不能有生命，更不要说水还有许多其他的生理功能了。（这些在以后的章节中将仔细讨论）。现在公认，生命起源于海洋，就是说最初的生命就是在水溶液中产生的并进行活动的。当生物进化发展成为陆生动物后，

虽然做为一个整体，这些动物似乎是不在水中生存了。然而事实上它们的每个细胞却仍然必需在水溶液中生存。动物体内不要说不能没有水。就是水少了也要发生疾病，少到一定的程度就要死亡。

#### 4、无机盐类：

在动物体内含有多多种无机盐类。其中如Na、K、Ca、P、Mg、Cl等含量较多，称为常量元素；而Cu、Fe、Zn、Mn、I、F、Co、Mo、Se等则含量甚微，称为微量元素。已知的无机盐类的主要生理功能有：(1)它们在体液中以适当的浓度和比例存在，提供细胞以适宜的介质，细胞才能发挥其正常机能；(2)有些在体液的渗透压中起主要作用，而体液的渗透压则与物质的吸收，转运以及分泌等有密切关系；(3)有些盐类在维持体液的正常PH中起着重要的作用；(4)有些组织，如骨骼和牙齿等的矿物质含量很高，以维持其硬度；(5)有些元素则是某些生物学活性物质的必须成分，例如铁是血红蛋白的成分，碘是甲状腺素的成分等。另外许多元素是某些酶的必需成份等。由此可见，无机盐类也是生物的必不可少的成份。近年来对于无机盐类的代谢及其生理作用的研究越来越受到重视，现在认为它们的作用很重要也很复杂，并且相信，深入研究无机盐类的代谢和功能，将使我们了解许多生命的奥秘。

#### 第三节 细胞的结构

大家知道，构成机体的上述各种成份，并不是杂乱无章的随意堆积在一起就可以形成生命的，而是高度组织起来的。只有把上述各种物质精细的装配在一起，才能各自发挥其特定的作用而表现出生命的现象。对于高等动物来说，这些物质首先是组织起来形成细胞，细胞是高等动物生命活动的基本单位。一个高等动物是由亿万个细胞组成

的，每个细胞都进行一定的生命活动，执行一定的生理机能，它们既有分工，又互相配合，完成着整个动物的生命活动。因此为了掌握整个动物的生命活动规律，必须掌握每个细胞的生命活动规律，而为了掌握单个细胞的生命活动规律，必须首先对其结构有个基本的了解。关于细胞的结构这里不能详述，下面仅就其与生物化学过程有关的方面做简要的介绍。

细胞的结构是很复杂精细的。高等动物的细胞属于真核细胞。真核细胞均由细胞膜、细胞质和细胞核三部分构成。细胞质和细胞核由细胞外表的薄层的细胞膜包裹。细胞质可分为有形成分和无形成分两部分组成。无形成分为细胞质基质，简称基质，又称为胞液；有形成分包括细胞器和一些包含物。细胞器包括线粒体、内质网、高尔基复合体、溶酶体、过氧化物体、核蛋白体等。细胞核和细胞器的外面也由膜结构包围起来，它们分布于细胞质中，所有这些膜结构本质上都与细胞膜相同，因此膜结构构成了细胞的主要成分。不仅膜本身起着重要的生理机能，而且通过膜还把细胞分隔成许多部分，犹如一个工厂分成许多车间。各部分都有特定的生理功能，并且紧密配合，使细胞代谢能按一定的方向和速度有秩序的进行，以顺利的完成细胞的生命活动。

### 1、细胞膜：

细胞膜（其他膜也一样）的基本结构是由两层脂质（主要是磷脂）分子构成的脂质双层薄膜，它是液态可动的，在这个液态的脂质双层膜中镶嵌着许多不同种类的蛋白质。脂质双层中的每一个类脂分子的亲水端向着膜的内、外表面，疏水端向着膜的中央，这样双层类脂分子就组成了细胞膜的基本结构。脂质双层是不允许各种物质（除 $O_2$ 、 $CO_2$ 等极少数物质外）通过的，从而使细胞和其周围环境隔绝开来。

而膜中镶嵌的各种蛋白质则起着各种不同的生理作用。其中有些蛋白质起着转运物质的作用，并且是不同的蛋白质转运不同的物质。例如有的专门转运  $\text{Na}^+$ ，有的专门转运  $\text{Ca}^{++}$ ，有的专门转运葡萄糖等。它们的转运作用完全受着细胞生理状态的控制、有时快、有时慢、有时停止。就这样选择性的运进和运出各种物质。这种转运作用对于细胞的生命活动是绝对必须的。因为只有这样，才能有选择的摄入细胞所需的各种营养物质，并把物质代谢所产生的废物排除出去，使细胞代谢不断地进行。并且只有这样才能保持细胞内各种成分的含量稳定，为细胞代谢保持着适宜的环境。各种细胞器的膜也有类似的功能，以维持各种细胞器的正常生理功能。膜上另外的一些蛋白质则起着受体的作用，这些特异受体可特异接受由机体其他部位传来的化学信号——信息。受体发生构型改变，进而改变细胞的代谢状况，以适应整个机体需要。例如激素的受体可接受激素的作用等。其他如免疫作用，血型原理中提及的细胞所具有的抗原，也是细胞膜上携带有的某种特异的糖蛋白。事实上膜的功能很多的，它涉及到生命活动的许多重要方面，这里不能详细叙述。当前关于膜的研究是生物化学中研究得最活跃的课题之一。关于这方面的文章很多，可以参考。

## 2、细胞核

高等动物的细胞大多数有一个细胞核。细胞中的DNA一般集中在细胞核中。当细胞分裂时，DNA在细胞核中复制，然后一分为二，形成两个与原来相同的细胞核，分布在新形成的两个子细胞中。平时，DNA则在细胞核中转录出各种RNA，这些RNA然后释放至胞液中，在那里指导合成各种蛋白质。

## 3、内质网：

内质网是膜结构，它的功能是很多的。例如有些核蛋白体即附着

在内质网上，由细胞核释放出来的mRNA即在核蛋白体上指导合成蛋白质。

4、线粒体的最主要功能是将进入线粒体的营养物质进行氧化分解，将氧化分解释放出来的能量合成大量的ATP（三磷酸腺苷）供给整个细胞和机体利用。所以有人把线粒体称为细胞的“动力站”。

以上我们仅对细胞的几个主要部分的主要功能做了简单的介绍。目的是使我们对细胞有一个基本的概念。在以后的章节中，我们将逐步介绍物质的各种代谢过程都在细胞的一定部位中进行。掌握细胞内的这种分工是很重要的。因为细胞代谢非常复杂，但又必需有严格的秩序。代谢过程在细胞内的这种分工，在保证代谢过程能够有秩序的进行中起着很重要的作用。

#### 第四节 新陈代谢概念

##### 1、新陈代谢的概念：

早在一百多年前，恩格斯不仅指出了生命的物质基础是蛋白质，而且还指出了生命的特点是不断的进行新陈代谢。那么，什么是新陈代谢呢？简单说来，动物的新陈代谢就是动物不断的和其周围环境进行物质交换，通过这种交换动物不断的更新自己。

新陈代谢包括同化作用和异化作用两个过程。同化作用是指动物由周围环境中不断摄取营养物质，并把这些营养物质在体内经过一系列的变化，变为动物自身所特有的物质的过程。异化作用是指动物原有的物质经过一系列的变化，变为废物排出体外的过程。动物即通过同化作用和异化作用两个过程与周围环境进行物质交换并自我更新。同化作用为异化作用提供物质基础，异化作用为同化作用供给能量。同化作用和异化作用的矛盾统一，使机体新陈代谢正常进行，机体才能得到生存和发展。新陈代谢紊乱或停止，机体生病甚至死亡。

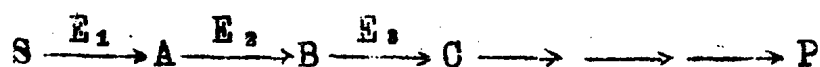
现在一般把整个新陈代谢过程分为三个阶段。第一个阶段是消化吸收阶段，即指动物把摄入的食物经过消化并吸收入体内的过程。我们知道，动物饲料中的许多营养物质不经过消化是不能够吸收的。例如饲料中的蛋白质必须经过消化变成氨基酸，淀粉必须经过消化变成葡萄糖后才能被吸收。当然也有一些物质，如水和无机盐是不必经过消化即可直接吸收的。第二个阶段是中间代谢阶段，即指整个物质在体内所发生的代谢变化过程，其中包括吸收入体内的物质，有些经过一系列的变化变为自身所特有的物质（即同化作用），以修补或建造组织；有些则经过一系列的变化，氧化分解为二氧化碳和水等，在此氧化分解过程中释放出能量，以供动物运动，消化吸收等各种生理活动以及合成自身物质的需要。同时动物体原有的组织衰老后，也经过分解变为废物（即异化作用）。第三阶段是把代谢产生的废物排出体外的过程。这三个阶段本来是不可分割的整体，但目前生物化学主要讲中间代谢阶段，而把消化吸收和排泄过程放在生理学中去讲授。在以后的章节中，我们将一个物质一个物质的介绍其中间代谢过程。

## 2、代谢途径的组成和恒态的概念。

在物质代谢中，有些物质，如许多无机盐类，其本身在体内是不经过什么化学变化的，它们只是在体内的不同部位之间转来转去以发挥其生理作用。对于这些物质，我们主要是探讨它们的摄入，在体内的运转和排除的途径，以及机体是怎样调控它们的摄入，运转和排出，以维持其在体内各个部位的含量恒定等问题。而许多重要的有机物，如糖、脂肪和蛋白质等，则在体内进行着各种化学转变，其中包括这些物质的合成，分解和相互转变的。例如在体内要不断的合成蛋白质以满足生长和修补组织的需要，旧的蛋白质又要不断的分解；糖和脂肪要不断的氧化分解为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 以提供能量，糖又要转变为脂肪以储存能源等。所有这些过程都可概括为某一起始物质转变为另一物



质。我们把起始的物质叫做前体，把最后生成的物质叫做终产物。在动物体内，将一个前体转变为终产物一般都要经过许多反应步骤才能完成。例如由葡萄糖转变成乳酸要经过12步反应才能完成。我们把由一个前体变为一个终产物的一系列反应称为一个代谢途径，简单表示如下：



S代表前体，P代表终产物，而把A B C等称为中间产物。每步反应都由一个特定的酶催化，我们用 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 等来表示。很明显，在动物体内这种代谢途径是很多的，它们共同配合构成整个代谢过程。事实上体内所有代谢途径都不是孤立进行的，而是互相牵连在一起形成一个整体。例如有的代谢途径的终产物就是另一代谢途径的前体；有的代谢途径的中间产物是另一代谢途径的前体；同一前体可经不同的代谢途径转变为不同的终产物等。应该明确，代谢途径的划分是人为的，整个代谢过程是个整体，每个途径都是其中的一个环节而已。所有这些途径的代谢速度又是在机体的统一调节下，互相配合互相制约的，随着生理条件的不同，各自发生相应的变化，以完成各种生理机能。因此我们在研究新陈代谢时，既要分别学习每一个代谢途径，又要着重研究它们之间的联系和机体的调节机理，以及它们的生理意义，这样才能掌握代谢过程的全貌，并能应用于畜牧兽医生产实践中去。