

## 《营养与饲料》简介

根据中华人民共和国教育部制订的《普通高中技术课程标准(实验)》我们编写了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》供高中学生使用。为了使大家更好地理解和使用该教材,现将有关的编写情况作一些说明。

### 一、编写指导思想和原则

作为通用技术教材的选修模块《营养与饲料》与必修模块的《技术与设计1》、《技术与设计2》以及《家政与生活技术》、《简易机器人制作》和《电子控制技术》等选修模块一样,都遵循共同的编写指导思想和原则。

#### (一) 基本理念

(1) 关注全体学生的发展,构建比较适合社会发展要求的知识体系,着力提高学生的技术素养。

(2) 注重学生创造潜能的开发,加强学生实践能力的培养。

(3) 立足科学、技术、社会的视野,加强人文素养的教育和审美情趣的培养。

(4) 紧密联系学生的生活实际,努力反映具有时代特色的先进技术和先进文化。

(5) 丰富学生的学习过程,倡导学习方式的多样化,培养学生的团队精神。

#### (二) 编写原则

(1) 全面反映通用技术课程的基本理念。

(2) 体现普通高中通用技术课程的特点。既注意内容的可行性与实用性,又尽量体现技术的先进性。

(3) 具有科学性。做到科学理论、技术原理、范例、数据等准确可靠。

(4) 具有较强的适应性。注意到全国各地技术课程的教学现状和条件存在的差异。

(5) 符合安全规范。教科书特别重视对学生的安全教育,所编写的内容都符合安全规范。

(6) 实践活动由简单到综合,符合学生的知识结构和认知发展规律,以及事物发展的螺旋式上升规律。

### 二、知识体系的构建

本书是高中“通用技术”课程选修模块《现代农业技术》的一个专题,是技术与设计的思想和方法在现代畜牧业和饲料生产领域的延伸。本册的基本内容是动物营养学的基本原理和饲料配制技术。通过本书的学习,旨在使学生认识现代饲料生产技术对畜牧业、农业乃至整个社会生活

和经济发展的意义，树立畜牧业和饲料生产的可持续发展观，增强学生的人文素养和社会责任，同时也要使学生对动物营养学知识和饲料生产技术有初步了解，掌握一些基本的养殖和饲料配合技术，并能进行简单的动物饲养方案的设计。

### (一) 总体框架

本书从总体来看，可包括动物的营养物质、常用的饲料原料和配合饲料的生产三方面的内容。本册中的三章内容涵盖了课程标准中的六项内容要求，并对相关的必要知识进行了介绍。教材首先向学生介绍了动物营养学的基础知识，然后从六个方面介绍了饲料原料的有关知识，最后介绍了配合饲料的种类、配方设计、生产工艺及饲料对畜产品和环境的影响。脉络清晰，条理清楚，呈递进关系。

具体内容处理及学时分配见附表。

### (二) 具体内容处理

教材编写的直接依据是课程标准。课程标准中关于《营养与饲料》的内容标准包括六个方面：

(1) 了解常用饲料原料、配合饲料的种类及特点。

(2) 了解营养性饲料添加剂、非营养性饲料添加剂的种类和作用，能根据需要正确选择添加剂。

(3) 学会 1~2 种天然青饲料主要的加工调制、贮藏及防污染方法。

(4) 了解配合饲料的成分和作用，掌握配合饲料的科学配制原则，学会设计饲料配方的基本步骤和计算方法，能运用计算机进行饲料配方的设计和最佳方案筛选。

(5) 了解饲养或养殖动物的营养需要，能根据培养目标，为当地主要饲养或养殖动物制订不同生长阶段的饲料选择方案。

(6) 能结合当地实际，并根据绿色食品生产标准，为当地动物饲养场或水产养殖场设计饲料配方，并选择一种动物进行饲养和养殖对比试验。

在编写时教材以“课标”为基本依据，按照“既忠实于‘课标’，又不拘泥于‘课标’，既抓住主要矛盾、便于学生掌握，又不背离动物营养与饲料科学的基本原理”的基本思路来设计。为了贯彻“课标”理念：

(1) 在体系安排上，根据学生的认知规律，编写顺序依次为：动物的营养物质→饲料原料知识→饲料配合。在具体的编排上，摒弃了大学《动物营养学》、《饲料学》教材从枯燥的概念、抽象的理论介绍入手的编写方法，将一些章节根据其内容的内在联系编排在一起，如糖、脂肪和能量、水分和矿物质，一般性的知识主要通过“小资料”、“新视窗”、“阅读材料”等栏目来介绍。

(2) 为了加强同学们对各章内容的理解和认识，每章开篇都安排了一段精练的有关全章内容介绍的文字，起到画龙点睛的作用，各节都用“现象与问题”导入课程内容，使学生带着问题进入学习过程，既加深了对内容的理解，又便于理论联系实际。

(3) 加大了“探究尝试”、“实践活动”、“活动延伸”等栏目的编写力度，以提高学生学习的兴趣和观察问题、提出问题、思考问题、解决问题的能力。

下面分别介绍各章内容。

#### 第一章 动物的营养物质

本章是动物营养理论的基础知识，是营养与饲料学科的重要组成部分之一。

本章从动物营养与饲料研究的发展历程和对畜牧业发展的推动作用入手，激发学生的学习

兴趣。接下来介绍饲料中各种营养物质的功能、组成和分类情况，为认识饲料原料特性和饲料配制奠定基础。蛋白质是动物最重要的营养物质，因此本章第一节首先进行重点介绍。糖类和脂类的主要功能与能量有关，而水分和矿物质则都属于无机成分，因此将它们分别放在一起讲述。维生素虽然需要量很少，但对动物意义重大，因此单独作为一节。营养物质的消化吸收是营养学的核心，因此最后一节对各种营养物质的消化吸收过程进行了简单介绍。本章内容理论性较强，因此在设计上力避死板陈述和资料堆砌，较多采用一些活泼的形式。例如第一节从畜牧生产中猪的蛋白质缺乏症现象开始，引入对蛋白质重要功能的介绍；第二节从生活中常见的“鹰击长空，鱼翔海底”等动物的运动需要能量切入，引出对能量的供应来源糖和脂肪的讲述；第三节的“阅读材料”从畜牧业生产角度介绍了我国的水资源缺乏和污染的严重状况，以增强学生节约用水和保护环境的意识。第四节先从生活中要多吃水果补充维生素说起，引出对维生素功能的介绍。

## 第二章 常用的饲料原料

本章既是第一章营养学知识的应用，又是第三章饲料配制的理论基础。按照国际分类法的原则，根据饲料的来源和营养特性，饲料原料共分为八大类。本章基本上是按照这一顺序来叙述的，但由于维生素饲料和微量元素饲料的添加量很小，因此按照习惯把它们并到添加剂饲料中来介绍。书中依次讲述了青绿饲料、青贮饲料、粗饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质和添加剂饲料的营养特性和分类组成，并对青贮饲料和粗饲料的加工处理方法进行了重点介绍。能量饲料和蛋白质饲料是生产中最重要饲料原料，因此对其中的重要种类玉米、豆粕也作了着重介绍。除了在每节开始用贴近生活的示例引入外，文中也采用了“探究尝试”形式，如第一节中农民将叶菜煮熟后饲喂动物的问题、饲料中过量添加铜在动物体内蓄积的问题，紧扣生活实际，有利于启发学生思考和掌握所学知识。文中设计的一些实践活动如“牧草的鉴别”“豆粕中脲酶活性的测定”等，简单易学，可操作性强，有利于学生增强动手能力，并加深对所学知识的理解。“方法介绍”避免了大段陈述，如第二节中“判断青贮原料水分含量的简单方法”，图文清晰易懂。

## 第三章 配合饲料的生产

能够进行简单的饲料配方设计和饲料生产是学习《营养与饲料》的目的。在前两章内容的基础上，本章依次介绍了饲料配合的依据、饲料配合的方法、配合饲料的生产工艺，最后一节从食品安全和环境保护的角度，介绍了饲料对畜产品质量和环境的影响。动物的营养需要和饲养标准是饲料配合的基本依据，文中对其概念、特点和使用方法进行了介绍。本书的附录中给出了部分主要养殖动物的饲养标准，以利于教师指导学生在实践活动中应用。设计饲料配方是饲料生产的核心，第二节对其设计的步骤和方法进行了讲述，并采用实践活动的方式对所学的方法进行练习。肉、蛋、奶的品质和风味是我们生活中常谈到的问题，二恶英、瘦肉精中毒也是最近为公众所关注的食品安全问题，对这些问题的介绍，有利于我们认识到我国畜牧业从数量型发展为主向质量型发展为主的趋势，增强“饲料安全即食品安全”的意识，树立“以人为本”的发展观。

### 三、本书的编写特色

本教材力图贯彻教育部《技术课程标准》的理念，较好地达到预期的课程目标，形成了如下特色：

- (1) 强调科学性、实践性、综合性和创新性的有机结合。
- (2) 强调学生的探究活动，把知识学习和探究尝试、实践活动结合起来，激发学生的学习

兴趣，加深对所学知识的理解。如第 5 页、第 13 页等，这些探究尝试一般不直接给出结论，需要学生在学习完本节知识后，经过思考或查询资料才能回答。

- (3) 注重贯彻人文精神的理念，如在教材中强调节水、环保等意识。
- (4) 与生活密切联系，便于学生理解。
- (5) 注意扩大学生的知识面，如所设栏目“小资料”和“阅读材料”等。
- (6) 本书除正文外，还精心设计了多种不同风格的栏目，图文并茂，可读性强。
- (7) 用情景导入课程内容，使学生在快乐轻松的气氛中逐渐进入学习过程。

#### 四、本书主要栏目及其说明

为了拓展与深化学生的思维空间，指导学生学学习，扩大学生知识面，本教材除正文外，还精心设计了一些不同风格的栏目。现对有关栏目作如下说明：

##### 1. 学习导航

“学习导航”可以理解为本节的学习目标，是为指导学生学学习而设置的。它把每节学习的重点与关键以问题的形式提出来并安排在每节的开头，学生只要能够清楚地回答这几个问题，即



#### 学习导航

1. 蛋白质饲料有哪些种类？
2. 常用蛋白质饲料的营养特点和使用方法是什么？

可认为达到了本节知识方面的学习目标。

##### 2. 现象与问题

本栏目位于每节开头，先给出一个事实（叙述、图片、表格等）或描述一种现象，然后提出让学生讨论的问题，其目的是让学生能结合实际引发对本节内容的思考，从而引出本节正文。所提问题在正文中有的有相对标准的答案，有的则是开放性问题，没有标准答案，需要学生自

#### 现象与问题

从右表中可以看出，玉米和豆粕提供的能量和粗蛋白质是不同的，前者提供了较多的能量，后者提供了较多的蛋白质。两者分属于畜牧生产的主要能量饲料和蛋白质饲料。

玉米、豆粕的能量、蛋白质含量

	能量	粗蛋白质
玉米	13.56	8.7
豆粕	9.62	43

讨论：

1. 怎样划分蛋白质饲料和能量饲料？
2. 除了豆粕外，你还知道哪些常用的蛋白质饲料？

己思考回答。本书共安排了 15 个“现象与问题”。

##### 3. 探究尝试

“探究尝试”是让学生自己动手动脑的栏目。一般来说，“探究”包括以下五个方面的内容：

(1) 提出问题：给出情景、条件等，让学生据此说出，这种现象说明了什么？从中可以发现什么规律？有什么差异？有什么具体特征？从中可以引出什么结果？你还能举出几个类似的

问题或例子吗？等等，以此训练学生观察问题、发现问题的能力。

(2) 提出假设：给出条件（现象或事实、图片、表格、数据等），让学生据此提出自己的判断、推测、猜测、假设。

(3) 方案设计：根据已知条件和目标，让学生自己设计解决问题的方案和实施步骤。方案有多种，可以是单项局部的，可以是双项或多项局部的，也可以是整体的。全书安排由易到难。

(4) 结果分析：给出或做出某个事实、结果，让学生对此进行分析，引出其内在联系、更深一步的结论、有价值的创见，等等，总之，这种分析应当比现象更深入，而不应是不假思索一望而知的。

(5) 在已知事实、结论、结果的基础上提出新的问题。

以上五个方面，在一次“探究尝试”中，可以涉及一个方面，也可以涉及几个方面。本教



### 探究尝试

对育肥猪应避免过多饲喂玉米 否则猪背膘增厚 瘦肉率下降 甚至产生“黄膘肉”。  
试分析其原因。

材安排的“探究尝试”较多，旨在培养学生分析问题和解决实际问题的能力。

#### 4. 实践活动

本栏目是为贯彻新课改的理念而设置的，通过本栏目使学生在参与和动手动脑的过程中学到知识和技能，同时培养其大胆思考、勇于实践和探索的精神。与“活动延伸”相比，本栏目



在家畜生产中，一般都是用玉米作为能量饲料，但在价格合适的情况下，也可以用小麦代替玉米。查阅资料，举出几个用小麦代替玉米的方案。

表 2.6 小麦替代玉米方案

动物种类	替代方法
鸡	
猪	
其他	

多为小型活动，教师可让学生在课堂上直接完成，也可指导学生在课下完成。

#### 5. 活动延伸

这个栏目是教材的重要组成部分，它是“实践活动”的延伸，可以在课内完成，但多数属于课外活动。它不仅是对本章内容的复习和练习，更是培养学生动手能力、综合运用所学知识解决实际问题的能力，特别是探究未知事物的能力的关键环节。全书每节末尾都安排了一个“活动延伸”，旨在锻炼学生的实际操作和动手能力。



## 活动延伸

根据当地具体情况，并查阅饲养标准，制订一个肉鸡各个生长阶段的营养需要方案。

表 3.1 肉鸡生长阶段营养需要方案

项目	能量	蛋白质	氨基酸	维生素	磷	钙	食盐
0~3周							
4~7周							

## 6. 新视窗

本栏目篇幅短小（一般几十个字、百十个字），位置灵活。其内容主要是：知识外延（与正文有关联的知识扩展）、思维外延（多用提问方式来拓展学生的思维，训练发散性思维）、方法外延（涉及各

### 新视窗·知识外延

#### 大麦饲料

大麦作为育肥猪的饲料，不仅饲养效果好，且能生产优质硬脂猪肉。金华火腿闻名于世，其原因之一就是用的大麦做育肥猪的能量饲料。

### 小资料

#### 非淀粉多糖

非淀粉多糖主要由纤维素、半纤维素、果胶和抗性淀粉(阿拉伯木聚糖、 $\beta$ -葡聚糖、甘露聚糖、葡糖甘露聚糖等)组成。非淀粉多糖又可分为不溶性非淀粉多糖(如纤维素)与可溶性非淀粉多糖(如 $\beta$ -葡聚糖和阿拉伯木聚糖)。

猪、鸡消化道缺乏分解非淀粉多糖酶，而且可溶性非淀粉多糖在动物消化道内能使食糜变黏，进而阻止养分接近肠黏膜表面，最终降低养分消化率。生产中可在非淀粉多糖含量高的饲料中添加能够分解非淀粉多糖的酶制剂，以提高利用率。



种方法的拓展与延伸），大都是用简洁的语言介绍知识背景或完成知识链接，或用画龙点睛的短句启发思维。

## 7. 小资料

本栏目内容是一些与正文有关的知识背景材料，或是有助于学生理解正文的拓展性知识。设此栏目，一是在介绍背景知识时不致打断正文叙述，二是使版面活泼，不让叙述性文字显得太长。

## 8. 阅读材料

“阅读材料”是与正文有关的篇幅较大的资料、背景材料，全书共安排了4篇这样的阅读材料。

## 9. 方法介绍

这个栏目位置灵活，主要是把正文中必须讲的方法单独提出来介绍。这样做的好处是：对

### 阅读材料

#### 各个国家的饲养标准

目前世界上最有影响的饲养标准是美国的NRC标准和英国的ARC标准。NRC是美国国家科学研究委员会的缩写，该委员会包括各个领域内的分委员会。在畜牧方面有猪营养委员会、家禽营养委员会等，分别负责对该领域内近年的研究成果进行总结，并制订出相关的标准。作为对相关行业生产的指导性文件。例如NRC(1996)猪的营养需要、NRC(1994)家禽的营养需要、NRC(1993)鱼的营养需要等。其中猪的营养需要推荐每10年左右更新一次，家禽的营养需要推荐每7年左右更新一次。这些文件对世界范围内的畜禽生产都有很强的指导意义和价值。但这些推荐值都是动物维持正常生长的最低水平，在实践中还要作相应调整。ARC是美国农业研究委员会的缩写，ARC标准是该机构制订的有关农业方面的标准。如ARC(1981)猪的饲养标准等。ARC标准的更新速度不如NRC的相关标准。

我国从20世纪80年代开始，也制订了我国主要养殖动物猪、鸡、牛等的饲养标准，成为指导我国畜牧业发展的重要理论依据。进入21世纪，我国科技界又相继完成了新版的奶牛、肉牛、猪和禽的饲养标准的制订工作。我国新颁布的饲养标准采用了国际上通用的建模方法，并将模型建立在我国各地饲养的主要猪种的基础上。该标准系统研究了30~90kg猪对能量、粗蛋白质、总氨基酸和部分可消化氨基酸、钙、磷、有效磷和电解质营养需要，建立了我国第一个饲养营养需要动态模型，推动了动物营养学从静态向动态的发展，对我国的养猪生产具有重要的指导意义。



## 方法介绍


### 棉籽饼粕的化学脱毒方法

其原理是利用某些化学制剂和游离棉酚、环丙烯脂肪酸结合，使其破坏而失去毒害作用。最常用的是硫酸亚铁溶液法，适用于对饼粕的直接处理。具体方法是：用0.2%~0.5%的硫酸亚铁水溶液按饼、水比例1:2.5浸泡24h或水煮30min即可脱毒率达81%。能够作为脱毒试剂的还有尿素、碱、芳香胺、石灰水等。

一些在传统教材中习惯上常常集中放在一起讲的若干方法，可以结合其应用环境灵活地单独安排，便于学生理解和运用，而不用把许多方法集中罗列出来（这往往使学生望而生畏，且难以掌握）；用栏目变化来避免正文的大段叙述。全书共安排了4个“方法介绍”栏目。

#### 10.本章小结

本栏目位于每一章末尾，是对本章基本内容的提要式总结、高度概括，其内容不是正文内容的简单缩写，而是按照本章的内在逻辑，用精练的语言概述全章内容，点明基本概念和规律，有些内容还是正文知识的延伸。



### 本章小结

动物的饲料原料可分为八大类，包括青绿饲料、青贮饲料、粗饲料、能量饲料、蛋白质饲料、矿物质、维生素饲料和饲料添加剂。其中矿物质中的微量元素以及维生素往往又加入饲料添加剂。

不同种类的饲料，其饲喂的对象也有差异，例如青绿饲料、青贮饲料和粗饲料多适用于马、牛、羊等草食动物；而猪和禽由于对粗纤维的利用能力差，青贮饲料有限，适于饲喂玉米、小麦、豆类籽实及饼粕等饲料；青绿多汁饲料只能喂给乳牛。在饲喂动物之前了解不同种类饲料的营养特点，以便选择适于该类动物消化特点和营养需要的饲料是十分必要的。

同一类饲料的营养也有很大的差别，玉米、小麦、大麦同属于谷物类能量饲料，但玉米的有效能值高于小麦和大麦，后者的蛋白质含量及氨基酸含量高于玉米。饼粕和棉籽饼同属于蛋白质饲料，豆粕的蛋白质和氨基酸含量均高于其他饼粕。此外，同属不同种的饲料营养成分可起互补作用，如豆粕和唯一缺乏蛋氨酸、芝麻饼粕的蛋氨酸含量高，在设计饲料配方时二者可搭配使用，从而实际达到营养平衡。

矿物质饲料主要指无机盐、磷、钙、氟等无机矿物质。其中最常用的是石粉、磷酸氢钙、食盐等。添加无机盐饲料的目的，主要是改善饲料的营养成分和营养价值。维生素包括维生素A、维生素B族和维生素E等，它们也是饲料中重要的营养成分。维生素的缺乏会导致动物生长缓慢、繁殖力下降、抗病力降低等。在饲料中添加维生素，可以补充动物体内的维生素不足，提高饲料的营养价值。

饲料中常含有一些抗营养物质，如大豆中含有的胰蛋白酶抑制因子和脲酶，棉籽粕中含有较多的游离棉酚，这些物质会降低饲料的营养价值。通过适当的加工方法或脱毒方法可以减少其毒害作用。抗营养物质作用，提高饲料的利用率。全棉大豆的脱毒处理，硫酸亚铁脱去棉籽粕中的游离棉酚，木聚糖酶添加到小麦饲料中，都能起到减毒、提高饲料利用率和效果。

附表 《营养与饲料》教学参考学时数（18学时）

教学内容	参考学时数
<b>第一章 动物的营养物质</b>	6
第一节 蛋白质	1.5
第二节 糖、脂类和能量	1.5
第三节 水分和矿物质	1
第四节 维生素	1
第五节 动物对饲料养分的消化吸收	1

续表

教学内容	参考学时数
第二章 常用的饲料原料	6
第一节 青绿饲料	1
第二节 青贮饲料	1
第三节 粗饲料	1
第四节 能量饲料	1
第五节 蛋白质饲料	1
第六节 矿物质和添加剂饲料	1
第三章 配合饲料的生产	6
第一节 饲料配合的依据	1
第二节 配合饲料的种类及配方设计	2
第三节 配合饲料生产工艺	1.5
第四节 饲料对畜产品和环境的影响	1.5

# 第一章 动物的营养物质

## 本章提示

中国有句古话叫“民以食为天”，意思是食物是人类生存的最基本需要。和人一样，动物的生存也离不开食物——饲料。饲料中对动物的生长发育、繁殖后代、生产产品等活动有益的物质，称为营养物质，简称养分，包括蛋白质、碳水化合物、脂肪、矿物质、维生素、水分等。本章主要介绍动物生长发育所需要的各种营养物质的功能、组成，其中蛋白质、脂肪等营养物质在高中生物课程中已有涉及，特别是关于这些物质的一般生物学性质介绍的已经比较详细，故在这里我们主要介绍其与营养功能有关的知识，而对其一般的生物学性质则介绍的较少。

我们这里所讲的动物营养学知识主要是针对畜禽、水产类养殖动物，因此所举的例子主要与这些动物有关。由于动物营养与人类的营养原理是相通的，因此有时也通过一些与人有关的例子，增强趣味性和直观性。

通过这一章的学习，学生应当了解动物所必需的营养物质种类及其主要营养功能，为进一步学习打下基础。

## 第一节 蛋白质

### 一、教学目标

1. 理解蛋白质的营养功能，了解蛋白质和氨基酸的关系，了解必需氨基酸、限制性氨基酸的概念以及猪禽必需氨基酸的种类。
2. 了解蛋白质质量与氨基酸的含量、组成等因素的关系。

### 二、结构分析

本节首先通过“现象与问题”栏目，使学生对蛋白质和氨基酸的重要性有所认识。本节正文包括三方面的内容，依次是“蛋白质与氨基酸”、“蛋白质的营养功能”和“蛋白质的质量”。蛋白质的组成是蛋白质各种性质与功能的基础，因此首先进行介绍。蛋白质与氨基酸部分是本节的重点内容，主要介绍了蛋白质的组成和必需氨基酸的概念，并通过“小资料”给出了猪和家禽的必需氨基酸种类。

蛋白质的功能主要通过其组成的各种重要物质来说明。蛋白质的质量是蛋白质的一个重要概念，动物对蛋白质不仅有量的需要，还有质的需求。蛋白质的质量与其氨基酸组成和功能发

挥具有密切关系，因此这部分内容放在最后介绍。

为了使学生更深入地理解氨基酸的重要作用，在本节还通过“新视窗”栏目介绍了氨基酸的构型和营养价值的关系，通过小资料“限制性氨基酸和蛋白质组成的木桶理论”介绍了必需氨基酸与蛋白质的关系。

### 三、教学建议与说明

在学习本节之前，要对有关养分的概念进行简单的介绍，如纯养分、概略养分等，详细内容见参考资料。可以通过引用古话“民以食为天”，引出动物也需要各种营养物质，然后接着介绍各种养分的概念。

在教学活动中，要从“现象与问题”入手，创设情景，让学生阅读后回答问题，从而引导学生思考蛋白质的作用。针对学生各式各样的答案，教师可以进行简单总结。

对于“小资料”中介绍的猪和禽的必需氨基酸种类，要向学生说明猪禽在不同生长发育阶段的必需氨基酸种类是有所变化的，幼龄动物和高产动物的必需氨基酸的种类和水平都要高于成年动物和低生产力的动物。

动物皮和毛的主要成分是蛋白质，本章的“实践活动”是通过一个简单实验判断蛋白质性质，即毛在燃烧时有特殊的焦糊味。本活动在课堂上即可开展，但要让学生注意安全。同时，也可以找一些皮块或肉块来做实验，让学生思考皮革、瘦肉的主要成分是什么。在活动时，老师可以先燃烧一些毛线，然后问学生：“你们闻到了什么气味？你们知道这是什么产生的气味吗？”

限制性氨基酸和蛋白质组成的“木桶理论”可以用多媒体做成动画的形式来介绍，例如当某种氨基酸缺乏时，水可以从桶中流出，增强表达的效果。此部分重点是让学生理解氨基酸的限制性本质，对于每种动物限制性氨基酸的种类有所了解即可。

本节中的“活动延伸”，应安排在课后完成。有条件的地方可以通过参观饲料厂或养殖场，让技术人员进行讲解并演示操作方法；没有参观条件的可让学生查阅资料来探讨这一问题。

#### 参考答案

##### ●现象与问题

1. 蛋白质是构建动物体的基本成分，也是动物体内起重要作用的酶、激素和抗体等物质的主要成分，因此，当蛋白质缺乏时会严重影响动物的生长。

2. 在低蛋白饲料中加入一些氨基酸，特别是赖氨酸、蛋氨酸等限制性氨基酸后，可以弥补这些氨基酸的不足，以提高氨基酸的平衡程度，从而提高动物的生产性能。

##### ●实践活动

纯毛线的主要原料是羊毛，其成分是角蛋白，燃烧时会产生蛋白质独有的焦糊味。

### 四、参考资料

#### 饲料养分的概念

##### 1. 饲料的概略养分分析法

由于饲料和动物之间在化学元素和化合物组成上的相似性，因此动物可以利用植物来作为自身的营养物质来源。1864年，德国化学家 Hanneberg 提出常规饲料分析方案，即概略养分分析方案，将饲料中的养分分为水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和无氮浸出物六大类(图 1.1)。这种方法测得的各类物质，并非化学上确定的化合物，所以也称为粗养分。概略养分分析法仅能给出饲料中“粗养分”含量的测定值，而未给出“粗养分”中各种具体营养成

分的含量，如灰分中各种元素含量、粗纤维中各种物质含量等。

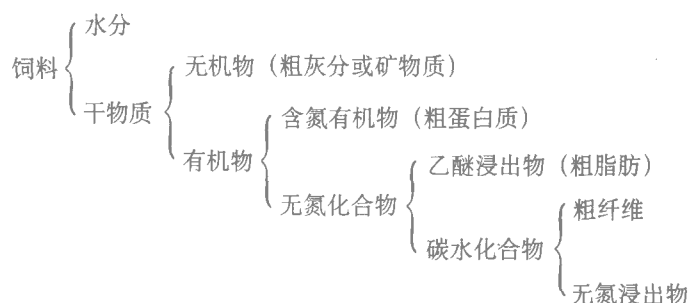


图1.1 饲料中的常规养分组成

## 2. 饲料的纯养分分析

纯养分是指不能再进一步细分的养分。如氨基酸、矿物元素、脂肪酸、维生素、单糖、双糖等，共 50 多种。对氨基酸、矿物元素、脂肪酸等纯养分的分析方案称为饲料的纯养分分析。其优点是更科学、准确、客观、要求高；缺点是方法复杂、设备昂贵。随着现代科学的发展，我们已采用了高效气相色谱、原子吸收光谱等测定饲料氨基酸、维生素、脂肪酸和微量元素等。

### 蛋白质的概念及测定

蛋白质一词，源于希腊文的“proteios”意思是最初的、第一重要的。不同种类的动物都有自己特定的蛋白质组成，多种不同的蛋白质在器官、体液和其他组织中，没有两种蛋白质的生理功能是完全一样的。

生产中在测定饲料蛋白质含量时，常常采用凯氏定氮法，这种方法测定的结果是饲料中含氮化合物的含量。而饲料中的含氮化合物除了真蛋白质外，还有游离氨基酸、酰氨、胺等非蛋白含氮物，合称粗蛋白。由于大部分蛋白质中的氮含量平均为 16%，因此可以根据氮的含量计算出饲料的粗蛋白含量。饲料粗蛋白质(%) = 饲料含氮量 × 6.25。粗蛋白质含量是衡量饲料营养价值的重要指标之一。粗蛋白质含量越高，可以认为饲料质量越好。

### 必需氨基酸

必需氨基酸的种类随着动物的种类、年龄和生理状态等不同而异。对成年猪来说，共需要 8 种必需氨基酸，即赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸和缬氨酸，幼猪则要增加精氨酸和组氨酸共 10 种。对雏鸡还要再加上甘氨酸共 11 种。

对于反刍动物来说，由于瘤胃微生物能合成各种氨基酸，在一般的饲养条件下，反刍动物必需氨基酸需要量约 40% 依赖瘤胃微生物合成，其余 60% 则来自饲料，并可满足中等生产力的需要。但对于犊牛和羔羊来说，由于瘤胃发育不完全，其内微生物合成功能不完善，在这一阶段至少要提供 9 种必需氨基酸（精氨酸、组氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、苯丙氨酸、苏氨酸、缬氨酸等），但随着瘤胃发育的成熟，对日粮中必需氨基酸的需要减少。

一般来说，各种鱼类所需要的必需氨基酸的种类差不多，有以下 10 种 赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸、组氨酸、精氨酸。

### 条件性必需氨基酸

条件性必需氨基酸是指在特定情况下，必需由饲料提供的氨基酸。猪能合成部分精氨酸，可满足一些时期的维持需要；生长早期，合成的量却不能满足需要；而性成熟后及妊娠母猪均能合成足够的精氨酸，不需饲料提供。妊娠母猪必需由饲料提供一定的组氨酸，但成年母猪能通过体内合成满足维持需要。猪整个生命周期的许多阶段都不需饲料提供脯氨酸，但幼仔猪却需

要额外补充。精氨酸、脯氨酸、甘氨酸和谷氨酰胺等氨基酸只在动物的一定生理阶段必需，因此又称为条件性必需氨基酸。

#### 合成氨基酸

除了天然存在的蛋白质组成中的氨基酸外，目前还可以通过微生物发酵或化学合成的方式生产某些必需氨基酸，如赖氨酸、蛋氨酸、苏氨酸等。这些氨基酸的使用对于实现饲料氨基酸平衡、降低饲料成本起到了重要作用。

#### 氨基酸的互补作用和平衡性

由于不同饲料中氨基酸的组成和含量不同，在配制饲料时把两种以上的饲料原料混合应用，就可取长补短，提高其营养价值，人们把这种作用叫做氨基酸的互补作用。例如豆粕中赖氨酸含量很高，但蛋氨酸含量偏低，因此在使用时应搭配一些蛋氨酸含量高的饲料如芝麻饼、菜籽饼粕等。

氨基酸的平衡性是指饲料中氨基酸的组成和比例与动物需要量接近程度。饲料或日粮蛋白质中的氨基酸比例越平衡，就越容易被机体消化吸收，其营养价值也越高。各种饲料的氨基酸组成不同，与动物的需要相比，其平衡程度有很大差异。通常动物性蛋白质比植物性蛋白质的平衡性要好，其营养价值也较高。在生产实践中，通过添加合成氨基酸或动物性蛋白质与植物性蛋白质搭配使用，从而保持氨基酸的平衡是提高饲料蛋白质品质和利用率的有效手段。

#### 氨基酸的颉颃及毒性作用

氨基酸之间除了互补作用外，还存在着颉颃作用。某些氨基酸在过量的情况下，有可能在肠道和肾小管吸收时与另一种或几种氨基酸产生竞争，增加机体对这些氨基酸的需要，这种现象称为氨基酸的颉颃作用。如雏鸡饲料中赖氨酸过多，会增加精氨酸的降解，减少精氨酸的吸收，因此会增加精氨酸的用量。亮氨酸、异亮氨酸与缬氨酸之间由于存在着共同的转运系统而存在着竞争关系。

氨基酸的添加并不是越多越好，添加过量的氨基酸会引起中毒。例如，在含酪蛋白的正常饲料中加入5%的赖氨酸或蛋氨酸、色氨酸、亮氨酸、谷氨酸，都可导致动物采食量下降和严重的生长障碍。

#### 理想蛋白质和低蛋白日粮

简单地讲，理想蛋白质就是饲料提供的蛋白质的氨基酸的量和比例与机体需要的蛋白质的氨基酸组成和比例相一致。当然，这只是一种理想化的状态，因为没有任何一种天然蛋白质是理想蛋白质，而且机体需要的氨基酸的量和比例，本身就存在着测定的准确性问题。作为饲料工作者的任务就是尽量准确地测定理想蛋白质的量，并在配制饲料时尽量使氨基酸的比例和数量符合或接近于理想蛋白质中的氨基酸比例。目前理想蛋白质概念的应用是可以通过与理想氨基酸模式的比较来确定蛋白质质量的优劣。

理想蛋白质的氨基酸表达模式一般是以赖氨酸为100，确定其他氨基酸与赖氨酸的比例。1981年以来，NRC(美国国家研究委员会)ARC(英国国家农业研究委员会)日本等都提出了一些理想蛋白质必需氨基酸模式。

为了节约有限的蛋白质饲料资源，提高蛋白质的利用率，人们在理想蛋白质理论的基础上，配制日粮时可以适当降低粗蛋白质水平，但必须通过添加某些限制性氨基酸(如赖氨酸、蛋氨酸等)来达到氨基酸的平衡，从而提高动物的生产性能。

## 第二节 糖、脂类和能量

### 一、教学目标

1. 了解糖和脂类的组成及其营养功能。
2. 了解能量在动物体内的代谢过程，掌握提高饲料能量利用率的方法。

### 二、结构分析

糖和脂肪在动物体内的主要营养功能是贮存能量和供应能量，蛋白质尽管也可以提供能量，但主要是作为动物体的构成成分，因此本书将糖、脂肪和能量放在一节讲述，既体现了它们之间的相关联系，也避免了篇幅过长。

本节首先通过“现象与问题”栏目，引出对能量来源的探讨，接下来分别介绍了两种重要的供能物质——糖和脂肪。当然糖和脂肪的功能不仅限于供能，因此对其组成及其他方面的功能也进行了介绍。因为糖在供应能量方面更为重要，因此首先对糖进行讲述。

安排“探究尝试”和“实践活动”的目的，是为了让学生对糖的概念有更深入的了解。本节内容较多，为了使主要内容更突出，安排了较多的“小资料”和“新视窗”栏目，主要为了扩大学生的知识面，也是对正文所讲内容的补充介绍。

### 三、教学建议与说明

从文中的“现象与问题”人手，也可以再举一些需要能量的例子，如火箭拔地而起、火车疾驶而过、运动员在足球场上飞奔，所有这些靠的都是能量。同样，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。然后接下来讨论能量的来源，从而引出对糖和脂肪的介绍。

糖类在动物营养学中习惯称为碳水化合物，为了与生物学中的概念统一起来，我们在这里也使用糖的概念。

在“探究尝试”（教材第5页）中，我们还可以让学生再举出一些糖的例子，如棉花纤维、麦秸、稻草等。

“探究尝试”（教材第9页）需要用到后面两章的知识，在这里可以简单说明单胃动物、反刍动物和鱼类的能量来源分别是淀粉、粗纤维和蛋白质。

对于小资料“脂肪肝综合征”，可以结合人类易患的脂肪肝来讲解，从而提高学生的学习兴趣。对其发病的原因、症状进行分析，并引导学生探讨如何预防人和动物脂肪肝综合征的发生。

在讲述小资料“饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸”时，可以举出一些油和脂肪的例子，然后提问：哪些含饱和脂肪酸高？哪些含不饱和脂肪酸高？

能量的表示和单位在后面两章的学习中经常要用到，例如饲料成分表、饲养标准的使用等，能量都是其中的重要内容，因此，小资料“动物能量的表示体系”（教材第10页）也要进行简单的讲解，使学生明白不同动物采用的能量表示方法和单位。

必需脂肪酸的生物学作用，可结合当前市场上出现的一些保健品，如脑黄金等，对DHA（二十二碳六烯酸）等进行介绍（见参考资料“鱼类对必需脂肪酸的需要”）。

新视窗“寡糖的特殊营养作用”是对糖的功能的补充介绍，寡糖也是当前保健食品和饲料中经常使用的产品，又称双歧因子，教师可以通过上网查阅资料，结合市场一些含有寡糖的产品特点进行介绍。

本节中的“活动延伸”需要查阅一定量的资料，并咨询相关的技术人员和专家。主要是要根据能量代谢过程中的各种因素来制订措施，如饲料通过添加油脂，可以降低体增热（由于采食而引起的体内代谢产热，其来源见参考资料“体增热”），从而提高能量的利用率。

#### 参考答案

##### ●现象与问题

1. 动物需要的能量主要来自饲料中的碳水化合物和脂肪。
2. 蛋白质也可以提供能量，但是蛋白质在动物体内主要作为组成成分，在蛋白质摄入过量时也会分解供能。

##### ●探究尝试

教材第5页：生活中我们经常见到的糖类还有蜂蜜、秸秆等，它们在组成上都是由糖单位组成的。人类吃的糖主要是有甜味的果糖、葡萄糖、蔗糖等，动物采食的主要是淀粉和粗纤维。

教材第8页：肥胖不一定是由于摄入油脂过多造成的，过量摄入易消化糖类也会造成肥胖，因为糖类在动物体内可以转化为脂肪。

教材第9页：单胃动物的供能物质以淀粉为主，因此单胃动物饲料中含大量淀粉含量高的玉米、大麦等；反刍动物可以有效利用粗纤维，其主要供能物质主要是粗纤维，因此可以添加大量以粗纤维为主的秸秆等粗饲料；鱼类的供能物质主要是蛋白质和脂肪，因此鱼类饲料中则需要添加大量蛋白质含量高的鱼粉、豆粕等蛋白质原料和油脂类原料。

##### ●实践活动

不是所有的糖类都能溶解，如粗纤维不能溶解于水。有甜味的物质不一定是糖类，例如糖精、饲料甜味剂等。

#### 四、参考资料

##### 糖类的组成

饲料中糖类种类较多，但根据单糖的聚合度，主要分为3大类：即单糖（不能被水解的简单化合物）低聚糖（单糖聚合度 $\leq 10$ 的糖，又称寡糖）和高聚糖（单糖聚合度 $> 10$ 的复杂糖，又称多糖），此外，尚含一些糖类衍生物（如几丁质、甘油等）。

糖（碳水化合物）

糖（碳水化合物）	}	单糖：葡萄糖、果糖、核糖、半乳糖等
		二糖：蔗糖、乳糖、麦芽糖等
		低聚糖：棉籽糖、水苏糖、甘露寡糖等
		多糖：淀粉、纤维素、半纤维素、果胶等

##### 糖与碳水化合物

饲料中的糖类又称为碳水化合物，这是因为糖类主要是由C、H、O三种元素组成的，而且其中 $H:O=2:1$ ，和水分子中的比例一样，故认为这类物质是碳和水的化合物，因此称为碳水化合物。但后来发现有些糖类中 $H:O$ 的比例不是 $2:1$ ，碳水化合物的概念已经名不副实，但

因为习惯，碳水化合物概念也就沿用下来。

### 血糖

血糖是指每 100ml 血液中葡萄糖的毫克数。葡萄糖是单胃动物大脑神经系统的主要能量来源，是其他生物合成过程的起始物质。血液中的葡萄糖必须维持在一个特定的狭小范围内，否则会引起各种低血糖症状，严重的甚至会造成昏迷。每百毫升血液中正常的葡萄糖含量：单胃动物与人 70~100mg，反刍动物 40~70mg，禽 130~260mg。

### 动物对粗纤维的利用

猪、禽等动物由于体内没有分解粗纤维的酶类，因此对粗纤维的利用能力很低。马、兔等单胃草食动物的盲肠和结肠很发达，由于盲肠和结肠内微生物的作用可分解利用粗纤维，因此其对粗纤维的利用能力要大于猪、禽。

由于反刍动物的瘤胃容积庞大，其中的微生物能分泌大量的能分解纤维素和半纤维素的酶，因此其对粗纤维的消化能力远远超过单胃动物。在瘤胃内，纤维素和半纤维素被分解成二氧化碳和乙酸、丙酸和丁酸等挥发性脂肪酸，大部分挥发性脂肪酸可被瘤胃壁吸收，参与畜体代谢，如合成乳脂（主要是乙酸）和乳糖（主要是丙酸），合成氨基酸和脂肪。部分挥发性脂肪酸在瓣胃和真胃吸收，在小肠吸收的只占 5% 左右。没有降解的糖类则继续在真胃和小肠进行消化吸收和降解，以葡萄糖的形式吸收。

一般来说，粗纤维过高，对饲料养分的消化有副作用，但是饲料中的粗纤维对于动物也有不可替代的作用，因此纤维水平也不是越低越好，而是要保持在一个适宜的水平上。对于反刍动物来说，粗纤维是其主要能源物质，维持瘤胃正常功能和动物健康，维持动物正常生产性能包括较高的乳脂率和产乳量，都离不开粗纤维的作用。此外，尽管非反刍动物对纤维的利用能力不如反刍动物，粗纤维对它们同样具有重要作用，包括维持胃肠道正常蠕动，防止便秘产生等。对于猪来说，这种作用尤其重要。研究还表明，适宜的饲料纤维可降低动物心血管病和肠道癌症的发病率，吸附消化道产生的有毒有害物质，改善胴体品质，刺激胃肠道发育等。

### 北极熊和企鹅的御寒方法

北极熊素称“北冰洋之王”其身长 2.5m 左右，公熊体重 400kg，母熊体重 300kg，最大可达 1000kg。北极熊皮下脂肪厚达 5~7cm，即使在 -70℃ 的低温中也能泰然处之。北极熊并不冬眠，只在天气最坏的时候缩起脑袋睡上几个小时，身上厚厚的绒毛和体内几乎同样厚的脂肪层起到了极好的保温作用。

企鹅身上的羽毛很像小鳞片，又密又厚，皮下有很厚的脂肪层用来保持体温。而且在企鹅孵卵时，雌企鹅产卵后，由雄企鹅负责孵化，从此雄企鹅停止进食，可以完全靠脂肪维持生命 60 多天。

### 鱼类对必需脂肪酸的需要

对于鱼类来说，亚油酸、花生四烯酸、亚麻酸、二十碳五烯酸及二十二碳六烯酸等系列脂肪酸均为必需脂肪酸，但不同鱼种对不同类型必需脂肪酸的需求存在着差异。鱼类对必需脂肪酸的需求高于陆上动物，其体内必需脂肪酸的含量也高于陆上动物。

目前市场上的一种被称为“脑黄金”的保健品，其功能成分也是高度不饱和的必需脂肪酸，即二十二碳六烯酸，它是构成大脑和视觉组织的重要成分，具有促进神经细胞发育，改善动物免疫功能的作用。陆地上的动植物中含量极低，从深海鱼类和海洋微藻中都能提取出二十二碳六烯酸。鱼类是该物质的生物积聚体，它本身并不能产生，是靠摄取食物链的下一级——海藻而获得的。

### 饲料能量的测定

能量可定义为做功的能力。目前，国际上通用的能量度量单位是焦耳（J）在饲料中常用千焦（kJ）和兆焦（MJ）表示。但也有部分国家如美国仍然使用卡、千卡、兆卡（cal、kcal、Mcal）来表示饲料中的能量。卡和焦耳存在着固定的换算关系： $1\text{cal} = 4.184\text{J}$ 。

饲料的总能可以使用氧弹式测热计来测定，其基本原理是将一定量饲料在氧弹内燃烧，其产生热量被周围的水吸收，通过计算水温升高所吸收的热量即可得到饲料的总能。



图 1.2 测定总能的仪器

消化能是通过动物消化试验，收集动物的粪便，测定出饲料的总能和粪能，然后计算得出的。代谢能的测定是通过收集动物的粪便、尿后，分别测定饲料总能、粪能和尿中能量，最后计算得到代谢能。

#### 体增热

体增热产生的来源有：消化过程中消化道运动、营养物质吸收的产热；营养物质代谢及相关器官活动产热；肾脏排泄产热；饲料发酵产热等。

#### 影响饲料能量利用的因素

##### 1. 动物种类、性别及年龄

如代谢能用于生长育肥的效率，猪、禽等非反刍动物高于反刍动物。使用同种饲料的代谢能效率，肉用母鸡高于公鸡。

##### 2. 生产目的

能量用于不同的生产目的时，其效率不同。能量利用率的高低顺序为：维持 > 产奶 > 生长、育肥 > 妊娠和产毛。即能量在用于维持生命时效率最高，用于妊娠和产毛时最低。

##### 3. 饲养水平

在适宜的饲养水平范围内，随着饲喂水平的提高，饲料有效能量用于维持部分相对减少，用于生产的净效率增加。但在适宜的饲养水平以上，随采食量的增加，由于消化率下降，饲料消化能和代谢能值均减少。

##### 4. 饲料成分

饲料中脂肪含量高，其能量利用率较高，而蛋白质、粗纤维等含量高则能量利用率低。此外，环境因素对能量利用率也有影响，如温度过高或过低，均会降低能量的利用效率。

## 第三节 水分和矿物质

### 一、教学目标

1. 了解动物的供水来源和水在动物体内的重要作用。
2. 了解动物所需要的矿物质元素种类、功能及几种典型的矿物质缺乏症的特征。

### 二、结构分析

水和矿物质是动物机体的重要组成部分，同时它们都属于无机物质，在动物体内都不提供

能量，因此本书把水分和矿物质放在一起讨论。

本节的“现象与问题”，通过动物体的化学组成成分表，引出水分和矿物质是动物机体的重要组成部分这一结论，接下来对水和矿物质分别进行介绍。

作为无机物质，水分和矿物质的结构、组成都比较简单，因此本书重点从水的功能、来源和去路，矿物质的功能和缺乏症等方面进行讲述。

### 三、教学建议与说明

在讲解本节的“现象与问题”之前，可以通过幻灯的形式给学生讲这样一段话：“水是生命的源泉，如果没有水，世界将会是什么样子？干旱少雨，沙尘暴肆虐，水资源耗尽，生命也将不复存在。”配以图片，使学生对水的重要性有初步的认识。

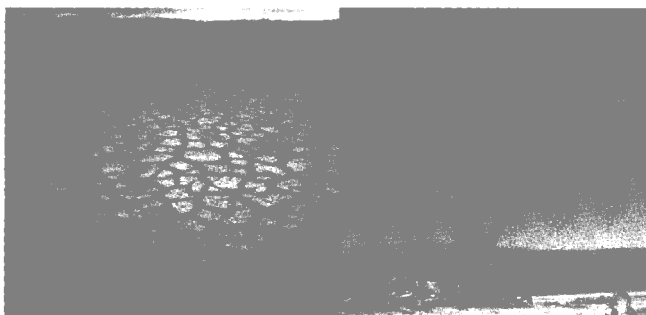


图 1.3 干旱



图 1.4 沙尘暴



图 1.5 干旱贫瘠的黄土高原



图 1.6 缺水造成河流干涸

接下来引入书中的“现象与问题”，说明水是动物的重要组成部分，进一步探讨水的重要作用。

在课堂上可以利用幻灯片等形式，播放目前在养殖场使用的猪用或禽用动物饮水器的照片，比较其与一般水槽的优缺点，增强学生的节水意识。

教材中图 1.8 是放牧动物获得水分的主要方式，在农区舍饲养殖条件下，动物主要获得水分的方式是通过饮水器或水槽。

教材中图 1.9 是动物体内水的各种来源和去路的大致比例，各种动物之间有一定差别，所以不能一概而论。

水的品质和水的质量一样重要，许多疾病的发生都与不洁饮水有关，因此对于教材第 12 页的“小资料”也要让学生认真阅读，并结合当前人们饮用的矿泉水、纯净水以及实验室中使用的蒸馏水的特点进行简单介绍，使学生在扩展知识的同时，学习正确认识水的品质，而不是盲