

牧草生产与秸秆饲用加工 机械化技术

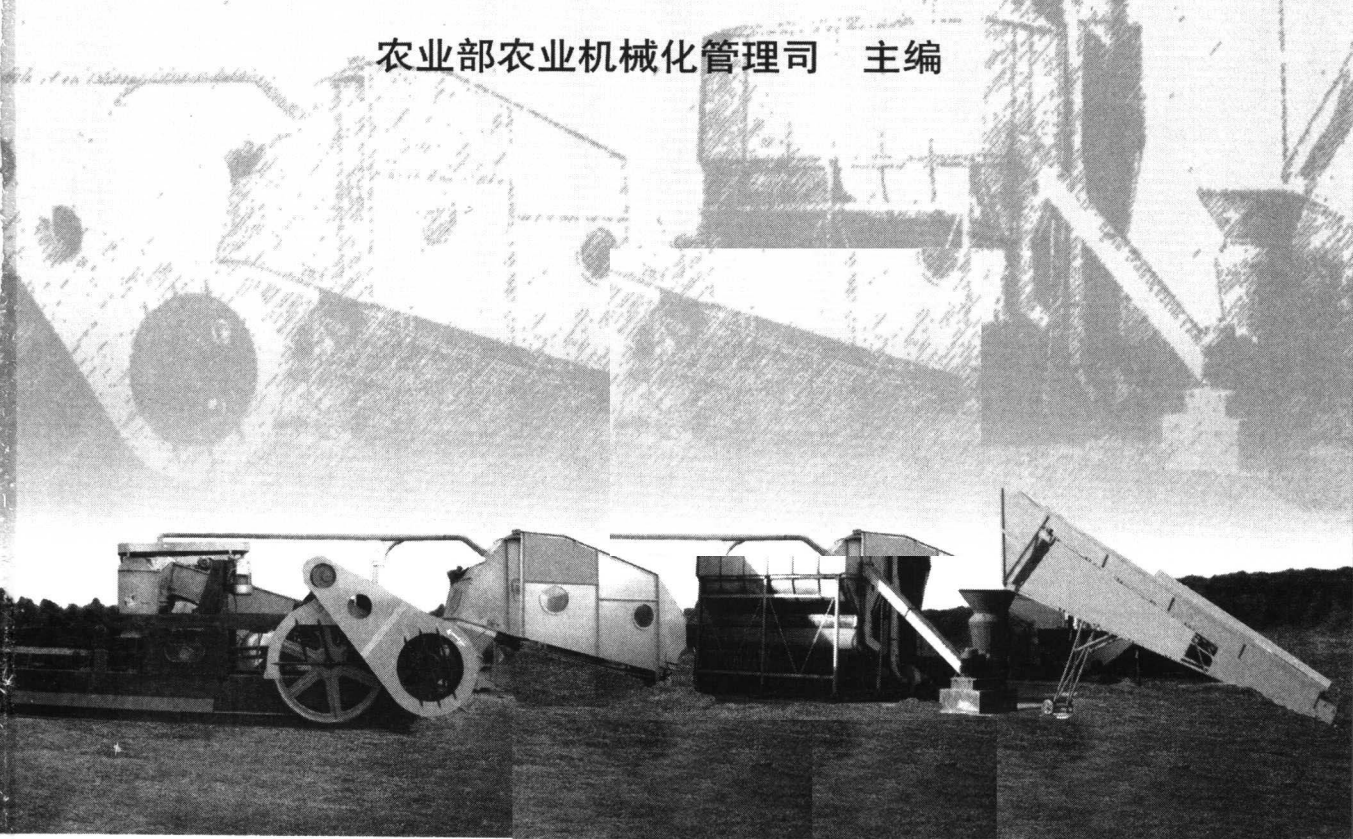
农业部农业机械化管理司 主编



中国农业科学技术出版社

牧草生产与秸秆饲用加工 机械化技术

农业部农业机械化管理司 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

牧草生产与秸秆饲用加工机械化技术/王德成主编.

—北京: 中国农业科学技术出版社, 2005

ISBN 7-80167-822-2

I. 牧... II. 王... III. ①牧草-栽培②秸秆-饲料加工-机械化 IV. ①S54②S816.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 081344 号

责任编辑
责任校对
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

阎 波 健
马 丽 萍

中国农业科学技术出版社

(邮编: 100081 电话: 010-62187620)

新华书店北京发行所

北京鑫海达印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张: 14.75

1~1600册 字数: 304千字

2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

36.00元

前 言

中共中央《关于进一步加强农村工作提高农业综合生产能力若干政策的意见》（中发〔2005〕1号）指出，培育发达的畜牧业是增强农业综合生产能力的重要组成部分，要“加快发展畜牧业”，“牧区要加快推行围栏放牧、轮牧休牧等生产方式，搞好饲草料地建设，改良牲畜品种，进一步减轻草场过牧的压力”，“农区要充分发挥作物秸秆和劳动力资源丰富的优势，积极发展节粮型畜牧业，提高规模化、集约化饲养水平”，要“加快建立安全优质高效的饲料生产体系”。充分阐明了畜牧业在农业和农村经济发展中的重要地位，进一步明确了当前我国畜牧业的发展方向 and 途径。

随着我国畜牧业在农业中的比重不断加大，畜牧业现代化的步伐也在不断加快。作为畜牧业现代化重要标志的畜牧生产机械化是农业机械化中重要的组成部分，农业机械化的发展将极大地促进畜牧业生产的发展。

据统计，我国目前已有草地4亿多公顷，同时我国每年生产各类农作物秸秆约6亿t。因此，发展牧草生产与秸秆饲用加工机械化技术有助于改善畜牧业生产的条件，提高秸秆利用率，改善生物的循环利用，从而提高畜牧业生产的效率。牧草生产机械化不仅有利于畜牧业的规模化和集约化发展，也有利于解决畜牧业发展与牧草生产不足的矛盾，同时将极大地促进草业的发展，并缓解日益突出的土地沙化和荒漠化的问题。因而，牧草生产与秸秆饲用加工机械化技术及实用装备必将成为畜牧业现代化发展的重要支柱。为贯彻《中华人民共和国农业机械化促进法》，推进我国牧草生产与秸秆饲用加工机械化技术的推广应用，促进畜牧业的快速、健康发展，我们组织并编写了《牧草生产与秸秆饲用加工机械化技术》一书。本书坚持以人为本，全面、协调和可持续发展的科学发展观，做到经济效益、社会效益和生态效益的协调与统一，在充分分析牧草生物学特性的基础上，对涉及牧草生产与秸秆饲用加工机械化的播种技术、收获技术、切碎技术、压缩技术、干燥技术、储运技术、青贮技术和牧草深加工技术以及国内外典型的设备、机具等作了较为全面、系统地介绍。

本书结构清晰、语言简练、图文并茂，能够满足不同读者的需要，既可作为科技或管理人员的技术资料，也可作为大中专院校相关专业的教材或辅助读物，还可作为牧草、秸秆机械化生产领域广大用户的技术参考资料。

本书的编写人员主要来自于管理、科研、教学和推广一线，当中既有担当农业机械化行业管理的同志，也有长期从事牧草生产和秸秆饲用加工机械化研究的专家、学者，同时还有农业机械化生产和推广一线的技术人员。在本书的编写过程中，我们本着严谨求实、客观公正的科学态度，力求全面而又突出重点、通俗易懂而又不失技术性。当然，由于编者水平有限，书中定有不足和失误之处，敬请广大读者批评指正。另外，成文时，我们也参阅了许多专家、学者的著作和科技论文，在此一并表示最真诚的谢意。

编委会
2005年6月

目 录

前 言

第一章 绪 论	1
第一节 我国发展牧草生产和秸秆饲用加工技术的意义	1
第二节 国家宏观农业政策调整带来新的机遇	4
第二章 牧草与秸秆的基本特性	8
第一节 基本概念	8
第二节 牧草的生物学特性	10
第三节 营养价值	23
第三章 牧草播种技术	30
第一节 国内外牧草作物栽培概况及其发展趋势	30
第二节 牧草播种的技术要求	31
第三节 牧草播种机械	37
第四章 收获技术	55
第一节 概 述	55
第二节 牧草收获工艺过程及成套机具	57
第三节 我国牧草收获机械未来发展趋势及特点	95
第五章 切碎技术	97
第一节 切碎的基本概念	97
第二节 切碎机械的分类	98
第三节 饲草切碎机械	99

第六章 压缩技术	125
第一节 压缩技术的产生和发展	125
第二节 压缩机械	126
第三节 国内外压缩机械	133
第七章 干燥技术	140
第一节 干燥的必要性	140
第二节 干燥技术	145
第三节 国内外部分干燥设备机型简介	159
第八章 储运技术	163
第一节 饲草储运方式与技术要求	163
第二节 饲草储运机械	164
第三节 国外典型饲草储运设备	180
第四节 我国饲草储运机械的经济效益分析和推广应用前景	194
第九章 青贮技术	196
第一节 青贮概述	196
第二节 青贮调制技术	198
第三节 青贮设施	199
第四节 青贮机械	200
第五节 青贮饲料品质评定	207
第十章 牧草叶蛋白加工技术	209
第一节 牧草叶蛋白加工的意义	209
第二节 叶蛋白的营养成分	209
第三节 加工叶蛋白的原料与技术工艺	212
第四节 牧草深加工技术发展前景	222
参考文献	224
后 记	227

第一章 绪 论

第一节 我国发展牧草生产和秸秆饲用加工技术的意义

一、全面建设小康社会，加快农业装备科技创新的需要

我国农业生产以粗放式经营为主，总体的农业生产方式落后，农业人口有8亿多，约占总人口的60%，农业人口占总人口的比重虽大，但劳动生产率并不高，农业产业虽然规模很大，但实力并不强，农业产业的国际竞争力脆弱。

民为国之根，农为民之本。这句话对我国这样一个农业大国、人口大国来说，尤为正确。我国农民总体收入不高，农民生活水平与当地的城市居民相比还处于较低的水平。解决好“三农”问题，提高农业装备水平，改变农业生产要素状况和农业生产方式，改善农民劳动环境，促进农村富余劳动力向非农产业转移，增加农民收入，已成为现代农业的必然发展趋势和现实要求，也是实现我国社会稳定，国家富强，民族强大的关键。

农业装备是现代农业技术和生物技术的载体，是农业资源充分、高效和可持续利用的技术保障，也是实现农业产前、产中和产后机械化、农业现代化和全面建设小康社会目标的物质基础。提高现代农业装备技术水平，可以推进现代农业建设，保障农产品供给，提高农产品竞争力，向非农产业输送劳动力，推进经济发展和增加农民收入。全面建设小康社会，提高农民收入，建设现代农业，迫切要求加快农业装备与科技现代化。

二、农业产业结构调整的目标

农业产业结构调整是农业产业化的基础，农业产业化经营是农业产业结构调整的重要动力，合理的农业产业结构对发展农业生产、增加农民收入、保证市场供给具有重要的作用。在全球经济日趋一体化的大环境下，调整农业产业结构，发展农业产业化经营是提高我国农业国际竞争力的必然有效措施。

改革开放以来，我国政府一直在对农业产业组织、产业结构、产业布局进行优化和调整。经过20余年的努力，我国农业产业结构已经极大改善，其合理化程度有了明显的提高。种植业和粮食作物比重有了明显下降，林牧渔业和经济作物比重有了相应的上升。粮食总产量、人均粮食和副食品产量明显增加。市场上农产品供给充裕，过去长期供不

应求的状况有了极大改观。

我国目前正处于产业结构调整 and 升级的时期，在确保粮食产量稳定增长的基础上，积极发展多种经营，调整种植业结构，因地制宜发展经济作物与饲料作物，逐步建立起“粮食作物—经济作物—饲料作物”三元结构种植体系，是我国农业产业结构调整的基本方针。

三、合理、稳固的粮食安全体系的保障

中国有 13 亿人口，粮食安全是中国政府要办的头等大事。2003 年，中国粮食种植面积 1.04 亿 hm^2 ，粮食总产量达到 4.571 亿 t，与 1990 年的 4.462 亿 t 的水平相当，而 1990 年中国人口是 11.4 亿，2003 年的人口已超过 13 亿。中国粮食单产产量为每公顷 4395kg，远远超过世界平均的每公顷 3490kg 的水平。中国以世界 7% 的耕地生产了世界 24% 的粮食，养活了占世界 22% 的人口。粮食单产继续增长难度很大，有限的国土可供继续开垦的耕地也十分有限。粮食安全形势十分严峻。

在中国谷物种植面积不足，单产增长空间有限的情况下，大力发展草食畜牧业，实现畜产品对谷物的替代必然成为解决粮食安全的重要途径。中国 2003 年人均谷物消费 330kg，比 1996 年减少了 86kg。同期，人均肉类、蛋类、奶类、食用油、水产品的消费增加了 38kg，肉、蛋、奶等副产品的消费量的增加，减少了对谷物等粮食的需求量，也在一定程度上缓解了粮食生产的压力。

四、促进经济发展和提高生活质量

随着中国人民生活水平提高，对肉、蛋、奶等畜产品数量和质量的需求与日俱增。牛、羊肉味道鲜美，口感好，脂肪、胆固醇的含量低，是理想的健康肉食品，受到世界各国人民普遍喜爱。国家统计局的数据显示，2001 年中国城镇居民人均消费肉类 24.42kg，与 1985 年的 21.96kg 相当，但牛、羊肉类消费量从 2.04kg 上升到 3.17kg，增长了近 60%。尽管如此，我国牛、羊肉人均年消费量也只有 3.12kg，远低于世界人均年消费量 11.65kg 的水平。近年来，我国牛、羊肉制品的需求量持续攀升，已从牛、羊肉制品净出口国转变为净进口国。

2003 年中国奶类总产量为 1710 万 t，人均牛奶占有量只有世界人均水平的 1/15，是发达国家的 1/46。即使在牛奶消费较多的城镇，2003 年的人均消费量（折鲜奶）也只有 25kg 左右，而 2003 年美国、英国、日本的人均牛奶消费量分别为 267.63kg、244.87kg、68kg，在中国广大的农村，奶类消费量更低。

可以预见，随着我国人民生活水平的进一步提高，对牛、羊肉和牛奶的需求还会进一步增加。

五、促进经济发展和农民增收

合理发展畜牧业有利于我国经济的健康、快速、稳定发展和农牧民增收。牛、羊等畜产品在国内和国际上均有较高的市场需求和利润率。2003 年全球人均牛羊肉消费量比 2002 年增长 1%。我国的牛、羊制品消费也持续上升, 2003 年牛肉产品贸易逆差 0.5 亿美元, 羊肉产品贸易逆差 0.3 亿美元, 乳制品逆差 3 亿多美元。

我国是轻工产品生产大国, 需要大量的牛皮、羊皮、羊毛、羊绒等原材料, 国内生产的产品无论从数量上还是从质量上都远远不能满足生产的需要, 每年要花大量的外汇在国际市场采购。

目前牧草也是比较短缺的产品, 国际市场的首稽年需求量在 200 万 t 左右, 年交易额近 10 亿美元。主要牧草进口国家和地区有日本、韩国、中国台湾及东南亚一些国家及地区, 都在中国的周边。国内的一些配合饲料生产厂家和规模较大的草食牲畜饲养企业也有较大的牧草产品需求, 种植牧草的经济效益也远远好于种植粮食作物。

六、加大秸秆利用程度, 缓解草畜矛盾

秸秆是农村最主要的农作物副产品, 中国农民自古就有利用秸秆作为饲草料饲喂牲畜的传统。目前我国每年各类农作物秸秆的产量约为 7 亿 t。这在目前我国粮食短缺、还存在人畜争粮现象的情况下, 是一个非常可观的饲草资源。然而如何充分利用好这一可观的资源却一直是有待解决的问题。

中国科技部的资料表明, 我国每年农作物秸秆产量约 7 亿 t, 而只有 50% 得到有效的利用, 主要用作肥料、农村新能源、饲料、工业原料和食用菌生产基料等, 这其中的 50% 即约 1.75 亿 t 用作饲料。而这些用作饲料的秸秆基本上未经任何处理, 其中一小部分只是普通铡切至 3~5cm 的小段直接饲喂, 更多则是将整捆秸秆直接饲喂牛、羊, 这种未经处理的秸秆适口性差、采食率低, 大量秸秆资源被浪费掉。

在如何利用秸秆这一非常规饲料方面, 大量的科研人员经过百年的研究和探索, 研究出许多改进秸秆营养价值、提高采食率的方法。基本分为物理加工方法、化学加工方法和生物加工方法等。物理加工方法就是采用机械加工手段, 将秸秆揉切成丝状和絮状, 改变秸秆的适口性, 提高采食率。化学加工方法主要是氨化和碱化处理来提高消化率。但是碱化处理具有成本高、污染大的缺点而逐渐被氨化方法取代。生物加工方法是以微生物来分解秸秆中的纤维素和木质素, 借以提高营养价值, 但是由于技术复杂, 目前尚无法应用于生产实践。

采用和推广先进的加工技术, 提高秸秆的利用率, 不仅可以缓解我国草畜矛盾, 改善由于秸秆废弃造成环境污染的状况, 而且可以使秸秆变废为宝, 提高农业效率。

七、改善生态环境，再造秀美河山

长期以来，我国片面重视粮食作物的生产，单纯依靠扩大种植面积增加粮食产量，不利于生态环境。据统计，自新中国成立以来，全国开垦 700 万 hm^2 肥沃的草原，这些土地很多并不适合粮食种植，产出效益很低而最终被撂荒、沙化。以内蒙古、新疆、青海、西藏为主的我国北方草原，总面积近 3 亿 hm^2 ，几千年来始终是我国草食家畜的传统生产基地和主产区，但由于近几十年的掠夺性使用，北方草原已严重退化，产草量比 20 世纪 50 年代下降了 30% ~ 50%，而牲畜数量却增至自新中国成立初期（1949 年）的 4 倍。2002 年统计数据显示，中国退化的草原总面积达 1.4 亿 hm^2 ，严重退化的草原面积 6 700 万 hm^2 ，占可利用草原面积的 26.8%。

近年来，我国北方环境恶化，沙尘暴肆虐。2000 年春天，我国北方地区发生了 10 余次大范围的沙尘暴和扬沙浮尘天气，2001 年也有近 10 次，其中退化、沙化的草原是沙尘的主要源头。

朱镕基总理在 2001 年 6 月 5 日的世界环境日发表的电视讲话上说：“中国的经济发展实施可持续发展战略，把环境保护和生态建设放到更加重要的位置。”要坚持统筹规划，依靠科技进步，加大资金投入，加强污染治理，大力植树种草，搞好水土保持，改善生态环境。再建一个水更清，天更蓝，山川更加秀美的中华大地。

发展草原建设，实行退耕还林还草，种植牧草，建立人工草场，一方面可促进国民经济和畜牧业的发展；另一方面牧草可以涵养水分，防止水土流失，可以有效利用牧草的生物固氮特性增加土壤肥力，防止土壤沙化和盐渍化，从而改善生态环境。

第二节 国家宏观农业政策调整带来新的机遇

一、建设现代农业，发展农村经济

2002 年 11 月，江泽民同志代表第十五届中央委员会在向党的十六大所作的《全面建设小康社会，开创中国特色社会主义事业新局面》报告中提出，统筹城乡经济社会发展，建设现代农业，发展农村经济，增加农民收入，是全面建设小康社会的重大任务。加强农业基础地位，推进农业和农村经济结构调整，保护和提高粮食综合生产能力，健全农产品质量安全体系，增强农业的市场竞争力。积极推进农业产业化经营，提高农民进入市场的组织化程度和农业综合效益。发展农产品加工业，壮大县域经济。开拓农村市场，搞活农产品流通，健全农产品市场体系。

发展畜牧业，提高畜牧业在农业中的比重，是农业产业结构调整的重要部分，发展草食畜牧业将为粮食安全、健全农产品安全体系提供保障。农业的产业化经营，增强农

产品的竞争力，需要发展农业机械化，利用大规模的机械化生产代替手工劳动，降低劳动力成本，提高生产效率。草业是畜牧业发展的基础，大力发展人工种草、修复遭到的破坏天然草场，加大载畜能力，实现草产品商品化、草业产业化，需要机械化作草生产加工技术。

二、《中华人民共和国农业机械化促进法》的出台，为加强农业技术装备的研发提供了法律保障

2004年6月25日，十届全国人大常委会第十次会议审议通过了《中华人民共和国农业机械化促进法》（以下简称《农机化促进法》），并于11月1日起正式实施。该法的颁布实施，对于鼓励、扶持农民和农业生产经营组织使用先进适用的农业机械，促进农业机械化，提高农业劳动生产率，推动农业现代化进程，将发挥重要作用。《农机化促进法》明确了发展农业机械化在国民经济发展中的地位，强化了国家对农机化发展的保障措施，为加强农业技术装备的研发提供了法律保障。

《农机化促进法》规定，县级以上人民政府应当采取政策、税收和金融方面的措施，逐步提高对农业机械化的资金投入，充分发挥市场机制的作用，按照因地制宜、经济有效、保障安全、保护环境的原则，促进农业机械化的发展。中央财政、省级财政应当分别安排专项资金，对农民和农业生产经营组织购买国家支持推广的先进适用的农业机械给予补贴。从事农业机械生产作业服务的收入，按照国家规定给予税收优惠。法律还对农机产品的生产、质量、服务进行了明确的规定。

可以预见，随着国家和各级政府对农业机械化的重视，农民和农业生产经营组织对农业机械化投入的积极性逐步增强，我国农业机械化的步伐会进一步加快。

三、工业反哺农业时代的到来——国家加大了对农业的扶持力度

长期以来，我国农业为工业发展输出了巨额的原始资本，国家的各种政策也使资源配置向城市、工业倾斜，农业缺乏发展所需的必要的资金和技术。有关资料显示，从1953年开始实行农产品的统购统销，到1985年取消粮食统购这个期间，农民对工业化的贡献是6 000亿~8 000亿元。我国农业为工业的发展作出了巨大的贡献。

世界各国工业化成长过程中，工农关系大致要经历这样三个阶段：以农养工的工业原始积累阶段；农业、工业自我积累、自我发展的农工自养的工业化中期阶段；工业积累支援农业，被称作反哺农业的工业成熟阶段。

日本在战前处于以农养工阶段，1956年实现了工农自养，20世纪60年代转入以工哺农，当时的人均GDP为800美元左右。韩国1962年处于以农养工阶段，1974年转为工农自养阶段，不久便进入以工哺农阶段，当时的人均GDP也是800美元左右。目前，我国人均GDP已经突破800美元，财政收入也已突破2万亿元，我国整体经济发展水平已经

达到这一阶段，已经初步具备了工业反哺农业的财力和条件。

2004年，国家采取了包括减免160亿元的农业税，实行100亿元的粮食直补，取消农业特产税、农业税减免、粮食直补、良种补贴、购置大型农机具补贴等等一系列大力度的支农政策。中央和地方各级政府2004年安排的支农资金预计在3500亿元以上，长期青睐城市、工业的国债资金也有376亿元投向农、林、水利基础设施建设，占建设国债资金的1/3。我国农民已经缴纳了2000多年的“皇粮国税——农业税”在三年内取消。

2004年12月召开的中央经济工作会议指出，“我国现在总体上已经到了以工促农、以城带乡的发展阶段”。2004年的各项支农政策将会是长期的、持续的，不仅是资金的投入，还包括倾斜政策和高新技术的投入。财政部部长金人庆表示，对于财政“缺位或不到位”的农业领域，今后不仅要保，还要加大投入和支持的力度。这就意味着，中国目前正在向工业反哺农业阶段转变，工业反哺农业的经济发展新阶段已经到来。

四、国家实行农机购置补贴制度，坚定了企业和农民的信心，激发了购置农机装备的积极性

由于国家对“三农”问题日益重视，支持“三农”的政策逐步出台，进一步坚定了农机企业的信心和刺激了农民购买农机热情。

党中央和国务院非常重视农业和粮食生产。提出要采取更直接、更明确、更有力的综合措施，增加农民收入，保护和调动农民种粮积极性，保护和提高农业生产能力。为此采取了诸如降低农业税税率，加大投入力度，加强农业和农田基础设施建设等措施。农产品也改变了一直以来降价的态势，主要农产品价格均呈上扬态势。这一态势激励了广大农牧民从事农牧生产的积极性。

2005年中央一号文件提出，为集中力量支持粮食主产区发展粮食产业，促进种粮农民增加收入，提高农业机械化水平，对农民个人、农场职工、农机专业户和直接从事农业生产的农机服务组织购置和更新大型农机具给予一定补贴。2004年，中央财政投入7000万元带动地方各级政府投入4.1亿元对农民购置农业机械进行补贴，受益农户达数万户。补贴的农机具是小麦、水稻、玉米、大豆四大粮食作物所需“六机”，即拖拉机、深松机、免耕精量播种机、水稻插秧机、收获机、秸秆综合利用机械等。2004年大型拖拉机、水稻联合收割机、玉米收获机出现了旺销现象，使我国农机的销售呈现显著的增长态势。2004年全国规模以上农机企业一季度完成工业总产值218亿元，同比增长32%，高于去年同期近7个百分点，高于去年全年增长率14个百分点。国有或国有控股企业完成工业总产值占行业的38%，同比增长35%。民营企业占行业的56%，同比增长29%。三资企业占行业的4.8%，同比增长44%。国家启动对农民购买农机的补贴，目的既是为了鼓励农民种植粮食，减轻农民购买和更新大型农机具的负担，增加农民收入；也是为了提高农业生产率，减轻农民劳动强度，改善生产条件；同时也是为了推进农业现代化，

建设现代农业。

五、国家实施西部大开发战略为发展牧草生产和秸秆饲用加工机械化技术提供了广阔的发展空间

实施西部大开发战略，加快我国中西部地区发展，是党中央、国务院总揽全局、审时度势，面向新世纪作出的重大战略决策。这对于推进全国的改革和建设，推动国民经济持续增长和各地区经济社会共同发展，加强民族团结，维护社会稳定和巩固边防，保持国家的长治久安，都具有十分重要的战略意义。

西部地区资源丰富，是我国的主要牧业生产地区，人口密度低，生产力低下，社会经济发展缓慢，农村经济发展普遍落后。西部还是一个自然生态很脆弱的地区，人与自然的矛盾十分突出，草原建设落后，面临着水土流失、植被减少、荒漠化等一系列的生态问题。

针对西部日益严重的生态环境问题，1997年8月江泽民总书记提出了“再造一个山川秀美的西部地区”的重要指示。之后，中央政府和西部各级政府采取了“建立基本草地保护制度”、“实行草畜平衡制度”、“实行退耕还林还草制度”、“推行划区轮牧、休牧和禁牧制度”、“开展草原建设、加大投入力度”等措施。

我国西部草原建设虽然起步较晚，但要坚持系统化、集约化、高起点、机械化的建设思路，草原建设要与国家西部大开发的整体战略和环境保护相结合，要保证西部牧区的可持续发展。

改革开放以来，我国草食畜牧业取得了很大的成绩，牛、羊的存栏和出栏数均位于世界前列。在看到成绩的同时，也要看到我国草食畜牧业存在的隐忧，主要问题之一就是我国草食畜牧业对粮食饲料的依赖。我国人多地少，粮食生产是我国国民经济最薄弱的环节，在我国大规模发展畜牧业存在着牲畜与人争夺粮食的矛盾。

在我国广大的农业生产区，每年除了生产4亿多t粮食，同时也生产了6亿多t秸秆。秸秆是农村最主要的农作物副产品，利用秸秆加工机械，对秸秆进行处理，成为牛、羊等草畜的饲料，一方面可以节约大量的粮食；另一方面通过农作物秸秆过腹还田，可以促进农业生产的良性循环，有较好的生态效益；还可以避免焚烧秸秆造成的浪费和环境污染等不良后果。

第二章 牧草与秸秆的基本特性

第一节 基本概念

一、牧草的基本概念

1. 定义

牧草是饲养草食畜禽，发展畜牧业生产的重要饲料来源。狭义的牧草是指可供饲喂家畜、家禽和鱼类的各种草类；广义的牧草除包括各种人工栽培的和野生的草类外，还包括可供家畜采食的小灌木和灌木。

牧草是家畜的优良饲草，栽培牧草的产量比天然草场高2~5倍，甚至10倍，而且品质优良，富含各种营养物质。牧草茎叶繁茂，根系发达，能在土壤中聚集大量有机质，提高土壤肥力和防除田间杂草。豆科牧草，能固定土壤中游离的氮素，增加土壤中氮素营养。因此，牧草又是我国重要的绿肥作物，是农业生产中重要的肥源。牧草还是重要的水土保持植物。牧草发达的根系，茂盛的茎叶能很好地覆盖地面，减少雨水冲刷及地表径流。此外，在果园、林间种植牧草可以防除杂草危害，增强地力，在促进林（果）牧结合上也具有重要价值。综上所述，栽培牧草对农、林、牧、渔业的生产有着极其重要的意义。

2. 分类

（1）按生长条件分类 分为栽培（人工）牧草和野生牧草。

凡经过人们引种、驯化、培育而成，并长期种植利用的牧草叫栽培牧草。而生长在草山草坡、田间地头、林间隙地、滨湖草洲，能被家畜、家禽采食的草类、灌木、小半灌木等就称为野生牧草或天然牧草。

（2）按牧草的形态特征分类

禾本科牧草：如赣选1号黑麦草、苏丹草、王草、墨西哥玉米等。

豆科牧草：如白三叶、紫花苜蓿、紫云英等。

菊科牧草：如齿缘苦蕒菜、串叶松香草、菊苣等。

还有藜科、苋科、十字花科等，但利用最广的主要是禾本科与豆科牧草。

（3）按牧草生育期长短分类

一年生牧草：播种当年即可完成整个生育过程，开花结籽后死亡。如苏丹草、墨西

哥玉米、齿缘苦苣菜。

二年生或称越年生牧草：播种当年不能开花结籽，第二年才开花结籽，并在结籽后死亡。如黑麦草、紫云英、甘蓝等。

多年生牧草：寿命2年以上，高的可达5~6年或10年以上。如毛花雀稗、矮象草、白三叶、紫花苜蓿等。

(4) 按牧草原产地分类

热带牧草：原产自热带或南亚热带，大多数热带牧草最适宜生长温度可达30~35℃，在15℃以下时生长减弱，降至0℃时地上部分受冻枯萎。如矮象草、王草、宽叶雀稗等。

温带牧草：原产于温带，生长最适宜温度为20~25℃，喜温和湿润、冷凉气候，耐寒，但耐热性差，超过35℃生长受抑制。如白三叶、紫花苜蓿、鸭茅、苇状羊茅等。

另外，根据牧草需水量多少，还可分为耐旱牧草、喜水牧草、需水量中等牧草等。

二、秸秆的基本概念

1. 定义

秸秆，广义地讲是指植物整株除种子外的其他部位的总称；狭义地讲是指植株地上部的非种子部分。这里讲的只限于农作物秸秆，即大田作物收获食用部分后的剩余产物。

2. 构成

秸秆是由大量的有机物和少量的矿物质及水构成的，其有机物的主要成分为碳水化合物，此外，还有少量的粗蛋白和粗脂肪。碳水化合物由纤维性物质和可溶性糖类构成，前者包括半纤维素、纤维素和木质素等，一般用细胞成分(CWC)表示。在常规分析中，纤维性物质用粗纤维表示；可溶性糖类用无氮浸出物表示，泛指不包括粗纤维的碳水化合物，其成分比较复杂，一般不再进行分析测定，而是根据秸秆饲料中其他养分的含量进行计算得出：

无氮浸出物 = 100% - (水% + 粗蛋白% + 粗脂肪% + 粗纤维% + 粗灰分%)

秸秆中的矿物质，用粗灰分表示，由硅酸盐及其他少量矿物质微量元素组成，含量大约为6%，稻草中硅酸盐含量很高，其灰分含量高达12%以上。农作物成熟后，其秸秆中的维生素差不多全部被破坏，因此，秸秆中很少含有维生素。秸秆饲料的构成简单表示如图2-1。

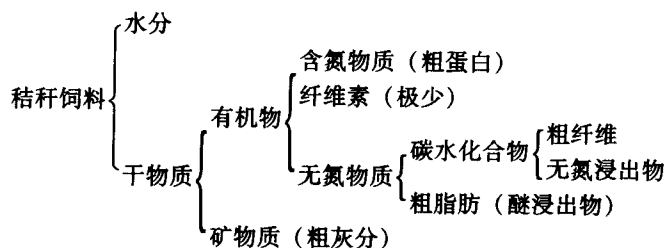


图 2-1 秸秆饲料的构成示意图

第二节 牧草的生物学特性

一、牧草生长发育

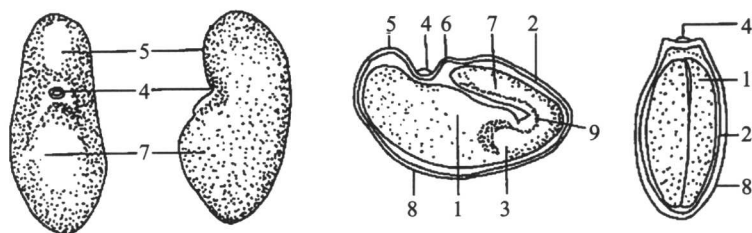


图 2-2 紫花苜蓿种子的结构

1. 子叶 2. 胚乳 3. 上胚轴 4. 种脐 5. 合点 6. 珠孔
7. 胚根(下胚轴) 8. 种皮 9. 下胚轴

1. 豆科牧草

(1) 豆科牧草种子的结构与萌发 豆科牧草种子有球形、卵圆形、肾形等各种形状(图 2-2)。种子由种皮包裹着子叶和胚构成,子叶是幼胚叶,贮藏营养物质;胚由胚根、胚轴和胚芽组成。大部分豆科牧草属子叶出土发芽的植物,在种子吸水萌发时,下胚轴伸长,将子叶和胚芽一起送出土面。豆科牧草种子发芽时,需要吸收大量的水分使种子膨胀,首先胚根突破种皮向下生长,而后是胚芽向上生长,由于下胚轴的伸长使子叶保护着的胚芽伸出地面,子叶展开后胚芽的第一片真叶出现,紫花苜蓿和三叶草的第一片真叶为单叶,百脉根则为三出复叶,随后出现第二片真叶,与该种的典型叶一致,当第三四以及之后各真叶出现后形成莲座叶丛(图 2-3)。

种子只有在适宜的环境条件才能萌发,环境温度、土壤水分、通气状况等均影响豆科牧草种子的萌发。由于豆科牧草种子的种皮

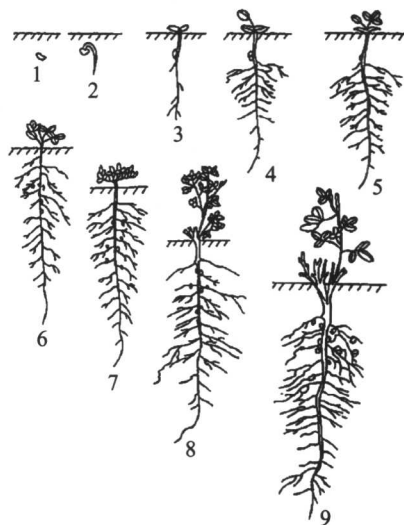


图 2-3 豆科牧草(苜蓿)的发育特点

1. 种子吸水膨胀 2. 胚根伸长 3. 子叶出土
4. 第1真叶(单叶)的形成
5. 第2真叶(三出复叶)的形成 6. 莲座叶丛
7. 分枝期 8. 根茎丛期 9. 根茎分裂