



农作物秸秆饲料 加工与应用

● 邢廷铎 编著

(修订版)



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

农作物秸秆饲料加工与应用

(修订版)

邢廷铨 编著

金盾出版社

内 容 提 要

本书由中国科学院亚热带农业生态研究所邢廷铤研究员编著和修订。本书自2000年出版以来,重印6次,发行5.9万册,受到广大读者的欢迎。在修订版中,笔者根据读者的建议和农作物秸秆饲料开发应用的新发展,增加了秸秆饲料加工机械和秸秆微贮技术等相关内容。全书内容包括:农作物秸秆资源及其在畜牧业生产中的作用,农作物秸秆的基本形态、化学成分及其营养价值,农作物秸秆的加工调制技术,秸秆饲料加工机械简介,秸秆饲料饲喂家畜的技术。本书学术严谨,技术可靠,语言通俗易懂。可供农户养牛者、养羊者和养鹅者阅读,也可供农业院校相关专业的师生和畜牧科技人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

农作物秸秆饲料加工与应用/邢廷铤编著. —修订版. —北京:金盾出版社,2008.6

ISBN 978-7-5082-5043-4

I. 农… II. 邢… III. 秸秆-粗饲料-饲料加工 IV. S816.534

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 040211 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:永胜装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:8.5 字数:189千字

2008年6月修订版第7次印刷

印数:59001—69000册 定价:14.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

修订版前言

《农作物秸秆饲料加工与应用》一书于2000年6月由金盾出版社出版,并先后重印6次,发行5.9万册,受到广大读者的欢迎。该书出版后,笔者陆续收到来自全国26个省、自治区、直辖市380多位读者的来信和数不胜数的咨询电话。读者在来信(电)中除了给作者许多赞美之言和鼓励外,也提出了诸多建设性的建议和意见。对此,笔者深感欣慰。一本科普读物,能得到广大读者(特别是农民读者)的认同和赞誉,并能给他们带来某些帮助,这是给笔者最好的奖励。

近年来,农作物秸秆饲料的开发应用又有了新的发展。目前,全国已建成秸秆养畜示范大区13个,秸秆养牛示范县429个,养羊示范县141个。1990~2000年间,全国累计制作青贮饲料8.5亿吨,年递增14.24%;全国累计氨化秸秆2.8亿吨,年递增35.69%。两项合计折算节约饲料粮2亿吨,年均节约饲料粮2000万吨。牛羊肉生产年增长速度分别为16.29%和10.95%,遥遥领先于其他畜产品的增长率。这其中,秸秆饲料在畜牧业发展中所作出的巨大贡献是不言而喻的。与此同时,有关秸秆资源的综合开发利用及其饲料化应用技术也取得了许多创新性的成果。特别是有关用微生物处理秸秆生产菌秆料的研究十分活跃,已成为一个热门话题,资料纷繁,产品频出。有的甚至声称菌秆料不但可以饲喂牛羊,而且也可以用来喂养猪、鸡等单胃动物。如何评价和正确应用这些成果(或产品),并给读者一些有益的指导性建议,就显得十分迫切了。此外,在读者的来信和来电中,问及最多的是

生物活菌剂和秸秆加工机械的应用两大问题。因此,本书在再版时,对有关秸秆饲料的基础理论知识部分除了纠正个别错、漏字外,基本不作改动。在技术应用部分,除在适当地方增补新的实用技术外,增加第四章用以简要介绍秸秆饲料加工机械的相关知识;在第三章增加 1 节(第七节),用以介绍除青贮和 EM 处理外的微生物发酵秸秆饲料的研究与应用近况;在第五章增加 1 节(第八节),用以介绍如何合理利用农作物秸秆饲料,并对菌秆料饲养单胃动物作一评议。这样做的目的是既为读者提供较为全面的秸秆饲料应用技术,同时又介绍一些新的研究和应用动态,以期充分、合理而有效地利用农作物秸秆资源起促进作用,最终能为我国畜牧业持续发展作出贡献。

本书在再版过程中,得到中国科学院亚热带农业生态研究所马翠兰同志和长沙隆平高科技园曹廷富同志的大力支持和帮助,特此致以诚挚的谢意。

由于笔者水平有限,书中难免有片面或不妥之处,欢迎广大读者不吝指正。

编著者

2008 年 3 月

目 录

第一章 农作物秸秆资源及其在畜牧业生产中的	
作用	(1)
第一节 农业资源、农业纤维素类物质和农作物	
秸秆	(1)
一、农业资源的概念、分类及其相互关系.....	(1)
二、农业纤维素类物质	(1)
三、农作物秸秆及其产量	(3)
第二节 农作物秸秆利用现状及其在草食家畜生产	
中的作用	(6)
一、农作物秸秆利用现状	(6)
二、农作物秸秆在草食家畜生产中的作用	(9)
三、我国秸秆养畜的进展与成效.....	(12)
第三节 农作物秸秆在生态农业系统中的地位和	
作用	(12)
一、农作物秸秆在农业生态体系中的多项利用.....	(12)
二、秸秆的综合多级利用对发展生态农业的	
意义	(15)
第二章 农作物秸秆的基本形态、化学成分及其营养	
价值	(17)
第一节 禾本科作物的基本形态结构	(17)
一、禾本科作物植株的基本形态.....	(17)
二、禾本科作物茎和叶的基本解剖结构.....	(18)
第二节 农作物秸秆的化学成分	(21)

一、秸秆的一般化学成分.....	(21)
二、秸秆的纤维素类物质组成.....	(21)
三、秸秆主要组成成分的化学特性与作用.....	(23)
第三节 农作物秸秆的营养价值	(32)
一、影响农作物秸秆营养价值的因素.....	(32)
二、秸秆营养价值的限制性.....	(36)
第三章 农作物秸秆的加工调制技术	(38)
第一节 农作物秸秆处理技术概述	(38)
一、物理处理方法.....	(38)
二、化学处理方法.....	(42)
三、生物学处理方法.....	(44)
四、对各种处理方法的简要评价.....	(45)
第二节 秸秆碱化处理技术	(46)
一、碱化处理.....	(46)
二、过氧化氢处理.....	(52)
三、碳酸钠处理.....	(53)
四、碱-氨处理	(53)
第三节 秸秆氨化处理技术	(53)
一、秸秆氨化原理.....	(54)
二、氨化秸秆的好处.....	(55)
三、氨化秸秆的主要氨源.....	(55)
四、秸秆氨化的主要方法.....	(58)
五、影响氨化秸秆质量的因素.....	(67)
六、氨化秸秆品质鉴定方法.....	(70)
七、氨化秸秆的保存.....	(73)
第四节 秸秆青贮技术	(73)
一、青贮饲料概念.....	(73)

二、青贮饲料的优点及其在发展草食家畜生产中的作用	(74)
三、青贮饲料的发酵原理、过程及其条件	(77)
四、适于制作青贮料的饲料种类	(80)
五、青贮建筑设施	(83)
六、青贮原料的准备	(87)
七、青贮饲料的制作方法步骤	(88)
八、青贮饲料添加剂	(95)
九、青贮饲料的质量评定	(99)
十、青贮饲料的开窖与应用	(103)
第五节 秸秆微贮技术	(106)
一、微贮饲料概述	(106)
二、秸秆微贮饲料的特点	(108)
三、秸秆微贮原理及其对提高家畜生产性能的作用	(109)
四、秸秆微贮的方法与步骤	(111)
五、秸秆微贮饲料的质量鉴别与使用	(117)
六、制作微贮饲料的关键技术要点	(118)
第六节 秸秆 EM 菌液处理技术	(118)
一、EM 生物技术简介	(118)
二、EM 微贮秸秆饲料制作机理	(120)
三、EM 微贮秸秆饲料的特点	(121)
四、EM 微贮秸秆饲料制作方法及操作要领	(122)
五、EM 微贮秸秆生物饲料质量鉴定与使用时的注意事项	(123)
第七节 微生物发酵秸秆饲料研究与应用近况	(124)
一、微生物发酵秸秆饲料概述	(124)

二、生产微生物发酵秸秆饲料的主要方法	(125)
三、几种生产中试应用的微生物发酵秸秆制剂 ...	(130)
四、微生物发酵秸秆饲料的品质评价	(134)
第八节 秸秆热喷处理技术	(136)
一、热喷饲料的概念	(136)
二、热喷饲料的工作原理	(136)
三、热喷装置	(137)
四、热喷的效果	(138)
第四章 秸秆饲料加工机械简介	(140)
第一节 秸秆饲料加工利用的工艺流程	(140)
一、工艺路线	(140)
二、秸秆饲料加工机械的类别	(141)
第二节 秸秆收集与装运机械	(142)
一、散状秸秆的收集与装运机械	(142)
二、压捆机	(143)
三、青贮玉米秸秆收获机械	(144)
第三节 秸秆的加工机械	(144)
一、铡草机	(144)
二、粉碎机	(145)
三、揉碎机	(146)
四、制粒设备	(146)
五、粗饲料压块成套设备	(147)
第五章 秸秆饲料喂家畜的应用技术	(148)
第一节 反刍家畜对营养物质的消化和代谢	
特性	(148)
一、反刍家畜的消化特性	(148)
二、反刍家畜对粗饲料的消化与利用	(150)

第二节 秸秆日粮配合技术	(155)
一、秸秆补料及其三级饲料化利用原理	(155)
二、营养性补充料的选择	(157)
三、使用营养补充料的主要原则	(160)
四、饲喂秸秆饲料的注意事项	(160)
五、草食家畜秸秆日粮配合	(162)
第三节 农作物秸秆饲养肉牛技术	(171)
一、氨化秸秆饲养肥育牛	(171)
二、青贮秸秆饲养肥育牛	(174)
三、微贮秸秆饲养肥育牛	(175)
四、秸秆饲养肥育牛典型饲料配方介绍	(175)
第四节 农作物秸秆饲养奶牛技术	(182)
一、秸秆饲喂干奶期母牛	(182)
二、秸秆饲喂泌乳期母牛	(182)
第五节 农作物秸秆饲养水牛技术	(184)
一、水牛的饲养特点	(184)
二、饲养水牛的秸秆型日粮	(185)
第六节 农作物秸秆养羊技术	(186)
一、羊的舍饲饲养及其日粮类型	(186)
二、羔羊的喂养	(186)
三、青年羊的喂养	(187)
四、泌乳期母羊的饲养	(187)
五、秸秆饲喂羊的具体实例	(187)
第七节 粗饲料饲养肉鹅技术	(189)
一、鹅的生长特点与营养需要	(189)
二、肉鹅的优化草粉(秸秆)日粮及其饲养效果 ...	(189)
第八节 如何合理地利用农作物秸秆饲料	(190)

一、有关用秸秆菌料饲养单胃动物的报道	(190)
二、对生物菌秆料喂猪、鸡的评价	(192)
三、如何科学地利用秸秆饲料资源	(194)
附录	(196)
附录一 奶牛常用饲料成分与营养价值	(196)
附录二 肉牛常用饲料成分与营养价值	(203)
附录三 生长肥育牛营养需要	(208)
附录四 生长肥育牛典型日粮	(214)
附录五 肉用(含兼用)妊娠母牛典型日粮	(244)
附录六 肉用(含兼用)哺乳母牛典型日粮	(249)
附录七 水牛的营养需要及水牛奶的营养成分	(253)
附录八 役牛每日每头营养需要	(258)
主要参考文献	(259)

第一章 农作物秸秆资源及其在畜牧业生产中的作用

第一节 农业资源、农业纤维素类物质和农作物秸秆

一、农业资源的概念、分类及其相互关系

资源,是泛指人类从事社会活动所需的全部物质基础。人类农业活动所依赖的自然条件和社会条件构成农业资源。依据资源的直接来源,农业资源又可分为自然资源和社会资源两大类。直接来自自然界的阳光、空气、水和土地等都是农业生产所依赖的自然资源;直接来自其他社会部门的农药、化肥和农机等都是农业生产所依赖的社会资源。自然资源又可以进一步分为可更新资源(即再生资源)和不可更新资源(即非再生资源)。太阳辐射、水力、风力、地热和各种生物构成的资源属可更新资源,它们能连续不断地或周期性地被产生、补充和更新。不可更新资源缺乏这种补充和更新的能力,或者其补充和更新周期相对人类经济活动来说是太长了。煤、石油和铁矿等都属于不可更新资源。农业资源的组成及其相互关系如图 1-1 所示。由图 1-1 可知,农作物秸秆属于农业资源中自然资源的可更新资源,它是与生物过程有关的资源。

二、农业纤维素类物质

所谓农业纤维素类物质是指在各种农业生产活动中,在获取了农(畜)产品(粮食、蔬菜和畜产品)后所剩留下来的所

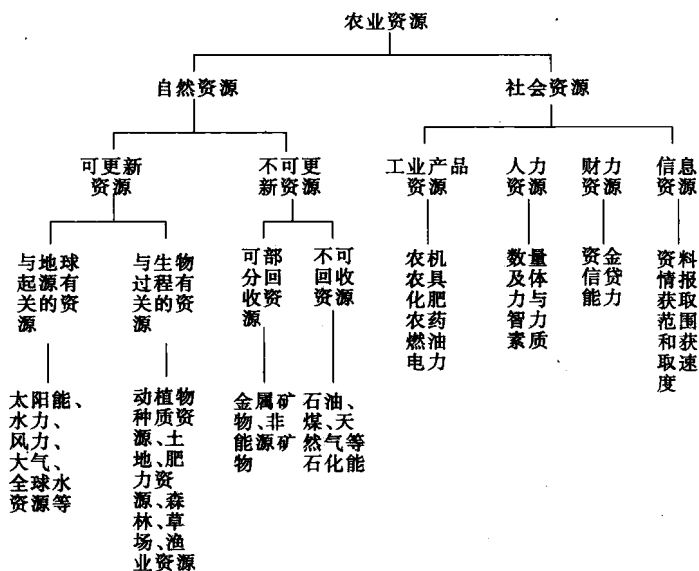


图 1-1 农业资源的分类(据骆世明等,1987)

有主要含纤维素的物质,它包括各种农作物的茎、根、叶、荚壳和藤蔓,各种野生牧草和水草,各类养殖业副产物(如畜禽粪便和垫草)等(邢廷铨,1988)。凡纤维素含量(以干物质计)在20%以上的农副产物,才称之为农业纤维素类物质。按这类物质来源的不同,一般可以分为7类,即:①禾本科作物秸秆,包括大麦秸、燕麦秸、小麦秸、黑麦秸、稻草、高粱秸和玉米秸以及薯类藤蔓等;②豆类茎秆,包括黄豆秸、蚕豆秸、豌豆秸、豇豆秸、羽扇豆秸和花生藤等;③亚热带植物副产品,包括甘蔗渣、西沙尔麻渣、香蕉秆和叶等;④果蔬类剩留物,包括柑橘渣、菠萝废弃物和蔬菜剩留茎叶等;⑤畜粪,包括各类畜禽粪便及其垫草等;⑥农作物副产品,包括各种麦类的糠

麸,各种水稻的谷壳和米糠等;⑦油籽类副产物,包括豆粕、棉饼、菜饼、花生饼和向日葵饼等[霍根(Hogan J. P.), 1981]。因此,农作物纤维素类物质是农业副产物的总称,其中以谷类作物秸秆的数量最为巨大,是农业纤维素类物质的主要部分,但不是全部。

三、农作物秸秆及其产量

所谓农作物秸秆是指各类作物在获取其主要农产品(子实)后所剩留下来的地上部分的茎叶或藤蔓,主要是上述第①、②类的农业纤维素类物质,即禾本科作物秸秆和豆科作物秸秆。在我国,属于禾本科作物的秸秆主要有小麦秸、稻草、玉米秸、高粱秸、荞麦秸、黍秸、谷草(粟秸)等;属于豆科作物的秸秆或藤蔓(荚壳)主要有黄豆秸、蚕豆秸、豌豆秸、花生藤等。此外,还有红薯、马铃薯和瓜类藤蔓等。

农作物秸秆是世界上最为丰富的物质之一。据国外学者史密斯(Smith, 1984)统计,全世界每年秸秆产量为29亿多吨,其中小麦秸占21%,稻草19%,大麦秸10%,玉米秸35%,黑麦秸2%,燕麦秸3%,谷草5%,高粱秸5%。小麦秸以亚洲、欧洲和北美洲的产量为最高,稻草以亚洲为最多,大麦秸以欧洲为最丰富,玉米秸以北美洲为最多。又据国外学者凯士拉(Kossila, 1984)报道,全世界作物秸秆的总产量为29.41亿吨,其中非洲为2.36亿吨,占8.02%;北美洲8.19亿吨,占27.85%;南美洲1.83亿吨,占6.22%;亚洲11.14亿吨,占37.88%;欧洲4亿吨,占13.6%;大洋洲0.36亿吨,占1.22%;其他地区1.53亿吨,占5.2%。所有这些秸秆饲料资源能供给16.74亿个羊单位(50千克活重)的维持需要。由此可见,秸秆饲料对发展草食家畜的重大意义。

我国农作物秸秆的年产量虽无精确统计数据,但一般可用

农作物种植面积及其产量推算得知。据研究,各种农作物秸秆与其子实产量(即农作物主产品)有一定量的比例关系。经测定,各种农作物秸秆产量与其子实产量之比为:水稻 0.9~1.0:1,小麦 1.1~1.2:1,玉米 1.2~1.3:1,高粱和谷草 2:1,大豆 1.6:1,花生 1:0.8,薯类 2.5:1,杂粮作物 1.6:1。据国家农业部统计(2005),2004 年我国玉米播种面积为 11583.0 万公顷,小麦为 8648.8 万公顷,稻谷为 16065.5 万公顷,薯类为 3513.1 万公顷,仅以上四种作物收获后所得的秸秆就高达 6.4 亿多吨。另据报道,我国农作物秸秆年总产量达 7 亿多吨,其中稻草 2.3 亿吨,玉米秸 2.2 亿吨,小麦秸 1.2 亿吨,豆类和秋杂粮作物秸秆 1 亿吨,另外花生和薯类藤蔓、甜菜叶、甜菜渣和甘蔗渣约 1 亿吨(成广仁,1991)。上述秸秆依其产量由多到少,其顺序为:稻草、小麦秸、玉米秸、薯类和其他杂粮茎秆藤蔓、大豆秆、谷草、高粱秸。又据郭庭双(1996)报道,我国每年生产的秸秆数量为 5.5 亿~6 亿吨(表 1-1)。

表 1-1 我国 1993 年粮食作物秸秆总量估算

(据郭庭双,1996)

作物种类	粮食产量 (万吨)	主副产品比例	秸秆产量 (万吨)	占秸秆总产量 比例(%)
水 稻	17770.2	1:1.0	17770.2	31%
小 麦	10639.0	1:1.2	12766.8	22%
玉 米	10270.4	1:1.3	13351.5	23%
大 豆	1530.7	1:1.6	2449.1	4%
薯 类	3181.1	1:2.5	7952.7	14%
其他杂粮	2257.4	1:1.6	3611.8	6%
合 计	45648.8	—	57902.1	100%

又据韩鲁佳等(2002)报道,中国农作物秸秆总量为 6.4 亿吨,其中稻草 1.9 亿吨,玉米秸 1.7 亿吨,麦秸 1.2 亿吨。中国秸秆资源中以稻草、玉米秸和麦秸为主,这些秸秆资源量约占秸秆总资源量的 75.6%(表 1-2)。

表 1-2 中国主要农作物秸秆资源量 (1999)(100 万吨)
(据韩鲁佳等,2002)

作物种类	产 量	秸秆:粮食	秸秆数量	占秸秆总量比例(%)
水 稻	198.48	0.97	191.73	29.93
小 麦	113.87	1.03	117.29	18.31
玉 米	128.09	1.37	175.48	27.39
高 粱	3.24	1.44	4.67	0.73
谷 子	2.32	1.51	3.50	0.55
其他杂粮	7.02	1.60	11.23	1.75
大 豆	18.94	1.71	32.39	5.06
薯 类	36.41	0.61	22.21	3.47
花 生	12.64	1.52	19.21	3.00
油 菜	10.14	3.0	30.41	4.75
芝 麻	0.74	0.64	0.48	0.07
向日葵	1.77	0.60	1.06	0.17
棉 花	3.83	3.00	11.49	1.79
麻 类	0.47	1.70	0.80	0.12
甘 蔗	74.70	0.25	18.68	2.92
总 计			640.63	100

秸秆产量最大的是稻草,约占总秸秆产量的 29.93%,主要分布于中南(如湖南、湖北、广东和广西等)和华东地区(如

江苏、江西、浙江和安徽等)及西南部分省、直辖市(如重庆、四川等);其次是玉米秸秆,约占总秸秆产量的 27.39%,主要分布于东北和华北(如河北、内蒙古等)地区的各省份及华东(如山东)和中南(如河南)的部分省份;小麦秸秆的产量占农作物总秸秆产量的第三位,约占 18.31%,主要分布于华东(如山东、江苏和安徽等)和中南(如河南)及华北(如河北)等地区;豆类秸秆产量约占 5.06%;薯秧产量约占 3.47%;油料作物秸秆约占 7.99%。随着种植业结构的调整,经济作物秸秆产量占总秸秆产量的比例将有所加大。

由上可知,稻草、小麦秸和玉米秸是我国三大作物秸秆,年总产量达 48 450 万吨,占有所有作物秸秆的 75.6%。因此,本书主要是讨论这三大作物秸秆的加工调制与利用。

第二节 农作物秸秆利用现状及其 在草食家畜生产中的作用

一、农作物秸秆利用现状

据联合国粮农组织统计,全世界作物秸秆有 66% 直接还田或作为生活能源而被烧掉,19% 作房屋建筑材料或蔬菜生产覆盖材料等,仅 12% 作为草食家畜的饲料,另有 3% 左右作为手工业的原料。据报道,在我国约有 70% 的秸秆作为生活能源的燃料后还田或就地燃烧还田或直接翻入土层中还田,仅 20% 左右作家畜的饲料,另有 2% 左右作为造纸工业、建筑业及手工业的原料,与国外利用方式基本一致。

一般说来,作物秸秆的利用方式各种各样,但基本上可以分为饲料利用和非饲料利用两种。饲料利用又可分为直接饲料化利用和间接饲料化利用两种,而非饲料利用则根据其生