

第一章 饲料营养物质及其功用

第一节 畜体和饲料的组成

饲料主要分为两大类，即植物性饲料和动物性饲料，而以植物性饲料为主。用作饲料的植物种类很多，但都有一个共同的特性，植物通过太阳能，可将简单的无机物质，如水、二氧化碳和含氮元素的化合物，以建造自己的身体。动物与植物不同，为了实现生命活动和形成产品，如肉、脂、蛋、毛，需要依靠植物体所创造的物质，如籽实、叶、茎、根等作为食物。

植物和动物是两种截然不同的生命形式，植物为自营生物，动物为异营生物，但构成有机体的诸多物质，却无本质的不同，而只有数量的差异。例如，动植物体都是有蛋白质、脂肪、碳水化合物以及无机盐所组成，但其组分则有较大的差异。

一、水和干物质 植物体和动物体都含有水分。水分的含量可以测定。将动植物的样本在100—105℃下烘干至恒重，所得的剩余物就是干物质。营养物质均寓于干物质中，植物性饲料中的干物质是畜禽营养的主要来源，因为其中含有畜禽所必需的有机物质和无机物质。样本减去干物质就是水分。在动植物的不同组分内，水分的含量有显著的差异(表1—1)。

表 1—1 动植物产品中水分的平均含量 (%)

瘦 肉	76.4	青绿饲料	80—85
脂肪组织	12.0	干 草	12—17
肝 脏	71.4	禾本科及豆科籽实	12—16
血 液	79.6	甜 菜	75
鸡 蛋	65.0	油饼和油粕	10—14

植物中水分含量在很大程度上，决定于植物所处的发育阶段。幼嫩植物富含水分。随着植物的成熟程度，水分的含量逐渐下降。动物也是一样，雏鸡含水分约为85%，成年鸡约为55%。

水分是动植物体的主要组成成分。有机体在物质代谢过程中，水分起着重要的作用。水分是营养物质的溶剂，废物的携带者，并参与体温的调节。

畜禽饮水量与温度有关，一般为饲料量的1—3倍。水是生理上的重要物质，畜禽一天也不能缺水，例如，禽类可以动用几乎全部的体脂肪，以及50%的体蛋白质仍能生存，然而机体失水10—20%就可导致死亡。因此，每天必须不间断地供给水分，以满足畜禽对水分的需要。

二、无机物质 动物或植物燃烧时，有机物质全部被氧化，所剩余的灰色物质，就是无机物质，通称灰分或矿物质。灰分的数量并不多，只占有机体的小部分，但在动物体的个别部分，如骨骼和牙齿却占有较大的比重。

在植物体内，营养器官含灰分较高，籽实中含量较少。动物体内脂肪组织灰分最少，骨骼则极富矿物质（表 1—2）。

表 1—2 动植物体内的矿物质含量 (占干物质%)

脂肪组织	0—5	禾本科和豆科籽实	1.5—4.5
血 液	4—5	稿 秆	2.6—7.5
瘦 肉	4—6	草地干草	4—7
骨 骼	45—70	马 铃 薯	2—5

燃烧后剩余的灰分由很多矿物元素所组成，如钙、磷、镁、钾、钠、铁，以及含量较少的锰、铜、钴、锌等。这些都是动植物的重要营养物质。

金属元素主要与碳酸盐、硫酸盐、氯化物和硅酸盐结合，以及在较小程度上与碘、溴和其它阴离子结合。

矿物质既组成无机化合物，也参与组成有机化合物，例如，在灰分中的硫，是动植物体蛋白质的成分。大部分的磷也与有机物结合。

三、有机化合物 有机化合物是极其多种多样的。除了脂肪、碳水化合物和蛋白质等主要有机化合物外，还有很多种化合物，虽然量很小，但对机体内进行的生命活动过程且起着很大的作用，如维生素。

作为植物性的饲料，能否直接喂饲畜禽，主要是其中所含的生物碱和糖苷类的存在与否，以及其中的绝对含量。

动植物体内的激素和酶的含量极微，但能调节和决定体内各器官中营养物质的相应的转化过程。

(一) 粗脂肪 粗脂肪包括的种类很多，如脂肪、类脂质、固醇、胆汁酸等等。

1. 脂肪：脂肪的特点是含有较高的能量，是动植物体的重要贮备物质。植物的油脂主要存在于籽实中。畜禽体内的

脂肪多半存在于皮下和肠系膜。当动物采食饲料中的营养物质不能满足生命活动的需要时，便可以分解贮备的脂肪，以维持生命。

脂肪是由碳、氢、氧三种元素所组成，由一分子甘油和三分子脂肪酸脱水后所组成。可溶于有机溶剂，如乙醚等。因此在营养学上，凡是能被乙醚浸提出来的这类不同化学结构的物质，通称为醚浸出物。

2. 磷脂类：磷脂，包括卵磷脂和脑磷脂，与脂肪一样，也是醚浸出物，在化学结构上与脂肪相似。

磷脂是甘油和脂肪酸的酯。此外，在磷脂的分子中还含有呈甘油脂状态的磷酸和与磷酸相结合的含氮碱。

脑磷脂主要存在于脑组织中。卵磷脂则存在于除脑以外的其它组织中。脑磷脂和卵磷脂都是原生质的组分。是生长动物主要的营养物质之一。

3. 固醇类和胆汁酸：固醇广泛存在于植物和动物体中，而且通常与脂肪在一起。由于来源不同，固醇可分为植物固醇和动物固醇。

植物中最重要的固醇为麦角固醇，例如植物中的麦角固醇，它很容易转化为维生素 D_2 。动物体中最主要的是胆固醇，如动物皮下脂肪中的7-脱氢胆固醇，经日光的紫外线照射，很易转化为维生素 D_3 。

胆汁酸可与脂肪结合，形成胆脂酸。这在生理上是很重要的。由于这种反应，脂肪酸可转变为可溶状态而被小肠所吸收。

(二) 蛋白质 动物体无不与蛋白质有关，没有蛋白质，就没有生命。

植物需要从土壤中吸收氮素，动物需要从植物中摄取蛋白质和一些含氮化合物。

蛋白质或含氮化合物与其它营养物质相比，在营养学中占有特殊的地位，因此在动物体内无论脂肪和碳水化合物，都不能代替蛋白质。

植物体和动物体一样，任何细胞中都含有蛋白质。

在蛋白质的结构中，除碳、氢和氧以外，还含有相当数量的氮，以及少量的硫和磷等，见表1—3。

表1—3 组成蛋白质的元素 (%)

元 素	范 围	平 均
碳	50—55	52
氢	6.8—7.7	7
氧	21—24	23
氮	15—18.4	16
硫	0.3—2.3	2
磷	0.4—0.9	0.6

氮是蛋白质的最主要的和特有的组分。蛋白质的测定是以氮的含量为根据的。将氮换算为蛋白质，通常是把测出的氮量乘以系数6.25，即为粗蛋白质的含量，因为粗蛋白质中平均含氮为16%。

蛋白质是由氨基酸所组成的，由于氨基酸的成分和比例的不同，因此自然界中存在多种多样的蛋白质。

(三) 碳水化合物 概括地说，碳水化合物，可以分为三大类：一类是可以溶解于水的糖，如单糖和双糖，在植物体

中较少。单糖易溶于水，具甜味，含有不对称的碳原子，因此有旋光性。根据这个特点可对单糖作定量测定；另一类是淀粉，广泛存在于植物中，动物中只含有少量类似于淀粉的糖元；最后一类是粗纤维素，这类物质大量存在于植物体。在植物的根、茎、叶、花、果（种子）内都有不同程度的存在。但是，在动物体中不存在任何粗纤维素。这是动植物的一个显著不同的特点。

（四）活性物质 除上述构成动植物体的化合物外。还有一些微量的，难以测定的，但在生理学上具有特别重要作用的物质，这些物质具有特殊的化学结构，与原生质所特有的胶体化学结构有关，因而使细胞的特殊机能得以完成。

活性物质，亦称刺激物质，在生物学上可以分为三个组别：酶、激素和维生素。

植物中的维生素与畜禽营养有密切的关系，如胡萝卜素、维生素E、维生素D、维生素K和维生素B组。缺乏某种维生素就会引起营养性疾病。

四、畜体和饲料化学成分的比较 将畜体和饲料（主要指植物）进行化学成分的对比，目的在于组织合理的饲养，以及为畜禽提供必需的营养物质。两者的基本特点可归纳为如下几点。

第一个特点：植物体主要由碳水化合物组成。在植物体的干物质中，碳水化合物约占70%左右，而动物体所含碳水化合物极少，约为体重的0.5—1.0%。

在植物体的碳水化合物含量中，粗纤维素占整个植株的比重很大，以小麦秸秆物质为例，碳水化合物占干物质的95.9%，粗纤维素约占碳水化合物的43%。以籽实饲料玉米

为例，碳水化合物占干物质的84.52%，其中粗纤维素约占碳水化合物化合物的2%。

动物体中无粗纤维素，只有为量不多的葡萄糖与糖元。

第二个特点：植物所含的粗蛋白质（其中包括有硝态含氮物质）平均占干物质的10%左右，而动物体中平均占50%左右。

根据分析材料，动植物性饲料中粗蛋白质含量有极大的差别，见表1—4。

表 1—4 动物性和植物性蛋白质饲料比较 (%)

动物性蛋白质饲料中粗蛋白质含量		植物性蛋白质饲料中粗蛋白质含量	
血粉（自然干燥）	79.9	玉米面筋（谷蛋白）	42.9
血粉（人工干燥）	82.2	棉仁饼（浸出）	50.0
酪蛋白（干）	81.8	菜籽饼	39.4
鱼粉（鲱鱼）	70.6	大豆饼	45.8
肝脏粉	66.5	啤酒酵母	44.6
肉骨粉	50.6	小麦麸	16.0

第三个特点：植物体的矿物质含量较少，平均占干物质的4—5%，而肥育家畜（阉公牛）则占8%左右。

动物体中钙的含量很高，主要形成骨骼，而植物体中钙含量较少。植物体中钙主要存在于营养器官中，而种子中钙量很少，磷的含量且较多。

第四个特点：植物中油脂的含量变动很大，例如豆科籽实中可高达30%以上，而在块根和块茎中一般不超过2%。动物体中脂肪的含量视肥育程度而定，除成年的肥育畜禽以

外，正常健康的畜禽，脂肪含量一般均较接近。

第五个特点：青绿饲料、优质干草、新鲜的块茎块根中含有较多的胡萝卜素。胡萝卜素是维生素A的先体，在动物体中可以转化为维生素A。动物体本身不能合成维生素A，因此只能从饲料中摄取。

植物中还含有一些重要的维生素，如维生素E和K。这两种维生素，单胃动物本身不能合成，即使反刍家畜也不能合成维生素E。

第六个特点：动植物在生长期均含有较多量的水分，约在70%以上，但随着时间的推移，水分的含量则逐渐下降，然而动物体水分的变化幅度较小，一般为70—40%。但植物体水分的变化幅度较大，可从95%左右降为20—10%。因此，对畜禽经常而均衡的供水是十分重要的。

第二节 营养物质的消化和吸收

营养与消化生理有密切的关系，因为饲料中的营养物质必须经消化之后，才能被吸收。了解消化和吸收的基本模式，有助于掌握饲喂方法，并进一步组织合理的饲养。

一、营养物质的消化 饲料中的营养物质，一部分用来建造畜禽的体组织，另一部分为生命活动所需要的能源。

饲料中的有机物质，如碳水化合物、脂肪和蛋白质，对机体来说，都是外来的异物，不能按原样状态不加改组地吸收，因此需要改造，这就是消化。但是，有一部分营养物质，如某些矿物质和维生素，可以不经消化而被吸收。

饲料中的营养物质进入消化道后，在机体酶的作用下，

分解成小分子，达到能通过肠壁的程度，才被血液运送到器官和细胞内，并在此供作物质代谢和能源之用。例如蛋白质分解成蛋白质的组件，即氨基酸之后，在细胞内被吸收和再合成，并用来构成新的或补充已被代谢的物质。

营养物质的分解是在消化器官的消化过程中进行的。

(一) 口腔内的消化 饲料在唇、舌和牙齿的机械作用下，在口腔中使饲料变成碎粒、片段或直接送入胃中。除禽类外，其它各种家畜首先将饲料在口腔中进行机械加工，即咀嚼。

随着饲料的逐渐细碎，饲料的表面积大为增加，与消化液的接触也增大，并变得湿润。在消化液中的酶作用于饲料的同时，消化也就开始了。其湿润而被嚼碎的饲料便能顺利地通过咽和食道。

口腔消化的主要特点为：一是唾液对饲料进行机械加工，这是由于唾液中的粘蛋白质使细碎的饲料变成食团，便于吞咽，二是由于唾液呈弱碱性反应，能使饲料达到一定的软化和溶解。

唾液含有99.0—99.5%的水分和少量的矿物质，如氯化物、磷酸盐、重碳酸盐、碱土和尿素。草食动物每昼夜的唾液分泌量达到体重的10%，成年牛一昼夜可分泌唾液50—60公斤。

唾液中含有淀粉酶，称为唾液淀粉酶，能使淀粉分解成麦芽糖。猪唾液中含有大量的淀粉酶，在弱碱性环境下，作用最强，在酸性中则受到抑制。

(二) 胃内的消化 经唾液软化和浸润的饲料从口腔沿食道注入胃中，就开始了胃内的消化。

1.反刍家畜的胃内消化：牛胃的容积为100—250升，分为四胃。其中：瘤胃和网胃约占整个容积的80%；重瓣胃约占整个容积的8%；皱胃约占整个容积的12%。

饲料呈食团吞咽后，沿食道进入瘤胃和网胃（蜂巢胃）。在消化过程中，瘤胃在一定程度上是一个大发酵室。在瘤胃因唾液造成的弱碱性条件下，食物受到微生物的作用，进行着剧烈的发酵过程，碳水化合物，特别是粗纤维素因酵解作用而产生的最终产物（尾产物），主要是各种有机酸，如乙酸、丙酸和丁酸（见表1—5）。形成的有机酸随时被瘤胃壁所吸收。其中的乙酸主要用于形成反刍家畜的体脂或乳脂，丙酸则用作能源。

表 1—5 瘤胃的发酵作用

	碳水化合物消化量 (%)		每公斤饲料形成 (克)			
	纤维 素	多缩戊糖	乙 酸	丙 酸	丁 酸	共 计
小 麦 秸	39.1	39.5	96	101	39	236
苜蓿干草	36.1	52.6	136	76	48	260

发酵过程中还形成一定量的气体，瘤胃中气体的成分为：

二氧化碳 (CO ₂)	65.8%
甲 烷 (CH ₄)	30.6%
氧 (O ₂)	0.2%
氢 (H ₂)	0.2%
氮 (N ₂)	4.0%

发酵过程中所损失的甲烷，每克含有13.25千卡的能量，这无疑是一种损失。粗纤维素和淀粉在发酵过程中形成的甲烷能，约占食入能的6.8—11.3%，奶山羊在喂精料型日粮

的情况下，甲烷含能量平均为11%。脂肪、蛋白质和易溶性碳水化合物，在发酵过程中形成的甲烷要少得多。

维持瘤胃的碱性环境，是不间断地进行发酵过程的必要前提。但是由于粗纤维素因发酵而产生大量的有机酸，碱性反应被酸性所中和，但由于含有重碳酸盐的唾液进入瘤胃，因此瘤胃一般可以保持在弱酸性和弱碱性范围。

在纤维素酵解的同时，蛋白质也受到微生物的分解。瘤胃中出现大量的氨基酸和氨，以及少量的硫化氢和游离氮。瘤胃内细菌的代谢类型与植物相同，具有利用非蛋白质性的含氮化合物（或称氮化物）直接合成体内蛋白质的能力。这对反刍动物的蛋白质营养的提供，具有极其重要的意义，这样可以将饲料中的氮化物，如尿素，合成质量较高的菌体蛋白质。

瘤胃中的细菌，随食糜进入皱胃而被消化，以满足反刍家畜对蛋白质质量的要求。瘤胃中的食糜还受到纤毛虫的影响。纤毛虫属于低等动物，只适应于瘤胃的特殊条件。纤毛虫主要是消化淀粉，将淀粉分解成糖。纤毛虫不能直接分解粗纤维素，也不能利用氮化物，但可以消化饲料中的植物性蛋白质，将其转变为体内蛋白质，这就变成了动物性蛋白质。纤毛虫进入到重瓣胃时开始被消化。

对反刍家畜来说，纤毛虫并不象细菌那样重要。没有纤毛虫，反刍家畜也能借细菌进行对食物的改造。

应该注意的是，瘤胃中的发酵过程，可使植物纤维素的细胞壁得到分解。单胃动物不具备发酵条件，因此不能大量消化粗纤维素。

重瓣胃的主要作用，是对已经粉碎的食糜进行再一次的

加工。这种加工是靠重瓣胃叶片之间的两面摩擦来完成的，经重瓣胃的机械加工后，食糜才进入皱胃（真胃），在此开始了真正的消化。

食糜进入皱胃后，与胃液混合。胃液是由分布在胃粘膜上的腺体所分泌，胃液呈酸性反应，无色、无臭。酸性反应是由于游离的盐酸（HCl）所致。盐酸的浓度和酸碱度（pH值）有关，各种家畜因食物的结构不同，所以胃中的酸碱度也不同（表1—6）。

表 1—6 胃液酸度

HCl(%)			pH值
公	牛	0.05—0.12	2.1—4.4
绵	羊	0.04—0.21	1.9—5.6
犊	牛	0.13—0.36	1.4—3.9
猪		0.46	1.1—2.0
狗		0.4—0.6	0.8—1.0

胃的酸性反应，抑制了随食糜一起进入胃中的微生物活动，在这种情况下，胃蛋白酶被盐酸活化，对蛋白质进行消化，先分解成多肽，继而分解成肽。皱胃中除胃蛋白酶外，还含有皱胃酶（凝乳酶），也参与蛋白质的分解过程。

2. 单胃家畜的胃内消化：猪、马的胃内消化与反刍家畜相同，但盐酸的浓度比反刍家畜高，而pH值较低，这有助于对蛋白质的消化。

碳水化合物与蛋白质相反，在任何畜禽的胃中，消化碳水化合物的酶在酸性环境下，均能显示活性。

分解脂肪的酶在胃中已开始发生作用，使脂肪分解为甘油和脂肪酸。

就猪来说，食物经咀嚼后进入食道，先至食道沟，随后进入食管。食管是一个内侧有粘膜的肌肉管道，食物被导入胃中的移动形式与胃肠相同，为一种波浪式的蠕动。

猪胃是从单室胃（如狗胃）向反刍家畜的多室胃过渡的一种形式。胃的各个部分处在一个单室中，只能借助显微镜按其粘膜的显微结构辨别出来。胃体区含有真正的腺细胞，分主要细胞和被盖细胞两种。主要细胞分泌各种酶，被盖细胞则分泌盐酸。但在猪胃中的所有细胞内均发现有脂肪酶。而其中部分是由肠液逆蠕动而进入胃中的。

猪胃中也有少量的淀粉酶，但只能在食物与盐酸接触之前才显示活性。

胃蛋白酶只能将蛋白质分解成多肽和肽。只有部分的蛋白质被来自肠中的肽酶分解成氨基酸。

3. 禽类的胃内消化：禽类的嗉囊只是食道的一个膨胀部分。鸡的嗉囊发育良好，容积很大，饲料从嗉囊经食道的下端逐渐下移进入胃中。嗉囊起着双重的作用，一是使食物适度软化，二是调节胃的容量。母鸡在胃内的消化在夜间休息时是持续进行的，从而满足了在产卵期对营养物质的高度需要。

鸡胃由两部分组成：一是腺胃，二是肌胃。腺胃因位于胃底腺体部而得名，其粘膜分泌胃液，其中含有胃蛋白酶。肌胃对饲料起机械加工的作用。因为肌胃的内侧有坚硬的角质膜，并且有相当厚的平滑肌给饲料以强大的压力，促使粉碎。随饲料吞入的砂砾，也起着粉碎饲料的作用。胃中有砂

砾的母鸡比无砂砾的母鸡，可以节省维持营养约四分之一，因此养禽业中，要注意供给砂砾。

(三) 小肠内的消化 就牛、羊、马、猪、鸡来说，肠内的消化并无不同，均按一个模式进行，即只有酶的消化作用，所不同的只是空间位置略有差异，有的盲肠大，如马。有的肠道短，如鸡。有的肠道长，如羊。

经胃消化的食糜由胃进入十二指肠，胃底的幽门的开放和关闭是自动进行的。具有反射的性质，当一份酸性食糜进入肠内，幽门立即关闭，当碱性肠液将酸中和后，幽门又开放，从而使胃内容物排空。

小肠液具有强烈杀菌作用，因此酶的消化过程可以无阻地进行。

肠中的消化液是由肠粘膜的腺体所分泌。另一部分是由大腺体如胰腺和肝脏分泌的。肠内的消化需要三种消化液共同参与才能顺利进行，只要一方机能受阻，消化就不能完成。这对维持机体各器官的机能的健康是十分重要的。

肠液中含有各种酶类，肠蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶，各种糖苷酸，以及可以分解多核苷酸的核酸酶。肠液为无色，或呈浅黄色，含大量粘液，pH值为8.3左右。这决定于肠液中存在的碳酸氢钠。

肠蛋白酶是各种蛋白酶或多肽酶的混合物，首先对蛋白质的分解起催化作用。脂肪酶的作用较小。分解双糖的酶中，主要是麦芽糖酶。在哺乳期，还可以发现大量的乳糖酶，但鸡不能消化乳糖。核酸酶只分解多核苷酸，一直把它分解到能接受磷酸酶作用的程度为止。

胰腺酶是消化酶最丰富的来源。其成份中含有分解蛋白

质和肽的一些酶，其次为胰脂肪酶、淀粉酶和麦芽糖酶。胰蛋白酶必须受到肠激酶的激活。这时可以将大分子的蛋白质分解为多肽、肽，继而分解为氨基酸。

胆汁是由肝脏分泌的。胆汁最重要的成分是胆汁酸，它可以乳化脂肪酸。缺乏胆汁时，脂肪的分解缓慢。此外，胆汁酸还能使脂肪易于吸收。胆汁酸不足时，脂肪的吸收降低15—20%。

胆汁不含蛋白酶，但却含有淀粉酶和脂肪酶。这些酶可以加强胰腺的作用。

(四) 大肠内的消化 营养物质的分解产物至大肠时，在很大程度上已被消化和吸收。

大肠中的消化作用，主要是微生物的发酵。大肠是一个碱性环境，缺氧、pH值在7—8之间，温度适宜，为各种微生物的活动创造了有利的条件。因此大肠中的微生物可以对部分未消化的营养物质进行消化。如碳水化合物中的粗纤维素，经发酵之后而形成的低级脂肪酸，被大肠壁所吸收。而一部分来不及消化的粗纤维素就排出体外。

在大肠中发生的消化过程，原则上各类家畜均相同，不同的仅在数量上的差异。如草食家畜（如马、兔）大肠中的发酵具有一定的意义。盲肠是微生物发酵的中心。马类的盲肠同瘤胃一样，是个大的发酵室，其容积超过胃的1倍，蛋白质和碳水化合物在盲肠中受到强烈的分解。同时马的盲肠中也含有纤毛虫，也参与营养物质的分解。

禽类有着成对配置的盲肠，营养物质在盲肠中，可以继续消化。但对纤维素的消化是很有限的。

(五) 饲料通过消化道的的时间 未经消化的物质，在大

肠中逐渐失去水分，一般只及小肠中水分的60—80%。未消化的粗纤维素残渣，蛋白质残渣，大肠微生物，消化液（特别是胆汁）和剥落的上皮细胞，最终形成粪便被排出体外。各种家畜昼夜排出的粪量，因饲料及其类型而有不同，同时与饮水也有关系，如成年乳牛每日排粪量的变动范围为15—35公斤，绵羊为1—3公斤。

食糜在消化道停留的时间差异很大。这取决于家畜的种类、饲料的性质、静止或运动的状况、精神因素和个体特点而有不同，饥饿和半饥饿家畜的排空时间显著推迟。食糜通过消化道的的时间可参见表1—7。

表 1—7 饲料通过消化的时间

排出阶段	马	牛	绵羊	猪	禽
开 始	21—24小时	—	14—19小时	11—13小时	3 小时
高 峰	第一天内	第2—3天内	第二天	12—24小时	
结 束	4—5天	12—13天	16—21天	4—5天	2—5天

二、已消化营养物质的吸收 大分子的营养物质转化为小分子的易溶性营养物质，只是消化吸收过程的第一阶段。将易溶的小分子的物质被肠胃吸收，这是第二个阶段。消化过程，多半带有化学性质。吸收过程中的主导作用，则不属于化学性质，而是物理现象，如扩散、渗透、过滤和膨胀等。

吸收过程中的吸收面、时间和长度，也具有作用。

吸收的营养物质进入不同的输导腺管系统。水和矿物质进入血液。糖也进入血液，多余的部分进入淋巴，然后随尿排出。脂肪则基本上进入淋巴，仅有小部分进入血液。蛋白

质呈氨基酸的形式进入血液。直接进入血液的物质，经过肝脏时或多或少受到转化。而进入淋巴的物质再转入胸导管，由胸导管进入腔静脉，然后进入细胞。

表 1—8 各种家畜肠道的长度及容积 (米)

	母牛和公牛	绵 羊	马	猪	鸡
肠的总长度	39—63	20—40	22—40	20—25	1.2—2.6
小肠的长度	40—49	17—34	18—24	18	0.9—1.0
大肠的长度	6—13	4—10	6	4.5	0.3—1.0
体长和肠长比	1:15—30	1:25—30	1:15	1:15	1:7
容 积 (升)					
胃	200	25	10—37	4.5—6	—
小 肠	66	9	70	11—14	—
大 肠	28	5	95	5—10	—
盲 肠	10	1	35	1—2	—

(一) 矿物质的吸收 矿物质的吸收无须各种特殊酶的参与，因为矿物质的吸收决定于肠道的溶解度。

无机物质，尤如食盐，易溶于水，吸收无任何困难。按渗透规律，盐浓度高时，水可以从血液中返回，反之，浓度小时，则进入血液。

各种盐类扩散和吸收的速度是不同的。阳离子主要按离子的水合程度而排列的，换句话说，就是围绕离子周围的水膜的大小而排列的。

钾 (K) > 钠 (Na) > 钙 (Ca) > 镁 (Mg)

而阴离子则为：