



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century

饲 料 学

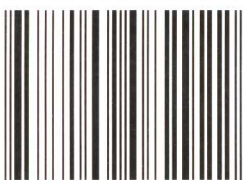
王成章 王恬 主编

动物科学专业用

中 国 农 业 出 版 社

Feed Science

ISBN 7-109-08292-X



9 787109 082922 >

定价：36.70 元



面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

饲 料 学

王成章 王 恬 主编

动物科学专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

饲料学/王成章, 王恬主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.6

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-08292-X

I. 饲... II. ①王...②王... III. 饲料—教材
IV. S816

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 021547 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 叶 岚

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 28.5

字数: 513 千字

定价: 36.70 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 王成章 (河南农业大学)
王 恬 (南京农业大学)
副主编 杨 琳 (华南农业大学)
张克英 (四川农业大学)
参 编 (按姓氏笔画为序)
王志祥 (河南农业大学)
田 河 (沈阳农业大学)
田科雄 (湖南农业大学)
宋代军 (西南农业大学)
张延利 (山西农业大学)
张崇玉 (山东农业大学)
周 明 (安徽农业大学)
周 韶 (青海大学)
贺建华 (湖南农业大学)
袁 纓 (沈阳农业大学)
审 稿 卢德勋 (内蒙古畜牧科学院)
王康宁 (四川农业大学)

前 言

《饲料学》是经教育部批准的高等教育“面向 21 世纪课程教材”之一。该课程为动物科学专业的专业基础课和动物营养及饲料加工专业的专业课，是《动物营养学》的姐妹篇，主要为动物科学、动物营养及饲料加工等专业的本科教学而编写，也可供广大的畜牧和饲料企业的科技人员参考使用。

饲料是动物赖以生存和生产畜产品的物质基础。饲料学是一门研究饲料的学问，目的在于揭示饲料的化学组成及其规律以及与动物营养需要之间的关系。饲料学对动物生产和饲料业的发展至关重要，它不仅是培养动物生产、动物营养与饲料科学专业人才的一门重要学科，也是推动动物生产和饲料业不断发展的理论与技术基础，在理论和实践上都具有重要的地位。本教材的任务是介绍饲料学的基础理论、基本知识和基本方法，其中主要介绍了饲料的化学组成和营养特性、饲料营养价值评定方法和饲料的合理利用途径。按照思想性、科学性、先进性和适用性原则，力求内容全面、系统和由浅入深。编写过程中参阅了大量国内外近年出版的相关教材、研究文献和研究成果，并介绍了饲料与畜产品质量、人体健康和环境等新内容，使学生树立饲料安全和绿色、优质、无公害饲料及畜产品等意识，以适应加入 WTO、与国际接轨的需要。

教材编写组由河南农业大学、南京农业大学、华南农业大学、四川农业大学、西南农业大学、青海大学、山东农业大学、山西农业大学、安徽农业大学、沈阳农业大学和湖南农业大学 11 所大学的富有教学经验和具有高级职称的教师组成，编写人员认真负责，对教材进行了反复讨论和修改，力求提高教材的质量。

全书共十五章（另有附录），分工如下：第一章，王成章；第二章，田科雄；第三章，贺建华；第四章及第十章第二节，周韶；第五章及第十章第一节，张延利；第六章，张崇玉；第七章，宋代军；第八章，周明；第九章第一节，王志祥；第九章第二、三、四节，袁纓；第十一章，王恬；第十二章，田

河；第十三、十四章及附录，张克英；第十五章，杨琳。统稿工作由主编及副主编共同完成。

本教材承蒙内蒙古畜牧科学院卢德勋研究员和四川农业大学动物营养研究所王康宁研究员的认真审阅，并提出了许多宝贵意见，对此深表感谢！在教材编写过程中，还得到中国农业出版社编辑的帮助，在此一并表示诚挚的谢意！

限于编者水平，错误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2003年3月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 国外饲料业发展概况	1
一、国外饲料业发展的萌芽阶段	2
二、世界饲料工业的发展阶段	2
三、牧草和粗饲料的生产和利用是世界饲料业的重要内容	5
第二节 中国饲料业发展概况	6
一、中国饲料业发展史	6
二、当前我国饲料业中存在的主要问题及对策	10
第三节 未来世界饲料业发展趋势	13
一、未来世界饲料科学的研究方向	13
二、未来世界饲料业发展趋势	14
第四节 饲料学的性质、任务和内容	15
一、饲料学的性质和任务	15
二、饲料学研究的内容	16
思考题	17
第二章 饲料化学	18
第一节 碳水化合物	18
一、单糖	19
二、低聚糖	20
三、多糖	22
第二节 含氮化合物	26

一、蛋白质的性质与分类	26
二、氨基酸	28
三、寡肽	31
四、其他含氮化合物	31
第三节 脂类	32
一、脂类的分类	32
二、脂肪	32
三、类脂	38
第四节 矿物质	38
一、常量元素与微量元素	39
二、必需矿物质元素	39
三、动物矿物质元素营养与环境	40
第五节 维生素	40
一、概述	40
二、维生素的分类	41
第六节 水分	42
一、水的存在形式	42
二、水的活性度	42
第七节 其他成分	43
一、抗营养因子	43
二、饲料的色素	43
三、饲料的味嗅物质	45
思考题	49
第三章 饲料营养价值评定	50
第一节 饲料营养价值的评定方法	50
一、化学分析	50
二、消化试验	53
三、代谢试验	57
四、饲养试验	58
第二节 饲料能量营养价值的评定	61
一、饲料能量价值基本概念	61
二、消化能的测定	64
三、代谢能的测定	65

四、净能的测定	67
第三节 蛋白质营养价值的评定	72
一、粗蛋白质	73
二、可消化粗蛋白质	73
三、饲料氨基酸含量	74
四、氨基酸的可利用性	74
五、单胃动物的饲料蛋白质可利用性的其他评定指标	80
六、反刍动物的饲料蛋白质评定体系	82
第四节 饲料中矿物元素和维生素的评定	85
一、饲料中矿物元素含量的测定	85
二、矿物元素的可利用性	86
三、维生素测定方法	87
思考题	88
第四章 饲料分类	89
第一节 国际饲料分类法	89
一、粗饲料	89
二、青绿饲料	89
三、青贮饲料	90
四、能量饲料	90
五、蛋白质补充料	90
六、矿物质饲料	90
七、维生素饲料	90
八、饲料添加剂	91
第二节 中国饲料分类法	91
一、青绿多汁类饲料	91
二、树叶类饲料	92
三、青贮饲料	92
四、块根、块茎、瓜果类饲料	92
五、干草类饲料	92
六、农副产品类饲料	93
七、谷实类饲料	93
八、糠麸类饲料	93
九、豆类饲料	93

十、饼粕类饲料	94
十一、糟渣类饲料	94
十二、草籽树实类饲料	94
十三、动物性饲料	94
十四、矿物质饲料	95
十五、维生素饲料	95
十六、饲料添加剂	95
十七、油脂类饲料及其他	95
思考题	97
第五章 青绿饲料	98
第一节 青绿饲料的营养特性及影响因素	98
一、青绿饲料的营养特性	98
二、影响青绿饲料营养价值的因素	100
第二节 主要青绿饲料	101
一、天然牧草	101
二、栽培牧草	103
三、青饲作物	110
四、叶菜类	112
五、非淀粉质根茎瓜类饲料	114
六、水生饲料	117
七、树叶类	118
思考题	121
第六章 青贮饲料	122
第一节 青贮饲料的制作方法	122
一、常规青贮	122
二、特种青贮	132
第二节 青贮饲料的质量评定及利用	135
一、青贮过程中营养物质的变化	135
二、青贮过程中养分的损失	136
三、青贮饲料的营养价值	136
四、青贮饲料的品质鉴定	138
五、青贮饲料的利用	140

思考题	141
第七章 粗饲料	142
第一节 青干草与草粉	142
一、青干草调制原理与方法	143
二、青干草的营养价值	146
三、草粉的生产与应用	147
四、干草品的质量评定	149
第二节 稿秕与饲用林产品饲料	152
一、秸秆饲料	153
二、秕壳饲料	154
三、树叶和其他饲用林产品	155
第三节 粗饲料的加工调制	156
一、物理加工	156
二、化学处理	157
三、生物学处理	159
思考题	161
第八章 能量饲料	162
第一节 谷实类饲料	162
一、玉米	162
二、小麦	165
三、稻谷	167
四、大麦	169
五、高粱	171
六、燕麦	172
七、其他谷实	172
八、谷实类饲料的加工与保存	173
第二节 糠麸类饲料	177
一、小麦麸	177
二、米糠	178
三、其他糠麸	181
第三节 块根、块茎及其加工副产品	181
一、甘薯	181

二、马铃薯	183
三、木薯	183
四、甜菜渣	184
五、糖蜜	185
第四节 其他能量饲料	186
一、油脂	186
二、乳清粉	190
思考题	191
第九章 蛋白质饲料	193
第一节 植物性蛋白质饲料	193
一、豆类籽实	194
二、饼粕类	198
三、其他植物性蛋白质饲料	215
第二节 动物性蛋白质饲料	217
一、水产加工副产物饲料	217
二、畜禽副产物饲料	221
三、其他动物性蛋白饲料	228
第三节 单细胞蛋白质饲料	231
一、单细胞蛋白质的基本特性	231
二、单细胞蛋白质的种类	231
三、单细胞藻类	234
四、其他单细胞蛋白质	235
第四节 非蛋白氮饲料	235
一、尿素	236
二、其他非蛋白氮饲料	237
思考题	238
第十章 矿物质饲料	240
第一节 常量矿物质饲料	240
一、钙源性饲料	240
二、磷源性饲料	242
三、钠源性饲料	246
四、其他常量矿物质饲料	247

第二节 天然矿物质饲料	248
一、沸石	248
二、麦饭石	248
三、稀土元素	249
四、膨润土	249
五、海泡石	249
六、凹凸棒石	250
七、泥炭	250
思考题	251
第十一章 饲料添加剂	252
第一节 饲料添加剂概述	252
一、饲料添加剂的定义与分类	252
二、饲料添加剂的作用与使用原则	254
第二节 饲料添加剂的种类与作用	256
一、营养性添加剂	256
二、非营养性添加剂	265
第三节 饲料添加剂的合理应用	273
一、注意使用对象, 重视生物学效价	273
二、正确选用产品, 确定适宜的添加量	273
三、注意理化特性, 防止颞颥	274
四、重视配合比例, 提高有效利用率	274
五、加强技术管理, 采用科学生产工艺	275
六、注意贮运条件, 及时使用产品	275
思考题	276
第十二章 饲料卫生	277
第一节 饲料源性有毒有害物质	277
一、植物性饲料中的有毒有害物质	278
二、动物性饲料中的有毒有害物质	289
三、矿物质饲料中的有毒物质	291
四、食盐及饲料添加剂导致的饲料安全问题	291
第二节 非饲料源性有毒有害物质	294
一、霉菌毒素对饲料的污染	294

二、农药对饲料的污染	297
三、病原菌对饲料的污染	300
四、有毒金属元素对饲料的污染	301
五、其他化合物对饲料的污染	306
第三节 饲料安全与法规	309
一、饲料安全	309
二、饲料法规	314
第四节 “绿色”无公害饲料的生产	316
一、无公害饲料与“绿色”饲料的有关概念	316
二、“绿色”无公害饲料生产的关键技术	317
三、“绿色”无公害饲料生产的相关保证措施	318
思考题	318
第十三章 饲料资源的开发利用	319
第一节 饲料资源的利用现状	319
一、饲料资源的类型	319
二、饲料资源的利用现状	320
第二节 饲料资源开发利用的途径	323
一、饲料资源开发利用的基本途径	323
二、主要饲料资源的开发利用途径	325
三、开发饲料资源应注意的问题	328
思考题	329
第十四章 饲料与畜产品品质	330
第一节 饲料与胴体品质和肉品质	330
一、饲料与胴体品质	331
二、饲料对肉质的影响	334
第二节 饲料与禽蛋品质	340
一、饲料对蛋重的影响	340
二、饲料对蛋壳质量的影响	341
三、饲料对蛋黄颜色的影响	342
四、饲料对禽蛋成分的影响	343
五、饲料对禽蛋风味的影响	344
第三节 饲料与牛乳品质	344

一、饲料对牛乳成分的影响	345
二、饲料对牛乳风味的影响	348
第四节 饲料对毛品质的影响	348
一、饲料对羊毛品质的影响	348
二、饲料对兔毛品质的影响	349
三、饲料对羽毛品质的影响	349
思考题	349
第十五章 配合饲料与配方设计	350
第一节 配合饲料概述	350
一、配合饲料的概念	350
二、配合饲料的种类和结构	351
第二节 饲料配方设计的原则与方法	353
一、饲料配方设计的原则	353
二、饲料配方设计的方法	354
第三节 各种饲料的配制技术	372
一、饲料添加剂预混合饲料配制技术	372
二、浓缩饲料配制技术	378
三、草食动物精料补充料配方技术	383
四、全价配合饲料配制技术	385
思考题	386
附录一 饲料卫生标准 (GB13078—2001)	387
附录二 配合饲料企业卫生规范 (GB/T16764—1997)	391
附录三 转基因食品 (饲料) 的安全性评价	396
附录四 中国饲料成分及营养价值表 (2002) 新版数据	401
中英文 (名词) 对照	420
主要参考文献	440

第一章

绪论

能够被动物摄取、消化、吸收和利用，可促进动物生长或修补组织、调节动物生理过程的物质称为饲料。饲料是动物赖以生存和生产的物质基础。人类在长期的畜牧业生产实践中，通过大量的动物营养和饲料科学的理论与应用研究，对动物生产需要的饲料及其营养价值（nutrient value）逐渐有了更科学、更全面、更深刻的认识，饲料的种类不断增加，新型饲料资源不断产生，饲料的利用方式从传统的、经简单加工的单一使用发展到科学的、适宜加工的配合利用，饲料利用效率显著提高，并不断采取各种新的技术措施，生产出产品质量高、营养更全价的饲料，现在，饲料工业已成为关系国计民生的重要产业。随着科学技术的进步和生活水平的提高，人类更注重自身的健康和生活的质量，不仅要求肉、奶、蛋等畜产品数量足够，而且要求质量更高，因此，动物饲用的饲料正逐渐向生产“有机食品”和“绿色食品”方向发展。

饲料学（feed science）是一门研究饲料的学问，目的在于揭示饲料的化学组成及其规律、饲料的化学组成与动物营养需要之间的关系。饲料学作为一门独立的学科，经历了相当漫长的历史发展过程，极大地推动了畜牧业和整个国民经济的发展，并且随着历史进程的推移，它在发展畜牧业进而在整个国民经济中的地位将愈来愈重要。

第一节 国外饲料业发展概况

国外饲料业尤其是西方发达国家的饲料业在近代和现代取得了巨大的成就，从此带动了畜牧业乃至国民经济和人民生活水平的不断提高。虽然发展中国家的饲料业有其独特之处，但美国及欧盟等发达国家的饲料业代表着世界饲料业的前进方向。

世界饲料业发展起步较晚。近 200 多年来，由于近代和现代动物营养和饲