

农作物 秸秆利用技术与设备

中国农机学会农机化学会科技交流中心 编



中国农业出版社

农作物秸秆利用技术与设备

中国农机学会农机化学会
科技交流中心 编

中国农业出版社

农作物秸秆利用技术与设备

中国农机学会农机化学会 编
科 技 交 流 中 心

* * *

责任编辑 段丽君

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm32开本 6.875印张 146千字
1996年11月第1版 1996年11月北京第1次印刷

印数 1—5,000册 定价 9.25元

ISBN 7-109-04468-8/S·2773

分章主编及编写人员

- 第一章 胡 伟 王铁林
宋 岩 刘清树
- 第二章 赵智勋
杨胜南
- 第三章 张明亮
张彩云 刘绍林
- 第四章 李建康 朱伟榕
- 第五章 陈 涛
吴艾青
- 第六章 梅 成
李如江 张有进
- 第七章 王丽红 杨书勇 于德元 崔七星
李世成 侯献民 吴启大
- 第八章 闫魁祯 胡 伟
郭留超 尚月兰 张宝乾 白建国 郭长庚
- 第九章 黄桂琴 闫魁祯
郭留超 尚月兰 王景利 白建国 郭长庚
- 第十章 侯建堂
毛培宏
- 第十一章 孙竹莹
李传欣
- 第十二章 景合营 李景臣
李利民
- 第十三章 全 爽 王纪平

第十四章 马子斌 沈 晓 魏振宇 刘晓文
高万周 胡 伟
娄世忠 陈赞忠 周楚平 宋 岩
刘清树

前 言

秸秆是我国农村尚待进一步开发利用的数量巨大的资源。用什么技术、什么设备去开发利用，这是目前大家都十分关心的问题。1994年在天津市、1995年在石家庄市，中国农机学会农机化学会连续召开了两届农作物秸秆处理技术与设备学术研讨会。如何开发秸秆资源、促进农村经济发展，这两次会议都对此进行了认真的研讨，取得了很好的成效。不少同志提出，应该把有关秸秆利用技术与设备的技术资料汇集成册，把这些技术传播开来，让更多的人来关心这个问题，掌握这些技术，以促进我国秸秆资源的有效开发利用。

从1995年下半年起，由中国农机化学会科技交流中心牵头，组织了津、京、冀、豫、辽、吉、晋、新、浙等9个省、自治区、直辖市，20多个单位的40多名科技人员撰写这册书。这些作者来自天津市农机局、天津市农机学会、河南省农机局、石家庄市农机局、石家庄市农机厂、山西忻州地区农机局、新疆农机推广总站、农业部农机推广总站、辽宁省农科院农副产品加工所、浙江湖州市农机推广站、吉林农业大学技术工程学院、沈阳市农机化管理办公室、沈阳市农机推广站、河南南阳市农机推广站、沈阳市新城子区农机推广站、沈阳市新民市农机推广站、沈阳市辽中县农机推广站、沈阳市法库县农机推广站、河南商丘地区农机推广站、河南巩义合英机械所、河南周口地区农机推广站、河南许昌农机推

广站等单位。经过大家的共同努力，终于顺利地把这本秸秆利用的书编写出来，其内容基本上涵盖了我国目前正在生产实践中开发应用了的技术和设备。有的是已经大面积推广了的、有的则刚刚开始。我们相信，这本书的出版将有助于我国农村秸秆资源的合理开发利用，推动农村经济发展。

编委会

1996年1月

目 录

前 言

第一章 秸秆利用概述	1
第一节 秸秆的性质	1
第二节 秸秆的利用	4
第三节 秸秆加工设备	8
第二章 秸秆粉碎还田技术	13
第一节 秸秆粉碎还田机现状	13
第二节 构造及工作过程	14
第三节 还田机的使用与维修	19
第四节 农艺技术要求	23
第三章 秸秆粉碎灭茬还田技术	26
第一节 秸秆粉碎根茬还田的意义	26
第二节 工作原理及机具性能	27
第三节 结构及工艺流程	28
第四节 操作及注意事项	28
第五节 保养与管理	31
第四章 两茬平作秸秆整株还田技术	32
第一节 技术的由来	32
第二节 技术依据	33
第三节 机械化作业工艺	34
第四节 技术要点	34
第五章 单季平作秸秆整株还田技术	36

第一节	技术由来	36
第二节	机械化作业工艺	37
第三节	技术要点	37
第四节	影响还田效果的因素	39
第五节	应用效益分析	41
第六节	适用范围	48
第六章	南方水田秸秆整株还田技术	49
第一节	技术概况	49
第二节	旋耕埋草机的构造及工作过程	50
第三节	旋耕埋草机的安装与使用	58
第四节	相关的农艺技术要求	64
第七章	根茬粉碎还田技术	67
第一节	技术原理及应用现况	67
第二节	机具结构及工作流程	69
第三节	灭茬机的使用与维修	73
第四节	农艺技术要求及应用分析	77
第八章	氨化技术	84
第一节	秸秆氨化的意义	84
第二节	秸秆氨化饲养原理	86
第三节	氨化方法与设备	87
第九章	青贮技术	109
第一节	秸秆青贮原理及青贮设施	109
第二节	秸秆青贮工艺	123
第三节	秸秆青贮加工机械	126
第十章	微生物发酵贮存技术	142
第一节	技术原理及应用现况	142
第二节	作业方法及技术要求	145
第三节	设备与机械的选择	148
第四节	饲喂技术要求	156

第十一章	玉米秸皮糠分离利用技术	158
第一节	技术原理及应用现状	158
第二节	设备结构及工作流程	159
第三节	设备的使用与维修技术	161
第四节	皮糠分离后的应用	162
第十二章	制炭技术	168
第一节	技术原理及现状	168
第二节	设备结构及工艺流程	169
第三节	制炭设备的使用维修技术	176
第十三章	编织技术	181
第一节	机械结构及工作过程	181
第二节	编织机应用工艺	183
第三节	编织机操作要点	187
第十四章	其它秸秆加工技术	189
第一节	揉搓技术	189
第二节	秸秆饲料压块技术	192
第三节	催腐剂堆沤造肥技术	200
第四节	秸秆草粉制作技术	201
第五节	秸秆制酒精技术	203
第六节	麦秸种草菇技术	204
第七节	秸秆皮壳制取淀粉技术	206

第一章 秸秆利用概述

秸秆是农作物的重要副产品，同时，也是工、农业生产的重要生产资源。作为一种资源，作物秸秆可用作肥料、饲料、燃料及造纸、制炭、建材等的原料。提高农作物秸秆的综合利用，是发展高产优质高效农业和帮助农民致富的迫切需要和重要途径。

据统计，我国目前秸秆年产量约为 6.2 亿吨。利用率为 33%，约 2 亿吨，而在这被利用的部分中，大部分未经处理，经过技术处理后利用的约为 1 600 万吨，仅占被利用部分的 2.6%。一方面，畜禽饲料供应不足，土壤有机质含量逐年减少；另一方面，大量的农作物秸秆被弃之不用，放火焚烧，既造成浪费又污染环境。因此，开发利用秸秆，已经成为一个刻不容缓的问题，已经成为农业生产资源开发的新焦点。秸秆资源数量巨大，开发价值大，开发利用前景十分可观。

第一节 秸秆的性质

一、秸秆的特性及其组成

作物秸秆主要是由植物细胞壁组成。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。而无氮浸出物中仅含有微量可溶性碳水化合物，不含淀粉，主要成分是半纤维和聚糖醛酸，其次是少量的木质素、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。木质素一般是随着植物的老化，会发生植物细胞壁的木质化（即指木质素浸渍和覆盖植物细胞壁的过程），是一种伴随产物。通过作物秸秆的特点分析知：秸秆只含有极少量的蛋白质和含脂肪的物质，而植物细胞壁基本上是由复杂的碳水化合物、粗纤维、半纤维素等构成。

二、秸秆的营养价值

秸秆的总含能量与干草相似，但其营养价值只相当于干草的一半，或谷物的 1/4。其构成成分中，粗纤维含量高，其中有不少木质素；蛋白质含量少，且品质不佳；粗灰分多，且大部分是对动物无营养价值的硅酸盐，而有营养价值的钙、磷却很少（其营养成分见表 1-1）。秸秆中，粗纤维、木质素是

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	3.8	0.8	32.9	41.8	14.7	0.15	0.18
小麦秸	13.5	2.7	1.1	37	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
燕麦秸	9	5.3	3.4	31	39.6	11.7	—	—
大豆秸	6.8	8.9	1.6	39.8	34.7	8.2	0.87	0.05
蚕豆秸	17	14.6	3.2	25.5	30.8	8.9	—	—

表 1-2 秸秆营养成分与消化率 (%)

	粗蛋白	粗纤维	有机物消化率
小麦秸	3~3.6	>40	40
水稻秸	4.0	30~35	47.6
玉米秸	4.5	30~40	46~50
大麦秸	4.2	---	45~50
高粱秸	4.7	10~20	54
燕麦秸	3.5	---	45~50
羊 草	6~9	30~55	65~70

畜禽难以消化吸收的部分，并且，纤维素、半纤维素和木质素是紧密地结合在一起的，从而使消化率受到影响。秸秆越成熟，木质化程度越高，秸秆的消化率就越低。秸秆的饲用价值与秸秆种类和部位有关。如，高粱秸营养价值优于玉米秸，但玉米秸又比稻秸和麦秸好；而秸秆的叶又比茎的饲用价值高。

秸秆中的粗纤维包括纤维素、半纤维素、果胶和木质素。纤维素溶于浓酸而不溶于水、乙醚、稀酸和稀碱；其成分主要由己聚糖组成，是植物细胞的主要成分。一般单胃动物消化道内没有分解纤维素的酶，反刍动物消化它是靠瘤胃及盲肠内微生物所分泌出来的纤维素酶和纤维二糖酶，作用的尾产物为乙酸。半纤维素主要是戊聚糖与己聚糖，不溶于沸水而溶于稀酸、碱。家畜靠微生物分解而消化之。戊糖分解为木糖、阿拉伯糖，己聚糖分解为甘露精和半乳糖，其尾产物也是乙酸。木质素的化学性质非常稳定，72%硫酸和浓盐酸都不能使它溶解，但碱液可分解之。木质素既不会被家畜消化酶所消化，也不受微生物的作用，它还会抑制微生物的活

动,降低饲料中其它养分的消化率。秸秆中木质素含量愈高,其消化能和代谢能愈低。每千克秸秆的总能含量虽不少于 $16.72 \times 10^6 \text{J}$,但其代谢能约含 $6.27 \times 10^6 \sim 8.36 \times 10^6 \text{J}$ 。同时,家畜在消化秸秆时,秸秆中木质素含量愈高,则损耗的能量越多,故一般秸秆净能量含量仅为 $1.254 \times 10^6 \sim 1.672 \times 10^6 \text{J}$ 。秸秆中无氮浸出物的含量不少,但其大部分为不易被多种家畜吸收的粗纤维,而易被吸收的中糖和淀粉含量很少。如小麦秸无氮浸出物含量为44.8%,其中,含木质素14.6%、戊聚糖24.1%、其它6.1%。了解秸秆的性质对提高秸秆的饲用效果是非常重要的。

秸秆中含有的氮、磷、钾、镁、钙、硫等元素则是农作物生长必需的主要营养元素,因此,秸秆也是丰富的肥料资源。秸秆中有机质含量平均为15%左右。据测定,湿玉米秸秆含氮量为0.61%,含磷量为0.27%,含钾量为2.28%,如每亩地还田秸秆1000千克,则可增加有机质150千克。每亩地一年若还田鲜玉米秸秆1250千克,则相当于4000千克土杂肥的有机质含量,含氮、磷、钾相当于18.75千克碳铵、10千克过磷酸钙和7.65千克硫酸钾,还能补充其它多种营养元素。故秸秆还田对于改良土壤有着积极的作用。

第二节 秸秆的利用

一、秸秆利用的机理简述

目前,我国的秸秆开发利用主要是从三个方面来进行的:一是秸秆还田,包括整株和粉碎还田两种;二是作为家畜饲料喂饲,包括直接和粉碎饲喂及氨化、青贮、微贮等处理后饲喂;三是作为相关工业原料利用,如用于造纸、制炭、编

织等。

饲料化处理机理的研究已经进行了多年。研究表明，把秸秆加以粉碎或切碎，可以增加消耗量，大约能提高消化能摄取量的 30% 左右。从加工方法上看，这种方法并不改变秸秆的化学成分，只是减弱或破坏了秸秆的物理特性，使秸秆的纤维组织得到破坏，覆盖纤维素的木质素松散、细化，有利于家畜胃肠道中细菌分泌的酶有更多的机会与之接触，从而分解成挥发性脂肪酸而吸收，并作为能量和合成脂肪之用。采用化学方法处理，如应用酸、碱等化学药剂调制秸秆，它可以促使木质素分解，破坏木质素和纤维素之间的联系，并提高秸秆饲料中的含氮物质和潜在碱度。潜在碱度的提高，可以中和动物瘤胃中的有机酸，使粗饲料秸秆中难以消化的部分得以分解，有利消化。这样家畜不仅可以有效地利用秸秆中一切与木质素紧密联系的部分，而且木质素本身也成为一种营养物质。进行化学处理的秸秆饲料，其消化率可以得到明显提高，营养价值提高 2~2.5 倍。

秸秆还田则重在改善土壤的团粒结构和理化性状。秸秆在耕翻入土之后，在分解过程中进行矿质化，释放养分，同时进行腐殖质化，使一些有机质化合物缩合脱水，形成更复杂的腐殖质，从而改善了土壤的结构及保水、吸水、粘结、透气、保温等性状，提高了土壤本身调节水、肥、温、气的 ability。土壤有机质含量增加，养分结构趋于合理，可使其容重降低，土质疏松，通透性提高，犁耕比阻减小。天津静海试验，连续 6 年将小麦秸、玉米秸直接粉碎还田，有机质含量增加 2 倍，速效氮增加 3 倍多，速效磷、钾也有数倍增加；原来耕翻性极差的粘土，满地大坷垃，拖拉机一档耕地，冒黑烟；秸秆还田后，二档作业不超负荷，土体构造明显改善；土

壤的保水、透气、保温能力提高，吸水率相差 10 倍，地温提高 1~2℃。

二、秸秆利用现状

目前，我国利用秸秆的方法很多，但主要可以归纳为上面提到过的秸秆还田、饲料化处理、工业生产原料三大类。

秸秆还田是主要利用方法之一。到 1993 年，我国秸秆粉碎还田面积就达到 7 369 万多亩。由于各地的情况不同，目前秸秆还田的方法有：整株还田技术，粉碎还田技术，在东北地区还有根茬粉碎还田技术，另有传统沤肥还田技术。

秸秆的饲料化加工方法亦很多，目前全国的加工处理量约 1 000 多万吨。其方法有：秸秆的氨化、青贮、微生物发酵贮存、热喷、揉搓、压饼等。

秸秆作为重要的生产原料，已广泛地应用于造纸行业和编织行业。近些年，又兴起了秸秆制炭技术：将秸秆挤压成形，然后炭化，制成木炭，其含炭量达 50%~84.45%，发热量可达 20 934~32 611kJ/kg，可替代冶金、有色金属等工业及民用所需的木炭。生产 1t 木炭，还可附带产出木焦油 0.05t。用秸秆制成纸质地膜，透气性好，经过一段时间腐化后还可作为有机肥料，免除了塑料地膜对土壤的污染。此外，目前还有利用秸秆制作密度板、生产食用菌等技术。可以说秸秆的利用方法是多种多样的，但是，已利用的数量尚还只是总量的一小部分，还有待进一步扩大。

需要指出的是，目前秸秆的开发利用，属于粗加工的占多数，而精细加工的技术还有待加强研究和推广。秸秆的利用从长远来看，还应该走综合加工的路子，改变目前技术单一利用的状况。如秸秆还田，在有条件的地区，应积极推广

“过腹还田”，既解决饲料问题，又解决还田问题，实现良性循环。还需要澄清一点，就是秸秆是发展我国畜牧业的一个重要支柱这一观点是正确的，但不能单纯地认为只要把秸秆进行处理利用，就可以完全解决牲畜饲养的问题。反刍动物依靠秸秆只能满足维持需要的80%左右，还需补充足够的蛋白质饲料。秸秆的开发利用，还有很多难题，需要进一步加强基础研究，以便更有效地利用秸秆。

三、秸秆资源的计算

准确地掌握秸秆资源量是进行合理开发的前提。目前，秸秆资源的计算方法多种多样，一般是采用粮食总产量乘上一个1或1.2的系数。联合国有关组织则提出一个秸秆量的计算公式：

式中 a ——秸秆量；

c ——粮食产量；

k ——粮秸比系数。

由于各种农作物的粮秸比不同，其 k 值亦不相同。联合国有关资料确定的 k 系数为：玉米2.5、高粱4、小麦和水稻1.3、谷子3.5、大豆2.5、薯类0.25。按照这些不同的系数带入公式中计算便可以得出较为准确的秸秆资源量。需要说明的是，上面给出的 k 系数，对我国各地来讲并非是最准确的，使用中，应根据本地具体作物品种情况予以修正，否则，也是不准确的。本书开头提到的我国6.2亿吨的秸秆资源量，即是中国农业科学院区划所有关课题组通过调研、抽样分析等技术处理后得出的数值。