

秸秆养畜

—中国的经验

粮农组织
家畜生产
及卫生
文集

149



联合国
粮食及农业
组织



秸秆养畜

编 著

郭庭双

(中国农业部畜牧兽医局高级工程师)

曼努埃尔·戴维·桑切斯

(联合国粮农组织家畜生产及卫生司家畜生产官员)

郭佩玉

(中国农业大学研究员)

联合国
粮食及
农业组织



2002 年，罗马

序 言

中国以仅占世界 7% 的耕地却要养活占世界 22% 的人口，这是我们的基本国情。如何解决十几亿中国人的吃饭问题是焦点之所在。围绕这个焦点，国内各学科专家曾提出过许多对策。一种意见是依靠增产粮食（或大量进口粮食）来维持一种高精料的、高效畜牧业，如同大多数发达国家一样。实行这一方案的前提是中国要能大量增产粮食或大量进口粮食。能否做到这一点呢，我们不妨分析一下。自从农村实行生产责任制以后，广大农民焕发出前所未有的生产积极性，1979—1984 年 6 年间，平均每年增产粮食 1700 万吨，大大超过同期人口增长速度，这是政策的成功。然而，单凭政策并不能保证长期高速增产。1984 年以后的 16 年间，尽管国家投入了大量人力、物力，年平均增产粮食却降至 450 万吨，增产幅度下降四分之三，粮食人均占有量也有所下降。展望未来，粮食增产虽然仍有潜力，但难以赶上人口增长速度。有人认为，进口粮食是一条路子。因为世界主要粮食出口国均由国家提供出口补贴。因此，我们进口粮食越多，“吃”人家的补贴也越多，何乐而不为呢！这种意见固然有一定道理，但是，中国是一个 13 亿人口的大国，不同于日本、韩国和新加坡。饲料用粮如果接近美国的水平，就要进口八千至一亿吨粮食，差不多占世界粮食出口总量的一半。届时，世界粮价定然飞涨，补贴自然也谈不上了。更何况，如果十几亿中国人的吃饭问题依靠进口，对世界粮食安全也是一种威胁，这正是莱斯特·布朗在其《谁来养活中国？》一书中所担心的那种局面。

许多草原工作者提出另一种解决办法。他们希望占国土面积 40% 之多的草地应能为十几亿中国人的吃饭问题发挥关键性的作用，这种良好的愿望自然是完全可以理解的。但是，草原的现状（退化、沙化、碱化严重）实在令人忧虑。人们希望国家能够更加重视草原问题，加强保护、减少过牧、增加投入，这样，经过几代人的努力，才有可能从根本上恢复良好的草原生态。在这个问题上，越来越多的草原工作者与我们持有相同的看法。

既然“精料畜牧业”的发展空间受到粮食不足的制约，草地畜牧业的大发展又是“远水”解不了近渴。那么，充分开发各种“非常规饲料资源”就成了中国畜牧业发展的必由之路。农作物秸秆是“非常规饲料”中数量最大、分布最广的一项饲料资源，自然受到我们特别的重视，将它作为解决中国饲料问题的突破口。

八十年代中期，我们开始组织改进秸秆喂饲价值的研究。随后，在各地农业院校、科研机构、技术推广部门的支持下，进行小规模试点、示范。1987 年联合国粮农组织（FAO）、联合国开发计划署（UNDP）提供资金和技术援助，并与农业部合作在冀、豫二省数县搞秸秆养畜试点。一大批国际知名的优秀专家（如 E. R. ORSKOV、F. DOLBERG、F. SUNDSTOL、M. D. SANCHEZ 以及 P. FINLAYSON）先后来华工作；一批中国技术官员、技术专家也被派到国外考察、培训。这样，秸秆处理以及饲养技术日趋成熟。在试点成功的基础上，1990 年，以郭庭双、冀一伦为首的十四位专家联名上书中央，提出“发展秸秆畜牧业”以缓解中国粮食短缺问题的建议，建议受到中央领导同志的肯定。如前所述，对于秸秆养畜的建议，国内学术界曾有不同认识。本着尊重科学和实事求是的精神，1991 年，农业部畜牧兽医司就“秸秆养畜”问题组织了一场学术大辩论，“秸秆畜牧业”的地位初步得到确认；1992 年，陈俊生国务委员在笔者陪同下赴河南省周口地区实地考察，确认了“秸秆畜牧业”在我国农业领域的重要地位，李鹏总理高度评价陈俊生同志的考察报告，说这是“一份振奋人心的报告”。国务院在两年间召开了三次全国性会议，就发展“秸秆畜牧业”问题进行部署。在陈俊生同志倡导下，从 1992 年起在全国实施秸秆养牛示范项目，从此我国养牛业结束了几十年徘徊不前的局面，进入高速发展的新时期。在短短的三年间，我国牛肉产量就翻了一番。此后，牛肉增产速度在我国各类畜产品中一直居领先地位。在增产的牛肉中，90%以上来自农区各省。实践证明：“秸秆养牛”的决策是正确的。随后，国务院又决定，仿照秸秆养牛的办法在全国实施秸秆养羊、养水牛和养奶牛的项目。至此，“秸秆畜牧业”开始形成，并成为国家的政策和广大农民的实践。到 2000 年，国家已在全

国建立了 13 个秸秆养畜示范区、380 个示范县。9 年来，秸秆养畜的直接经济效益高达 700 多亿元。此外，秸秆养畜还产生巨大的社会效益、生态效益和环境效益。当前，社会上迫切需要科技工作者对多年秸秆养畜的实践进行科学总结，使之上升为理论，反过来再指导实践。根据联合国粮农组织（FAO）的建议，我们组织专家编写此书，交由 FAO 出版，向全世界发行。由于水平所限，错误难免，敬请读者指正，以便再版时订正。

郭庭双
高级工程师

中华人民共和国农业部
畜牧兽医局

2002 年 1 月

致 谢

《秸秆养畜—中国的经验》一书终于和国内外读者见面了。该书得以出版，首先要感谢常年工作在畜牧生产第一线的数万名科技人员，正是他们十年如一日努力在中国农村推广秸秆养畜并积累了丰富的经验，这些经验是本书宝贵的资料来源。本书是在联合国粮农组织畜牧兽医司的支持下完成的，在此深表谢意。此外，中国农业部畜牧兽医局、国际合作司、中国农业大学等单位对本书的编辑、出版工作提供技术指导、人力以及资金援助，在此，谨代表编写组表示衷心的感谢。

我们还要感谢中国农业大学的刘向阳教授、王聪玲博士、孔源博士、周建强博士以及农业部的张志青先生，他们为本书的编辑、校对、打字、绘图付出了艰巨的劳动。如果没有他们的辛勤劳动，本书就不能顺利出版。最后，我们要向对本书提供支持和帮助的所有单位和个人致以崇高的敬意和衷心的感谢。

郭庭双

曼努埃尔·戴维·桑切斯

郭佩玉

2002年1月5日

目 录

序 言.....	iii
致 谢.....	xi
第一章 秸秆养畜概论.....	1
1.1 建立节粮型秸秆畜牧业结构是中国畜牧业发展的必由之路.....	1
1.2 国草食家畜发展战略的大辩论	3
1.3 改进秸秆营养价值的方法	9
1.4 秸秆处理技术的推广与草食家畜的发展	10
1.5 经济效益、社会效益、生态效益、环境效益.....	14
1.6 秸秆养畜项目成功推广的主要经验	16
第二章 秸秆的结构、组成和营养以及提高 秸秆饲喂价值的方法.....	21
2.1 作物秸秆的植物学结构和细胞壁化学组成	21
2.2 作物秸秆的营养价值	24
2.3 影响作物秸秆营养价值的因素	26
2.4 提高作物秸秆饲用价值的方法	30
第三章 秸秆氨化技术.....	47
3.1 概 述	47

3.2 秸秆氨化的原理及效果	47
3.3 秸秆氨化的主要氮源	48
3.4 秸秆氨化的主要方法	49
3.5 影响氨化质量的因素	56
3.6 氨化秸秆的品质鉴定	62
3.7 氨化秸秆的生产试验	65
第四章 秸秆青贮技术.....	73
4.1 青贮饲料调制方法及设备	73
4.2 青贮饲料的调制	74
4.3 青贮饲料添加剂	80
4.4 青贮饲料的质量评定	83
4.5 青贮饲料的饲喂技术	90
第五章 秸秆饲料饲喂技术.....	93
5.1 秸秆的饲喂量	93
5.2 精饲料和蛋白质的补饲	94
5.3 青绿饲料和可消化纤维饲料的补饲	99
5.4 舔块的研制与应用	103
5.5 结束语	108
第六章 秸秆饲料开发利用的工程设施.....	109
6.1 秸秆饲料开发利用的工艺流程及设备选择	109

6.2 秸秆收集与装运机械	111
6.3 秸秆加工机械	120
6.4 秸秆处理设备	141
6.5 液氨氨化设备及氨化站的建设	147
6.6 施氨设备的安全操作	155
第七章 秸秆养畜的经济分析	161
7.1 概述	161
7.2 中国秸秆资源的利用现状	162
7.3 中国秸秆养牛的进展与成效	164
7.4 氨化秸秆的经济效益分析	167
7.5 生产试验评述	171
7.6 农户秸秆养牛经济效益实证分析	175
第八章 未来的挑战	185
附 录	
全国秸秆养畜过腹还田项目十年发展纲要(2001-2010 年)	191
参考文献	195
编写人员表	203
1992-2000 年国家级秸秆养畜示范区名单	205
1992-2000 年国家级秸秆养牛(羊)示范县名单	205

第一章 秸秆养畜概论

郭庭双 杨振海
农业部畜牧兽医局

1.1 建立节粮型畜牧业结构是中国畜牧业发展的必由之路

自改革开放(1978 年)以来,中国畜牧业连年增产。1999 年,肉类总产量 5949 万吨,蛋类总产量 2134.6 万吨,均居世界首位。不仅总产量,而且增产速度也在世界名列前茅。1978 年以后的十多年,全世界每年增产的肉类和禽蛋就有一半左右是中国增产的。尽管人口不断增加,中国人均占有肉、蛋、奶仍有大幅度增长。从 1949-1978 年,29 年人均占有肉类增加还不到 5 千克,而在改革开放(1978 年)以后,中国只用 21 年就使人均占有肉类增加了 39 千克(图 1-1)。

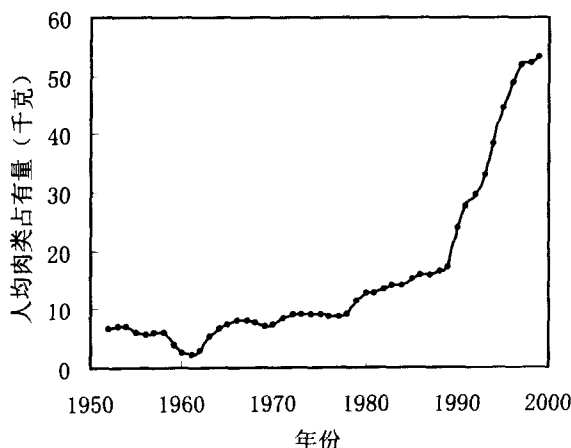


图 1-1 中国历年人均肉类占有量

二十年来,中国畜牧业虽然取得了巨大成就,但也存在着隐忧。主要问题之一就是饲料用粮不足。粮食生产是中国国民经济的薄弱环节。1984 年以后,粮食增产速度一直赶不上人口增长速度。1999 年人均占有粮食只有 384 千克,比 1984 年下降近 10 千克。由于人口增加和生活

水平提高，粮食消费量将迅速增长。与此同时，耕地却逐年减少，因此，今后粮食问题的形势将是十分严峻的，一两个丰收年并不能从根本上改变这种局面。据调查，北京、上海、天津、沈阳、广州等大城市人均粮食消费水平已在 400 千克以上。北京市人均口粮 120 千克，但肉、蛋、奶等食品人均耗粮达 400 千克，人均总耗粮超过 520 千克。如果 2000 年全国人民达到北京市居民 1989 年的肉、蛋、奶消费水准，那么，中国就应当增产 1.82 亿吨粮食，而十年间实际增产量只有 0.8 亿吨。因此，如果中国畜牧业过分依赖粮食，今后的发展必然会受到很大限制。

畜牧业对粮食的依赖程度，与畜牧业内部的结构有很大关系。几十年来，由于国家提倡，养猪业迅速发展成为中国畜牧业的主体。1978 年之前，猪肉占肉类总产量 94% 以上。改革开放以来，这种“单打一”的畜牧业结构逐步有所改变，家禽肉、牛羊肉比重逐年上升，猪肉比重逐年下降，但是，猪肉仍占绝对优势。1999 年猪肉占 67%；家禽肉占 20%，牛肉占 7.8%，羊肉仅占 4%。与世界平均水平相比(表 1-1)，中国猪肉所占比例仍大大高于世界平均水平，禽肉低于世界水平，牛肉则大大低于世界平均水平。中国猪肉产量几占全世界的二分之一，而牛肉还占不到十分之一，一般来说，猪的饲料转化率不如家禽，以此为出发点，适当节制养猪，多养一些家禽，应该是合理的。近二十年来，中国努力发展家禽生产，取得了显著成绩，禽肉在肉类总产量中的比例已由 8.6% 提高到 20%，今后仍将继续提高禽肉比重。但是，猪禽均以精料为主，不免仍受粮食生产水平的制约。饲养草食动物可以不用粮食、少用精料，应该有长足发展。循着这个方向发展，建立起“节粮型”畜牧业结构，中国畜牧业未来的发展就能建立在稳固的饲料资源的基础上，不致因粮食生产的起伏而发生大的波动。

表 1-1 1992 年中国及世界肉类结构比较(%)

项 目	牛肉	羊肉	猪肉	禽肉	其它
世 界	26.2	5.18	38.94	27.86	1.82
中 国	7.85	3.98	66.97	20.14	1.06

著名经济专家于光远先生认为,在中国,粮食问题实质上是饲料问题。前面谈到,中国人均粮食占有量只有 384 千克。但是,只要尚能维持这一水平,口粮(人均 230 千克)就没有问题,只是没有足够的粮食作饲料。从这个意义上说,通过建立节粮型畜牧业结构,缓解饲料粮不足问题,从而也就缓解中国的粮食问题,其意义实在不应低估。印度也是一个人多地少的发展中国家,与中国面临同样的问题。印度人均占有粮食只有中国的一半稍多,但其粮食却无需进口,根本原因就是印度建立了一种节粮型畜牧业结构。从图 1-2 不难看出,如果走美国的路,以粮食总产的 70%喂牲畜,那么,中国一大半人就会连口粮也没有;但是,如果走印度的路,以粮食总产的 2%作饲料,那么,我们的粮食就会多得吃不完。当然,我们并非主张照抄印度模式,但我们的确可以借鉴印度经验来解决中国的粮食问题。

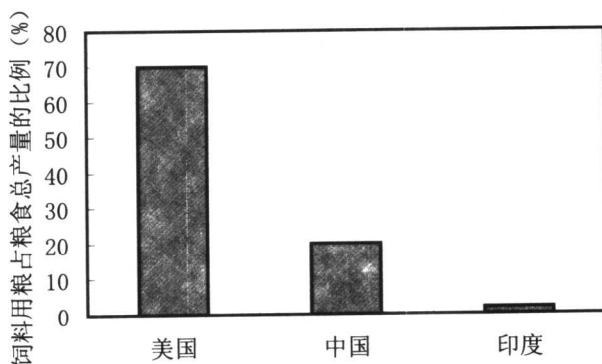


图 1-2 1990 年美、中、印饲料用粮占粮食总产量的比例

1.2 中国草食家畜发展战略的大辩论

草食家畜在中国畜牧业中所占比重很小。前面谈到,要不要发展草食家畜,曾有过许多争论,但最终的结论是肯定的。在如何发展草食家畜问题上,多年来各方面专家也有过激烈争论。

一提起发展草食家畜,人们马上想到辽阔的北方草原。“天苍苍,野茫茫,风吹草低见牛羊”的优美诗句在中国尽人皆知。中国北方有四

十多亿亩草原，差不多是耕地总面积的三倍。大草原是中国草食家畜的传统生产基地。几千年来，内蒙、新疆、青海、西藏一直是中国草食家畜生产的最主要产区。但是，由于近几十年掠夺性的使用（主要是滥垦和过牧），中国北方草原已严重退化。据典型调查，产草量比 50 年代下降 30%-50%，而牲畜数量却增至建国初期（1949 年）的 3 倍。北方草原对现有牲畜已不堪负担，又何谈发展呢！要想从根本上恢复良好的草原生态，需大量投资和几代人的努力，决非短期可以奏效。因此，我们不能把发展草食家畜生产的主要希望寄托在草原上。

对于上述论点，有人争辩说，几十年来人们只是向草原索取，而不肯投入。国家对每亩草原的投入还不到 1 元钱，如果有足够投入，就可恢复良好的草原生态，发掘草原畜牧业的巨大潜力。的确，国家对草原的投入实在太少，今后应大大增加这种投入。但是，指望依靠大量投入去建设草原，也是国力所不及。建设好一亩草原（水、草、林、机、路配套）起码要 300 元，建设好 33 亿亩可利用草原，就需要近万亿元。这简直是天文数字！国家（中央政府）目前对畜牧业的总投入每年不过数亿元，即使全部用于草原建设，也需要千年的投资。这只是粗略推算，导出的数字也没有绝对意义。但是，透过这种分析不难看出，以大量投资进行草原建设是不现实的。当务之急是制止对草原的掠夺性使用，让草原得以休养生息，然后，辅之以适当建设，徐图发展。天然草原不行，那么，人工种草如何呢？于是有入主张中国走新西兰的道路。新西兰依靠种草，划区轮牧，几乎不用精料，把畜牧业发展起来了，而且依靠农牧业步入发达国家行列。中国南方有十几亿亩草山、草坡，水、热资源均比北方草原好，可以建成若干个新西兰。这种意见有一定道理，南方草山、草坡的确有相当的开发潜力，在个别条件好的地区，也应当努力开发。但是，倘若将其作为一种战略性设想就是不可取了。这是因为新西兰用来种草的土地其条件之好在中国完全可以种庄稼。如果我们把种庄稼的耕地也用来种草，那么，中国就不能养活 13 亿人口。新西兰以 27 万平方公里的国土（比两个江苏省还大）养活 330 万人口（两个江苏省有一亿多人口），如果走新西兰的道路，中国 960 万平方公里只能养活 1.2 亿人口，我们用什么去养活其余的 10 多亿人口呢！

既然主要依靠草地发展草食家畜的路子走不通,那么,出路何在呢?经过多年深入的调查和广泛论证,我们发现,农区有发展草食家畜的深厚潜力。中国每年生产 5 亿吨粮食,同时也生产了 6 亿多吨秸秆(表 1-2),其数量之大差不多是北方草原每年收干草量的 50 倍。此外,农区还有大量棉籽饼、菜籽饼、糠麸等农作物副产品,可以用作草食家畜廉价的精饲料,凭籍丰富的饲草、饲料资源,加上良好的气候条件、丰富的人力资源和技术优势,农区正在迅速发展成为中国草食家畜生产的主要基地。我们不妨以内蒙古自治区与河南省作一比较:十年前(1982 年)河南省出栏牛 5.5 万头,只相当于同年内蒙古的 1/6,仅仅过了 4 年,河南省便超过内蒙古。到 1999 年,河南省出栏牛猛增到 551.8 万头,是内蒙古的 4.4 倍(图 1-3)。

表 1-2 各种农作物秸秆的数量(万吨)

稻 秸	18791.30
小麦秸	10929.16
玉米秸	15515.21
谷子秸	638.96
高粱秸	1022.76
大豆秸	1498.50
其他杂粮秸	1958.82
薯 藤	2435.93
花生秸	662.27
油菜秸	2087.40
甘蔗梢	1440.50
芝麻秸	29.91
向日葵秸(可饲用部分)	80.34
棉花叶	270.48
可食芝麻秸秆	160.00
合 计	57521.54

资料来源:非常规饲料开发利用课题组(中国农科院 1993)
当时中国粮食产量 4.5 亿吨,现已达 5 亿吨,秸秆当在 6 亿吨以上。

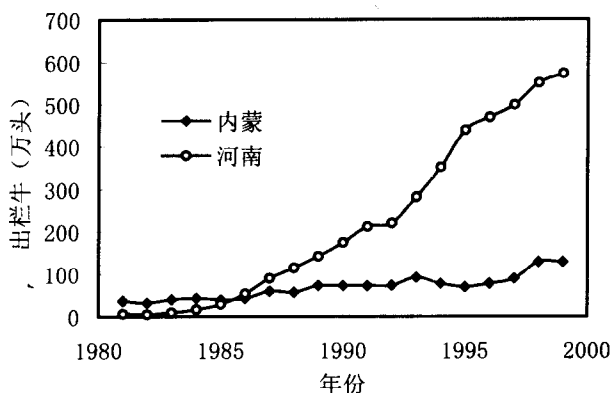
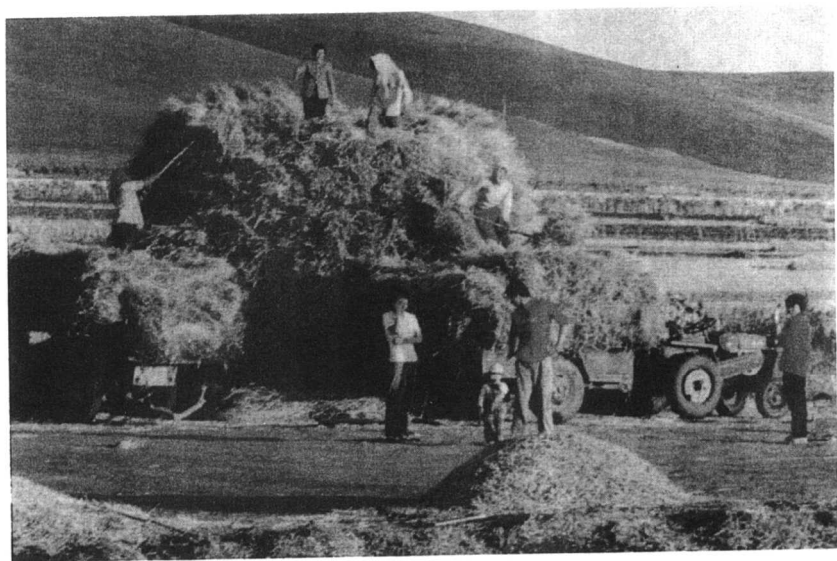


图 1-3 河南省与内蒙古自治区出栏牛情况比较

今天,农区的山东、河南、安徽、河北四省已超过内蒙、新疆、青海、西藏四大牧区一跃而成为全国最大的牛羊肉生产省。除鲁、豫、皖、冀四省外,农区许多其他省区也具备发展草食家畜生产的条件,如果我们工作做得好,这些地区就有可能在短期内赶上中原诸省成为又一个“肉牛带”、“肉羊带”。由此可见,农区在草食家畜生产方面确实有巨大潜力,这种利用秸秆为基础饲料发展草食家畜生产的产业,我们不妨称之为“秸秆畜牧业”。我们提倡秸秆养畜,决不意味着忽视草地畜牧业,两者都很重要,互为补充。当前,我们特别强调秸秆养畜,这是因为它的巨大潜力一直受到忽视,未曾引起足够重视。

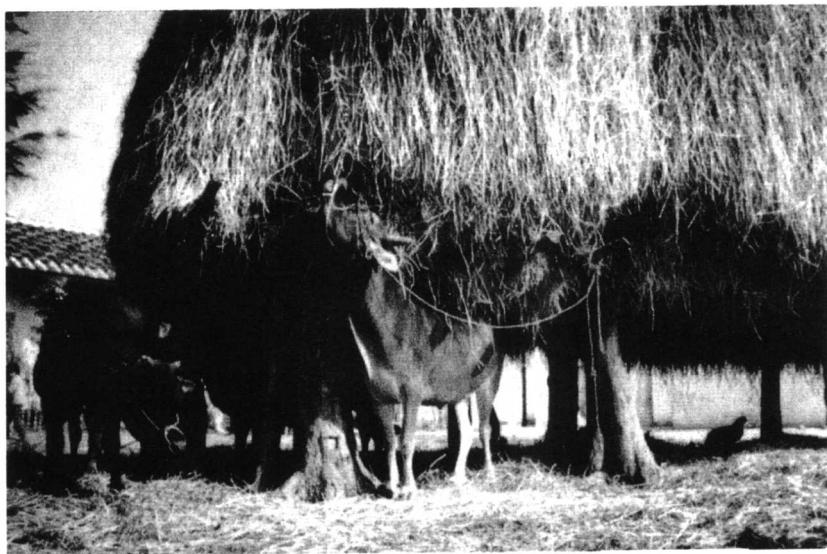
至此,关于草食家畜发展战略的争论总算告一段落。结论:秸秆养畜是中国发展草食家畜的必由之路。农区是发展草食家畜的主要基地。



丰富的秸秆资源 — 麦秸，中国北方



丰富的秸秆资源 — 稻草，中国南方



秸秆养牛是中国的传统



焚烧秸秆经常发生