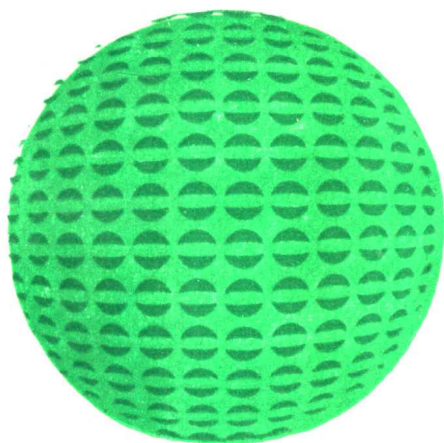


全国“星火计划”丛书

农副产物的营养价值 及加工饲用

冀一伦 冀 飞 著



科学出版社



农副产物的营养价值 及加工饲用

冀一伦 冀 飞 著

科 学 出 版 社

1994

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

我国农副产物如玉米秸秆、稻草、甘蔗渣、酒糟等资源丰富，是饲养牛羊的重要饲料来源。各种农副产物的化学成分、理化特性、消化机理、营养价值如何？怎样加工处理、合理搭配、科学饲养就可大大提高其营养价值和利用效率，从而起到喂好牛羊、节省饲料粮的作用呢？本书向大家介绍这方面的基础知识和实用技术，以适应目前全国农村正蓬勃兴起的养牛致富的要求，促进我国养牛业的大发展。全书分为 10 章，内容包括秸秆产量与饲用情况，秸秆结构与化学成分，秸秆碱处理和氨化处理，粗饲料青贮，农副产物在瘤胃内的降解，粗饲料的营养价值与食入量，秸秆等农副产品日粮的补饲，非常规饲料，肉牛、奶牛、水牛的饲养。书末附录列出了众多的饲料营养成分、各种牛的营养需要及不同增重要求的饲料配方表。

可供农业院校有关专业师生、畜牧业科技人员及管理干部、广大养牛者参考。

农副产物的营养价值 及加工饲用

冀一伦 冀 飞 著

责任编辑 高 锋

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

北京市黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994年5月第 一 版

开本：787×1092 1/32

1994年5月第一次印刷

印张：8 1/4

印数：1—1000

字数：197 000

ISBN 7-03-004038-4/S·123

定价：11.00元

前 言

粮食是宝中之宝，秸秆是粮食的主要副产物，其数量巨大，来源甚广。据估计现今世界秸秆年产量约为20亿吨，其中我国秸秆年产量约占四分之一。秸秆种类很多，在我国北方有玉米秸、小麦秸、高粱秸、粟秆、大麦秸、莜麦秸、向日葵秸等，在南方主要有稻草，而玉米秸、小麦秸以及各种豆秸为数也不少。再加上经济作物、果菜等副产物，数量就更巨大了，因而是我国最丰富的资源之一。

我国秸秆资源虽很丰富，但大多数利用不合理，浪费极大。世界各国有远见的学者看到利用农副产物发展畜牧业的巨大潜力，近10多年来进行了大量的研究工作，从理论到实际加工利用方面都取得了丰硕成果。

为适应我国畜牧业生产、教学和科研工作蓬勃发展的需要，我们系统地总结了国内外先进经验和我们自己多年来的教学、科研成果和生产实践的体会编写成本书。希望它在促进我国农副产物的合理利用、提高反刍家畜饲养水平、推动畜牧业更加迅速地发展等方面发挥积极的作用。

本书在编写过程中得到北京农业大学冯仲廉教授、北京农学院温书斋教授、山西农业大学各级领导和有关同志的大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平有限，书中难免存在不妥之处，欢迎广大读者不吝指正。

作 者

1993年3月

目 录

第一章 我国和世界各国秸秆产量及饲用情况	1
第一节 秸秆产量	1
第二节 在我国建立节粮型畜牧业的重要意义	4
第三节 秸秆的性质、用途与焚烧问题	7
第二章 禾本科植物秸秆的结构与化学成分	10
第一节 禾本科作物的形态与解剖	10
一、禾本科作物的形态	10
二、禾本科作物的解剖结构	11
第二节 秸秆的化学成分	13
一、纤维素	13
二、半纤维素	14
三、木质素	15
四、粗蛋白	15
五、低分子量碳水化合物	16
六、矿物质	16
第三节 在成熟过程中秸秆各部位化学成分的变化	17
第四节 细胞壁结构与细胞壁成分	21
第三章 秸秆的碱处理和其他处理	24
第一节 引言	24
第二节 碱的湿处理	25
一、贝克曼法	25
二、轮流喷洒法	26

三、浸泡法	26
第三节 碱的干处理	27
一、处理方法	28
二、碱化秸秆的饲喂	28
第四节 其他处理法	31
一、过氧化氢处理	31
二、碳酸钠处理	32
三、氢氧化钙与氢氧化钠处理	33
第四章 秸秆的氨处理	35
第一节 引言	35
第二节 氨化秸秆的好处与饲喂范围	36
一、氨化的好处	36
二、饲喂范围和对象	37
第三节 影响氨化效果的因素	38
一、温度	38
二、时间	38
三、秸秆中的水分	39
四、被处理秸秆的类型	39
第四节 氨化方法和氨化秸秆品质鉴定	41
一、液氨处理秸秆法	41
二、尿素、碳铵处理法	45
三、氨水处理法	47
四、氨化秸秆品质鉴定	49
第五节 氨化的效果和经济效益	50
一、氨化可节省饲料粮	50
二、秸秆棉饼麦麸喂牛模式	53
三、氨化玉米秸喂马的效果	55
四、尿素氨化与饲喂前加尿素的效果	56
五、经济效益	57

第五章 粗饲料的青贮59

第一节 青贮的好处59

- 一、营养物质损失少59
- 二、不受天气限制59
- 三、可集中制作60
- 四、改善适口性60
- 五、占地面积小60
- 六、可应用各种添加剂61
- 七、单位面积收获代谢能多61

第二节 我国青贮作物的种类与资源61

- 一、玉米植株62
- 二、向日葵62
- 三、块根块茎类63

第三节 青贮建筑67

- 一、不漏气青贮塔68
- 二、青贮塔68
- 三、青贮窖68
- 四、堆贮69
- 五、圆筒塑料袋70

第四节 青贮的发酵过程及乳酸发酵的条件70

- 一、青贮的发酵过程70
- 二、乳酸菌繁殖的条件72

第五节 制作青贮饲料的方法步骤75

- 一、收割75
- 二、装窖、压紧、封顶75
- 三、开窖、饲喂76

第六节 农副产物青贮的要点76

- 一、掌握饲料的水分含量76
- 二、大体了解饲料含糖量76

三、要“寸草切三刀”	76
四、掌握混贮的方法	77
第七节 青贮料的品质鉴定与研究方法	77
一、青贮料的品质鉴定	77
二、青贮料品质的研究方法	79
第八节 添加剂	84
一、可发酵碳水化合物添加剂	84
二、尿素	85
三、甲酸	87
四、丙酸	87
五、乳酸菌	87
第六章 农副产物在瘤胃中的降解	89
第一节 微生物对纤维的降解	90
一、纤维分解菌	90
二、淀粉分解菌	92
三、糖发酵菌	93
四、蛋白质分解菌	93
五、原虫	93
第二节 瘤胃微生物的营养需要与发酵效率的控制	94
一、瘤胃微生物的营养需要	94
二、发酵效率的控制	96
第三节 纤维饲料降解率的测定	99
第四节 瘤胃模仿技术	100
第五节 几种瘤胃研究技术	102
一、嘴内破碎度的研究	102
二、网瓣孔采样器	103
三、真胃导管	103
第七章 粗饲料的营养价值与食入量	106

第一节 粗饲料的营养价值及影响因素	106
一、农作物的种类	106
二、农作物品种的秸秆	125
三、农作物植株的部位	126
四、田间管理	129
五、饲喂方法	131
六、反刍动物与非反刍动物的差异	135
第二节 粗饲料的食入量	136
一、影响食入量的因素	136
二、提高食入量的途径	146
第八章 秸秆等农副产品饲料的补饲	148
第一节 反刍动物采食农副产品时的消化与代谢	148
一、瘤胃中的发酵	148
二、影响瘤胃微生物产量的因素	149
三、小肠内的消化	151
第二节 提供代谢所需的氨基酸、葡萄糖和糖原复合物	152
一、氨基酸	152
二、葡萄糖和糖原复合物	153
第三节 秸秆为基础饲料的补饲	154
第四节 役牛的补饲	155
第五节 生长牛的补饲	156
一、优质青草的补饲效果	156
二、过瘤胃营养物质与糖原复合物的补饲效果	157
第六节 奶牛的补饲	159
一、秸秆氨化的补饲效果	159
二、优质青草的补饲效果	160
三、过瘤胃营养物质的补饲效果	160

第七节 结语	161
第九章 非常规饲料	163
第一节 酿造工业副产物	163
一、啤酒糟	163
二、酒糟	163
第二节 制糖工业副产物	169
一、甜菜渣	169
二、甘蔗渣	170
第三节 家畜粪便的加工饲用	171
一、加工的方法	173
二、稻草鸡粪青贮化学成分	173
三、饲喂生长肥育牛试验	174
四、饲喂奶牛试验	175
五、饲喂家畜粪便后奶山羊的繁殖性能	177
第十章 肉牛、奶牛、水牛的饲养	178
第一节 营养物的功能	179
一、能量	179
二、脂肪	181
三、蛋白质与非蛋白氮	181
四、钙	183
五、磷	183
六、镁	184
七、硫	185
八、维生素	185
九、需水量	186
第二节 肉牛、肉役兼用牛的饲养	187
一、国外肉牛的饲养	188
二、我国黄牛的肥育	191
第三节 奶牛的饲养	193

一、秸秆饲喂干乳牛	194
二、秸秆饲喂泌乳末期怀孕牛	194
三、秸秆补饲放牧泌乳牛	195
四、秸秆饲喂头胎牛	196
五、秸秆可作初产牛的调胃口剂	196
六、奶牛饲喂稻草时的日粮组成	197
第四节 水牛的饲养	198
一、营养需要	199
二、典型日粮	201
附录 I 生长、肥育牛营养需要与饲料成分	208
一、生长、肥育牛营养需要(每日每头)	208
二、粗饲料成分(干物质基础)	211
三、混合精料的种类(生长、肥育牛用)	212
附录 II 生长或肥育牛饲料配方	213
一、活重100—150千克牛饲料配方	213
二、活重150—200千克牛饲料配方	217
三、活重200—250千克牛饲料配方	221
四、活重250—300千克牛饲料配方	226
五、活重300—350千克牛饲料配方	231
六、活重350—400千克牛饲料配方	237
七、活重400—450千克牛饲料配方	242
八、活重450—500千克牛饲料配方	248
九、活重500千克以上牛饲料配方	254
附录 III 肉用(含兼用)怀孕母牛饲料配方	256
一、活重250—300千克牛饲料配方	256
二、活重300—350千克牛饲料配方	257
三、活重350—400千克牛饲料配方	258
四、活重400—450千克牛饲料配方	259
五、活重450—500千克牛饲料配方	260

六、活重500千克以上牛饲料配方	261
附录Ⅳ 肉用(含兼用)哺乳母牛饲料配方	262
一、活重250—300千克牛饲料配方	262
二、活重300—350千克牛饲料配方	263
三、活重350—400千克牛饲料配方	264
四、活重400—450千克牛饲料配方	265
五、活重450—500千克牛饲料配方	266
六、活重500千克以上牛饲料配方	267
附录Ⅴ 水牛的营养需要	268
一、水牛每日营养需要	268
二、水牛产不同乳脂率牛奶的营养成分	271
附录Ⅵ 役牛每日营养需要	272
附录Ⅶ 奶牛饲喂稻草时精料的喂量与成分	273
附录Ⅷ 饲喂玉米青贮时精料的喂量与成分	277

第一章 我国和世界各国秸秆 产量及饲用情况

第一节 秸秆产量

世界人口的迅速增长与食物的供给早已成为人们最关心的问题之一。在发达国家,人口以大约每年1%的速率增长,而在发展中国家,人口则以每年约3%的速率增长。以这样的速率增长,到2000年,全世界人口将从现在的50亿增加到约70亿。

世界各国产粮情况不一,有的可自给自足,有的粮食产量不能满足国民所需,有的产粮量超过本国的需要。据农业专家的估计,到2000年,可能只有美国和加拿大谷物产量超过其消费量,北美粮食的出口约占世界粮食出口的80%。世界各国人们的食物,70%来自粮食,动物性食物如肉、奶、蛋、鱼一般都不多。我国1991年人均肉食为27.8千克(其中牛肉、羊肉各1千克),禽蛋为8.0千克,奶约为4千克,粮食为375千克。尽管与1978年比都有大幅度的提高,蛋白质来源仍以粮食或植物性蛋白质为主,能量也主要从植物性食物中摄取。

现代农业是集约性的,农业的机械化、电气化的程度越来越高,化肥、农药的应用也相当广泛,粮食加工、食品制作乃至农业机具本身的制造都需要能源。据斯坦哈特(Steinhart)报道,美国每生产1焦[耳]食物能量就需要10焦

[耳]的石油能。

以生产的农副产物与粮食所含能量相比，农副产物的能量含量是相当高的。例如，多数秸秆的总能为 17.99 兆焦/千克干物质，但有的秸秆如高粱秆、谷草（粟秆）与谷粒重的比例为 2:1，比一般谷物的比例（1:1）为高。所以，秸秆的潜在能量往往比谷粒高。就以代谢能（ME）含量比，虽然谷粒的含量高，但秸秆的含量也不低。例如，冬小麦含代谢能 13.47 兆焦/千克干物质，小麦秸含 6.19 兆焦/千克干物质；玉米粒含 13.01 兆焦/千克干物质，玉米秸含 9.12 兆焦/千克干物质；稻谷粒含 11.97 兆焦/千克干物质，稻草含 6.19 兆焦/千克干物质。由此可见，秸秆所含代谢能约占粮食含量的一半或一半以上。

耕地面积由于修筑道路，城市和农村扩大，建筑新房，修建工厂和其他种种设施而在逐年减少。这就给农业工作者提出了合理而有效地利用耕地来生产农产品的问题。当前，更应该抓农副产品的合理利用。

世界各国每年秸秆产量约 20 多亿吨，其中小麦秸占 21%，稻草占 19%，大麦秸占 10%，玉米秸占 35%，黑麦秸占 2%，燕麦秸占 3%，谷草（粟秆）占 5%，高粱秸占 5%。小麦秸以亚洲、欧洲、北美洲产量最高，稻草以亚洲最多，大麦秸以欧洲最多，亚洲、北美洲次之，玉米秸以北美洲最多，亚洲、欧洲次之，南美、非洲又次之（Smith, 1984）。

我国年产粮食 1988 年为 39 930 万吨，农作物总播种面积为 217 304 万亩，其中粮食作物面积占 76%（表 1-1），年产秸秆为 5 亿吨，秸秆产量由多至少顺序为：稻草、小麦秸、玉米秸、薯类、其他杂粮秸秆、大豆秸、谷草（粟秆）、高粱

表 1-1 我国各种作物播种面积 (1988) (单位: 万亩)

名 称	总 播 种 面 积 217 304												
	粮 食 作 物 面 积 165 184								经 济 作 物	其他作物面积 19 876			
	稻 谷	小 麦	薯 类	玉 米	高 粱	谷 子	其他杂粮	大 豆		蔬菜瓜果	绿肥	饲料	
播种面积	47 981	43 177	13 580	29 537	2 676	3 770	12 282	12 180	32 244	9 046	6 920	3 910	
占总播种 面积的(%)	22.1	19.9	6.2	13.6	1.2	1.7	5.7	5.6	14.8	4.2	3.2	1.8	
合计(%)	76.0								14.8	9.2			

引自《中国农业年鉴》，1989。

秸。此外、蔬菜瓜类藤蔓、棉花副产物、饲料作物也占一定比例。可见稻草、小麦秸、玉米秸是我国的三大秸秆，也是世界各国的主要秸秆。

第二节 在我国建立节粮型 畜牧业的重要意义

我国人口在逐年增加，而耕地面积在逐年减少，目前人均占有粮食约为 375 千克。为了减少畜牧业对粮食的依赖，应建立节粮型畜牧业结构。这样的结构要求大力发展草食家畜，因为它们可以利用资源丰富的农副产物和青草生产肉、奶、毛、皮，又可提供粪肥畜力，增加粮食产量，促进农业的良性循环。

在我国秸秆用作饲料的数量没有精确的统计，根据一些省份的不完全估测其利用量约为产量的 20%（有的省份可能高一些），相当于西欧与美国的用量。说明可以利用的潜力还很大。若将其利用率增加 20%，每年即可多养 2 000 万头牛。按出栏率 15%，出栏牛体重 350 千克，每头净肉率 40% 计算，每年可多产牛肉 40 多万吨。有了较多的牛肉即可以少养猪，节省大量的饲料粮。

当然养牛也有个节省粮食的问题，我们不能像美国、日本利用大量粮食发展肉牛业，也不能像英、美、澳大利亚、新西兰依靠人工草地或草原发展肉牛。这并不排除我们利用大量精料开发高档牛肉，但高档牛肉在我国肉牛业生产中只占很少部分，大部分肉牛还需采用河南、山东、河北、安徽等地以氨化秸秆为主，稍加棉饼、麦麸等的喂牛方式。

河南周口地区，山东曹县、河北无极县等地采用以秸秆

过腹还田，不仅可以增加畜产品，而且可以促进农业生产良性循环，有明显的生态效益。这些地区，以农养牧，以牧促农，利用**秸秆**大力发展养牛，土壤有机质大幅度提高，增强了抗灾能力，减少了化肥用量，降低了粮食成本。1990年河南周口地区黄牛存栏123万头，出栏31.6万头。一般由买进小牛开始，经过10个月的喂养，每养一头牛可获纯利五六百元。他们认为养牛成本低，见效快，死亡的风险小，家家户户都可养。2—3亩地秸秆就可养一头牛，因而开创出一条以秸秆代粮换肉、粗饲料开发利用的新路子。河北无极县1990年出栏牛37500头，牛肉产量占石家庄地区的一半。该县每年过腹还田有机肥29万吨，相当于碳酸氢铵4350吨，磷肥1291吨，硫酸钾1370吨，使每千克粮食生产成本降低了0.054元。5年间土壤有机质含量增加0.15个百分点，增强了农业生产后劲。山东淄博市西单村畜牧业的发展促进了生态农业的发展，户均产粮4吨，蔬菜4吨，肉4吨，奶0.5吨，而每亩施化肥仅15千克，为粮食高产区化肥用量的十几分之一，是农业良性循环的典型。

据报道，1991年全国制作青贮饲料4136万吨，氨化秸秆371万吨，这两项饲料可节约饲料粮768.8万吨。但目前青贮和氨化秸秆的数量仅为总产量的2.8%，“八五”期间若能提高到10%，即青贮6000万吨，氨化秸秆3500万吨，每年就可节约饲料粮2000多万吨。说明以秸秆为主发展养牛业既增加了牛肉，又节省了粮食，是一举两得，值得因地制宜地大力发展的事业。

至于发展奶牛能否节省粮食，也有研究的必要。首先必须肯定我国应大力发展奶牛。因为全国目前仅有200多万头奶牛，人均奶的占有量仅为4—5千克。另外，奶牛对饲料