

畜牧学基础知识之一

# 畜禽的营养需要和饲养

戎 易 编

1 9 7 9 年 1 0 月

# 目 录

一、畜、禽饲养.....	戎 易
二、家畜育种及品种改良.....	吴仲贤
三、家畜繁殖.....	安 民 苓 伟
四、现代化畜牧业概念.....	刘少伯
五、工厂化养鸡和养猪.....	艾文森 王连纯

## 一、畜、禽营养的基本原理

现代畜牧业的主要任务是生产人类所需要的蛋白质食物。家畜的饲养、营养、育种、科学管理、保健以及畜舍合理环境等的目的，都是为了最经济地生产蛋白质食物。畜、禽的营养和饲养科学是研究如何根据畜、禽营养原理，把饲料（原材料）最有效地转化为蛋白质食物（产品）。因此，这门学科不是单纯为了满足动物的营养需求，而是研究如何用最少养的饲料换取最多的蛋白质食物，是为了节约饲料、节约粮食。

畜牧科学把畜、禽看作是物质（主要是蛋白质）的转化者。这个过程也需要能量。近代的研究不仅考虑畜牧生产中投入一定养的饲料能够生产多少畜产品，还考虑生产这一定养饲料需投入多少动力、化肥、农药，以及生产这一部分化肥，农药所消耗的能量，期望做到高产、优质、低消耗。在我国，人口众多，耕地相对较少，按人口平均粮食占有养不多的情况下，科学地、经济地利用有限的饲料资源是十分重要的。

### （一）国外先进畜牧业生产水平

近二十几年，随着基础学科的进步，畜、禽营养的研究有很大的进步，特别是在化工合成的维生素与氨基酸等大养生产，成本降低，并在配合饲料中广泛应用，使生产水平大为提高。如下表（表1）。

表 1. 肉用仔鸡生产水平

鸡种	饲料配方	8周体重(磅)	饲料消耗率	到达4磅体重日令
1976	1976	4.43	1.99	52.3
1958	1976	2.20	2.20	92.4
1976	1953	4.18	2.32	54.8
1958	1953	1.98	2.51	103.1

表 2. 母鸡生产水平 (kg饲料/kg鸡旦)

年	饲料消耗率
1945	3.92—4.57
1970	2.45—2.78

由表1可见，同是1976年肉鸡品种，1976年与1953年饲料配方相比较，饲料消耗率减少了17%。表2显示，1970年与1945年相比较，生产1kg鸡旦可少消耗1.14到2.12kg饲料。

肉猪的产生水平，从20公斤到90公斤体重，平均每日增重840克，饲料消耗率为2.88。奶牛一年可产10000公斤奶。取得这样的进步，营养学有一定的贡献。

## (二) 各类畜、禽转化饲料能身和旦白质效率的比较

任何转化过程都有一定损耗，如下表（表 3）所示：

表 3. 几 种 机 械 的 转 化 效 率

发 动 机 种 类	能 身 转 化 效 率
没有冷凝口的蒸汽机	7.5%
有冷凝口的蒸汽机	9—19%
汽 油 机	14—18%
柴 油 机	29—35%

畜牧生产也是一样的。猪肉和鸡旦的生产是旦白质的转化。当然，也伴随着有能身的转化和其它物质的转化。在这个转化过程中，旦白质减少了，而不是增加了。因为猪和鸡是把饲料旦白质转变为动物旦白质。在这个过程中，一大分（一大分）饲料旦白质用于身体组织的更新，小分形成产品。

通常，计算饲料转化效率是按照下列公式进行的，即：

$$\text{转化效率} = \frac{\text{产出产品身}}{\text{投入原料身}}$$

最粗略的估计方法是以畜、禽消耗一公斤饲料生产多少公斤活重，或多少公斤鸡旦来表示的。但是，饲料和畜产品中都含有水分，并且数身不等。较精确的方法应以投入和输出的旦白质或能身之比来表达。表 4 中所列是各类畜、禽转化饲料旦白质的效率的比较。

表 4. 各 类 畜 禽 转 化 旦 白 质 效 率 的 比 较

		奶 牛	旦 鸡	肉 用 仔 鸡	火 鸡	肉 猪	肉 牛	绵 羊
饲料消耗身	kg		47.5	4.0	29	272		
种畜饲料身	kg		0.5	0.5	2	77		
共耗饲料	kg		48.0	4.5	31	349		
饲料旦白质含身	%		15.6	19.5	19	14		
旦白质消耗身	kg		7.5	0.87	6	49		
畜产品产身	kg		14.7	1.9	10	91		
可销售分	%		100	70	85	75		
可食分	%		95	74	70	48		
旦白质含身	%		12.8	19	20	20		
旦白质产身	kg		1.8	0.2	1.2	7		
旦白质效率	%	23—30	24	22.98	20	14.3	6	3

表中数字显示，各类畜禽转化饲料且白质的效率为3%至30%。效率最高的是高产奶牛，其次为且鸡、肉用仔鸡，再次为火鸡、猪，最后为肉牛、肉羊。随着畜禽育种工作的进步，新的且白质转化效率更高的畜禽品系已经培育出来了。因此，转化效率的名次时有更迭。较近的资料显示，且鸡的效率有很大的提高，有跃居第一位的趋势。必须注意，在上述计算方法中，把动物食入的全日饲料都计算在内，其中有一部分是人类不能吃的东西，如粗饲料、秕糠，甚至还有尿素。如果在前述输入—输出公式中，只计算人类可食的部分，则反刍动物利用各种废料生产且白质的效率可能大于100%。也就是说反刍动物的饲养对且白质资源可以有增加，而单胃动物则有所减少。因此，为了提高人民的且白质消费水平，在现有饲料资源条件下，应该优先发展反刍动物。

### (三) 影响饲料利用效率的各种因素

#### 1. 畜禽的品种和品系

前节谈到，不同类别的畜禽转化饲料效率的差异很大。在同类畜禽的不同品种或品系间，转化效率也不相同。例如，晚熟的肉畜比早熟的肉畜转化且白质的效率高。后者在较早的月令就性成熟，并开始沉积脂肪。近代瘦肉型猪在体重达100公斤时，体内仍能存留氮。因此，转化且白质的效率远高于老式品种（表5）。近代畜牧生产，广泛采用

表5. 瘦型与肥型肉猪饲料转化效率比较

	约 克 夏		杜 洛 克	
	肥 型	瘦 型	肥 型	瘦 型
平均日增重 (克/天)	604	640	596	712
饲料消耗率	3.79	3.77	3.67	3.46
瘦肉量 (公斤)	23.7	30.2	21.7	28.0
肥肉量 (公斤)	34.4	28.2	45.0	37.0

经济杂交，杂交畜群的转化效率往往高于亲代。

#### 2. 饲料与饲养

日粮中各种营养素的平衡影响饲料的利用效率。例如：能量与且白质比例，各种必需氨基酸的平衡、矿物质与维生素的完备与充足等，都影响其吸收和利用。

饲料的加工和调制也影响其利用。例如，粗饲料的粉碎可以提高肉牛增重效率；谷物的粉碎或压扁可以提高消化率和利用率；对猪和禽，谷物粉碎和压粒可提高利用率5~10%；豆饼的热处理可以提高且白质的利用率。

饲喂水平影响饲料的利用效率，表6所示是自由采食与限制饲喂对猪利用饲料效率的影响。表中数字显示，限饲可以提高饲料转化效率，特别是现代瘦肉型猪。这主要是因为自由采食的猪体内沉积脂肪较多。饲料转化为脂肪的效率低。

此外，环境温度、湿度，畜群密度、汗在疾病情况等，都对饲料转化效率有影响。畜牧工作者要因地制宜地在各个方面给畜、禽适宜条件，以使其有最佳的饲料转化率。

表6. 自由采食与限制饲喂对肉猪的影响

	肥 型		瘦 型	
	自由采食	限 饲	自由采食	限 饲
平均每日增重 (克/天)	604	494	640	342
饲料消耗率	3.79	3.56	3.77	3.51
胴体重 (公斤)	66.7	55.9	68.1	54.1
瘦肉另 (公斤)	23.7	24.8	30.2	26.6
肥肉另 (公斤)	34.4	22.7	28.2	18.5
瘦肉率 (%)	35.5	44.4	44.3	49.2
肥肉率 (%)	51.6	40.6	41.4	34.2

#### (四) 各种营养素的生理功能

为了维持生命和进行生产, 动物需要许多种营养素, 包括炭水化物、旦白质、各种必需氨基酸、矿物质和微异元素, 以及多种维生素等。

##### 1. 炭水化物

炭水化物是植物的主要成分, 因此是家畜饲料中数另最大的营养物质, 在各类饲料中约占65—80%, 或更多些。畜产品和动物性饲料(奶除外)几乎不含炭水化物。炭水化物的主要功用是供给能另, 是家畜最经济的能沉。

##### (1) 炭水化物的分类:

按营养生理上的功能, 炭水化物可分为四组:

①可溶性粒和淀粉: 这组化合物的共同特性是能溶于水和希酸中, 很易消化。消化作用是酶水解, 尾产物是单粒。在一般饲料中, 家畜对它们的消化率约为95~100%。

②半纤维素: 不是纯化合物, 是混合物, 包括许多复杂的多粒, 如戊聚粒、己聚粒等, 也含有果胶。通常定义为不溶于沸水, 而溶于希酸、希碱溶液中的一组物质, 称为半纤维素。半纤维素在植物中分布极广, 是贮存物质与支持物质(细胞壁成分)的中间类型。在家畜的消化边中, 它们必须经受微生物的酵解作用才能利用, 尾产物主要是乙酸, 可供给能另。反刍动物对半纤维素的消化率一般在60~80%, 但不同植物来源, 不同生长阶段的半纤维素, 消化率也不同。随植物木老, 其消化率, 逐渐降低。

③纤维素(已聚粒): 化学性质比半纤维素更稳定、不溶于沸水和希酸、希碱溶液中。纤维素是植物细胞壁的主要成分。哺乳动物消化边中不分泌水解纤维素的酶。牲畜消化边中共生的微生物可以分解纤维素。分解的卫位在反刍动物的瘤胃, 马、猪的大肠及盲肠内。实际上, 纤维素是细菌的能沉。细菌酵解的主要尾产物是乙酸, 后者可供给动物热能。反刍动物对纤维素的消化率一般在60~80%。随植物成熟, 植物细胞壁中纤维素含另增加, 其消化率递减。

④木质素: 存在于谷物的秕壳、玉米轴, 以及根、茎、叶多纤维的卫分。是一组复

杂的难于消化的物质，其化学结构目前还没有确定。它不是碳水化物，没有营养价值。列入碳水化物一并讨论，主要因为它经常伴随纤维素、半纤维素一同存在，并且不易把它们分离开。木质素不但本身没有营养价值，它的存在还妨碍细菌分解纤维素（因纤维外包着木质素，不能受细菌分解），并降低饲料中其它成分的消化率。此外，木质素尚有便秘性，过多则引起便秘，如小麦秸、初壳、花生壳等均如此。

### (2) 反刍动物对碳水化物的利用

反刍动物瘤胃中碳水化物的消化与单胃动物有很大差别。试验证明：无论复杂的或简单的碳水化物（即使是最简单的葡萄糖）在瘤胃内大部分被分解为低级脂肪酸（乙酸、丙酸、丁酸等）。瘤胃细菌中有些只能分解可溶性碳水化物。当淀粉或粮在日粮中含量高时，促使这些细菌大量繁殖，而纤维分解菌的活动受到抑制。以致粗纤维消化率降低。

瘤胃中粗纤维分解除产生低级脂肪酸外，还有甲烷，二氧化碳及氢。反刍动物对粗纤维的消化率高于依赖大肠、盲肠微生物发酵的动物。如表7所示：

表7. 各种家畜对粗纤维的消化率

畜 别	粗纤维消化率%	分 解 处 所
反 刍 动 物	50—90	瘤 胃
马	13—40	盲 肠
猪	3—25	盲 肠
兔	65—78	盲 肠

反刍动物对粗纤维消化率较高的原因是：反刍动物的瘤胃容积大，饲料在瘤胃中停留时间长，这给微生物发酵创造良好条件。此外，瘤胃位于消化道最前端，微生物分解的尾产物能被充分吸收。而马、猪、兔，粗纤维发酵是在盲肠，发酵尾产物被吸收的机会少。

### (3) 猪对粗纤维的利用

猪是能够消化粗纤维的。消化的地点在盲肠和结肠。猪的消化道特点是：容积小，解剖结构较简单（见表8）。

表8. 各种家畜消化道容积比较（升%）

	猪		马		羊		牛	
	容积（升）	%	容积（升）	%	容积（升）	%	容积（升）	%
胃	9	33	18	9	22.5	62.5	193	66
小肠	9	33	54	26	9	25	63	22
大肠	9	33	135	65	4.5	12.5	36	12

有一部分纤维素在盲肠和结肠中可以经细菌的作用发酵分解。尾产物是低级脂肪酸，在大肠中被吸收，供给能量。但是，由于猪没有瘤胃，胃的容积相对较小。盲肠和结肠的容积也小于马的。因此，猪消化粗纤维的能力不及反刍动物和其它草食动物（表9）。

表9. 牛、猪对粗纤维的消化率

饲料种类	牛	猪
棉铃壳	59	5
小麦壳	39	10
幼嫩专草	59	55

猪对不同来源粗纤维的消化率不同。根据一些试验表明，猪对幼嫩专饲料的粗纤维的消化率较高，但对成熟植物的木老的粗纤维消化率甚低。如对小白茅中粗纤维的消化率为60%，红薯秧为40%，幼嫩野草野芽为55%。

## 2. 蛋白质

蛋白质是生命存在的形式，是一切生命的基础。蛋白质是构成体细胞的原生质，各种酶、激素与免疫体的基本组成成分；同时是畜产品（如肉、乳、蛋、皮毛）中的最主要最有价值的成分。例如，犊牛身体干物质中有65%蛋白质，牛奶干物质中含有27%蛋白质。动物体内蛋白质种类繁多，各有其特殊性能。蛋白质的主要功能可概括如下：形成新组织（包括畜产品）和修补损坏的组织。形成动物体内的活质物质——酶、激素；可结合成免疫体；必要时可供给能量。

蛋白质是畜禽饲养中需要量较大的营养物质，对维持畜禽健康、保证繁殖、促进生长发育，提高畜产品产量极为重要。畜禽日粮中蛋白质是不能由其它营养物质代替的。

### (1) 必需氨基酸与非必需氨基酸

必需氨基酸是动物不能在体内合成，或合成速度不能满足最大生长的需要，必需由外源供给的氨基酸，包括赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸与苏氨酸，生长动物除此八种之外，尚需组氨酸与精氨酸。雏鸡正常生长还需要甘氨酸，共计十一种。成年反刍动物可以合成必需氨基酸，因此，日粮中氨基酸组成不重要。

所谓非必需氨基酸，是指日粮中不必需，但在合成身体蛋白质、或畜产品的蛋白质时，仍为必需。即在必需与非必需氨基酸同时存在的条件下，才能形成身体组织的蛋白质。根据组织分析的结果，非必需氨基酸可达体组织的40%以上。如果日粮中缺乏非必需氨基酸，在体内势必动用必需氨基酸来合成。例如，蛋氨酸可以合成胱氨酸；苯丙氨酸可转变为酪氨酸。胱氨酸与酪氨酸都是非必需氨基酸，但缺乏时则需要较多地蛋氨酸和苯丙氨酸。其它非必需氨基酸都可由必需氨基酸形成。但这不是有效地利用必需氨基酸的方法。因此，将氨基酸分为必需与非必需的，在营养学上固有其重要意义，但也不



应忽视非必需氨基酸的重要性。

### (2) 在猪、禽的饲养实践中蛋白质的合理供应

单胃杂食动物—猪和禽必需由饲料供给真蛋白，即10种（禽11种）必需氨基酸，和供给合成非必需氨基酸所需氨基的来沅。在猪、禽日粮中，不仅要求蛋白质数量充足，并且要求10种（或11种）必需氨基酸齐备，它们互相的比例符合动物的生理需要，这样，蛋白质转化为动物身体蛋白质（或畜产品）的效率高，或者说，它们的生理价值高。反之，如必需氨基酸不齐备，不配套，则转化的效率低，也就是需要较多的数量才能满足。

根据上述，氨基酸必须成套地供给，不配套的氨基酸不能在体内贮存，以等待所缺少的氨基酸来到再一同合成体组织。因此，为了有效地利用，必须经常均匀地供给各种必需氨基酸。生产实践中饲料单一，对蛋白质的利用是不经济的。

此外，要充分、有效地利用蛋白质，必须供给充足的非蛋白质能量。因为在日粮中非蛋白质能量不足时，则蛋白质氧化供能，蛋白质的含氮部分则由尿排出。在这种情况下，蛋白质非但没有发挥其特殊功用（形成组织蛋白），从能量利用上也不经济，因为蛋白质在动物体内氧化不完全，从尿中排出的尾产物所含的能量约等于食入蛋白质能量的20%。

### (3) 反刍动物的蛋白质营养

此处只谈成年反刍动物。幼年反刍动物瘤胃机能尚未发育健全，其蛋白质营养与单胃动物相同。成年反刍动物的瘤胃中共生着亿万个细菌和纤毛虫。1克的瘤胃内容物含有500—1000亿细菌和20—200万纤毛虫。这些瘤胃微生物不仅能利用饲料中的蛋白质，还能利用饲料中非蛋白质含氮化合物来合成微生物的体蛋白。微生物体蛋白在消化后阶段分解为氨基酸，可供反刍动物利用。牛羊的瘤胃容积很大，牛，100—300升；羊，4—10升。因此，瘤胃中微生物蛋白质的数量很大。据估计，一头成年牛一昼夜从瘤胃微生物所得蛋白质约为200克。微生物蛋白质含有的氨基酸完全，即生理学价值较高。所以，在饲养实践中饲料蛋白质的质的好坏（指必需氨基酸数量及比例）对于成年反刍动物没有实际意义。不同来源的蛋白质对反刍动物来说其生理价值差异不大，平均都在75%左右。因为，无论对单胃动物生理价值高的或生理价值低的蛋白质，进入瘤胃后首先要经微生物分解，然后再重新组成微生物体蛋白质。换句话说，对单胃动物营养价值高的蛋白质，在瘤胃中其营养价值要降低；而营养价值低的蛋白质，在瘤胃中其营养价值提高。我国许多牛场用鸡蛋白（生理价值≈100%）喂种公牛实在是浪费资源。

利用尿素代替反刍动物日粮中蛋白质的一部分，是20世纪家畜饲养的一大进步。尿素是蛋白质在哺乳动物体内代谢的尾产物，对动物没有营养价值。但瘤胃细菌可将尿素分解为氨，再将氨合成细菌蛋白。后者被寄主动物利用。应用尿素喂反刍动物的目的在于进一步挖掘反刍动物瘤胃的潜力，节省有限的蛋白质饲料资源，以供发展养禽、养猪业，从而使畜牧业全日发展。尿素含氮约为42—46%，每吨相当于2.6吨粗蛋白，或相当于7吨豆饼所含的粗蛋白。通常，以6公斤淀粉类饲料加1公斤尿素，约相当于7公斤豆饼。

## 3. 脂肪

脂肪是细胞原生质的成分。在一切细胞中脂肪都是不可缺少的组成成分。但家畜在

形成新组织及多补旧组织,不一定由饲料中获得脂肪,因为碳水化合物在体内很容易转化为脂肪。脂肪的热价高,每克脂肪的含热量约为碳水化物的2.3倍。但实际饲养中很少用含脂肪很高的饲料喂家畜。脂肪含量高的油料子实,如大豆、棉子、亚麻子均在榨油后以饼类喂家畜。前已述及,碳水化合物是最主要、最经济的能量来源。

在家畜日粮中少量的脂肪是必要的,它是维生素A、D、E、K的溶剂。此外,脂肪的主要功能之一是供给必需脂肪酸,即18碳二烯酸,18碳三烯酸,20碳四烯酸。这三种不饱和脂肪酸必须由外源供给,在体内不能合成。缺乏时可引起代谢障碍。由于需要量很少,在实际饲养家畜时,虽然油料子实都已榨油,一般日粮仍含有一定量脂肪,通常不会缺乏,在饲养实践上不成问题。

#### 4. 矿物质

矿物质在体内代谢不能供给能量。但它是体组织和细胞,特别是形成骨骼的最重要成分。Ca、P、Mg为身体的重要结构物质。此外,矿物质在代谢中起重要作用。Mn、Zn、Cu、Fe、I、Co为酶的辅基(如Fe参与递氧的氧化酶的组成)或激素与某些维生素的组成成分。P在体内几乎每个反应中都不能缺少。

矿物质可调节体液(如血液,淋巴)渗透压恒定,保证细胞获得营养,以维持生命活动。肾脏随渗透压的变化控制矿物质随尿的排出量,从而维持体液渗透压的平衡。

矿物质还能维持血液的酸碱平衡;无机盐类(重碳酸盐与矽酸盐)是血液中重要的缓冲物质,维持血液氢离子浓度保持恒定,血液PH为弱碱性。

矿物质可影响其他物质在体内的溶解度:如胃液中盐酸可溶解饲料中矿物质,使便于吸收。体内一定浓度的盐类也便于饲料中蛋白质的溶解。

矿物质元素不能互相转化或代替。在畜、禽日粮中矿物质不足或缺乏,即使其它营养素充足,也能降低生产力,影响健康和正常生长、繁殖。情况严重时,可以导致疾病或死亡。因此,矿物质的作用并不次于蛋白质、碳水化合物等。但由于需要量相对来说较少,往往被忽视而造成损失。矿物质来源容易解决,这种损失是可以避免的。

通常按照矿物元素占体重的百分比来划分常量元素(0.01%以上)与微量元素(0.01%以下)。

畜禽需要的矿物质元素主要有13种:即常量元素Ca, Mg, K, Na(碱性元素); P, S, Cl(酸性元素);微量元素: Fe, Cu, Co, I, Mn, Zn。

钙、磷在家畜体内的分布: Ca、P是矿物质营养中最重要者,在体内主要是构成骨骼。在动物体总的矿物质中70%以上是Ca和P的化合物。大多数情况下, Ca、P在动物体内是相互结合着的,其中一个元素不足或过多,则影响另一个元素的利用。

骨骼中的Ca、P:骨骼中的Ca占全身所有Ca的99%;P占全身P的80%以上,骨骼的灰分一般为25%,灰分中含Ca36%,P为17%,Ca:P为2:1。它们存在的主要形式为:Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>实际上还复杂得多。骨灰Ca:P~2:1经常十分稳定,变异很小,因此,往往可以用骨灰的%做为家畜Ca、P营养水平的指标。

其余1%的Ca,存在于血液及软组织中,血钙比较稳定9—12毫克%,产卵鸡的血钙可达25毫克%。

其余约20%的磷主要存在于细胞核中,主要以核蛋白的形式存在。肌肉中也存在两

种重要的磷酸化合物（磷酸肌酸，三磷酸腺苷）。

全血约含磷35—45毫克%，绝大部分以有机结合方式存在于血球中。血浆中也有无机磷，含量约为4—9毫克%。

血磷血钙的含量随家畜的品种，生理状态，年龄而稍有不同，也受日粮中Ca、P含量，Ca/P比例，维生素D，激素等因素影响。但由于血磷血钙变动范围很小，因此，检查血钙无机磷含量，不是衡量钙磷营养是否正常的可靠指标。血中钙、磷水平表示：Ca、P的吸收，在体内沉积，从骨骼中抽调，及排出体外，四种情况的综合结果。例如，患佝偻病的幼畜血钙低。又母畜刚刚分娩之后，产奶量高时，由奶中排出大量Ca，往往会因血钙降低而出现后肢麻痹，称为产后麻痹症或乳热症。现已查明，这种血钙降低，不是由于饲料中缺钙，而是甲状旁腺机能障碍，不能抽调骨骼中贮存的钙，支援产奶所致。

饲料中Ca的吸收从胃开始，胃中分泌的HCl与饲料中Ca化合生成CaCl<sub>2</sub>，是可溶的盐类，可自胃壁吸收。但到小肠呈碱性反应，Ca变为不易溶解的磷酸盐（Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>）及碳酸盐（CaCO<sub>3</sub>）。

钙、磷的吸收决定于吸收时的溶解度。凡是有利于Ca、P溶解的因素，也就是有利于吸收利用的因素。

酸性环境（肠内PH偏低时）因酸性环境阻止Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>的生成，偏碱性有助于Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>的生成，故酸性环境有利于吸收。如哺乳幼畜所食乳料，在消化道中易产生乳酸，有利用钙磷吸收。

维生素D供给充足，则Ca的吸收多，有的实验证明：维生素D可降低肠内PH值。

Ca、P比例在2:1—1:2的范围内，吸收效率最高。比例不适合时，当肠内PH值偏高的情况下，形成磷酸钙。如果Ca过多则将日粮中的磷酸根(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>更多地结合成Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓；磷过多，同样须消耗更多的Ca。生产实践中已证明，在马的日粮中Ca、P充足，但比例悬殊（因含有大量大麦麸，磷过多，）造成骨软症。

不仅Ca多影响P吸收，其它矿物质如Fe、Mg、Al也能与(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>形成不溶的磷酸盐。

某些饲料中含草酸(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)较多，如甜茅叶、菠菜等，草酸与钙结合成草酸钙，不能吸收（反刍动物除外，因草酸在瘤胃内可分解）。

Ca、P缺乏的明显标志是骨骼病变，由于Ca、P营养不良造成骨质病，在个体发育的任何时期均可发生（胚胎时期，母畜首先供给胎儿发育所需的养分）。成年家畜可表现为Ca、P的负平衡。生长幼畜则表现为体内沉积减少。

佝偻病：由于Ca、P代谢发生障碍，以至生长幼畜骨骼不能钙化称为佝偻病，幼龄畜、禽生长度愈大，愈易发生软骨病。生长畜禽的日粮中Ca、P缺乏，或Ca、P中之一不足，或比例不当，或维生素D不足均可产生佝偻病。

患佝偻病的幼畜，由于软骨继续增生，但不能钙化，所以骨端粗，四肢关节肿大，骨质软松。管骨弯曲甚至骨折。肋骨处也由于软骨增生，发生有念珠状突起（仔猪明显），小猪在骨骼畸形之前发生四肢易于劳疲，猪常坐卧，严重者后肢麻痹。犊牛发生佝偻病时，除四肢畸形，生长停滞，关节肿大外，还发生弓背。此外，马驹及雏鸡也有

佝偻病。幼猪、雏鸡、犊牛在冬季舍饲时期最易发生，此时以缺钙多磷的料为主，而且接触阳光少。

溶骨症：为成年家畜Ca, P营养不良时发生（又称骨质疏松症），通常发生于怀孕后期及产后，尤其是高产乳牛。由于饲料中钙，磷不足，或比例不当所引起。当吸收Ca, P不能满足需要，处于负平衡时，则要从骨骼中抽调出Ca, P。骨骼的海绵状骨为Ca, P的仓库是在甲状旁腺的作用下，把Ca, P抽出来。在产奶多时，往往处于负平衡状态。此时Ca, P的负平衡是正常的生理状态，对机体的影响不大。当泌乳高峰过后，只要饲料中稍有多余，则能恢复贮存（骨骼的Ca, P处于动态平衡，不断地更新）。但这种负平衡时间过长，海绵状骨中贮存的Ca, P用尽，就要动用致密骨（永久性的结构骨）的Ca, P造成骨性疏松症。

有些马场，由于日粮中麦麸过多，含P高，长期不补充Ca，钙磷比例悬殊，常发生溶骨症。

钙磷的来沅：

各种粗精饲料中，钙，磷含量差异很大。

谷类子实及其副产品（糠麸类）含钙量很低，豆类子实特别是大豆，含钙较多。但是，与动物的需要比较，一切子实饲料及其副产品，均应列为含钙贫乏的饲料。

谷类子实及其副产品含磷丰富。

含骨的动物性饲料，如鱼粉、肉骨粉中钙和磷均丰富。

植物的叶中含钙高于其它部分，因此，优良，多叶的牧草含钙丰富。豆科牧草含磷高于禾本科牧草。苜蓿含钙丰富。

块根、块茎和瓜类饲料中，钙、磷含量均低。

成熟植物的秸秆中，钙、磷含量均低。

日粮中钙、磷不足，可补加矿物质饲料。

常用钙、磷补充饲料的成分如下表（表9）

饲料种率	钙 %	磷 %
骨粉	31	14
磷酸氢钙	23.5	15.7
磷酸盐（去氟）	29—36	12—15
石灰石粉	38.5	
碳酸钙	40	
蛎粉（贝壳粉）		

维生素是一组化学结构不同，营养作用和生理功能各异的化合物。维生素既不供给能量，也不是动物的结构成分。主要功用是控制、调节代谢作用。维生素的需要量极

少，（占饲料的二十万分之一至二亿分之一），但生理功能却很大，不能没有，缺少哪怕是一种，也会造成畜禽生长缓滞、停滞、生产力下降，甚至死亡。维生素缺乏时所引起的障碍往往不限于机体的某个器官，其影响能扩大到机体的一系列与生命有关的机能上去。

应该注忌的是：在一般生产条件下，维生素缺乏症的表现程度，实际上很少象书本上介绍的缺乏症的典型症状。往往是表现不明显，因而容易被忽视，常常造成家畜体质变坏、抗力弱，生产力低，饲料报酬降低、维生素缺乏症，除佝偻病、癞皮病等这一类典型症状表现明显外，畜禽（特别是幼畜雏禽）表现为生长缓滞、停滞、食欲不振、抗力减弱等。母畜表现为受胎率低或不孕。尤其是在几种维生素缺乏或矿物质营养不平衡时，症状表现更为复杂。这些造成鉴别和确诊病因方面的困难。在这种情况下应从饲养上加以分析，即对日粮中几种主要维生素的供给量加以计算，与其需要量比较，从中发现问题，从调整日粮上加以解决。

维生素种类很多，仅就生产实践中容易缺乏的加以介绍。

维生素A。各类畜禽、各年龄、各种生理状态，都需要从饲料中供给。植物性饲料中一般不含维生素A，而含有胡萝卜素，在动物体内能将胡萝卜素转变为维生素A。

表10

动物种类	维生素A贮存量单位/克肝	动物种类	维生素A贮存量单位/克肝
牛	618	豚鼠	71
犊	121	母鸡	905
绵羊	503	雏鸡	61
羔	66	鸭	247
山羊	519	鸭黄	7
猪	85	鹅	329
仔猪	18	火鸡	73
马	483	鸽	408
驹	18		
兔	186		

由上表可见：草食动物肝中维生素A贮存量多于非草食动物；成年动物多于幼年动物。原因如下：

草食动物放牧吃草或有大量专用饲料时，可得到大量胡萝卜素，不仅可满足当时需要，尚可贮存，然而长期干旱的夏季专草干枯，冬季维生素A可能不足。

在猪的日粮中通常只含有少量专用饲料，故肝中贮存量少，应经常注意维生素A供

给，否则易造成缺乏症。

维生素A可能通过胎盘供给胎儿，但数量很少，因此新生幼畜的肝中维生素A贮存量少，但初乳中维生素A含量丰富。喂初乳对幼畜极为重要。母猪的初乳维生素A含量为常乳的五倍。仔猪吃初乳后，其血浆中维生素A含量迅速上升，发生白痢者少。

缺乏维生素A时，幼畜生长停滞、增重缓慢、肌肉、骨骼发育受阻。

维生素A有维持各种上皮细胞健康的作用。缺乏维生素A时，上皮细胞增厚并角质化，角质化的表皮容易破裂，易受细菌感染。其影响很广：消化道上皮、呼吸道上皮、生发道上皮，以及眼结膜（干眼炎）都能发生角质化现象。由于细菌易于侵入，抗感染能力降低，故易引起上述管道的炎症。如肠炎、溃疡、下痢；气管炎、肺炎；泌尿器官表皮角质化引起肾及膀胱结石。

夜盲症（黄昏时视觉不灵，缺乏维生素A是眼的视网膜中感光素的视紫质减少，而造成夜盲症）是缺乏维生素A的早期症状。

母畜缺乏维生素A时，表现发情紊乱，不孕或流产；产生死胎或先天性残废的现象：如产生无眼球或瞎眼的犊牛、仔猪。在猪还有兔唇，两侧隐睾及肝肾异位等先天性畸形。公畜缺乏维生素A，发生曲睾细管萎缩，精液品质及数量均下降。

维生素A缺乏引起神经系统病变，包括肌肉运动失调，四肢麻痹，痉挛等。

青绿饲料都含有丰富的胡萝卜素，其中尤以幼嫩的苜蓿与三叶草最为丰富。优良的青干草能保存较多的胡萝卜素，但在调制过程中胡萝卜素由于氧化而被破坏很多。贮存过程中胡萝卜素也逐渐减少，久经日晒，雨淋的干草胡萝卜素几乎全遭损失。青贮饲料能保存较多的胡萝卜素。除黄玉米外，其他青饲料几乎都不含胡萝卜素。黄色的块根、瓜类饲料，如胡萝卜、红薯、南瓜的胡萝卜素含量很高。动物性饲料中鱼粉的维生素A含量很高。

日粮中胡萝卜素含量高时，畜、禽产品，如乳脂、卵、肝等维生素A含量也高。

维生素D。各种家畜，各年龄、各种生理情况下均不可缺少。在生长、妊娠、泌乳、产乳时，对维生素D的需要量更大。因这时生长骨骼或生产产品，或处于钙、磷代谢旺盛的时期。

维生素D的生理功能，主要是有利于Ca、P的净存留量。维生素D有降低肠液PH的作用，因而促进肠液中Ca、P的吸收，减少粪中Ca、P的损失。此外维生素D也有利于骨骼的钙化。

缺乏维生素D时，Ca、P代谢失调，幼畜产生佝偻病，成年家畜也能发生溶骨症（并不多见）。患佝偻病幼畜生长停滞，骨骼钙化不够而变软，在体重的压力下变成弯曲，骨骼畸形，背脊与腿脊弯曲，行走不灵活，僵硬。鸡在缺乏维生素D时，喙变软，胸骨弯曲，产卵率下降，且壳变软、变薄，卵中维生素D含量减少，孵化率降低。

上述症状在日粮中缺少钙、磷时也能产生。但在缺维生素D时，即使有足够的钙和磷也不能充分吸收。若日粮中Ca、P不足或比例不当则病情更严重。

有十几种固醇都具有维生素D的活性，对畜、禽营养有重要作用的是D<sub>2</sub>与D<sub>3</sub>两种。

日光照射是维生素D的重要来源。因皮肤的皮脂腺及其分泌物内有7-脱氢胆固醇，经日光中紫外线照射而产生D<sub>3</sub>。成年家畜只要经常日照，不会缺D。

在植物性饲料中不存在D<sub>3</sub>，鱼肝油中D<sub>3</sub>含量丰富。在植物中含有麦角固醇，经紫外线照射产生D<sub>2</sub>。经日光晒的干草含有大量维生素D<sub>2</sub>（100—1000国际单位/公斤）。故干草是家畜冬季重要的维生素D<sub>2</sub>的来源。

对哺乳动物说来，维生素D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>的效能相同，但对雏鸡抗佝偻病的效能D<sub>2</sub>比D<sub>3</sub>高50倍。

## 二、畜、禽在不同生理状态、不同生长阶段的营养需要的特点

### （一）维持

“维持”是指畜、禽体重不增不减，不进行生产、不做劳役，体内各种营养物质处于收支平衡状态，同时畜、禽身体保持健康。

畜、禽处于维持状态时需要前节所述的各种营养素。维持时，畜、禽需要能量以供给呼吸、血液循环、肌肉张力，细胞和组织内代谢，以及身体少量活动的需要；维持时，畜、禽体内的蛋白质和其它物质（钙、磷等）处于“等平衡”。即畜体内的物质（蛋白质和其它物质）的合成代谢和分解代谢的速度相等。换句话说，畜、禽体内的物质即使在维持时也不是静止的，而是不断地更新，因此需要不断地予以补充。如果这一部分营养需要没有满足，则畜、禽体重减轻，身体损耗，持续时间长久，势必产生不良后果。

显然，在实际生产中，将家畜养在维持状态是不利的，不仅家畜所吃的饲料是净损失，同时还需要管理上的开支。在有些情况下，如役畜不做工时，草地架子牛越冬时，须给这些家畜维持饲养。从经济角度考虑，维持时期应尽可能缩短。

无论家畜是生长、产奶，或是家禽在产蛋时，其所吃的饲料中有一部分是用于供给维持需要的。超过维持所需的饲料才能用于生产。在一定限度以内，供给畜、禽的饲料，超过维持需要的部分越多，产量越高，则相对地维持消耗的饲料占总饲料消耗的比例越少，饲料转化效率也越高。家畜饲养可以比做工厂生产，其工资、房租、水电等开支相当于维持饲料消耗。如果工厂开足工，大量生产产品时，这部分非生产开支相对较少。

就养猪来说，我国目前存栏猪接近三亿头。而出栏数仅有1.2—1.3亿头。出栏率低的原因是由于我国养猪生产周期长，猪的生长速度缓慢，这也意味着大量的饲料消耗在保持体温，维持生命，这是极不经济的。

### （二）生长“肥育”

生长是指动物身体的器官、肌肉、骨骼等重要组织的增加，主要是蛋白质、矿物质和水的增加。而通常，“肥育”一词是表示体内脂肪的沉积。事实上，骨骼的生长，蛋白质的增加和脂肪的沉积是不能截然分开。

动物全身的生长是其各部分生长的总合。但各个部分生长的速度不同。刚出生以后，骨骼生长首先达到高峰，以后逐渐减少；蛋白质增长的高峰晚一些时间才到来；在接近成熟的时候，脂肪的沉积逐渐增加，它的高峰最后到来。畜牧生产者了解畜体组织生长的规律是很重要的，他可以通过饲养方法控制肉畜胴体成分，提高饲料转化效率。

根据猪的经典试验，可以看出，一贯高营养水平，猪的生长速度很快，但饲料转化效率并不是最高的。断奶后，每增重一公斤耗料5.05公斤。这是由于生长后期，一部分

饲料转化身体脂肪；饲养水平先高后低一组的猪生长较恹，而饲料转化效率最高(4.28)，胴体瘦肉多。这是因为动物在生长前期，且蛋白质生长旺盛的时候，有丰实的营养使动物能快速生长，而后期脂肪沉积旺盛时期，适当给予限饲，避免过多脂肪沉积；饲养水平先低后高组的饲料转化效率最差(5.61)，胴体肥肉多，是最不经济的。上述试验是用1930年代的猪种和饲料配方的结果。在肉用仔鸡，远在脂肪大量沉积以前就已屠宰，因此采用一贯高水平的饲养方式。总之，在家畜生长期，了解营养水平对活重增长的影响是很重要的，因为它和产肉的经济有关。通过在生长的不同阶段改变营养水平而使肉用家畜生长速度变化，直接影响胴体成分，从而影响饲料转化效率

综上所述，“肥育”是老式畜牧业的概念。前已屡次提到，近代畜牧业的任务是生产蛋白质，因此，“肥育”的饲养方法也必须予以废弃。“吊架子”和养“千斤猪”的做法是极端浪费饲料的。

### (三) 繁殖

胚胎在刚开始时是很小的，在整个妊娠期中，它的生长速度递增。妊娠中期以后，胚胎的重身才与胎膜的重身相等。而在分娩时，胎盘的重身仅占妊娠产物总重身的20%。屠宰试验显示，胚胎大部分生长是在妊娠期末三分之一的时间内。以猪为例，妊娠产物中大约一半的蛋白质和一半以上的能量是在妊娠期最后四分之一的时间内贮存的；更大比例的钙和磷是在接近妊娠终了时才沉积的。与生长动物的一般规律相同，胚胎的水分随妊娠期递减。在整个妊娠期中，按干物质计，蛋白质约占妊娠产物的三分之二，变化很小；胚胎中脂肪与铁的含身变化也很小，但钙和磷的含身递增。因此，在妊娠初期，孕畜对营养素需要的数身很小。随妊娠期推移，营养素需要递增，在接近妊娠期终了时，可能为妊娠初期的数倍。必须注意：妊娠初期，孕畜对营养素需要的数身虽少，但在特定时期，某些特定养分的缺乏，也往往造成胚胎不能弥补的损害，特别是维生素，微量元素。

近年来试验表明，家畜繁殖效率的提高是通过降低营养水平而实现的，在一个试验中(表11)，用三个差别很大的营养水平饲喂专年母牛。结果显示，到达性成熟的年令受到很大影响，专年母牛首次发情的月令在能量水平饲喂不足、按照标准的和超过标准的三组牛中，分别为20.3、11.2和9.2。饲喂过度的专年母牛繁殖率较低，其初配受胎率很低。其中一头专年牛配种13次均未受胎，表中第一次受胎平均所需配种次数，尚未将这个数据计算在内。以后各胎所需配种次数，各组间没有显著差异。但因不育而淘汰的母牛在过度饲喂组占20%，而饲喂不足一组只占6%。

发育受阻的专年母牛在首次产犊时体重低于正常20%，但所产犊牛重差别不大。难产较正常组约多一倍，经兽医助产各组所产活犊数相同。低水平专年母牛营养水平提高后，生产性能完全正常。其繁殖寿命也没有差异。还有一些试验证明，过高的营养水平倾向于缩短奶牛的生产寿命，专年奶牛排卵率虽能增加，但胚胎死亡率也增加。

过度肥胖对繁殖是有害的。卵巢受脂肪浸润，妨碍滤泡发育，其结果发情不规则或完全停止。生殖道中沉积脂肪过多，即令卵子成熟，甚至已经受精，却不能达到子宫并正常地“着床”。还曾经观察到，过度肥胖对公畜产生有活力的精子有不良影响，并使公畜性欲冷淡。



表11

	总消化养分进食量 (正常的%)		
	62	100	146
专年母牛数	33	34	34
首次发情月令	20.2	11.2	9.2
首次发情体重, Kg	303	265	277
首次配种妊娠率, %	79	68	58
第一次妊娠配种次数	1.55	1.41	1.48
第一次产犊月令	32	28.5	27.9
第一次产犊体重, Kg	384	483	548
第一胎犊牛体重, Kg	36	39	41
需助产母牛, %	45	26	24
产活犊率, %	87	88	94
第二次妊娠配种次数	1.71	1.76	2.09
第三次妊娠配种次数	1.90	1.64	1.90
不孕淘汰率%	6	12	20

综上所述,对各类妊娠家畜及种畜的饲喂都要使其身体健壮,不沉积多余脂肪。较老的饲养孕畜的方法是使其在妊娠期中沉积大量养分,以供在泌乳初期弥补所吃营养物质不够产奶支出之用。从饲料转化角度考虑这种方法是不经济的。饲料首先能转化为体脂肪,后者在泌乳期再转化为乳成分,经过两次转化。每次转化过程,养分都有一定的损失。根据同样的考虑,哺乳幼畜一旦能够消化奶以外其它普通饲料时,应尽早断奶。从饲料转化为奶,再从奶转化为幼畜身体组织,也是两次转化过程。其效率显然远低于由饲料直接转化为幼畜身体组织。在我国各奶牛场,犊牛哺乳量一般皆在500—700公斤,或更多,六月令以上断奶。实际上,犊牛瘤胃功能在两月令已达成成年水平,哺乳量200公斤已足够。

#### (四) 产蛋的营养需要

母鸡的生产性能仅次于奶牛,名列第二。在一年中,一只母鸡所产鸡蛋干物质可高达其身体干物质的四倍。这显然须要进行强烈的代谢作用,并需要大量的营养物质。鸡蛋中含有下列成分:水66%,蛋白质13%,脂肪10.5%,灰分10.5%。这些数字表明,产蛋鸡除需大量能量外,还需要大量蛋白质和矿物质。此外,要生产一枚能孵出强壮雏的种蛋,还需要更多的养分,特别是维生素和微量元素。近代集约化养鸡的营养问题涉及的深度和广度已使其成一门专门的学科了。