

家畜飼養學

江西農學院

第一篇 家畜饲养的科学原理

第一章 日粮及饲料营养价值的评定

有机体与外界环境之间的物质代谢，从有机体从周围环境中能适应它们的特殊的物质——食物、水和氧——开始。食物的吸收，是与脑的复杂的先条件反射相联系的。动物由外界环境所摄取的食物，经过复杂的生理过程，最后，动物器官和组织获得了对同化有用的物质，食物的需要，乃是有机体正常进行物质代谢的基本和必要条件。食物对家畜来说，必须是：

- ① 家畜活动的热能来源。
- ② 修补在异化过程中所破坏的组织，以及形成新的组织；乳的分泌，和贮存营养物质所必需的构成原料。
- ③ 调节代谢和维持体组织和体液于一定的物理化学状态的物质来源。

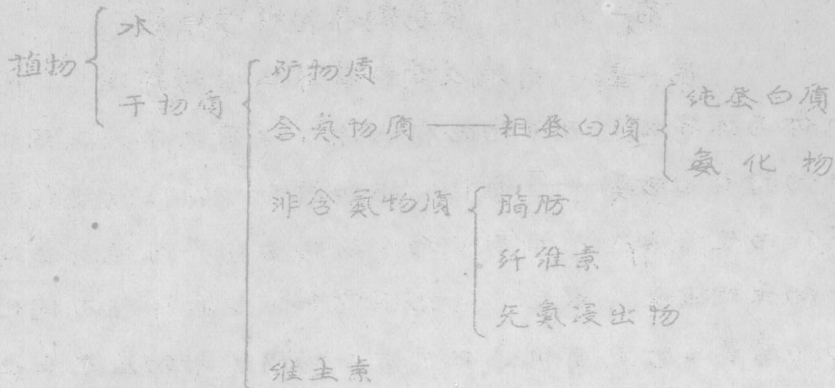
饲料依其物理性和营养性能作用，必须适合于动物历史发展过程中所形成消化器官在解剖和生理上的特性。

饲料的营养价值，应理解为食物中能满足家畜本性所要求的饲料与比例。食物能充分地满足动物生活的要求，则它对动物营养价值越高。所以饲料的营养价值，只有在饲料与动物有机体互相作用的过程中，根据家畜的生理状态，衡量其生产产品的变化来测定。目前评定饲料及日粮的营养价值系根据：

- ① 饲料的化学组成。
- ② 饲料的可消化性（消化率）。
- ③ 饲料的生产效能。

（一）植物及动物体的化学组成：

饲料的营养价值首先决定饲料的化学成分。组成动植物的主要元素为：碳、氧、氢、氮，约占全部的95%，其他元素如钙、磷、钾、钠、硫、镁、铁、铜、氯、碘、砷及锰等，约占5%，这些元素在动植物体内互相结合成复杂的物质，为了研究方便起见，把互相相似的归纳起来，现将所公认的标准植物产品分析图表介绍如下：



1. 水分——水分的定量用干燥称量法，即在 $100-105^{\circ}\text{C}$ 干燥，达到恒重为止，水分在动植物体内有重要的生理作用，它可以促使营养物质在动植物体中交流，并从体中排出分解后的产物，动物体还需要它来调节体温。各种饲料的水分含量不一，其范围为 5—95%，干的加工件产品如干的扩造、油饼等含水量，约为 10% 左右，谷类籽实与粗料为 12—14%，干草、茎秆和秕谷为 15—20%，青草为 70—80%，青饲为 60—85%，根茎类 80—92%，酒精、扩造、马铃薯渣将近 90—95%，除去水分后，饲料中所有其他物质均属于干物质。

水也是动物体重要成分之一，可达体重的一半，血液中水分占 80%，肌肉内脏器中含 45—75%，此外种别年龄和营养程度，均影响家畜的含水量。幼畜含水可多达 72%，随年龄增加而水分减少，肥育时含水量迅速下降，由 58—61% 降到 44—46%，营养状况相同的羊、猪体内含水量少于牛。

2. 矿物质——矿物质对幼畜生长，成年家畜健康的维持，和正常的繁殖是不可缺少的，各个器官及体组织均含有矿物质，此外矿物质在代谢上，也有很大的作用，矿物质总含量的测定，是把少量标本放在坩埚里燃烧完全，残余物质叫粗灰分，再从粗灰分测定各个元素。植物的灰分中最主要的有钾、钠、钙、镁和磷。植物性饲料含灰分平均不到 5%，植物各部分的灰分含量也不一致，如茎叶中的灰分比籽实或根部多一倍，而且籽实外部的灰分也比内部多，还有豆科籽实及其生长器官的含钙量大于超过木本科的含量，豆科茎秆及干草

所含的钙，比禾本科多4—6倍，根茎类的灰分含钾量多，而钙磷较少，谷类籽实和加工产品如小麦麸、油饼类的灰分中，磷比较多而钙较少。

动物体脂与青草灰分比较，钾、钠较少，而钙、磷较多。钙和磷占动物体灰分的50%，而青草中仅占13%。

3. 粗蛋白质——含氮物质总称粗蛋白质，由含氮量乘6.25 ($1\% = 6.25$) 即得，各种饲料的粗蛋白质含氮量不同，因此6.25这个倍数不能通用于所有饲料，如小麦、大麦、燕麦、黑麦，应用5.85，玉米为6.25，油饼类如豆饼、亚麻仁饼等应用5.3，饲料中的含氮量可用化学分析方法测定。粗蛋白质可分为纯蛋白质及非蛋白含氮物，后者一般称为氨化物。动物体的所有组织和器官，皆以纯蛋白质为主要成分，故纯蛋白质在家畜营养中有极重要的作用。饲料中纯蛋白质成分的幅度极大(0—90%)，在植物性饲料中以饼类的蛋白质含量较多(30—45%)，豆科籽实将近25—30%，豆科干草为12—15%，禾本科籽实含量不多(8—12%)，禾本科干草茎秆为4—6%。

根茎类0.5—1.0%，动物饲料中的干血粉和肉粉的蛋白质成分最高，可达70—90%，氨化物可溶于温水，测定方法，就利用溶解前后粗蛋白质与纯蛋白质的差数，氨化物很大一部分，是有机物合成植物蛋白质时的中间产物，或者是蛋白质被酵素、细菌所破坏而产生的化合物，因此生长期间所收割的青饲料和曾经发酵的饲料就含有多量的氨化物，根茎类的粗蛋白质将近一半是氨化物，但成熟的籽实中仅含3—10%。

4. 非含氮物质——在少数植物性饲料的干物质中，非氮化合物占绝大部分，它虽不像蛋白质那样对家畜是不可缺少的营养素，但在数量上却佔家畜饲料中的首位，非含氮物质可分为两大类，即脂肪与碳水化合物，其元素成分如下(%)：

类 别	碳	氢	氧
碳水化合物(淀粉)	44.7	6.2	49.4
脂 肪(油脂)	77.4	11.8	10.8

脂肪——与碳水化合物相比較，碳氢较多、氧较少，这也说明脂肪燃烧时产生比碳水化合物高的热能（2.25倍），脂肪是原形质不可缺少的成分，在细胞的代謝上起很大的作用，更是家畜热能的来源，分析飼料时，用乙醚提煉飼料样本，称为粗脂肪，有很多飼料的抽出物不完全是真脂肪（三脂酸、甘油脂），此外乙醚抽出物，也可能含有叶绿素、蜡、树脂、色素物质，有机酸以及其他化合物，在化学特性上，与真脂肪有区别，飼料中脂肪含量的差别很大，就一般谷类而言，籽实所含脂肪比茎秆多，尤其在根部和块根中的脂肪更少（0.1%），禾本科中以玉米与燕麥含脂肪较多（5—6%），小麦和黑麥籽实仅含1—2%，油类籽实中如亚麻、向日葵及油菜籽均含有大量脂肪（30—40%）。

动物体的脂肪含量由3—4%到45—50%，依种类、年龄和营养程度而不同，例如幼犊牛脂肪佔3—4%，经肥育而脂肪多的公牛将近40%，脂肪丰富的绵羊可达45%，瘦的不过13%。

碳水化合物——家畜体组织仅有少量的碳水化合物（葡萄糖、糖粉）但它是主要热能来源。在植物产品的干物质中，碳水化合物可达到75%，或超过这个数字，家畜飼養分析习惯，把碳水化合物分为粗纤维和无氮浸出物两项。

① **粗纤维**——粗纤维是飼料经过稀硫酸及沸的碱液处理后所剩下不能溶解的那一部分非含氮物质。粗纤维是植物细胞壁的主要成分，它是由各种物质所组成的，其中有植物纤维素、半纤维素、五碳糖和六碳糖，以及嵌入的物质如木质纤维质、角质和木栓质，植物各部分的粗纤维成分也不相同，茎最多，叶的含量较少，而以果实、块根、地下茎的粗纤维最少，禾本科茎秆含粗纤维约40—50%，干草25—30%，禾本科籽实由0.2到10—12%（燕麥），根茎类为0.4—2%，绿叶产品1—30%。

② **无氮浸出物**——非含氮物质，除了脂肪及粗纤维外，总称无氮浸出物，测定方法系由100%减去蛋白质、脂肪粗纤维、灰分和水份等百分比的总和，其中包括淀粉和糖类，这些是植物的儲备物质，大量积蓄在籽实、水果、根、茎中，可佔干物质的60—70%，茎叶

中含少量(不过2%)。家畜体内有类似淀粉的脂肪,故名动物淀粉,它也是一种储备作用(以肝脏中含量最多,可达肝脏的20-30%)。在植物饲料中分布最广的就是单酚类如葡萄糖和果糖,和双酚类如麦芽糖和蔗糖。蔗糖以甜菜含量较高(20%)。胡萝卜里也有,干草中也含有多量的糖(4-8%)。乳类是动物性来源的糖,在家畜的乳中约佔3-6%。

上述这些化学成分在动物营养上各有重要作用(詳第二、三、四、五、六各章);饲料中所含这些物质的数量,可用化学分析方法测定出来;饲料化学成分的評定方法,即根据饲料中所含这些化学成分的多寡,来确立它的营养价值。

(二) 饲料的可消化性

I. 可消化的营养物质

饲料的化学成分評定方法,对饲料的营养价值,不可能给以正确的概念,例如稻壳和草地干草的化学成分相似,但草地干草对家畜来说,营养价值远高于稻壳,这是由于这两种饲料的可消化性不同,事实上有些饲料的养分几乎可以完全消化,而另一种饲料,仅可消化一部分,因此,評定饲料的营养价值,除化学成分外,尚须考虑饲料的可消化性问题。

饲料中各种化学成分,进入动物体后,通过消化过程(机械的、化学的和微生物等作用),分解出能被家畜所吸收的普通产物(氨基酸、脂肪酸、单酚类和可溶性糖等),家畜利用这些产物,为着适应器官和机能特征的需要,而形成各种物质。不消化的食物与消化液粘泥肠表皮及其他代谢产物相混合而排出体外,这些经消化并被吸收的普通产物是饲料中的可消化部分即可消化的营养物质,可消化物质的評定方法,即根据饲料中可消化营养物质的含量,以确立饲料的营养价值。

II. 消化試驗

要确定饲料中的可消化营养物质,必须进行特殊的动物試驗即消化試驗。

1. 消化試驗方法——消化試驗是以饲料及其营养成分

的差数为基础的。每个试验分为准备期和试验期两阶段。准备期必须有相当天数（反刍动物 10—15 日，猪为 10 天），才可能把过去吃的饲料，从消化道中完全排出去。试验期的长度，必须保证从试验家畜能取得确实的、均匀的排粪量（10—20 日）。消化试验最重要的关键，乃是确实计称家畜食入饲料量和排粪量，所以需要各种设备。用阉羊作试验时，可用饲料袋挂在颈上，以便喂料。另外用粪袋收排粪物。

进行消化试验时，若测定混合饲料的消化率，一次试验即可。若是研究个别饲料的消化率则须进行两次试验。第一次首先测定整个混合料，但其中必须包括少量被测定的饲料；第二次增加被测定的饲料量，或用被测定的饲料代替一部分混合料，替换时应尽量保持不改换饲料的化学成分及容积。例如：用羊作燕麦的消化试验时，必须首先测定混合饲料（干草 1500 克，甜菜 1000 克，小麦麸 300 克，燕麦 100 克）的消化率；第二次试验时，用第一次试验所用的混合料 80%

加上 200 克燕麦。从第一次试验的结果求出混合料的消化率，假定混合料的消化率在第二次试验时仍保持不变，就可推算 200 克燕麦中被消化的营养成分，用此法计称须假定混合饲料的一部分用试验饲料来替换时消化率仍保持不变，但这个假定并未经动物试验所完全证实。

根据分析饲料及粪便的材料来计称试验期间家畜所食及粪中排出的同一营养物质，然后分别用饲料及粪中各种成分的差数，表示饲料中各种营养素的消化量，再从消化量以求出消化率。

2. 消化试验的缺点：

目前所采用测定消化率的方法是以饲料及粪中营养素的差数为基础的。从营养生理观点，只有被消化道所吸收的并能用于制造组织的或用于补充有机体其他需要的部分，才算是可消化的物质。从这个观点出发，测定消化率的方法有两个缺点：

① 降低了蛋白质和脂肪的消化率，因为粪内除了饲料中不能被消化的一部分外，还含有代谢产物如剩余的消化液胆汁、肠壁黏膜、细菌类物质，这些物质的存在，主要影响蛋白质的消化率，部分的影响脂肪的消化率，致使它们的消化率低于实际消化率。

② 提高了碳水化合物消化率，因为在消化过程中由于

微生物的作用，破壞很大一部分碳水化合物，產生沒有營養價值的气体，所以用規定的方法計稱時，則提高了碳水化合物的消化率。反芻動物（現用方法虽有上述缺點，但可能得到關於消化過程最後結果上有價值的知識，因此，在飼養科學上還廣泛應用。

III 影响飼料消化的因素：

根據消化試驗結果，可測知飼料中的可消化營養物質，但飼料的消化又受以下外界因素的影響：

1. 家畜的種類——因為消化器官的構造和機能的不同，所以各種家畜對同一種飼料的消化是不同的。在反芻畜對各種飼料，多汁料，及品種良好牛羊消化相似，但對粗飼料，一般牛的消化比羊的好，馬與反芻家畜比較，對飼料的消化較差。飼料中纖維成分越高，則是差越大。豬對粗料的消化亦顯著低於反芻家畜。家禽對飼料的消化，不如其他家畜。飼料含有多量纖維則各種家畜消化率的差別大。

2. 品種——由於不同的培育方法，各種不同品種在外形體魄和消化器官發育方面的差別，才能不同品種在飼料消化能力方面有些不同，但此點已經試驗，材料尚不一致。

3. 年齡——家畜對飼料的消化能力，依年齡的大小亦不一致，年幼家畜消化器官尚未發育完全，因此不能利用更多的粗料，衰老的家畜，由於牙齡不好，消化能力亦低。

4. 個體——同一品種和年齡相同的家畜，消化率常有很大差別（粗料的差別最大），這些差異是由於家畜自然特性，由於食物刺激所獲得的反射，以及由於與消化機能有關的器官和系統的不同機能狀態而引起的。

生長期的飼養性質，顯然影響到消化器官的發育與機能。家畜在育成時期由於某種飼養方式的影響，可以改變以後家畜對飼料的利用能力，亦即幼時採用那一種飼養方式，以後對該方式也較能適應。

5. 食量與喂法——消化器官的活動與飼料的數量及性質和飼養的技術有很大的關係，H. H. 巴甫洛夫曾經過精密的研究，證明消化腺分泌作用的急劇改變和消化器官的運動，與食物特性及飼養制度（如飼喂次數及時間，日糧的配合，飼養的順序，及其他等）

有关，由于这种关系，当然也会影响饲料的消化程度。

喂量多寡也影响饲料的消化，消化液的分泌，虽然依采用量的增加而加剧，但给量过多时，则整个的消化反要降低，因为食物很快地通过消化道，若是消化道停留食物过多，反而破坏了消化道的机能，招致疾病。

丰富饲养时，为了保证正常消化，应当喂量较少，而次数增多，在这种情况下，消化腺体有多次的反射刺激，并分泌胰液，而消化管壁的运动也加强，此外，为了容易消化和加强消化腺体的分泌，饲料在喂前应适当的调制或与他种饲料的合理配合。

6. 日粮的成分——消化率也根据饲料的化学成分，给料的拼成，整个日粮和个别饲料的营养特性，和它们对消化过程的影响而不同，某一方面的营养素过多或不足，对于消化皆有不良影响，营养素中，以粗蛋白质和纤维对于消化的影响最大，饲料中纤维愈多，则所有营养素的消化率越低。以下引证波台夫用绵羊喂山羊的比较试验：

干物质中纤维素的含量(%)	25.1	28.4	32.8	30.0
有机物的消化(%)	75	67	61	54

此外，蛋白质的营养水平，也有重大影响，试验指出，只有饲料的可消化氮浸出物为8—10分，而可消化的粗蛋白质，不少于1份时，反当美才能完全消化，如果氮浸出物与粗蛋白质的比率过大，就降低碳水化合物和粗蛋白质的消化，饲料中碳水化合物增多，则消化降低的原因可能于下：

① 一般破坏细胞壁的细菌，当饲料中可溶性碳水化合物丰富时，则它们首先利用后者，因此被包在细胞中的营养素其中一部分蛋白质不易扩散而避过消化酶的作用，另外饲料中增加含氮物质，能增加细菌繁殖，加强对细胞膜的破坏。

② 由于碳水化合物发酵产生很多脂酸，这些脂酸一面促进肠蠕动使乳糜液很快通过消化道，减低已溶解物质在肠中的吸收，另一方面也限制了食物本身的发酵。

③ 饲料中含氮物质不足时，降低消化腺的分泌。

所以喂足适量的粗蛋白质可防止饲料消化的降低。为了检查饲料中这种关系，可应用营养比例，即以饲料中若干分可消化氮化合物对一份可消化粗蛋白质的比例表示之（计算时脂肪乘以 2.25 的系数，植物油与脂肪的热能比碳水化合物多 2 倍），营养比例的范围在 1:6—1:8 之间是中等的，少于 1:6 为窄，大于 1:8 为宽的。维生素对消化和吸收也有重大影响，（B 组 A 和 C）缺少它们时，消化不良（便秘、下痢等）引起破坏消化道的蠕动与分泌机能，并降低肌力紧张力。

除其他因素外，影响消化的还有其他化合物，如有机酸、蛋白分解产物（氨基酸、蛋白胨）和植物分泌素等物质，能使消化腺分泌作用增强。根据苏联全苏畜牧研究所和波尔德瓦养猪科学研究所的试验，可在粮中增加青贮料可增加消化道中消化液的分泌。

饲料的消化还依靠几种特性如香味和气味等，这些特性与家畜的食欲有密切关系，喂香味好的饲料，分泌和肠管的运动都增强，也促进消化，故饲养家畜时，必须特别注意食欲。

此外喂前的饲料调制也有重大意义，通过调制不但节省消化道中的机械作用，便利消化酶作用，也能改变饲料味味的性质，同时消化机能与饲养技术（如定时喂料，有顺序，及其他条件）有关。

足见影响消化是有很多因素的，因此用可消化物质评定饲料的营养价值时，还必须考虑这些具体问题。

（三）饲料的生产效能

I. 根据有机体的新陈代谢，以研究饲料的生产效能：
按可消化物质评定饲料营养价值的方法，比依靠化学成分的评定方法往前进了一步，因为它的研究，是根据消化道中饲料与有机体的互相作用，但随着经验和科学关于饲料营养价值和效的积累，逐渐发现了这个方法的缺点，善于观察的饲养人员，发现消化值定与家畜饲养鉴定之间的不一致，例如燕麦和麦麸的可消化物质含量是相等的，然而实际观察却证明三公斤燕麦约等于四公斤麦麸，在试验中也得到相同的事实，这是由于：

① 消化試驗有缺點，飼料對家畜有用的本性未呈露出來。

② 係消化物質評定飼料未考慮各飼料中營養物質不同質不同的特點。

③ 在飼料的消化和吸收的過程中（如咀嚼）飼料在消化道的轉進及其他等消耗，各飼料也不同。

④ 消化（包括吸收）仅是營養的第一階段，它不能說明有機體為了實現自己的生活機能如何利用營養物質。

在生活的有機體中，物質的變化无时无刻不在進行着，經消化后已吸收的养分，随血液運到各組織中，一方面合成體組織，（體蛋白、體脂肪等），形成乳毛等。另一方面通過分解及氧化作用放出熱能以維持生命及生產活動。同時產生 CO_2 及水等廢物，但細胞同化从血液中所獲得原料的能力，求主于同化作用，適應動物需要的程度，由而得到一些未完全氧化的代謝產品，也就是未被動物所利用的物質（例如尿里的氧化物）。所以消化過程只說明了消化多少，沒有說明利用多少，很显然，為了正確地測定飼料的主產效能，必須通過新陳代謝的研究，以測定飼料中的營養物質，究竟有多少能轉變為有用的物質，（肉、脂肪及其他產品，）貯積在動物體內，或變為熱能用以工作。

飼養科學測定飼料主產效能，求用物質平衡及熱能平衡的測定方法。

II. 物質平衡：

乃利用家畜所求食和排出體外的物質的差數，以決定家畜體組織成分的變化來評定飼料的主產效能。

1. 氮的平衡——即利用家畜求食和排出體外的氮的差數，以測定蛋白質成分的变化（沉積和分解），要計稱氮的平衡，必須首先知道飼料中的粗蛋白質在體內能變化什麼物質。

飼料中的含氮物質的一部分，在消化道中分解為氨基酸，剩下不能被消化的蛋白質由糞中排出，氨基酸由消化道吸收而入血液，運達全身各處，組織和細胞依靠這些氨基酸來補充分解的組織或建立新組織。此多餘的氨基酸受脫氨的分解，分解出的氨，大部分轉變為尿素。

由尿排出脱氨所剩氨基酸的无氮部分，氧化为 CO_2 和水，或荷用以合成碳水化合物和脂肪，饲养丰富时一部分氮可以沉积在家畜体内，也就是说，粪尿和沉积体内的氮，应该与饲料中的氮相等，因此我们根据氮的平衡即可测定在试验期内动物体内蛋白质的变化情况（沉积或分解），下列乃用阉牛试验的结果：

	氮(克)	碳(克)	大卡(单位1000)
饲料食入	106.5	2,298.6	22.37
粪中排出	33.1	750.0	7.36
沼气	—	103.7	1.85
二氧化碳	—	1,187.3	—
尿中排出	72.3	1137	1.21
形成体热	—	—	10.16
沉积蛋白质 6.6 克	1.1	3.5	0.04
沉积脂肪 175.7 克	—	134.4	1.67
平 衡	106.5	2,298.6	22.29

根据沉积在体内的氮，即可换算为蛋白质，因为干燥、脱脂和无灰分的肉（肌肉蛋白）含有 16.67% 的氮，因此上述阉牛体内所沉积的蛋白质为 6.6 克 $\left(1.1 \times \frac{100}{16.67}\right)$ 这就是测定家畜体内蛋白质变化的方法。

2. 碳的平衡——用采食和排出体外的碳的差数以测定脂肪成分的变化，家畜所食取饲料中碳的经过是这样的：很大一部分未被消化排出体外，有一部分变成气体（ CH_4 、 CO_2 ），经肠排出而损失，这些气体是在消化道中食物发酵时从可消化的炭生成的，其余的炭包括在氨基酸，葡萄糖和脂肪的消化产物之内，由肠进入血液和淋巴，而后运到周身各组织。

在家畜体内氨基酸可以拼成体蛋白，但是氨基酸脱氨之后，也能用来造成体脂，或产热能和作功，因此从氨基酸剩下的碳水化合物或成为体脂肪或者在体内氧化而生成 CO_2 。

葡萄糖与脂肪乃是热能的主要来源，用以维持体温和供体内脑部和外部肢体的活动；有剩余，乃以贮备的形态贮存体内，因此饲料中的炭，在体内的归宿是它的氧化物（ CO_2 ）和沉积的脂肪，其中 CO_2 经肺呼出体外。

这样饲料中的炭应等于呼出的炭，再加上尿里的炭，粪里的炭，肠内及生气体中的炭与沉积在家畜体内或其他产品中的炭的总和。因这在作炭的平衡时不仅知道尿和粪中炭的成分，也必须知道所形成的气体。利用呼吸器可以测定 CO_2 的数量，尿和粪中的炭可以用元素分析方法测定出来。根据上述奶牛试验所列（见 页）该牛在一天内氮平衡为+1.1克，炭平衡为+137.9克，1.1克氮等于沉积6.6克的蛋白质，而蛋白质含有52.54%的炭，所以6.6克蛋白质中佔有3.5克炭，剩余134.4克的炭都形成了脂肪，脂肪含炭76.5%。这样就可求出沉积的脂肪为175.7克 $\left(134.4 \times \frac{100}{76.5}\right)$ ，这就是测定家畜体内脂肪变化的方法。

III. 热能平衡：

代谢过程中物质的化学变化与热能的分解相辅并进，物质代谢和热能代谢在动物体组织里不可分离而是同一过程的不同形式，因此为了研究体组织中物质的变化也可利用热能代谢测定的办法，即利用热能不定律，动物本身既不能创造热能，也不能破坏热能，因此利用采食和排出体外总热能的差数来测定它的变化，如采食的热能多于排出的热能，则表示一部分热能存留于体组织中变成了蛋白质，脂肪或其他可物质的潜能。

要知道某种物质所含的热量，必须燃烧并用测热器来测定燃烧时所生成的温度（物质燃烧时使每1000毫升水之温度升高 $1^{\circ}C$ 所需之热量为1大卡），燃烧时各种营养物质的热量如下：

1克可消化脂肪 9.5 大卡

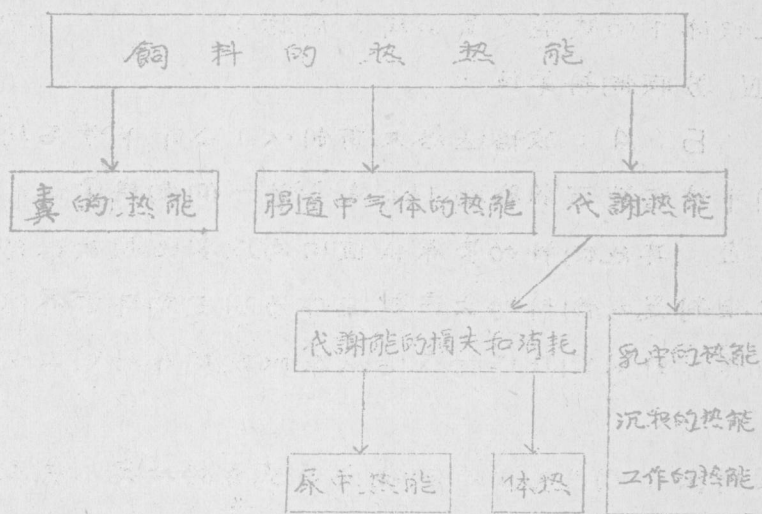
1克可消化纯蛋白质 5.71 大卡

1克可消化淀粉 4.18 大卡

一般的饲料当燃烧时每克有机物所放的热量约 4.5 大卡左右。

但饲料所含有的总热能，并不能完全被家畜所利用。热能的一部分，在饲料的未被消化的残余中损失，草食动物以这种形式所损失的热能最多。在粗料方面，反刍动物最少损失40%，马50%，浓厚饲料的这种损失，反刍家畜为10—13%，马40%。此外消化道内由于碳水化合物发酵而产生的气体也佔很大数量，反刍类在这方面的损失，可达5—12%。

热能平衡图(A.M.卡拉施尼果夫)



饲料的热能减去粪里和肠道气体中的热能亦即经过消化而能被吸收的热，称为代谢热能。为了测定代谢热能，必须从饲料中减去粪和肠道中气体所损失的热能。粪中热能的测定是根据排粪量和在测热器中燃烧燃烧的结果，肠道气体中的热能用秤称方法确定，例如在反刍家畜的消化道中，每100克可消化碳水化合物经过发酵的结果产生4.5克的沼气(CH_4)，每克沼气含热13.334小卡(1000等于1大卡)。

所有在机体内部的消化、呼吸、循环、中间代谢、内分泌腺机能、神经系统及其他相联系的工作，均由代谢热能来担任。由于这些内部工作所损失的热能，最后都是成体热形态。此外还有一部分代谢能从尿中未完全氧化的尾产物所损失。最后剩余的代谢热能，可供外部的机械运动，或者以蛋白质和脂肪的潜能形式，储存在体内，或者制成畜产品(如牛乳)，这种能称为净能。为了要测定热能的平衡，需要测定代谢能、代谢能的损失和消耗以及沉积热能(即净能)的数量。

代謝能的損失和消耗可根據代謝能與沉積能的系數測定出來。(沉積能可由碳和氮平衡計算出來)。

在前述試驗中(見頁)，肥育肉牛的热能平衡如下：

飼料中的热能	22,370 大卡
糞和沼氣中的热能	9,210 大卡
代謝能	13,160 大卡
代謝能的損失和消耗(体热、尿中热能)	11,370 大卡
沉積体中的热能(蛋白質、脂肪)	1,790 大卡

四、苏联飼料單位：

Б. А. 波格达洛夫飼料以 1 公斤中等品種燕麥的主產效能(在肉牛体内能沉積脂肪 150 克)為一個飼料單位，以表達飼料的总營養價值。其他飼料的營養價值均與燕麥比較表示出來。所以苏联的飼料單位制是以飼料的主產效能作為測定飼料營養價值的基础，它在配合日粮，計劃飼料作物栽培以及擬定飼料計劃上起了很大的作用。

但必須指出，飼料的主產效能會因家畜的種類、類型、年齡、生產方向等不同，而有很大差異。例如泌乳時飼料的主產效能就較用以肥育時約高出 20%。此外飼料的主產效能與飼養的組合方式，日粮的完全價值均有密切关系。所以苏联全苏农学院畜牧部門第三十五次會議的科学机关提出，要擬定建立新的飼料單位方案。這個飼料單位，應該根據日粮和飼料用于各种家畜的比較試驗并考慮完全營養各种因素。

苏联在第三十五次會議之后，已經有了詳定飼料总營養價值的一些新的建議。現在還沒有一個一致的意思。認為這些建議中有一個比較好。現介紹德米特罗恩柯教授提出的方法以供參考。德米特罗恩柯教授建議根據可消化能量分別測定每一種牲畜的可利用形态的有机物質。根據許多用乳牛作的生理試驗，証實一公斤水本料谷物飼料(例如燕麥)的有机物質平均約等于 3000 大卡可消化能量，即以此作為一個有机營養單位。用通过試驗所測得的日粮(或飼料)的消化能量，除了 3000 大卡，即得到該日粮(或飼料)所含的有机物質單

位 (亦即饲料单位) 数量, 因此用任何家畜在任何生产状态, 甚至任何营养水平情况下, 都可以测定日粮 (或饲料) 的总营养位值。

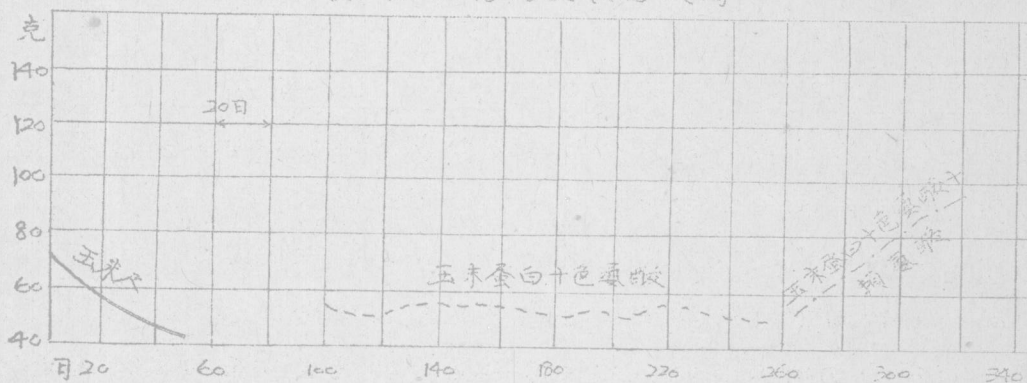
第二章 蛋白质的营养价值

一. 蛋白质的营养价值:

纯蛋白质是家畜所有器官、组织和生命代谢过程中特殊物质的主要成分, 酵素 (酶) 分泌、色素、抗体和对有机体起消化、代谢、保护作用的特殊物质, 都是由纯蛋白质拼成的, 一切生命过程均与蛋白质代谢相关连, 因而蛋白质对幼畜生长, 成年家畜的健康与繁殖机能以及家畜的生产力和产品品质等, 均有极重要的作用。所以各种家畜的饲料中蛋白质的含量非常重要。

很早以前, 生理学方面发现各种纯蛋白质的营养价值是不同的。此种差异乃由于它们的氨基酸成分不同的结果。下图系测定纯蛋白质完全营养位值的一个试验结果。

用玉米蛋白, 玉米蛋白+色氨酸, 玉米蛋白+色氨酸+赖氨酸喂试验动物的生长曲线图



从上图可以看出日粮中虽有足够的热能, 矿物质和维生素, 如蛋白质仅用玉米蛋白, 则动物不仅不能生长而且体重降低。加入色氨酸后, 就能维持体重, 再补加赖氨酸, 则可保证生长。

氨基酸是蛋白质在消化道中分解后的最终产物, 它也是拼成体蛋白的原料, 就目前所知, 拼成的动植物蛋白质, 至少有二十七种不同

的氨基酸，饲料和畜产品的纯蛋白质都是由各种不同的氨基酸所构成。生理学的检查指出，有几种氨基酸家畜必须由饲料获得，包括赖氨酸、色氨酸、组氨酸、白氨酸、异己氨酸、氨基丙酸、脯氨酸、甲硫基丁氨酸、缬氨酸、精氨酸等，这些是称生命所必需的或不可代替的氨基酸。家畜的饲料缺少这些氨基酸，或者含量不足时，则发生幼畜生长停顿，成年家畜的健康衰弱，繁殖降低，以及其他恶果。其他氨基酸如甘氨酸、丙氨酸、丝氨酸、胱氨酸、脯氨酸、酪氨酸、天冬氨酸、麦氨酸等，都不称必需的氨基酸，因为家畜本身（或微生物）可以运用进入体内的物质，合成足够的数量几种纯蛋白质所含必需氨基酸的成分（百分比）如下：

氨基酸	酪素 (казеин)	乳白蛋白	明胶 (желатин)	玉米蛋白	豆蛋白 (глицин)
缬氨酸	7.9	3.0	—	1.9	3.3
白氨酸	9.7	14.0	7.1	25.0	6.6
苯氨基丙酸	3.9	1.2	1.4	7.6	2.3
甲硫基丁氨酸	3.5	2.6	1.0	2.4	2.0
组氨酸	1.8	1.5	0.9	0.8	1.5
精氨酸	3.8	3.0	8.2	1.8	2.9
脯氨酸	6.2	8.1	5.9	—	0.6
色氨酸	2.2	2.7	—	0.2	1.1

凡是完全缺乏或者仅含少量为了合成家畜体蛋白所必需的氨基酸的蛋白质，称为不完全蛋白质。则其生物学价值低。饲料蛋白质拼成与家畜体蛋白质愈接近，则其价值愈高。家畜合理饲养的任务之一，就是要配合一种日粮，使氨基酸达到有完全价值的综合。所以我们决定饲料和日粮的饲用价值时，不仅考虑蛋白质的量，而且要考虑它的品质，可消化蛋白质的量和质，才是评定饲料饲用价值的重要指标。

目前关于饲料蛋白质的氨基酸成分的材料还很少，一般来说，谷实的蛋白质含有多量的脯氨酸和麦氨酸，少量的精氨酸和组氨酸，和很少量的赖氨酸和色氨酸。玉米蛋白除以上之外，还缺乏胱氨酸，豆科籽实的粗蛋白质与禾本科的粗蛋白质相反，比较含有丰富的精氨酸。