



普通高等教育“十二五”规划教材
高职高专畜牧兽医类专业教材系列

草食家畜生产

何英俊 李润元 主编

CAOSHI JIACHU SHENGCHAN



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

高职高专畜牧兽医类专业教材系列

草食家畜生产

何英俊 李润元 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书适应高等职业教育畜牧兽医类专业教学改革的需要,针对草食家畜生产条件性及地域的特点,遵循“以学生创业与就业为中心”、“以奶、肉、毛皮等草食家畜产品为载体”、“以产品的生产过程为导向”、“以学生职业能力培养为重点”的理念,参照家畜繁殖工、家畜饲养工、畜产品检验员等国家职业技能鉴定的标准与要求进行编写。内容包括草食家畜的认识、生态牧场的筹划及建设、草食家畜饲草料的筹划与调配、牛生产技术、羊生产技术、家兔生产技术、草食家畜的生态养殖与产业化经营等。本书贴近生产实际,图文并茂,重点突出,具有较强的针对性、职业性和实用性,有利于培养学生的岗位职业能力及创业创新能力。

本书可作为高职高专院校畜牧兽医类相关专业的教材,也可作为广大牛、羊、兔等草食家畜生产相关从业人员的培训教材及学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

草食家畜生产/何英俊,李润元主编. —北京:科学出版社,2012
(普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专畜牧兽医类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-035206-4

I. ①草… II. ①何… ②李… III. ①家畜-饲养管理-高等职业教育-教材 IV. ①S82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 169857 号

责任编辑:张 斌 / 责任校对:刘玉靖
责任印制:吕春珉 / 封面设计:科地亚盟

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 9 月第一次印刷 印张:23

字数:545 000

定价:39.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路通>)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VH04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编写人员

主 编 何英俊 李润元

副主编 陈学智 李桂平 罗守东

编 者 (按姓氏拼音排序)

陈学智 浙江省农科院畜牧兽医研究所

衡江鸿 河北旅游职业学院

何英俊 浙江金华职业技术学院

何雯娟 内蒙古锡林郭勒职业学院

李润元 内蒙古锡林郭勒职业学院

李桂平 河北旅游职业学院

罗守东 黑龙江生物科技职业学院

王一民 杭州彩洋牧业有限公司

赵宇飞 内蒙古农业大学职业技术学院

赵 燕 温州科技职业学院

课程建设与改革是提高教学质量的核心，也是教学改革的重点和难点。根据《国家中长期教育改革和规划纲要（2010～2020年）》和教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高（2006）16号文件“加大课程建设与改革的力度，增强学生的职业能力”精神，全面贯彻落实“工学结合，产学一体”的人才培养模式，经多次研讨论证，结合畜牧兽医行业技术领域和职业岗位的任职要求及相关职业资格标准，总结各高职院校近几年课程建设与改革的成功经验，与行业企业共同开发、编写了《草食家畜生产》，以满足高职院校畜牧兽医相关专业培养高技能型人才的需要。

草食家畜生产是现代畜牧业的重要组成部分，是发展节粮型畜牧业和缓解我国“人畜争粮”矛盾的关键，因此“草食家畜生产”往往作为各农业高职院校畜牧兽医及相关专业的主干课程。本书是在传统的“牛生产”、“羊生产”、“兔生产”等课程的基础上，把牛、羊、兔等草食家畜生产的共性进行充分整合，突出“草食性”的特点，打破了按学科体系设计教材的习惯，以草食家畜生产条件为切入点，紧紧围绕牛、羊、兔等草食家畜“草食性”的特点，以“养什么？做好哪些准备？怎么养？如何养好？”为主线，采用项目化课程编排模式，按草食家畜生产企业的实际岗位技能与生产流程来提炼相关内容，包括导学（草食家畜的认识）、产前筹划（含生态牧场的筹划及建设、草食家畜饲草料的筹划与调配）、产中实施（含牛生产技术、羊生产技术、家兔生产技术）及产后经营（草食家畜的生态养殖与产业化经营）共七大项目，从共性到个性再回到共性，环环相扣。

为了明确学习目标，本书直接以草食家畜的认识为切入点，以导学代替绪论，并在每个项目前设置项目目标和技能目标，在每个任务前导入实际案例，从案例分析中导入相关技能知识；在每个项目后安排有技能训练、项目小结及复习思考题，有利于学生自主学习。书中共插入了100余幅图片和60余个表格，图文并茂，形象直观，通俗易懂。同时，聘请了科研单位及企业技术人员参与本书的编写，具有较强的实用性和可操作性；内容上兼顾了南北地区的差异，理论上少而精，突出操作技能，编排上符合常规工作程序，对自主创业人员具有较大的指导作用。

本书由金华职业技术学院何英俊、内蒙古锡林郭勒职业学院李润元担任主编，本书编写分工如下：草食家畜的认识由何英俊编写，项目一由李润元、何雯娟编写，项目二由罗守东、赵燕编写，项目三由李桂平、衡江鸿编写，项目四由赵宇飞编写，项目五由陈学智编写，项目六由何英俊、王一民编写。全书由何英俊、李润元负责初步审校，最后由何英俊统稿完成。

本书的编写得到了科学出版社及参编各有关单位领导、老师的大力支持与帮助，在编写过程中引用了同行专家的文献资料，在此一并表示感谢！

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

导学 草食家畜的认识	1
一、畜牧业发展的背景	1
二、草食家畜的内涵	4
三、草食家畜的分类	4
四、反刍类草食家畜的消化特点	4
五、后肠发酵草食类家畜的消化特点	8
六、草食家畜的生产条件	8
七、草食家畜生产项目的可行性分析	10
项目小结	13
复习思考题	13
项目一 生态牧场的筹划及建设	16
任务一 草食家畜生产规模与方式的确定	16
一、适宜规模的确定	16
二、适宜饲养方式的确定	17
任务二 畜牧场的规划与布局	20
一、场址的选择	20
二、场地规划与布局	25
任务三 畜舍的设计与环境控制	31
一、畜舍设计的原则与要求	32
二、牛舍设计与牛场设施	33
三、羊舍建造与羊场设施	38
四、兔舍建造与兔场设施	41
任务四 天然草场的合理利用	49
一、我国草地资源概况	50
二、放牧地的合理利用	51
三、刈割草地的合理利用	52
四、草地的退化与改良	53
技能训练 养殖场设计图的认知与绘制	56
一、技能训练目标	56
二、技能训练材料	56
三、技能训练方法与步骤	56

四、技能考核标准	58
项目小结	60
复习思考题	60
项目二 草食家畜饲草料的筹划与调配	62
任务一 草食家畜饲草料的识别	62
一、草食家畜的营养特点	62
二、饲草料的种类与来源	63
任务二 草食家畜饲草料的加工与开发	73
一、粗饲料的加工与品质评定	74
二、青饲料的加工与品质评定	77
三、精饲料的加工调制	82
任务三 草食家畜日粮的配制	83
一、草食家畜日粮配制的原则	83
二、草食家畜日粮配制技术	84
技能训练一 青贮饲料的调制及品质评定	87
一、技能训练目标	87
二、技能训练材料	87
三、技能训练方法与步骤	87
四、技能考核标准	89
技能训练二 秸秆的氨化及品质评定	89
一、技能训练目标	89
二、技能训练材料	89
三、技能训练方法与步骤（尿素氨化法）	89
四、技能考核标准	90
技能训练三 牛场饲草料供应计划的编制	90
一、技能训练目标	90
二、技能训练材料	91
三、技能训练方法与步骤	91
四、技能考核标准	92
项目小结	92
复习思考题	92
项目三 牛生产技术	94
任务一 牛的品种识别及鉴定技术	94
一、奶牛品种的识别及鉴定技术	94
二、肉牛品种的识别及鉴定技术	96
任务二 牛的繁殖技术	104
一、牛的发情及控制技术	104
二、牛的配种及妊娠诊断技术	109

三、接产及护理技术	112
任务三 奶牛泌乳期的饲养管理技术	115
一、影响奶牛生产性能的因素	116
二、泌乳阶段的划分与特点	118
三、泌乳期母牛的饲养管理	119
四、TMR 饲喂技术	124
任务四 奶牛干奶期的饲养管理技术	125
一、干乳的目的	125
二、干乳的时间与方法	126
三、干乳期的饲养管理	127
任务五 犊牛及青年牛的饲养管理技术	128
一、新生犊牛的特点	129
二、新生犊牛饲喂初乳的意义与方法	129
三、犊牛培育技术	131
四、犊牛期的管理	134
五、青年牛各阶段的饲养	136
任务六 奶牛生产性能的评定技术	137
一、泌乳性能的评定	138
二、奶牛生产性能测定 (DHI)	141
任务七 挤乳技术	144
一、排乳及排乳反射	145
二、挤乳准备	146
三、手工挤奶	146
四、机器挤奶	147
五、挤奶次数和间隔	149
任务八 肉用牛育肥技术	150
一、肉用牛的生长规律	150
二、影响肉牛生长发育的因素	151
三、犊牛育肥技术	152
四、青年牛育肥技术	154
五、架子牛育肥技术	156
任务九 牛的保健与疫病防治技术	159
一、牛场消毒技术	159
二、牛场免疫及驱虫技术	160
三、常见牛病鉴别诊断及防治技术	162
技能训练一 鲜乳验收	168
一、技能训练目标	168
二、技能训练材料	168

三、技能训练方法与步骤	168
四、技能考核标准	170
技能训练二 牛品种的识别	170
一、技能训练目标	170
二、技能训练材料	170
三、技能训练方法与步骤	170
四、技能考核标准	170
技能训练三 牛的体尺测量、体重估测与年龄鉴定	171
一、技能训练目标	171
二、技能训练材料	171
三、技能训练方法与步骤	171
四、技能考核标准	173
技能训练四 牛的人工授精	173
一、技能训练目标	173
二、技能训练材料	173
三、技能训练方法与步骤	173
四、技能考核标准	174
技能训练五 乳牛体型性状的线性评定	174
一、技能训练目标	174
二、技能训练材料	174
三、技能训练方法与步骤	174
四、技能考核标准	181
项目小结	182
复习思考题	183
项目四 羊生产技术	187
任务一 羊的品种识别与鉴定技术	187
一、绵羊品种的识别及鉴定技术	187
二、山羊品种的识别及鉴定技术	198
任务二 羊毛和羊皮的鉴定技术	203
一、羊毛的鉴定	204
二、羔皮与裘皮的鉴定	210
任务三 羊的繁殖技术	213
一、羊的繁殖现象和规律	213
二、羊的发情及鉴定技术	214
三、羊的配种与妊娠诊断技术	215
四、接羔与羔羊培育技术	218
五、提高羊繁殖力的技术措施	220
任务四 肉羊的育肥技术	221

一、肉羊的放牧育肥	222
二、肉羊的舍饲育肥	227
三、肉羊的管理技术	231
任务五 奶山羊的饲养管理技术	234
一、奶山羊的饲养	234
二、奶山羊的管理	236
三、羊奶的鉴定与验收	238
任务六 毛用羊的饲养管理技术	239
一、毛用羊的饲养技术	240
二、毛用羊的管理技术	242
任务七 羊的保健与疫病防治技术	244
一、羊场消毒技术	244
二、羊场免疫及驱虫技术	245
三、常见羊病鉴别诊断及防治技术	249
技能训练一 羊毛(绒)细度的测定	258
一、技能训练目标	258
二、技能训练材料	258
三、技能训练方法与步骤	258
四、技能考核标准	259
技能训练二 羊毛长度的测定	260
一、技能训练目标	260
二、技能训练材料	260
三、技能训练方法与步骤	260
四、技能考核标准	261
项目小结	261
复习思考题	262
项目五 家兔生产技术	265
任务一 兔品种识别与鉴定技术	265
一、毛用兔品种的识别及鉴定技术	265
二、皮用兔品种的识别及鉴定技术	269
三、肉用兔品种的识别及鉴定技术	272
任务二 兔皮、毛的鉴定及初加工技术	278
一、兔皮的鉴定与初加工	279
二、兔毛的鉴定与初加工	282
任务三 家兔的繁殖技术	287
一、家兔的繁殖规律及特点	287
二、家兔的发情及配种技术	289
三、家兔的妊娠诊断与分娩	291

四、兔场配种计划的制定	292
任务四 兔的饲养管理技术	294
一、家兔的生物学特性	294
二、家兔饲养管理的一般原则	298
三、不同生产类型兔的饲养管理	302
四、不同季节的饲养管理	309
任务五 兔的保健与疫病防治技术	312
一、兔场消毒技术	312
二、兔场免疫及驱虫技术	314
三、常见兔病鉴别诊断及防治技术	316
技能训练一 家兔品种的识别	337
一、技能训练目标	337
二、技能训练材料	338
三、技能训练方法与步骤	338
四、技能考核标准	338
技能训练二 家兔的妊娠诊断	338
一、技能训练目标	338
二、技能训练材料	338
三、技能训练方法与步骤	338
四、技能考核标准	338
项目小结	339
复习思考题	339
项目六 草食家畜的生态养殖与产业化经营	342
任务一 草食家畜的生态养殖	342
一、草食家畜生态养殖模式的建立	343
二、草食家畜生态养殖案例分析	346
任务二 草食家畜的产业化经营	347
一、草食家畜产业化经营的背景与意义	348
二、草食家畜产业化经营的模式	348
三、草食家畜产业化经营案例分析	350
项目小结	353
复习思考题	353
主要参考文献	354



导学

草食家畜的认识

【项目目标】通过本项目学习，能够充分认识草食家畜生产节粮性的特点，并能区别于耗粮型畜禽（猪、鸡等）；知道草食家畜的消化特点及消化过程；了解发展草食家畜生产的条件；能根据当地情况的调查结果，对草食家畜发展项目进行可行性分析。

【技能目标】能对某一地区草食家畜的生产条件进行调查，并进行可行性分析。

【案例导入】林某等人原来做五金生意，有了上千万元的资金积累。在养殖业利好的市场及政策形势下，2008年开始通过土地流转承包山地近 20hm^2 ，其中有耕地 1hm^2 、果园 3hm^2 、林地 16hm^2 ，原打算办一规模猪场，但环评未通过。于是在2008年10月引入波杂山羊150只进行放牧。进入冬季后，因天然野草质差量少，羊只变瘦，有2只重胎羊因营养不良而死亡。于是在近5个月的枯草期，林某用大量的玉米喂羊，体况有好转，但部分羊出现反刍减弱、食欲减退甚至死亡现象。第二年，在有关专家的指导下，林某终于知道了其中的奥秘，你知道了吗？

一、畜牧业发展的背景

【引导问题】发展草食家畜生产对我国具有什么现实意义？为什么说畜牧业产业结构调整的核心是大力发展草食畜牧业？

（一）我国畜牧业发展存在的主要问题与现状

1. “人畜争粮”矛盾日益突出

自20世纪80年代实行计划生育以来，我国人口的自然增长率明显下降，从1987年最高的1.661%，下降到2008年的0.508%，但绝对数量仍在增加，到2010年已接近14亿。按人均粮食消费量 400kg 计算，我国每年的粮食消耗在 $5\times 10^8\text{t}$ 以上，随着人口的惯性增长及畜牧业的发展，我国粮食需求还在不断增加。据估算，未来10年我国粮食需求年增长 $(4\sim 5)\times 10^9\text{kg}$ ，其中饲料用粮年增长 $1\times 10^9\text{kg}$ 以上，到2030年我国粮食需求将达到 $6.17\times 10^{11}\text{kg}$ 。资料表明，2008年我国耕地面积是 $1.217\times 10^8\text{hm}^2$ ，

人均耕地面积仅为世界平均水平的 40%。随着工业化和城镇化进程的加快以及土地浪费现象的加剧,耕地减少不可避免;另一方面耕地开发的潜力已近极限,主要分布在东北、西北和西南地区的后备耕地资源存在着开垦与生态保护的矛盾,所以耕地资源的稀缺性日益突出,面积仍将继续减少。在此背景下,尽管粮食单产在增加,但依靠土地大幅增产已不太现实,同时靠国际市场来弥补国内粮食产需缺口不仅成本高、风险大,而且空间小。

除耕地面积外,气候条件也是影响粮食产量的重要因素之一,加上运输能力的限制、油价上涨造成的高运费等,使饲料粮价格水涨船高,从而影响了畜牧生产的效益和发展潜力。

因此对于人多地少、粮食紧张的我国(需用占世界 7% 的耕地养活占世界 22% 的人口),“人畜争粮”的矛盾日益突出,并严重困扰着我国畜牧业的发展,特别是耗粮型畜牧业。

2. 畜牧业产业结构不合理

据联合国粮农组织 2009 年公布的统计资料表明,我国生猪存栏 5.23×10^8 头,占世界存栏总数的 50.9%,居世界第 1 位;绵羊 2.19×10^8 只,占世界存栏总数的 18.72%,居世界第 1 位;山羊 2.46×10^8 只,占世界存栏总数的 25.14%,居世界第 1 位;牛 1.89×10^8 头,占世界存栏总数的 9.2%,居世界第 3 位。肉类总产量达 10845 万 t,禽蛋(不含鸡蛋)843.6 万 t,鸡蛋 3578.6 万 t,奶类 3785 万 t,其中肉类产量占世界总产量的 30%,禽蛋产量占 80%,鸡蛋产量占 40%,奶类产量只占 5%。

目前,我国人均肉类占有量已经超过了世界的平均水平,禽蛋占有量达到发达国家平均水平,但畜产品结构不够合理。2010 年猪肉占肉类总产量的比例为 64%,比 2005 年的 65.6% 有所下降,但还是远高于其他畜种的比例,特别是草食家畜牛、羊肉所占的比例仅为 15%,远低于世界牛、羊肉的比重 29%。我国奶业经过几年的转型升级有了较快的发展,2010 年奶类产量达到 3740 万 t,比 2005 年增长 31.0%,但人均占有量仅为世界平均水平的 1/13。

与国外的畜牧业产业结构相比,一方面我国耗粮型畜禽比重偏高,市场基本饱和,价格波动频繁;另一方面草食家畜一直来价格稳中有升,但生产潜力并没有得到充分的发挥,在畜牧业产业结构中所占比重偏低。因此产业结构问题已成为制约畜牧业持续、健康发展的主要因素之一,调整优化结构势在必行。

3. 畜牧生产与环境污染的矛盾仍然突出

随着科技的进步和畜牧业的发展,畜禽养殖规模不断扩大,畜产品产量大幅增加,质量不断提高,畜牧业总体上呈现稳步、健康的发展,并逐渐成为农民增收的主要来源。然而随着养殖业规模化、集约化、产业化发展,养殖废弃物对周边环境造成污染的问题更加突出,处理成本高,实际上已经成为制约畜牧业发展的关键问题。

4. 丰富的土地资源与畜牧业用地不足的矛盾

我国有 960 万 km^2 的地域面积,有大量的低坡荒山资源,但目前作为畜牧业用地的不足 1%,其中近 1/4 为耕地。随着城市化进程及新农村建设的发展,原来在郊区或

农村建成的规模养殖场已逐渐被城市包围,一方面面临着反复搬迁的问题,另一方面因养殖用地的限制影响了畜牧业的发展。在耕地资源缺乏的我国,若靠占用耕地来发展畜牧业是不太现实的,这也成了限制当前畜牧业发展的问题之一。

(二) 我国畜牧业发展的趋势

1. 畜牧业发展格局的改变

近年来,我国生猪、家禽产业的区域化布局基本保持不变,如生猪大多集中在长江中下游和华北地区,家禽主要集中在东部省份山东、广东及江苏、吉林、辽宁、河北、安徽、湖北、四川、河南等。但由于北方草原的退化、沙化、碱化日益加剧,我国实施了北方草原限放限养措施,通过减少载畜量来减少草原退化现象。为此,对于牛、羊等食草动物来说,从北方天然的草原畜牧业为主逐步向南方的秸秆畜牧业、人工草场畜牧业转变,在保护草原的同时,大力发展草食畜牧业。

2. 在稳定猪禽生产的同时,大力发展草食家畜

我国人多地少,粮食缺乏,造成饲料粮价格高、供应紧张,从而影响了耗粮型畜禽养殖的经济效益、市场风险及发展规模,也限制了猪禽等耗粮型畜禽的发展潜力。但我国有丰富的秸秆等粗饲料资源及大量的草山草坡尚未开发利用,为食草动物的发展提供了条件。为此国情决定了我国必须坚持“稳定猪禽生产的同时,大力发展草食家畜”的畜牧业发展战略,并有利于畜牧业产业结构的调整。

3. “平地”畜牧业逐渐向“山坡地”畜牧业转变

我国的养殖业大部分集中在牧区、半农半牧区及农区,因为这些地方地势相对平坦,水、电、交通等基础设施相对较好,建场成本相对较低。而我国大量的山区因路途遥远、交通不便、基础设施薄弱,建造规模畜牧场投入大、成本高。但在耕地等资源缺乏、畜牧养殖污染严重的情况下,把现有的“平地”畜牧业逐渐向“山坡地”畜牧业转变,是符合我国国情的畜牧业发展战略。

4. 由散养向规模生产转变

规模养殖是畜牧业发展的必然,也是畜牧业现代化的重要标志。我国的畜禽生产一直以散户为主,尽管近几年通过养殖小区等建设,规模场的比例不断提高,但与国外发达国家相比相距甚远。如美国的奶牛规模,存栏 50 头以下的奶牛数量占全国奶牛总数的比重只占 7.4%,而存栏 1000 头以上规模的比重占 36.4%;而我国 5 头以下的奶牛比例高达 32.4%,100 头以上规模的占 28%,1000 头以上规模的不足 10%。因此,加强养殖小区建设,发展适度规模养殖,是我国畜牧业发展的方向。

5. 加快畜牧业产业化进程

从畜牧业发展历程来看,各个国家虽然产业化形式有所不同,但生产、加工和销售

的一体化结合则是一个共同的趋势。畜牧业产业化有利于解决农户小规模生产与大市场的矛盾,有利于提高畜牧业的比较效益和农民收入。

二、草食家畜的内涵

根据食物体系的不同,生产上把以“草”为主食的节粮型动物称为“草食家畜”,如牛、羊、兔、马、鹿、骆驼等;以“粮食”作为主要饲料的动物称为耗粮型畜禽,如猪、鸡、鸭、鸽子等。草食家畜具有特殊结构的消化系统和生理机能,能借助体内微生物的作用,以人类不能食用、其他动物也难以利用的粗纤维和非蛋白质含氮化合物(如农作物秸秆、藤蔓类和各种杂草、牧草及其他农副产品等)来获取能量和蛋白质,为人类生产奶、肉、毛、皮等畜产品。

然而我国有草原及草山草坡 $3.3 \times 10^8 \text{ hm}^2$,其面积是全国耕地面积的3倍,特别是南方有 $0.467 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 可利用的草山草坡尚未开发。据有关专家分析,如果南方草山草坡改良利用1/5,其畜产品产量可相当于两个新西兰。另外我国还有大量的农作物秸秆、饼粕等有待于进一步开发利用,据统计各类农作物秸秆总产量达 $7 \times 10^8 \text{ t}$ 。

因此,充分利用草山草坡、荒山荒地及农作物秸秆等副产物,以草换肉,以草换奶,发展节粮型的草食动物生产,可以获得巨大的经济效益、社会效益和生态效益,对缓解“人畜争粮”的矛盾,优化畜牧业产业结构具有重大的意义。

三、草食家畜的分类

根据草食家畜胃肠的解剖学结构及对食物发酵能力的不同,草食家畜可以分为前胃发酵类和后肠发酵类,两者都有微生物的发酵,都能大量利用粗饲料。

前胃发酵草食类可以分为反刍家畜和非反刍家畜。反刍家畜的胃可以分为3或4个组成部分,其中有一个是瘤胃。常见的反刍家畜有牛、绵羊、山羊、鹿、羚羊和骆驼等,这些动物有高度发达的消化道,高度依赖微生物的发酵来对食物进行消化,多个胃可以有选择地对植物纤维进行分类保存。另一类是非反刍类前胃发酵动物,虽然有复杂的前胃结构,但没有瘤胃,不进行反刍,主要有仓鼠、田鼠、袋鼠、河马等。

后肠发酵草食类根据微生物消化的主要部位是盲肠还是结肠,可以分为盲肠发酵类和结肠发酵类两种类型,其中盲肠发酵类主要有兔子、天竺鼠、家鼠等;结肠发酵类主要有马、犀牛和大象等。这些动物没有反刍,发酵的主要产物有挥发性脂肪酸、氨和二氧化碳等。

【引导问题】反刍家畜都有四个胃吗?为什么说牛吃的是“草”挤出来的是牛奶?犊牛有反刍吗?

四、反刍类草食家畜的消化特点

(一) 唾液分泌

牛、羊等反刍类草食家畜在采食及反刍过程中会分泌大量富含缓冲盐类的唾液,并

不断流入瘤胃以帮助发酵。唾液中不含淀粉酶，含有氮、钠、钾、钙、镁、无机磷和氯等多种成分，并以碳酸盐和磷酸盐的形式存在，可以中和瘤胃微生物发酵产生的有机酸，维持瘤胃正常的 pH，从而保证瘤胃微生物正常的生长繁殖与发酵。

反刍家畜唾液的分泌与采食及日粮种类有关，一般粗饲料的采食及反刍时间长，唾液分泌量也大；而精饲料的采食及反刍时间短，唾液分泌量少；若不采食任何饲料，则几乎不分泌唾液。据测定，每天羊的唾液分泌量为 3~10L，成年母牛在正常饲养情况下，每天咀嚼 6~8h，可产生 100~180L 唾液；而如果日粮含有过多精料的情况下，反刍减弱，每天只能产生 30~50L 唾液。

（二）食道沟及食道沟反射

食道沟是起始于贲门，向下延伸至网瓣胃间的半开放孔道，是食道的延续。虽然反刍家畜牛、羊有四个胃，但在早期犊牛、羔羊阶段，瘤胃功能还没有发育，所以不具备消化饲料的能力，而只有皱胃才具备这种功能。当犊牛、羔羊吮吸乳汁等液体时，能反射性地引起食道沟收缩呈管状通道，从而使乳汁或液体直接从食道沟到达网瓣孔，再经瓣胃进入皱胃。食道沟的闭合是反射性的，它的闭合是有吮吸的刺激或液体中的固体悬浮物刺激而引起，即犊牛、羔羊受到吮乳的条件反射后，分布于唇、舌、口腔和咽部黏膜内的感受器，通过神经传入到延髓的反射中枢，由迷走神经传出，作用于食道沟，使其收缩呈管状，让乳汁或流体自食道输往皱胃。

（三）复胃的结构与功能

反刍类草食家畜具有复杂的复胃结构，一般分为瘤胃、网胃、瓣胃和皱胃 4 个胃。前 3 个胃（统称为前胃）无腺体组织，不分泌胃液，主要起贮存食物、水和加工、发酵分解粗纤维的作用，以瘤胃的作用最大。

瘤胃俗称“草包”，体积最大，由肌肉囊组成，通过蠕动使食团按规律流动。瘤胃是一个可以容纳大量饲料的“发酵罐”，是微生物发酵的主要场所。一般成年家畜占胃总量的 80% 左右，其中牛平均为 94.6L，羊平均为 23.4L。

网胃又叫蜂巢胃，位于瘤胃背囊的前下方，靠近瘤胃，两者共用一个高密度的微生物菌群，常称为瘤-网胃。网胃是筛选食糜进出瘤胃的闸口，一般只有颗粒小、密度大的食糜才能流出瘤胃；同时网胃能帮助食团逆呕和排出胃内的发酵气体。网胃的体积最小，只占成年牛胃容积的 5%。由于网胃位置较低，随食物吞入胃内的金属异物易留存在网胃，引起创伤性网胃炎，生产上应加以注意。

瓣胃又称“百叶肚”，呈球形，体积占胃总容积的 7%。其主要功能是阻留食物中的粗糙部分继续加以磨细，并输送较稀部分入皱胃进行消化吸收，同时可以吸收水、矿物质（如钠、磷等），再经唾液返回瘤胃。

真胃又称皱胃，相当于非反刍动物的胃，能分泌强酸和许多消化酶。

1. 反刍

反刍家畜采食匆忙不细致，往往不经充分咀嚼便吞入瘤胃。通常在休息时未完全消

化的食物再从瘤胃返回到口腔并进行咀嚼，再吞食入胃的反复过程即为反刍，可以帮助食物的消化。反刍是牛羊等反刍家畜的主要特征，包括逆呕、再咀嚼、再混合唾液、再吞咽等4个过程。牛饲喂后一般经0.5~1.0h开始出现反刍，每次反刍持续时间为40~50min，每个食团平均再咀嚼40~70次，过一段时间再进行第二次反刍，一昼夜共进行6~8次反刍，犊牛次数更多。羊反刍时咀嚼70~80次，然后再吞入瘤胃，反复进行。羊每天反刍次数约为8次，逆呕食团约500个，每次反刍一般持续40~70min。

2. 暖气

暖气是由于瘤胃上背囊的收缩，促使瘤胃微生物发酵产生的部分气体（主要是二氧化碳、甲烷等）由食管进入口腔并排出体外的过程。正常的暖气是反刍家畜消化功能正常的表现，若不能正常暖气或产气量太大时，就可能出现瘤胃臌气等消化道疾病，严重时可引起死亡。

（四）瘤胃微生物的发酵作用

瘤胃具有贮存、加工、发酵三大功能，其中最主要的功能是发酵作用。瘤胃发酵需要适宜的pH（6~8）；适宜的温度（38~41℃）；适宜的日粮组成及瘤胃微生物菌群等。瘤胃微生物菌群主要包括两类厌氧细菌（每1mL瘤胃液含 10^{11} 个），一类可利用纤维素、淀粉、葡萄糖等，另一类可发酵第一类细菌的代谢产物；纤毛虫等原生动物（每1mL瘤胃液含 10^6 个）；还有一部分真菌。在这些微生物菌群的共同作用下，各种粗饲料才能在瘤胃进行发酵分解，产生可利用的营养物质。

1. 碳水化合物的发酵特点

瘤胃微生物能分解淀粉、糖类、纤维素及半纤维素等碳水化合物，特别是对粗纤维的有效分解意义重大。首先由微生物本身产生粗纤维水解酶，把粗饲料中的粗纤维分解成为容易消化的碳水化合物，如葡萄糖，同时产生几种低级脂肪酸，主要产物为乙酸、丙酸、丁酸、二氧化碳、甲烷和少量的氢等。其中甲烷、氢等不能被利用，以暖气排出体外。另几种挥发性脂肪酸（包括乙酸、丙酸、丁酸等）非常重要，一方面可以合成葡萄糖；另一方面可以和尿素分解后产生的氨，在微生物的作用下合成氨基酸；第三方面可维持瘤胃正常的酸碱度，用来中和由尿素分解产生大量的氨，以避免牛、羊氨中毒。

发酵产物的形成会受瘤胃pH的影响，如乙酸随瘤胃pH的降低而减少，丙酸随瘤胃pH的降低而提高，丁酸受pH的变化较小。一般认为瘤胃pH在6.2~6.8、三种挥发性脂肪酸（VFA）成一定的比例（70:20:10）时产奶量较高。

纤维性碳水化合物通过刺激反刍可以促进纤维的降解和发酵，主要原因是纤维性碳水化合物可以刺激瘤胃收缩，增加唾液流入瘤胃的量，而唾液中所含的小苏打和磷酸盐有助于维持瘤胃pH正常，从而有利于瘤胃微生物的发酵。因此日粮中粗纤维的缺乏易引起乳脂含量下降和消化紊乱（如真胃错位及瘤胃酸中毒等）。而非纤维性碳水化合物不能刺激反刍和唾液的产生，但可以为瘤胃微生物提供能量并决定瘤胃中细菌蛋白的产生（图0.1）。