



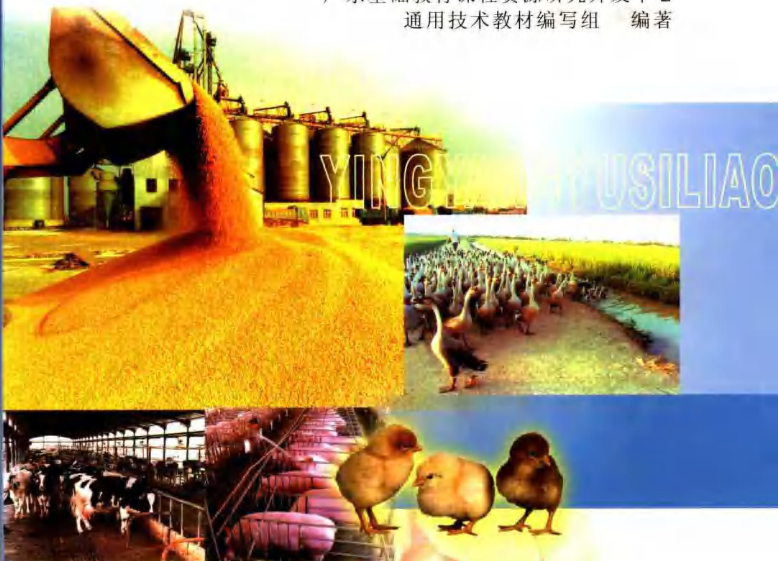
普通高中课程标准实验教科书

通用技术 选修4 “现代农业技术”

专题4

营养与饲料

广东基础教育课程资源研究开发中心
通用技术教材编写组 编著



广东科技出版社



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4

营养与饲料

主 编 刘琼发
副 主 编 黄志红 李 榕 周卫星 付 杰
本册主编 付 杰
编写人员 杨 琳 仲 明 崔志英

广东科技出版社

· 广 州 ·

通用技术 选修4“现代农业技术”专题4
营养与饲料

编 著 者: 广东基础教育课程资源研究开发中心
通用技术教材编写组

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮编: 510075)

E - mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团

印 刷: 广东信源彩色印务有限公司

(广东天河高新技术工业园建工路17号 邮编: 510630)

规 格: 890mm × 1240mm 1/16 印张5.5 字数110千

版 次: 2005年8月第1版

2005年8月第1次印刷

ISBN 7-5359-3984-8/C·653

定 价: 7.30元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

Introduction

前言

农业是人类赖以生存和发展的基础，在国民经济中有着重要的战略地位，对人类生活有着重要的影响。我国是一个农业大国，普及现代农业技术是实现农业现代化的基础。农业技术与其他技术一样，是技术领域的一个重要组成部分。本模块以与人类社会联系紧密的现代农业的理念、技术和试验方法为主要内容，以提高学生的技术素养为基本目标，为学生提供了接触和学习一些实用的农业新技术的机会，可以培养学生对农业及其新技术的亲近感，增强学生对技术与设计的理解，以及参与当地经济建设的意识。

现代农业技术所涉及的领域是非常广泛的，我们只是选择了一些与现代社会和日常生活联系紧密、应用面广、适应性强的内容作为学习的专题。通过对现代农业技术的学习，可以提高学生对农业基础地位的认识，建立可持续发展的现代农业理念，了解现代技术对农业发展的影响，学习和掌握一些先进、实用的现代农业技术。

现代农业技术模块包括绿色食品、种质资源的保护和引进、无土栽培、病虫害预测及综合治理、营养与饲料、农副产品的营销等6个专题。本册为专题4《营养与饲料》。

本专题介绍了一些动物营养和饲料科学的基础知识。通过学习饲料配制的基本技术，提高将技术运用于实践的能力。本教材特别强调人的综合素质、学习方式、学习能力和技术素养的培养。在教学内容的设计上，以培养同学们的技术意识和技术方法为思路，让同学们认识和感受到技术无处不在，从而产生学习技术的强烈愿望。同时，教材也注意调动同学们学习的主动性、参与性，体现新课程的理念。教材的内容按循序渐进的方式呈现，为同学们设计了合理的知识框架和学习线索，力求做到知识体系清晰，重点突出。教材从饲料的本质出发，揭示动物体与饲料间的养分供需平衡关系；在此基础上，进一步介绍了动物生命活动过程中需要的营养物质和动物饲料的种类及其特性；从正、反两方面的典型实例，

前言

引出饲料添加剂选用时应考虑的因素；通过对饲料原料的加工、调制与贮藏的介绍，使学生开拓视野，提高实际操作的能力；最后进入本专题教材的核心内容——饲料配制技术，包括了动物对营养物质的需要、配方技术和饲料转化效率。

现代农业技术的每个专题为18课时。教材内容的选择考虑到了城乡学校不同情况及其实施的可行性，因此，不仅农村中学可以开设，城市中学也可以开设。学校在组织教学时，要采用合适的载体；解决好专题的地方性、季节性问题；合理安排基础知识学习和技能操作实践的比例；充分利用校内外的实习基地，促进学生通过不断的实践来熟悉和掌握农业生产的基本技术和试验方法。

编者

2005年3月

CONTENTS

目 录

第一章 动物营养基本原理 1

- 第一节 动物生命活动过程中需要的营养物质 2
- 第二节 动物对营养物质的消化 7
- 第三节 各类营养物质与动物营养 13

第二章 饲料的种类及特性 30

- 第一节 饲料原料的种类及特性 31
- 第二节 配合饲料及其特点 42

第三章 饲料原料的加工、调制与贮藏 48

- 第一节 饲料原料的加工和调制方法 49
- 第二节 饲料的贮藏 52

第四章 饲料配制技术 60

- 第一节 动物对营养物质的需要 61
- 第二节 配方技术 70
- 第三节 饲料转化效率 78

第一章 动物营养基本原理

动物养殖是将各种自然资源转变成动物性产品的生产过程,是人类社会物质资料生产的重要组成部分,对提高人们生活质量、保障健康、促进经济的发展都起着非常重要的作用。了解动物营养原理对动物养殖业至关重要,它是推动动物养殖业不断发展的重要理论指南和技术基础。

动物营养是指动物摄取、消化、吸收,利用饲料中营养物质的全过程,是体内一系列化学、物理及生理变化过程的总称。它是动物一切生命活动(生存、

生长、繁殖、产奶、产蛋、免疫等)的基础,整个生命过程都离不开营养。

提高动物生产效率,除合理选用品种外,在很大程度上,依赖于营养物质效率的提高。20世纪,特别是近半个世纪以来,随着动物营养学科领域的不断扩展,动物生产的发展突飞猛进,生产水平显著提高。

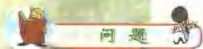
为了更好地了解和掌握现代动物养殖业技术,同学们,让我们从动物营养基本原理开始学习吧。



学习目标

- 懂得动物为什么需要采食饲料
- 掌握营养和养分的基本概念
- 了解动物对各类营养物质的消化
- 了解各种养分在体内的主要营养作用

第一节 动物生命活动过程中需要的营养物质



什么是营养物质？什么是营养？

动物世界表现各种丰富多彩的生命现象，如天上飞、水中游、地上走；动物长毛、产蛋、繁育后代；有些动物长得大，有些动物很微小。动物的生长速度以及各种生命活动千差万别，但是不管何种动物，要生存、表现生命活动都必须摄食各种食物（图 1-1）。

一、为什么动物需要采食饲料

动物为了生存、生产产品、繁衍后代、运动等生命活动，必须从外界摄取食物。饲料是能够被动物摄食并能提供给动物某种或多种养分的物质。饲料中能被动物体消化吸收并用于维持生命、生产产品和繁殖后代的化学物质叫做营养物质或营养素，简称养分。养分可以是简单的化学元素，如钙、磷、镁、钠、钾、氯、硫、铁、锌、锰、铜、碘、硒等；也可以是复杂的化合物，如蛋白质、脂肪、碳水化合物和各种维生素。营养是指动物摄取、消化、吸收和利用食物中的营养物质以维持生命、生产产品的整个过程。

动物在维持生命、生产产品和繁殖后代过程中都需要消耗能量，动物所消耗的能量是来自饲料中的碳水化合物、脂肪和蛋白质的化学能。在动物体内，化学能可以转化为热能（用于维持体温）、机械能（用于肌肉活动），也可以蓄积在体内（作为能量储备）。

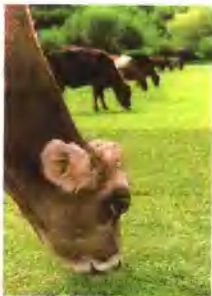
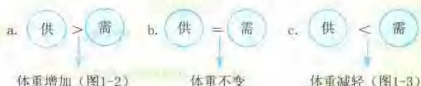


图 1-1 牧草是牛的主要饲料

小资料

动物体与饲料间的内在联系是通过它们内部所含的养分来实现的,饲料中的养分经过体内代谢转化为动物体本身的组分。饲料只是现象,是外形,是养分的载体,饲料中的养分是本质。我们只有抓住本质的东西,才能很好地揭示饲料与动物体间养分供需关系。

对于生长动物而言,饲料与动物体间养分供需关系有下列三种情况:



动物对养分需要量及饲料中养分含量受一定因素影响,其数值是可变的,动态的。因此,饲料与动物体间养分“供”与“需”的关系,实际上是一种动态平衡关系,人们通过不断的科技创新,可以从一种平衡状态转化为另一种平衡状态,最终目的是不断提高饲料养分的利用率,充分发挥动物潜在的生产性能,从而节省饲料,降低成本,提高动物生产效益。



图1-2 体重增加(偏肥)



图1-3 体重减轻(偏瘦)

二、饲料成分

动物所采食的饲料都是由化学元素组成的,绝大部分化学元素相互结合组成复杂的有机物和无机物。按照常规饲料分析,将饲料所含的养分分为水分、粗灰分、粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维和无氮浸出物六大成分。六大成分间的相互关系见图1-4。



图 1-4 动植物体组成成分

1. 水分 动植物体内的水分有两种，即游离水（自由水或初水）；结合水（束缚水或吸附水）。前者是含于动植物体细胞间，与细胞结合不紧密、容易挥发的水；后者是与细胞内胶体物质紧密结合在一起形成胶体水膜，难以挥发的水。除去初水和吸附水的饲料为绝干饲料。绝干物质是比较各种饲料所含养分多少的基础。



知识窗

初水和吸附水的测定

1. 初水 即自由水、游离水。将新鲜饲料样品切细，放置于饲料盘中，在 60~70℃ 烘箱中烘 3~4h，取出在空气中冷却 30min，再同样烘干 1h，取出，待两次称重相差小于 0.05g 时，所失重量即为初水。各种新鲜的青绿多汁饲料，含有较多的初水。

$$\text{初水含量} = \frac{\text{鲜饲料重/g} - \text{风干饲料重/g}}{\text{鲜饲料重/g}} \times 100\%$$

2. 吸附水 即结合水或束缚水。测定初水后的饲料，经自然风干的饲料或谷物饲料（一般含 14% 左右的吸附水），放入称量皿中，在 100~105℃ 烘箱内烘于 2~3h 后取出，放入干燥器中冷却 30min，再重复烘干 1h，待两次称重

相差小于 0.002g 时，即为恒重，失去的重量为吸附水。

$$\text{吸附水含量} = \frac{\text{风干饲料重/g} - \text{烘干后饲料重/g}}{\text{风干饲料重/g}} \times 100\%$$

2. 粗灰分 粗灰分是饲料样品在 550~600°C 高温炉中将有机物质全部氧化后剩余的残渣。主要为矿物质氧化物或盐类等无机物质，有时还含有少量泥沙，所以叫做粗灰分。

$$\text{粗灰分含量} = \frac{\text{灰分重/g}}{\text{饲料样品重/g}} \times 100\%$$

3. 粗蛋白质 饲料中所有含氮物质统称为粗蛋白，包括真(纯)蛋白质与非蛋白质含氮化合物。非蛋白质含氮化合物简称非蛋白氮，包括游离氨基酸、硝酸盐、氨等。



知识窗

粗蛋白质含量测定

常规饲料分析测定粗蛋白质，是用凯氏定氮法测出饲料样品中的氮含量后，用含氮量乘以 6.25 计算粗蛋白质含量。6.25 称为蛋白质的换算系数，代表饲料样品中粗蛋白质的平均含氮量为 16% (100 / 16 = 6.25)。因此，一般测定粗蛋白质都用 6.25 作系数进行计算。计算公式如下：

$$\text{粗蛋白质含量} = \frac{\text{饲料样品含氮量/g} \times 6.25}{\text{饲料样品重/g}} \times 100\%$$

4. 粗脂肪 粗脂肪是饲料样品中脂类物质的总称。常规饲料分析是用乙醚浸提样品所得的乙醚浸出物；粗脂肪中除真脂肪外，还含有其他溶于乙醚的有机物质，如叶绿素、胡萝卜素、有机酸、树脂、脂溶性维生素等物质，所以叫做乙醚浸出物或粗脂肪。

$$\text{粗脂肪含量} = \frac{\text{乙醚浸出物重/g}}{\text{饲料样品重/g}} \times 100\%$$

5. 粗纤维 粗纤维是植物细胞壁的主要组成成分,包括纤维素、半纤维素、木质素及角质等成分。

粗饲料中粗纤维含量较高,粗纤维中的木质素对动物没有营养价值。反刍动物能较好地利用粗纤维中的纤维素和半纤维素,非反刍动物借助盲肠和大肠中微生物的发酵作用,也可利用部分纤维素和半纤维素。

6. 无氮浸出物 无氮浸出物主要由易被动物利用的淀粉、双糖、单糖等可溶性碳水化合物组成。常规饲料分析不能直接分析饲料中无氮浸出物含量,而是通过计算求得:

$$\text{无氮浸出物含量} = 100\% - (\text{水分} + \text{灰分} + \text{粗蛋白质} + \text{粗脂肪} + \text{粗纤维})\%$$

三、饲料中各种营养物质的基本功能

营养物质对动物的作用概括起来有以下4项:

(一) 作为动物体的结构物质

营养物质是动物机体组织和细胞的组成成分,如骨骼、肌肉、皮肤、结缔组织、牙齿、羽毛、角、爪等组织器官。所以,营养物质是动物维持生命和正常生产过程中不可缺少的物质。

(二) 作为动物生存和生产的能量来源

动物维持体温、随意活动和生产产品,所需能量都来源于营养物质。碳水化合物、脂肪和蛋白质都可以为动物提供能量。脂肪除供能外还是动物体贮存能量的最好形式。

(三) 作为动物机体正常机能活动的调节物质

营养物质中的维生素、矿物质、氨基酸、脂肪酸等,在动物机体起着不可缺少的调节作用。如果营养物质供应不足,动物机体正常生理活动将出现紊乱,甚至死亡。

维生素、微量元素是机体中许多酶的组成成分,缺乏任何一种,都会降低酶的活性。酶在机体内的物质代谢过程中起着非常重要的作用,许多化学反应的进行都需要酶的参与,如果没有酶,体内的许多化学反应就会停止,生命就会受到威胁。体内许多激素也是经代谢转化生成,激素参与体内许多功能的调节。

(四) 饲料养分转化为肉、蛋、奶、皮、毛等产品

畜产品如奶产品、蛋产品等是动物摄食饲料后,经过消化代谢转化而成的。



思考

1. 如何理解“饲料是外形,是现象,而饲料中所含的营养却是本质”?
2. 日常生活中人们所讲的“营养”与本节中所涉及的“营养”是否是同一概念?
3. 饲料中所含的六大成分的名称及其相互关系。

第二节 动物对营养物质的消化



问题

什么是消化、吸收?动物的消化方式有哪些?碳水化合物、蛋白质和脂肪在体内的消化吸收过程及其特点是怎样的?

饲料中营养物质,除水、矿物质和维生素可被机体直接吸收外,碳水化合物、蛋白质和脂肪都是较复杂的大分子有机物,不能直接吸收,必须在消化道内经过消化,分解成为简单的小分子物质,才能被机体吸收利用。饲料在消化道内的这种分解过程叫消化。饲料经过消化后,营养物质通过消化道黏膜上皮细胞进入血液循环的过程叫吸收。

一、消化系统

消化系统由消化道和消化腺组成。消化道起始于口腔,经咽、食道、胃、小肠、大肠,止于肛门。消化腺分成两类:一类是位于消化道外的肉眼可见的大消化腺,如唾液腺、肝脏和胰腺,它们通过导管开口于消化道;另一类是分布在消化道壁内的小腺体,只有在显微镜下才能看到,如胃腺、肠腺等。



小资料

家养动物消化系统的类型

家养动物的消化系统根据其不同结构可以分为以下3种类型:

1. 单胃类 如单胃杂食类猪的消化系统(图1-5)和单胃草食类马的消化系统(图1-6)。

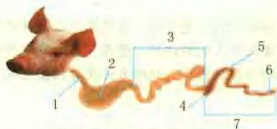


图1-5 猪的消化系统示意图

1. 食道 2. 胃 3. 小肠 4. 盲肠 5. 结肠 6. 直肠 7. 大肠

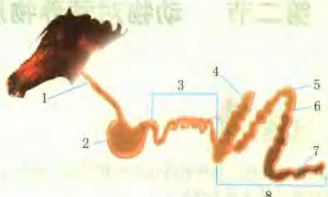


图1-6 马的消化系统示意图

1. 食道 2. 胃 3. 小肠 4. 盲肠 5. 盲盆曲 6. 结肠 7. 直肠 8. 大肠

2. 反刍类 如牛的消化系统(图1-7)。

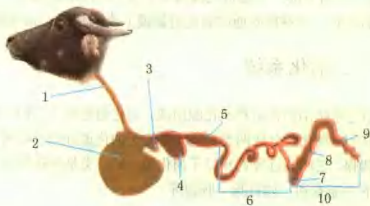


图1-7 牛的消化系统示意图

1. 食道 2. 瘤胃 3. 网胃 4. 瓣胃 5. 真胃

6. 小肠 7. 盲肠 8. 结肠 9. 直肠 10. 大肠

3. 禽类 如鸡的消化系统(图1-8)。



图 1-8 鸡的消化系统示意图

1. 上食道 2. 嗉囊 3. 下食道 4. 腺胃 5. 肌胃
6. 十二指肠 7. 小肠 8. 盲肠 9. 直肠 10. 泄殖腔

二、动物对饲料的消化方式

动物的种类不同，消化道结构和功能也不同，但是它们对饲料中各种营养物质的消化却具有许多共同的规律，其消化方式主要归纳为物理性消化、化学性消化和微生物消化。

（一）物理性消化

物理性消化主要靠动物的咀嚼器官（牙齿）和消化道管壁的肌肉运动，把食物压扁、撕碎、磨烂，增加食物的表面积，使食物与消化液充分混合，为化学性消化（主要是酶的消化）、微生物消化作好准备；同时，把食糜从消化道的一个部位运送到消化道的另一个部位。

（二）化学性消化

动物对饲料的化学性消化，主要是酶的消化。不同动物消化酶的分泌有其自身特点，口腔分泌物通常称作唾液，用来润湿食物，便于吞咽。猪和家禽唾液中含有少量淀粉酶，牛、羊、马唾液中不含淀粉酶或含量极少，但存在其他的酶类，如麦芽糖酶、过氧化物酶等；动物口腔内的唾液淀粉酶消化能力很弱，随食糜进入胃，在胃内进一步消化。

食物中的蛋白质、脂肪和糖主要靠消化器官分泌相应的蛋白酶、脂肪酶、糖酶、淀粉酶等进行消化。植物细胞壁中所含的纤维素、半纤维素和木质素，在脊椎动物的消化液中不含相应的酶，

动物对饲料中纤维性物质的消化，主要靠消化道微生物的作用。

(三) 微生物消化

消化道微生物在食物消化过程中起着不可忽视的作用。这种作用对反刍动物的消化十分重要，是反刍动物能大量利用粗饲料的根本原因。反刍动物的微生物消化场所主要在瘤胃；瘤胃中微生物能分泌淀粉酶、蛋白酶、半纤维素酶和纤维素酶等，这些酶将饲料中糖类和蛋白质分解成挥发性脂肪酸、 NH_3 等物质；通过瘤胃微生物的作用，满足自身的生长、繁殖需要；同时微生物发酵也产生 CH_4 、 CO_2 、 H_2 、 O_2 、 N_2 等气体，通过嗝气排出体外。



小资料

微生物消化与草食家畜

试验证明，绵羊摄入食物时由瘤胃转入真胃的蛋白质，约有82%来源于菌体蛋白，可见饲料蛋白质在瘤胃中大部分被微生物转化成了菌体蛋白。

瘤胃微生物不仅与宿主存在共生关系，而且微生物之间存在相互制约、相互共生的关系。

据研究估计，饲料内70%~85%干物质和50%左右的粗纤维在瘤胃内消化。瘤胃微生物在反刍动物的整个消化过程中，具有两大优点：一是借助于微生物产生的 β -糖苷酶，消化宿主动物不能消化的纤维素、半纤维素等物质，显著增加饲料中总能（GE）的可利用程度，提高动物对饲料中营养物质的消化率；二是微生物能合成必需氨基酸、必需脂肪酸和B族维生素等物质供宿主利用。瘤胃微生物消化不足之处是微生物发酵使饲料中能量损失较多，优质蛋白质被降解和一部分碳水化合物发酵生成 CH_4 、 CO_2 、 H_2 及 O_2 等气体，排出体外而流失。

非反刍草食动物的微生物消化也是比较重要的。如马的盲肠类似瘤胃，食糜在马盲肠和结肠滞留达12h以上，经微生物充分发酵，饲草中粗纤维40%~50%被分解为挥发性脂肪酸、氨和二氧化碳。家兔的盲肠和结肠有明显的蠕动与逆蠕动，从而保证盲肠和结肠内微生物对食物残渣中粗纤维进行充分消化。

三、动物对蛋白质、碳水化合物和脂肪的消化吸收

(一) 蛋白质的消化吸收

1. 非反刍动物蛋白质的消化吸收 非反刍动物蛋白质的消化起始于胃，在胃蛋白酶、十二指肠胰蛋白酶和糜蛋白酶等作用下，蛋白质分子降解为含氨基酸数目不等的各种多肽。随后在小肠中，多肽经胰腺分泌的羧基肽酶和氨基肽酶等作用下，进一步降解为游离氨基酸和寡肽。2~3个肽键的寡肽能被肠黏膜直接吸收或经二肽酶等水解为氨基酸后被吸收。吸收主要在小肠上2/3的部位进行。

2. 反刍动物含氮化合物的消化吸收 反刍动物真胃和小肠中蛋白质的消化和吸收与非反刍动物类似。但由于瘤胃微生物的作用，反刍动物对蛋白质和其他含氮化合物的消化、利用与非反刍动物又有很大的差异。

进入瘤胃的饲料蛋白质，经微生物的作用降解成肽和氨基酸，其中多数氨基酸又进一步降解为有机酸、氨和二氧化碳。微生物降解所产生的氨与一些简单的肽类和游离氨基酸，又被用于合成微生物蛋白质。



知 识 窗

瘤胃液中的氨是蛋白质在微生物降解和合成过程中的重要中间产物

饲料蛋白质不足或当饲料蛋白质难以降解时，瘤胃内氨浓度很低（ $< 50\text{mg/L}$ ）。此时，瘤胃微生物生长缓慢，碳水化合物的分解利用也受阻。反之，如果蛋白质降解比合成速度快，则氨就会在瘤胃内积聚并超过微生物所能利用的最大氨浓度。此时，多余的氨就会被瘤胃壁吸收，经血液输送到肝脏，并在肝中转变成尿素。虽然所生成的尿素一部分可经唾液和血液返回瘤胃，但大部分却随尿排出体外而造成浪费。这种氨和尿素的生成和不断循环，称为瘤胃中的氮素循环。