

新型农民培训丛书



# 农作物秸秆

## 综合利用技术

农业部农民科技教育培训中心  
中央农业广播电视学校 组编



CAUP 中国农业大学出版社

新型农民培训丛书

# 农作物秸秆综合 利用技术

农业部农民科技教育培训中心  
中央农业广播电视学校 组编

中国农业大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

农作物秸秆综合利用技术/农业部农民科技教育培训中心,中央农业广播电视学校组编. —北京:中国农业大学出版社,2007. 11  
(新型农民培训丛书)

ISBN 978-7-81117-346-8

I. 农… II. ①农… ②中… III. 秸秆-综合利用 IV. S37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 143613 号

书 名 农作物秸秆综合利用技术  
作 者 农业部农民科技教育培训中心 组编  
中央农业广播电视学校

---

策划编辑	汪春林 高欣	责任编辑	李秉真 冯雪梅
封面设计	郑川	责任校对	陈莹 王晓凤
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路2号	邮政编码	100094
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-62732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	<a href="http://www.cau.edu.cn/caup">http://www.cau.edu.cn/caup</a>	e-mail	cbsszs @ cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		
版 次	2007年11月第1版	2007年11月第1次印刷	
规 格	850×1168 32开本	3.75印张	90千字
印 数	1~7000		
定 价	6.80元		

---

凡本版教材出现印刷、装订错误,请向中央农业广播电视学校教材处调换

联系地址:北京市朝阳区来广营甲1号;电话:010-84904997;邮编 100012

网址:www.ngx.net.cn

主 编 王君荣

参 编 刘敬盛 杨玉芝 李燕舞 徐会梅 徐振香

审 稿 寇建平 陈肖安 李兆富 程光民

# 新型农民培训丛书编委会

主任 曾一春

副主任 李立秋 邹瑞苍 沙玉圣 刘永泉 郭智奇

编委 刘天金 吴国强 李少华 寇建平 高尚宾  
杨礼胜 王久臣 王青立 朱岩 邹平  
严东权 刘红强 周普国 文承辉 陈肖安  
齐国 陈辉 朱闻军 陆荣宝 张敬尊  
童濛濛 高峰 韩广文 方向阳 徐建义  
曹春英 赵晨霞



## 内 容 提 要

本书内容包括农作物秸秆生产和利用现状、秸秆饲料化利用技术、秸秆肥料化利用技术、秸秆基质化利用技术、秸秆燃料化利用技术等五部分。



## 编写说明

随着社会主义新农村建设的推进和农业结构的调整,在我国广大农村以秸秆为基础原料进行深度开发的途径越来越多,农民和政府对此越来越重视,甚至有些地区秸秆开发利用已形成新的产业,其产品用于畜牧养殖、家庭燃料、菌类生产和工厂原料等,是建设社会主义新农村和农民脱贫致富的有效途径。

要科学利用秸秆,需要技术。为了解决在开发、利用秸秆过程中遇到的诸多问题和结合农民科技培训的实际需求,我们组织专家编著了《农作物秸秆综合利用技术》一书,作为新型农民培训丛书之一。

本书技术先进、科学、简明实用,既可作为生产一线的生产人员的培训教材,也可作为从事研究、开发和利用秸秆的技术人员和管理人员的学习参考用书。

由于编写任务紧、时间仓促,编著者水平所限,本书难免有不妥之处,敬请广大读者提出意见。

农业部农民科技教育培训中心  
中央农业广播电视学校

2007年7月



# 目录

一、概述 .....	( 1 )
二、秸秆饲料化利用技术 .....	( 5 )
(一)物理处理法 .....	( 6 )
(二)化学处理法 .....	( 10 )
(三)微生物处理法 .....	( 21 )
(四)秸秆配合技术 .....	( 41 )
三、秸秆肥料化利用技术 .....	( 43 )
(一)秸秆间接还田 .....	( 44 )
(二)秸秆直接还田 .....	( 51 )
(三)秸秆覆盖还田 .....	( 60 )
四、秸秆基质化利用技术 .....	( 66 )
(一)平菇栽培法 .....	( 67 )
(二)香菇栽培法 .....	( 72 )
(三)草菇栽培法 .....	( 76 )
(四)灵芝栽培法 .....	( 80 )
(五)白菇栽培法 .....	( 82 )
(六)黑木耳栽培法 .....	( 85 )





---

五、秸秆燃料化利用技术 .....	( 91 )
(一) 秸秆压块成型燃料 .....	( 92 )
(二) 秸秆气化技术 .....	( 96 )
参考文献 .....	(106)



## 一、概述

农作物秸秆是指各类农作物在获取其主要农产品(籽实)后剩余的地上部分的茎叶或藤蔓,主要包括禾本科农作物秸秆和豆科农作物秸秆。属于禾本科农作物秸秆的主要有小麦秸、稻草、玉米秸、燕麦秸、大麦秸、黑麦秸、高粱秸和谷草等,属于豆科农作物秸秆的有豆秸、蚕豆秸、豌豆秸和花生秧等,还有荞麦秸、油菜秸、棉花秸、薯类和瓜类的藤蔓等。

农作物秸秆是世界上最为丰富的资源之一。据统计,全世界每年秸秆产量为 29 亿多吨,其中小麦秸占 21%,稻草占 19%,大麦秸占 10%,玉米秸占 35%,黑麦秸占 2%,燕麦秸占 3%,谷秸占 5%,高粱秸占 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。大麦秸以欧洲最为丰富,玉米秸则以北美洲最多。

我国农作物秸秆的年产量虽然没有准确的统计数据,但一般可根据农作物的种植面积及其籽实产量间接推算得知。一般来说,秸秆与籽实的换算系数分别是麦秸 1.1、稻草 0.9、玉米秸 1.2、高粱秸 1.8、谷秸 1.6、豆秸 1.5、薯蔓 0.5、棉花秸 3.4、花生秧 0.8 和油菜秸 1.5。由此可以推算出全国各区域农作物秸秆的年产量(表 1-1)。



表 1-1 2005 年全国各区域农作物秸秆产量 万吨

区域	稻草	小麦秸	玉米秸	豆秸	薯蔓	花生秧	油菜秸	棉花秸	高粱秸	其他秸秆
华北	85	1 549	3 043	340	201	127	45	244	117	91
东北	1 361	57	4 024	1 405	112	69	0.9	104	290	68
华东	4 553	3 135	2 294	630	376	434	579	512	15	302
华中	3 286	2 721	1 275	313	232	261	526	294	13	108
华南	2 265	3.6	263	103	144	110	11	0.2	1	1.3
西南	2 758	809	1 734	439	543	65	414	9	50	283
西北	150	1 236	1 265	172	147	6	136	591	28	175
全国	14 458	9 510.6	13 898	3 402	1 755	1 072	1 711.9	1 754.2	514	1 028.3

由表 1-1 可知,稻草、小麦秸和玉米秸是我国的三大农作物秸秆。其中,东北地区以玉米秸和豆秸为主,华北地区以玉米秸和小麦秸为主,华东地区以稻草和小麦秸为主,华中地区以稻草和小麦秸为主,华南地区以稻草为主,西南地区以稻草和玉米秸为主,西北地区以玉米秸、小麦秸和棉花秸为主。

根据联合国粮农组织统计,全世界 65% 的农作物秸秆被作为肥料进行秸秆还田和作为燃料用于生活,20% 的秸秆作为房屋的建筑材料或蔬菜生产的覆盖材料,12% 的秸秆作为草食家畜饲料,3% 作为手工艺品材料。但是,我国对秸秆的利用还不太理想。据统计,我国现在实际利用的秸秆约占 2/3,其中主要用作家畜饲料、培养菌菇基质、生活燃料、直接还田和工业原料。但是,许多利用方法还比较原始,秸秆利用效率低。大约 1/3 的秸秆得不到及时妥善地处理,被焚烧掉或堆积在地头路边腐烂掉,不仅浪费了宝贵资源,污染了环境,严重的还会引发各种事故。

农民就地焚烧秸秆的原因:没有很好的秸秆利用技术,现有方法效果不理想,推广不到位,资金扶持力度小,农民从秸秆上获得的收益有限,即便收集起来也没有大用处;在一些地方,农民错误地认为秸秆就地焚烧,等于给田地施草木灰肥;农村进城务工人员



逐渐增加,农村劳动力相对减少,春种、秋收任务繁重,尤其是小麦实行联合收割,麦秆随机被抛洒在田间,收拾费工、费力。由于以上原因,秸秆焚烧就成为一部分农民的习惯和方便的选择。小麦秸秆主要是在田间焚烧,玉米等其他作物的秸秆主要是堆积在地头或道路两侧焚烧。焚烧秸秆会导致空气中悬浮颗粒增多,对空气造成污染;秸秆燃烧产生的烟雾笼罩着机场和高速公路,造成公路关闭、航班延误,严重干扰正常的社会生产和生活;秸秆焚烧很容易引起“火烧连营”现象,一旦引发麦场或麦田大火,往往很难控制,造成严重的经济损失;更加严重的危害是对土壤的破坏,秸秆焚烧也入地三分,地表中的微生物被烧死,腐殖质、有机质被矿化,破坏了土地的生态系统,土壤的物理性状被改变,加重了土壤板结,破坏了地力,加重了旱情,农作物的生长受到严重影响。因此,田间秸秆焚烧其实是对农民自身利益的极大伤害,不仅浪费了宝贵的资源,而且带来了各种危害。

多年来,各级政府非常重视秸秆利用问题,出台了許多措施和规章制度,因地制宜,建立了各类秸秆利用方式的示范区,加大对秸秆综合利用的补贴支持,加强宣传和培训力度,提高广大农民群众生态环境保护意识,加强各种秸秆利用的配套技术与机械设备的研制、改进及供应,提供必需的技术服务和市场信息,保障农民对各项秸秆综合利用技术学得会,用得起,有效益,从而调动秸秆综合利用单位和个人的积极性。目前,各部门大力推广作物联合收获技术、秸秆还田技术、青贮氨化技术、秸秆颗粒加工技术、秸秆生物有机肥生产技术、秸秆生产食用菌技术、秸秆气化技术等,均取得了较好的效果。

秸秆作为饲料时,主要利用技术包括秸秆青贮、氨化、微贮、盐化和碱化等处理技术,提高了秸秆的适口性、消化率和营养价值,用于饲喂牛、羊等草食家畜,效果十分显著。但是,仍然有许多秸秆被直接饲喂家畜,停留在初级原始利用水平上,利用率比较低。



因此,秸秆高效转化利用技术的推广大有前途。

秸秆作为肥料时,主要利用技术包括秸秆就地还田与沤肥技术,提高土壤有机质含量。但是秸秆还田技术还不太成熟,单纯的秸秆还田会造成土壤中氮、磷、钾比例失调,使秸秆肥料化利用的效果受到限制。因此,还需要进一步研究、推广和使用秸秆就地还田与沤肥技术相应的配套技术,以保证土壤中养分的均衡性。

秸秆作为食用菌基料时,较好地解决了棉籽壳因日渐紧缺而影响食用菌生产的问题,大大增加了食用菌生产原料的来源,提高了食用菌的生产能力,降低了食用菌生产的成本。同时,生产鲜菇后所剩余的蘑菇糠是一种具有带菇香味,富含营养的饲料,也可作为优质有机肥使用。这项技术的应用推广,使农业资源多级增值,既可大量地利用农作物秸秆,减少环境污染,又可以增加农民的收益。

秸秆作为能源时,主要利用技术包括秸秆气化、秸秆压块制炭等技术。秸秆气化是以农作物秸秆为原料,在缺氧状态下燃烧产生一氧化碳、氢气、甲烷等可燃性气体,满足农村生活燃料的需要。但是在农村仍然有相当多的秸秆被直接燃烧,利用率低,污染严重,因此,秸秆的气化和制块技术有很大的推广价值。

除此以外,秸秆还可以用于生产板材,造纸,发电等工业。

总而言之,秸秆综合利用前景十分广阔,大有可为。随着可持续发展战略的实施,人们的环境保护意识日益增强,秸秆综合利用技术的进一步成熟和推广,秸秆综合利用将会成为新农村一项新的产业,必将获得更大的经济和社会效益,有力地推动新农村的建设。



## 二、秸秆饲料化利用技术

改革开放以来,我国的畜牧业发展非常迅速,特别是养猪、养禽业得到了前所未有的发展,对饲料的需求量急剧增加。但是,近几年来,由于土地面积不断减少,农民种粮积极性不高,粮食单产增幅有限,我国粮食总产量提高幅度不大,甚至在某些年份还出现减产的情况,而且随着对粮食加工深度开发力度的加大,如利用玉米生产淀粉、乙醇等,会进一步加重对粮食的分流,导致饲料粮供应不足,阻碍着畜牧业的可持续发展。因此,我国在畜牧业“十五”规划中提出,在稳定食粮畜牧业规模的同时,提倡大力发展草食畜牧业。但是,我国的牧草产量非常有限,充分利用秸秆成为发展草食畜牧业的关键,特别是在农区,秸秆对于饲养草食家畜具有关键作用。

秸秆作为饲草饲喂草食家畜是秸秆饲料价值和肥料价值的重要体现,是秸秆过腹还田的自然途径。近几年,畜牧业的发展带动了对秸秆饲草的需求,也推动了秸秆饲料加工技术的发展。农作物秸秆直接作为饲料,其营养价值较低(表 2-1),表现为蛋白质、脂肪和无氮浸出物较少,而粗纤维高达 30%~45%,消化率低,有效能值低,缺乏维生素,而且木质化程度高,质地坚硬,适口性差。因此,秸秆直接作为饲料使用,其饲用价值不高,需要对秸秆进行适当的加工处理,改善适口性,提高消化率和营养价值。秸秆饲料



加工利用技术有物理处理法、化学处理法和微生物处理法等。

表 2-1 农作物秸秆及其他副产品营养成分含量 %

种类	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分
玉米秸秆	11.2	3.5	0.8	33.4	42.7	8.4
小麦秸秆	10.0	3.1	1.3	32.6	43.9	9.1
稻草	13.4	1.8	1.5	28.0	42.9	12.4
大麦秸秆	12.9	6.4	1.6	33.4	37.8	7.9
高粱秸秆	10.2	3.2	0.5	33.0	48.5	4.6
黄豆秸秆	14.1	9.2	1.7	36.4	34.2	4.4
棉花秸秆	12.6	4.9	0.7	41.4	36.6	3.8
棉铃壳	13.6	5.0	1.5	34.5	39.5	5.9
甘薯藤(鲜)	89.8	1.2	0.1	1.4	7.4	0.2
花生藤	11.6	6.6	1.2	33.2	41.3	6.1
稻壳	6.8	2.0	0.6	45.3	28.5	16.9
统糠	13.4	2.2	2.8	29.9	38.0	13.7
细米糠	9.0	9.4	15.0	11.0	46.0	9.6
麦麸	12.1	13.5	3.8	10.4	55.4	4.8
玉米芯	8.7	2.0	0.7	28.2	58.4	20.0
花生壳	10.1	7.7	5.9	59.9	10.4	6.0
玉米糠	10.7	8.9	4.2	1.7	72.6	1.9
高粱糠	13.5	10.2	13.4	5.2	50.0	7.7

## (一)物理处理法

农作物秸秆质地较硬,适口性差,家畜采食量低,而且造成秸秆的浪费。我们利用人工、机械、热和压力等方法把秸秆切短、撕裂、粉碎、浸泡和蒸煮软化,改变秸秆的物理性状和质地,改善秸秆的适口性,以利于家畜采食,提高采食量,减少浪费,但是物理处理对秸秆消化率影响不大。



1. 秸秆揉搓 农作物秸秆一般较长,不利于家畜采食,而且家畜只采食叶片与秸秆顶部,造成茎秆大量浪费,因此,切短是处理秸秆最简便、最常用的一种方法。民间历来有“寸草铡三刀,无料也上膘”的说法,也是我国牲畜喂养中最传统的一种方法。切短的秸秆避免了家畜挑食,减少浪费,便于家畜采食,提高家畜的采食量,也利于和其他饲料混合。秸秆切短时,可用铡刀或者铡草机。切短长度与秸秆种类和家畜种类有关。一般牛3~4厘米、马与骡2~3厘米、羊1.5~2.5厘米、兔0.5~1.0厘米。细秸秆如麦秸和稻草要相对长些,粗秸秆如玉米秸要相对短些。但是,单纯的切短并没有改善秸秆质地比较硬的问题,秸秆的适口性仍然较差,因此,我们提倡使用秸秆揉搓这种比较理想的秸秆处理新工艺。揉搓机是新一代玉米秸秆加工设备,对作物秸秆进行粗加工,将压扁、纵切、挤丝、揉碎等复杂工序一次性连续完成,秸秆经揉搓机搓揉后成丝状,并切成8~10厘米长的碎段(图2-1)。其独特之处在于破坏了秸秆表面硬质茎节,把家畜不能直接食用的秸秆加工成丝状、适口性好的饲草,不损失其营养成分,而且能使秸秆质地变软,提高适口性,使采食量大大提高。秸秆饲料的切短揉搓处理既可作为一种直接饲喂加工技术使用,又是其他秸秆饲料加工技术的基础,一般秸秆饲料的精加工和深加工都是以秸秆揉搓为基础的。

2. 秸秆粉碎 秸秆粉碎是用粉碎机处理优质秸秆如花生秸、地瓜秧的一种方法。秸秆粉碎能增加家畜的采食量,但是由于缩短了饲草在瘤胃内的停留时间,从而引起消化率降低,而且可能导致反刍家畜反刍次数减少,反刍强度减弱,瘤胃出现病变,甚至出现酸中毒,引起瘤胃溃疡、蹄叶炎等疾病,导致奶牛产奶量和乳脂率下降,故一般不用来饲喂奶牛。由于肉牛饲养期比较短,对瘤胃损伤较小,故秸秆粉碎有利于肉牛的育肥。在实际养殖中,优质秸秆粉碎后主要是混于猪、兔、肉牛和肉羊等精饲料中使用。



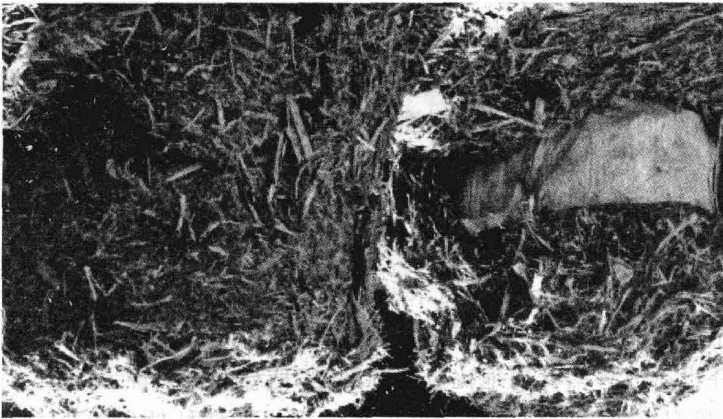


图 2-1 经揉搓后玉米秸

3. 秸秆制粒 养殖业快速发展对饲料和饲草的需求量越来越大,作物秸秆作为非竞争性饲料资源,来源广泛,价格低廉,具有重要的潜在应用价值。但秸秆饲料质地蓬松,体积庞大而重量又轻,长途运输比较困难,所以必须经过适当加工,加大秸秆的密度,减少运输贮存所占用的空间,才能作为商品进入流通市场。秸秆饲料加工后的运输贮存成为其在市场上流通和用量大小的关键。

农作物秸秆颗粒饲料加工技术就是在秸秆晒干后,用秸秆粉碎机粉碎,再加入其他添加剂,拌匀后送入颗粒饲料机,由磨板与压轮挤压加工成颗粒饲料。由于在加工过程中摩擦产热,使秸秆温度升高,秸秆内部熟化程度提高,加工的颗粒饲料表面光洁、硬度适中、大小一致,其颗粒饲料直径可以根据生产需要进行调整。在生产秸秆颗粒饲料时,使用颗粒饲料加工成套设备,自动完成秸秆粉碎、提升、搅拌、进料、颗粒压制、干燥、筛选、装袋等操作,并能添加各种添加剂,该过程为全封闭生产,自动化程度较高,生产效率高,制成的饲料颗粒大小一致,产品在硬度、直径、水分、密度、长