



# 农作物秸秆饲料 微贮技术



金盾出版社  
JINDUN CHUBANSHE

S816.5

1

# 农作物秸秆饲料微贮技术

李延云 编著

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书由农业部规划设计院李延云高级工程师编著。内容包括:农作物秸秆微贮概述,秸秆微贮饲料的原料,秸秆处理机械与设备,几种商品秸秆发酵剂及其使用方法,常用菌种培养的简易操作技术。本书较系统、全面地介绍了目前我国农作物秸秆微贮的新技术和新经验。文字简练,通俗易懂,内容丰富,技术实用。可供养牛(羊)场、养牛(羊)户、基层畜牧技术人员和农业院校相关专业师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

农作物秸秆饲料微贮技术/李延云编著. —北京:金盾出版社, 2005. 6

ISBN 7-5082-3569-X

I. 农… II. 李… III. 秸秆-生物处理 IV. S816.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 025350 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 66882412

传真:68276683 电挂:0234

彩色印刷:北京百花彩印有限公司

黑白印刷:北京燕南印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:4.125 彩页:4 字数:87 千字

2005 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—12000 册 定价:5.00 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)

## 前 言

我国秸秆饲料资源非常丰富,分布广泛,各种可供饲用的秸秆及秧、蔓总产量 5 亿吨左右。秸秆中含有植物光合作用所积累的一半以上能量,开发利用潜力很大。合理开发利用这类秸秆,可以充分利用自然资源,为发展牛、羊等草食家畜养殖业提供物质基础,从而为建立低耗、高效、节粮型畜牧业创造条件,对促进我国畜牧业的发展具有重要的意义。

为了解决秸秆的利用问题,我国已经实施了秸秆养畜示范项目一期工程(1992~2000 年)。项目实施以来,国家累计投入 3.67 亿元,地方政府配套近 4 亿元,在全国建立了 13 个示范区、380 个示范县,直接推动了草食家畜生产的发展。实践证明,它对于推动我国畜牧业结构的调整、优化,增加农民收入,促进粮食生产与畜牧生产同步发展起到了重要作用。同时,这项措施也成为保护环境、改善生态和促进可持续发展的重要手段。从生态效益看,据专家估算,我国化肥利用效率只有 30%多,近 70%的有效肥分流入江河湖海,造成严重的农业污染。而大量秸秆过腹还田,有机肥大量施用,不仅可减少化肥用量,还可改良土壤,提高了土壤有机质含量,促进了农业增产,同时还减轻了农业污染问题。此外,秸秆过腹还田还配合了国家退耕还林、还草工程,能解决西部等地区的饲草短缺问题,保护了生态环境。

我国养殖业有一个基本特色,即 85%的肉产品是由广大散养户提供的。这些散养户养殖水平低,呈高度分散状态,饲养畜禽数量少,饲养周期长,生产资金少,规模小,靠廉价劳动

力和非常规饲料维持生产(如米糠、酒糟、泔水、秸秆、树叶等)。这些特点决定了散养户不可能大量使用粮食全价料,造成众多饲料厂生产的饲料卖不出去的现状,这一状况将长期存在。随着我国加入世界贸易组织和经济全球化的不断发展,我国饲料工业与养殖业正承受着国际市场的巨大冲击。如何做到既能降低饲料成本,又能充分满足畜禽的各种营养需要,这是一个亟待解决的严峻课题。据联合国粮农组织(FAO)统计资料表明,在美国约有 73% 的肉类由草转化而来,而我国仅有 6%~8% 的肉食由草(或秸秆)转化而来。国家 2010 年远景规划中提出:养殖业要主攻食草型和非粮耗型饲料。秸秆饲料处理后过腹还田,利用比例将达到 40%。

我国科研人员自 20 世纪 60 年代就进行了秸秆生物处理技术的研究。根据仿生学的原理,研究了牛、羊等反刍类动物的消化机制及肠胃微生物区系。在牛瘤胃消化机理启发下,进行了瘤胃微生物的生物学分离、鉴定与纯培养技术的研究,以及瘤胃微生态人工模拟技术的探讨,取得可喜进展。20 世纪 90 年代,现代生物工程技术高速发展,各种新技术不断涌现。“八五”期间在国家科委支持、联合国粮农组织(FAO)的援助下,引入美、澳等农业发达国家最新生物工程技术研究成果,主要进行了纤维分解菌系的筛选与人工诱变、杂交选育等方面的工作,培育出在自然条件下能迅速繁殖并高效分泌纤维分解酶系的工程菌。秸秆生物处理技术就是采用这种特殊的手段,在霉菌、担子菌、细菌及相关化学物质的综合作用下,进行一系列复杂的生物化学作用,改变秸秆的物理、化学性质。其所含的粗纤维降解为动物容易消化吸收的单糖、双糖、氨基酸等小分子物质,从而提高饲料的消化吸收率,起到饲料机械起不到的深度加工作用。同时,在秸秆生物处理过程中还产生

并积累大量营养丰富的微生物菌体蛋白及其他有用的代谢产物,如有机酸、醇、醛、酯、维生素、抗生素、微量元素等,使饲料变软变香,营养增加。经生物技术处理的秸秆还含有多种消化酶、多种未知促生长因子,能增强动物的抗病能力,刺激其生长发育,有些代谢产物对饲料还具有防腐作用(如乳酸、醋酸、乙醇等),能延长饲料保质期。“十五”期间,又进一步探索利用纤维素酶和高产 SCP 菌种的混合菌发酵秸秆处理方法的研究,使玉米秸秆粗纤维利用率达到 70% 以上。

目前,在我国畜牧业生产实践中,秸秆的微生物处理及微生物贮存(微贮)技术已经较为成熟。随着我国退耕还草和退耕还林政策的不断落实,各地都在实施反刍动物的圈养,秸秆的微生物处理技术在我国将会得到广泛的推广应用。当然,秸秆的微生物处理研究和应用技术还有待进一步提高,一些方法尚在进一步研究试验,各地可根据实际情况选择使用。

笔者根据多年科研和生产实践中的体会,结合国内外有关研究成果,综合整理编写成书。希望它在促进我国作物秸秆资源的合理利用、发展草食家畜生产、推动畜牧业更加迅速发展等方面发挥积极作用。同时,也希望为各种畜牧养殖场、畜牧养殖专业户及广大农民提供一本通俗易懂、简明扼要和操作性强的实用读物,以便于在生产中参考应用。

本书编写过程中尽力求其实用,但由于水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎广大读者不吝指教。

编 著 者

2005 年 3 月

# 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第一章 农作物秸秆微贮技术概述 .....     | (1)  |
| 第一节 农作物秸秆微贮的意义 .....      | (1)  |
| 第二节 农作物秸秆微贮饲料的特点 .....    | (4)  |
| 第三节 农作物秸秆微贮的原理 .....      | (6)  |
| 第二章 秸秆微贮饲料的原料 .....       | (8)  |
| 第一节 秸秆饲料资源状况 .....        | (8)  |
| 第二节 秸秆的构成及其营养特性 .....     | (10) |
| 第三节 主要农作物秸秆的营养成分 .....    | (12) |
| 第四节 秸秆用作饲料的限制因素 .....     | (15) |
| 第五节 我国农作物秸秆的应用现状 .....    | (18) |
| 第三章 秸秆微贮方法和微生物菌种 .....    | (20) |
| 第一节 秸秆微贮方法 .....          | (20) |
| 第二节 用于秸秆处理的微生物菌种 .....    | (22) |
| 第四章 秸秆处理机械与设备 .....       | (36) |
| 第一节 秸秆收割机械 .....          | (36) |
| 第二节 秸秆铡草机 .....           | (40) |
| 第三节 秸秆揉碎机 .....           | (44) |
| 第四节 秸秆粉碎机 .....           | (49) |
| 第五节 秸秆圆捆包膜机 .....         | (55) |
| 第六节 固体发酵设施 .....          | (56) |
| 第五章 几种商品秸秆发酵剂及其使用方法 ..... | (60) |
| 第一节 天意 EM 原露及其使用方法 .....  | (60) |
| 第二节 科诺秸秆发酵剂及其使用方法 .....   | (62) |

|              |                             |       |
|--------------|-----------------------------|-------|
| 第三节          | 采禾秸秆发酵剂及其使用方法 .....         | (67)  |
| 第四节          | 海星秸秆发酵活干菌及其使用方法 .....       | (70)  |
| 第五节          | 沈农牌秸秆饲料发酵促进剂及其使用方法<br>..... | (73)  |
| 第六节          | 华巨秸秆微贮宝及其使用方法 .....         | (74)  |
| 第七节          | 草捆微贮和“面包草”微贮技术 .....        | (84)  |
| 第六章          | 常用微贮微生物的简易接种及保藏技术 .....     | (89)  |
| 第一节          | 琼脂培养基制法 .....               | (89)  |
| 第二节          | 几种常用的灭菌和消毒方法 .....          | (91)  |
| 第三节          | 几种常用的接种方法 .....             | (93)  |
| 第四节          | 斜面菌种简易保藏法 .....             | (95)  |
| 第五节          | 菌种简易分离法 .....               | (100) |
| <b>附 录</b>   |                             |       |
| 附录一          | 主要秸秆微贮发酵菌剂生产企业 .....        | (104) |
| 附录二          | 我国饲料粉碎机生产企业及产品型号 .....      | (106) |
| 附录三          | 我国铡草机生产企业及产品型号 .....        | (107) |
| 附录四          | 秸秆发酵剂生产技术 .....             | (108) |
| 主要参考文献 ..... |                             | (117) |



## 第一章 农作物秸秆微贮技术概述

秸秆微贮技术就是在农作物秸秆中加入微生物活性菌株,放入一定的容器(水泥池、土窖、缸、塑料袋等)中经过一定时间的发酵,使农作物秸秆变成带有酸、香、酒味,家畜喜欢食用的粗饲料。因为它通过微生物使贮藏中的秸秆进行发酵的,所以叫微贮技术,这种饲料也称微贮饲料。

### 第一节 农作物秸秆微贮的意义

据测算,对于粮食作物而言,光合作用产生的有机物大约一半是粮食,另一半是秸秆。现在我国每年大约要生产5亿吨秸秆及秧蔓,目前这些秸秆只有20%左右通过青贮和氨化或直接用来作为牛羊的粗饲料,大约75%的秸秆被堆放着任凭日晒雨淋。这些资源不仅白白地浪费了,而且污染环境,占用土地,甚至成为火灾隐患。为什么要把秸秆微贮技术引进饲料生产体系呢?需要说明的是,秸秆青贮和秸秆氨化是世界公认的秸秆加工的有效方法,但青贮季节性强,存在着与农争时的矛盾。目前,农业生产以粮食为主,这种矛盾十分尖锐。秸秆氨化处理后的粗蛋白质可提高1倍左右,消化率可提高20%,在低精料饲养的情况下,喂4千克的氨化秸秆可节约1千克的精料,这无疑是一种秸秆处理的好方法,但氨源(尿素,液氨等)价格高,饲喂氨化秸秆效益增值部分被氨源涨价所抵消,秸秆氨化与农争肥的矛盾比较突出,在这种情况下,秸秆微贮就有了现实的意义。如果能将这部分秸秆通过发酵变成

牛羊喜食的饲料,必能缓解我国饲料粮紧张的状况,促进我国畜牧业的发展。

由于微生物处理秸秆技术随着菌种、处理工艺的不同,效果差异很大。因此,各地对秸秆“微贮”要边试验边总结经验。迄今为止,无论是物理处理、化学处理还是生物学处理后的秸秆都只能饲喂反刍家畜,而单胃动物(猪、禽等)基本上不能利用秸秆中的粗纤维成分。

### 一、秸秆发酵饲料能降低养殖成本,获取良好的经济效益

用秸秆发酵饲料来养畜,并不是不喂精饲料,只是把秸秆通过科学的加工处理,提高秸秆的营养价值和消化率,改善其适口性,用以替代牧草和少量精饲料,以最小的投入换取最大的效益。从饲料的转化率上来讲,奶牛在家畜中是能量转化率最高的,其能量转化率为 25.8%,蛋白质转化率为 33.6%(表 1-1)。因此,从能量转化率角度看,饲养奶牛是最合算的,一般 1 334~2 000 平方米(2~3 亩)的秸秆可养 1 头奶牛。目前国外的专家也主张采取多种粗饲料和农副产品来喂养牛、羊等家畜,以求得最经济最合理的养殖效益。

### 二、秸秆发酵饲料过腹还田,改良土壤

秸秆发酵饲料喂养牛、羊等牲畜后,其排泄的粪便是优质廉价的有机肥。这些有机肥不仅可以培肥地力、改良土壤、保持土壤水分,而且可以节省大量化肥,使生产成本降低,减少化肥带来的环境污染及土壤板结等不良影响,增强农业发展的后劲。在牲畜中,牛的排泄量是最大的,据统计,1 头牛每年

可排泄近十吨的粪便，其粪便中含有大量的有机质和氮、磷、钾等元素，其养分含量见表 1-2。

表 1-1 各种畜禽饲料转化率 (%)

| 畜 种 | 能量转化率 | 蛋白质转化率 | 合 计  |
|-----|-------|--------|------|
| 奶 牛 | 25.8  | 33.6   | 59.4 |
| 蛋 鸡 | 10.4  | 15.6   | 26.0 |
| 肉 鸡 | 5.8   | 16.7   | 22.5 |
| 肥 猪 | 4.6   | 12.7   | 17.3 |
| 肉 牛 | 2.6   | 8.5    | 11.1 |
| 肥 羊 | 2.0   | 5.4    | 7.4  |

表 1-2 牛粪尿及牛栏粪的养分含量 (%)

| 项 目 | 水 分   | 有机质  | 氮        | 磷(以五氧化二磷计) | 钾(以氯化钾计)  |
|-----|-------|------|----------|------------|-----------|
| 牛 粪 | 80~85 | 14.6 | 0.3~0.35 | 0.15~0.25  | 0.05~0.15 |
| 牛 尿 | 92~95 | 2.3  | 0.6~1.2  | 少 量        | 1.3~1.4   |
| 牛栏粪 | 77.5  | 20.3 | 0.34     | 0.16       | 0.4       |

### 三、秸秆发酵饲料实现了资源的充分利用

农作物光合作用产物有一半是秸秆。草食家畜对玉米秸秆的纤维消化率可达 65% 左右，对无氮浸出物的消化率在 60% 左右。不同的玉米品种及同一株的不同部位其营养成分有所不同。生长期短的玉米秸秆比生长期长的玉米秸秆粗纤维少，易消化。同一株玉米秸秆的上部比下部营养价值高，叶片比茎秆营养价值高，玉米秸的营养价值又优于玉米芯，同玉米苞叶的营养价值相仿。小麦的秸秆在不同收割期其化学成分也有区别(表 1-3)。因此，要利用农作物秸秆就应适时收

割,采用科学的处理方法,最大限度地利用秸秆中的有效营养成分。

表 1-3 小麦秸秆不同收割期的营养成分 (克/千克干物质)

| 营养成分        | 提前 1 周 | 正常期  | 推后 1 周 |
|-------------|--------|------|--------|
| 粗蛋白质        | 56     | 44   | 36     |
| 粗脂肪         | 19     | 15   | 15     |
| 粗纤维         | 399    | 409  | 435    |
| 无氮浸出物       | 414    | 420  | 410    |
| 灰 分         | 111    | 112  | 104    |
| 磷           | 1.5    | 2.4  | 1.5    |
| 钙           | 3.5    | 3.6  | 3.7    |
| 胡萝卜素(毫克/千克) | 58.21  | 3.99 | —      |
| 产量(吨干物质/公顷) | 7110   | 7131 | 5174   |

## 第二节 农作物秸秆微贮饲料的特点

### 一、成本低,效益高

每吨秸秆制成微贮饲料只需用 500 克秸秆发酵菌剂(价值 10 元),而每吨秸秆氨化则需用 30~50 千克尿素。在同等饲养条件下,秸秆微贮饲料对牛、羊的饲喂(增重、产奶)效果优于或相当于秸秆氨化饲料。另外,使用秸秆发酵菌剂可解决畜牧业与农业争化肥的矛盾。

### 二、消化率高

秸秆在微贮过程中,由于高效复合菌的作用,木质纤维

素类物质大幅度降解，并转化为乳酸和挥发性脂肪酸。加上所含酶和其他生物活性物质的作用，提高了牛、羊瘤胃微生物区系的纤维素酶和解脂酶活性。例如，麦秸微贮饲料的干物质在家畜体内消化率提高了 24.14%，粗纤维消化率提高了 43.77%，有机物消化率提高了 29.4%。麦秸微贮饲料干物质的代谢能为 8.73 兆焦/千克，消化能为 9.84 兆焦/千克。麦秸微贮后，总能量几乎无损失。

### 三、适口性好，采食量高

秸秆经微贮处理，可使粗硬秸秆变软，并且有酸香味，刺激了家畜的食欲，从而提高了采食量。牛、羊对秸秆微贮饲料的采食速度可提高 40%~43%，采食量可增加 20%~40%。

### 四、秸秆来源广泛

麦秸、稻草、黄干玉米秸、土豆秧、红薯秧、青玉米秸、无毒野草及青绿水生植物等，无论是干秸秆还是青秸秆，都可用秸秆发酵活干菌制成优质微贮饲料。

### 五、制作季节长

秸秆微贮饲料制作季节长，与农事不争劳力，不误农时。秸秆发酵活干菌发酵处理秸秆的温度为 10℃~40℃，加之无论青的或干秸秆都能发酵。因此，在我国北方地区除冬季外，春、夏、秋三季都可制作秸秆微贮饲料，南方大部分地区全年都可制作秸秆微贮饲料。

### 六、保存期长

秸秆发酵活干菌在秸秆中生长迅速，产酸作用强。由于挥

发性脂肪酸中丙酸与醋酸的强力抑菌杀菌作用,微贮饲料不易发霉腐败,从而能长期保存。另外,秸秆微贮饲料取用方便,随需随取随喂,不需晾晒。

## 七、无毒无害,制作简便

秸秆微贮饲料无毒无害,安全可靠。秸秆微贮饲料制作技术简便,与传统青贮相似,易学易做,容易普及推广。

# 第三节 农作物秸秆微贮的原理

## 一、秸秆微贮的原理

制作秸秆微贮饲料的原理与反刍动物瘤胃微生物发酵的原理基本相似。秸秆在微贮过程中,由于发酵菌剂的作用,在适宜的厌氧环境下,将大量的木质纤维素类物质转化为糖类,糖类又经有机酸发酵菌转化为乳酸和挥发性脂肪酸,使pH值降到4.5~5,抑制了丁酸菌、腐败菌等有害菌的繁殖。半纤维素和木质素聚合物的脂键酶解,增加了秸秆的柔软性和膨胀度,使微生物能直接与纤维素接触,从而提高了粗纤维的消化率。秸秆微贮饲料在制作过程中的原理主要有如下几方面:

- ①创造厌氧环境,防止腐败好氧菌的生长繁殖;
- ②使原料处于酸性条件下,利于有益的酵母菌、乳酸菌的生长繁殖;
- ③在微生物及酶的作用下,将纤维素及半纤维素较快地分解,最终使得在秸秆处理过程中迅速消耗氧气,将纤维素部分分解为糖,最终使秸秆的pH值降到4左右。黄干秸秆变得质地蓬松柔软,成为酸香适口、牛羊喜食、营养丰富的发酵饲料。

## 二、秸秆微贮后的营养

秸秆经过发酵之后,饲料中的纤维素、淀粉、蛋白质等复杂的大分子有机物在一定程度上降解为动物容易消化吸收的单糖、双糖、低聚糖和氨基酸等小分子物质,从而提高了饲料的消化吸收率,起到了饲料机械加工达不到的作用。同时,在秸秆发酵的过程中,还会产生并积累大量营养丰富的微生物体细胞及有用的代谢产物,如氨基酸、有机酸、醇、醛、酯、维生素和活化的微量元素,并使饲料变软变香,营养增加。在微生物的代谢产物当中,有一些对饲料还具有防腐作用(如乳酸、醋酸和醇),有的还能增加动物的抗病能力,刺激其生长发育(如维生素和微量元素等)。

## 三、微贮饲料对反刍动物的作用

微贮饲料可提高反刍动物瘤胃微生物区系纤维素酶和脂酶活性,能促进挥发性脂肪酸的生成。挥发性脂肪酸可为微生物体蛋白质的合成提供碳架,而丙酸系反刍家畜重要葡萄糖前体。由于秸秆消化率的增加和采食量的提高(20%~40%),有机物消化量的提高以及动物机体能量代谢物质挥发性脂肪酸的增加,也意味着瘤胃微生物体蛋白合成量的提高,从而增加了对动物机体微生物蛋白的供应量,这就是微贮饲料使反刍家畜增重的主要原因。

## 第二章 秸秆微贮饲料的原料

### 第一节 秸秆饲料资源状况

#### 一、农作物纤维类物质

所谓农作物纤维类物质,是指在各种农业生产活动中,在获取了农产品后所剩余下来的主要含纤维类的物质,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等。按这类物质的来源不同可以分为以下六类:① 禾本科作物秸秆,包括大麦秸秆、燕麦秸、小麦秸、黑麦秸、稻草、高粱秸、玉米秸秆以及薯类藤蔓等;② 豆类茎秆,包括黄豆秸、蚕豆秸、豌豆秸、豇豆秸和花生藤蔓等;③ 亚热带植物副产品,包括甘蔗渣、香蕉秆和叶等;④ 果蔬类剩余物,包括柑橘渣、菠萝废弃物和蔬菜剩余茎叶等;⑤ 作物副产物,包括各种麦类的糠麸,各种水稻的谷壳和米糠等;⑥ 油籽类副产物,包括豆饼(粕)、菜籽饼(粕)、棉籽饼(粕)和向日葵饼等。总之,农作物纤维类物质是农业副产物的总称,其中又以谷类作物的秸秆数量最大,是农业纤维类物质的主要部分。

#### 二、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了其主农产品后所剩余下来的地上部分的茎叶或藤蔓,主要是禾本科和豆科作物秸秆。在我国,属于禾本科作物秸秆的主要有小麦秸、稻



草、玉米秸、高粱秸、荞麦秸、谷草(粟秆)等;属于豆科作物秸秆的有黄豆秸、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丰富的物质之一。据统计,全世界每年秸秆的产量为 29 亿多吨,其中小麦秸秆占 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最高,稻草以亚洲最多。所有的这些秸秆资源能供给 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。

我国的农作物秸秆的年产量虽然没有精确的统计数据,但一般可以用作物种植面积及其产量推算出来。一般说来,多数谷物的秸秆与子实产量比为 1:1,玉米秸秆为 1.2:1,高粱秆、谷草为 2:1。我国的农作物播种面积为 1.45 亿公顷,其中粮食作物占 76%,年产粮食 4 亿吨左右,因此可以推算出我国年产秸秆 5 亿吨左右,上述秸秆依其产量由多到少,其顺序为:稻草、小麦秸、玉米秸、薯类和其他杂粮秸秆藤蔓、大豆秆、谷草、高粱等秸。

目前,秸秆用作饲料的数量较小,即使用作饲料也因加工利用不当,使得秸秆的利用率及饲料报酬低,从而加剧了畜牧业对粮食的依赖性。如果将全部秸秆的 60%~65%用作饲料,可满足我国农区、半农半牧区马、牛、羊粗饲料需要量的 88%,既促进了农牧结合,又减少了专用饲料地或草地的面积,提高了单位面积土地上的食物生产量。