

# 秸秆综合利用技术

秦光蔚 周祥 主编



江苏科学技术出版社



## 秸秆综合利用技术

ISBN 7-5345-3306-6



9 787534 533068 >

ISBN 7-5345-3306

S · 536 定价: 6.50



# 秸秆综合利用技术

秦光蔚 周 祥 主编

江苏科学技术出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

秸秆综合利用技术/秦光蔚等主编. —南京:江苏科学技术出版社,2001.2

ISBN 7-5345-3306-6

I. 秸... II. 秦... III. 秸秆—综合利用—技术  
IV. S38

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第05709号

### 秸秆综合利用技术

---

主 编 秦光蔚 周 祥  
责任编辑 郁宝平 王达政

---

出版发行 江苏科学技术出版社  
(南京市湖南路47号,邮编:210009)

经 销 江苏省新华书店  
照 排 江苏苏中印刷厂  
印 刷 盐城市印刷厂

---

开 本 787mm×1092mm 1/32  
印 张 4.5  
字 数 100 000  
版 次 2001年2月第1版  
印 次 2001年2月第1版印刷  
印 数 1—11 000册

---

标准书号 ISBN 7-5345-3306-6/S·536  
定 价 6.50元

---

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

主 编	秦光蔚	周 祥		
副主编	王景宏	唐友斌	刘荣根	刘海南
	辛海宁	倪圣亚、	周日明	
编 委	(按姓氏笔画排列)			
	王晓勤	王景宏	史建柏	朱 军
	成少华	刘有兄	刘荣根	刘海南
	辛海宁	季丰明	周日明	周 泽
	周 祥	倪圣亚	唐友斌	秦光蔚
	龚成华	葛振声		
顾 问	曹志洪	王以康		
审 稿	茅鸣皋	王鹤平	周健民	

# 序

随着农业的持续发展,农作物秸秆资源愈来愈丰富,而随着群众生活质量的提高,秸秆用作生活燃料的比例越来越低。秸秆大量剩余,出路问题没有完全解决,其处置不当已严重污染环境,威胁生产、交通、生活安全。对此,党和国家十分重视,三令五申,要求加强秸秆禁烧与综合利用工作。

秸秆综合利用工作的重要性和迫切性不言而喻。近年来,全国各地有关部门都在大力试验研究、示范推广秸秆综合利用技术,取得了显著的社会、经济和生态效益。江苏在这方面的走在全国前列,对秸秆直接还田技术、养畜技术、堆沤肥技术、气化技术、种菇技术、工业利用技术和编织加工技术等做了大量的试验研究工作,提出了多种利用的技术、方法及配套措施,形成了秸秆综合利用的科学体系。

目前尚没有专著系统介绍秸秆利用方法及其技术原理。本书的作者们长期工作在生产第一线,从事秸秆综合利用技术的研究与推广工作多年,在该领域有了一定的学术造诣和实践经验。他们在编著《秸秆综合利用技术》过程中,既采用自己的实验实践资料,也引用相关参考资料。全书系统地介绍了秸秆在种植业、养殖业、加工业等方面的主要利用技术,既具地方性,又具普遍性;编著方式上采用理论阐述与实践举证相结合、深入浅出的方法;书中内容应用性和操作性均较强。这本书的出版对江苏乃至全国的秸秆综合利用工作将起到较大的推动作用,相信广大

读者一定会喜欢这本书,也一定会从中吸取很多有益的东西,从而将秸秆综合利用技术及其研究引向更深、更广的领域。

沈其荣

2000年11月于南京



# 前 言

农作物秸秆是农业生产的副产品,资源相当丰富。目前,各地秸秆利用方式虽然多种多样,如秸秆直接还田、堆沤肥还田以及养畜、种菇、用作工业原料等,但仅利用了秸秆资源的一部分,其利用效率还有待进一步提高,还有数量相当可观的秸秆未被利用,秸秆资源浪费严重,甚至造成环境污染,影响生态环境。农作物秸秆综合利用,潜力巨大,经济效益可观。根据各地经验和实践,秸秆直接还田,或经堆沤后作肥料施用,对培肥地力,提高农作物产量效果十分显著;秸秆经过氨化、青贮、微贮等科学处理后饲养畜禽,能节约大量粮食,有利于养畜业的发展;秸秆气化是应用生物质气化技术的成功尝试,有效地将秸秆的生物能转换为热能,既为农村开辟了一种新的生活能源,同时也净化了环境;秸秆作为工业原料使用,成功地制成各种新型建筑板材、酒精、淀粉等。

人们在改造客观世界的过程中,应用现代科学知识和技术,在利用秸秆作肥料、饲料、燃料和工业原料等方面进行了积极、有益的探索,并取得了很好的效果。

为了普及秸秆综合利用知识,使农作物秸秆利用技术更加普及化、科学化,进一步提高秸秆利用的效率,推动秸秆综合利用向更高层次发展,我们编写了《秸秆综合利用技术》一书。全书共分五章,第一章着重阐述了综合利用秸秆的意义,分析了秸秆利用的现状。第二章至第五章,分别介绍了秸秆综合利用的各种

方式,主要内容有秸秆直接还田的方法和效果;秸秆氨化、青贮、微贮的原理及养畜效益;秸秆堆沤、沼气发酵以及运用生物化学制剂催腐秸秆的方法和效果;秸秆生物质气化的理论和秸秆气化的方法,秸秆育菇的秸秆处理技术;最后还简要介绍了利用秸秆作工业原料及秸秆加工编织的方法等。

本书的编写得到了著名土壤专家曹志洪和资深高级农艺师王以康先生的鼎力相助,全书由茅鸣皋、王鹤平和周健民三位专家审稿,沈其荣教授为本书作序,在此谨表谢意。本书摘引了相关专业文献资料和研究成果,对所有的编者和作者,表示衷心的感谢。由于编写水平有限,书中存在的不足和谬误之处,敬请批评指正。

**编 者**

2000年10月于江苏盐城

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1
第一节 秸秆利用的意义.....	1
第二节 秸秆利用的价值.....	2
第三节 秸秆利用的现状.....	6
<b>第二章 秸秆直接还田技术</b> .....	8
第一节 秸秆覆盖还田技术 .....	11
第二节 秸秆留高茬还田技术 .....	17
第三节 秸秆墒沟埋草技术 .....	21
第四节 麦田套稻麦秸全量还田技术 .....	25
第五节 秸秆机械化全量还田技术 .....	34
<b>第三章 秸秆养畜技术</b> .....	47
第一节 秸秆氨化技术 .....	47
第二节 秸秆青贮技术 .....	62
第三节 秸秆微贮技术 .....	70
<b>第四章 秸秆堆、沤肥技术</b> .....	77
第一节 秸秆堆肥技术 .....	77
第二节 秸秆沤肥技术 .....	85
第三节 秸秆沼气发酵肥技术 .....	87
第四节 秸秆催腐剂应用技术 .....	93
<b>第五章 秸秆利用的其他技术</b> .....	105
第一节 秸秆气化技术.....	105

第二节	秸秆育菇技术·····	113
第三节	秸秆工业利用技术·····	126
第四节	秸秆编织加工技术·····	130

## 主要参考文献

# 第一章 绪 论

长期以来,人类在广袤无垠的土地上从事农业生产活动,辛勤劳作,得以充饥果腹,世代繁衍。随着社会的进步,农业告别了刀耕火种的古荒时代,粗放耕作的小农经济插上科技腾飞的翅膀,跨入了细作精耕、发展现代农业的快车道。农业的发展,伴随而来的农作物秸秆大量增加,研究探索有效地综合利用秸秆资源的各种新途径,成为人们普遍关注的课题。

## 第一节 秸秆利用的意义

### 1. 秸秆利用有利于农业可持续发展

我国是一个农业大国,人多地少,这就要求始终保持土地的高产出率和与之相适应的土地承载力。土壤肥力是土地承载力的基础,是土壤最本质的特征。土壤有机质又是土壤肥力的核心。虽然土壤有机质不等于土壤肥力,但通常肥力高的土壤,有机质含量就高,土地综合生产的能力也就高。农作物秸秆直接、间接还田对维持、增加、更新土壤有机质,提高土壤肥力的作用十分明显,这已为长期的生产实践所证实。因此,常年利用农作物秸秆还田培肥土壤,增强土地的承载负荷能力,保持土地高产出率,从而为建设可持续发展农业奠定了基础。

### 2. 秸秆利用有利于农业资源的深度开发

农作物秸秆是种植业的主要副产品,人们所需的只是植物

的收获器官,如稻谷、麦粒、玉米粒等,这仅是农作物生物学产量的一小部分,占大部分的枝、叶、茎、根等统称为秸秆。其中,有的被利用,有的被丢弃,甚至付之一炬,造成了农业资源的浪费。农作物的秸秆与收获器官一样,都贮存有太阳能,具有极大的利用价值。太阳能在绿色植物的作用下,转化为化学能、生物能贮存于植物茎秆与子实中。因此,植物秸秆中同样存在着大量的营养物质和能量。在能源短缺矛盾日益加剧的情况下,深度开发秸秆资源,将秸秆中贮存的能源再度开发利用,以造福人类,其意义十分重大。

### 3. 秸秆利用有利于生态环境的改善

农作物收获后,留下了数量巨大的秸秆,这个极具开发利用价值的农业资源,如果处置不当,则会造成环境的严重污染:焚烧秸秆,会造成空气污染;将秸秆推下沟河,则造成河水污染;随处丢弃秸秆,则造成居住环境的污染等。特别是收获季节,在城市附近和交通沿线,由于秸秆焚烧形成的烟雾给航空、铁路和高速公路的安全运行构成了威胁。解决这一问题的唯一途径,就是秸秆多种形式的开发利用,趋利避害,变废为宝,在从秸秆综合利用中得益的同时也净化了环境,并使农田生态环境得到改善。

## 第二节 秸秆利用的价值

农作物秸秆利用价值可以从以下两个方面来评估。

### 1. 从秸秆资源数量看其开发利用的价值

我国农作物秸秆资源非常丰富,数量巨大。据统计,全国每年约有各类农作物秸秆几亿吨。其中,稻秸约1 800万吨,麦秸

11 000万吨,玉米秸2 000万吨,棉秸1 300多万吨,大豆秸1 500万吨,其他农作物秸秆数量约在7 600万吨以上。农业是永恒的,农作物秸秆资源也是年复一年、取之不尽、用之不竭的。对秸秆资源的推算,各地一般都采用粮食总量乘上1或1.2系数。联合国粮农组织则提出了一个秸秆量的计算公式:

$$a=RC$$

式中: $a$ =秸秆量; $R$ =粮秸比系数; $C$ =粮食产量。

由于各种农作物的粮秸比不同,其 $R$ 值亦不相同。联合国有关资料确定的 $R$ 系数为:玉米2.5,高粱4,小麦和水稻1.3,谷3.5,大豆2.5,薯类0.25。按照这些不同系数代入公式计算,便可得出较为准确的秸秆资源数量。在实际使用中,可根据具体作物品种的不同情况,对 $R$ 系数予以修正,以求计算秸秆资源数量更加切合实际。

全国6亿多吨农作物秸秆资源,数量虽然巨大,但利用率却很低。在被利用的部分中,大部分未经处理。因此,充分开发利用秸秆资源,已成为农业资源开发的新焦点。

## 2. 从秸秆自身丰富营养看其开发利用的价值

农作物秸秆主要是由植物细胞壁组成的,它们的有机物质基本上(80%~90%)是由粗纤维和无氮浸出物构成的。而无氮浸出物中仅含有微量可溶性碳水化合物,不含淀粉,主要成分是半纤维素和聚糖醛酸,其次是木质素、含氮物和灰分。粗纤维是植物细胞壁的构成物,从化学方面分析,它是一种多聚糖,由大量单糖分子构成的复杂化合物,在一般条件下,不易溶于水和有机溶剂。半纤维素是秸秆中的一种碳水化合物,含有部分聚糖醛酸。木质素一般随着植物的老化,会发生植物细胞壁的木质化,是一种伴随产物。秸秆的营养成分见表1-1。

表 1-1 秸秆的营养成分

(干物,%)

秸秆	水分	粗蛋白	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	粗灰分	钙	磷
稻草	6.0	3.8	0.8	32.9	41.8	14.7	0.15	0.18
小麦秸	13.5	2.7	1.1	37.0	35.9	9.8	—	—
玉米秸	5.5	5.7	1.6	29.3	51.3	6.6	微量	微量
谷草	13.5	3.1	1.4	35.6	37.9	8.5	—	—
大麦秸	12.9	6.4	1.6	33.4	37.8	7.9	0.18	0.02
大豆秸	6.8	8.9	1.6	39.8	34.7	8.2	0.87	0.05
蚕豆秸	17.0	14.6	3.2	25.5	30.8	8.9	—	—

农作物秸秆中含有大量的有机物,见表 1-2。这些有机物通过秸秆直接还田,部分可保存于土壤有机质中,不保存的,也可通过土壤微生物的作用,转化为其他形式的有机质。植物秸秆中有机质含量高,是其他有机肥所不能相比的。

表 1-2 成熟秸秆组织有机质部分组成

成 分	组成(%)
纤维 素	20~50
半纤维 素	10~30
木 质 素	10~30
粗 蛋 白	1~15
油脂、蜡质等	1~8

农作物秸秆中还含有各种营养元素,见表 1-3。其中氮、磷、钾等营养元素都是农作物生长所必需的。



表 1-3 主要作物秸秆养分含量

秸秆种类	主要营养元素含量(占干物重%)			碳氮比 (C/N)
	氮(N)	磷(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	钾(K <sub>2</sub> O)	
麦 秸	0.5~0.67	0.20~0.34	0.53~0.60	104.20
稻 草	0.63	0.11	0.85	61.8
玉米秸	0.48~0.50	0.38~0.40	1.67	51.0
油菜秸	0.56	0.25	1.13	—
豆 秸	1.30	0.30	0.50	—

农作物秸秆除含有氮、磷、钾外,还含有硅、锌、锰、硼、铁、钙、硫、镁等元素,这其中大部分营养元素是从土壤中吸收的。植物从土壤中吸收的营养元素保存于植物体中,如果把秸秆归还于土壤中,那么秸秆中的这些营养元素又回到了土壤中,供下一季作物再度吸收利用,从而实现这些元素在土壤-作物间的良性循环。

土壤中营养元素种类多,数量大。但由于这些营养元素的化学形态不同,有些可以被植物吸收利用,而有些则不能被植物吸收利用,可以被吸收利用的有效养分只占很少一部分。例如,硅是地壳中含量第二多的元素,占地壳总重量的 36%。但绝大多数土壤中可供植物吸收的有效硅的含量仅 60~100 毫克/公斤。又如钾,一般的土壤中含钾 1%~2%,但植物可直接吸收利用的速度钾含量仅 30~300 毫克/公斤。秸秆中所含营养元素是植物直接吸收利用的有效营养元素,回到土壤中很容易被下一季作物吸收利用。据试验,稻草在雨水中浸泡 24 小时,其中 80% 的钾进入水中,成为水溶性钾,可直接被植物吸收利用。

秸秆中所含的许多中、微量元素,很难通过施肥方法来给土