

经全国中小学教材审定委员会 2006 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 **通用技术 · 选修4**

现代农业技术

XIANDAI NONGYE JISHU

专题四 营养与饲料



地 质 出 版 社

通用技术 选修4

现代农业技术

专题一 《绿色食品》

专题二 《种质资源的保护和引进》

专题三 《无土栽培》

专题四 《营养与饲料》

专题五 《病虫害预测及综合治理》

专题六 《农副产品的营销》



致同学们

众所周知，饲料是养殖业的物质基础。科学、合理地利用饲料，向畜禽、水产动物提供全面、充足的营养，对畜禽、水产产品的数量和质量影响很大，对保证人类健康生活具有重要意义。

——南方某乡有两个渔场，前者采用“青草加统糠”的传统方法，很少投放能量饲料，结果鱼常犯病，生长缓慢，亏损严重。后者按照鱼的营养需要，将植物性、动物性饲料与人工种植青饲料合理搭配饲喂，辅以适量配合饲料，收到良好效果，获利颇丰。

——某养殖专业户喂了40多头猪，一直注意饲喂配合饲料，种用公猪体况正常，母猪泌乳充足，仔猪长势良好。后因故停喂青饲料和豆粕数月，结果种用公猪状况出现异常，母猪受胎率下降，仔猪抗病力减弱。后加喂蛋白质、能量和维生素饲料，情况迅速好转。

——1999年，由于在动物饲料中使用了受污染的工业用油，比利时发生了震惊全球的“二噁英”事件。2001年，我国南方某市发生了居民食用含有“瘦肉精”的猪肉而中毒的严重事件，引起人们的普遍关注。

类似的实例不胜枚举。通过这些案例，同学们是否对营养与饲料在养殖业中所占的重要地位有一个更深刻的认识呢？

《营养与饲料》分为3章：第一章，饲料的营养与安全——发展养殖业的物质基础；第二章，动物的营养需要与饲养标准——饲养动物的科学依据；第三章，饲料的配合与加工——优化饲料品质的重要途径。学习这门课程的目的，在于了解一些畜牧、水产养殖业的基础知识，认识常用饲料和配合饲料的营养成分及其作用，学会

饲料配方设计和基本应用技术,提高将技术运用于实践的能力。

《营养与饲料》是高中通用技术课程现代农业技术模块中的一个专题。本书在选材上注意结合我国当前养殖业的生产实际,以便于利用当地养殖资源进行学习和实践,从而加深对系统思想和生态养殖观念的理解。

本书采用了“问题引入、案例分析、师生研讨、探求结论”的编写体例。各章都设置了“问题思考”“阅读材料”“调查研究”“技术实习”“试一试”“小资料”等栏目,旨在激发兴趣,拓展思路,鼓励创新。同学们要在教师引导下,主动探究,深入思考,讨论交流,富有个性地进行学习。

《营养与饲料》是一门实践性很强的课程。同学们应当积极主动地参与各种形式的实践活动,学会从当地农业生产实际出发,不断提高自己的实践动手能力,为将来进一步深造或投入农业生产打下坚实的基础。



目次

致同学们

第一章 饲料的营养与安全



- 发展养殖业的物质基础.....(2)
- 第一节 饲料中的营养成分.....(2)
- 第二节 饲料的分类及营养特性.....(9)

第二章 动物的营养需要与饲养标准



- 饲养动物的科学依据.....(16)
- 第一节 动物不同的营养需要.....(16)
- 第二节 动物的饲养标准.....(27)

第三章 饲料的配合与加工



- 优化饲料品质的重要途径.....(34)
- 第一节 配合饲料的特性与种类.....(34)
- 第二节 配合饲料的配方设计.....(39)
- 第三节 饲料的加工技术.....(47)

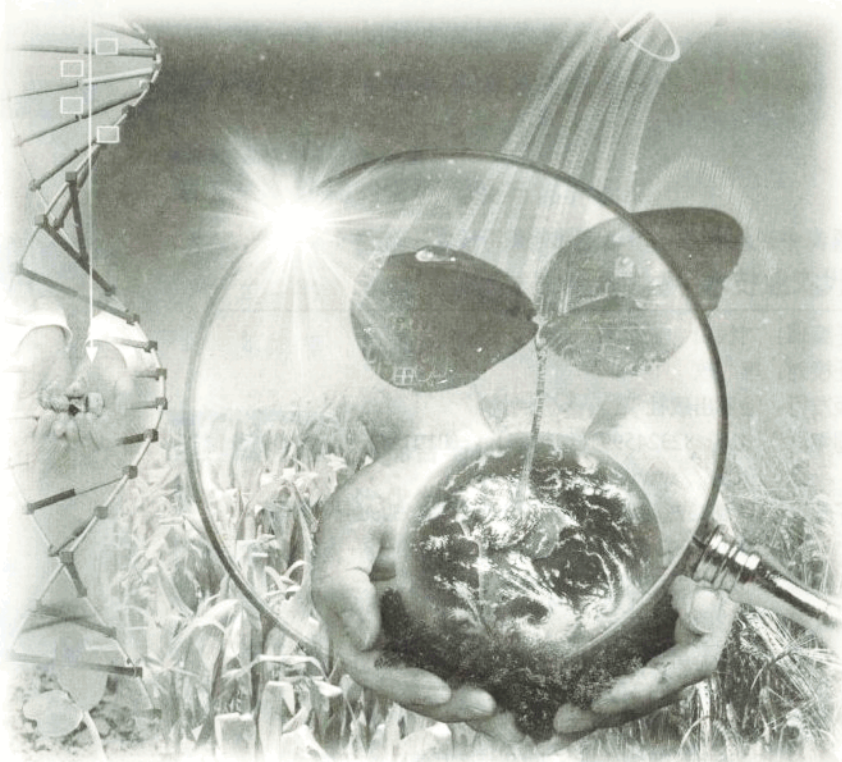
经全国中小学教材审定委员会 2006 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书 通用技术 · 选修 4

现代农业技术

专题四 营养与饲料

《通用技术》编写组 编



地质出版社

· 北京 ·

PDG

第一章

饲料的营养与安全

——发展养殖业的物质基础

动物每天都要采食饲料。在动物的整个生命周期中，饲料始终是最基本、最重要的物质基础。

第一节 饲料中的营养成分

饲料为动物提供了生长、发育和生产所需的各种营养物质。那么，饲料中究竟含有哪些营养物质呢？

一、饲料中含有多种营养物质

我们先看几种常见动物采食的情景（图 1-1）。



图 1-1 动物采食

同学们可以从图 1-1 中看到，牛吃草，猪、兔、鸡吃混合饲料，这些动物所食用的物质统称为饲料。饲料就是能够被动物采食并提供某种或多种养分，对动物无毒、无副作用的物质。据测算，在养殖业中，动物消耗饲料的费用，一般占全部养殖费用的 65%~75%。饲料被动物采食后，转化为肉、奶、蛋、皮、毛等产品供人们消费。因此，了解饲料特点及营养组成，科学、合理地搭配饲料，对于提高养殖业的经济效益，提升动物产品的数量和质量，保障人类健康生活消费，具有十分重要的作用。

两个养牛专业户的对比

老吴和老刘分别饲养1.5岁左右的杂交肥育牛10头。老吴养牛方法较简单,每天让牛自由采食玉米秸,每天每头牛补喂1.5 kg 棉子粕。饲喂80天称重,平均每头牛日增重512 g。老刘则比较注重科学养牛,合理搭配饲料,除了每天每头牛补喂1.5 kg 棉子粕外,他自制青贮玉米秸,让牛自由采食,还购买舔砖(含微量元素与非蛋白氮成分)让牛自由舔食。同样,饲养80天,平均每头牛日增重达744 g。

通过上面的案例,同学们会了解到,饲料是动物赖以生存和生产的物质基础。饲料中的各种营养物质对动物的生长、发育、繁殖,以及生产各类畜、禽、水产品的数量和质量,乃至使役等的影响极大。饲料中缺乏某种营养物质,动物就会患某种疾病。营养物质通常指蛋白质、糖类、脂肪、矿物质、维生素和水。不同的营养物质在动物体内的生理作用、存在形式和消化吸收利用,都有着不同的特点。

饲料中的营养物质又称为营养素或养分,是动物所必需的各种元素的化合物。它们可分为以下几类。

1. 蛋白质

动物体的组成除水分外,其他成分中约有一半是蛋白质。蛋白质是构成动物体组织最重要的营养物质之一。动物的生长发育,以及受损细胞的修复和更新,都离不开蛋白质。有些饲料中含有丰富的蛋白质,如鱼粉、豆类等(图1-2)。有些饲料中蛋白质含量少,如玉米、稻谷等。如果供给动物的饲料中蛋白质不足,动物就会生长缓慢,甚至减重,出现贫血、消瘦、水肿等现象。因此,必须保证每天供给动物一定量的蛋白质,尤其是优质蛋白质。但也应当注意,蛋白质不能超过动物需要。因为多余的蛋白质会在组织中分解为氨;而氨在肝脏中被合成为尿素或尿酸,并经肾脏排出体外,从而加重肝、肾负担,进而造成疾患。



图1-2 含蛋白质丰富的饲料



阅读材料

必需氨基酸与非必需氨基酸

构成多数动物蛋白质的氨基酸有20种左右,对动物来说是必不可少的。根据是否必须由饲料提供,通常将氨基酸分为必需氨基酸和非必需氨基酸两大类。

必需氨基酸是指在机体内不能合成,或者合成的速度慢、数量少,不能满足动

物需要而必须由饲料供给的氨基酸 (EAA)。一般来说,对成年动物,必需氨基酸有 8 种,即赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸和苏氨酸。生长家畜有 10 种,除上述 8 种外,还有精氨酸和组氨酸。雏鸡有 13 种,除上述 10 种外,还有甘氨酸、胱氨酸和酪氨酸。

非必需氨基酸在动物体内能利用含氮物质和 α -酮酸合成,或可由其他氨基酸转化代替,无需饲料提供即可满足需要的氨基酸。如丙氨酸、谷氨酸、丝氨酸、羟谷氨酸、脯氨酸、瓜氨酸、天门冬氨酸等。

由此我们知道动物对蛋白质的需要,实际上是需要氨基酸,但是并不只有蛋白质才能为动物提供氨基酸。所以我们把饲料中的含氮化合物总称为粗蛋白质,包括蛋白质与非蛋白质含氮化合物。

2. 糖类

糖类分为可溶性糖和粗纤维两类。可溶性糖溶于水,如葡萄糖、淀粉等,易被动物消化吸收,是动物能量的主要来源。粗纤维对猪来说是较难消化的,但是牛、羊等家畜却能消化利用。图 1-3 中是几种富含糖类的饲料。



玉米



麸皮



稻谷

图 1-3 几种富含糖类的饲料

3. 脂肪

脂肪是动物体内贮存能量的最好形式,它体积小、含热量高,在家畜体内氧化时放出的能量是糖类的 2.25 倍。饲料中脂肪除供应能量外,多余部分转化为体脂贮存在动物体内。动物缺乏脂肪时,幼龄猪常掉毛和患鳞片屑样皮炎,并影响脂溶性维生素 A、D、E、K 的吸收。含油脂高的饲料容易酸败变质,产生异味和有害物质,影响动物的采食量 and 健康。为防止脂肪酸败,高温季节含脂肪高的饲料不宜久贮。



阅读材料

饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸和必需脂肪酸

构成脂肪的脂肪酸由 2~24 碳或更多碳原子组成的碳链组成,其顶端有一个羧基,通式为 RCOOH 。大多数天然存在的脂肪酸含有一个单羧基和一个不分支的

碳链，它们可能是饱和的或不饱和的。饱和脂肪酸的碳原子间以单键相连，不饱和脂肪酸分子中存在一个以上的双键。有一个双键的脂肪酸被称为单不饱和脂肪酸，具有两个以上双键的脂肪酸为多不饱和脂肪酸。与饱和脂肪酸相比，不饱和脂肪酸的熔点较低。植物性饲料、水产动物来源的饲料中，不饱和脂肪酸所占比例高于饱和脂肪酸。

有几种不饱和脂肪酸，在动物体内不能合成，必须由饲料供给，故称其为必需脂肪酸。如亚油酸（十八碳二烯酸）、亚麻油酸（十八碳三烯酸）和花生油酸（二十碳四烯酸），都是动物的必需脂肪酸。但成年反刍动物的瘤胃微生物能合成上述必需脂肪酸，无需依赖饲料供给。

4. 矿物质

我们常常看到，有的动物因缺铁而患贫血症，有的动物因缺钙而出现后肢瘫痪。这说明铁和钙这两种矿物质对动物的健康十分重要。矿物质是构成动物体组织的重要组成部分，约占体重的4%~5%，其中大部分存在于骨骼和牙齿中。动物需要的20多种矿物元素，根据其体内的含量，人们常将其划分为常量元素（占体重的0.01%以上，如钙、磷等）和微量元素（占体重的0.01%以下，如铁、碘等）。虽然饲料中一般都含有矿物元素，但往往不能满足动物的需要。因此，在配制动物日粮时，需要添加某些矿物元素。若日粮中某种必需矿物元素不足或缺乏，即便其他养分能满足动物的营养需要，也会影响动物的健康、生长和繁殖，降低其生产性能。

常用饲料可提供动物需要的矿物质营养。但由于不同饲料所含矿物质元素不同，而不同动物的消化吸收特点不同，对矿物质元素的需要也不同，因此不一定能满足需要。单胃动物常是钙、磷、钠、氯不足，铁、锌、铜、锰、碘处于临界缺乏或缺乏，硒、氟、钼缺与不缺具有地区性。反刍动物常是钙、磷、钾、镁、硫不足，铁、铜、碘、钴、锰处于临界缺乏或缺乏，锌有时可能不足，硒、氟、钼缺与不缺同样具有地区性。

5. 维生素

维生素可理解为维持生命的物质要素，是畜禽体所必需的微量物质。维生素的种类很多，一般分为溶于水的维生素B族和维生素C等，还有不溶于水、但溶于脂肪的维生素A、维生素D、维生素E、维生素K。当饲料中缺乏维生素时，动物生长发育就会受到影响，甚至患病。

不同的动物对维生素的需要量不同。一般说来，猪需要补充维生素A、D₃、B₁₂等，为了防止应激和亚临床缺乏症，还可添加维生素E、K、B₆等。家禽需要补充维生素A、D₃、E、K、B₂、B₁₂等。

反刍动物经瘤胃微生物可合成B族维生素，故通常只需补充维生素A，有时可能需补充维生素E。若不接触阳光，应补充维生素D。但出现应激或处于高生产水平内，需补充维生素B₁。断奶犊牛应补充各种维生素。下表简要介绍了几种维生素缺乏时的症状。

几种维生素缺乏时的症状和饲料来源

维生素的种类	缺乏时的症状	饲料来源
维生素A	夜盲症（夜晚看不清东西）、干眼症、胎儿畸形等	胡萝卜、鱼肝油、苜蓿、黄色玉米、青绿饲料
维生素D	幼畜患佝偻病，成年畜患软骨症、骨质疏松	鱼肝油、晒制的青干草
维生素B ₁	厌食、呕吐、胎儿畸形	糠麸、酵母、禾谷类籽实、青饲料
维生素E	流产、死胎、肝坏死、白肌病	青饲料、谷物胚芽
维生素C	维生素C缺乏病、生长停滞	青饲料和各种果实
维生素K	血液凝固缓慢，易出血或出血不止	青饲料、优质干草、谷实类



技术实习

设计并亲历检测饲料原料中是否含有水分和矿物质的试验。

提示：

- (1) 观察黄豆烘干前、后重量的变化，可以判断黄豆中是否含有水分。
- (2) 观察黄豆燃烧后剩下的部分，可以判断黄豆中是否含有矿物质。
- (3) 要说明你的判断依据了什么科学原理。
- (4) 检测的方法还有很多，各组可以自行设计和选择。

6. 水

水是动物维持生命和进行生产必不可少的营养物质。水既是组成细胞不可缺少的成分，也是各种营养物质的最佳溶剂和运输媒介，并在体温调节、废物排泄等方面起着重要作用。因此，要注意及时供给动物充足的饮水。



讨论交流

分组讨论饲料的营养作用。讨论时，各组同学可从正反两方面列举当地农户饲养畜、禽或水产动物的实例，讲一讲饲料营养合理的情况，以及畜、禽或水产动物缺乏营养时的症状。你能根据饲料中各种营养物质的不同作用，分析其中的原因吗？

二、饲料可能造成的负面影响

通过以上学习，我们了解了饲料对于保证动物正常生长的重要性。同时，我们在实践中还会发现，如果使用饲料不当，也会带来种种负面影响。

它们主要表现在哪些方面呢？



(一) 猪长肥膘的缘故

老王与老李各自饲养瘦肉型商品猪20头。老王以自产的大米、碎米、米糠为主,少量搭配菜籽粕(5%),从小猪(体重20 kg)喂至大猪(体重95 kg)出栏;老李则注重猪日粮的合理搭配,以玉米、大豆粕、次粉为主,搭配鱼粉(3%),同样饲养至体重95 kg出栏。结果,老李饲养的猪由于日粮搭配合理,日粮中粗蛋白质含量较多(18%),猪体瘦肉率达55%以上;而老王喂的猪日粮中能量饲料比例过高,粗蛋白含量偏低(12%),导致猪胴体脂肪过量蓄积,猪肉肥膘过多,不适应市场需求。

(二) 鸡肉为何有鱼腥味

一天,刘英的妈妈从附近的超市买了一只大母鸡,回家炖了一锅鸡汤。一端上桌,全家人就闻到了鱼腥味。刘妈妈找到超市经理反映了这一异常情况。超市领导对此十分重视,马上派采购员到收购地进行调查。发现鸡肉中鱼腥味过大的主要原因,是出售这批母鸡的养鸡专业户过多地在饲料中添加鱼粉所致。

同学们从以上两个案例中不难看出,猪多长了肥膘,鸡肉有鱼腥味,原因就在于没有科学、合理地把握饲料的能量水平以及饲料组成成分。类似的情况还有不少。比如,长期用鱼杂碎(内脏)或含鱼油、蚕蛹较多的饲料喂猪,猪肉以及猪油就会有难闻的气味;猪体脂软化,并可引起黄脂,猪肉容易酸败变质。又如,在缺硒和维生素E的草场上放牧的牛、羊,容易产生白肌肉,肉质松散,口感不好,且难以储存。

我们从大量事例中了解到,饲料对动物的负面作用,还来自饲料中有毒、有害物质的残留。

几起饲料引起污染的严重事件

近年来,世界上发生了几起因饲料中含有有毒成分或有毒物质残留进而造成危害人类健康的典型事件,引起了人们的严重关切。1998年,英国曾发生“疯牛病”,很快传播到西欧其他国家,引起极大恐慌,主要原因就是在饲料中使用了受该病毒污染的肉骨粉。1999年,比利时发生震惊全球的“二噁英”事件,也是由于在动物饲料中使用了受污染的工业用油而造成的。

通过上面的案例,同学们会得到一个共识:饲料的安全和卫生,直接关系到饲养动物的安全与健康,从而对人类健康和生态环境产生很大影响,应当引起我们的高度重视。据分

析,饲料中有毒或有害物质造成的负面影响,主要有两个方面的原因:

一是饲料受农药与重金属污染严重。工业“三废”污染及农业过量使用农药,使得畜禽、水产品污染日益严重。据检测,有的人体脂肪中DDT含量达 $1.4\sim 20\text{ mg/kg}$,人们长期食用农药残留超标的畜产品,必然会危害身体健康。

汞、铅、砷、镉等重金属进入水源或土壤,被植物吸收后富集到农畜或水产品中,最终危害人类健康。据报道,在受汞污染的水域内,当水中汞浓度为 0.0001 mg/kg 时,浮游生物体内可富集到 $0.001\sim 0.002\text{ mg/kg}$,小鱼达 $0.2\sim 0.5\text{ mg/kg}$,中型鱼达 $0.8\sim 1.5\text{ mg/kg}$,大鱼达 $1\sim 5\text{ mg/kg}$,是水中汞浓度的50 000倍!人们食用这些被污染的鱼,势必造成严重后果。

二是在饲料中添加违禁药物,滥用抗菌素或不遵守停药期规定。近年来,一些经营者为了追求利润,肆意往饲料中添加各种违禁药物,如固醇激素(乙烯雌酚)、镇静剂(如氯丙嗪、利血平、“睡梦香”等),或滥用抗菌素(抗菌素的使用不能超量,而且必须有停药期)。这些有毒、有害物质在畜、禽、水产品中残留,人食用后身体健康会受到严重伤害。此外,某些饲料生产者在饲料中添加高剂量铜、锌、铁和有机砷制剂等微量元素添加剂,也会对人体健康造成影响。

无污染、无残留和无公害的安全绿色食品,已经成为消费者的迫切需要。



问题思考

1. 联系生活实际想一想,饲料中有毒、有害物质残留对人体有哪些危害?
2. 你认为应当采取哪些措施,才能有效防止在饲料中添加违禁药物和滥用抗菌素等问题出现?



讨论交流

1. 分小组讨论饲料使用不当可能带来哪些负面影响。可以先收集生活中的一些实例,再进行讨论交流。
2. 分小组讨论养殖动物的肉类品质与饲料的关系,怎样做到安全生产肉类产品?

第二节 饲料的分类及营养特性

家住农村的同学们都知道, 喂养家畜或家禽的饲料种类很多。那么, 饲料究竟怎样分类? 各类饲料有哪些营养特性呢?

仔猪生长异常的原因

小马初次饲养 10 头杂种母猪, 产仔 93 头。由于经验不足和资金困难, 豆粕、鱼粉等优质蛋白质饲料贮备不足。母猪哺乳期饲料以玉米、次粉、麸皮、米糠为主, 少量搭配菜子粕。该饲料粗蛋白质占 10%~12%。仔猪全靠母乳喂养, 未给仔猪补料。断奶 (28 天) 后, 小马忽视仔猪饲料的营养搭配。按营养需要, 仔猪饲料的粗蛋白质含量应为 20%~22%, 但小马自己配制的仔猪饲料粗蛋白质含量较低, 仅为 11%~13%, 又未加鱼粉、油脂和维生素、微量元素等预混料。虽然饲料成本较低, 但由于日粮中营养不平衡, 尤其是粗蛋白质、赖氨酸和维生素缺乏, 造成仔猪生长发育受阻, 抗病力减弱, 有少数仔猪患病并出现僵猪。



一头缺乏营养的猪

这则案例说明, 饲料有很多种类, 不同种类的饲料有不同的营养特性, 对动物有不同的影响。

一、饲料的分类

我国动物营养专家按国际饲料分类原则, 将饲料分为以下八大类。其分类序号, 就是该类饲料在中国饲料数据库中饲料编号 (CFN) 的首位数字。

种 类	特 点 及 用 途
粗 饲 料	干物质中粗纤维含量大于 18% 的干草、秸秆、秕壳和糟渣等
青绿饲料	水分含量 60% 以上的新鲜牧草、野草和瓜果等多汁饲料
青贮饲料	以青绿饲料为原料制成的青贮料、半干青贮料, 通常含水量在 45% 以上
能量饲料	干物质中粗纤维含量小于 18%, 粗蛋白质含量低于 20% 的谷实类、糠麸类, 如高粱、马铃薯等
蛋白质饲料	干物质中粗纤维含量小于 18%, 粗蛋白质含量大于 20% 的豆类、饼粕类、动物性蛋白质饲料、各种氨基酸、非蛋白氮产品
矿物质饲料	可供饲用的天然矿物质及化工合成无机盐类, 如石粉、贝壳粉、食盐、骨粉、磷酸钙等
维生素饲料	包括工业合成或由原料提纯的维生素制剂, 但不包括富含天然维生素的青绿饲料, 如维生素 A、D、E、K 和维生素 B 族等
饲料添加剂	为改善饲料品质, 促进动物生长繁殖, 保障动物健康, 经允许使用而加入饲料中少量或微量的物质, 如调味剂、防霉剂、抗生素、硫酸铜等

二、饲料的营养特性

1. 粗饲料

这类饲料主要包括农作物秸秆类、荚壳类和蔓藤类（图 1-4）。其营养价值较低，粗纤维含量较高。但由于其来源广，价格便宜，仍是牛、羊的主要饲料。应该注意，粗饲料只适于饲喂反刍动物及其他草食动物，一般不适于喂单胃动物如猪和禽等。



玉米秸



稻草



甘薯藤

图 1-4 几种常见的粗饲料

2. 青绿饲料

青绿饲料的水分含量高，富含维生素和钙、磷等矿物质，如栽培牧草、水生植物、叶菜类等（图 1-5）。青绿饲料是一种营养相对平衡的饲料。但因水分含量高，不宜单独使用，而适于与调制的干草及少量精料混合使用。



苜蓿



黑麦草

图 1-5 两种常见的青绿饲料



调查研究

1. 查阅资料，了解几种青绿饲料的营养成分并进行比较，提出自己对不同青绿饲料营养特性的看法。
2. 查阅资料并访问当地有经验的农户，了解饲喂动物青绿饲料时应该注意哪些问题。

3. 青贮饲料

从单位鲜重所提供的营养物质数量来讲，青贮饲料不比青绿饲料差。青贮过程中的损

失一般不超过10%，尤其是粗蛋白质和胡萝卜素损失量极少。制成半干（低水分）青贮饲料，能更好地保存青绿饲料中的营养物质及营养特性。良好的青贮饲料可长期保存。



问题思考

为什么青贮饲料在世界范围内都得到广泛应用？

4. 能量饲料

这类饲料包括谷实类、糠麸、淀粉质块根及块茎类等，其营养特性是含有丰富的易消化淀粉，是畜禽所需能量的主要来源。但这类饲料蛋白质、矿物质和维生素的含量低。

（1）谷实类饲料：用作配合饲料的谷实主要是玉米，其次是大麦、高粱、小麦、稻谷等。谷实类饲料的共同营养特点是淀粉含量高，一般大于70%；粗纤维含量低，一般小于5%；粗蛋白质含量较低，约在8%~10%之间。

（2）糠麸类饲料：糠麸类饲料是配合饲料工业生产中的常用原料，用量多在5%~15%之间。糠麸类饲料比谷实类饲料所含蛋白质要高，B族维生素含量丰富，粗纤维含量高。



问题思考

单纯用粗饲料饲喂动物是否合理？为什么？



试一试

查阅有关资料，写一篇《为什么玉米被称作“饲料之王”》的科技短文。



小资料

能量、能量体系及能量单位

能量可定义为做功的能力。动物的所有活动，如呼吸、心跳、血液循环、肌肉活动、神经活动、生长、生产产品和使役等都需要能量。动物的能量需要和饲料的能量营养价值常用有效能来表示。从消化代谢来看，不同层次的有效能包括消化能、代谢能、净能、维持净能、生产净能。在不同的国家，不同的年代，对不同的动物采用的有效能体系不同。饲料能量含量只能通过特定条件下，将能量从一种形式转化成另一种形式来测定。在营养学上，饲料能量是基于养分在氧化过程中释放的热量来测定，并以热量单位来表示的。传统的热量单位为“卡”（cal），现国际上确认以焦耳（J）为统一的能量单位。卡和焦耳相互换算公式如下：

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J} \quad 1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ} \quad 1 \text{ Mcal} = 4.184 \text{ MJ}$$

5. 蛋白质饲料

蛋白质饲料具有粗蛋白质含量高的特点,是畜、禽、水产动物的关键饲料。蛋白质不足,会影响饲养动物的生长发育和生产性能的发挥。

(1) 植物性蛋白质饲料

豆粕(饼)、棉子粕(饼)、菜子粕、花生粕、芝麻粕等是植物性油料子实提取油后的副产物(图1-6)。在配合饲料中主要用作蛋白质补充料。

1) 大豆粕(饼)是目前用于养殖业的主要蛋白质原料。大豆粕粗蛋白质含量约为44%,大豆饼粗蛋白质含量约为42%。它们所含的必需氨基酸组成比例适当,但蛋氨酸含量不足。生大豆粕(饼)含有抗营养物质(如胰蛋白酶抑制因子、植物凝集素、致甲状腺肿因子、皂素等),它们影响豆类饼粕的营养价值,影响动物肠道对食物的吸收,阻碍动物生长。但经过适当热处理(110℃, 3 min)即可灭活。

2) 菜子粕(饼)的碳水化合物是不易消化的淀粉,因此能量较低,粗蛋白质含量为33%~40%,赖氨酸与精氨酸比例适当。菜子粕(饼)含有抗营养物质硫葡萄糖苷类物质。此种成分本身无毒,但在一定水分和湿度条件下,可转化为恶唑烷硫酮,影响动物生长与繁殖。因此,在配合饲料中要限制使用菜子粕,一般产蛋鸡饲料中不超过5%,生长肥育猪饲料中不超过10%。

3) 棉子粕(饼)。未经脱壳的棉子粕,粗纤维含量在22%以上,不宜在猪、鸡饲料中使用。经脱壳的棉子粕蛋白质含量为35%~42%,目前普遍使用的是经脱壳浸取油后的棉子粕。但这种棉子粕含有棉酚,对动物(尤其是猪、禽)生长不利,并能影响母畜繁殖力。因此,在配合饲料中要限制其用量,一般鸡饲料中不超过5%,猪饲料中不超过10%。

4) 花生粕(饼)蛋白质含量高达44%以上,适口性好。与菜子粕、鱼粉、血粉等饲料配合,效果较好。但花生粕易感染黄曲霉,对动物健康危害很大。发霉的花生粕禁止作饲料用。

5) 芝麻粕(饼)的粗蛋白质含量高达40%,蛋氨酸含量高达0.8%以上,是所有植物性蛋白质饲料中蛋氨酸含量最高的饲料。但赖氨酸含量低,配料时应予以注意。

6) 亚麻饼(粕)的粗蛋白质含量为32%~36%,粗纤维含量为8%~12%。由于亚麻饼含有维生素B₆抑制因子和亚麻甙配糖体,能被水解成氢氰酸,对猪、鸡有毒害作用。因此,亚麻粕应限量使用。一般生长鸡和母鸡日粮最好限量在3%以下,肉猪日粮不超过8%,雏鸡不能使用,鱼饵料限制在5%之内。



图1-6 各种饼粕

(2) 动物性蛋白质饲料

动物性蛋白质饲料包括鱼粉、肉粉、肉骨粉、血粉、羽毛粉、蚕蛹粉、乳清粉等(图